

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

“Diseño hidráulico de un sistema hidropónico para optimizar la eficiencia de los recursos hídricos en la agricultura del distrito de la Yarada Los Palos, Tacna-2020”

PARA OPTAR:

TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

Bach. Gerson Roger Gálvez Cari

Bach. Yorch Linn Ramirez Moreno

TACNA-PERÚ

2020

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Tesis

“Diseño hidráulico de un sistema hidropónico para optimizar la eficiencia de los recursos hídricos en la agricultura del distrito de la Yarada Los Palos, Tacna-2020”

Tesis sustentada y aprobada el 07 de noviembre de 2020; estando el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTE:

MSc. ALEXANDER NICOLAS VILCANQUI ALARCON

SECRETARIO:

Mtro. ALFONSO OSWALDO FLORES MELLO

VOCAL:

Ing. CESAR JULIO CRUZ ESPINOZA

ASESOR:

Mtro. SANTOS TITO GOMEZ CHOQUEJAHUA

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo Gerson Roger Gálvez Cari, en calidad de Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificado con DNI 74526524.

Yo Yorch Linn Ramirez Moreno en calidad de Bachiller de la escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificado con DNI 48125690.

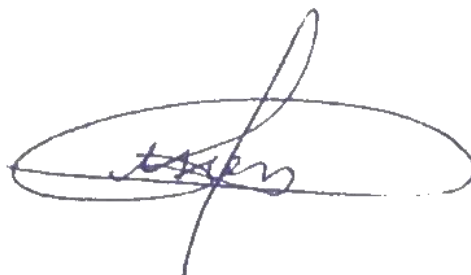
Declaramos bajo juramento que:

1. Somos autores de la tesis titulada:
“DISEÑO HIDRÁULICO DE UN SISTEMA HIDROPÓNICO PARA OPTIMIZAR LA EFICIENCIA DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN LA AGRICULTURA DEL DISTRITO DE LA YARADA LOS PALOS, TACNA-2020”, el mismo que se presenta para optar el: **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumimos frente a LA UNIVERSIDAD cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra presentada. En consecuencia, nos hacemos responsables frente a LA UNIVERSIDAD y a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la tesis, libro y/o invento.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.

Tacna, 07 de noviembre del 2020.



Bach. Gerson Roger Gálvez Cari
DNI 74526524



Bach. Yorch Linn Ramirez Moreno
DNI 48125690

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres por su apoyo incondicional en mi etapa de formación universitaria.

A mi hermana por el impulso que me da para seguir adelante a pesar de los problemas que existan.

A mi familia por las fuerzas que me brindan para cumplir con todos mis objetivos y metas.

GERSON ROGER GÁLVEZ CARI

Es para mí una gran satisfacción poder dedicarles a ellos, que con mucho, esmero y trabajo me lo he ganado.

A mis padres Hugo Ramirez e Irene Moreno, porque ellos son la motivación de mi vida, mi orgullo de ser lo que seré.

A mis hermanas Judith y Julissa, porque son la razón de sentirme tan orgulloso de culminar mi meta.

Sin dejar atrás a toda mi familia con confiar en mí, a mis abuelitos, tíos y primos, gracias por ser parte de mi vida y por permitirme ser parte de su orgullo.

YORCH LINN RAMIREZ MORENO

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios que ha guiado mis pasos en todo mi recorrido para la elaboración de esta tesis.

A la Universidad Privada de Tacna por la formación en mi etapa universitaria y en especial a los docentes que me brindaron sabiduría a través de los cursos impartidos.

A mi asesor por el apoyo brindado para cumplir con los objetivos de esta investigación.

GERSON ROGER GÁLVEZ CARI

La Universidad Privada de Tacna me dio la bienvenida al mundo como tal, las oportunidades que me ha brindado son incomparables y antes de todo esto ni pensaba que fuera posible, que algún día si quiera me topará con una de ellas.

Agradezco mucho por la ayuda a mis maestros, mis compañeros y a la universidad en general por todos los conocimientos que me ha otorgado.

A mi asesor por el tiempo, dedicación y paciencia en la elaboración de esta tesis de investigación.

YORCH LINN RAMIREZ MORENO

INDICE GENERAL

	Pág.
PÁGINA DE JURADO	i
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD	ii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE ANEXOS	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN	xiv
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.1. Descripción del problema	2
1.2. Formulación del problema	3
1.2.1. Problema General.....	3
1.2.2. Problemas Específicos.....	3
1.3. Justificación e importancia	4
1.4. Objetivos	5
1.4.1. Objetivo general.....	5
1.4.2. Objetivos específicos	5
1.5. Hipótesis	5
1.5.1. Hipótesis General	5
1.5.2. Hipótesis Específicas.....	5
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	7
2.1 Antecedentes del estudio	7
2.1.1. Antecedentes Nacionales	7
2.1.2. Antecedentes Internacionales.....	8
2.2 Bases teóricas.....	9
2.2.1. Tipos de sistemas de riego en agricultura	9
2.2.2. Hidroponía	11
2.2.3. Conceptos generales de hidráulica	16
2.2.4. Fundamentos en sistemas de tuberías	19
2.2.5. Diseño del sistema NFT (Nutrient Film Technique).....	29
2.2.6. Eficiencia en el uso del agua	40
2.2.7. Causas de las pérdidas de agua en instalaciones de Riego	41

2.2.8. Velocidades admisibles en tuberías.....	42
2.2.9. Agricultura en la Yarada Los Palos	42
2.2.10. Software IBM SPSS Statistics 20.....	44
2.2.11. Software Hcanales V 3.0.....	47
2.3 Definición de términos	52
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	58
3.1 Tipo y diseño de la investigación.....	58
3.1.1 Tipo de la investigación	58
3.1.2 Diseño de la investigación	58
3.2 Población y/o muestra de estudio.....	58
3.2.1 Población.....	58
3.2.2 Muestra de estudio	58
3.3 Operacionalización de variables.....	59
3.4 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos.....	60
3.4.1. Técnicas	60
3.4.2. Instrumentos	61
3.5 Procesamiento y análisis de datos	62
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	73
4.1. Diseño de la presentación de los resultados	73
4.1.1. Análisis estadístico descriptivo de la encuesta.....	73
4.1.2. Análisis estadístico inferencial de los resultados.....	90
4.1.3. Síntesis del análisis estadístico del diagnóstico	94
4.2. Diseño hidráulico del sistema hidropónico.....	96
4.3. Eficiencia en el uso del agua	111
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN	114
CONCLUSIONES.....	116
RECOMENDACIONES.....	117
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	118
ANEXOS	122

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ventajas en hidroponía.	12
Tabla 2. Desventajas en hidroponía.....	12
Tabla 3. Comparativa de los cultivos tradicionales versus sin suelo.	13
Tabla 4. Productividad en cultivos hidropónicos.....	15
Tabla 5. Valores de la rugosidad absoluta k.	18
Tabla 6. Valores aproximados de K.	28
Tabla 7. Cálculo de la capacidad del estanque según la especie cultivada.....	32
Tabla 8. Producción agrícola del distrito la Yarada Los Palos.....	43
Tabla 9. División del distrito de Riego La Yarada los Palos	43
Tabla 10. Estadística de principales cultivos en la Yarada Los Palos, según variables productivas-2018	44
Tabla 11. Coeficiente de rugosidad n.....	51
Tabla 12. Coordenadas UTM.....	63
Tabla 13. Coordenadas del Punto de Captación del pozo subterráneo.....	65
Tabla 14. Desagregación mensual.....	66
Tabla 15. Régimen de aprovechamiento.....	66
Tabla 16. Confiabilidad de la información general de los encuestados	73
Tabla 17. Nivel de conocimiento de la problemática	81
Tabla 18. Nivel de necesidad de la propuesta	88
Tabla 19. Nivel de confiabilidad del diagnóstico	89
Tabla 20. Costos del sistema hidropónico.....	107

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Tipos de sistemas hidropónicos	13
Fig. 2. a),b) El caudal a través de la superficie de la figura en (a) es nulo. En (b), las dos componentes de la velocidad paralelas a la superficie v'_t y v''_t no contribuyen al caudal	16
Fig. 3. Aspereza del contorno	18
Fig. 4. Diferencia entre canales y tuberías.	19
Fig. 5. Esquema de un piezómetro.	20
Fig. 6. Teorema de Bernoulli.....	21
Fig. 7. Régimen de Flujo.....	23
Fig. 8. Viscosidad cinemática en función de la temperatura para varios fluidos (p.e. es el peso específico).	25
Fig. 9. Sistema hidropónico NFT.....	31
Fig. 10. Secciones transversales más frecuentes	47
Fig.11. Elementos geométricos de un canal	47
Fig.11. Propiedades físicas y mecánicas del PVC.	52
Fig.12. Ubicación de la zona de estudio.....	64
Fig.13. Georreferencia del predio.....	64
Fig.14. Climograma de la cuenca Caplina	65
Fig.15. Área de riego disponible.	68
Fig. 21 Área de Riego	68
Fig. 16 Esquema hidráulico.....	69
Fig. 17 Grado de confiabilidad de la información general de los encuestados	74
Fig. 18 Conocimiento del problema respecto a la eficiencia en el uso del agua de los sistemas de riego tradicionales utilizado en La Yarada Los Palos	75
Fig. 19 Participante sobre algún problema provocado por el deficiente manejo del agua en la Yarada Los Palos.....	76
Fig. 20 El deficiente manejo del agua es un factor importante que afecta a la agricultura en La Yarada Los Palos	77
Fig. 21 Demasiados problemas asociados con el deficiente manejo en la aplicación del agua en los sistemas de riego tradicionales utilizados en la Yarada Los Palos	78
Fig. 22 Sistemas de riego superficiales tienen una eficiencia baja en el uso del agua	79
Fig. 23 Sistemas de riego presurizados tienen un mejor manejo del agua pero no llega a ser lo suficiente en cuanto a optimización se refiere.....	80
Fig. 24 Nivel de conocimiento de la problemática del tema en los usuarios de riego encuestados	81
Fig. 25 Necesidad de un nuevo sistema de riego.....	82
Fig. 26 Conocimientos y/o experiencias sobre nuevos sistemas de riego	83
Fig. 27 Se debe diseñar e implementar un nuevo sistema de riego	84

Fig. 28 Se debe asignar la responsabilidad de implementar acciones de respuesta	85
Fig. 29 Necesidad de una propuesta innovadora sobre el sistema de riego.....	86
Fig. 30 Planteamiento de una alternativa de solución para mejorar el deficiente manejo del agua en La Yara Los Palos	87
Fig. 31 Nivel de necesidad de la propuesta según los usuarios de riego encuestados	88
Fig. 32 Nivel de confiabilidad del diagnóstico.....	90
Fig. 33. Resultados del canal de cultivo.....	96
Fig. 34 Tubería seleccionada del canal de cultivo.....	97
Fig. 35 Área de un sector circular	98
Fig. 36 Área de un triángulo.....	98
Fig. 37 Tubería seleccionada de la línea de distribución.....	101
Fig. 38 Resultados de la tubería colectora-TRAMO I	104
Fig. 39 Resultados de la tubería colectora-TRAMO II	105
Fig. 40 Resultados de la tubería colectora-TRAMO III	106

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo. 01 Encuesta para determinar la situación actual	123
Anexo. 02 Matriz de consistencia.....	126
Anexo. 03 Plano de Distribución	128
Anexo. 04 Plano de Planta y Elevación	130
Anexo. 05 Plano de detalles	132
Anexo. 06 Plano de Ubicación de la zona de estudio.....	134
Anexo. 07 Memoria descriptiva del plano de ubicación.....	136
Anexo. 08 Fotos de un sistema hidropónico NFT aplicado al cultivo de lechuga en la ciudad de Tacna	138
Anexo. 09 Memoria descriptiva del Formato 06 - Formalización de derecho de agua subterránea con fines agrarios.....	140

RESUMEN

La presente tesis de investigación tuvo como objetivo principal realizar el diseño hidráulico de un sistema hidropónico para optimizar la eficiencia de los recursos hídricos en la agricultura del distrito de la Yarada Los Palos, los objetivos secundarios fueron determinar la situación actual de la eficiencia en el uso del agua en los sistemas de riego tradicionales, determinar los cálculos hidráulicos del sistema hidropónico y determinar su eficiencia en el uso del agua. La metodología para determinar la situación actual de la eficiencia en el uso del agua en el distrito de la Yarada Los Palos fue la encuesta que se realizó a 293 usuarios de riego pertenecientes al distrito en mención que fue procesada mediante el programa SPSS, para determinar los cálculos hidráulicos del sistema hidropónico se utilizó fundamentos teóricos de hidráulica en tuberías y la aplicación del programa Hcanales, una vez concluido el diseño hidráulico del sistema hidropónico se determinó su eficiencia en el uso del agua desde el enfoque del empleo del agua por un componente meramente productivo. De los resultados se concluye que el 96.93% considera que hay una alta necesidad de una propuesta innovadora en el distrito de la Yarada Los Palos respecto a la eficiencia en el uso del agua. De los cálculos hidráulicos se tiene que se cumple con los parámetros establecidos de velocidad, no permitiendo depósitos ni erosiones en las tuberías garantizando así su buen funcionamiento. Así mismo la eficiencia en el uso del agua determinado del sistema hidropónico diseñado para un cultivo de pepino (*cucumis sativus*) es de 22.60 kg por m³ de agua utilizada, que significa que para producir un 1kg de pepino se necesita 0.04425 m³ o 44.25 lts.

Palabras Claves: Cultivo, Diseño hidráulico, Eficiencia en el uso del agua, Hcanales, Sistema hidropónico, SPSS, Tuberías.

ABSTRACT

The main objective of this research thesis was to carry out the hydraulic design of a hydroponic system to optimize the efficiency of water resources in agriculture in the Yarada Los Palos district, the secondary objectives were to determine the current situation of efficiency in use of water in traditional irrigation systems, determine the hydraulic calculations of the hydroponic system and determine its efficiency in the use of water. The methodology to determine the current situation of efficiency in the use of water in the Yarada Los Palos district was the survey that was carried out on 293 irrigation users belonging to the district in question, which was processed through the SPSS program, to determine the Hydraulic calculations of the hydroponic system were used theoretical foundations of hydraulics in pipes and the application of the HCanales program, once the hydraulic design of the hydroponic system was concluded, its efficiency in the use of water was determined from the focus of the use of water by a merely productive component . From the results, it is concluded that 96.93% consider that there is a high need for an innovative proposal in the Yarada Los Palos district with respect to water use efficiency. From the hydraulic calculations, it is necessary to comply with the established speed parameters, not allowing deposits or erosions in the pipes, thus guaranteeing their proper functioning. Likewise, the efficiency in the use of water determined by the hydroponic system designed for a cucumber (*cucumis sativus*) crop is 22.60 kg per m³ of water used, which means that to produce a 1kg of cucumber, 0.04425 m³ or 44.25 liters are needed.

Keywords: Cultivation, Hydraulic design, Efficiency in the use of water, Channels, Hydroponic system, SPSS, Pipes.

INTRODUCCIÓN

La escasez de agua existente es uno de los principales problemas que enfrenta la región de Tacna y que se da en mayor proporción por el uso incorrecto en las actividades agrícolas, principalmente en la Yarada Los Palos, debido a que en esta zona se concentra el 43.00% de la agricultura en la Región de Tacna.

Aspectos como las técnicas de riego que actualmente vienen siendo empleadas no llegan a ser suficientes para contrarrestar este déficit hídrico por la inadecuada eficiencia en el uso de agua que poseen.

Así mismo la falta de información y capacitación sobre nuevos sistemas de riegos para los cultivos existentes no permiten la optimización del recurso hídrico como solución al problema.

Otro de los principales problemas es que sigue predominando el riego por gravedad con un 44% en parcelas según (Rivera, 2018), siendo este de muy poca eficiencia en la utilización del agua para el cultivo.

El diseño hidráulico de un sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) es una alternativa que se plantea como solución al problema, no obstante es muy poca la utilización que se le da en el Perú debido al poco conocimiento que se tiene sobre este sistema, por lo cual resulta poco aplicable en la actividad agrícola existente.

Esta técnica en hidroponía es la que permite un mayor ahorro significativo de agua, traduciéndose en optimización de este recurso hídrico ya que funciona de una manera en que el agua no se desperdicia y se recicla a través de una tubería colectora, ingresando nuevamente al sistema hidropónico pudiendo así maximizar la eficiencia en el uso del agua.

La finalidad del presente trabajo es realizar el diseño hidráulico de un sistema hidropónico para optimizar la eficiencia de los recursos hídricos en la agricultura de la Yarada Los Palos, los objetivos específicos constan de determinar la situación actual de la eficiencia en el uso del agua de los sistemas de riego tradicionales que son utilizados en la Yarada, luego se planteará una propuesta de diseño hidropónico

NFT determinando los cálculos hidráulicos y posteriormente se calculará la eficiencia en el uso del agua según el cultivo elegido para este sistema hidropónico NFT.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

Actualmente la Región de Tacna viene aconteciendo una escasez de agua debido al uso incorrecto del recurso hídrico en las actividades agrícolas y la disminución de precipitaciones en las zonas altas como afirma el Grupo de Análisis para el Desarrollo (GRADE) y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Por lo que la agricultura es una de las zonas más perjudicadas en cuanto a la escasez de agua se refiere debido a que este recurso hídrico es fundamental para el cultivo.

El distrito de la Yarada Los Palos concentra el 43% de la producción agrícola en la región de Tacna y su fuente principal hídrica son las aguas subterráneas de las cuales existen 250 pozos y 02 afloramientos de agua registrados. (Parihuana, 2011).

Así mismo los diversos sistemas de riego que actualmente se utilizan no son lo suficientemente eficientes por lo que se genera grandes pérdidas de volumen de agua.

Los sistemas de riego usados en la Yarada Los Palos según (Parihuana, 2011) son: el 62.64% por gravedad (canales, acequias y tuberías normalmente a baja presión) y 23.08% tecnificado de los cuales los más utilizados son el goteo y por aspersión. De la misma forma existen agricultores que combinan ambos sistemas (14.28%) mostrando menor eficiencia en cuanto a la utilización del recurso hídrico.

Los sistemas de conducción más utilizados según (Parihuana, 2011) en el distrito de la Yarada los Palos son los canales abiertos (75.82%) y un porcentaje relativamente menor utiliza tuberías PVC (19.78%) y combinación de ambas técnicas (4.40%) por lo que además de la poca eficiencia que tienen los sistemas de riego utilizados, se le adiciona las pérdidas por los sistemas de conducción que utilizan.

De igual manera mediante la investigación realizada por (Rivera, 2018) se determinó que el 44% de parcelas usan el sistema de riego por gravedad, el riego utilizado por goteo es 19%, en tanto el riego combinado de las técnicas mencionadas anteriormente es de 4% del total de agua que se inventarió, además se tiene un 33% sin registro de datos.

La Yarada Los Palos presenta un área de sembrío agrícola de 5825 hectáreas, de las cuales según (Rivera, 2018) se encuentran clasificados de la siguiente manera: 3,786.25 Has de Olivo, 466 Has de Alfalfa, 407.75 Has de Maíz, 349.50 Has de Cucurbitáceas, 233 Has de Ají Párika, 116.50 Has de Cebolla roja/blanca y 466 Has de otros cultivos.

Es por ello que actualmente en países desarrollados la hidroponía es un sistema eficiente muy utilizado para diversos tipos de plantas, presentando algunas desventajas para la utilización en plantas que presentan el tallo largo, pero maximizando su eficacia en cuanto al ahorro significativo de agua en comparación a un cultivo en tierra. No obstante en el Perú aún hay desconocimiento y no se practica en su máxima extensión por lo que el alcance es mínimo.

Así mismo la falta de campañas informativas y capacitaciones respecto al sistema hidropónico es uno de los puntos más críticos que no permiten el desarrollo de este tipo de cultivos en nuestro país, como también la tecnificación inicial que requiere este tipo de cultivos, ya que se necesita del conocimiento de cómo se desempeña esta técnica y de lo que las cultivos requieren.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema General

¿De qué forma el diseño hidráulico de un sistema hidropónico optimizará la eficiencia de los recursos hídricos en la agricultura del distrito de la Yarada Los Palos, Tacna-2020?

1.2.2. Problemas Específicos

- ¿Cuál es la situación actual de la eficiencia en el uso del agua de los sistemas de riego tradicionales que son utilizados para la agricultura en el distrito de la Yarada Los Palos?
- ¿Cómo determinar los cálculos hidráulicos de un sistema hidropónico para optimizar la eficiencia de los recursos hídricos?
- ¿Cómo determinar la eficiencia en el uso del agua del sistema hidropónico propuesto para el área de estudio en el distrito de la Yarada Los Palos?

1.3. Justificación e importancia

En los últimos veinte años el Perú ha experimentado un auge de las exportaciones en agricultura, fomentado por las exportaciones estacionales al hemisferio norte de frutas y hortalizas frescas de elevado valor. Así mismo se dice que en las zonas rurales, este apogeo ha ayudado a reducir la pobreza, que descendió del 80% en 2004 al 36% en 2018, e incluso más en algunos lugares que percibieron una mayor expansión de las exportaciones en agricultura. (FMI, 2020)

En un país donde la agricultura es muy importante y concentra un gran porcentaje de la economía, el sistema hidropónico permite una optimización del gasto hídrico por las especiales características que posee.

Por lo tanto, esta tesis se justifica de la siguiente manera:

Desde el punto de vista social:

En el distrito de la Yarada Los Palos el porcentaje de ineficiencia en la utilización del recurso hídrico se ve afectada por los sistemas que actualmente predominan. Estas pérdidas de volumen de agua pueden afectar en forma negativa la optimización de los recursos hídricos. Entonces al realizar el diseño de un sistema hidropónico, permitirá determinar la eficiencia en el uso del agua que influye directamente en la optimización del recurso hídrico.

Desde el punto de vista económico:

Definido el diseño de un sistema hidropónico, permitirá mejorar las condiciones al utilizar los recursos hídricos, traduciéndose en ahorros significativos en el consumo de agua para el cultivo.

Desde el punto de vista científico:

Así mismo al utilizar un sistema hidropónico es importante realizar un diseño hidráulico previo, ya que nos da una visión más clara respecto a lo científico, permitiendo así optimizar recursos empleados en la construcción de la red de riego para hidroponía.

Desde el punto de vista ambiental:

El sistema hidropónico permitirá un mejor manejo del medio ambiente, debido al gran consumo de ahorro de agua que se tendrá con esta técnica, de igual forma existirá mayor limpieza e higiene ya que es una agricultura controlada.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Realizar el diseño hidráulico de un sistema hidropónico para optimizar la eficiencia de los recursos hídricos en la agricultura del distrito de la Yarada Los Palos, Tacna-2020.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar la situación actual de la eficiencia en el uso del agua de los sistemas de riego tradicionales que son utilizados para la agricultura en el distrito de la Yarada Los Palos.
- Determinar los cálculos hidráulicos de un sistema hidropónico para optimizar la eficiencia de los recursos hídricos.
- Determinar la eficiencia en el uso del agua del sistema hidropónico propuesto para el área de estudio en el distrito de la Yarada Los Palos.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis General

El diseño hidráulico de un sistema hidropónico permite optimizar de forma adecuada la eficiencia de los recursos hídricos en la agricultura del distrito de la Yarada Los Palos, Tacna-2020.

1.5.2. Hipótesis Específicas

- La situación actual de la eficiencia en el uso del agua de los sistemas de riego tradicionales requiere una propuesta innovadora en el distrito de la Yarada Los Palos.
- Los cálculos hidráulicos permiten un adecuado funcionamiento del sistema hidropónico en el distrito de la Yarada Los Palos.
- La eficiencia en el uso del agua del sistema hidropónico propuesto para el área de estudio permite identificar la cantidad de agua utilizada en el cultivo.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del estudio

2.1.1. Antecedentes Nacionales

Perez (2019) **Estudio comparativo entre el sistema hidropónico y el cultivo tradicional para mejorar las condiciones de producción en las zonas agrícolas del distrito de Tiabaya 2019.**

Resumen:

Se estima que el Perú tiene entre 60 y 70% de la variedad biológica. Esta virtud que tiene se ve amenazada por el mal funcionamiento de los recursos existentes, lo cual lleva a una severa degradación en ciertas áreas del territorio, resultando en los próximos inconvenientes: desertización, despoblamiento, salinización, merma de terrenos agrícolas, intoxicación de la flora, consunción de las fuentes de recurso hídrico, deposición de ecosistemas y desvanecimiento de grupos silvestres. Por lo cual el creador sugiere : “Es primordial fomentar el funcionamiento y la utilización efectiva de los medios naturales renovables, recurso hídrico, terreno y acolchado vegetal por medio de la preservación de terrenos, reforestación, transmisión de tecnología superada e infraestructura campestre para lograr una agricultura que sea sostenible. El suelo es el primordial activo de los agricultores, por consiguiente, sus derechos de predio deben ser evidentemente establecidos para que la agencia de registro legal logre brindar apoyo a la productividad”.

Chávez (2014) **Diseño e implementación de un sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica (Lactuca Sativa Var. Campania) con tecnología EM™ en el distrito de Chiguata, Arequipa 2013.**

Resumen:

En la presente tesis se pudo diseñar, de igual manera llevar a cabo una técnica hidropónica NFT a doble grado con lechuga utilizando Tecnología EM.

Las propiedades primordiales que se tiene en el labrar de lechuga, del procedimiento NFT doble nivel por los exámenes llevados a cabo en las cuatro cambiantes poseemos en la variable elevación de planta en las tres primeras evaluaciones, el grado 1(T1) tuvo superior elevación de planta al grado 2(T2), sin embargo a los 2 últimos exámenes obtuvo una superior elevación de planta esta última elevación, de 15,85cm frente al grado 1(T1) de 17,32cm, una desigualdad entre niveles de 1,47cm. En la variable diámetro de planta el grado 1(T1), tuvo un más grande diámetro en los 4 exámenes que el grado 2(T2), sino este último grado en la última valoración a los 35ddt tuvo un superior diámetro de planta de 23,35cm

por abajo del grado 1(T1) de 25,32cm una desigualdad entre niveles de 1,97cm. En la variable distancia de raíz el grado 1(T1) tuvo en los 4 exámenes más distancia de raíz comparativamente al grado 2(T2), sin embargo este último grado en la última valoración a los 35ddt, tuvo 25,47cm comparativamente a los 27,79cm del grado 2(T2), en el cual este último grado obtuvo a los 28 y 35ddt más hojas que el grado 1(T1), de la que sobresalió por 1 hoja.

Utilizando un sistema hidropónico de dos etapas con tecnología EM, se puede obtener lechuga con un peso promedio de 0,08749 kg y una consistencia de planta de 44 plantas / m², de las cuales el T1 de primer nivel es de 0,08562 kg y la densidad de plantación es de 30 plantas / m². En el segundo grado, T2 fue de 0.08935 kg, la consistencia de la siembra fue de 14 plantas / m² y no hubo desigualdad significativa entre los dos niveles.

Mediante el uso del cultivo hidropónico de lechuga en la tecnología NFT de dos etapas, se han logrado resultados importantes, aumentando significativamente la construcción de lechuga en un 50%, ahorrando espacio y precio en la misma área.

2.1.2. Antecedentes Internacionales

Matías & Moctezuma (2008) **Diseño de red para un sistema hidropónico.**

Resumen:

Se diseñó la red de distribución, tomando como base el cultivo de jitomates para su producción industrial utilizando los beneficios que nos brinda el cultivo hidropónico, obteniendo una alta rentabilidad y bajos costos de producción por el sistema de control que se ha implementado. Con su desarrollo se llegan a tener grandes beneficios como lo es el bajo consumo de agua y su uso eficiente sin obtener pérdidas por evaporación o filtración, evitando la erosión y contaminación del suelo.

Se obtuvo finalmente con el diseño adecuado de la red de distribución y la implementación del sistema hidroneumático, un importante ahorro de energía, lo que hace aún más rentable el sistema de distribución así como una mucho mayor flexibilidad de control en el riego localizado logrando cumplir con el principal objetivo, dejando las bases fundamentales para producir a gran escala sin restricción alguna con los beneficios que brinda la hidroponía."

Con el presente proyecto se llegó a la suma importancia que tiene la selección adecuada de los elementos para la instalación de una red de distribución, ya que es imprescindible conocer el consumo de energía para cualquier sistema porque de este dependen los costos de instalación, pero sobre todo los de operación.

Bautista (2009) **Diseño de dos sistemas de riego automatizados para invernadero rural.**

Resumen:

El objetivo de este trabajo es diseñar 2 sistemas de riego automático para ahorrar agua en la producción hortícola hidropónica en un invernadero y evaluar 2 sugerencias (como el riego por goteo y NFT) para escoger la técnica que sea más eficiente hídricamente tomando en consideración su viabilidad y factibilidad. Para el desarrollo de este plan, siguiendo el procedimiento de proceso de diseño mejorado de Hamrock, se han realizado los cálculos que corresponden para el sistema hidráulico, como por ejemplo la determinación del diámetro de tubería, potencia de bombeo, número de Reynolds, diagrama de Moody y se hizo los planos que corresponden.

2.2 Bases teóricas

2.2.1. Tipos de sistemas de riego en agricultura

Los métodos en riego se clasifican de la siguiente manera:

Riego por Superficie

La virtud de esta clase de riego es que su precio de inversión es subjetivamente bajo y no requiere consumo energético. Aunque se pierde mucha agua debido a la infiltración, se puede mejorar su eficiencia de uso. Existen varios métodos de riego superficial: por surcos, melgas y tendido, siendo este último el menos eficiente. Varios principios básicos a explicar son aplicables al riego por surcos y al riego por melga (Demin, 2014).

a) Riego Tendido

Es uno de los métodos de riego más remotos. Se caracteriza por altas pérdidas por distribución desigual del agua en el terreno, razón por la cual la proporción de agua disponible en muchas vegetaciones es baja o nula, mientras que los sectores pequeños tienen exceso de agua. En este caso, se debe tratar de hacer que el agua fluya lentamente a través del área en forma de sectorizada o surco, y fluya con la menor pendiente (pendiente pequeña) posible, y siga la curva del terreno (Demin, 2014).

b) Riego por surcos

En este método de riego, el agua fluye de un lugar más alto a un lugar más bajo, es decir, de la cabeza a los pies, a través de pequeños canales o acequias. A veces, el agua puede continuar fluyendo entre ubicaciones de igual altura, lo que es

causado por el nivel del agua en la parte superior de la melga o surco. El riego por surcos es adecuado para cultivos lineales como jardinería y árboles frutales. Es necesario garantizar que la mayor proporción de agua se pueda utilizar para la agricultura, por lo que es necesario mejorar la eficiencia. La eficiencia del riego por surcos (o mediante melgas) puede ser tan baja que sea inferior al 40%, es decir, solo este porcentaje está disponible para las plantas (Demin, 2014).

c) Riego por melgas

En el proceso de riego por melgas, el agua fluye a través de la franja de suelo que se ubica entre los dos bordes establecidos para tal fin, permitiendo que el agua se mueva de la cabeza a los pies. Es muy eficaz para regar pastos, cereales y frutales en algunos casos. Su desventaja es que requiere mucha agua y un suelo bien nivelado (Demin, 2014)

Riego Presurizado

En cualquier sistema presurizado, el agua conducida a través de la tubería está bajo cierta presión y llega directamente a una o más plantas. Mediante riego presurizado se evita la pérdida por infiltración e infiltración por conducción, por lo que se puede reservar más agua para las plantas. Asimismo, se debe conocer las tablas de riego que se utilizarán en función de las necesidades de riego de los cultivos (Demin, 2014)

a) Riego por aspersión

El riego por aspersión puede rociar agua en forma de lluvia sobre las plantas. El agua es guiada por la tubería de presión, cuando el agua llega al aspersor, el chorro se romperá en muchas gotas y caerá al suelo. Este es un procedimiento de riego, que es útil cuando no se necesita viento, ya que el viento puede causar muchas pérdidas, también se debe considerar que el agua pasa por una parte importante del suelo y produce muchas pérdidas por evaporación. Este es un sistema que usa mucha energía eléctrica porque requiere alta presión para funcionar. Entre los conjuntos que se aplican son el de aspersión fija, portátil, cañón, pivot central y desarrollo frontal. Cabe señalar que la velocidad de aplicación de lámina de riego (es decir, la velocidad de lluvia) debe ser igual o menor que la velocidad de infiltración del suelo para evitar escurrimientos. En este sistema, el caudal del pulverizador utilizado es de 600 litros / hora o superior, y la presión es de aproximadamente 2,5 2 2 kg / cm (baja presión), hasta 4,5 kg / cm (alta presión) (Demin, 2014).

b) Riego por microaspersión

Este procedimiento de riego se basa en rociar el suelo con gotas de agua relativamente pequeñas. La presión que necesita es de 2 1,6 kg / cm, que es mucho menor que la aspersion. El diámetro de humectación producido por el microaspersor puede ser de unos 3-4 metros. Se recomienda para cultivos como frutales, riego de viveros y hortalizas diversas. El más común es el propio aspersor en miniatura, en el que el soporte se clava firmemente al suelo y el agua se suministra desde una manguera que suele ser poco profunda. Otros microaspersores son microjets que se colocan de tal manera que se suspenden sobre las plantas conectados a una manguera, el agua se suministra desde la manguera y también se cuelga de la manguera, y se usa en el vivero (Demin, 2014)

c) Riego por goteo

Este procedimiento de riego se basa en la aplicación continua de agua en forma de gotitas en un espacio cercano a las plantas, que humedece solo una parte del suelo (30% del suelo). Se trata de un riego de alta frecuencia, por lo que conviene reponer el agua consumida por el estanque hace uno o dos días. Durante este proceso, se forma un bulbo húmedo en el suelo debajo de cada gota de agua, donde la planta retiene una raíz más grande. Cabe aclarar que en este sistema, el agua en la tubería circula a presión y las gotas de agua caen al suelo sin presión. Esto se debe al hecho de que, según el fabricante, el diseño del gotero o gotero permite que disminuya la pérdida de presión. Están diseñados para proporcionar diferentes caudales (2; 2,5; 3; 4 litros / hora) (Demin, 2014).

2.2.2. Hidroponía

La hidroponía es el conjunto de técnicas que permiten que las plantas crezcan en un ambiente sin suelo. La hidroponía puede usar construcciones básicas o complicadas para generar primordialmente plantas herbáceas, y usar sitios o áreas como techos, suelos pobres, terrenos accidentados, invernaderos con o sin calefacción, etcétera. Desde este criterio, se han desarrollado varias tecnologías que se fundamentan en sustratos (medios de cultivo que soportan plantas) o sistemas con soluciones de solución nutritiva estática o circulante, sin ignorar las necesidades de la planta (como temperatura, humedad, agua y nutrición), el concepto hidroponía se deriva del griego HIDRO (agua) y PONOS (artificial o trabajo), que literalmente significa laborar en el agua. (Beltrano & Gimenez, 2015).

Ventajas y desventajas de los cultivos hidropónicos

Tabla 1. Ventajas en hidroponía.

Ventajas técnicas	Ventajas económicas	Ventajas ambientales
Disminuye el consumo hídrico.	<ul style="list-style-type: none"> Ahorro de mano de obra. 	<ul style="list-style-type: none"> Bajo nivel de contaminación con plaguicidas.
Disminuye el periodo vegetativo, aumentando el número de cosechas por año.	<ul style="list-style-type: none"> Ausencia del control de maleza. 	<ul style="list-style-type: none"> Utilización de zonas desérticas inutilizadas para agricultura tradicional.
Más altos rendimientos por unidad de superficies.	<ul style="list-style-type: none"> Bajo costo en control de plagas. 	<ul style="list-style-type: none"> Se puede utilizar en espacios urbanos.
Alto control del pH.	<ul style="list-style-type: none"> Mayor precio y calidad de la cosecha. 	<ul style="list-style-type: none"> Se puede utilizar subproductos como sustratos.
Humedad uniforme	<ul style="list-style-type: none"> Se pueden producir varias cosechas al año. 	<ul style="list-style-type: none"> Gran ahorro del consumo de agua.
Mejor drenaje	<ul style="list-style-type: none"> No hay gasto de maquinaria agrícola (no requiere de arado ni implementos para suelo). La recuperación de lo invertido es a corto plazo. 	<ul style="list-style-type: none"> Mayor limpieza e higiene.

Fuente: Alveal & Campos (2014) En la tesis Estudio comparativo de sistemas de riego hidropónico y por goteo.

Tabla 2. Desventajas en hidroponía.

DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> Costo inicial alto
<ul style="list-style-type: none"> Se requieren conocimientos de fisiología y nutrición
<ul style="list-style-type: none"> Desbalances nutricionales causan inmediato efecto en el cultivo
<ul style="list-style-type: none"> Se requiere agua de buena calidad

Fuente: Alveal & Campos (2014) En la tesis Estudio comparativo de sistemas de riego hidropónico y por goteo.

Tabla 3. Comparativa de los cultivos tradicionales versus sin suelo.

	Sobre Suelo	Sin Suelo
Nutrición de Planta	Muy Variable Dificil de Controlar	Controlada, estable Fácil de chequear y corregir
Espaciamiento	Limitado a la fertilidad	Densidades mayores, mejor uso del espacio y la luz
Control de Malezas	Presencia de malezas	Prácticamente inexistentes
Enfermedades y Patógenos del suelo y nematodos	Enfermedades del Suelo	No existen Patógenos del suelo
Agua	Plantas sufren estrés Ineficiente uso del Agua	No existe estrés hídrico Pérdida casi nula

Fuente: Alveal & Campos (2014) En la tesis Estudio comparativo de sistemas de riego hidropónico y por goteo.

Tipos de sistemas hidropónicos

La hidroponía es una técnica de producción o cultivo que no requiere el uso de suelo, puede aportar agua y nutrientes a través de una solución nutritiva completa y proporcionar las condiciones básicas para un mejor crecimiento y desarrollo de las plantas. Existen diferentes tipos de sistemas hidropónicos. La elección de un sistema hidropónico depende de los recursos disponibles y de las plantas que desee cultivar (Verde, 2017)

Desde el punto de vista económico y ecológico, el cultivo de hortalizas, hierbas y plantas ornamentales mediante hidroponía tiene más ventajas porque permite obtener cultivos sanos y uniformes, que crecen más rápido que las técnicas agrícolas tradicionales. (Verde, 2017)



Fig.1. Tipos de sistemas hidropónicos.

Fuente: Verde (2017) En la publicación Tipos de sistemas hidropónicos para cultivar.

a) Técnica de película nutritiva (NFT).

NFT se trata de crear una membrana circulante de solución nutritiva. Dado que el caudal de la solución es constante, no se necesita un temporizador y, por lo general, no se necesita sustrato. Se bombea la solución nutritiva del tanque de agua a la placa de crecimiento o tubería de PVC con la planta, y luego se hace que entre en contacto con las raíces antes de regresar al tanque de agua. (Verde, 2017)

b) Sistema Hidropónico de mecha o pabilo

Esta tecnología es una de las más importantes porque no requiere una bomba para transportar la solución nutritiva desde el tanque de almacenamiento a la bandeja de incremento. En cambio, las plantas reciben soluciones de nutrientes a través de mechas. El sistema de mecha es versátil y puede usar varios tipos de sustratos, pero solo se puede usar para plantas que requieren una pequeña cantidad de agua. (Verde, 2017)

c) Aeroponía.

Como sugiere el nombre, la aeroponía es una tecnología que suspende las raíces en el aire y las atomiza con una solución nutritiva cada pocos minutos en un ambiente oscuro. Incluso si esta es una técnica eficiente, las raíces pueden secarse inmediatamente y el ciclo de atomización se interrumpirá. (Verde, 2017)

d) Sistema Hidropónico de flujo y refluo (Ebb & Flow)

En este sistema, la charola de aumento se sumerge temporalmente con una solución nutritiva y luego se drena de regreso al tanque de almacenamiento. El flujo es generado por una bomba conectada a un temporizador, que arranca varias veces al día. Cuando deja de funcionar, la solución fluirá de regreso al tanque de almacenamiento. La gran ventaja de este sistema hidropónico es que se puede implementar con varios tipos de sustratos diferentes y puede aumentar muchas especies de plantas. Sin embargo, debe asegurarse de que la bomba funcione correctamente. (Verde, 2017)

e) Sistema por goteo (Drip system)

En este tipo de sistema de riego, un temporizador controla una bomba que hace que la solución nutritiva gotee hacia el fondo de la planta. En algunos de estos sistemas, es factible recuperar el exceso de solución nutritiva para su reutilización, mientras que en otros sistemas, se descarta el exceso de solución nutritiva. Aunque el sistema de recuperación hidropónica puede utilizar los nutrientes de manera más

eficaz, es más fácil controlar el pH y la concentración de nutrientes en el sistema sin la recuperación de la solución de nutrientes. (Verde, 2017)

Cosecha

En comparación con la agricultura tradicional, una de las principales ventajas de la hidroponía es la función de obtener mayores rendimientos. Según algunos autores, el rendimiento de la hidroponía es de 2 a 10 veces mayor que el de las plantas tradicionales. En comparación con la agricultura tradicional, este incremento del rendimiento se crea en menor tiempo y en menor espacio (Beltrano & Gimenez, 2015).

Productividad en cultivos hidropónicos

La Organización de las Naciones Unidas Para La Agricultura y la Alimentación en el Manual técnico del curso audiovisual “La huerta hidropónica popular (HHP)” de (Marulanda, 2003) indica que la productividad en cultivos hidropónicos es la siguiente:

Tabla 4. Productividad en cultivos hidropónicos.

PRODUCTIVIDAD EN CULTIVOS HIDROPONICOS

(ton/año)

CULTIVO	HIDROPONICO	TRADICIONAL
Tomate	375 2*	100
Pepino	750 3	30
Lechuga	313 10	52
Pimentón	96 3	16
Repollo	172 3	30

Fuente: Marulanda (2003) En el Manual Técnico del curso audiovisual “La huerta hidropónica popular (HHP)”.

2.2.3. Conceptos generales de hidráulica

Caudal

El caudal Q es el volumen de fluido que fluye a través de la sección transversal por unidad de tiempo. Entonces, por ejemplo, en una tubería de agua, los litros por hora circulan en un plano transversal a la tubería de agua. (Barrero, 2005)

Ecuación de dimensiones:

$$[Q] = [L]^3 [T]^{-1} \dots\dots\dots (1)$$

$$1Q = \frac{1\text{m}^3}{\text{s}} \text{ SI}$$

Si la rapidez presente v es paralela a la superficie vertical A , como se muestra en la figura 2. a) o inclinado sin embargo paralelo a la superficie, el caudal que atraviesa la superficie es cero. Si la rapidez v tiene otra dirección figura 2. b) Se descompone v durante 3 ejes, 2 ejes son paralelos a la superficie y el tercero es perpendicular a la superficie, solo la componente normal v_n produce flujo. (Barrero, 2005)

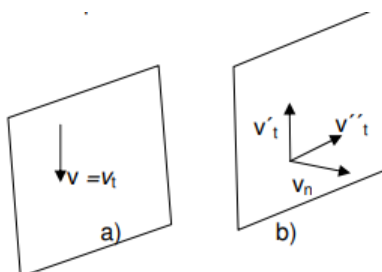


Fig. 2. a),b) El caudal a través de la superficie de la figura en (a) es nulo. En (b), las dos componentes de la velocidad paralelas a la superficie $v' t$ y $v'' t$ no contribuyen al caudal.

Fuente: Bautista (2009) En la tesis Diseño de dos sistemas de riego automatizados para invernadero rural.

Si la superficie a través de la cual se calcula el flujo es limitada, entonces es obvio que la dirección de la velocidad puede variar de un punto a otro y, además, la superficie puede no ser plana. Llamando dA al elemento infinitesimal del área (Barrero, 2005), siendo c_n componente de la velocidad normal del elemento, obtendremos:

$$dQ = vndA \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$Q = \int vn \, dA \quad \dots\dots\dots(3)$$

Si v es la velocidad media normal a la sección A , se puede derivar de la ecuación anterior:

$$Q = vA \dots\dots\dots(4)$$

Donde:

Q = Caudal

v = velocidad

A = área

Presión de un fluido

La presión de los fluidos se transmite con la misma magnitud en cada dirección, y suelen actuar en cualquier plano. En el mismo plano horizontal, el valor de presión en el líquido es el mismo en cualquier punto. El manómetro se utiliza para medir la presión. El manómetro puede tener muchas formas. A menos que se indique lo contrario, las presiones a lo largo de este libro son presiones relativas o presiones manométricas. La presión manométrica representa el valor de presión relativo a la presión atmosférica. (Barrero, 2005)

Velocidad

Está relacionado con la rapidez promedio de un punto en el fluido o la distancia promedio recorrida por las partículas por unidad de tiempo. Mide en pies por segundo (ft / s) y metros por segundo (m / s) (Barrero, 2005).

En canales y tuberías, el flujo es básicamente tridimensional. Para cada punto de la corriente, el vector de velocidad tiene elementos en las 3 direcciones. Para comprobar el cambio de velocidad en la sección, tendremos en cuenta la forma de la parte transversal, ya que la naturaleza y características geométricas del perfil definen fundamentalmente el perfil de velocidades (Rocha , 2007).

Rugosidad relativa y absoluta

Cada contorno tiene su propia aspereza o rugosidad que es dependiente del material de que está realizado y de su estado de conservación. Para ilustrar de esta manera, la tubería de concreto es más gruesa que la tubería de acero. Los canales de tierra son más rugosos que los canales de concreto (Rocha , 2007).

Si podemos ver el contorno de una tubería o canal con una luna creciente, veremos algo como la siguiente imagen (Rocha , 2007):



Fig. 3. Aspereza del contorno.

Fuente: Rocha (2007) En el libro Hidráulica de tuberías y canales.

El valor de la rugosidad absoluta se determina mediante la Tabla 5 en la que surge para cada material el valor de la rugosidad absoluta. Debería entenderse que por nuestra naturaleza de la rugosidad y por la elemental aproximación con la que se realizan los cálculos dichos valores no tienen la posibilidad de ser rigurosamente precisos (Rocha , 2007).

Tabla 5. Valores de la rugosidad absoluta k .

MATERIAL	k (m)
Tubos muy lisos sin costura (vidrio, cobre, acero nuevo con superficie pintada, plástico, etc.)	$1,5 \times 10^{-6}$
Fierro forjado	$4,5 \times 10^{-5}$
Acero rolado nuevo	5×10^{-5}
Acero laminado, nuevo	$4 \times 10^{-5} - 10^{-4}$
Fierro fundido, nuevo	$2,5 \times 10^{-4}$
Fierro galvanizado	$1,5 \times 10^{-4}$
Fierro fundido, asfaltado	$1,2 \times 10^{-4}$
Fierro fundido oxidado	$1 \times 10^{-3} - 1,5 \times 10^{-3}$
Acero remachado	$0,9 \times 10^{-4} - 0,9 \times 10^{-3}$
Asbesto cemento, nuevo	$2,5 \times 10^{-5}$
Concreto centrifugado nuevo	$1,6 \times 10^{-4}$
Concreto muy bien terminado, a mano	10^{-5}
Concreto liso	$2,5 \times 10^{-5}$
Concreto bien acabado, usado	$2 \times 10^{-4} - 3 \times 10^{-4}$
Concreto sin acabado especial	$10^{-3} - 3 \times 10^{-3}$
Concreto rugoso	10^{-2}
Duelas de madera	$1,8 \times 10^{-4} - 9 \times 10^{-4}$

Fuente: Rocha (2007) En el libro Hidráulica de tuberías y canales.

La rugosidad en el escurrimiento depende principalmente del tamaño de la tubería, es decir, el radio de la tubería, el tirante o cualquier otra medida característica (Rocha , 2007).

La rugosidad relativa se encuentra determinada por la siguiente relación (Rocha , 2007):

$$\frac{k}{D} \dots \dots (5)$$

Donde:

k=rugosidad absoluta

D=diámetro

2.2.4. Fundamentos en sistemas de tuberías

Diferencia entre canales y tuberías

Se pueden establecer algunas distinciones entre el flujo en canales y tuberías. El canal tiene una superficie independiente en contacto con la atmósfera. En la tubería, el líquido está encerrado. Esta es una tubería cerrada. Como se muestra en la Figura 4, el fluido ejerce presión sobre el contorno (Rocha , 2007).

Por lo tanto, la diferencia entre canales y tuberías no es la forma de la sección transversal, sino cómo se comporta hidráulicamente. (Rocha , 2007).

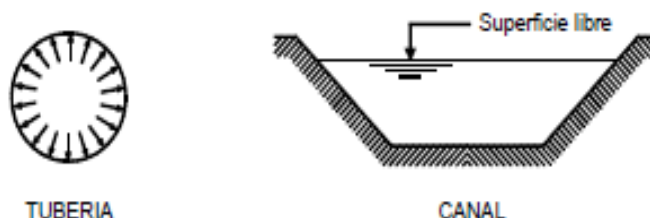


Fig. 4. Diferencia entre canales y tuberías.

Fuente: Rocha (2007) En el libro Hidráulica de tuberías y canales.

En la tubería, la presión que ejerce el fluido en cada punto está representada gráficamente por la altura del líquido que llega al tubo delgado (piezómetro) conectado a la tubería, como se puede ver en la Figura 5, donde p es la presión y γ Es la gravedad específica del fluido. La altura que alcanza el fluido en el piezómetro (dedicado al plano horizontal) se llama altura o cota del piezómetro (Rocha , 2007).

Cota piezométrica = z

$$h = z + \frac{p}{\gamma} \dots \dots (6)$$

$$h = \frac{p}{\gamma} \dots \dots (7)$$

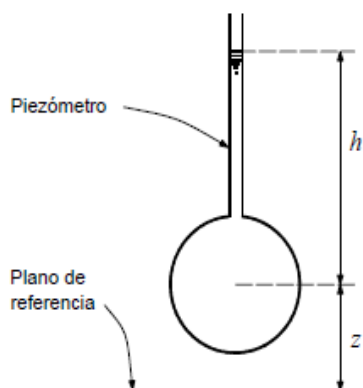


Fig. 5. Esquema de un piezómetro.

Fuente: Rocha (2007) En el libro Hidráulica de tuberías y canales.

En un canal, el flujo suele ser agua, mientras que en una tubería, el flujo puede ser cualquier fluido (líquido o gas) (Rocha , 2007).

El flujo en la tubería cerrada que intenta pasar a través de la tubería no es necesariamente una escorrentía de presión. Este puede ser el caso de túneles o tuberías de drenaje, donde existe una superficie separada debido a un llenado parcial. Cuando entra en contacto con la atmósfera, el conducto se convierte en un canal hidráulico a través de una superficie separada. (Rocha , 2007).

Ecuación de Bernoulli

En los fluidos reales, la viscosidad provocará fricción entre el fluido y los contornos (tuberías, canales, etc.) y las partículas del fluido. Naturalmente, el principio de conservación de la energía o el primer principio de la termodinámica todavía se realiza (Barrero, 2005).

Además de estos 3 tipos de energía, también aparecerá la energía de fricción. En la termodinámica, la energía de fricción no es una energía diferente. La fricción solo provoca un cambio en el estado térmico del fluido. En fluido real (Barrero, 2005):

$$du \neq 0 \dots \dots (8)$$

(Aunque si continuamos asumiendo que el fluido se comporta como incompresible $p \, dv = 0$) y $dQ \neq 0$, entonces a medida que aumenta la temperatura del fluido y / o el ambiente externo. Este tipo de fricción en la mecánica de fluidos incompresibles no está disponible, sólo en esta forma llamaremos energía de pérdida, o expresada en forma de altura, es decir, altura de pérdida H_{r1-2} . La energía del punto 1 (o la suma de la energía de posición, la presión y la energía cinética del punto 1) – la energía perdida entre el punto 1 y 2 por razonamiento = energía del punto 2 (o suma de energía de posición, de presión y cinética en el punto 2), a saber (Barrero, 2005):

Ecuación de Bernoulli con pérdidas:

$$\frac{P_1}{\rho g} + Z_1 + \frac{V_1^2}{2g} - H_{r1-2} = \frac{P_2}{\rho g} + Z_2 + \frac{V_2^2}{2g} \dots\dots (9)$$

(Fluido real – viscoso pero compresible – v_1, v_2 velocidades medias en las secciones 1 y 2)

Donde H_{r1-2} - altura perdida entre el punto 1 y el punto 2 ($H_{r1-2} = Y_{r1-2}$ – 2 es la energía perdida entre las secciones 1 y 2).

El análisis de H_{r1-2} es un tema muy importante en mecánica de fluidos.

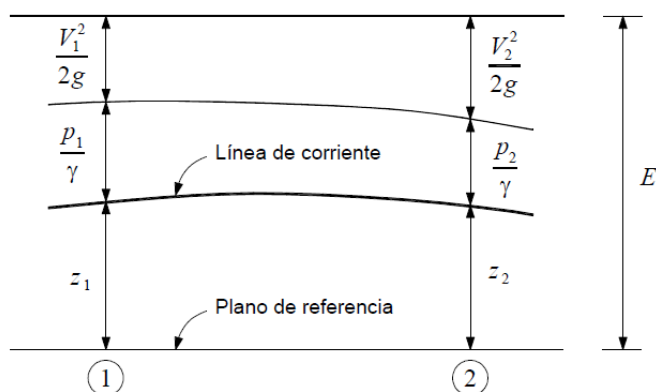


Fig. 6. Teorema de Bernoulli

Fuente: Rocha (2007) En el libro Hidráulica de tuberías y canales.

Si la corriente pasa por una o más máquinas que le proporcionan energía (bombas), su energía aumentará, expresada en forma de altura, que llamamos ΣH_b .

De manera similar, si la corriente fluye a través de una o más máquinas (turbinas) que generan energía, la corriente disminuirá, expresada en forma de altura, que llamamos $-\Sigma H_t$ (Barrero, 2005).

Por tanto:

La energía del fluido en el punto 1 - la pérdida de energía entre los puntos 1 y 2 + la energía proporcionada al fluido por la bomba entre los puntos 1 y 2 - la energía entregada por el fluido, turbina o motor entre los puntos 1 y 2 La energía de debe ser igual a la energía en el punto 2. En hidráulica, es mejor expresar todas estas energías en forma de alturas equivalentes (dividir todos los términos por g). Expresando el párrafo anterior por ecuación, tenemos (Barrero, 2005):

$$\frac{P_1}{\rho g} + Z_1 + \frac{V_1^2}{2g} - \Sigma H_{tr1-2} + \Sigma H_b - \Sigma H_t = \frac{P_2}{\rho g} + Z_2 + \frac{V_2^2}{2g} \dots\dots\dots(10)$$

Donde:

$P_1/\rho g, P_2/\rho g$: alturas de presión

Z_1, Z_2 : alturas geodésicas

$V_1^2 / 2g, V_2^2/2g$: alturas de velocidad

ΣH_{tr1-2} : suma de todas las pérdidas hidráulicas entre 1 y 2

ΣH_b : suma de los incrementos de altura proporcionados por las bombas instaladas entre 1 y 2.

ΣH_t : suma de los incrementos de altura absorbida por los motores (turbinas) instalados entre 1 y 2.

Además:

$$\frac{P_1}{\rho g} + z_1 = H_1 \quad - \text{altura piezométrica en el punto 1.}$$

$$\frac{P_1}{\rho g} + z_1 + \frac{V_1^2}{2g} = H_1 \quad - \text{altura total en el punto 1.}$$

Si no hay pérdida de energía (fluido ideal) o transferencia de energía (turbina), la altura total (energía) de la corriente permanece constante (Barrero, 2005):

$$H = C \text{ (constante de Bernoulli)}$$

Régimen de flujo

El estado o comportamiento del flujo está gobernado fundamentalmente por los efectos de viscosidad y gravedad relacionadas con las fuerzas inerciales del flujo (González, 2007).

Según la influencia de la viscosidad relacionada con la inercia, el flujo puede ser laminar, turbulento o transicional (González, 2007).

Si la fuerza viscosa está estrechamente relacionada con la fuerza de inercia, el flujo es laminar, por lo que la viscosidad juega un papel básico en la determinación del flujo. En el flujo laminar, las partículas de agua se mueven a lo largo de trayectorias suaves bien definidas (o líneas de corriente), por lo que las capas de un grosor infinitamente pequeño parecen deslizarse sobre las capas adyacentes (González, 2007).

Cuando la fuerza viscosa es débil en relación con la fuerza de inercia, se producen turbulencias. Las partículas de agua se mueven en trayectorias irregulares, ni suaves ni estáticas, pero en su grupo todavía representan el desplazamiento hacia adelante de todo el flujo. Existe un estado de mezcla o transición entre los estados laminar y turbulento (González, 2007).

Según (Mondon, 2017) para Re menor de 2000 el régimen es laminar. Hasta aproximadamente 4000 es de Transición (no determinado exactamente) y luego turbulento.

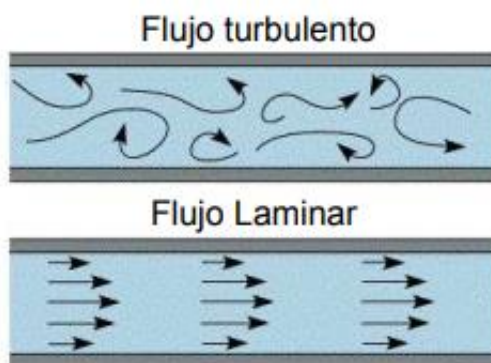


Fig. 7. Régimen de Flujo

Fuente: Rocha (2007) En el libro Hidráulica de tuberías y canales.

Número de Reynolds

El número de Reynolds es un parámetro adimensional de similitud en problemas donde la viscosidad es dominante. De manera similar, la relación del número de Reynolds de la fuerza inercial y la fuerza viscosa puede medir la influencia relativa de esta última: un número de Reynolds más grande significa una fuerza viscosa más pequeña, y viceversa. El número de Reynolds juega un papel decisivo en el fenómeno de resistencia del flujo laminar o turbulento, la corriente es laminar durante varias horas y el número de Reynolds también juega un papel decisivo. Cuando el número de Reynolds es grande, la corriente fluye turbulentamente. (Barrero, 2005)

La influencia del aumento o disminución de la viscosidad del fluido en las condiciones de escorrentía está representada por el parámetro adimensional número de Reynolds (Rocha , 2007).

El número de Reynolds representa la interacción entre la fuerza de inercia y la fuerza viscosa. Se dice que cuando la fuerza viscosa es mayor que la fuerza de inercia, el flujo es laminar. En el caso contrario, el flujo se llama turbulencia. (Rocha , 2007).

En las tuberías, el diámetro de la tubería se estima principalmente como la longitud característica (Rocha , 2007) :

$$Re = \frac{VD}{\nu} \dots \dots \dots (11)$$

Donde:

V=velocidad

D = diámetro

ν = viscosidad cinemática

La viscosidad absoluta μ o el coeficiente de viscosidad dinámica mide la interacción entre el esfuerzo y la velocidad de deformación. La viscosidad cinemática ν es la interacción entre la viscosidad absoluta μ y la densidad ρ (Rocha , 2007).

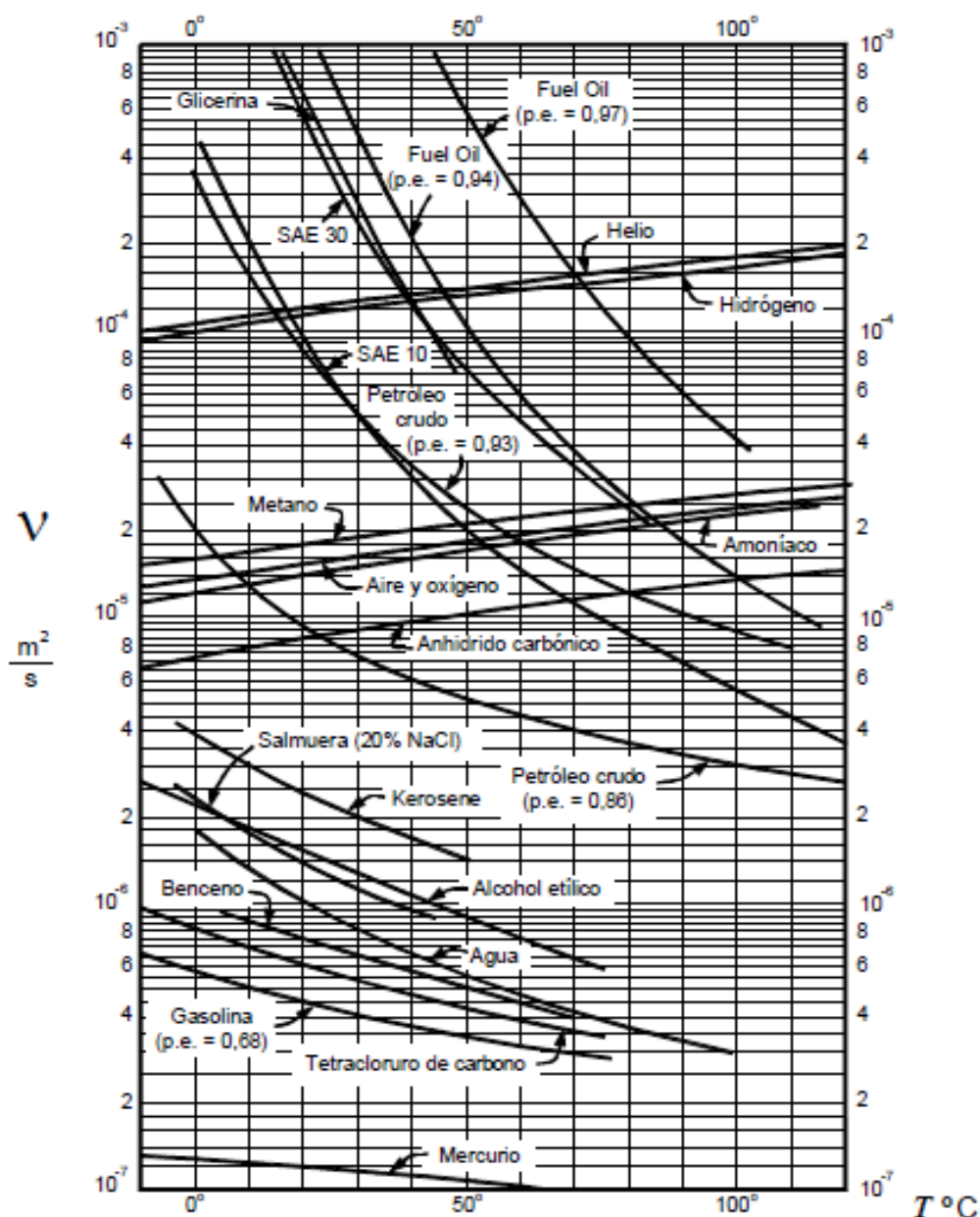


Fig. 8. Viscosidad cinemática en función de la temperatura para varios fluidos (p.e. es el peso específico).

Fuente: Rocha (2007) En el libro Hidráulica de tuberías y canales.

Coeficiente de fricción

En lo que respecta al flujo laminar, f es solo una función del número de Reynolds. En flujo turbulento, la sensación de f es más difícil. Por lo general, es una función del número de Reynolds y la rugosidad relativa. (Rocha, 2007).

$$f = \varphi \left(Re, \frac{k}{D} \right) \dots \dots \dots (12)$$

La rugosidad relativa es la interacción entre la rugosidad absoluta y el diámetro de la tubería (Rocha, 2007).

La rugosidad absoluta depende de la calidad de la pared expresada por:

- a) Altura promedio de los baches de la superficie
- b) Cambio de altitud relativo a la media
- c) Forma irregular del contorno
- d) División entre irregularidades adyacentes

En una tubería hidráulicamente lisa, se forma una subcapa laminar cuyo espesor es mucho mayor que la rugosidad. Por lo tanto, la irregularidad del contorno permanece en la subcapa laminar, por lo que no tiene sentido para el cálculo de f . (Rocha, 2007).

En una tubería lisa,

$$f = \varphi(Re) \dots \dots \dots (13)$$

Por otro lado, en una tubería hidráulicamente rugosa, el valor de k relativo al espesor de la subcapa estratificada es tan grande que no puede realizarse (Rocha, 2007).

Entonces,

$$f = \varphi \left(\frac{k}{D} \right) \dots \dots \dots (14)$$

Para la transición entre contornos lisos y rugosos, se puede usar una ecuación como 12.

Tuberías hidráulicamente lisas

Según (Rocha, 2007) Blasius estudió experimentalmente el comportamiento de las tuberías lisas y determinó,

$$f = \frac{0.316}{Re^{1/4}} \dots \dots \dots (15)$$

Esta ecuación de Blasius es válida para un número de Reynolds (en relación al diámetro) menores que 10^5 , (aproximadamente).

Para números de Reynolds más grandes, correspondientes a turbulencias completamente desarrolladas, se determina el valor de f de la siguiente manera (Rocha , 2007):

$$f = 0.0032 + \frac{0.221}{Re^{0.237}} \dots\dots (16)$$

En la que el número de Reynolds está relacionado al diámetro, para números de Reynolds entendidos entre 10^5 y 10^7 (Rocha , 2007).

Tuberías hidráulicamente rugosas

En las tuberías hidráulicamente rugosas no puede realizarse una subcapa laminar. El valor de la rapidez y el coeficiente f de Darcy solo dependen de la rugosidad relativa. El valor de f se recibe analíticamente según la siguiente fórmula (Rocha , 2007):

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = 2 \log \frac{3.71D}{k} \dots\dots\dots (17)$$

Como se observa, f es ahora la única función de rugosidad relativa. Sin número de Reynolds.

Ecuación de Darcy-Weisbach.

Varios estudiosos intentan decidir las leyes que controlan el flujo o la circulación de fluidos en las tuberías. Chezy desarrolló una de las primeras expresiones de pérdida de energía en tuberías en 1775. Muchas otras fórmulas empíricas se derivaron de los datos de prueba, la mayor parte de las cuales se fundamentan en el supuesto de que la pérdida de energía es dependiente solo de la rapidez, la magnitud de la tubería y la rugosidad del muro. Los estudios de Hagen (1839), Poiseuille (1840) y Reynolds (1883) mostraron que la densidad y viscosidad de los fluidos están afectando la pérdida de energía, y las inferencias posteriores se extrajeron primordialmente del análisis de Nikuradse (1933). El impacto de la rugosidad no es dependiente de su valor absoluto, sino de su interacción con el diámetro de la tubería (Bautista, 2009).

Entre cada una de las fórmulas usadas para establecer la pérdida de energía de las tuberías, solo la fórmula de Darcy-Weisbach puede evaluar de manera correcta la predominación de cada componente que perjudica la pérdida. (Bautista, 2009)

$$h = f \frac{LV^2}{D2g} \dots\dots\dots (18)$$

Esto se logra transportando el coeficiente de fricción (f) en función del número de Reynolds.

Pérdidas secundarias.

Para complementos, válvulas y ensanchamientos y / o estrechamientos, tenemos la posibilidad de determinarlos de las próximas maneras: (Bautista, 2009)

A) Implementando las tablas de "longitud equivalente".

Esto es el accesorio, es igual en su valor de h_f a un tramo de tubería.

Las tablas de longitud equivalente nos muestra la pérdida en pies o en metros de columna de agua del accesorio.

B) Uso del componente "k" y la carga de rapidez ($V^2/2g$)

Las pérdidas por rozamiento para complementos en un sistema de tuberías, se tienen la posibilidad de encontrar utilizando el elemento "k" que multiplicando de manera directa con ($V^2/2g$) resulta el valor de la pérdida por fricción.

Para hallar "k" la obtendremos de nomogramas donde con únicamente conocer el diámetro del accesorio e intersectar la línea de "k" se obtendrá el valor buscado por medio de la fórmula: (Bautista, 2009)

$$h = k \frac{V^2}{2g} \dots \dots \dots (19)$$

También se puede tomar valores aproximados de K como se indica en la tabla 6:

Tabla 6. Valores aproximados de K.

PIEZA	K
Ampliación gradual	0.30
boquilla	2.75
compuerta abierta	1.00
controlador de caudal	0.90
codo de 90°	0.90
codo de 45°	0.40
rejilla	0.75
curva 90°	0.40
curva 45°	0.20
entrada normal (tubo)	0.50
entrada de borde	1.00
medidor de venturi	2.50
reducción gradual	0.15
valv. de compuerta abierto	0.20
valv. globo abierto	10.00
salida de tubo	1.00
T, pasaje directo	0.60
T, salida de lado	1.30
T, salida bilateral	1.80
valv. de retención (check)	2.50
valv. de pie	1.75

Fuente: De Araujo, Fernandez, & Eiji Ito (2005) En el Manual de hidráulica Azevedo Netto.

Carga dinámica total.

La carga dinámica total, es la suma de las energías que tiene que superar la bomba para desplazar el fluido de un punto a otro. (Bautista, 2009)

La CDT se determina de la siguiente forma:

$$CDT = H_{est} + H_{ed} + H_{f1-2} + \frac{v^2}{2g} \dots \dots \dots (20)$$

Donde:

H_{es}= Carga estática de succión (+ ó -)

H_{ed}= Carga estática de descarga

H_{f1-2}=Perdidas por fricción totales en el sistema.

v²/2g= Carga de velocidad

La CDT se expresa en:

m.c.a. (metros de columna de agua)

p.c.a. (pies de columna de agua)

Potencia de la bomba.

La potencia en Horsepower (HP), que se requiere para poder manejar una bomba se encuentra determinada por la siguiente fórmula: (Bautista, 2009)

$$BHP = \frac{\text{Galones por minuto} \times H \text{ en pies} \times Sg}{3960 \times \text{eficiencia de la bomba}} \dots \dots (21)$$

Donde:

BHP= potencia proporcionada al fluido en HP.

H= altura (carga dinámica total)

Sg= gravedad específica.

2.2.5. Diseño del sistema NFT (Nutrient Film Technique)

Tenemos la posibilidad de diferenciar 2 tipos de sistemas de cultivo sin suelo, que usan la recirculación como forma de trabajo (Bautista, 2009).

El primero es NFT (Nutrient Film Technique), que es el más típico de estos sistemas de recirculación, ya que se utilizó por primera vez en la década de 1970 y consiste en sumergir las raíces de los cultivos en corriente de solución nutritiva continua o intermitente de muy alta frecuencia, sin sustrato de soporte. (Bautista, 2009)

En cuanto al segundo tipo, se cultiva en cualquier sustrato (perlita, lana de roca, arena, etc.), y se recolecta el equipo de drenaje, luego se mezcla con aporte externo de agua y se le inyecta fertilizante hasta alcanzar un nivel de nutrientes específico. (Bautista, 2009)

En el último sistema, a diferencia del primer sistema, el riego no se realiza de forma regular ni siquiera de forma intermitente, sino que según las necesidades de los cultivos en todo el día se aporta una cierta dosis de agua cada vez para lograr el riego. Rehidratación del sustrato y renovación de la solución contenida en el mismo. (Bautista, 2009)

En base a lo anterior, aunque los dos sistemas mantienen los mismos principios, tratan las soluciones de nutrientes de manera diferente, como se describe a continuación.

El NFT se basa en la circulación continua o intermitente de una pequeña parte de la solución nutritiva a través de las raíces del cultivo, por lo que no necesita ser sumergido en ningún sustrato, sino solo apoyado por el canal de cultivo. En el interior, la solución fluye a una altura más baja por gravedad. El agua es muy fácil de utilizar para la siembra, lo que representa una de las mayores ventajas del sistema, ya que la planta debe consumir muy poca energía durante el proceso de absorción y puede utilizarse en otros procesos metabólicos. Renovar constantemente la solución de nutrientes en el entorno de las raíces puede proporcionar suficientes nutrientes minerales y oxígeno, por supuesto, el sistema debe manejarse adecuadamente. (Bautista, 2009)

Componentes del sistema NFT

Como puede visualizarse en la figura 9, en donde se representa un esquema sencillo de un sistema NFT, en la cual se distingue los siguientes componentes principales:

- a) Tanque colector
- b) Bomba de impulsión
- c) Tuberías de distribución
- d) Canales de cultivo
- e) Tubería colectora

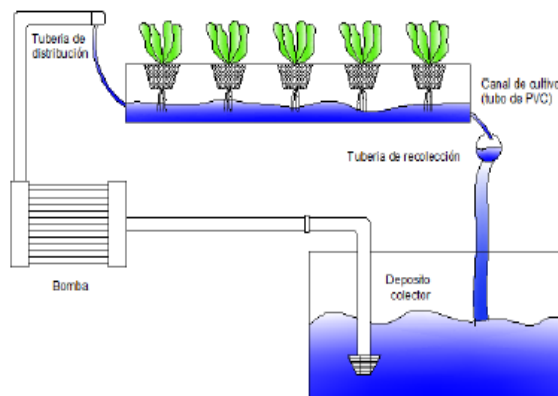


Fig.9. Sistema hidropónico NFT (Bautista, 2009)

Fuente: Bautista (2009) En la tesis Diseño de dos sistemas de riego automatizados para invernadero rural.

a) El tanque colector

Es el componente que almacena el drenaje a partir de los canales de cultivo que regresan por gravedad, por lo cual es correcto ubicarse en la parte más baja del sistema. El material de construcción podría ser polietileno, PVC o fibra de vidrio, aun cuando además se tienen la posibilidad de usar recubrimientos con pintura epóxica para el procedimiento interno de metales. Referente a su volumen, va a estar determinado primordialmente por el área de cultivo. (Bautista, 2009)

En muchas instalaciones, la capacidad del tanque de agua solo representa del 10% al 15% del volumen total de la solución circulante en el sistema, porque lo demás está contenido en tuberías y canales. No obstante, cuando se hace un riego intermitente, debería haber un más grande volumen utilizable para juntar toda el agua a lo largo de el instante en que para el sistema. (Bautista, 2009)

El tanque colector debería estar equipado con una boya que cierre la tubería de suministro de agua externa que conduce al sistema para conservar constante el grado del agua en el tanque y eludir que se desborde. Así, cuando los cultivos hagan consumo de agua y el grado del agua baje, la boya volverá a bajar, permitiendo que el agua ingrese a partir del exterior a la instalación. (Bautista, 2009)

En cuanto a la inyección de fertilizante, se inyecta directamente desde el tanque de solución de almacenamiento al tanque en base a la lectura de la sonda que controla la conductividad y el valor de pH de la solución suministrada al cultivo. Por lo tanto, algunas válvulas motorizadas permiten que el fertilizante caiga al tanque por gravedad hasta que la lectura sea igual al comando ingresado en el dispositivo electrónico encargado de controlar la apertura y cierre de la válvula motorizada.

Además, es posible utilizar una bomba de inyección para combinar las soluciones madre (Bautista, 2009)

La selección del tanque de recolección depende no solo de los materiales constituyentes, sino también de la capacidad de almacenamiento de su solución nutritiva. El tamaño del estanque depende directamente del número de plantas, las especies a plantar y la corrección química de la solución nutritiva (sistema de corrección manual o automático) (Carrasco, 2015).

Tabla 7. Cálculo de la capacidad del estanque según la especie cultivada.

Especie	Volumen aproximado de solución consumida (l planta/día) ⁽¹⁾	Densidad de plantación (planta/m ²)	Capacidad aproximada del estanque ⁽²⁾ (l/m ²)
Lechuga	0,3	24	9
Tomate	2,5	5	16
Pepino	3,0	5	19

Fuente: Carrasco (2015) En el Manual Técnico La empresa hidropónica de mediana escala: la técnica de la solución nutritiva recirculante ("NFT").

(1) Para plantas en la etapa más alta de desarrollo.

(2) Este valor se multiplica por el área cultivada real para estimar el tamaño del estanque. La cantidad restante se estima en un 25% más que el consumo, la parte restante será solución nutritiva, que permanecerá en el tanque de recolección y permitirá el procesamiento ininterrumpido de la bomba. (Carrasco, 2015)

b) La bomba

Es responsable de conducir la solución nutritiva desde el tanque de recolección hasta el extremo superior del canal de cultivo. Dado que la diferencia de tamaño que comúnmente se debe superar es pequeña, el requerimiento de potencia es diminuto, aun cuando se debe tener en cuenta que puede funcionar a lo largo de un largo tiempo, por lo cual debería integrar elementos fuertes y de alta calidad. Para hacer frente a posibles fallas de la bomba o fallas de energía, el equipo de bombeo impulsado por motores diesel se puede instalar convenientemente en paralelo, y el equipo se puede encender si es necesario. (Bautista, 2009)

Según (Carrasco, 2015) para escoger una bomba deben considerarse los siguientes aspectos:

a) La resistencia y calidad de los componentes del motor y la bomba. Al utilizar una bomba sólida compuesta por recursos de alta calidad, podrá soportar un tiempo

de procesamiento enorme, al igual que el tiempo requerido para cualquier tipo de establecimiento en el sistema "NFT".

b) Con el tiempo, la resistencia de la bomba al efecto corrosivo de la solución nutritiva. Si la bomba no es resistente a la corrosión, la vida útil de la bomba disminuirá inmediatamente, por lo que el recurso degradado tendrá que ser reemplazado varias veces para que siga funcionando.

c) Caudal de trabajo en cuanto a la altura manométrica requerida y la eficiencia. Dado que generalmente hay una pequeña diferencia de altura entre el nivel más bajo de solución nutritiva en el estanque y el punto más alto del canal de cultivo, la bomba debe poder promover efectivamente (baja altura) un flujo más alto equivalente al producto del caudal que se maneja para cada canal de cultivo (2-3 litros por minuto) por el número de canales de cultivo. Ante una mayor demanda de determinadas especies que ocasionalmente se cultivan en el sistema, este valor debería incrementarse en un 20% como margen estable.

c) Las tuberías de distribución

Son los delegados de dirigir la solución nutritiva a partir del tanque de agua hasta la parte superior del canal de cultivo. Estarán fabricados en PVC y / o polietileno y su diámetro dependerá del caudal que deba circular por ellos, cabe recordar que el caudal de cada canal debe ser de 2-3 litros por minuto para que se establezca suficiente oxígeno, agua y nutrientes. (Bautista, 2009)

La solución nutritiva se distribuye a través de una red compuesta por tubos y mangueras de PVC o goma, y fluye desde la bomba de impulsión hasta la parte superior del canal de cultivo. Actualmente, los materiales utilizados han reemplazado a las aleaciones metálicas porque interactúan con los recursos minerales que componen la solución nutritiva. En cuanto a su tamaño, depende del volumen transferido a través del sistema, pero como el caudal solicitado no supera los 2 a 3 litros por minuto, el diámetro de la tubería suele ser de 1 pulgada (Carrasco, 2015).

Si está utilizando un sistema agrícola de área pequeña (menos de 100 metros cuadrados), no necesita usar tuberías de PVC, y solo una manguera de jardín con un diámetro interno de 1 a 2 cm es suficiente para distribuir la solución nutritiva en el interior camino al canal agrícola. Para áreas más grandes, debido a que la longitud del canal de cultivo es grande, el volumen de la solución circulante es mayor y se recomienda utilizar tuberías de PVC (Carrasco, 2015).

d) Los canales de cultivo

El sistema "NFT" se caracteriza por no usar ningún tipo de sustrato, sino por otro lado, es un sistema netamente hidropónico, mejor dicho, se cultiva de manera directa en agua con nutrientes. De esta forma, al no disponer en un medio para sostén, éste es dado a las plantas por el modelo de contenedor usado como además por el canal de cultivo, el cual posibilita la sujeción de las plantas (Carrasco, 2015).

La segunda función del canal es tan importante como la anterior, que es hacer que la solución nutritiva pase en forma libre por ellos. De esta forma, es aconsejable utilizar un canal de sección rectangular, ya que esto permite mantener una lámina de solución circulante en toda la sección transversal del canal. Además se necesita que la superficie de los canales sea lisa para facilitar el veloz movimiento de la solución por medio del canal de cultivo. (Carrasco, 2015).

Conforman el medio de soporte para las plantas y la base para el flujo de la solución nutritiva. Para oxigenar enteramente las raíces, la altura del lecho de agua en el canal no debería superar los 4 o 5 mm. Referente a su longitud, no debería exceder los 15 m para afirmar condiciones correctas y uniformes a lo largo del canal y evadir una falta de oxígeno disuelto en la última parte (Bautista, 2009).

e) La tubería colectora

Es el elemento responsable de recolectar la solución nutritiva finalmente del canal de cultivo y llevarla al tanque de recolección por gravedad. Frecuenta ser de PVC y debería tener una pendiente suficiente para asegurar la evacuación. (Bautista, 2009)

La ubicación de la tubería está frente al canal y es más baja que la altura inferior del canal, por lo que la solución de nutrientes descenderá debido a la gravedad, oxigenándose así. Además, la tubería se inclina hacia abajo en el camino hacia el tanque de recolección. Por último, es necesario colocar un codo de PVC cubierto con material aislante (polietileno) para que facilite su caída. El material preferiblemente utilizado es un material que no reacciona con ningún mineral disuelto en la solución nutritiva. De esta forma, actualmente se utilizan tuberías de PVC, o también es posible ajustar una canaleta abierta de madera u otro material, que se reviste con plástico para su aislamiento (Carrasco, 2015).

La implementación del tipo de tubo colector dependerá de la superficie de cultivo y de la temperatura más alta alcanzada: en condiciones de temperatura moderadas, se recomienda abierta para pequeñas superficies, para de esta manera evitar atascos debido a la cantidad de raíces que se vierten en los canales de cultivo. Se recomienda cubrirlo con cualquier polietileno opaco (preferiblemente blanco) para evitar la contaminación y evaporación de la solución nutritiva (Carrasco, 2015)

Cuando la superficie es grande y en un ambiente caluroso, se debe usar un tubo colector cerrado, preferiblemente que incluya una abertura personal frente a cada canal para recibir la solución nutritiva. El diámetro de la tubería debe ser igual o mayor que el ancho del canal de cultivo, porque la acumulación de raíces de plantas en los bordes puede bloquear la tubería. (Carrasco, 2015)

Requerimientos del sistema NFT

Para obtener una producción comercial exitosa, es necesario comprender los requisitos de este sistema hidropónico, y se describen de la siguiente manera:

a) Altura de la lámina de la solución nutritiva

El sistema "NFT" se basa en una lámina delgada de solución nutritiva que circula continuamente, de modo que las raíces durante todo el período de crecimiento puedan oxigenarse, recibir agua y nutrientes. Lo ideal es que la lámina no alcance una altura superior a 4 a 5 mm, de esta forma se facilita la aireación de la solución y por tanto la oxigenación de las raíces. Con esta fina solución nutritiva, las raíces no quedarán sumergidas porque no están completamente sumergidas (Carrasco, 2015)

b) Flujo de la solución nutritiva

Para obtener y mantener la lámina de solución nutritiva circulante, se recomienda ajustar su caudal a 2-3 litros por minuto. Este flujo proporciona a las raíces de las plantas un aporte ideal de oxígeno, agua y nutrientes. Sin embargo, a través de la fase de crecimiento del cultivo, se puede incrementar el flujo de la solución, lo cual es beneficioso para el estrecho contacto entre la solución y las raíces, porque estas raíces crecen a una intensidad que se cruza entre sí para formar grupos, generalmente llamados "colchón de raíces". Este "colchón" dificulta el paso y la absorción de la solución nutritiva. Además, los "bolsones" de la solución está contenido en él, lo que no solo favorece la acumulación de sal, sino que también favorece la muerte en forma sectorizada de las raíces porque no recibe la solución

nutritiva. Por lo tanto, para especies extremadamente desarrolladas (como tomates y pepinos), el caudal debe aumentarse a más de 2 litros por minuto desde el momento en que se forma el "colchón de raíces" hasta el final de la cosecha y observar que las raíces son realmente alcanzadas por la solución nutritiva. (Carrasco, 2015)

c) Oxigenación de la solución nutritiva

La solución nutritiva no solo se oxigena a través de su circulación en el canal de cultivo, sino que también se oxigena principalmente al caer repentinamente sobre la solución restante en el tanque colector, generando turbulencias en el tanque colector y así consigue su aireación. Por lo tanto, se recomienda dejar la distancia máxima factible entre la boca de la tubería de recolección y la solución en el estanque para facilitar la aireación. Se recomienda considerar una altura de al menos 50 cm (Carrasco, 2015).

d) Pendiente

Para hacer que la solución de nutrientes fluya repetidamente en el sistema, es necesario empujar la solución de nutrientes desde el estanque hasta la parte superior del canal de crecimiento y luego fluir hacia abajo por gravedad. Esta caída se debe a la inclinación longitudinal del canal de cultivo (Carrasco, 2015).

La pendiente longitudinal debe estar entre 1% y 2%, ya que, si la pendiente es pequeña, es difícil que la solución regrese al tanque colector y el nivel del agua es demasiado alto. (Bautista, 2009)

Por otro lado, es inconveniente fijarlo más del 2%, porque será difícil absorber agua y nutrientes debido a la velocidad de circulación excesivamente rápida de la solución en el canal, especialmente cuando las plantas son pequeñas. (Bautista, 2009)

Se recomienda incrementar la pendiente del canal solo cuando se siembren ciertas especies que presentan un desarrollo extremo, lo que evitará el paso continuo de la solución nutritiva. Esto puede evitar el estancamiento de la solución dentro del "colchón de raíces" (Carrasco, 2015).

e) Longitud de los canales de cultivo

Para mantener los requisitos anteriores, también es necesario considerar la expansión de canales de cultivo superiores que no excedan los 15 metros. Por tanto,

se comprende que la solución nutritiva mantiene el contenido de oxígeno activo correcto para ser absorbido por las raíces de las plantas. Una longitud que es mayor que la longitud indicada da como resultado una menor concentración de oxígeno en la solución y, por lo tanto, un menor crecimiento de las plantas, especialmente plantas al final del canal. Además, es difícil sujetarlos cuando se trabaja con canales de gran longitud (Carrasco, 2015).

Solución nutritiva

En hidroponía, los recursos minerales nutrientes básicos se proporcionan especialmente en la solución nutritiva a través de la sal fertilizante disuelta en agua. Por lo tanto, la preparación, control de la solución y la elección ideal de las fuentes de sales minerales solubles, conforman una de las bases para el triunfo del cultivo hidropónico. En el sistema "NFT", este aspecto es crucial. (Carrasco, 2015).

La eficiencia del uso de nutrientes de las plantas depende del sistema hidropónico seleccionado. En el caso de esta tecnología, la eficiencia de implementación es continua, pues hay una circulación continua de la solución nutritiva, por lo que el aporte de nutrientes en la raíz es constante. Además, la solución debe formularse de tal manera que pueda proporcionar todos los nutrientes en el nivel correcto, lo que facilita su operación. (Carrasco, 2015).

Manejo de la solución nutritiva

a) Conductividad Eléctrica

Es factible determinar la concentración de todos los recursos de nutrientes en la solución mediante investigación química. A nivel de una empresa mediana, ejecutar el sistema "NFT" requiere una inspección diaria o una estimación de la concentración de recursos nutricionales. En el primer caso, además de no conocer el verdadero estado de la solución a tiempo, muestrear la solución y llevarla a cualquier laboratorio para su inspección es una tarea tediosa y costosa. La medida recomendada es utilizar un conductivímetro portátil para estimar la concentración total de nutrientes disueltos en la solución a través de la conductividad eléctrica, que generalmente no es muy costosa (Carrasco, 2015).

b) pH

Otro parámetro que debe controlarse para mantener los nutrientes disponibles en la solución nutritiva es el pH, en pocas palabras la acidez o alcalinidad de la solución. El rango de pH de los nutrientes disponible está entre 5,5 y 7. Se debe usar un medidor portátil para medir el pH, así mismo de acuerdo con las instrucciones comerciales, éste debe de estar calibrado durante todo el tiempo que se use. Se realiza principalmente la corrección de pH para acidificar la solución al rango óptimo anterior. Esto se puede explicar por el hecho de que mientras se repone el volumen utilizado, se agrega agua hasta obtener el volumen inicial, aumentando así el pH (Carrasco, 2015).

Intermitencia del flujo de la solución

El inicio del sistema "NFT" se basó en la circulación continua del flujo de solución, permitiendo que las plantas se abastecieran regularmente de oxígeno, agua y recursos de nutrientes. Sin embargo, se realizó una investigación para evaluar la discontinuidad para promover la maduración temprana de los tomates. La reducción del suministro de solución es de corta duración, por lo que no afectaría el crecimiento de los cultivos. Otro motivo para utilizar este sistema de circulación intermitente es la reducción del consumo de energía, que incidiría en los precios de producción. (Carrasco, 2015)

La investigación preliminar sobre la lechuga confirmaría que la bomba se puede detener durante algunas horas durante la noche o incluso en un corto período del día sin comprometer el rendimiento y la calidad de la planta. Sin embargo, estas experiencias aún deben repetirse en este y otros cultivos, especialmente en verano. Si se usa un sistema intermitente en una instalación comercial, la bomba se puede detener usando un "temporizador", que predefine los momentos en que el sistema se detiene y se enciende (Carrasco, 2015).

Especies hortícolas: almácigo y establecimiento

Se recomienda especialmente utilizar el sistema hidropónico "NFT" para el cultivo de especies hortícolas de frutos y hojas, debido a que por el incremento y desarrollo de las raíces y bulbos es reducido por el sostenimiento de dichos órganos, la reducida altura del canal donde se cultiva y de la lámina de solución nutritiva (Carrasco, 2015)

A continuación se analizan los puntos fundamentales para el establecimiento de cultivos hortícolas.

a) Elección de la especie y el cultivar

Al obtener una producción comercial de alto beneficio y reducir los peligros de producción, es razonable utilizar un sistema de cultivo que requiera inversión en su montaje inicial como lo es el sistema "NFT". Por tanto, es recomendable elegir especies hortícolas de alto rendimiento por unidad de superficie, como tomates, pepinos, fresas, melones, pimentón, etc. En la zona norte del continente europeo, los tomates producidos por este sistema en invernadero climatizado duraron casi 9 meses, con un rendimiento de aproximadamente 45 kg por metro cuadrado. En el caso de los pepinos, es factible obtener 20 frutos por planta, o alrededor de 150 frutos por metro cuadrado. En el cultivo de la fresa es factible obtener más de 900 gramos de fruto por planta. (Carrasco, 2015)

b) Manejo de cultivos en el sistema NFT

A continuación se muestra requerimientos del cultivo según (Carrasco, 2015) para un sistema "NFT":

i) Ficha del cultivo de lechuga en el sistema "NFT":

Precedentes del cultivo

Rango de temperatura óptimo de germinación 4,5- 27°C

Tiempo aproximado de germinación 6 - 12 días

Nº aproximado de semillas/gramo 800

Longevidad de la semilla 3 años

Nº plantas/m² en sistema "NFT" 22 - 24 de acuerdo con el cultivar

Tiempo aproximado a partir de trasplante a cosecha 25 - 40 días

Solución nutritiva

Factor de conductividad 15 - 25

pH 5,5 - 6,5

Consumo de solución aproximado por planta 0,25 litros/planta

ii) Ficha del cultivo de tomate en el sistema "NFT":

Precedentes del cultivo

Rango de temperatura óptimo de germinación 15 – 29°C

Tiempo aproximado de germinación 8 - 11 días

Nº aproximado de semillas/gramo 250 - 400

Longevidad de la semilla 3 años

Nº plantas/m² en sistema "NFT" 5 - 6

Tiempo aproximado a partir de trasplante a cosecha del primer racimo 45 - 50 días

Solución nutritiva

Factor de conductividad 25 - 30

pH 5,5 - 6,5

Consumo de solución aproximado por planta 2,5 litros/planta

iii) Ficha del cultivo de pepino en el sistema “NFT”:**Precedentes del cultivo**

Rango de temperatura óptimo de germinación 25 – 35°C

Tiempo aproximado de germinación 6 - 9 días

Nº aproximado de semillas/gramo 35

Longevidad de la semilla 6 años

Nº plantas/m² en sistema de recirculación de solución 5 - 6 de acuerdo al cultivar

Tiempo aproximado a partir de trasplante a cosecha del primer fruto 45-50 días

Solución nutritiva

Factor de conductividad 30 - 35

pH 5,5 - 6,5

Consumo de solución aproximado por planta 3,0 litros/planta

iv) Ficha del cultivo de melón en el sistema “NFT”:**Precedentes del cultivo**

Rango de temperatura óptimo de germinación 24 - 35°C

Tiempo aproximado de germinación 8 - 11 días

Nº aproximado de semillas/gramo 22 - 35

Longevidad de la semilla 6 años

Nº plantas/m² en sistema de recirculación de solución 5 - 6 de acuerdo con el cultivar

Tiempo aproximado a partir de trasplante a cosecha del primer fruto 45 - 50 días

Solución nutritiva

Factor de conductividad 30 - 35

pH 5,5 - 6,5

Consumo de solución aproximado por planta 2,5 litros/planta

2.2.6. Eficiencia en el uso del agua

La utilización eficiente del recurso hídrico en el campo pertenece a los componentes primordiales para lograr asegurar la producción de alimentos y el trabajo de los hogares relacionados con las áreas agrícolas de México (Álvarez, 2011). La “eficiencia en el uso del agua (EUA)” o “productividad del agua (PA)” es la

relación entre la biomasa presente en el cultivo utilizado por unidad de agua en un momento dado. Si planea enfocar el empleo del agua solo a través de factores productivos y económicos, se debe suplir la biomasa por el rendimiento en kg de producto por metro cúbico de agua que se utiliza (Fernández & Camacho, 2005).

Entonces como se indica en (Salazar, Rojano, & López, 2014) la eficiencia en el uso del agua se determina de la siguiente manera:

$$Ef\ Agua = \frac{Producción\ (kg)}{Agua\ utilizada\ (m3)} \dots\dots\dots (22)$$

2.2.7. Causas de las pérdidas de agua en instalaciones de Riego

Las diferentes pérdidas que se producen en la instalación se producen en las tuberías y canales de distribución, las cuales se denominan pérdidas de distribución y pérdidas por la uniformidad de la aplicación de agua sobre los cultivos. (Novagric, 2015)

Pérdidas por Distribución

Según (Novagric, 2015) las pérdidas por distribución son debidas a:

- Infiltración profunda en canales que no son recubiertos y evapotranspiración, cuando el agua se distribuye por canales abiertos.
- Fuga de la tubería o canal por sobrepresión en el sistema o golpe ocasionado por la maquinaria agrícola, proveniente de las roturas o de fallos en las juntas.

Pérdidas por uniformidad

Según (Novagric, 2015) las pérdidas debidas a la uniformidad de la aplicación de agua son:

- Según el tipo de sistema de riego de que se trate. Dependiendo del sistema, tendrá una uniformidad de riego específica. La uniformidad del sistema generalmente se describe mediante dos coeficientes: coeficiente de uniformidad y uniformidad de distribución.
- Según el tipo de emisor utilizado.

- Por las características del terreno: tipo de suelo, tamaño de la parcela, pendiente, etc. De las cuales se provoca pérdida de agua por percolación y escorrentía.
- Por la evapotranspiración de diferentes vegetaciones no relacionadas con el cultivo que pueden presentarse en las explotaciones agrícolas.

2.2.8. Velocidades admisibles en tuberías

Por gravedad:

Según el punto II.3. Obras de saneamiento del reglamento nacional de edificaciones (MVCS, 2006):

La velocidad mínima no debe provocar depósitos ni erosiones, y en ningún caso debe ser inferior a 0.60 m/s.

La velocidad máxima permitida es:

En los tubos de concreto = 3 m/s

En tubos de asbesto-cemento, acero y PVC = 5 m/s

Para los demás materiales tendrá que justificarse la velocidad máxima admisible.

Por bombeo:

Según la Guía de diseño para líneas de conducción e impulsión de sistemas de abastecimiento de agua rural (Tixe, 2004):

Se deben escoger diámetros comerciales con velocidades comprendidas entre 0.6 m/s y 2.0 m/s para el correcto funcionamiento del sistema.

2.2.9. Agricultura en la Yarada Los Palos

Tipos de cultivos utilizados

Según (Foraquita, 2017) : “En los últimos años la superficie agrícola de 3,789.25 has., permanecen dedicadas a la producción del cultivo del Olivo, de estas 1,527 has., se hallan en plena producción con un volumen promedio de 10,473 kg/ha, las mismas que se comercializan en el mercado nacional y para la exportación ; del mismo modo, se cuenta con 466 ha., de alfalfa, 407.75 ha., de Maíz (Duro amarillo, Chala y Choclo), 349 ha., de Cucurbitáceas (Pepino, Melón, Sandía y Zapallo), 233 ha., de Ají Paprika, 116.50 ha., de Cebolla (Roja y Blanca) y 466 ha., de diferentes cultivos (Hortalizas y Frutales)”.

La siguiente tabla detalla los principales cultivos y productos agrícolas para vender en los mercados locales, nacionales e internacionales.

Tabla 8. Producción agrícola del distrito la Yarada Los Palos.

PRODUCCION AGRICOLA DEL DISTRITO LA YARADA LOS PALOS			
PRINCIPALES CULTIVOS	AREA Ha	RENDIMIENTO kg/ha	TOTAL
OLIVO	3,789.25	10,473	39,653
ALFALFA	466.00	35,860	16,710
MAIZ (DURO AMILACEO, CHALA Y CHOCLO)	407.75	4,673	1,905
CUCURBITACEAS	349.50	17,308	6,049
AJI PAPRIKA	233.00	3,940	918
CEBOLLA ROJA/BLANCA	116.50	35,000	4,078
OTROS	466.00	5,445	2,537

Fuente: Foraquita (2017) En la tesis Infraestructura administrativa de gestión para mejorar la participación y organización de los pobladores del distrito La Yarada los Palos-Tacna.

Sector de riego

La Yarada los Palos se encuentra conformada por Sub-sectores de distritos de riego como se indica en la siguiente tabla:

Tabla 9. División del distrito de Riego La Yarada los Palos.

Distrito de Riego	Sub-Distrito de Riego	Sectores de Riego	Sub-Sectores de distritos de riego
Tacna	La Yarada	La Yarada	La Esperanza Los Olivos Las Palmeras Cooperativa 60 Asentamiento 4 Asentamiento 5 y 6 Coop. 28 de Agosto Los Palos
		Los Palos	Juan Velasco Alvarado

Fuente: GRT (2003) En el Plan de desarrollo estratégico La Yarada.

Estadística según cultivo

Los cultivos producidos en la Yarada Los Palos se encuentran estadísticamente registrados, como se indica en la siguiente tabla:

Tabla 10. Estadística de principales cultivos en la Yarada Los Palos, según variables productivas-2018.

Nº Ord.	PRINCIPALES CULTIVOS	PRODUCCION (t)	SUPERFICIE CULTIVADA (ha)	SUPERFICIE COSECHADA (ha)	SUPERFICIE CRECIMIENTO (ha)	RENDIMIENTO (kg/ha)	PRECIO EN CHACRA (S/. X kg)
	TOTAL	259,688	26,610	18,436	8,174		
1	AJI	881	58	58	-	15,190	2.05
2	ALFALFA	911	24	24	-	37,958	0.30
3	APIO	76	4	4	-	19,000	0.80
4	ARVEJA GRANO VERDE	-	-	-	-	-	-
5	BETARRAGA	399	26	26	-	15,346	0.99
6	CAMOTE	1,309	90	90	-	14,544	1.29
7	CEBOLLA	7,015	196	196	-	35,791	0.58
8	FRIJOL VAINITA	1,518	234	234	-	6,487	3.05
9	GRANADO	39	8	8	-	4,875	1.24
10	HIGUERA	52	10	8	2	6,500	2.49
11	LECHUGA	51	3	3	-	17,000	0.73
12	MAIZ AMARILLO DURC	70	20	20	-	3,500	1.20
13	MAIZ AMILACEO	-	-	-	-	-	-
14	MAIZ CHALA	62,062	922	922	-	67,312	0.30
15	MAIZ CHOCLO	991	75	75	-	13,213	1.00
16	MANZANO	786	135	115	20	6,835	1.55
17	MELON	830	39	39	-	21,282	0.84
18	MEMBRILLERO	9	1	1	-	9,000	1.50
19	NARANJO	2,362	442	158	284	14,949	1.54
20	OLIVO	143,005	21,519	14,335	7,184	9,976	1.13
21	OREGANO	4,966	855	846	9	5,870	5.41
22	PALTO	14	3	3	-	4,667	5.00
23	PAPA	97	5	5	-	19,400	1.00
24	PAPRIKA	415	61	61	-	6,803	4.64
25	PEPINILLO	1,795	101	101	-	17,772	0.96
26	PERAL	133	11	11	-	12,091	2.01
27	PIMIENTO	3,589	190	190	-	18,889	1.58
28	PLATANO	24	4	4	-	6,000	1.50
29	QUINUA	431	186	186	-	2,317	3.00
30	ROCOTO SEMIPERMA	56	6	4	2	9,333	2.71
31	SANDIA	10,752	247	247	-	43,530	0.53
32	TOMATE	7,502	205	205	-	36,595	1.59
33	TUNA	-	650	-	650	-	-
34	VID	787	111	88	23	8,943	2.99
35	ZANAHORIA	-	-	-	-	-	-
36	ZAPALLO	6,761	169	169	-	40,006	2.10

Fuente: DRA-Tacna (2018) En el Anuario estadístico agrícola 2018.

2.2.10. Software IBM SPSS Statistics 20

Definición

BM SPSS Statistics es un sistema de propósito general para investigar datos. SPSS Statistics puede obtener datos de casi cualquier tipo de documento y utilizarlos para generar informes tabulares, gráficos y cuadros de distribución y tendencia, información estadística descriptiva e investigación estadística compleja (IBM Corporation, 2011).

Características del SPSS

SPSS se utiliza para una amplia gama de investigación estadística, como estadística descriptiva (como media, frecuencia), estadística bivariada (como investigación de varianza, prueba t), regresión, investigación de componentes y gráficos de datos de representación. (QuestionPro Inc, 2020).

Aunque originalmente se diseñó y especificó para las ciencias sociales, se puede usar para muchos tipos de conjuntos de datos de observación o experimentales, incluidas las ciencias ambientales y ecológicas (QuestionPro Inc, 2020).

La base del programa estadístico SPSS incluye estadísticas descriptivas como listas y frecuencias de cruce, estadísticas de 2 variables y pruebas T, ANOVA y de correlación. Con SPSS, puede recopilar datos, generar estadísticas, estudiar la elección de parte administrativa, etc. (QuestionPro Inc, 2020).

Funciones del SPSS

Estas son varias funciones que se pueden utilizar con SPSS:

Estadísticas avanzadas

Estas son varias funciones que se pueden utilizar al utilizar SPSS: Estadísticas avanzadas Además de muchas funciones estadísticas simples, el programa SPSS también proporciona funciones estadísticas avanzadas, que incluyen tabulación cruzada, frecuencia, estadísticas de doble turno (como prueba T y ANOVA), modelos lineales y no lineales (QuestionPro Inc, 2020).

Además de proporcionar muchas funciones estadísticas simples, el programa SPSS también proporciona funciones estadísticas avanzadas, que incluyen tabulación cruzada, frecuencia, estadísticas de doble turno (como prueba T y ANOVA), modelos lineales y no lineales. (QuestionPro Inc, 2020)

Modeler

El programa Modeler puede ayudar a construir modelos predictivos y utilizar las técnicas estadísticas más avanzadas para verificarlos de esta manera (QuestionPro Inc, 2020).

Análisis de textos

Si la mayoría de los cuestionarios son principalmente respuestas escritas, también puede utilizar un plan de estudio escrito para obtener información eficaz para estudiar el texto (QuestionPro Inc, 2020).

Diseño de visualización

Puede visualizar datos y producir fácilmente una gran cantidad de efectos visuales, como diagramas de caja radiales y diagramas de densidad (QuestionPro Inc, 2020).

Cómo funciona el SPSS

La vista principal de los datos de SPSS es similar a una hoja de cálculo en cierto sentido, porque hay unidades para almacenar datos, organizadas por cambios (columnas) y casos (filas) (QuestionPro Inc, 2020).

Se puede ingresar o importar datos manualmente desde hojas de cálculo, documentos en papel u otros formatos de documentos. Se diferencia de la hoja de cálculo más familiar en que la investigación no se realiza en la propia hoja de cálculo, sino a través de comandos en el menú desplegable. El cliente selecciona la prueba estadística y crea el resultado en una nueva ventana (QuestionPro Inc, 2020).

Una vez que el cliente especifica una prueba o un gráfico estadístico, SPSS dará un resultado entero. Por ejemplo, el resultado de una prueba estadística generalmente incluirá no solo las estadísticas de la prueba y el valor P, sino también N (el número de casos). Los resultados estadísticamente significativos generalmente se marcan con un asterisco (QuestionPro Inc, 2020).

Los gráficos bien elaborados son esenciales y claros. De manera similar, también pueden resumir estadísticas clave, y los histogramas también pueden mostrar N, media aritmética y desviación estándar (QuestionPro Inc, 2020).

Estadística descriptiva

La estadística descriptiva es un grupo de técnicas numéricas y gráficas que se utilizan para interpretar y examinar un conjunto de datos sin sacar conclusiones (inferencias) sobre la población a la que pertenece. Sobre este punto, se introducirán varias técnicas de descripción sencillas, como la creación de tablas de frecuencia, la

elaboración de gráficos, y las principales medidas descriptivas de centralización, descentralización y forma, que explicarán los datos (Faraldo & Pateiro, 2013).

2.2.11. Software Hcanales V 3.0

Definición de canales

Dado que la superficie independiente del líquido está en contacto con la atmósfera, el canal es una tubería por la que circula agua sin presión uniforme debido a la gravedad (Villón, 2003).

Secciones transversales más frecuentes

La Figura 10 muestra las secciones transversales artificiales más comúnmente utilizadas, que constituyen las secciones transversales utilizadas en el programa HCANALES (Villón, 2003).

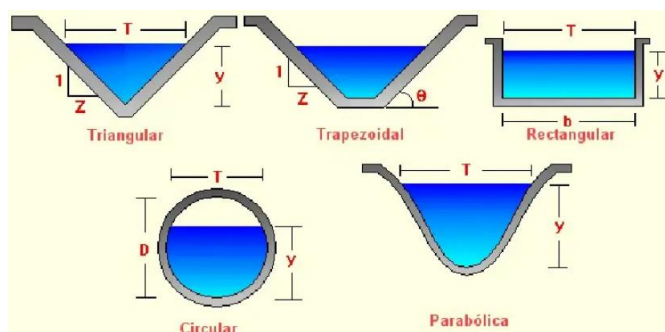


Fig.10. Secciones transversales más frecuentes

Fuente: Villón (2003) En el Manual de usuario Hcanales.

Elementos geométricos de la sección transversal de un canal

Nomenclatura

La composición geométrica de la sección transversal trapezoidal se muestra en la Figura 11, que establece la nomenclatura utilizada en HCANALES (Villón, 2003).

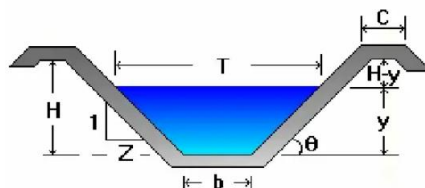


Fig.11. Elementos geométricos de un canal.

Fuente: Villón (2003) En el Manual de usuario Hcanales.

Donde:

y : tirante de agua

b : ancho de solera

T : espejo de agua

C : ancho de la corona del borde

H : profundidad total del canal o altura del borde

H – y : borde libre

θ : ángulo de inclinación de las paredes laterales con la horizontal

Z : talud, indica la inclinación de las paredes del canal, representa la proyección horizontal cuando la vertical es 1

La relación entre θ y Z es: $Z : \text{ctg } \theta$

A : área hidráulica, es el área transversal que ocupa el líquido.

p : perímetro mojado, es la parte del contorno del conducto que se encuentra en contacto con el agua

R : radio hidráulico, es:

$R : A/P$

y : profundidad media, es:

$y : A / T$

Ecuaciones Generales

El diseño de canales requiere la comprensión de un conjunto de ecuaciones. En esta sección, las ecuaciones aplicadas en el software se muestran en forma resumida (Villón, 2003).

Ecuación de continuidad

$$Q = v * A \dots \dots \dots (23)$$

Donde:

Q: caudal en m³/s

v : velocidad en m/s

A: área hidráulica en m²

Ecuación de la energía

$$ET = z + y + \frac{v^2}{2g} \dots \dots (24)$$

Donde:

ET: carga de energía total en m-kg/ kg

z: carga de posición en m-kg/kg

$v^2/2g$: carga de velocidad en m-kg/kg

Energía específica

$$E = y + \frac{v^2}{2g} \dots \dots (25)$$

Donde:

E: energía específica en m.

y : tirante crítico en m.

v: velocidad en m/s^2

g : aceleración de la gravedad = $9.81 m/s^2$

Ecuación de Manning

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \dots \dots (26)$$

Donde:

v: velocidad media, en m/s

R: radio hidráulico, en m

S : pendiente de la línea de energía, en m/m

n : coeficiente de rugosidad

Ecuación de Manning y Continuidad

Esta ecuación es la más usada para hallar el tirante normal

$$Q = \frac{1}{n} AR^{2/3} S^{1/2} \dots \dots (27)$$

Donde:

v : velocidad media, en m/s

R : radio hidráulico, en m

S : pendiente de la línea de energía, en m/m

n : coeficiente de rugosidad

Ecuación general del flujo crítico

Ecuación general, usada para calcular el tirante crítico:

$$\frac{Q^2}{g} = \frac{Ac^3}{Tc} \dots \dots (28)$$

Donde:

Q : caudal, en m³ /s

g : aceleración de la gravedad = 9.81 m/s²

Ac : área hidráulica crítica, en m²

Tc : espejo de agua crítico, en m

Número de Froude

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{g \frac{A}{T}}} \dots \dots (29)$$

Donde:

Fr: Número de Froude, adimensional

v : velocidad media, en m/s

g : aceleración de la gravedad = 9.81 m/s²

A : área hidráulica, en m²

T : espejo de agua, en m

Fuerza Específica

La fuerza específica posee como ecuación:

$$F = \frac{Q^2}{gA} + y_G A \dots \dots (30)$$

Donde:

F: fuerza específica

Q: caudal, en m³/s

g: aceleración de la gravedad = 9.81 m/s²

A: área hidráulica, en m²

y_G : profundidad hasta llegar al centro de gravedad de la sección transversal, en m.

Como se visualiza la ecuación 30, la fuerza específica está compuesta por 2 términos:

- El primero representa la relación de desplazamiento de flujo por unidad de tiempo y por unidad de peso de agua a través del canal (Villón, 2003).
- El segundo es el empuje hidrostático por unidad de peso y el momento estático del área con respecto a la superficie independiente (Villón, 2003).

La ecuación general utilizada para calcular el resalto hidráulico se obtiene equiparando primero la fuerza específica y al final del resalto hidráulico (Villón, 2003).

Coeficiente de rugosidad n

Los valores del coeficiente de rugosidad para el cálculo en Hcanales que son usados para los diseños son:

Tabla 11. Coeficiente de rugosidad n .

SUPERFICIE	n
Superficie metálica, lisa, sin pintar	0,012
Superficie metálica, lisa, pintada	0,013
Superficie metálica, corrugada	0,025
Cemento liso	0,011
Mortero de cemento	0,013
Madera cepillada	0,012
Madera sin cepillar	0,013
Tablones sin cepillar	0,014
Concreto liso	0,013
Concreto bien acabado, usado	0,014
Concreto frotachado	0,015
Concreto sin terminar	0,017
Gunita (sección bien terminada)	0,019
Gunita (sección ondulada)	0,022
Superficie asfáltica lisa	0,013
Superficie asfáltica rugosa	0,016
Tierra, limpia, sección nueva	0,018
Tierra, limpia, sección antigua	0,022
Tierra gravosa	0,025
Tierra, con poca vegetación	0,027
Tierra, con vegetación	0,035
Tierra, con piedras	0,035
Tierra, con pedrones	0,040
Para secciones circulares (trabajando como canal)	
Metal, liso	0,010
Acero soldado	0,012
Acero riveteado	0,016
Fierro fundido	0,013 – 0,014
Cemento	0,011 – 0,013
Vidrio	0,010

Fuente: Rocha (2007) En el libro Hidráulica de tuberías y canales.

Algunos valores de “n” se encuentran establecido en las fichas técnicas de los productos por los mismos fabricantes, en el caso de tuberías.

PROPIEDADES	NORMA	UNIDADES
Peso Especifico a 25°C	ASTM D-792	1.41gr/cm ³
coeficiente de Dilatación Térmica	ASTM D-696	0.06 mm / m / °C
Constanta Dieléctrica	ASTM D-150	A 10 ² -10 ⁸ Hz:3.0 - 3.8
Inflamabilidad	NTP 399.007	Autoextinguible
Coficiente de Fricción	-	n=0.009 Manning; C= 150 Hazen-Williams
Tensión de Diseño	-	100 bar
Resistencia a la Tracción	ASTM D-638	48 Mpa

Fig.11. Propiedades físicas y mecánicas del PVC.

Fuente: PAVCO (2019) En la Ficha técnica de las tuberías PVC.

2.3 Definición de términos

Riego Superficial

Método en la cual se emplea la pendiente como forma de riego (Demin, 2014).

Riego Presurizado

Método en la cual se emplea la tecnificación como forma de riego (Demin, 2014).

Hidroponía

Es un conjunto de técnicas que permite el cultivo de plantas en un medio libre de suelo. (Beltrano & Gimenez, 2015)

Técnica de película nutritiva (NFT)

Sistema de riego que radica en generar una lámina recirculante de solución nutritiva. (Verde, 2017)

Caudal Q

Es el volumen de fluido que fluye por medio de la parte transversal por unidad de tiempo. (Barrero, 2005)

Presión

La presión del fluido se transmite con la misma magnitud en cada una de las direcciones, y acostumbran actuar en cualquier plano. (Barrero, 2005)

Velocidad

Se refiere a la velocidad promedio de un punto en el fluido o la distancia promedio recorrida por las partículas por unidad de tiempo. (Barrero, 2005)

Rugosidad

Conjunto de irregularidades que posee una superficie (Rocha , 2007).

Tubería

Conducto que sirve para transportar fluidos desde un punto a otro (Rocha , 2007).

Canal

Medio de transmisión que sirve para el transporte de fluidos en donde no interviene la presión (Rocha , 2007).

Energía

Capacidad de los cuerpos para realizar una acción y producir cambio en ellos mismos o en otros cuerpos (Rocha , 2007).

Reynolds

Es un parámetro adimensional de similitud en problemas donde predomina la viscosidad. (Barrero, 2005)

Flujo

Se refiere al movimiento de un fluido (Barrero, 2005).

Laminar

Flujo que se mueve en líneas paralelas sin entremezclarse y que sigue una trayectoria suave (Rocha , 2007).

Turbulento

Flujo en donde las partículas se mueven desornadas en donde sus partículas forman pequeños remolinos periódicos (Rocha , 2007).

Sistema

Conjunto de componentes relacionados entre ellos mismos que funcionan como un todo y forman una estructura mayor (Bautista, 2009).

Fricción

Fuerza que existe entre dos superficies al entrar en contacto, en la que una se opone hacia la otra (Rocha , 2007).

Accesorios

Conjunto de elementos que sirven para complementar las tuberías (De Araujo, Fernandez , & Eiji Ito, 2005).

Dinámica

Se refiere al estudio del movimiento de los cuerpos en relación a las fuerzas que la provocan (Rocha , 2007).

Bomba

Componente que sirve para impulsar el fluido desde un punto a otro (Carrasco, 2015).

Tanque

Elemento que almacena el drenaje desde los canales de cultivo que regresan por gravedad. (Bautista, 2009)

Sustrato

Medio sólido que protege y da soporte a la planta para el desarrollo de la raíz en las plantas (Beltrano & Gimenez, 2015).

Lámina

Altura del fluido que se transporta de un punto a otro (Carrasco, 2015).

Cultivo Hidropónico

Cultivo que prescinde totalmente de la tierra para producir los alimentos (Zárate, 2014).

Pendiente

Inclinación de los canales de cultivo para transportar la solución nutritiva (Carrasco, 2015).

Tubería colectora

Es el componente responsable de recolectar la solución nutritiva al final del canal de cultivo y llevarla al tanque de recolección por gravedad. (Bautista, 2009).

Solución Nutritiva

Elementos minerales nutritivos esenciales son aportados para el cultivo de las plantas, a través de las sales fertilizantes que se disuelven en agua (Carrasco, 2015).

Conductividad eléctrica

Concentración de los elementos nutritivos que se mide según el tipo de planta para el correcto desarrollo del cultivo (Zárate, 2014).

pH

Parámetro que mide el grado de acidez o alcalinidad de la solución nutritiva (Carrasco, 2015).

Trasplante

Acción de extraer la planta para transportarla de un lugar a otro (Beltrano & Gimenez, 2015).

Cosecha

Conjunto de frutos que se recogen de la planta en la época del año en que están maduros. (Beltrano & Gimenez, 2015).

Eficiencia en el uso del agua

Relación que existe entre la biomasa presente en un cultivo por unidad de agua utilizada por éste en un determinado instante (Salazar, Rojano, & López, 2014).

Pérdidas por Distribución

Se refiere a las pérdidas que se producen por infiltración o fugas en tuberías. (Novagric, 2015)

Pérdidas por Uniformidad

Se refiere a las pérdidas que se generan por la técnica de riego que se utilice. (Novagric, 2015)

Software

Grupo de los elementos lógicos necesarios que realizan viable la ejecución de labores específicas (Sánchez, 2013).

SPSS

Sistema global para el análisis de datos (IBM Corporation, 2011).

Hcanales

Software de apoyo que se usa para el cálculo de canales de diferentes secciones transversales (Villón, 2003).

Coefficiente de rugosidad n

Coefficiente de revestimiento que tiene un canal al transportar un fluido (Rocha , 2007).

PVC

Derivado del plástico que se utiliza como material para la elaboración de tuberías y otros en diferentes sectores del mercado (PAVCO, 2019).

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo y diseño de la investigación

3.1.1 Tipo de la investigación

Por el fin que se pretende conseguir con la siguiente investigación se trata de una investigación aplicada, debido a que está orientada a realizar el diseño hidráulico de un sistema hidropónico para optimizar la eficiencia de los recursos hídricos en la agricultura de la Yarada Los Palos.

3.1.2 Diseño de la investigación

La presente investigación se clasifica como diseño innovativo, expresada en la presentación del diseño hidráulico de un sistema hidropónico, orientado a mejorar la eficiencia de los recursos hídricos en la agricultura del distrito la Yarada Los Palos.

3.2 Población y/o muestra de estudio

3.2.1 Población

La población de estudio para efectos del análisis situacional estará conformada por 1228 usuarios de riego que utilizan los sistemas de riego tradicionales, la cantidad de usuarios fue tomada de la investigación denominada: "Impacto económico de la tarifa eléctrica subsidiada sobre la adopción de tecnología de riego presurizado en la Yarada-Tacna" realizada por (Perca, 2013) de acuerdo al informe técnico del Plan de Cultivo y Riego Campaña Agrícola 2011-2012, de la Junta de Usuarios La Yarada.

La población para efectos del diseño hidráulico del sistema hidropónico estará conformada por los sectores de riego en la Yarada Los Palos.

3.2.2 Muestra de estudio

La muestra de estudio para efectos del análisis situacional, se da para un nivel de confianza del 95%, un error muestral del 5%, la misma probabilidad de éxito y fracaso, teniendo como resultado 293 personas a encuestar mediante el método de la muestra aleatoria simple.

$$n = \frac{Z^2 * p * q * N}{E^2(N - 1) + Z^2 * p * q}$$

Datos:

N = 1228 usuarios de riego.

Z= 1.96 (para una confiabilidad del 95%).

p = 50% (probabilidad de éxito).

q = 50% (probabilidad de fracaso).

E= 5% (error muestral).

$$n = \frac{1.96^2 * 0.50 * 0.50 * 1228}{0.05^2(1228 - 1) + 1.96^2 * 0.50 * 0.50}$$

$$n = 292.801 \approx 293$$

La muestra de estudio para efectos del diseño hidráulico del sistema hidropónico estará conformada por el sub sector de distrito de riego Asentamiento 5 y 6 en donde se desarrollará el diseño.

3.3 Operacionalización de variables

La presente investigación consta de 02 variables.

a) Variable Independiente

Diseño hidráulico de un sistema hidropónico.

Definición operacional:

Se utilizará los fundamentos teóricos de hidráulica para realizar el diseño del sistema hidropónico.

Dimensión:

Diseño de la red de riego hidropónica.

Indicadores:

- Propiedad de los Materiales.
- Diámetros de las tuberías.
- Potencia de la bomba.
- Caudal de diseño.
- Velocidad de flujo.
- Presiones.
- Número de accesorios.

Método:

Cálculo hidráulico de la red de riego.

b) Variable dependiente

Optimizar la eficiencia de los recursos hídricos en la agricultura del distrito de la Yarada Los Palos, Tacna-2020.

Definición operacional:

Se realizará la toma de encuestas para conocer la situación actual de la eficiencia en el uso del agua de los sistemas de riego utilizados en la Yarada Los Palos y se determinará la eficiencia en el uso del agua del sistema hidropónico.

Dimensión:

Eficiencia en el uso del agua del sistema hidropónico.

Indicadores:

- Cantidad de agua utilizada.

Método:

Cálculo de la eficiencia en el uso del agua.

3.4 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos**3.4.1. Técnicas**

En la investigación se recopiló información sobre la eficiencia en el uso del agua en agricultura de la Yarada Los Palos, también información referente al área de estudio y para ello se utilizó las siguientes técnicas:

a) La encuesta

Se realizó encuestas a usuarios de riego que han utilizado los sistemas de riego tradicionales en la agricultura, y se realizaron preguntas sobre el conocimiento de la eficiencia en el uso del agua, así como si los problemas de eficiencia se presentaron durante la utilización de estos sistemas de riego tradicionales. Las preguntas que se plantearon fueron cerradas.

b) Revisión documental y de información publicada

Se revisó los documentos del área de estudio, tales como informes, reportes, entre otros, información que fue proveída por el dueño del predio.

3.4.2. Instrumentos

Los instrumentos utilizados para recolectar los datos fueron los siguientes:

a) Cuestionario

Se diseñó un formato de encuestas para las respectivas entrevistas, la cual estuvo conformada por 03 secciones, como se detalla a continuación:

Para determinar la situación actual, el cuestionario estuvo dividido en tres secciones, como se detalla a continuación:

1. Datos generales del encuestado
2. Conocimiento del problema
3. Pertinencia y necesidad de una propuesta de solución

En la primera sección se estableció preguntas respecto a los datos generales del encuestado:

- Su edad le faculta enfrentar cualquier problema relacionado con la eficiencia en el uso del agua.
- Su oficio le permite dar opiniones objetivas acerca de los problemas surgidos en el campo de la eficiencia en el uso del agua.
- Su tiempo de experiencia como regador le faculta para poder determinar el nivel de eficiencia que se tiene en los diferentes sistemas de riego existentes.
- Considera que la innovación es un factor clave para resolver los problemas vigentes de la eficiencia en el uso del agua en la agricultura.

En la segunda sección se estableció preguntas respecto al conocimiento del problema, las cuales se indican a continuación:

- Tiene conocimiento sobre el grave problema que existe respecto a la eficiencia en el uso del agua de los sistemas de riego tradicionales que son utilizados en La Yarada Los Palos.
- Ha sido parte en alguna ocasión sobre algún problema provocado por el deficiente manejo del agua en la Yarada Los Palos.
- El deficiente manejo del agua es un factor importante que afecta a la agricultura en La Yarada Los Palos.

- Existen demasiados problemas asociados con el deficiente manejo en la aplicación del agua en los sistemas de riego tradicionales utilizados en la Yarada Los Palos.
- Los sistemas de riego superficiales tienen una eficiencia baja en el uso del agua.
- Los sistemas de riego presurizados tienen un mejor manejo del agua pero no llega a ser lo suficiente en cuanto a optimización se refiere.

En la tercera y última sección se estableció preguntas relacionadas a la necesidad de una propuesta de solución, las cuales se indican a continuación:

- Considera que es necesario el diseño de un nuevo sistema de riego para mejorar la eficiencia en el uso del agua en La Yarada Los Palos.
- Posee conocimientos y/o experiencias sobre nuevos sistemas de riego.
- Considera que es necesario y conveniente diseñar e implementar un nuevo sistema de riego que genere mejores condiciones para la optimización del agua en la Yarada Los Palos.
- Cree que el sistema de riego debe proponer los procesos y procedimientos que contribuyan con la solución del problema asociado con el uso eficiente del agua en la Yarada Los Palos.
- Una propuesta innovadora sobre el diseño de un sistema de riego es necesaria para optimizar el uso del agua en la Yarada Los Palos.
- El planteamiento de una alternativa de solución es ideal para mejorar el deficiente manejo del agua en La Yarada Los Palos.

b) Archivos documentarios

Se emplearon los documentos relacionados al área de estudio, tales como área riego y disponibilidad hídrica, con el fin de obtener valores que permitan realizar el diseño hidráulico del sistema hidropónico.

3.5 Procesamiento y análisis de datos

Para realizar el diagnóstico previo de la eficiencia en el uso del agua y conocer la necesidad de un nuevo sistema de riego en la agricultura en la Yarada Los Palos se realizó encuestas, que fueron procesadas mediante el software IBM SPSS Statistics 20, luego se realizó el diseño hidráulico del sistema hidropónico, de la cual se tomó en cuenta básicamente el funcionamiento de la técnica NFT (Nutrient Film

Technique) considerando como caudal de diseño, el flujo que debe de mantener la solución nutritiva de este sistema y que se encuentra en un intervalo de 2-3 lts/m para garantizar una adecuada oferta de oxígeno, agua y nutrientes en las plantas. Para desarrollar el diseño desde el punto de vista hidráulico se utilizó los fundamentos en tuberías y el apoyo para el cálculo mediante el software HCanales V 3.0.

A) Características de la zona de estudio

Ubicación

El predio utilizado para el diseño hidráulico del sistema hidropónico con fines agrarios, se ubica como sigue:

Sector de Riego : La Yarada
 Sub sector de distrito de riego : Asentamiento 5 y 6

Ubicación Política:

Distrito : La Yarada Los Palos.
 Provincia : Tacna
 Región : Tacna

Ubicación geográfica

El predio denominado parcela D-15 se encuentra ubicado en la Asociación Agroindustrial Alfonso Ugarte, en el Sector la Yarada, en la Cuenca del Valle del Rio Caplina, cuyas coordenadas UTM se aprecian en el cuadro siguiente:

Tabla 12. Coordenadas UTM.

VERT.	ESTE	NORTE	DISTANCIA	
			VERT.	m.l.
1	X=351848.5341	Y=7992150.3884	1-2	253.13
2	X=352075.0543	Y=7992263.3351	2-3	79.20
3	X=352109.8174	Y=7992192.0790	3-4	251.98
4	X=351884.1252	Y=7992079.6249	4-1	79.19

Fuente: Memoria descriptiva del plano de ubicación del predio.

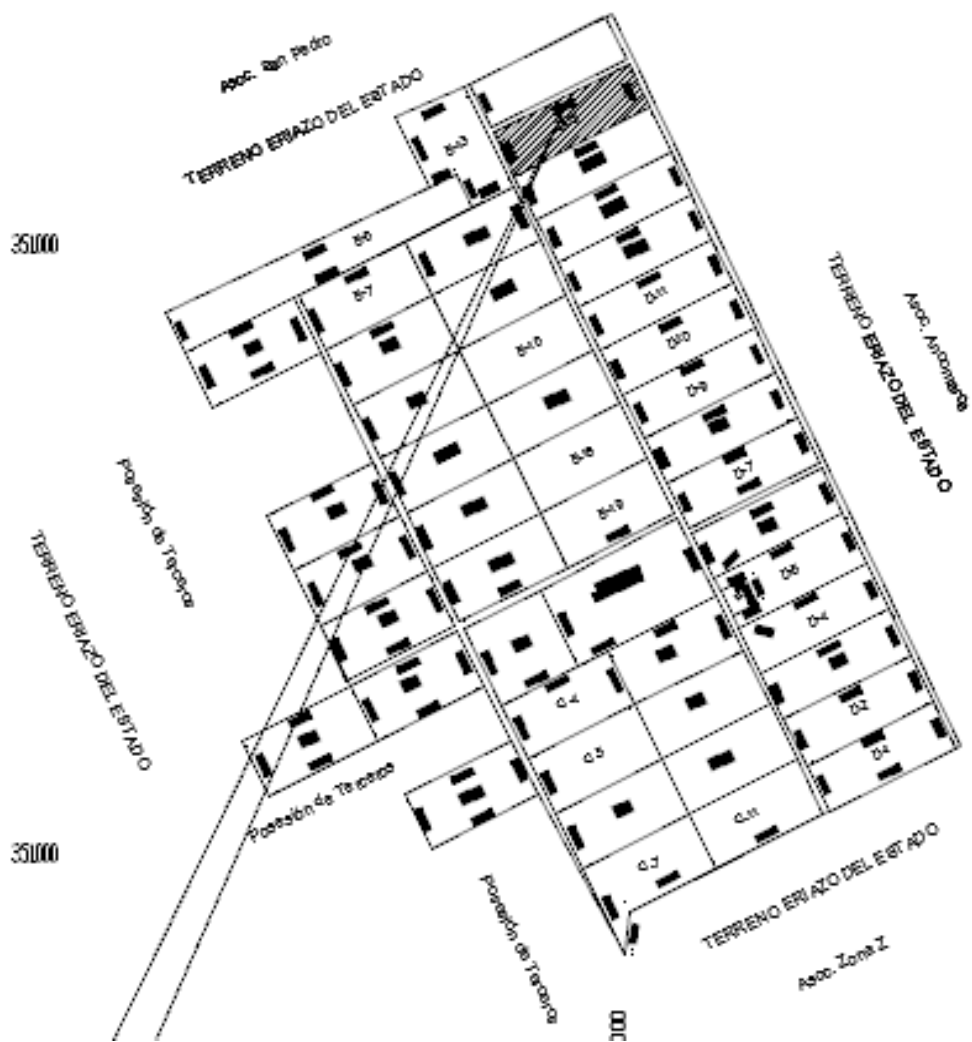


Fig.12. Ubicación de la zona de estudio
Fuente: Plano de ubicación del predio.



Fig.13. Georreferencia del predio.
Fuente: Elaboración propia.

Fuente de agua

La fuente de agua es un pozo Tipo Tubular ubicado en la Asociación Agroindustrial Alfonso Ugarte y es denominado “Alfonso Ugarte” del cual se deriva las aguas a través de tuberías de PVC de 6 pulgadas hacia las Parcelas a irrigar, estando el punto de captación inmediatamente después de la salida del pozo subterráneo que es de tipo Tipo Tubular con su respectivo sistema de medición (caudalímetro), ubicado en las coordenadas UTM – WGS84 Zona 19S que es como sigue:

Tabla 13. Coordenadas del Punto de Captación del pozo subterráneo

POZO	COORDENADAS UTM		ALTITUD	INFRAESTRUCTURA DE CAPTACION
	Este	Norte		
Alfonso Ugarte	352257.89	7991388.83	148	Tuberias

Fuente: Formato 06 de la Formalización de derecho a uso de agua subterránea con fines agrarios.

Climatología

Los atributos de la Cuenca del Caplina están relacionados con el conocimiento de la dinámica social y agrícola de La Yarada, ya que son sistemas que son aportados por el agua de la cuenca. Sin embargo, los resultados obtenidos muestran que la precipitación es menor a 4.5 mm / mes y la temperatura está entre 15 y 27 ° C, que son dos indicadores para entender el abastecimiento de agua de la cuenca. Las condiciones climáticas de escasas precipitaciones y altas temperaturas nos dan indicios de escasez de agua en la cuenca. La escasez física de agua es un atributo del área analizada y debe ser considerada en el estudio del discurso de la escasez.

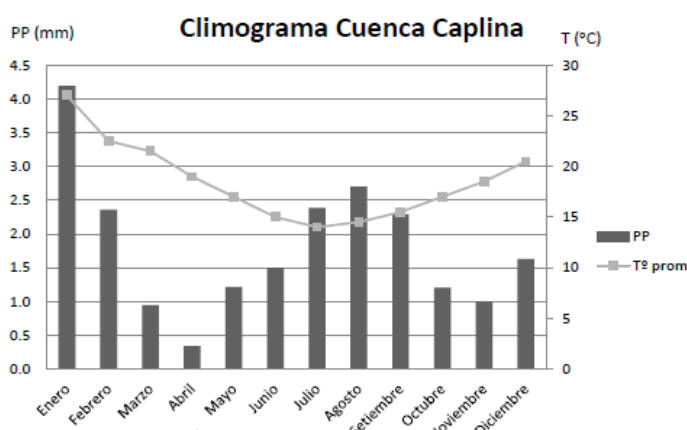


Fig.14. Climograma de la cuenca Caplina

Fuente: Rivera (2018) En la Tesis La agencia de los pozos subterráneos y la geografía histórica del distrito La Yarada-Los Palos, Tacna.

Geología y geomorfología

En resumen, se puede apreciar desde la geología que debido a la formación del Jurásico, Terciario Superior y Cuaternario, los pastizales de La Yarada y Los Palos aún están relacionados con la formación de los Andes. La naturaleza de las pampas las convierte en una zona, en donde el viento frío y los relieves desérticos del sur se muestran como características ecológicas relevantes. Además, mencionar el potencial de la agricultura hace décadas, si es que era posible aumentar la proporción de agua utilizada para esta actividad.

Disponibilidad hídrica

El caudal de bombeo en litro por segundo (l/s) y régimen de aprovechamiento expresado en: horas al día, días al mes y meses al año, así como el volumen de aprovechamiento de agua por la "Parcela D - 15", se muestra en el cuadro siguiente:

Tabla 14. Desagregación mensual

Unidad	Volumen de explotación mensual												Volumen total anual
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	
m ³ /s o l/s	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	
m ³ o hm ³	2012.423	1765.739	1636.476	1326.873	1054.127	941.6515	932.4966	678.1793	1070.059	1485.36	1576.553	2318.341	16798.28

Fuente: Formato 06 de la Formalización de derecho a uso de agua subterránea con fines agrarios.

Tabla 15. Régimen de aprovechamiento

Nro	Código Ubigeo	Ubicación en Coordenadas UTM, Datum WGS 84, Zona ...Sur		Ø del pozo	Nivel de agua y caudal				Régimen de aprovechamiento					
					Fecha	P.R. Suelo (m)	N.E. (m)	Q (l/s)	N.D. (m)	Tipo de uso	Régimen			Volumen (m ³ /año)
											h/d	d/m	m/a	
Pozo N°	2301	Este:	Norte:			0.00	40			Agrícola	1.225	8	12	16798.28

Fuente: Formato 06 de la Formalización de derecho a uso de agua subterránea con fines agrarios.

B) Procesamiento de las encuestas

Para procesar los resultados obtenidos se aplicó la estadística descriptiva en la cual se elaborará tablas estadísticas y diseño de figuras que representan el comportamiento de las variables.

Los resultados obtenidos de los cuestionarios aplicados a los encuestados, se estructuran en secuencialmente mediante tablas y gráficos trabajados con frecuencias porcentuales; asimismo se ha realizado su análisis o interpretación en función a los objetivos de la investigación.

Para ello, el procesamiento y análisis de datos se realizó con el programa estadístico SPSS.

La información procesada se presenta según el siguiente orden:

- a) Análisis estadístico sobre datos generales del encuestado
 - Análisis de la información sobre datos generales
- b) Análisis estadístico sobre conocimiento del problema
 - Análisis de resumen de la información estadística procesada sobre el conocimiento del problema de la eficiencia en el uso del agua.
 - Análisis del nivel de conocimiento del problema.
- c) Análisis estadístico sobre percepción de calidad de la propuesta
 - Análisis de resumen de la información estadística procesada sobre la propuesta del diseño de un nuevo sistema de riego.
 - Análisis sobre el nivel de percepción de la necesidad de la propuesta de innovación.
- d) Análisis estadístico inferencial de los resultados
- e) Síntesis del análisis estadístico del diagnóstico y conclusiones por cada componente del cuestionario

C) Área de riego

El área de riego disponible para el diseño del sistema hidropónico corresponde a 500.00 m² con ancho de 20.00 m por 25.00 m de largo.

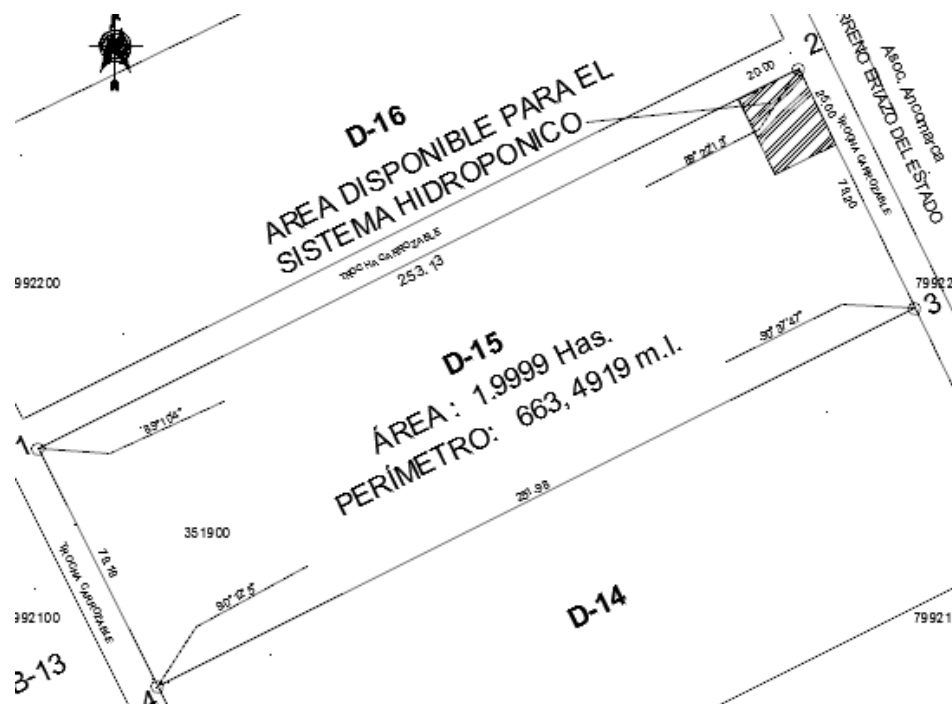


Fig.15. Área de riego disponible.

Fuente: Plano de ubicación del predio.

D) Criterios de diseño

El tipo de diseño hidropónico seleccionado es el NFT (Nutrient Film Technique) y se situará dentro de un invernadero para maximizar la eficiencia en el uso del recurso hídrico, teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Líneas de cultivo que no superen los 15 metros (para aprovechar al máximo el oxígeno y no deben ser tramos largos de tubería, careciendo de oxigenación en la zona final de la tubería).
- Flujo continuo de solución nutritiva.
- Cada línea de distribución debe tener de 2-3 litros por minuto para así constituir una oferta adecuada de oxígeno, agua y nutrientes.
- La pendiente longitudinal debe estar entre el 1 y el 2 %
- Distancia de 1m entre cada eje de flujo en línea de distribución.
- Recirculación de la solución nutritiva.
- Un adecuado espacio de desarrollo, en el interior de la tubería.
- Una película de nutriente de 5 mm.
- Profundidad del lecho entre 5 y 10 cm de profundidad.

E) Cultivo

La planta seleccionada para la presente propuesta del diseño de un sistema hidropónico en la Yarada Los Palos es el pepino (*Cucumis sativus*) clasificado en la familia de las cucurbitáceas debido a que es uno de las plantas que se cosecha en la Yarada Los Palos y que mejor producción tiene en cultivos hidropónicos.

F) Esquema hidráulico

Para realizar el cálculo hidráulico primero se realizó la distribución de las mesas dentro del invernadero considerando los criterios de diseño, tipo de cultivo y de acuerdo al área disponible, como se visualiza a continuación:

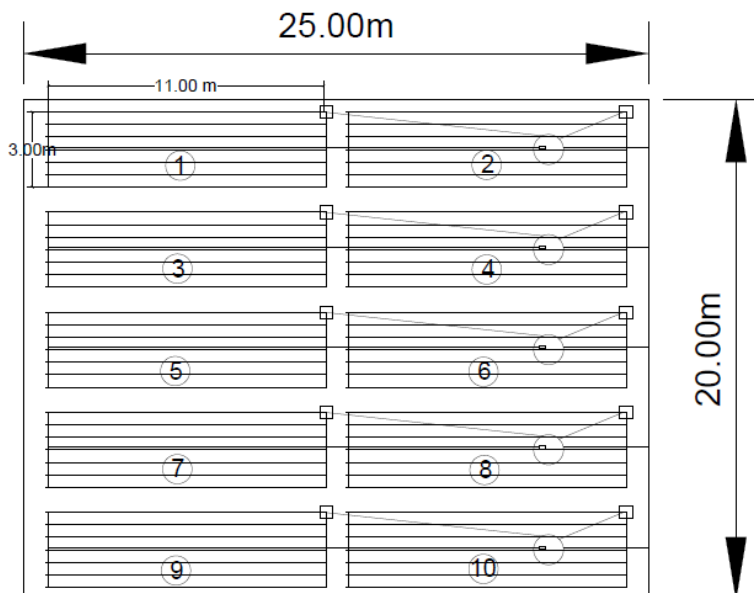


Fig.16. Esquema hidráulico.

Fuente: Elaboración propia con AutoCAD

Nro de mesas hidropónicas = 10.

Área de riego = 500.00m².

Longitud de los canales de cultivo = 11.00 m.

Ancho de la mesa hidropónica = 3.00 m.

Sub-área de riego por mesa hidropónica = 33.00 m².

Número de canales de cultivo por mesa = 7.

G) Cálculo Hidráulico

Como se observa en la figura 15 se requiere regar un área de 20.00 x 25.00 m en la cual se tiene una cantidad total de 10 mesas hidropónicas que funcionan dentro de un invernadero. Para realizar el cálculo hidráulico se han dividido en grupos dado que un tanque colector abastecerá a 02 mesas hidropónicas como se observa en la figura 16, los otros 04 grupos funcionan de la misma manera por lo que solo se hará el cálculo de un grupo.

Para garantizar un buen diseño se tomó en cuenta las consideraciones del diseño hidropónico NFT, de la cual se emplearán los siguientes datos:

- $Q = 2.5$ lts/min, para garantizar una buena oxigenación, agua y nutrientes.
- Pendiente = 1.5%, para que el fluido descienda a través de los canales de cultivo por gravedad.
- Una película de nutriente de 5 mm.

Los componentes a calcular son los siguientes:

Canales de cultivo

Para determinar el diámetro de los canales de cultivo se basó en los requerimientos del diseño de un sistema hidropónico NFT, la cual funcionará como canal y se determinó su velocidad de flujo máxima permisible aplicando el software HCanales.

Tubería de distribución

El cálculo de la tubería de distribución corresponde a un sistema bajo presión en la cual se diseñó utilizando los fundamentos teóricos de tuberías funcionando a presión y se determinó su velocidad máxima permisible.

Tanque colector

La capacidad del tanque colector estará determinada por la necesidad del cultivo elegido para el sistema hidropónico, la cantidad necesaria para el cultivo elegido corresponde a 3 lts por día.

Tubería colectora

El cálculo de la tubería colectora corresponde a un sistema funcionando como canal en la cual se diseñó aplicando el software HCanales y se determinó su velocidad de flujo máxima permisible.

Bomba de impulsión

La bomba a elegir dependió de la potencia requerida necesaria para impulsar el fluido hacia el punto más alto del sistema, dicha elección se realizó determinando la altura dinámica total del sistema.

H) Estimación de costos

Para establecer un sistema "NFT", es necesario considerar los costos de los elementos que la componen, la puesta en marcha y las utilidades que nos brinda esta técnica por lo que se calculará el costo de inversión inicial de los elementos que conforman el sistema hidropónico, posterior se calculará los gastos de mano de obra y operación, así como las utilidades correspondientes al primer y segundo año en adelante.

I) Eficiencia en el uso del agua

Para determinar la eficiencia de agua se estima una producción cosechada en cultivos hidropónicos de 750 ton/ha, que dividiendo entre las 03 cosechas anuales que se produce en hidroponía nos resulta un total de 250 ton/ha equivalente a 25 kg/m², teniendo este valor se podrá determinar la producción del invernadero en donde se diseñó el sistema hidropónico, finalmente se calculará la cantidad necesaria de agua por plantas que requiere la técnica NFT(Nutrient Film Technique) y así determinar su eficiencia.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. Diseño de la presentación de los resultados

4.1.1. Análisis estadístico descriptivo de la encuesta

Se tuvo la participación de 293 encuestados, usuarios que pertenecen a la comisión de regantes y que por ello conocen la problemática, los cuales contestaron una encuesta con preguntas cerradas y resultados en una tabla de datos.

4.1.1.1. Análisis de la información sobre datos generales

Escala de valoración

NIVELES	Puntaje
Alta fiabilidad	9 -12
Baja fiabilidad	4 - 8

Tabla 16. Confiabilidad de la información general de los encuestados

Nivel	Frecuencia	Porcentaje
Alta confiabilidad	273	93,2
Baja confiabilidad	20	6,80
Total	293	100

Fuente: Encuesta aplicada

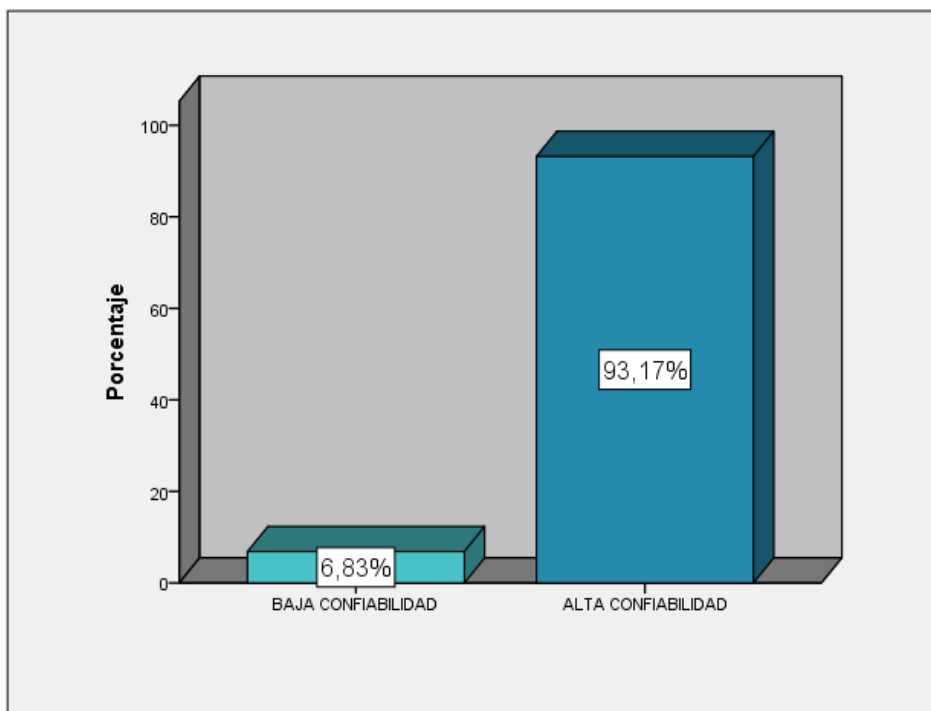


Fig. 17. Grado de confiabilidad de la información general de los encuestados.

Fuente: Tabla 16

Análisis de resultados

En la Tabla 16 y figura 17 se representa el grado de confiabilidad de la información general de los encuestados.

Del 100% de usuarios de riego encuestados, el 93,17% brindó datos confiables y el 6,83% datos poco confiables.

Los resultados significan que el estudio está comprendido en base a información confiable de la eficiencia en el uso del agua que brindan la mayoría de los usuarios de riego encuestados.

Se concluye que la mayoría de los encuestados por su edad, oficio y tiempo de experiencia brindan información veraz, significativa y confiable sobre el contexto en el que se desarrolla la presente investigación.

4.1.1.2. Análisis de la información sobre conocimiento del problema

ANÁLISIS DE RESUMEN DE LA INFORMACIÓN ESTADÍSTICA PROCESADA SOBRE EL CONOCIMIENTO DEL PROBLEMA DEL USO DEFICIENTE DEL AGUA

De las preguntas sobre el conocimiento del problema, realizadas en la encuesta, es importante resaltar los siguientes resultados:

Pregunta 5: Tiene conocimiento sobre el grave problema que existe respecto a la eficiencia en el uso del agua de los sistemas de riego tradicionales que son utilizados en La Yarada Los Palos

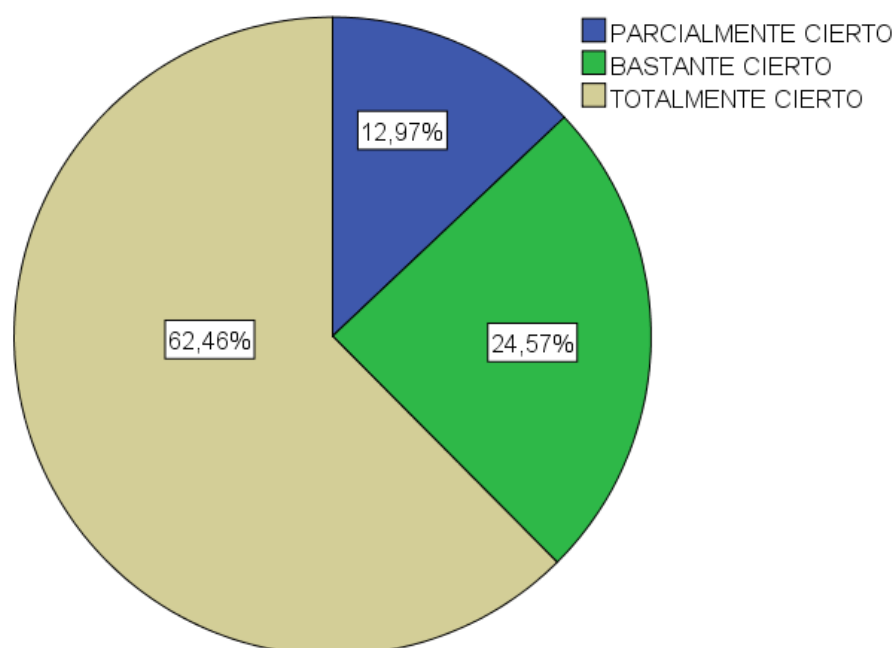


Fig. 18. Conocimiento del problema respecto a la eficiencia en el uso del agua de los sistemas de riego tradicionales utilizado en La Yarada Los Palos.

Fuente: Elaboración propia

De la figura 18 se desprende que del 100% de usuarios de riego encuestados, el 12,97% que es parcialmente cierto, el 24,57% indicó que es bastante cierto y el

62.46% indicó que es totalmente cierto que existe un problema respecto a la eficiencia en el uso del agua.

Se concluye entonces que existe un grave problema respecto a la eficiencia en el uso del agua de los sistemas de riego tradicionales que son utilizados en La Yarada Los Palos

Pregunta 6: Ha sido parte en alguna ocasión sobre algún problema provocado por el deficiente manejo del agua en la Yarada Los Palos

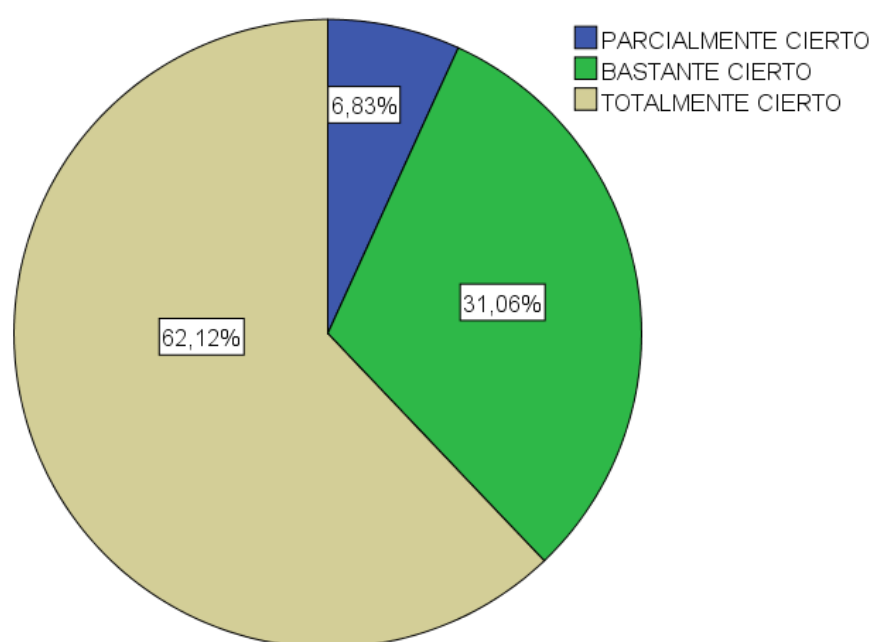


Fig. 19. Participante sobre algún problema provocado por el deficiente manejo del agua en la Yarada Los Palos.

Fuente: Elaboración propia

De la figura 19 se desprende que del 100% de usuarios de riego encuestados, el 6.83% que es parcialmente cierto, el 31.06% que es bastante cierto y el 62.12% indicó que es totalmente cierto que han sido parte de algún problema provocado por el deficiente manejo del agua.

Se concluye entonces que la mayoría de usuarios de riego encuestados tienen problemas por el deficiente manejo del agua

Pregunta 7: El deficiente manejo del agua es un factor importante que afecta a la agricultura en La Yarada Los Palos

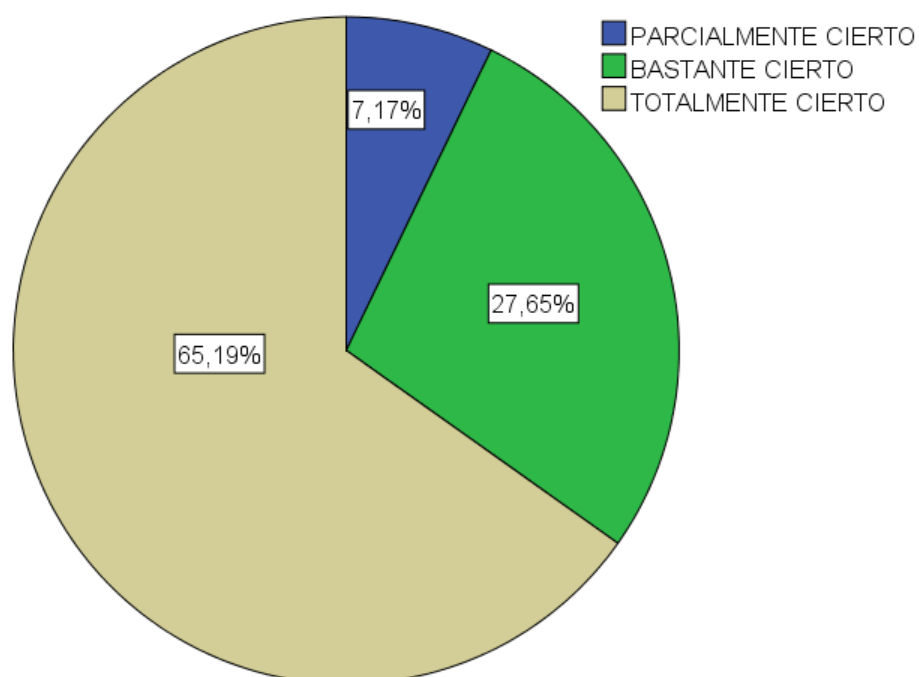


Fig.20. El deficiente manejo del agua es un factor importante que afecta a la agricultura en La Yarada Los Palos.

Fuente: Elaboración propia

De la figura 20 se desprende que del 100% de usuarios de riego encuestados, el 7.17% que es parcialmente cierto, el 27.65% que es bastante cierto y el 65.19% indicó que es totalmente cierto que el deficiente manejo del agua es un factor determinante que afecta la agricultura.

Se concluye entonces que la mayoría de usuarios de riego encuestados consideran que el manejo deficiente del agua es un factor determinante que afecta la agricultura

Pregunta 8: Existen demasiados problemas asociados con el deficiente manejo en la aplicación del agua en los sistemas de riego tradicionales utilizados en la Yarada Los Palos

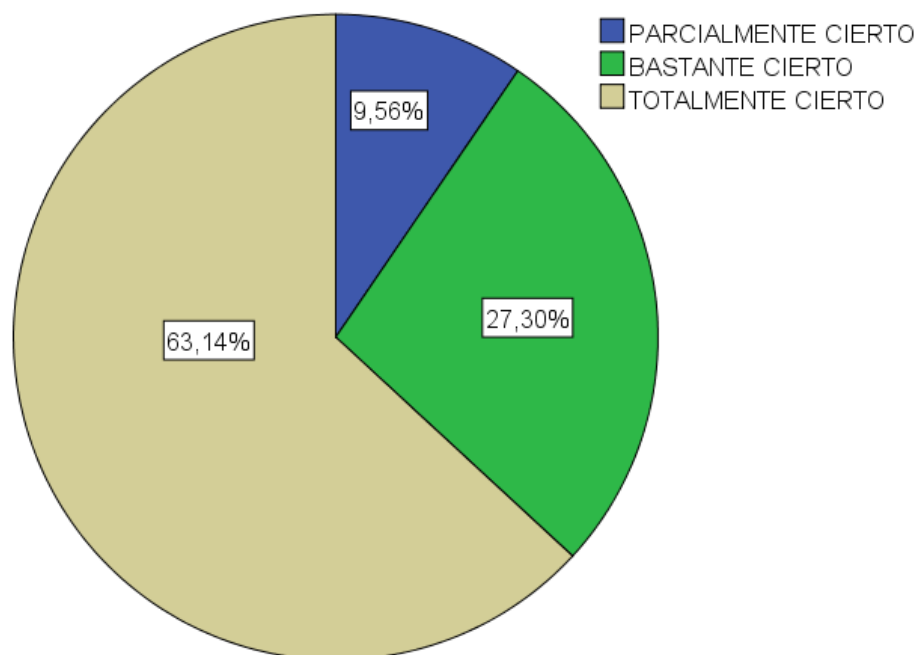


Fig. 21. Demasiados problemas asociados con el deficiente manejo en la aplicación del agua en los sistemas de riego tradicionales utilizados en la Yarada Los Palos.

Fuente: Elaboración propia

De la figura 21 se desprende que del 100% de usuarios de riego encuestados, el 9.56% indicó que es parcialmente cierto, el 27.30% que es bastante cierto y el 63.14% indicó que es totalmente cierto que han evidenciado problemas asociados con el deficiente manejo en la aplicación del agua en los sistemas de riego tradicionales.

Se concluye entonces que la mayoría de usuarios de riego ha tenido problemas con el deficiente manejo de aplicación del agua en los sistemas de riego tradicionales.

Pregunta 9: Los sistemas de riego superficiales tienen una eficiencia baja en el uso del agua

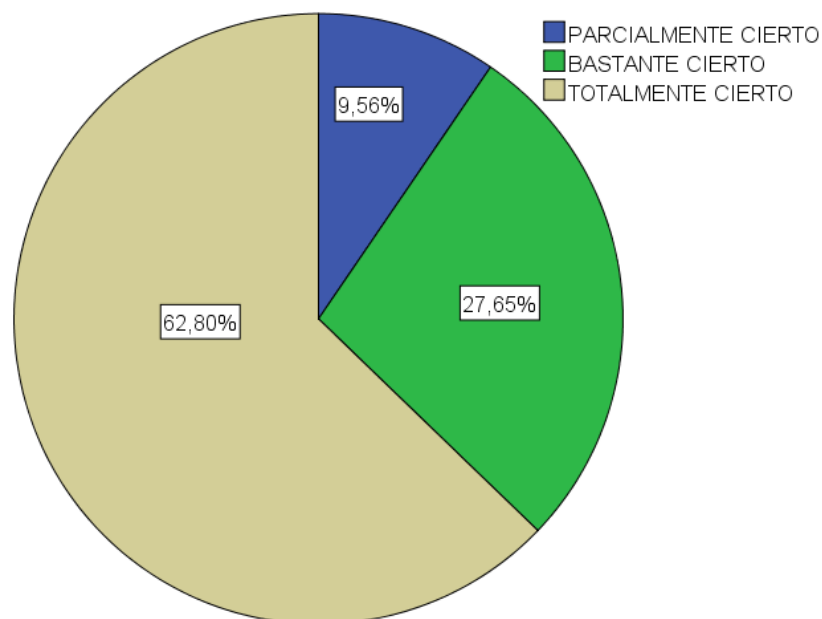


Fig. 22. Sistemas de riego superficiales tienen una eficiencia baja en el uso del agua.

Fuente: Elaboración propia

De la figura 22 se desprende que del 100% de usuarios de riego encuestados, el 9.56% que es parcialmente cierto, el 27.65% que es bastante cierto y el 62.80% indicó que es totalmente cierto que consideran que los sistemas de riego superficiales tienen una baja eficiencia en el uso del agua.

Se concluye entonces que la mayoría de usuarios de riego considera que los sistemas de riego superficiales tienen una baja eficiencia en el uso del agua.

Pregunta 10: Los sistemas de riego presurizados tienen un mejor manejo del agua pero no llega a ser lo suficiente en cuanto a optimización se refiere.

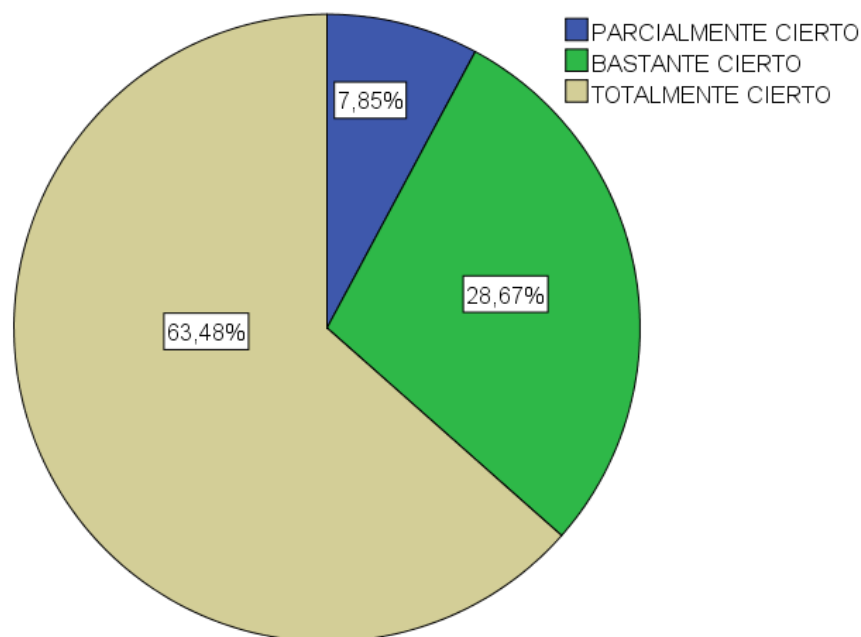


Fig.23. Sistemas de riego presurizados tienen un mejor manejo del agua pero no llega a ser lo suficiente en cuanto a optimización se refiere.

Fuente: Elaboración propia

De la figura 23 se desprende que del 100% de usuarios de riego encuestados, el 7.85% que es parcialmente cierto, el 28.67% que es bastante cierto y el 63.48% indicó que es totalmente cierto, han evidenciado un mejor manejo del agua en los sistemas de riego presurizados, pero no llega a ser lo suficiente en cuanto a optimización se refiere.

Se concluye entonces que la mayoría de usuarios de riego considera que los sistemas de riego presurizados mejoran el manejo del agua, pero no llega a ser suficiente en cuanto a optimización se refiere.

ANÁLISIS SOBRE EL NIVEL DE CONOCIMIENTO DEL PROBLEMA

Escala de valoración

NIVELES	Puntaje
Alta fiabilidad	13-18
Baja fiabilidad	6-12

Tabla 17. Nivel de conocimiento de la problemática

Nivel	Frecuencia	Porcentaje
Alto conocimiento	283	96,60
Bajo conocimiento	10	3,40
Total	293	100

Fuente: Encuesta aplicada

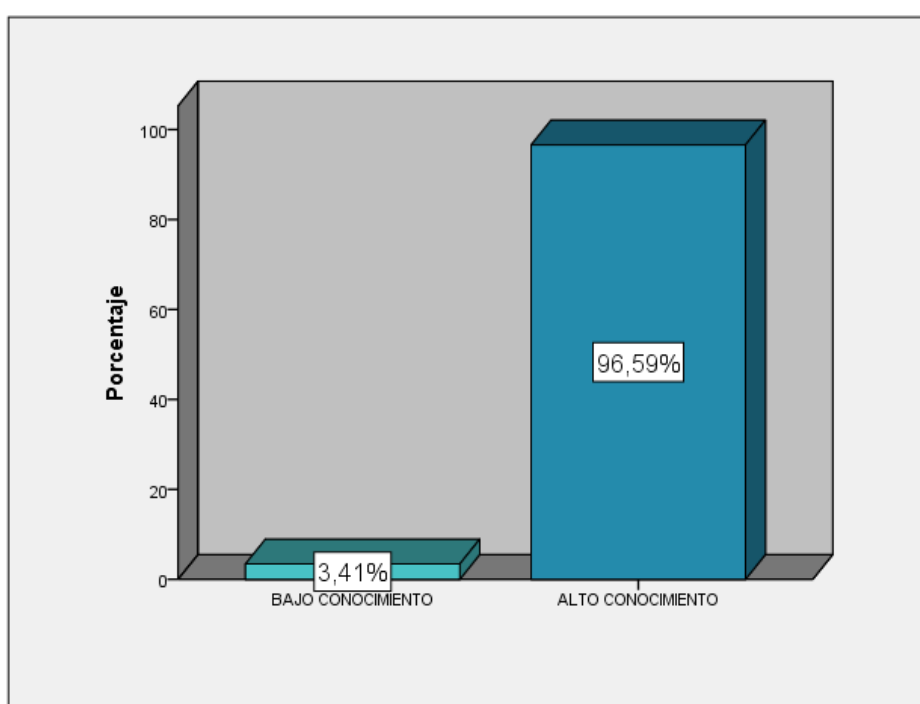


Fig. 24. Nivel de conocimiento de la problemática del tema en los usuarios de riego encuestados. Fuente: Tabla 17

Análisis de resultados

En la Tabla 17 y figura 24 se representa el nivel de conocimiento de la problemática, se observa que el 96,59% posee un alto conocimiento y un 3,41% tiene un bajo conocimiento del problema.

En tal sentido se comprueba que la mayoría de usuarios de riego conoce la problemática en estudio y refleja un alto conocimiento del tema.

Se concluye que la mayoría de los usuarios de riego encuestados brindan información veraz por poseer un alto conocimiento del problema que aportan en el contexto en la que se desarrolla la presente investigación.

4.1.1.3. Análisis de la información sobre percepción de la propuesta

ANÁLISIS DE RESUMEN DE LA INFORMACIÓN ESTADÍSTICA PROCESADA SOBRE LA PROPUESTA DE DISEÑO DE UN NUEVO SISTEMA DE RIEGO

De las preguntas sobre la propuesta de una solución al uso eficiente del agua en La Yarada Los Palos realizadas en la encuesta, es importante resaltar los siguientes resultados:

Pregunta 11: Considera que es necesario el diseño de un nuevo sistema de riego para mejorar la eficiencia en el uso del agua en La Yarada Los Palos

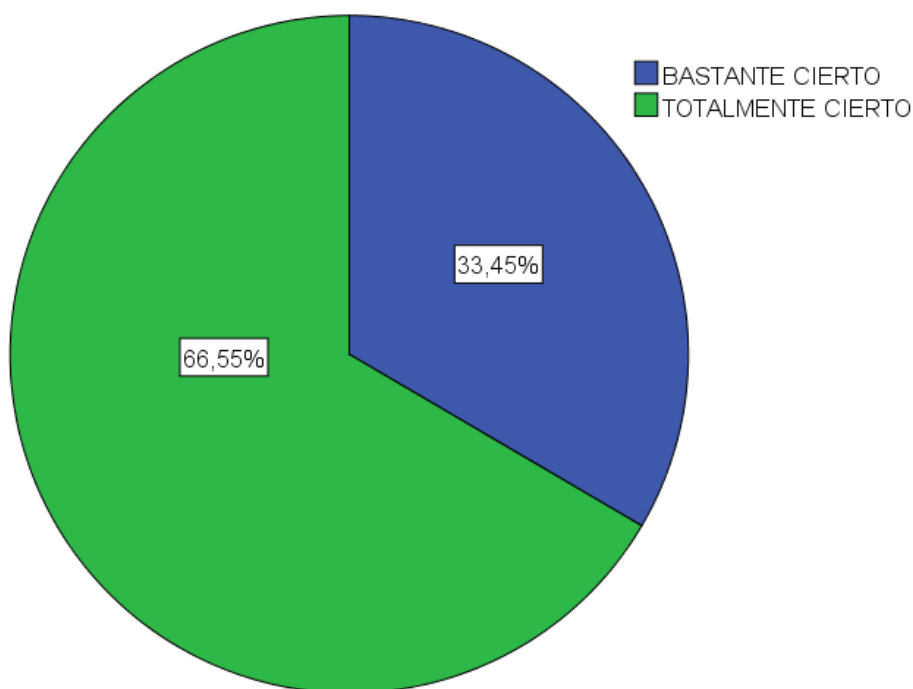


Fig. 25. Necesidad de un nuevo sistema de riego.

Fuente: Elaboración propia

De la figura 25 se desprende que del 100% de usuarios de riego encuestados, el 33.45% que es bastante cierto y el 66.67% indicó que es totalmente cierto que es necesario y conveniente contar con un nuevo sistema de riego para mejorar la eficiencia en el uso del agua.

Se concluye entonces que la mayoría de usuarios de riego encuestados considera necesario y conveniente contar con un sistema de riego para mejorar la eficiencia en el uso del agua.

Pregunta 12: Posee conocimientos y/o experiencias sobre nuevos sistemas de riego

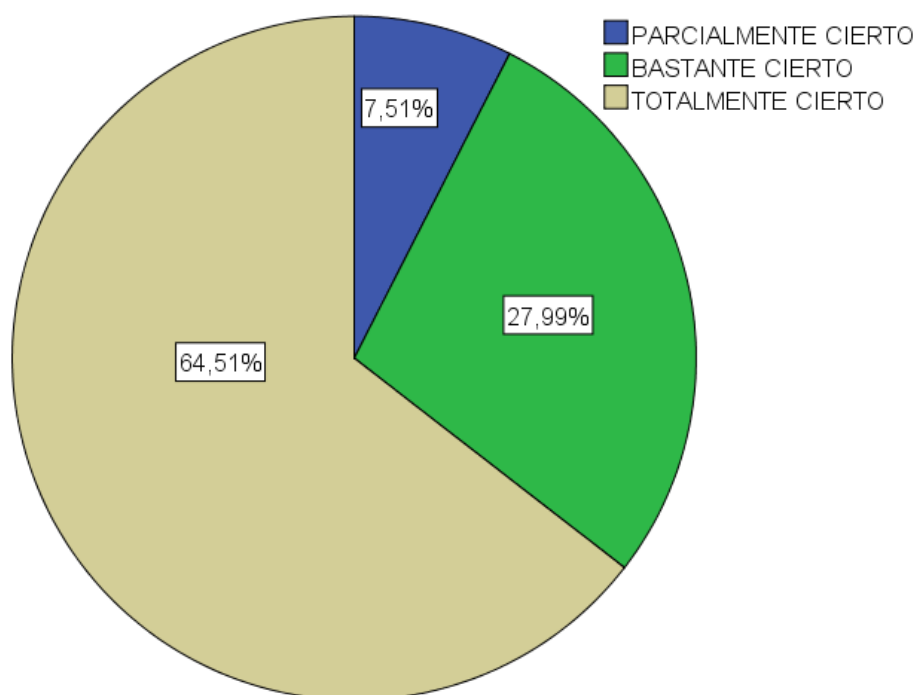


Fig. 26. Conocimientos y/o experiencias sobre nuevos sistemas de riego.

Fuente: Elaboración propia

De la figura 26 se desprende que del 100% de usuarios de riego encuestados, el 7,51% que es parcialmente cierto, el 27,99% que es bastante cierto y el 64,67% indicó que es totalmente cierto que poseen conocimiento y/o experiencia sobre nuevos sistemas de riego.

Se concluye entonces que los encuestados poseen conocimiento y/o experiencias respecto a los nuevos sistemas de riego

Pregunta 13: Considera que es necesario y conveniente diseñar e implementar un nuevo sistema de riego que genere mejores condiciones para la optimización del agua en la Yarada Los Palos

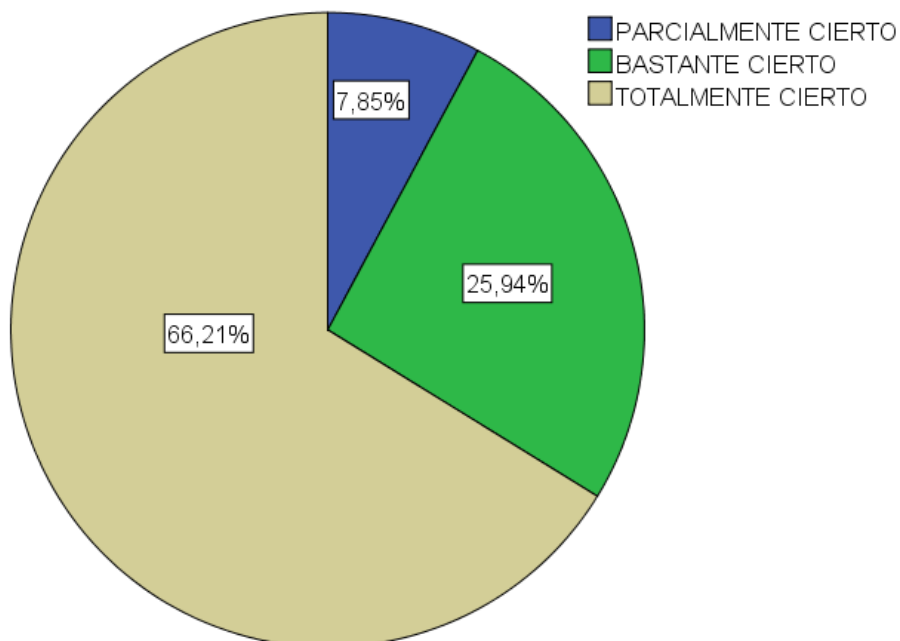


Fig. 27. Se debe diseñar e implementar un nuevo sistema de riego.

Fuente: Elaboración propia

De la figura 27 se desprende que del 100% de usuarios de riego encuestados, el 7,85% que es parcialmente cierto, el 25,94% que es bastante cierto y el 66,21% indico que es totalmente cierto consideran que es necesario y conveniente diseñar e implementar un nuevo sistema de riego que genere mejores condiciones para la optimización del agua.

Se concluye entonces que es necesario y conveniente el diseño e implementación de un nuevo sistema de riego con la finalidad de mejorar las condiciones para la optimización del agua

Pregunta 14: Cree que el sistema de riego debe proponer los procesos y procedimientos que contribuyan con la solución del problema asociado con el uso eficiente del agua en la Yarada Los Palos

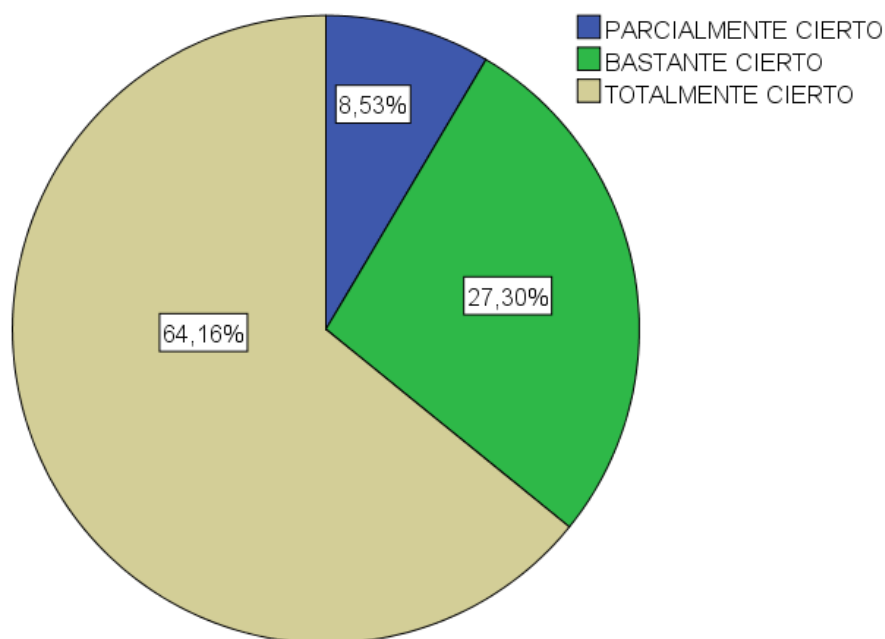


Fig. 28. Se debe asignar la responsabilidad de implementar acciones de respuesta.

Fuente: Elaboración propia

De la figura 28 se desprende que del 100% de usuarios de riego encuestados, el 8.53% que es parcialmente cierto, el 27.30% que es bastante cierto y el 64.16% indicó que es totalmente cierto que el sistema de riego debe proponer procesos y procedimientos que contribuyan a la solución del problema asociado al uso eficiente del agua.

Se concluye entonces que el sistema de riego debe proponer los procesos y procedimientos contenga procesos y procedimientos que contribuyan con una solución al problema asociado al uso eficiente del agua.

Pregunta 15: Una propuesta innovadora sobre el diseño de un sistema de riego es necesaria para optimizar el uso del agua en la Yarada Los Palos.

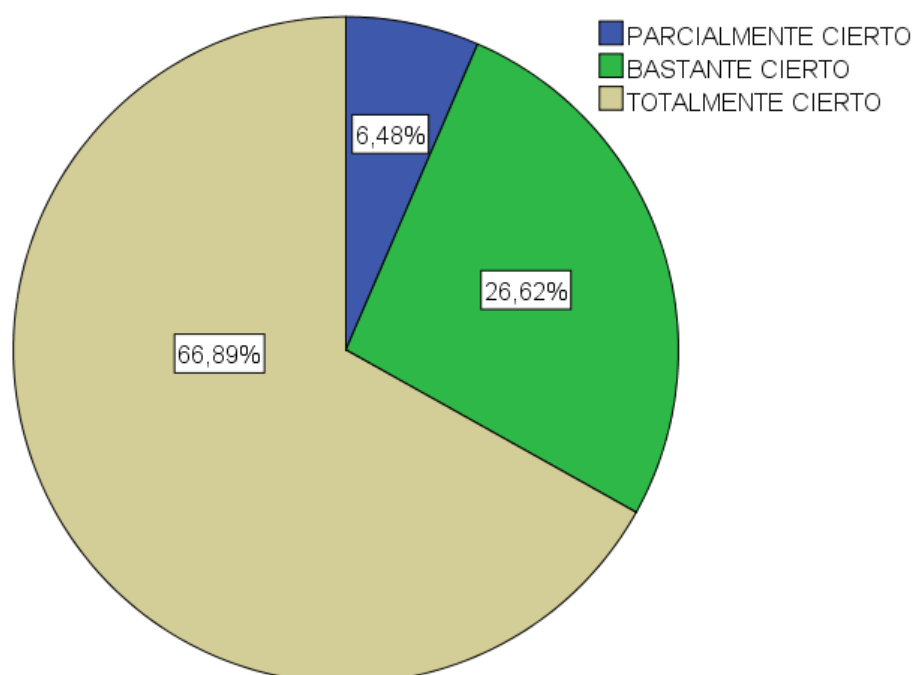


Fig. 29. Necesidad de una propuesta innovadora sobre el sistema de riego.

Fuente: Elaboración propia

De la figura 29 se desprende que del 100% de usuarios de riego encuestados, el 6.48% que es parcialmente cierto, el 26.62% que es bastante cierto y el 66.89% indicó que es totalmente cierto que se realice una propuesta innovadora sobre el diseño de un sistema de riego que optimice el uso del agua.

Se concluye entonces que es necesaria una propuesta innovadora sobre un sistema de riego para optimizar el uso del agua

Pregunta 16: El planteamiento de una alternativa de solución es ideal para mejorar el deficiente manejo del agua en La Yarada Los Palos

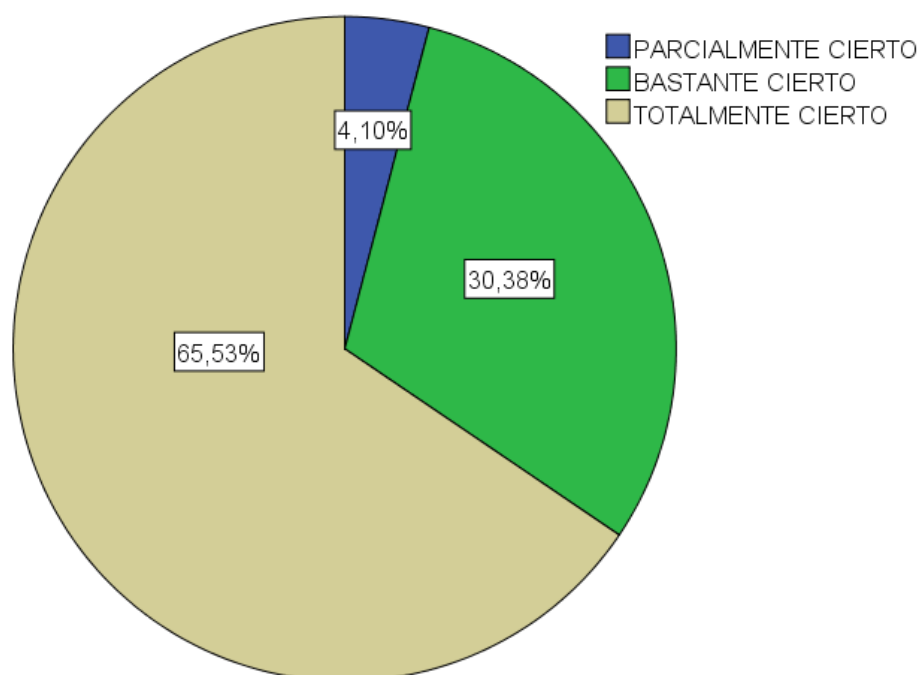


Fig. 30. Planteamiento de una alternativa de solución para mejorar el deficiente manejo del agua en La Yara Los Palos.

Fuente: Elaboración propia

De la figura 30 se desprende que del 100% de usuarios de riego encuestados, el 4.10% que es parcialmente cierto, el 30.38% que es bastante cierto y el 65.33% indico que es totalmente cierto una alternativa de solución sería ideal para mejorar el deficiente manejo del agua.

Se concluye entonces que la propuesta de una alternativa de solución es ideal para mejorar el deficiente manejo del agua.

ANÁLISIS SOBRE EL NIVEL DE PERCEPCIÓN DE LA NECESIDAD DE LA PROPUESTA DE INNOVACIÓN

Escala de valoración

NIVELES	Puntaje
Alta fiabilidad	13-18
Baja fiabilidad	6-12

Tabla 18. Nivel de necesidad de la propuesta

Nivel	Frecuencia	Porcentaje
Alto nivel de necesidad de la propuesta	284	96,90
Bajo nivel de necesidad de la propuesta	9	3,10
Total	293	100

Fuente: Encuesta aplicada

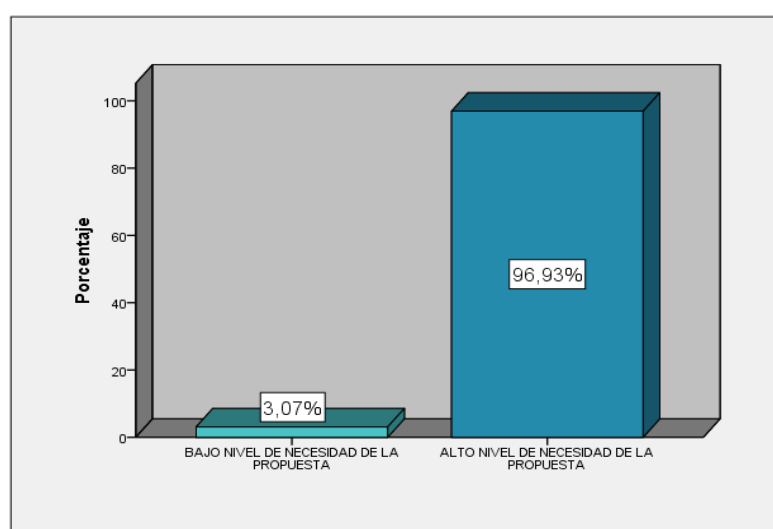


Fig. 31. Nivel de necesidad de la propuesta según los usuarios de riego encuestados. Fuente: Tabla 18

Análisis de resultados

En la Tabla 18 y figura 31 se representa el nivel de necesidad de la propuesta de innovación, se observa que el 96.93% considera que hay una alta necesidad de una propuesta innovadora y un 3.07% considera que hay una baja necesidad de la propuesta.

En tal sentido se comprueba que la mayoría de usuarios de riego cree que es necesario una propuesta de innovación para solucionar el problema del deficiente manejo del agua en la Yarada Los Palos

Se concluye que la gran mayoría de los usuarios de riego encuestados manifiesta que se necesita una propuesta innovadora demostrando que la presente investigación es altamente requerida.

4.1.1.4. Análisis general del diagnóstico

Escala de valoración

NIVELES	Puntaje
Alta confiabilidad del diagnóstico	38-48
Regular confiabilidad del diagnóstico	28-37
Baja confiabilidad del diagnóstico	16-27

Tabla 19. Nivel de confiabilidad del diagnóstico.

Nivel	Frecuencia	Porcentaje
Alta confiabilidad del diagnóstico	276	94,20
Regular confiabilidad del diagnóstico	17	5,80
Baja confiabilidad del diagnóstico	0	0
Total	293	100

Fuente: Encuesta aplicada

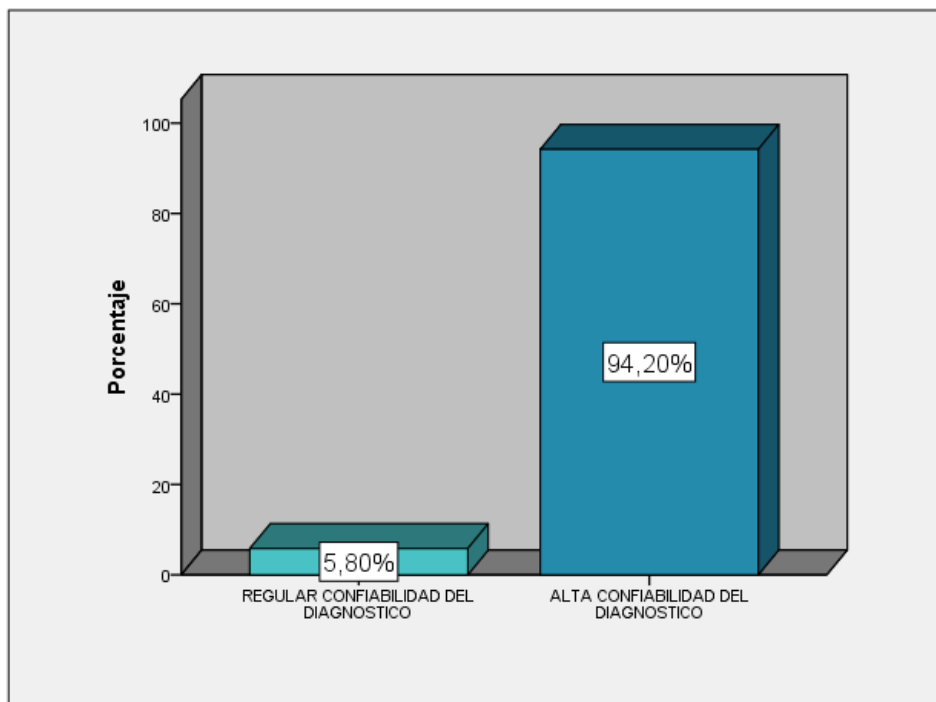


Fig. 32. Nivel de confiabilidad del diagnóstico. Fuente: Tabla 19

Análisis de resultados

En la Tabla 19 y figura 32 se representa el nivel de confiabilidad del diagnóstico, se observa un 94,20% como alta confiabilidad del diagnóstico y un 5,80% como regular confiabilidad del diagnóstico.

En tal sentido se comprueba que el diagnóstico realizado a través de la aplicación de encuestas tiene una alta confiabilidad.

Se concluye que el diagnóstico realizado es altamente confiable.

4.1.2. Análisis estadístico inferencial de los resultados

4.1.2.1. Prueba de confiabilidad del análisis estadístico

- A. Hipótesis estadística
 - H0; Baja confiabilidad del diagnóstico
 - H1; Alta confiabilidad del diagnóstico

- B. Nivel de significancia

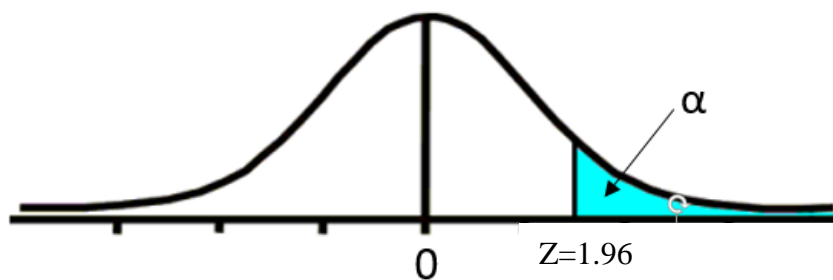
5%

C. Valor crítico en tabla de área

$n > 30$

$Z = 1.96$

D. Zona de aceptación y de rechazo



E. Estadígrafo de prueba

Fórmula:

$$Z = \frac{\bar{X} - \mu}{S / \sqrt{n}}$$

Dónde:

—

\bar{X} = media muestral

μ = Media poblacional

S = desviación estándar

n = tamaño de muestra

t (crítico) = valor obtenido de la tabla t-Student

F. Matriz de datos

Resultados	Media	Desv. Estándar
Diagnóstico	41.17	9,956

Item	Descripción	Media aritmética	Desv. estándar
01	Su edad le faculta enfrentar cualquier problema relacionado con la eficiencia en el uso del agua.	2,59	0,654
02	Su oficio le permite dar opiniones objetivas acerca de los problemas surgidos en el campo de la eficiencia en el uso del agua.	2,61	0,578
03	Su tiempo de experiencia como regador le faculta para poder determinar el nivel de eficiencia que se tiene en los diferentes sistemas de riego existentes.	2,61	0,613
04	Considera que la innovación es un factor clave para resolver los problemas vigentes de la eficiencia en el uso del agua en la agricultura.	2,52	0,628
05	Tiene conocimiento sobre el grave problema que existe respecto a la eficiencia en el uso del agua de los sistemas de riego tradicionales que son utilizados en La Yarada Los Palos.	2,49	0,715
06	Ha sido parte en alguna ocasión sobre algún problema provocado por el deficiente manejo del agua en la Yarada Los Palos.	2,55	0,621
07	El deficiente manejo del agua es un factor importante que afecta a la agricultura en La Yarada Los Palos	2,58	0,623
08	Existen demasiados problemas asociados con el deficiente manejo en la aplicación del agua en los sistemas de riego tradicionales utilizados en la Yarada Los Palos.	2,54	0,664
09	Los sistemas de riego superficiales tienen una eficiencia baja en el uso del agua.	2,53	0,665
10	Los sistemas de riego presurizados tienen un mejor manejo del agua pero no llega a ser lo suficiente en cuanto a optimización se refiere.	2,56	0,637
11	Considera que es necesario el diseño de un nuevo sistema de riego para mejorar la eficiencia en el uso del agua en La Yarada Los Palos	2,67	0,473

Item	Descripción	Media aritmética	Desv. estándar
12	Posee conocimientos y/o experiencias sobre nuevos sistemas de riego.	2,57	0,630
13	Considera que es necesario y conveniente diseñar e implementar un nuevo sistema de riego que genere mejores condiciones para la optimización del agua en la Yarada Los Palos.	2,58	0,634
14	Cree que el sistema de riego debe proponer los procesos y procedimientos que contribuyan con la solución del problema asociado con el uso eficiente del agua en la Yarada Los Palos.	2,56	0,647
15	Una propuesta innovadora sobre el diseño de un sistema de riego es necesaria para optimizar el uso del agua en la Yarada Los Palos	2,60	0,608
16	El planteamiento de una alternativa de solución es ideal para mejorar el deficiente manejo del agua en La Yarada Los Palos.	2,61	0,566

Escala de valoración

NIVELES	Puntaje
Alta confiabilidad del diagnóstico	33-48
Baja confiabilidad del diagnóstico	16-32

G. Comprobación de hipótesis

Dónde:

$$Z_c = \frac{\bar{x} - \mu}{S/\sqrt{n}}$$

$$Z_c = \frac{41.17 - 32}{9.956/\sqrt{293}}$$

$$Z_c = 15.765$$

\bar{X} = media muestral
 μ = Media poblacional
 S = desviación estándar
 n = tamaño de muestra
 t (crítico) = valor obtenido de la tabla t-Student

H. Decisión estadística

Como $Z_c = 15.765$ es mayor al $Z_t = 1.96$, rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis de la alternativa.

I. Resultado

La información obtenida de los usuarios de riego encuestados en el presente estudio tiene un 95% de confiabilidad.

4.1.3. Síntesis del análisis estadístico del diagnóstico

Del análisis de los resultados se formulan las siguientes conclusiones:

N°	Conclusiones
1	La mayoría de los encuestados por su edad, oficio y tiempo de experiencia brindan información veraz, significativa y confiable sobre el contexto en el que se desarrolla la presente investigación.
	Del conocimiento de la problemática
2	Se concluye entonces que existe un grave problema respecto a la eficiencia en el uso del agua de los sistemas de riego tradicionales que son utilizados en La Yarada Los Palos
3	Se concluye entonces que la mayoría de usuarios de riego encuestados tienen problemas por el deficiente manejo del agua
4	Se concluye entonces que la mayoría de usuarios de riego encuestados consideran que el manejo deficiente del agua es un factor determinante que afecta la agricultura
5	Se concluye entonces que la mayoría de usuarios de riego ha tenido problemas con el deficiente manejo de aplicación del agua en los sistemas de riego tradicionales
6	Se concluye entonces que la mayoría de usuarios de riego considera que los sistemas de riego superficiales tienen una baja eficiencia en el uso del agua
7	Se concluye entonces que la mayoría de usuarios de riego considera que los sistemas de riego presurizados mejoran el manejo del agua, pero no llega a ser suficiente en cuanto a optimización se refiere.
	De la necesidad de la propuesta

8	Se concluye entonces que la mayoría de usuarios de riego encuestados considera necesario y conveniente contar con un sistema de riego para mejorar la eficiencia en el uso del agua.
9	Se concluye entonces que los encuestados poseen conocimiento y/o experiencias respecto a los nuevos sistemas de riego
10	Se concluye entonces que es necesario y conveniente el diseño e implementación de un nuevo sistema de riego con la finalidad de mejorar las condiciones para la optimización del agua
11	Se concluye entonces que el sistema de riego debe proponer los procesos y procedimientos contenga procesos y procedimientos que contribuyan con una solución al problema asociado al uso eficiente del agua
12	Se concluye entonces que es necesaria una propuesta innovadora sobre un sistema de riego para optimizar el uso del agua
13	Se concluye entonces que la propuesta de una alternativa de solución es ideal para mejorar el deficiente manejo del agua.

4.2. Diseño hidráulico del sistema hidropónico

Se realizó el cálculo de los componentes que conforman el sistema hidropónico, obteniendo los siguientes resultados:

Caudal de diseño en m3/s

$$Q = 2.5 \frac{lbs}{min} * \frac{1m3}{1000lbs} * \frac{1min}{60s}$$

$$Q = 4.1667 \times 10^{-5} m3/s$$

Se tiene 14 canales de cultivo, entonces:

$$Q = 4.1667 \times 10^{-5} \times 14$$

$$Q = 5.83338 \times 10^{-4} m3/s$$

Canales de cultivo

Para el presente caso se trabajará con tubería de PVC sanitario de 4" clase liviana debido a que según criterios de diseño en hidroponía NFT la profundidad del lecho deberá ser de 5 a 10 cm para permitir el adecuado desarrollo de la planta y su funcionamiento es como canal por lo cual se procesó hidráulicamente en Hcanales obteniendo los siguientes resultados:

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar: LA YARADA LOS PALOS Proyecto: SISTEMA HIDROPONICO
Tramo: CANAL DE CULTIVO Revestimiento: PVC

Datos:

Caudal (Q):	1.000583338	m3/s
Diámetro (d):	0.105	m
Rugosidad (n):	0.009	
Pendiente (S):	0.015	m/m

Resultados:

Tirante normal (y):	0.0169	m	Perímetro mojado (p):	0.0866	m
Área hidráulica (A):	0.0009	m2	Radio hidráulico (R):	0.0104	m
Espejo de agua (T):	0.0771	m	Velocidad (v):	0.6480	m/s
Número de Froude (F):	1.9151		Energía específica (E):	0.0383	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico				

Calcular Limpiar Pantalla Imprimir Menú Principal Calculadora

Ingresar el tipo de material del canal 10:20 p.m. 13/10/2020

Fig. 33. Resultados del canal de cultivo. Fuente: Elaboración propia con Hcanales.

Por lo tanto, según los resultados obtenidos, se tiene parámetros adecuados debido a que se tiene una $V = 0.648$ m/s y ésta se encuentra dentro del rango permitido con una pendiente adecuada para que el fluido descienda a través del tubo.

Características Técnicas de la tubería para desagüe NTP 399.003 / NTE 009

Diámetro Exterior		Longitud		Clase liviana		Clase Pesada	
Nominal (cule)	Real (mm)	Total (metros)	Util (metros)	Espesor (mm)	Peso (kg . tubo)	Espesor (mm)	Peso (kg . tubo)
1 1/2	41.0	3.00	2.97	1.3	0.768	-	-
2	54.0	3.00	2.96	1.3	1.019	1.7	1.324
3	80.0	3.00	2.94	1.4	1.635	2.0	2.322
4	105.0	3.00	2.92	1.7	2.611	2.6	3.960
6	168.0	5.00	4.87	2.8	11.453	4.1	16.639

Fig.34. Tubería seleccionada del canal de cultivo.

Fuente: PAVCO (2019) En la ficha técnica del catálogo de tuberías sanitarias.

Tanque colector

Para determinar la capacidad del tanque colector se tomó el volumen aproximado de agua por día que consume el pepino (*Cucumis sativus*).

Consumo de agua al día: 3 lts/planta

Cantidad de plantas: en cada canal de cultivo se tiene 21 plantas, entonces:

$$21 * 14 = 294 \text{ plantas}$$

% de remanencia: 25%

Capacidad del tanque colector:

$$3 * 294 * 1.25 = 1103 \text{ lts}$$

Así mismo se determina el volumen de agua necesaria que deberá circular por los canales de cultivo:

$$V_T = S_A * L_T$$

Donde:

V_T = volumen de agua total circulante (m^3).

S_A = área del segmento (m^2).

L_T = largo total de la tubería (m).

Determinamos el área del segmento:

D= 4" equivalente a 0.105m según catálogo.

Para determinar el área del segmento de agua es la resta del área del sector circular menos el triángulo AOB como se observa en la fig.24.

Entonces:

OAB S1: Área del Sector circular.

AOB S2: Área del triángulo.

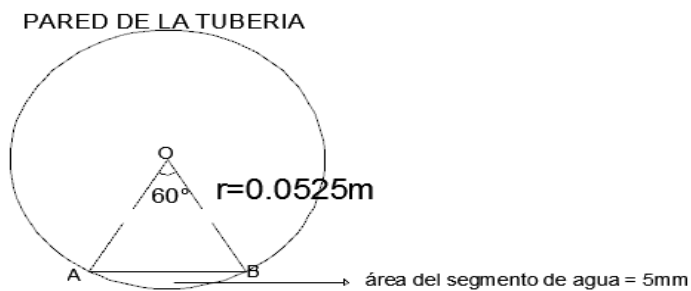


Fig.35. Área de un sector circular.

Fuente: Elaboración propia con AutoCAD

De la Fig.24 OAB S1:

$$S1 = \frac{\pi r^2 \theta}{360}$$

$$S1 = \frac{\pi * 0.0525^2 * 60}{360}$$

$$S1 = 0.00144 \text{ m}^2$$

Ahora:

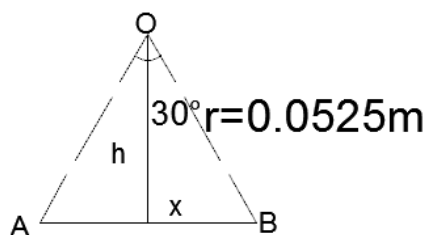


Fig.36. Área de un triángulo. Fuente: Elaboración propia con AutoCAD

De la Fig.25 AOB S2:

$$\text{Sen}30 = \frac{x}{0.0525}$$

$$x = 0.02625 \text{ m}$$

Luego, la base del triángulo AOB:

$$AB = 2x = 0.0525$$

La altura del triángulo AOB:

$$\begin{aligned} \cos 30 &= \frac{h}{0.0525} \\ h &= 0.04547 \text{ m} \end{aligned}$$

Área del triángulo AOB:

$$\begin{aligned} S_2 &= \frac{bh}{2} \\ S_2 &= \frac{0.0525 * 0.04547}{2} \end{aligned}$$

$$S_2 = 0.00119 \text{ m}^2$$

Por lo tanto, el área del segmento por donde circulará el agua es:

$$\begin{aligned} S_A &= S_1 - S_2 \\ S_A &= 0.00144 - 0.00119 \\ S_A &= 0.00025 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Entonces el Volumen Total de agua que circulará por cada canal de cultivo es de:

$$\begin{aligned} V_T &= 0.00025 \text{ m}^2 * 11 \text{ m} \\ V_T &= 0.00275 \text{ m}^3 \approx 2.75 \text{ Lts} \end{aligned}$$

Por lo tanto, el tanque colector será de polietileno debido a la mezcla del agua con los nutrientes y tendrá una capacidad de 1103 Lts, se tomará un tanque de 1500 Lts ya que este es el más cercano que se encuentra disponible, así mismo el volumen de agua que deberá circular por cada canal de cultivo es de 2.75 Lts.

Tubería de distribución

Asignamos una tubería con un diámetro de 1" pulgada equivalente a 0.033m en la longitud más larga de 24.911 m (VER PLANO P-01)

Cálculo de las pérdidas primarias:

$$Re = \frac{VD}{\nu} \text{ pero,}$$

$$V = \frac{4Q}{\pi D^2}$$

$$V = \frac{4(5.83338 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s})}{\pi * (0.033 \text{ m})^2}$$

$$V = 0.682 \text{ m/s}$$

Entonces:

$$Re = \frac{0.682 \text{ m/s} * 0.033 \text{ m}}{1 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}}$$

$$Re = 22506.00$$

Ahora Número de Reynolds $< 10^5$:

$$\lambda = \frac{0.316}{Re^{1/4}}$$

$$\lambda = \frac{0.316}{(22506)^{1/4}}$$

$$\lambda = 0.026$$

Hallamos la pérdida de carga:

$$Hrp = \lambda \frac{L}{D} * \frac{V^2}{2g}$$

$$Hrp = 0.026 * \frac{24.911}{0.033} * \frac{0.682^2}{2 * 9.81}$$

$$Hrp = 0.465 \text{ m}$$

El diámetro obtenido para la línea de distribución es de 1" para una longitud en tubería PVC de 24.911m.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA TUBERÍA PARA AGUA FRÍA PRESIÓN NTP 399.002: 2015

Diámetro Exterior		Longitud		Clase 5 SDR 41 72 PSI (5 bar)		Clase 7.5 SDR 27.7 108 Psi (7.5 bar)		Clase 10 SDR 21 145 PSI (10 bar)		Clase 15 SDR 14.3 215 PSI (15 bar)	
Nominal (Pulg)	Real (mm)	Total (metros)	Útil (metros)	Espesor (mm)	Peso (Kg/tubo)	Espesor (mm)	Peso (Kg/tubo)	Espesor (mm)	Peso (Kg x tubo)	Espesor (mm)	Peso (Kg x tubo)
1/2" (Ø)	21.0	5.00	4.97	-	-	-	-	1.8	0.841	1.8	0.841
3/4" (Ø)	26.5	5.00	4.96	-	-	-	-	1.8	1.082	1.8	1.082
1" (Ø)	33.0	5.00	4.96	-	-	-	-	1.8	1.365	2.3	1.717
1 1/4"	42.0	5.00	4.96	-	-	1.8	1.758	2.0	1.943	2.9	2.755
1 1/2"	48.0	5.00	4.96	-	-	1.8	2.020	2.3	2.554	3.3	3.584
2"	60.0	5.00	4.95	1.8	2.544	2.2	3.088	2.9	4.021	4.2	5.692
2 1/2"	73.0	5.00	4.94	1.8	3.111	2.6	4.444	3.5	5.905	5.1	8.407
3"	88.5	5.00	4.93	2.2	4.608	3.2	6.625	4.2	8.593	6.2	12.385
4"	114.0	5.00	4.90	2.8	7.562	4.1	10.944	5.4	14.244	8.0	20.597
6"	168.0	5.00	4.86	4.1	16.326	6.1	23.995	8.0	31.099	11.7	44.432
8"	219.0	5.00	4.82	5.3	27.519	-	-	-	-	-	-

Fig.37. Tubería seleccionada de la línea de distribución.

Fuente: PAVCO (2019) En la ficha técnica del catálogo de tuberías para agua fría a presión.

La tubería a utilizar para la línea de distribución corresponde a un diámetro de 1" Clase 10 SDR 21 según catálogo.

Accesorios

Los accesorios a utilizar son los siguientes:

- 01 codo de 90 ° k=0.90, de tablas.
- 03 tee salida bilateral k=1.80, de tablas.
- 02 válvula de paso k=0.20, de tablas.

Pérdida para codo de 90°:

$$Hrs = k \frac{V^2}{2g}$$

$$Hrs = 0.90 \frac{(0.682 \text{ m/s})^2}{2 * 9.81}$$

$$Hrs = 0.021 \text{ m}$$

Pérdida de tee salida bilateral:

$$Hrs = k \frac{V^2}{2g}$$

$$Hrs = 1.80 \frac{(0.682 \text{ m/s})^2}{2 * 9.81}$$

$$Hrs = 0.043 \text{ m} * 3 = 0.129\text{m}$$

Pérdida para válvula de paso:

$$Hrs = k \frac{V^2}{2g}$$

$$Hrs = 0.20 \frac{(0.682 \text{ m/s})^2}{2 * 9.81}$$

$$Hrs = 0.005 \text{ m} * 2 = 0.010\text{m}$$

Total de pérdidas secundarias: 0.021 m + 0.129 m + 0.010m

$$H_{rs\text{total}} = 0.160\text{m}$$

Bomba de impulsión

Calculamos la Carga dinámica Total (CDT)

$$CDT = H_{est} + H_{ed} + H_{f1-2} + \frac{v^2}{2g}$$

H_{est}= La pérdida por succión es cero debido a que es horizontal.

H_{ed} = La altura de descarga con relación al eje de la bomba es de 2.461m.(VER PLANO P-01).

$$H_{f1-f2} = H_{rp} \text{ Totales} + H_{rs} \text{ Totales}$$

Entonces

$$CDT = 2.461 + 0.465 + 0.160 + \frac{(0.682 \text{ m/s})^2}{2 * 9.81}$$

$$CDT = 3.110 \text{ m} = 10.203 \text{ pies}$$

Ahora calculamos la potencia de la bomba:

$$BHP = \frac{\text{Galones por minuto} \times H \text{ en pies} \times Sg}{3960 \times \text{eficiencia de la bomba}}$$

$$Q \text{ en galones/min} = 0.660 \text{ gln/min} \times 14 = 9.240 \text{ gln/min}$$

$$H \text{ (CDT)} = 10.203 \text{ pies}$$

$$Sg \text{ (densidad específica del agua)} = 1$$

Eficiencia de la bomba = 0.8

$$BHP = \frac{9.240 \times 10.203 \times 1}{3960 \times 0.8}$$

$$BHP = 0.030 \text{ HP}$$

Por el resultado obtenido se puede observar que no se necesita una bomba de gran potencia ya que necesitamos que el flujo del líquido sea constante y a baja velocidad, entonces se asumirá una bomba de 0.5 HP.

Microtubos de inyección

En el sistema hidropónico NFT uno de los criterios de diseño utilizados es mantener una película nutriente de 5mm ya que así favorece la aireación y oxigenación del cultivo.

Entonces bajo este criterio se utilizará microtubo de polietileno de 5mm.

Tubería colectora

La tubería colectora funcionará como canal, por lo cual para determinar el diámetro se usará el programa HCANALES como apoyo para el cálculo, de la cual se obtuvo los siguientes resultados:

1ER TRAMO (final de los canales de cultivo-pozas, se repite en ambas mesas)

Datos:

Q=0.000583338 m³/s, caudal del sistema hidropónico.

D= 4", diámetro asignado.

N=0.009, coeficiente de rugosidad del PVC.


Pendiente= 2.00%, asignado.

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar: LA YARADA LOS PALOS	Proyecto: SISTEMA HIDROPONICO
Tramo: TRAMO I	Revestimiento: PVC

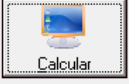


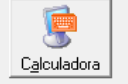
Datos:

Caudal (Q):	1.000583338	m ³ /s
Diámetro (d):	0.105	m
Rugosidad (n):	0.009	
Pendiente (S):	0.02	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.0157	m	Perímetro mojado (p):	0.0835	m
Área hidráulica (A):	0.0008	m ²	Radio hidráulico (R):	0.0097	m
Espejo de agua (T):	0.0750	m	Velocidad (v):	0.7169	m/s
Número de Froude (F):	2.1971		Energía específica (E):	0.0419	m·Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico				

 Calcular	 Limpiar Pantalla	 Imprimir	 Menú Principal	 Calculadora
---	---	---	--	--

Limpia la pantalla para realizar nuevos cálculos

12:28 a.m. 04/10/2020

Fig.38. Resultados de la tubería colectora-TRAMO I. Fuente: Elaboración Propia con Hcanales.

Por lo tanto según los resultados obtenidos, se tiene parámetros adecuados debido a que se tiene una $V = 0.7169$ m/s y ésta se encuentra dentro del rango permitido con una pendiente adecuada para que el fluido descienda a través del tubo.

Entonces el diámetro a utilizar para el tramo I es de 4" Clase Liviana (Ver Fig.34).

2DO TRAMO (Poza 01- tanque colector)

Datos:

$Q = 0.000583338$ m³/s, caudal del sistema hidropónico.

$D = 4$ ", diámetro asignado.

$N = 0.009$, coeficiente de rugosidad del PVC.

Pendiente = 5.51% de la elevación (Ver plano P-01)

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar: LA YARADA LOS PALOS	Proyecto: SISTEMA HIDROPONICO
Tramo: TRAMO II	Revestimiento: PVC

Datos:

Caudal (Q):	1.000583338	m ³ /s
Diámetro (d):	0.105	m
Rugosidad (n):	0.009	
Pendiente (S):	0.0551	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.0123	m	Perímetro mojado (p):	0.0735	m
Área hidráulica (A):	0.0006	m ²	Radio hidráulico (R):	0.0078	m
Espejo de agua (T):	0.0676	m	Velocidad (v):	1.0227	m/s
Número de Froude (F):	3.5551		Energía específica (E):	0.0656	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico				



Limpia la pantalla para realizar nuevos cálculos

12:49 a.m. 04/10/2020

Fig.39. Resultados de la tubería colectora-TRAMO II. Fuente: Elaboración Propia con Hcanales.

Por lo tanto según los resultados obtenidos, se tiene parámetros adecuados debido a que se tiene una $V = 1.0227$ m/s y ésta se encuentra dentro del rango permitido con una pendiente adecuada para que el fluido descienda a través del tubo.

Entonces el diámetro a utilizar para el tramo II es de 4" Clase Liviana (Ver Fig.34).

3ER TRAMO (Poza 02- tanque colector)

Datos:

$Q = 0.000583338$ m³/s, caudal del sistema hidropónico.

$D = 4$ ", diámetro asignado.

$N = 0.009$, coeficiente de rugosidad del PVC.

Pendiente = 6.61% de la elevación (Ver plano P-01)

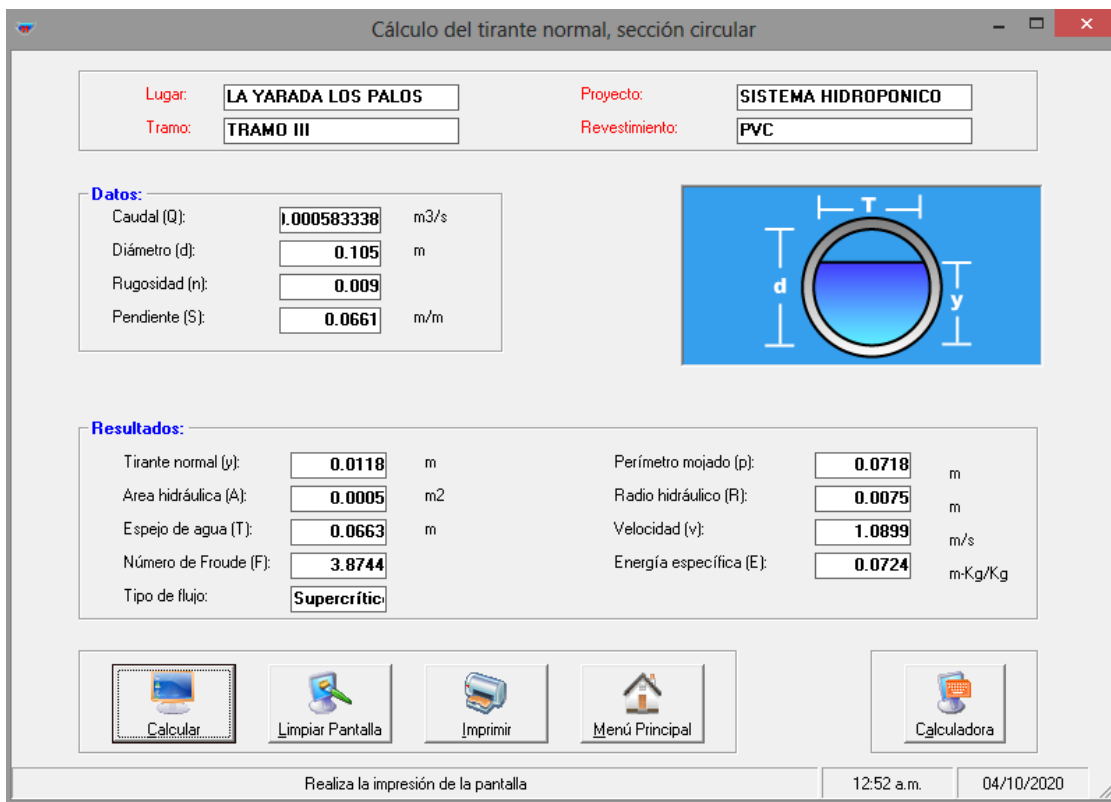


Fig.40. Resultados de la tubería colectora-TRAMO III. Fuente: Elaboración Propia con Hcanales.

Por lo tanto según los resultados obtenidos, se tiene parámetros adecuados debido a que se tiene una $V = 1.0899 \text{ m/s}$ y ésta se encuentra dentro del rango permitido con una pendiente adecuada para que el fluido descienda a través del tubo.

Entonces el diámetro a utilizar para el tramo III es de 4" Clase Liviana (Ver Fig.34).

Estimación de costos del sistema hidropónico

a) Costos de inversión:

Para entablar un sistema "NFT", se necesita tener en cuenta los precios de los recursos que la conforman y la puesta en marcha del sistema, los cuales se describen en la siguiente tabla:

Tabla 20. Costos del sistema hidropónico

Item	Cantidad	U.M	Descripción	Precio Unitario	Nro de grupos por cada 02 mesas hidropónicas	Sub total	Total
1	62	Und	Tubería PVC sanitario 4" de 3m	S/. 21.50	5	S/. 6,665.00	
2	7	Und	Tubería PVC de 1" de 5m	S/. 25.00	5	S/. 875.00	
3	1	Und	Tanque de polietileno para Agua de 1500 lts	S/. 650.00	5	S/. 3,250.00	
4	294	Und	Canastilla para canal de cultivo	S/. 0.20	5	S/. 294.00	
5	1	Und	Bomba Sumergible de 0.5 HP Marca PEDROLLO Modelo TEX 2	S/. 750.00	5	S/. 3,750.00	
6	0.2	Und	Tubería PVC de 1 1/4" de 5m	S/. 48.90	5	S/. 48.90	
7	1	Und	Codo PVC 90° de 1"	S/. 1.50	5	S/. 7.50	
8	1	Und	Reducción PVC de 1 1/4" a 1"	S/. 4.20	5	S/. 21.00	
9	28	Und	Tapa sanitaria de 4" PVC	S/. 2.00	5	S/. 280.00	
10	4.2	Mts	Microtubo de polietileno 5mm	S/. 2.00	5	S/. 42.00	
11	2	Und	Válvula de paso plástica c/u am. 1"	S/. 8.00	5	S/. 80.00	

12	3	Und	Tee de PVC de 1" salida bilateral	S/.	5.00	5	S/.	75.00
13	4	Und	Tapa de 1" PVC	S/.	1.50	5	S/.	30.00
14	14	Und	Curva de 1/2"PVC de 90°	S/.	0.50	5	S/.	35.00
15	2	Und	Codo PVC 90° de 4"	S/.	6.00	5	S/.	60.00
16	5	Und	Cemento Portland IP 42.5 KG	S/.	22.50	5	S/.	562.50
17	0.2	m3	Arena gruesa	S/.	40.00	5	S/.	40.00
18	0.2	m3	Piedra chancada de 1/2"	S/.	45.00	5	S/.	45.00
19	1	Und	Pegamento para PVC de 1/4 gln	S/.	32.50	5	S/.	162.50
20	4	Und	Cinta teflón 3/4" x 10 yds	S/.	2.20	5	S/.	44.00
21	10	Und	Lija de metal N°100	S/.	1.50	5	S/.	75.00
22	44	Und	Polín de 4"	S/.	4.00	5	S/.	880.00
23	22	Und	Tabla de 5 x 1'	S/.	8.00	5	S/.	880.00
24	4	Und	Abrazadera de 1"	S/.	7.00	5	S/.	140.00
25	4	Und	Abrazadera de 4"	S/.	10.00	5	S/.	200.00
26	16	g	Semillas	S/.	0.35	5	S/.	28.00
27	1	Und	Conjunto de nutrientes para solución nutritiva	S/.	350.00	1	S/.	350.00
28	500	m2	Malla antifida	S/.	2.50	1	S/.	1,250.00
29	1	Und	Medidor de pH	S/.	110.00	1	S/.	110.00
30	1	Und	Medidor de CE	S/.	140.00	1	S/.	140.00
31	1	Und	Balanza(precisión 1 gr)	S/.	100.00	1	S/.	100.00
								S/. 20,520.40

Fuente: Elaboración propia con los precios del mercado peruano.

Por lo tanto por mesa hidropónica se tiene un costo de inversión de S/.2,052.04

b) Ingresos por ventas en sistema NFT:**Cálculo de la producción estimada**

Rendimiento del pepino en cultivos hidropónicos = 25 kg/m²

Área cultivada = 500 m²

$$\text{Producción(kg)} = 25 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 500 \text{ m}^2$$

$$\text{Producción(kg)} = 12500 \text{ kg}$$

Se tiene 03 cosechas anuales:

$$\text{Producción anual(kg)} = 12500 \text{ kg} * 3$$

$$\text{Producción anual (kg)} = 37500 \text{ kg}$$

Considerando una pérdida del 3%:

$$\text{Pérdidas(kg)} = 37500 \text{ kg} * 0.03$$

$$\text{Pérdidas(kg)} = 1125 \text{ kg}$$

Total de producción anual:

$$\text{Producción anual(kg)} = 37500 - 1125 \text{ kg}$$

$$\text{Producción anual(kg)} = 36375 \text{ kg}$$

Cálculo de ingreso estimado

Se tiene un costo en chacra de S/. 0.96 x kg.

$$\text{Ingreso anual} = 36375 \text{ kg} * 0.96$$

$$\text{Ingreso anual} = \text{S}/.34,920.00$$

c) Utilidad en el primer año:

Con la información generada anteriormente es viable estimar la utilidad por cosecha para el primero año, como se muestra a continuación:

Utilidad = ingreso total- costo total inversión

$$\text{Utilidad} = \text{S}/.34,920.00 - \text{S}/. 20,520.40$$

Utilidad = S/14,399.60

Entonces se tiene una utilidad de S/14,399.60 en el primer año de funcionamiento del sistema hidropónico.

d) Costos de operación anuales en el sistema NFT:

Mano de Obra

Se necesita de una persona que este revisando el cultivo cada cierto tiempo preocupándose de medir el pH de las soluciones, mezclar los nutrientes y revisar el adecuado crecimiento del cultivo, se considera que se necesita de unos 15 minutos diarios para inspección del sistema lo que da un total anual de 90.00 horas de mano de obra, considerando un costo de 130 soles la hora hombre, nos resulta un total de S/.11,700.00.

Pero como este sistema es propio, se ahorra la mano de obra externa, por lo cual los costos operacionales anuales se reducen a las semillas junto con el fertilizante.

Energía Eléctrica

Se tiene una bomba de 0.5HP para la recirculación del fluido equivalente a 0.3729 kW, por lo que se tiene un consumo eléctrico diario, entonces como sabemos que tiene que trabajar continuamente esto nos da 24 horas al día teniendo un gasto de 8.95 kWh diariamente.

Como se tiene 03 cosechas anuales haciendo un total de 365 días, resulta 3266.75 kWh de gasto total y el costo por kWh es de S/.0.6522 (variable), por lo tanto el costo nos resulta:

$$0.6522 * 3266.75 = S/2130.57$$

Como se tiene 5 bombas:

$$2130.57 * 5 = S/.10652.85$$

Entonces se tiene un gasto en energía eléctrica anual estimado de S/10,652.85.

d) Utilidad desde el segundo año en adelante:

Mano de obra: -

Energía eléctrica: S/10,652.85.

Nutrientes: S/350.00

Semillas: S/28.00

Total de costo operacional = S/11,030.85

Con la información generada anteriormente es posible estimar la utilidad desde el segundo año adelante:

2do año:

Utilidad = ingreso total- costo operacional

Utilidad = S/.34,920.00 - S/11,030.85

Utilidad = S/23,889.15

3er año:

Utilidad = ingreso total- costo operacional

Utilidad = S/.34,920.00 - S/11,030.85

Utilidad = S/23,889.15

Se observa que en el primer año se recupera la inversión del costo inicial alto que demanda el sistema hidropónico, y a partir del 2do año en adelante se observan las utilidades que brinda este sistema.

4.3. Eficiencia en el uso del agua

Producción por anual del sistema hidropónico:

$$\text{Producción anual(kg)} = 36375$$

Agua utilizada anual:

$$\text{Agua utilizada (m3)} = 1470 \text{ plantas} * 0.003 * 365 \text{ días}$$

$$\text{Agua utilizada (m3)} = 1609.65$$

Eficiencia en el uso del agua

$$Ef \text{ Agua} = \frac{36375 \text{ kg}}{1609.65 \text{ m}^3}$$

$$Ef \text{ Agua} = 22.60 \text{ kg/m}^3$$

Entonces se tiene una eficiencia en el uso del agua de 22.60 kg por m³ de agua utilizada. Significa que para producir 1 kg de pepino se necesita 0.04425 m³ o 44.25 lts.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

Se realizó el análisis situacional de la población que utiliza sistemas de riego tradicionales, seleccionando 293 usuarios de riego mediante el método de la muestra aleatoria simple, de la cual se procesó mediante el programa SPSS obteniendo una necesidad de una propuesta innovadora por parte de los usuarios de riego del 96.93%, esto nos da una idea de que en el distrito de La Yarada Los Palos se tiene un grave problema respecto a la eficiencia en el uso del agua, a pesar de que existan pozos subterráneos de donde la mayoría de usuarios extraen el agua pero que no llega a ser suficiente debido al déficit hídrico que se tiene en la región de Tacna y a los grandes desperdicios de agua que se dan en los sistemas de riego tradicionales.

Al necesitar una propuesta innovadora es que se realiza el diseño hidráulico de este sistema hidropónico para ver la eficiencia en el uso del agua que posee frente a las técnicas de cultivo con suelo, por lo que para garantizar su buen funcionamiento es que se realizó los cálculos hidráulicos mediante el programa Hcanales y fundamentos teóricos en hidráulicas de tubería, de la cual se obtiene valores adecuados de velocidad de flujo al tener una pendiente adecuada en la conducción, esto nos quiere decir que el transporte de fluido desde un punto a otro está garantizado al no exceder en pendientes ni velocidades, así mismo no se tiene velocidades mínimas que permitan estancamiento del agua produciendo depósitos y erosiones en la tubería, por otro lado este sistema hidropónico NFT no solamente se basa en el transporte del fluido en sí, sino que también las necesidades que tiene la planta desde su siembra hasta la cosecha, por lo que se realizó los cálculos hidráulicos respetando los requerimientos del diseño de este sistema hidropónico NFT.

En el diseño de un sistema hidropónico NFT realizado por (Alveal & Campos, 2014) solo consideró los requerimientos del sistema hidropónico NFT desde el punto de vista agronómico, usando así los diámetros de tuberías más comunes que son utilizados para esta técnica, esto al momento de realizar la construcción podría no tener un adecuado funcionamiento o podría existir un sobredimensionamiento de los recursos a emplear ya que no existe cálculo hidráulico, por lo que es importante considerar ambos aspectos tanto la parte agronómica como la hidráulica a fin de realizar un adecuado diseño como se planteó en la presente tesis.

Así mismo (Bautista, 2009) desarrolla un diseño del sistema hidropónico NFT en la cual solo considera el cálculo hidráulico de algunos componentes, sin realizar el cálculo del tanque colector y la tubería colector, estos 02 componentes mencionados con anterioridad son parte de los 05 componentes principales que conforman el sistema hidropónico NFT, por lo que no realizar el cálculo de estos pueden coadyuvar al mal funcionamiento del sistema o sobredimensionamiento de estos 02 componentes acrecentándose así los costos de inversión inicial.

La eficiencia en el uso del agua en este sistema es uno de los puntos más importantes de la investigación ya que con este valor podemos determinar si es más eficiente que los sistemas de riego tradicionales que se utilizan en la Yarada Los Palos, pero viendo inicialmente desde el punto de cultivar sin suelo podemos determinar que este sistema hidropónico NFT es más eficiente ya que no se tiene pérdidas de agua por percolación ni escorrentía, debido a que estos 02 factores son pérdidas que se originan cuando el cultivo se planta en tierra.

Para conocer la eficiencia en el uso del agua se tomó un rendimiento de 25 kg/m para el pepino que se tiene estimado en cultivos hidropónicos por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, por lo que desde el enfoque del empleo del agua por un componente meramente productivo la eficiencia en el uso del agua es de 22.60 kg por m³ de agua utilizada, esto nos quiere decir que para producir un 1kg de pepino en condiciones de hidroponía se necesita 0.04425 m³ o 44.25 lts, y realizando la comparación con otros autores que utilizan el sistema de riego tradicional, en uno de ellos concluye que para producir 1kg de pepino utiliza 168.828 litros de agua (Martinez, 2017), por lo que se observa que el sistema hidropónico es más eficiente en cuanto a la utilización del agua, ya que se podría producir con la cantidad de agua que se desperdicia hasta 3 kg más de producto, la cual generaría mayor ingreso al poblador y se tendría una optimización en el uso del agua. Así mismo cabe resaltar que dicho autor ejecutó la plantación de pepino en el campo obteniendo valores reales, a diferencia que en la presente tesis de investigación es una estimación aproximada, pero que aun siendo estimada supera ampliamente al cultivo regado por sistemas tradicionales.

CONCLUSIONES

El diseño hidráulico de un sistema hidropónico permite optimizar de forma adecuada la eficiencia de los recursos hídricos en la Yarada Los Palos, debido a que se tiene mayor eficiencia en el uso del agua con esta técnica.

Mediante el programa SPSS Statistics 20 se procesó los datos obtenidos de las encuestas realizadas a 293 usuarios de riego aplicando las técnicas y procedimientos de la estadística descriptiva, obteniendo gráficos y tablas que ayudaron a la interpretación de los resultados, de la cual se concluye que el 96,59% posee un alto conocimiento del problema sobre la situación actual de la eficiencia en el uso del agua y el 96.93% considera que hay una alta necesidad de una propuesta innovadora.

Se realizó los cálculos hidráulicos del sistema hidropónico con el programa HCanales y aplicando fundamentos de hidráulica en tuberías, de la cual se concluye que la velocidad obtenida de 0.682 m/s en la tubería de distribución que funciona por bombeo se encuentra dentro del rango permisible de 0.6 m/s – 2 m/s. Así mismo la velocidad obtenida del canal del cultivo de 0.648 m/s y las velocidades de 0.7169, 1.0227 y 1.0899 m/s de los Tramos I, II, y III respectivamente en las tuberías colectoras que funcionan como canal se encuentran dentro del rango permisible de 0.6 m/s - 5 m/s no permitiendo depósitos ni erosiones, garantizando el correcto funcionamiento del sistema las tuberías y el transporte del fluido de un punto a otro.

Se concluye que la eficiencia en el uso del agua determinada del sistema hidropónico en condiciones de invernadero desde el enfoque del empleo del agua por un componente meramente productivo es de 22.60 kg por m³ de agua utilizada, que significa que para producir un 1kg de pepino se necesita 0.04425 m³ o 44.25 lts.

RECOMENDACIONES

Se recomienda implementar cultivos hidropónicos en el distrito de la Yarada Los Palos para poder mejorar la eficiencia en el uso del agua, debido a que las pérdidas que se tiene en este sistema son mínimas al no tener contacto con el suelo, por lo que no existen pérdidas por percolación y escorrentía como en los riegos tradicionales, así mismo los rendimientos de producción son superiores al del cultivo tradicional, obteniendo mayores cosechas anuales, mejor calidad del producto, generándose así más ingresos para los pobladores de esta zona.

Es necesario difundir información acerca de la utilización de sistemas hidropónicos en el distrito de la Yarada Los Palos, así mismo se debe realizar capacitaciones constantes sobre el uso eficiente del agua y nuevas técnicas de riego sin suelo que permitan mejorar el uso del agua a fin de contrarrestar la escasez hídrica que se tiene en la región de Tacna.

Se recomienda realizar más investigaciones relacionadas a sistemas hidropónicos en el distrito de la Yarada Los Palos con el fin de mejorar la eficiencia de los recursos hídricos considerando todos los factores posibles que pueden afectar el desarrollo de este sistema a mayores a escalas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alveal, M., & Campos, K. (2014). Estudio comparativo de sistemas de riego hidropónico y por goteo [Tesis de pre-grado, Universidad del Bío-Bío]. Repositorio Institucional. Obtenido de http://repobib.ubiobio.cl/jspui/bitstream/123456789/797/1/Alveal_Concha_Miguel_Angel.pdf
- Ambiental, A. (2011). Día Mundial del Agua: Tacna sufre escasez por efectos del cambio climático. Obtenido de <https://www.actualidadambiental.pe/dia-mundial-del-agua-tacna-sufre-escasez-por-efectos-del-cambio-climatico/#:~:text=Seg%C3%BAn%20un%20estudio%20realizado%20por,agua%20en%20las%20actividades%20agr%C3%ADcolas>.
- Antunez, A., Elmer, S., & Mora, D. (2017). Eficiencia de riego en sistemas localizados [Boletín informativo]. INIA Biblioteca Digital. Obtenido de <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR36474.pdf>: <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR36474.pdf>
- Barrero, A. (2005). Fundamentos y aplicaciones de la mecánica de fluidos. McGraw Hill.
- Bautista, R. (2009). Diseño de dos sistemas de riego automatizados para invernadero rural [Tesis de pre-grado, Instituto Politécnico Nacional]. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://tesis.ipn.mx:8080/xmlui/handle/123456789/5224>
- Beltrano, J., & Gimenez, D. (2015). Cultivo en hidroponía. Editorial de la Universidad de La Plata.
- Carrasco, G. (2015). Manual Técnico La empresa hidropónica de mediana escala: La técnica de la solución nutritiva recirculante ("NFT"). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/277012808_La_empresa_hidroponica_de_mediana_escalala_tecnica_de_la_solucion_nutritiva_recirculante_NFT
- Chávez, A. (2014). Diseño e implementación de un sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica (*Lactuca Sativa* Var. Campania) con tecnología EM™ en el distrito de Chiguata, Arequipa 2013 [Tesis de pre-grado, Universidad Católica Santa María]. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/4464>
- Condori, F., & Hurtado, H. (2014). Análisis económico de la producción de orégano (*Origanum vulgare* L.) en los asentamientos de La Yarada del distrito de Tacna. Ciencia y Desarrollo-UNJBG, 61-66. doi:<https://doi.org/10.33326/26176033.2014.17.408>
- De Araujo, R., Fernandez, M., & Eiji Ito, A. (2005). Manual de hidráulica Azevedo Netto. Edgard Blücher Ltda. Obtenido de <https://www.udocz.com/read/21878/manual-de-hidraulica---azevedo-netto>
- Demin, P. E. (2014). Aportes para el mejoramiento del manejo de los sistemas de riego. INTA. Obtenido de

https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_aportes_para_el_mejoramiento_del_manejo_de_los_sistemas_de_riego.pdf

- DGIAR. (2015). Manual del Cálculo de Eficiencia para Sistemas de Riego[Manual, Ministerio de Agricultura y Riego]. Obtenido de https://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/manual-riego/manual_determinacion_eficiencia_riego.pdf
- DRA-Tacna. (2018). Anuario estadístico agrícola 2018. Obtenido de https://www.agritacna.gob.pe/gestores/estadistica/of_ol_estadidet_e/archivos/8429295217_4769312002.pdf
- FAO. (2016). Evapotranspiración del cultivo. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Obtenido de <http://www.fao.org/3/x0490s/x0490s.pdf>
- Faraldo, P., & Pateiro, B. (2013). Estadística descriptiva y metodología de la investigación. Obtenido de http://eio.usc.es/eipc1/BASE/BASEMASTER/FORMULARIOS-PHP-DPTO/MATERIALES/Mat_G2021103104_EstadisticaTema1.pdf
- FMI. (2020). Seis cosas sobre la economía de Perú en 2020. Obtenido de <https://www.imf.org/es/News/Articles/2020/01/14/NA011420-Six-Things-to-Know-About-Peru-Economy-in-2020>
- Foraquita, G. (2017). Infraestructura administrativa de gestión para mejorar la participación y organización de los pobladores del distrito La Yarada-Los Palos-Tacna.[Tesis de pre-grado, Universidad Privada de Tacna]. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://repositorio.upt.edu.pe/bitstream/UPT/231/1/Foraquita-Quiroz-Gustavo.pdf>
- González, R. (2007). Hidráulica Básica. EOI. Obtenido de <https://www.eoi.es/es/file/18371/download?token=eBNmHnEc>
- GRT. (2003). Plan de desarrollo estratégico La Yarada. Tacna:GRT.
- IBM Corporation. (2011). Manual del Usuario del sistema básico de IBM SPSS Statistics 20. Obtenido de ftp://public.dhe.ibm.com/software/analytics/spss/documentation/statistics/20.0/es/client/Manuals/IBM_SPSS_Statistics_Core_System_Users_Guide.pdf
- IPN. (2004). Comparación de metodos de riego. Centro de Biotecnología Genómica. Obtenido de <https://www.cbg.ipn.mx/>
- Junta de Usuarios La Yarada. (2012). Informe Técnico:Plan de cultivo y riego campaña agricola 2011-2012.
- M.Resh, H. (2006). Curso Práctico Internacional de Hidroponía. Obtenido de http://www.lamolina.edu.pe/hidroponia/boletin46/PIMIENTO_HIDROPONICO_RESH.pdf
- Martinez, Y. (2017). Determinar los requerimientos hídricos del pepino (Cucumis Sativus L) mediante el lisímetro volumétrico, en el sector la Trinidad perteneciente al sistema de riego Campana-Malacatos.[Tesis de pre-grado, Universidad Nacional de Loja]. Repositorio Institucional. Obtenido de

<https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/18472/1/YANDRY%20PAUL%20MARTINEZ%20SANCHEZ.pdf>

- Marulanda, C. (2003). Manual Técnico del Curso Audiovisual: La huerta hidropónica popular. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-ah501s.pdf>
- Matias, A., & Moctezuma, L. (2009). Diseño de red para un sistema hidropónico [Tesis de pre-grado, Instituto Politécnico Nacional]. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://tesis.ipn.mx:8080/xmlui/handle/123456789/2599>
- Mondon, A. (2017). Teoría de mecánica de los fluidos apuntes. Obtenido de <http://ingenieria.uncuyo.edu.ar/catedras/apuntes-teoricos-de-mecanica-de-los-fluidos-rev9-doc-prot.pdf>
- MVCS. (2006). Reglamento Nacional de Edificaciones. Obtenido de http://www3.vivienda.gob.pe/Direcciones/Documentos/RNE_Actualizado_Sol_o_Saneamiento.pdf
- Novagric. (2015). ¿Cuál es el Sistema de Riego más eficaz? Obtenido de <https://www.novagric.com/es/blog/articulos/sistema-riego-mas-eficaz#:~:text=2015%2012%3A32->.
- Parihuana, F. (2011). Factores que inciden en el déficit hídrico para la producción en la Yarada [Tesis de pre-grado, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann]. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/554>
- PAVCO. (2019). Ficha técnica de las tuberías PVC. Obtenido de <https://pavcowavin.com.pe/wp-content/uploads/2020/01/Tuberias-Agua-Fria-PVC-PavcoWavin-Peru.pdf>
- Perca, R. (2013). Impacto económico de la tarifa eléctrica subsidiada sobre la adopción de tecnología de riego presurizado en la Yarada-Tacna. [Tesis de pre-grado, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann]. Repositorio Institucional. Obtenido de http://repositorio.unjbg.edu.pe/bitstream/handle/UNJBG/1647/148_2013_perca_chahua_r_fcag_economia_agraria.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Perez, A. (2019). Estudio comparativo entre el sistema hidropónico y el cultivo tradicional para mejorar las condiciones de producción en las zonas agrícolas del distrito de Tiabaya 2019 [Artículo, Universidad Autónoma San Francisco]. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://repositorio.uasf.edu.pe/handle/UASF/281>
- QuestionPro Inc. (2020). QuestionPro. Obtenido de <https://www.questionpro.com/es/que-es-spss.html>
- Rivera, L. (2018). La agencia de los pozos subterráneos y la geografía histórica del distrito La Yarada-Los Palos, Tacna [Tesis de pre-grado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12404/12327>
- Rocha, A. (2007). Hidráulica de Tubería y Canales. Universidad Nacional de Ingeniería. Obtenido de

<https://luisalderonf.files.wordpress.com/2012/01/hidraulica-de-tuberias-y-canales.pdf>

- Salazar, R., Rojano, A., & López, I. (2014). La eficiencia en el uso del agua en la agricultura controlada. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/tca/v5n2/v5n2a12.pdf>
- Sánchez, J. (2013). Sistema Operativo-Software de Aplicación. Obtenido de <https://proyectocircuitos.files.wordpress.com/2013/11/software.pdf>
- Tixe, S. (2004). Guía de diseño para líneas de conducción e impulsión de sistemas de abastecimiento de agua rural. Obtenido de https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/TIXE%202004.%20Dise%C3%B1o%20de%20conducci%C3%B3n%20e%20impulsi%C3%B3n.pdf
- UDV. (2015). Los agroquímicos más utilizados. Obtenido de <https://www.uv.es/uvweb/master-quimica/es/blog/agroquimicos-mas-utilizados-1285949128883/GasetaRecerca.html?id=1285953068917>.
- Verde, G. (2017). Tipos de sistemas hidropónicos para cultivar. Obtenido de <https://generacionverde.com/blog/hidroponia/tipos-de-sistemas-hidroponicos/>
- Villón, M. (2003). HCanales-Manual del Usuario. Editorial Tecnológica del Instituto Tecnológico de Costa Rica. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/209407538/29-Manual-Hcanales>
- Zárate, M. (2014). Manual de Hidroponía. Instituto de Biología. Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/232367/Manual_de_hidroponia.pdf

ANEXOS

ENCUESTA PARA DETERMINAR LA SITUACIÓN ACTUAL

ENCUESTA

OBJETIVO:

La presente encuesta tiene como finalidad conocer la percepción que tienen los usuarios de riego sobre la situación actual de la eficiencia en el uso del agua y la necesidad de plantear una propuesta de solución al problema desde el diseño de un nuevo sistema de riego, para el efecto se plantean las interrogantes pertinentes para lo cual se solicita que marque las alternativas respectivas desde su conocimiento y experiencia:

MARQUE CON UNA "X" SU RESPUESTA

1.- DATOS GENERALES DEL ENCUESTADO

- 1 Parcialmente cierto
- 2 Bastante cierto
- 3 Totalmente cierto

N°	Ítems	1	2	3
DG1	Su edad le faculta enfrentar cualquier problema relacionado con la eficiencia en el uso del agua.			
DG2	Su oficio le permite dar opiniones objetivas acerca de los problemas surgidos en el campo de la eficiencia en el uso del agua.			
3	Su tiempo de experiencia como regador le faculta para poder determinar el nivel de eficiencia que se tiene en los diferentes sistemas de riego existentes.			
4	Considera que la innovación es un factor clave para resolver los problemas vigentes de la eficiencia en el uso del agua en la agricultura.			

2.- CONOCIMIENTO DEL PROBLEMA

N°	Ítems	1	2	3
5	Tiene conocimiento sobre el grave problema que existe respecto a la eficiencia en el uso del agua de los sistemas de riego tradicionales que son utilizados en La Yarada Los Palos.			
6	Ha sido parte en alguna ocasión sobre algún problema provocado por el deficiente manejo del agua en la Yarada Los Palos.			
7	El deficiente manejo del agua es un factor importante que afecta a la agricultura en La Yarada Los Palos.			
8	Existen demasiados problemas asociados con el deficiente manejo en la aplicación del agua en los sistemas de riego tradicionales utilizados en la Yarada Los Palos.			
9	Los sistemas de riego superficiales tienen una eficiencia baja en el uso del agua.			
10	Los sistemas de riego presurizados tienen un mejor manejo del agua pero no llega a ser lo suficiente en cuanto a optimización se refiere.			

3.- PERTINENCIA Y NECESIDAD DE UNA PROPUESTA DE SOLUCION

N°	Ítems	1	2	3
11	Considera que es necesario el diseño de un nuevo sistema de riego para mejorar la eficiencia en el uso del agua en La Yarada Los Palos.			
12	Posee conocimientos y/o experiencias sobre nuevos sistemas de riego.			
13	Considera que es necesario y conveniente diseñar e implementar un nuevo sistema de riego que genere mejores condiciones para la optimización del agua en la Yarada Los Palos.			
14	Cree que el sistema de riego debe proponer los procesos y procedimientos que contribuyan con la solución del problema asociado con el uso eficiente del agua en la Yarada Los Palos.			
15	Una propuesta innovadora sobre el diseño de un sistema de riego es necesaria para optimizar el uso del agua en la Yarada Los Palos.			
16	El planteamiento de una alternativa de solución es ideal para mejorar el deficiente manejo del agua en La Yarada Los Palos.			

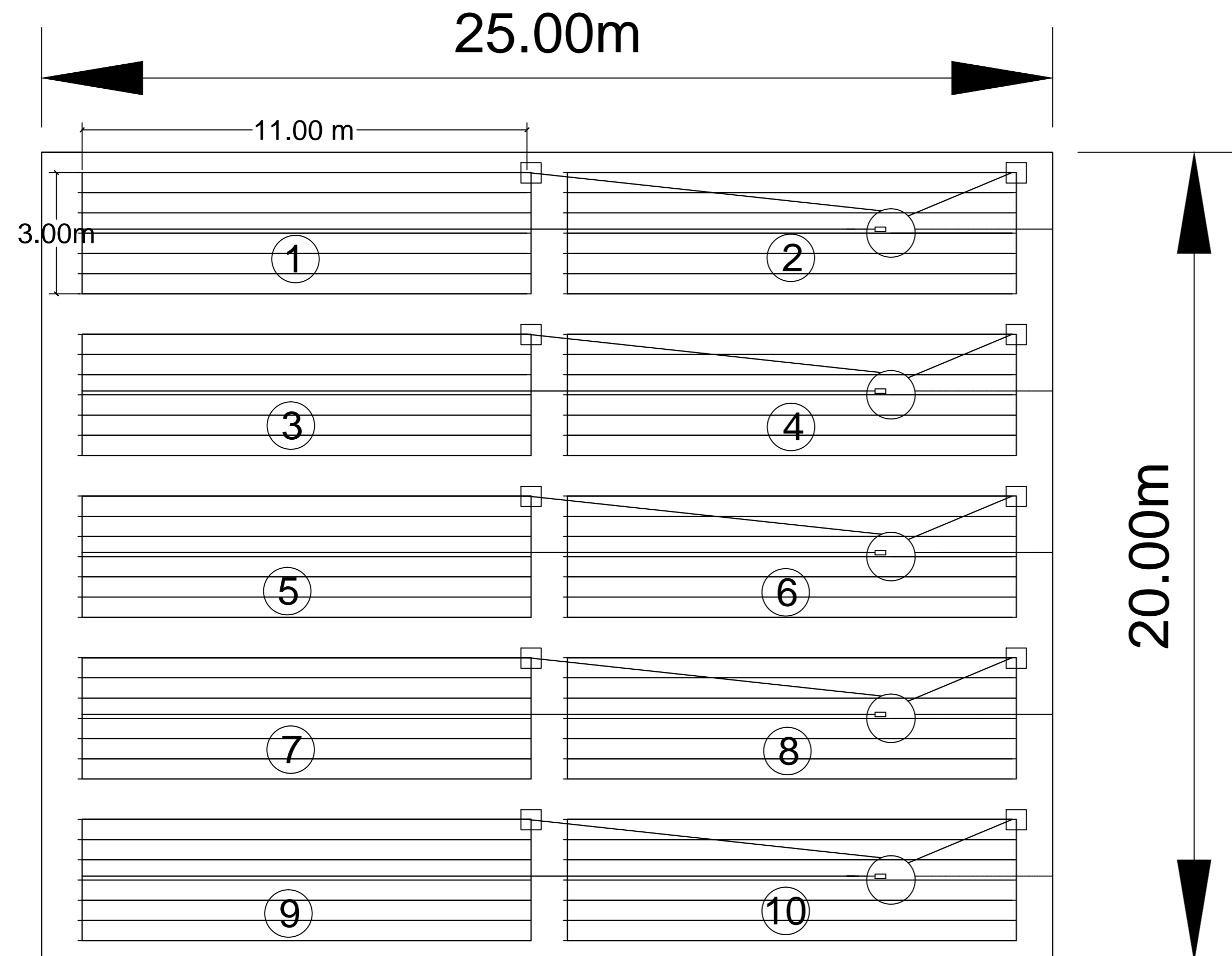
Gracias

MATRIZ DE CONSISTENCIA

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLE	INDICADOR	MÉTODO	ESTADÍSTICA
GENERAL	GENERAL	GENERAL	INDEPENDIENTE			TIPO DE INVESTIGACIÓN
¿De qué forma el diseño hidráulico de un sistema hidropónico optimizará la eficiencia de los recursos hídricos en la agricultura del distrito de la Yarada Los Palos, Tacna-2020?	Realizar el diseño hidráulico de un sistema hidropónico para optimizar la eficiencia de los recursos hídricos en la agricultura del distrito de la Yarada Los Palos, Tacna-2020.	El diseño hidráulico de un sistema hidropónico permite optimizar de forma adecuada la eficiencia de los recursos hídricos en la agricultura del distrito de la Yarada Los Palos, Tacna-2020.	Diseño hidráulico de un sistema hidropónico.	<ul style="list-style-type: none"> -Propiedad de los Materiales. -Diámetros de las tuberías. -Potencia de la bomba. -Caudal de diseño. -Velocidad de flujo. -Presiones. - Número de Accesorios. 	Cálculo Hidráulico de la red de riego	Por el fin que se pretende conseguir con la siguiente investigación se trata de una investigación aplicada, debido a que está orientada a realizar el diseño hidráulico de un sistema hidropónico para optimizar la eficiencia de los recursos hídricos en la agricultura de la Yarada Los Palos.
ESPECÍFICOS	ESPECÍFICOS	ESPECÍFICOS				DISEÑO DE INVESTIGACIÓN
¿Cuál es la situación actual de la eficiencia en el uso del agua de los sistemas de riego tradicionales que son utilizados para la agricultura en el distrito de la Yarada Los Palos?	Determinar la situación actual de la eficiencia en el uso del agua de los sistemas de riego tradicionales que son utilizados para la agricultura en el distrito de la Yarada Los Palos.	La situación actual de la eficiencia en el uso del agua de los sistemas de riego tradicionales requiere una propuesta innovadora en el distrito de la Yarada Los Palos.				La presente investigación se clasifica como diseño innovativo, expresada en la presentación del diseño hidráulico de un sistema hidropónico, orientado a mejorar la eficiencia de los recursos hídricos en la agricultura del distrito de la Yarada Los Palos.
			DEPENDIENTE			POBLACIÓN
¿Cómo determinar los cálculos hidráulicos de un sistema hidropónico para optimizar la eficiencia de los recursos hídricos?	Determinar los cálculos hidráulicos de un sistema hidropónico para optimizar la eficiencia de los recursos hídricos.	Los cálculos hidráulicos permiten un adecuado funcionamiento del sistema hidropónico en el distrito de la Yarada Los Palos.	Optimizar la eficiencia de los recursos hídricos en la agricultura del distrito de la Yarada Los Palos, Tacna-2020.	-Cantidad de agua utilizada.	Cálculo de la eficiencia en el uso del agua.	La población de estudio para efectos del análisis situacional estará conformada por 1228 usuarios de riego que utilizan los sistemas de riego tradicionales. La población para efectos del diseño hidráulico del sistema hidropónico estará conformada por los sectores de riego en la Yarada Los Palos.
						MUESTRA
¿Cómo determinar la eficiencia en el uso del agua del sistema hidropónico propuesto para el área de estudio en el distrito de la Yarada Los Palos?	Determinar la eficiencia en el uso del agua del sistema hidropónico propuesto para el área de estudio en el distrito de la Yarada Los Palos.	La eficiencia en el uso del agua del sistema hidropónico propuesto para el área de estudio permite identificar la cantidad de agua utilizada en el cultivo.				La muestra de estudio para efectos del análisis situacional, se da para un nivel de confianza del 95%, un error muestral del 5%, la misma probabilidad de éxito y fracaso, teniendo como resultado 293 personas a encuestar mediante el método de la muestra aleatoria simple. La muestra de estudio para efectos del diseño hidráulico del sistema hidropónico estará conformada por el sub sector de distrito de riego Asentamiento 5 y 6 en donde se desarrollará el diseño.

PLANO DE DISTRIBUCIÓN

"DISEÑO HIDRÁULICO DE UN SISTEMA HIDROPÓNICO PARA OPTIMIZAR LA EFICIENCIA DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN LA AGRICULTURA DEL DISTRITO DE LA YARADA LOS PALOS, TACNA-2020"




ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Sistema de riego: NFT (Nutrient Film Technique)
 Nro de mesas hidropónicas : 10.00
 Área de riego: 500.00 m²
 Longitud de los canales de cultivo: 11.00 m
 Ancho de la mesa hidropónica: 3.00 m
 Sub-área de riego por mesa hidropónica: 33.00 m²
 Número de canales por mesa: 7.00
 Cultivo: Pepino (Cucumis Sativus)
 Separación entre plantas : 50cm
 Abastecimiento de agua: Mediante tomas laterales.
 Sistema Recirculante: Continuo.
 Nro de tanques colector: 05
 Nro de bombas sumergibles: 05

DISTRIBUCIÓN DEL INVERNADERO HIDROPÓNICO

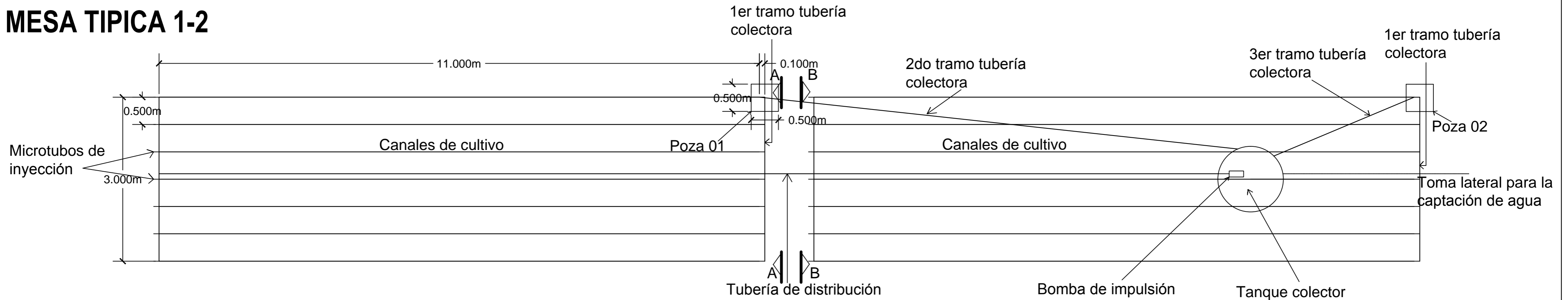
Esc 1/100

	"UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA"		LAMINA:
	TESIS: Diseño hidráulico de un sistema hidropónico para optimizar la eficiencia de los recursos hídricos en la agricultura del distrito de la Yarada Los Palos, Tacna-2020.		D - 01
	PLANO:	DISTRIBUCIÓN	
	ALUMNOS:	GÁLVEZ CARI, GERSON RAMIREZ MORENO, YORCH	
ESC:	INDICADA	FECHA:	SEPTIEMBRE-2020

PLANO DE PLANTA Y ELEVACIÓN

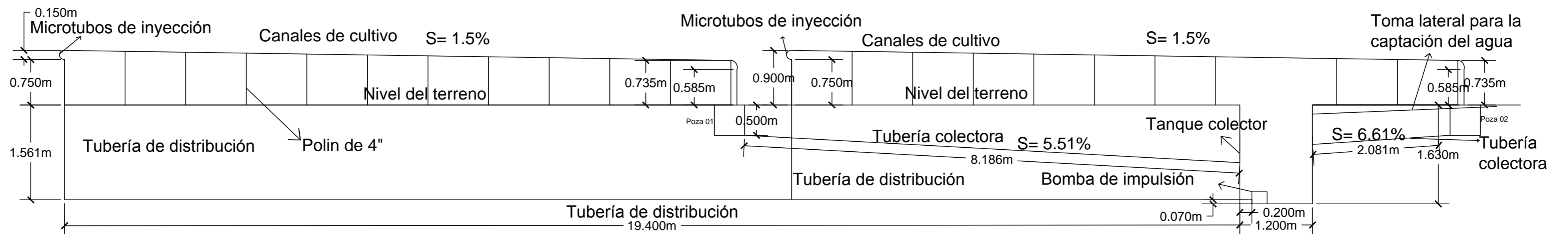
"DISEÑO HIDRÁULICO DE UN SISTEMA HIDROPÓNICO PARA OPTIMIZAR LA EFICIENCIA DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN LA AGRICULTURA DEL DISTRITO DE LA YARADA LOS PALOS, TACNA-2020"

MESA TIPICA 1-2



PLANTA

Esc 1/50




ELEVACIÓN

Esc 1/50

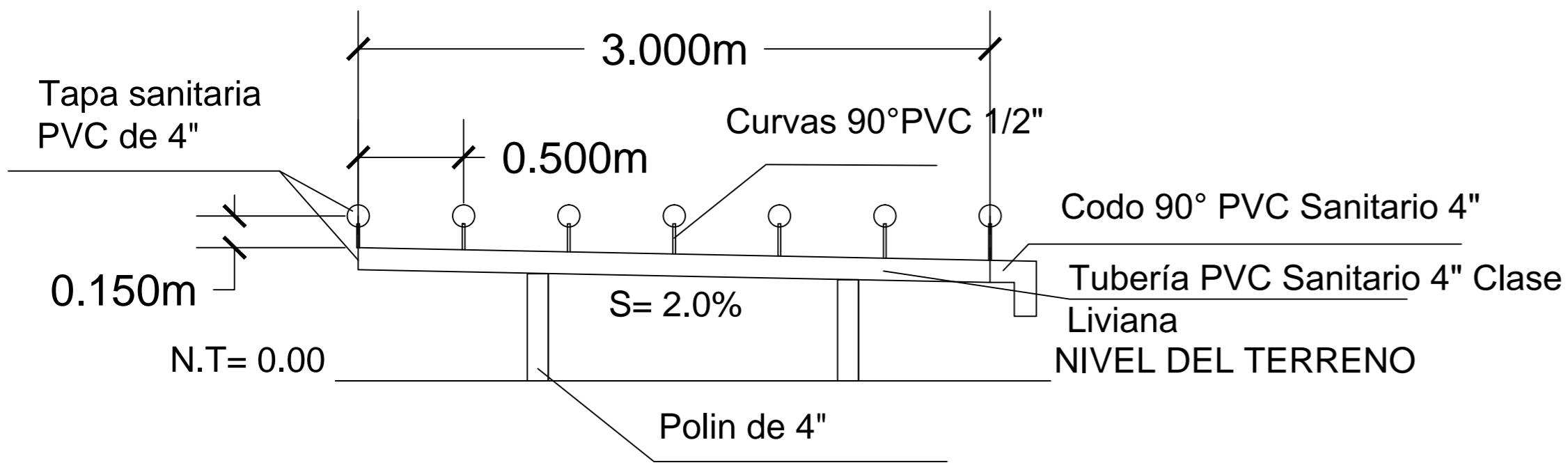
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- Canales de cultivo y tuberías de recolección : PVC 4 " SANITARIO CLASE LIVIANA
- Tubería de distribución : PVC 1" AGUA SDR 21
- Microtubos de inyección: Polietileno de 5 mm.
- Bomba Sumergible : Motor de 0.5 Hp
- Tanque colector: Polietileno de 1500 Lts
- Accesorios en tubería de distribución : 01 codo de 90° de 1" PVC, 03 Tee salida bilateral PVC, 02 válvulas de Paso PVC.
- Pozas de transición: Concreto F'c = 210 kg/cm², 50 x 50 x 50 cm, e=10cm.

	"UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA"		LAMINA:	
	TESIS: Diseño hidráulico de un sistema hidropónico para optimizar la eficiencia de los recursos hídricos en la agricultura del distrito de la Yarada Los Palos, Tacna-2020.			<h1>P - 01</h1>
	PLANO:	PLANTA- ELEVACIÓN		
	ALUMNOS:	GÁLVEZ CARI, GERSON RAMIREZ MORENO, YORCH		
ESC:	INDICADA	FECHA:	SEPTIEMBRE-2020	

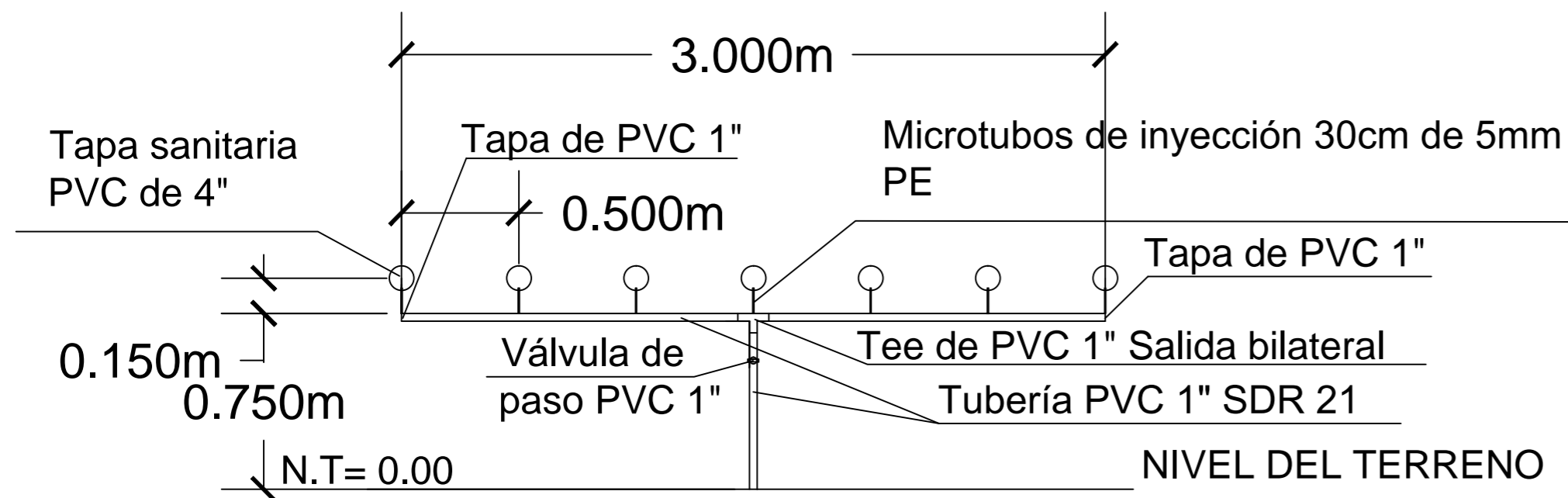
PLANO DE DETALLES

"DISEÑO HIDRÁULICO DE UN SISTEMA HIDROPÓNICO PARA OPTIMIZAR LA EFICIENCIA DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN LA AGRICULTURA DEL DISTRITO DE LA YARADA LOS PALOS, TACNA-2020"



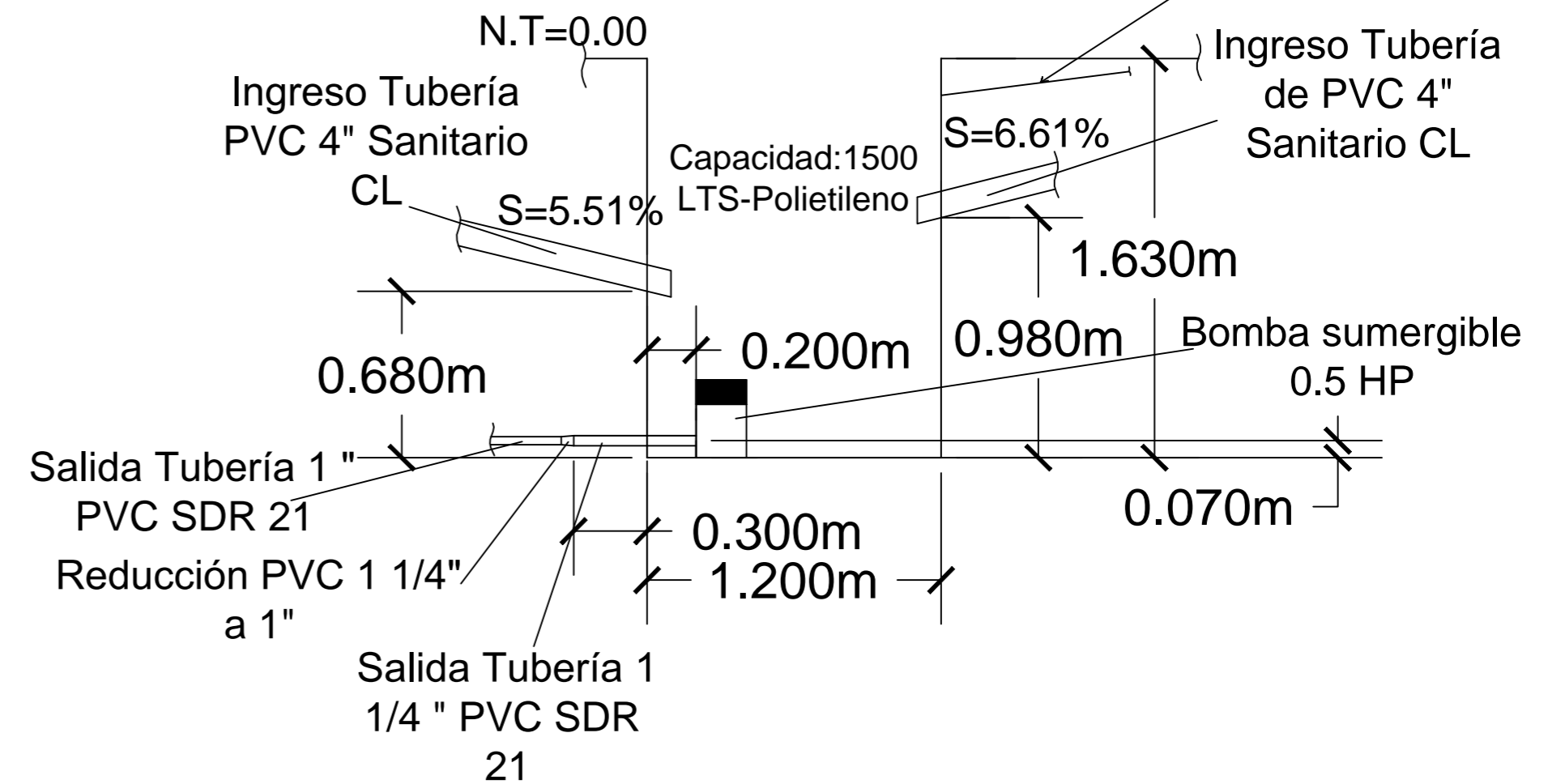
CORTE A-A DETALLE DEL COLECTOR

Esc 1/25




CORTE B-B DETALLE DEL CABEZAL

Esc 1/25

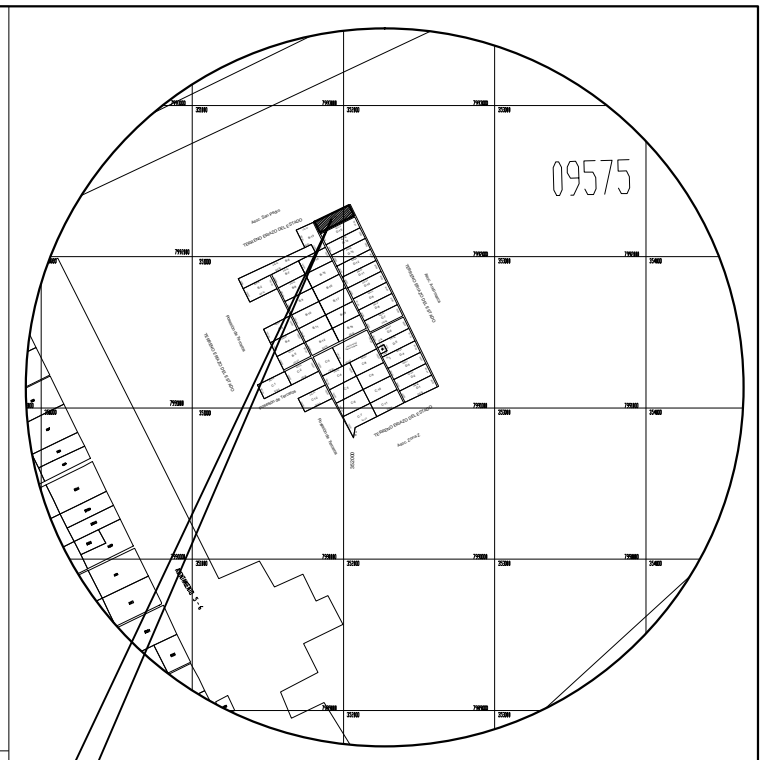
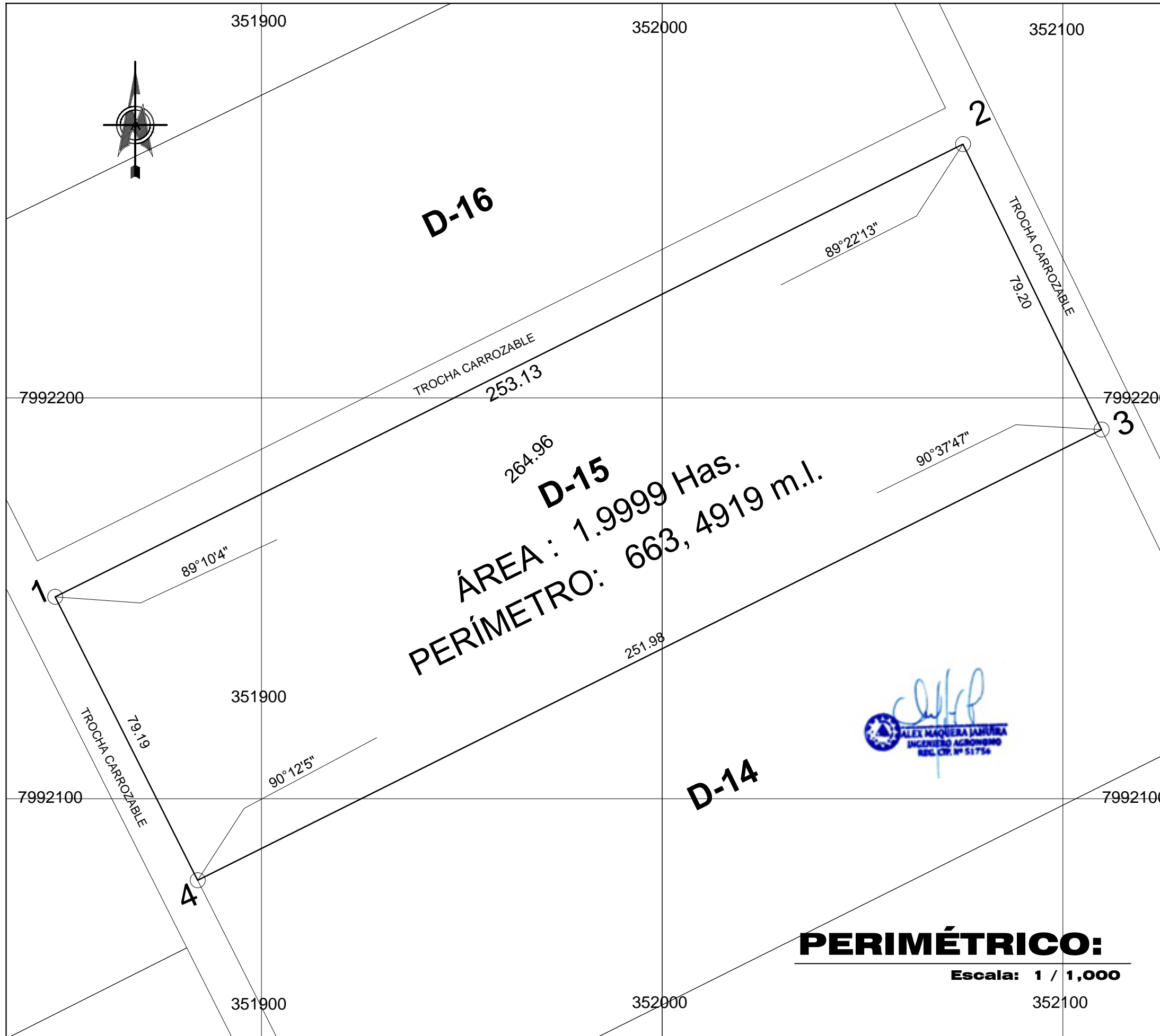


DETALLE DEL INGRESO-SALIDA EN EL TANQUE COLECTOR

Esc 1/25

	"UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA"		LAMINA:	
	TESIS: Diseño hidráulico de un sistema hidropónico para optimizar la eficiencia de los recursos hídricos en la agricultura del distrito de la Yarada Los Palos, Tacna-2020.			DE - 01
	PLANO:	DETALLES		
	ALUMNOS:	GÁLVEZ CARI, GERSON RAMÍREZ MORENO, YORCH		
ESC:	INDICADA	FECHA:	SEPTIEMBRE-2020	

PLANO DE UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO



PLANO DE UBICACIÓN

ESCALA 1/50 000



COORDENADAS U.T.M.

VERT.	ESTE	NORTE	DISTANCIA	
			VERT.	m.l.
1	X=337430.0003	Y=7984526.9998	1-2	22.10
2	X=337443.1118	Y=7984544.7941	2-3	4.30
3	X=337444.0003	Y=7984548.9998	3-10	148.82
4	X=337450.5424	Y=7984539.8931	4-5	4.00
5	X=337452.8244	Y=7984543.1797	5-6	10.58
6	X=337461.6557	Y=7984537.3548	6-7	10.30
7	X=337470.2539	Y=7984531.6836	7-8	14.30
8	X=337482.1914	Y=7984523.8100	8-23	147.84
9	X=337522.0003	Y=7984675.9998	9-17	78.23
10	X=337527.7393	Y=7984672.0267	10-9	6.98
11	X=337531.9739	Y=7984669.0950	11-18	79.31
12	X=337537.5648	Y=7984665.2244	12-11	6.80
13	X=337549.5689	Y=7984656.9139	13-19	81.13
14	X=337554.6664	Y=7984653.3848	14-13	6.20
15	X=337559.3118	Y=7984650.1688	15-20	82.21
16	X=337563.1761	Y=7984647.4935	16-15	4.70
17	X=337564.0003	Y=7984741.9998	17-18	11.97
18	X=337574.4104	Y=7984736.0914	18-19	16.15
19	X=337588.4559	Y=7984728.1197	19-20	10.80
20	X=337597.8485	Y=7984722.7887	20-21	2.40
21	X=337599.9357	Y=7984721.6041	21-22	85.63
22	X=337574.0003	Y=7984639.9998	22-23	5.59
23	X=337569.4034	Y=7984643.1823	23-24	24.91
24	X=337584.0006	Y=7984622.9997	24-25	69.40
25	X=337543.0006	Y=7984566.9997	25-26	72.03
26	X=337489.0366	Y=7984519.2951	26-8	8.20
27	X=337488.7775	Y=7984514.6742	27-28	22.63
28	X=337476.0003	Y=7984495.9998	28-1	55.47



PERIMÉTRICO:
Escala: 1 / 1,000

TÍTULO: Plano Perimétrico y Ubicación

POSESIONARIO: **NOLBERTO ROY INCACUTIPA LAYME**

FINALIDAD: **SANEAMIENTO FÍSICO Y LEGAL DE PREDIO RÚSTICO**

UBICACIÓN: **SECTOR ... DEL DISTRITO, PROVINCIA Y REGION DE TACNA**

BASE CATASTRAL Y PROG. DE DISEÑO: UBIC. GEOGR. 19s / AUTOCAD 2000 DATUM; WGS84 / COORD. CARTESIANAS

FECHA: **OCTUBRE DEL 2015**

DIBUJADO POR: **ING. ALEX E. MAQUERA JAHUIRA**

ESCALA: **INDICADA**

CELULAR: **952-675934**

PLANO: **A-3**

MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PLANO DE UBICACIÓN

MEMORIA DESCRIPTIVA

PREDIO: "PARCELA D-15"

GENERALIDADES: Se ha realizado el levantamiento topográfico de una parcela rústica denominado "**PARCELA D-15**", el Plano Perimétrico se ha dibujado a una escala de 1 /2,000 y el Plano de Ubicación a una escala de 1/100,000 tomándose como base la cartografía digital del Proyecto Especial de Titulación de Tierras y Catastro Rural de Tacna hoy COFOPRI.

FINALIDAD: Saneamiento físico y legal de predio rústico.

POSESIONARIA: NOLBERTO ROY INCACUTIPA LAYME

UBICACIÓN: El terreno se encuentra ubicado en el Centro Poblado Menor La Yarada de la Asoc. Agroindustrial Alfonso Ugarte Asentamiento 5 y 6 del Distrito, Provincia y Región de Tacna.

COLINDANCIAS:

NORTE: En línea recta de 253.13 m.l., con las vértices 1-2; que colinda con la parcela D-16 y trocha carrozable de por medio.

SUR: En línea recta de 251.98 m.l., con las vértices 3-4; que colinda con la parcela D-14.

ESTE: En línea recta de 79.20 m.l., con las vértices 2-3; que colinda con la Asoc, Ancomarca y trocha carrozable de por medio.

OESTE: En línea recta de 79.19 m.l., con las vértices 4-1; que colinda con la parcela B-13 y trocha carrozable de por medio.

COORDENADAS U.T.M.
PREDIO: "PARCELA A (MATRIZ)"

COORDENADAS U.T.M.

VERT.	ESTE	NORTE	DISTANCIA	
			VERT.	m.l.
1	X=351848.5341	Y=7992150.3884	1-2	253.13
2	X=352075.0543	Y=7992263.3351	2-3	79.20
3	X=352109.6174	Y=7992192.0790	3-4	251.98
4	X=351884.1252	Y=7992079.6249	4-1	79.19

AREA:

El terreno presenta un Área Total de 2.0000 Has.

PERIMETRO:

El terreno presenta un Perímetro Total de 663.4919 m.l.

Tacna, Octubre del 2015.



ALEX MAQUERA JAHUIRA
INGENIERO AGRÓNOMO
REG. CTR. N° 51756

**FOTOS DE UN SISTEMA
HIDROPÓNICO NFT
APLICADO AL CULTIVO DE
LECHUGA EN LA CIUDAD DE
TACNA**



Sistema hidropónico NFT aplicado al cultivo de lechuga en la Asociación Santa María del Triunfo del distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa-Tacna-Tacna.

**MEMORIA DESCRIPTIVA DEL
FORMATO 06-
FORMALIZACIÓN DE
DERECHOS DE AGUA
SUBTERRÁNEA CON FINES
AGRARIOS**

MEMORIA DESCRIPTIVA

FORMATO N° 06 FORMALIZACIÓN DE DERECHO DE USO DE AGUA SUBTERRANEA CON FINES AGRARIOS



POZO “ALFONSO UGARTE” EN EL SECTOR LA YARADA

Departamento : Tacna
Provincia : Tacna
Distrito : Tacna
Sector : La Yarada

A blue ink signature and a circular stamp. The stamp contains the text: ALEX MAQUERA JAHUIRA, INGENIERO AGRONOMO, REG. CIP. N° 51756.

TACNA

2015

FORMATO N° 06
FORMALIZACIÓN DE DERECHO DE USO DE AGUA SUBTERRANEA CON FINES
AGRARIOS

I. ASPECTOS GENERALES

1.1. INTRODUCCION

En la parcelar rustica de la manzana **D Lote 15**, ubicado en el Km 30.20 de la carretera Costanera en el Sector la Yarada, con un área total de 2.00 ha y un área bajo riego de 2.00 ha de propiedad de **Nolberto Roy Incacutipa Layme**, se utiliza el agua subterránea desde el año 2009 para actividades agrarias, lo cual se realiza de manera pública, pacífica y continua, sin contar con el derecho de uso de agua correspondiente.

Al amparo de la Decreto Supremo N° 007-2015-MINAGRI y Resolución Jefatura N° 177-ANA, que aprobó los procedimientos de Formalización y Regularización de Licencia de Uso de Agua, nos acogemos a dicho procedimiento toda vez que se justifica que somos los titulares del predio y de la actividad.

1.2. OBJETIVO.

- Regularizar el uso de agua subterránea de uso agrario de **Nolberto Roy Incacutipa Layme**.

1.3. UBICACIÓN GEOGRAFICA Y ACCESO.

1.3.1. Ubicación.

El predio del solicitante Nolberto Roy Incacutipa Layme utilizado con fines agrarios, se ubica como sigue:

Ubicación : Centro Poblado La Yarada

Sector : La Yarada

Ubicación Política:

Distrito : Tacna

Provincia : Tacna

Región : Tacna



ALEX MAQUERA JARUTIRA
INGENIERO AGRONOMO
REG. CIP. N° 51756

1.3.1.1. Ubicación Geográfica e Hidrográfica.

El predio de Nolberto Roy Incacutipa Layme se encuentra ubicado en la Asociación Agroindustrial Alfonso Ugarte, en el Sector la Yarada, en la Cuenca del Valle del Rio Caplina, cuyas coordenadas UTM se aprecian en el cuadro siguiente:

Cuadro N° 01. Ubicación Geográfica

UBICACIÓN	ESTE (m)	NORTE (m)	ALTITUD (m.s.n.m)
N	351848.5341	7992150.3684	253.13
S	352075.0543	7992263.3351	79.2
E	352109.6174	7992192.0790	251.98
O	351884.1252	7992079.6249	79.19

Fuente: Elaboración Propia.

La fuente de agua es un pozo Tipo Tubular ubicado en la Asociación Agroindustrial Alfonso Ugarte y es denominado “Alfonso Ugarte” del cual se deriva las aguas a través de tuberías de PVC de 6 pulgadas hacia las Parcelas a irrigar, estando el punto de captación inmediatamente después de la salida del pozo subterráneo que es de tipo Tipo Tubular con su respectivo sistema de medición (caudalimetro), ubicado en las coordenadas UTM – WGS84 Zona 19S que es como sigue:

Cuadro N° 02. Coordenadas del Punto de Captación del pozo subterráneo

POZO	COORDENADAS UTM		ALTITUD	INFRAESTRUCTURA DE CAPTACION
	Este	Norte		
Alfonso Ugarte	352257.89	7991388.83	148	Tuberias

Fuente: Elaboración Propia.

En cuanto a la titularidad, se hace presente que, revisada la base de datos actualizada de COFOPRI, se ha determinado que toda el área agrícola en el Sector la Yarada son posesionarios, donde los documentos; más comunes utilizados para la transferencia de bienes inmuebles son: Compra-venta ante Juez de paz, traspasos privados y certificados de Posesión, etc., toda esta documentación dará respaldo a la titularidad de los predios agrícolas que se vienen conduciendo con fines agrarios.



1.3.1.2. Vías de Acceso

Para llegar a la fuente de agua denominado "Pozo Alfonso Ugarte" en mención se parte de la ciudad de Tacna tomando la vía asfaltada hacia la carretera Costanera hasta el 20 km., a partir del cual se gira al sur entrando por una trocha carrozable hasta llegar a la la fuente de agua en 10.20 km, recorriéndose ello en un tiempo de 35 min. (Ver cuadro N° 03).

Cuadro N° 03. Vías de Comunicación y Acceso



Cuadro N° 04. Detalle de acceso

De	A	Distancia	Tiempo	Tipo de vía	Frecuencia	Transporte
Tacna	Pozo "Alfonso Ugarte" en el Sector de la Yarada	30.20 km.	35 min	Asfaltado y trocha carrozable	Diaria	Terrestre

Fuente: Elaboración Propia.


ALEX MAQUERA JAMBURA
 INGENIERO AGRÓNOMO
 REG. C.O.R. N° 51756

II. EVALUACION HIDRICA.

2.1 INVENTARIO DE FUENTES SUBTERRANEAS

Se realizó al inventario de puntos de agua de pozos subterráneos en el Sector la Yarada, en un radio de 01 km, tomando como referencia el punto de inicio desde de captación de agua materia de Regularización.

El inventario de las fuentes de agua subterránea dentro y alrededores de la zona de estudio, se realizó a partir del “Estudio de Caracterización Hidrogeológica del Valle Caplina –La Yarada (MINAG-ANA, agosto del 2009).

En total se han inventariado 07 pozos tubulares entre operativos e inoperativos dentro de la zona del área de estudio, los cuales se detallan en el cuadro N° 06.




ALEX MAQUERA JAHUIRA
INGENIERO AGRONOMO
REG. CIV. N° 51756

Cuadro N° 05. Inventario de fuentes de agua del sector del pozo de la Asociación Agroindustrial Alfonso Ugarte

IRHS	NOMBRE DEL POZO	SECTOR	COMISION DE RIEGO	UBICACIÓN		COTA	PERFORACIÓN					EQUIPO DE BOMBEO					NIVELES DE AGUA Y CAUDAL						ANÁLISIS FÍSICO				EXPLOTACIÓN										
				Coordenadas PSAD 56			TERRENO	Tipo	Año 19...	Prof. Inic. (m)	Prof. Act. (m)	Diámetro (m)	MOTOR			BOMBA		FECHA	P.R. SUELO (m)	N. ESTÁTICO			CAUDAL (l/s)	N. DINÁMICO		C.E. mmhos/cm	pH	STD (ppm ó mg/l)	T°C	ESTADO DEL POZO	USO	RÉGIMEN			VOLUMEN m ³ /año		
				ESTE	NORTE								m.s.n.m	MARCA	TIPO	HP	MARCA			TIPO	D (pulgada)	N POZO (m)		PROF (m)	cota (m.s.n.m)							PROF (m)	m.s.n.m	h/d		d/s	m/a
117	COMITÉ N° 117	ASENTAMIENTO N°	Asentamiento N° 5 y 6	350837	7990457	123,60	T	70	150,00	-	0,53	PLACA ILEGIBLE	E	-	PLACA ILEGIBLE	TV	8	12/08/2009	0,35	83,20	82,85	40,75	50,00	99,60	24,35	1,81	7,30	1158,40	25	UTILIZADO	R	18	7	12	1182600,00		
118	ASENTAMIENTO N° 5 y 6	ASENTAMIENTO N°	Asentamiento N° 5 y 6	351457	7989126	110,83	P	74	90,00	-	-	-	-	-	-	-	-	19/08/2009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
119	ASENTAMIENTO N° 5 y 7	ASENTAMIENTO N°	Asentamiento N° 5 y 6	351607	7988610	109,38	P	74	90,00	-	-	-	-	-	-	-	-	19/08/2009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
122	COMITÉ N° 122	ASENTAMIENTO N°	Asentamiento N° 5 y 6	349646	7990580	111,15	T	70	120,00	-	0,53	U.S ELECTRICAL MOTORS	E	150	PLACA ILEGIBLE	TV	10	12/08/2009	0,10	84,81	84,71	26,44	60,00	89,66	21,59	1,68	7,49	1075,20	25,9	UTILIZADO	R	18	7	12	1419120,00		
124	ASENTAMIENTO N° 5 y 6	ASENTAMIENTO N°	Asentamiento N° 5 y 6	349556	7990533	111,00	P	74	90,00	-	-	-	-	-	-	-	-	19/08/2009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
128	COMITÉ N° 128 (P. OZD N° 08)	ASENTAMIENTO N°	Asentamiento N° 5 y 6	351367	7089380	112,60	T	75	150,00	-	0,46	HIGH THRUST	E		JHONSTON	TV	-	13/08/2009	0,35	82,20	81,85	30,75	55,00	-	-	1,61	7,55	1030,4	25,1	UTILIZADO	R	18	7	12	1300860,00		
133	COMITÉ N° 03	ASENTAMIENTO N°	Asentamiento N° 04	348956	7991702	77,20	T	74	115,00	-	0,46	DELGROSA	E	150	B.J	TV	8	22/07/2009	0,00	83,93	83,93	-6,73	28,00	-	-	1,15	6,73	736	25,2	UTILIZADO	R	18	7	12	662.256,00		

Fuente: "Estudio de Caracterización Hidrogeológica del Valle Caplina –La Yarada (MINAG-ANA, agosto del 2009).

Alex Maquera Jarubá
INGENIERO AGRÓNOMO
R.D.G. N° 51756

Del cuadro de inventario se indica que el pozo más cercano al pozo en evaluación se encuentra a una distancia aproximada de 1500 Metros denominado pozo IRHS 121. Se adjunta el mapa de ubicación del pozo en evaluación y de los puntos de agua (pozos perforados) en escala conveniente.

Mapa N° 01. Mapa de ubicación de puntos de agua del Asociación Agroindustrial Alfonso Ugarte en el sector La Yarada




ALEX MAQUERA JARVIRA
INGENIERO AGRÓNOMO
REG. C.V.P. N° 51756

2.2. HIDRODINAMICA DEL ACUIFERO

El pozo de la Asociación Agroindustrial Alfonso Ugarte en el Sector la Yarada materia de Regularización, no cuenta con las condiciones técnicas suficiente para ejecutar la prueba de bombeo y dada la condición de pozo Tipo Tubular de acuerdo a lo establecido en la Resolución Jefatural N°177-2015-ANA se puede tomar datos establecidos a partir del “Estudio de Caracterización Hidrogeológica del Acuífero del Valle Caplina –La Yarada (MINAG-ANA, agosto del 2009), del cual para la Zona II donde se ubica el pozo descrito es como sigue.

CUADRO N° 06. RESULTADO DE LAS PRUEBAS DE BOMBEO – ZONA II, VALLE CAPLINA – (2002-2009)

POZO IRHS	Transmisividad ($T \times 10^{-2}$)		Permeabilidad ($K \times 10^{-4}$)		s (%)
	Descenso (m ² /s)	Recuperación (m ² /s)	Descenso (m/s)	Recuperación (m/s)	
23/01/01 – 63**	3.09	6.18	9.24	18.48	
23/01/01 – 66*	-	1.18	-	3.10	
23/01/01 – 67**	4.03	2.75	21.00	14.32	
23/01/01 – 68*	-	0.82	-	2.20	
23/01/01 – 69**	5.80	1.29	35.96	7.99	
23/01/01 – 88**	3.43	2.75	8.81	7.05	
23/01/01 – 89*	-	2.00	-	3.00	
23/01/01 – 96**	0.63	0.50	2.72	2.14	
23/01/01 – 100*	-	2.80	-	6.11	
23/01/01 – 102*	-	1.40	-	2.10	
23/01/01 – 106*	-	1.00	-	1.00	
23/01/01 – 107** (p)	0.68	0.46	1.39	0.95	4.90
23/01/01 – 108**	2.84	0.47	4.85	0.81	
23/01/01 – 112*	-	0.24	-	0.61	
23/01/01 – 117* (p)	-	2.30	-	1.00	8.40
23/01/01 – 120**	2.98	4.17	4.55	6.37	
23/01/01 – 121*	-	2.50	-	3.50	
23/01/01 – 122* (p)	-	2.40	-	1.60	10.60
23/01/01 – 126* (p)	-	2.80	-	3.40	6.10
23/01/01 – 127*	-	2.50	-	2.20	
23/01/01 – 128*	-	2.50	-	2.40	
23/01/01 – 129*	-	2.50	-	2.10	
23/01/01 – 130**	2.44	2.39	3.31	3.24	
23/01/01 – 146**	2.12	1.93	10.33	9.39	
23/01/01 – 115***	-	1.43	-	2.04	8.00
23/01/01 – 130***	3.54	-	4.35	-	8.00

Fuente: Autoridad Nacional del Agua (2009), Caracterización hidrogeológica del acuífero del valle Caplina – La Yarada

Análisis de interferencia

Para el cálculo de los radios de influencia se han utilizado los parámetros hidráulicos se han obtenido con ayuda de la información de radio de influencia calculada en el estudio de “Caracterización hidrogeológica del acuífero del valle Caplina – La Yarada (2009)”, ejecutada por la ANA, la cual es como sigue:

CUADRO N° 07. Radio de Influencia Zona II : Asentamientos

RADIOS DE INFLUENCIA A DIFERENTES TIEMPOS DE BOMBEO – ZONA II VALLE CAPLINA

POZO IRHS	Transmisividad T (m ² /s) x 10 ⁻²	Coef. Alm. S (%)	Radios de Influencia (m)								
			8 Hr	10 hr	12 hr	14 hr	16 hr	18 hr	20 hr	22 hr	24 hr
23/01/01 – 63**	6.18	5.00	283.01	316.41	346.61	374.38	400.23	424.51	447.47	469.31	490.18
23/01/01 – 66*	1.18	4.00	123.66	138.26	151.46	163.59	174.89	185.50	195.53	205.07	214.19
23/01/01 – 67	2.75	5.00	188.79	211.07	231.21	249.74	266.98	283.18	298.50	313.07	326.99
23/01/01 – 68*	0.82	5.00	103.09	115.26	126.26	136.37	145.79	154.63	163.00	170.95	178.55
23/01/01 – 69**	1.29	5.00	129.30	144.56	158.36	171.05	182.86	193.95	204.44	214.42	223.95
23/01/01 – 88**	2.75	5.00	188.79	211.07	231.21	249.74	266.98	283.18	298.50	313.07	326.99
23/01/01 – 89*	2.00	5.00	161.00	180.00	197.18	212.98	227.68	241.50	254.56	266.98	278.85
23/01/01 – 96**	0.50	5.00	80.50	90.00	98.59	106.49	113.84	120.75	127.28	133.49	139.43
23/01/01 – 100*	2.80	5.00	190.49	212.98	233.31	252.00	269.40	285.74	301.20	315.90	329.95
23/01/01 – 102*	1.40	5.00	134.70	150.60	164.97	178.19	190.49	202.05	212.98	223.37	233.31
23/01/01 – 106*	1.00	5.00	113.84	127.28	139.43	150.60	161.00	170.76	180.00	188.79	197.18
23/01/01 – 107**	0.46	5.00	77.21	86.32	94.56	102.14	109.19	115.82	122.08	128.04	133.73
23/01/01 – 108**	0.47	5.00	78.05	87.26	95.59	103.25	110.37	117.07	123.40	129.42	135.18
23/01/01 – 112*	0.24	4.00	55.77	62.35	68.31	73.78	78.87	83.66	88.18	92.49	96.60
23/01/01 – 117*	2.30	8.40	127.28	142.30	155.88	168.37	180.00	190.92	201.25	211.07	220.45
23/01/01 – 120**	4.17	5.00	232.47	259.91	284.72	307.53	328.76	348.71	367.57	385.51	402.65
23/01/01 – 121*	2.50	5.00	180.00	201.25	220.45	238.12	254.56	270.00	284.60	298.50	311.77
23/01/01 – 122*	2.40	10.60	124.71	139.43	152.74	164.97	176.36	187.06	197.18	206.80	216.00
23/01/01 – 126*	2.80	6.10	173.90	194.42	212.98	230.04	245.93	260.84	274.95	288.37	301.20
23/01/01 – 127*	2.50	5.00	180.00	201.25	220.45	238.12	254.56	270.00	284.60	298.50	311.77
23/01/01 – 128*	2.50	5.00	180.00	201.25	220.45	238.12	254.56	270.00	284.60	298.50	311.77
23/01/01 – 129*	2.50	5.00	180.00	201.25	220.45	238.12	254.56	270.00	284.60	298.50	311.77
23/01/01 – 130**	2.39	5.00	176.00	196.77	215.55	232.82	248.90	263.99	278.27	291.86	304.83
23/01/01 – 146**	1.93	5.00	158.15	176.82	193.70	209.22	223.66	237.23	250.06	262.27	273.93
23/01/01 – 115***	1.43	8.00	107.62	120.33	131.81	142.37	152.20	161.44	170.17	178.47	186.41
23/01/01 – 130***	3.54	8.00	169.33	189.32	207.39	224.01	239.47	254	267.74	280.81	293.31

Fuente: Autoridad Nacional del Agua (2009), Caracterización hidrogeológica del acuífero del valle Caplina – La Yarada

2.3. HIDROGEOQUIMICA

En todo trabajo de captación de aguas subterráneas se incluye este importante capítulo que trata de las características químicas de las aguas con vistas a su utilización tomando en cuenta el concepto de calidad.

El agua subterránea pura no existe en la naturaleza ya que este elemento es el solvente más abundante, capaz de incorporar gran cantidad de sustancias al estar en contacto con los terrenos por los cuales circula.

La calidad del agua subterránea depende mucho de las condiciones del acuífero, de su litología, de la velocidad de circulación, de la calidad de agua de infiltración, de los factores hidrodinámicos y de las actividades humanas a través de la producción de los desechos y residuos que pueden producir contaminaciones cuyos alcances son a veces insospechados.

En el presente trabajo se dan las características de interés Hidrogeoquímica para conocer la composición fisicoquímica de las aguas de las diferentes captaciones, así también se hará la evaluación a cada una de las muestras según los diagramas de química de las aguas.

2.3.1 MEDICIÓN DE PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS EN CAMPO

Los parámetros físico-químicos más importantes que medir en el campo son:

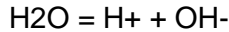
Temperatura T (°C): El parámetro más fácil de determinar. Controla la velocidad de reacciones químicas. Aumenta la profundidad con 30 °C/Km. en términos medios y con un gradiente mayor en zonas volcánicas. Variaciones estacionales permiten utilizar la temperatura como trazador.

pH: Características ácidas / básicas del agua. Depende mucho de la interacción entre roca y agua.

El término pH es una forma de expresar la concertación de ion hidrógeno o, más exactamente, la actividad del hidrógeno.

En general se usa para expresar la intensidad de la condición ácida o alcalina de una solución, sin que esto quiera decir que mida la acidez total o la alcalinidad total. En el suministro de aguas es un factor que debe considerarse con respecto a la coagulación química, la desinfección, el ablandamiento y el control de corrosión. En las plantas de tratamiento de aguas residuales que emplean procesos biológicos, el pH debe controlarse dentro de un intervalo favorable a los organismos. Tanto por estos factores como por las relaciones que existen entre pH, alcalinidad y acidez, es muy importante entender los aspectos teóricos y prácticos del pH.

La disociación iónica del agua puede presentar por el equilibrio



Su constante de disociación será:

$$K_1 = \frac{[H^+][OH^-]}{H_2O}$$



En agua pura la magnitud de su ionización es muy pequeña. Para el equilibrio solamente 10^{-7} moles/l de H^+ y de OH^- están presentes, lo cual permite suponer que la actividad o concentración del agua es esencialmente constante; así la ecuación anteriormente escrita se convierte en:

$$K_w = [H^+][OH^-] = 10^{-7} \times 10^{-7} = 10^{-14}$$

La constante K_w es conocida como la constante de ionización del agua y su valor debe satisfacer en cualquier solución acuosa. Por lo tanto, cuando se añade un ácido al agua, este se ioniza en ella aumentando la concentración de iones H^+ ; consecuentemente, debe disminuir la concentración de ión OH^- para que K_w se mantenga constante. Es evidente, por lo tanto, que en una solución ácida la concentración de ión H^+ es mayor que 10^{-7} moles/l y que en solución de una base la concentración de ión OH^- es mayor que 10^{-7} moles/l. Es importante recordar que en ningún caso la concentración de ión H^+ o de ión OH^- puede reducirse a cero, no importa lo ácida o básica que sea la solución. En la mayoría de los casos es más conveniente expresar la actividad del ión hidrógeno en términos de pH en vez de moles/l.

El pH se define como el logaritmo del inverso de la concentración del ión hidrógeno o sea,

$$pH = \log\left(\frac{1}{[H^+]}\right) = -\log[H^+]$$

Son dos los métodos generales usados para determinar el valor del pH. El método Colorimétrico el cual emplea indicadores, sustancias que exhiben diferentes colores de

acuerdo con el pH de las solución, y el método electrométrico en el cual se mide el potencial de un electrodo sensitivo a pH con referencia a un electrodo estándar.

El pH es el logaritmo inverso de las concentraciones de hidrogeniones, un valor de pH = 7.0 indica una reacción neutra. Es utilizada como índice de la alcalinidad o acidez del agua.

Potencial (mV): Indica la tendencia a liberar o recibir electrones, si el ambiente es oxidante o reductor para diferentes compuestos, si un compuesto predomina en forma oxidada o reducida. Es frecuentemente el parámetro que más tiempo necesita (hasta ½ h) para estabilizarse durante el bombeo de aguas subterráneas antes de que se puede tomar muestras

Conductividad eléctrica Cond. ($\mu\text{S}/\text{cm}$): La conductividad eléctrica es la capacidad de un agua para conducir electricidad, se mide como la conductividad que existe entre dos electrodos paralelos de 1 cm^2 de superficie cada uno y separados 1 cm., situados en el seno del agua a medir de forma que el medio se pueda considerar infinito. La resistividad eléctrica se define análogamente y es el inverso de la conductividad. Es más recomendable el uso de la conductividad ya que crece paralelamente a la salinidad.

Las unidades de conductividad, 1 microsiemens/cm ($\mu\text{S}/\text{cm}$) o micromhos/cm ($\mu\text{mhos}/\text{cm}$ o $\mu\Omega^{-1}/\text{cm}$); $1 \mu\text{S}/\text{cm} = 10^{-6} \text{ S}/\text{cm}$.

Las unidades de resistividad: 1 ohmio-cm ($\Omega\text{-cm}$).en geofísica se emplea el $\Omega\text{-m}=100\Omega$.

$$C(\mu\text{S}/\text{cm}) = \frac{10^6}{\rho(\Omega - \text{cm})}$$



La conductividad crece con la temperatura y es preciso tomar una temperatura de referencia que suele ser 18°C ó 25°C. Crece 2%/°C al aumentar la temperatura.

La conductividad crece con el contenido de iones disueltos.

A una misma temperatura, en la conductividad de un agua influye no solo la concentración iónica, sino el tipo de iones (carga eléctrica, estado de disociación, movilidad, etc.).

En aguas naturales, las variaciones de composición hacen que no exista una relación estrecha entre conductividad y residuo seco o contenido iónico, pero esa correlación es bastante buena para aguas de composición química semejante en cuanto a distribución de aniones y cationes, como por ejemplo las aguas de un mismo acuífero o las que se encuentran en un mismo río.

La conductividad varía entre 100 y 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 18°C para aguas dulces pudiendo llegar a más de 100 000 con salmueras. El agua de mar tiene alrededor de 45 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 18°C .

La conductividad está íntimamente relacionada con la suma de cationes y aniones determinada químicamente; aproximadamente el producto de la conductividad en mmhos/cm por 10 es igual a la suma de los cationes en mili equivalentes por litro; en otras palabras, la conductividad en $\text{micromhos}/\text{cm}$ dividida por 100 es igual al total de los mili equivalentes por litro de los cationes o aniones. La medida de la conductividad constituye un parámetro básico de evaluación de la aptitud del agua para riego. Directamente proporcional al contenido de sólidos (inorgánicos) disueltos (STD, mg/l).

Cuadro N° 08. Resumen de Parámetros Físicoquímicos en pozos de influencia al pozo de la Asociación Agroindustrial Alfonso Ugarte en el Sector la Yarada

IRHS	E	N	DISTRITO	SECTOR	ZONA	PROPIETARIO	FECHA	TEMPERATURA °C	C.E. (mS/cm)	pH	STD (g/l)
117	350611	7990105	TACNA	ASENTAMIENTO 5 Y 6	II	POZO (Y-2)	16/12/14	26,96	1,81	7,49	0,91
120	348824	7989252	TACNA	ASENTAMIENTO 5 Y 6	II	TICONA MAXIMO	16/12/14	26,60	1,80	7,43	0,91
121	350168	7990999	TACNA	ASENTAMIENTO 5 Y 6	II	POZO-4	16/12/14	28,43	1,80	7,59	1,04
122	349423	7990223	TACNA	ASENTAMIENTO 5 Y 6	II	ASENTAMIENTO 5 Y 6	16/12/14	27,80	1,89	7,85	0,94
126	351689	7987955	TACNA	ASENTAMIENTO 5 Y 6	II	VALDIVIA POZO-6	16/12/14	26,94	1,68	7,54	0,00
127	350337	7988338	TACNA	ASENTAMIENTO 5 Y 6	II	COHAINE HINOJOSA PZ-7	16/12/14	27,22	1,79	7,48	0,91
128	351138	7989024	TACNA	ASENTAMIENTO 5 Y 6	II	VALDIVIA SALLERES POZO	16/12/14	27,18	1,67	7,79	0,84

Fuente: Ana-II Monitoreo del Acuífero Caplina - II Campaña – 2014



ALEX MAQUERA JARURINA
INGENIERO AGRÓNOMO
REG. CIP. N° 51756

2.4. DEMANDA DE AGUA DE LA ACTIVIDAD Y REGIMEN DE APROVECHAMIENTO

La fuente de agua subterránea proviene de la fuente denominado “Pozo Alfonso Ugarte” de la Asociación Agroindustrial Alfonso Ugarte en el Sector la Yarada, de la cual viene siendo utilizada con fines agrarios por más de 06 Años por Nolberto Roy Incacutipa Layme.

Este pozo está ubicado en el ámbito del Valle del río Caplina; la cual se forma por escorrentía que procede de las aguas superficiales (deshielos, lluvia, lagunas, arroyos, etc.); existen recursos hídricos permanentes, que son alimentados por la nieve temporal y las precipitaciones pluviales; estas aguas superficiales constituyen la principal fuente de recarga de las aguas subterráneas, que se infiltra en las partes altas y percolan por el subsuelo hacia las partes bajas de la cuenca, donde afloran, dando origen al acuífero (pozo), que es una fuente de agua subterránea.

Además se ha considerado las siguientes **asunciones**

- a) El caudal máximo extraído del pozo se produce en los meses febrero, marzo y abril de cada año
- b) El caudal mínimo extraído se produce en los meses de junio, julio, agosto, septiembre y octubre; de cada año
- c) Los caudales de transición extraídos se dan en los meses de mayo, junio y noviembre, diciembre y enero de cada año.

2.4.1. DEMANDA DE AGUA

De acuerdo a la demanda de agua, éste recurso hídrico, se viene utilizando especialmente para el riego de 2.00 hectáreas de cultivo de olivo.

El nivel tecnología que se viene utilizando es de media a alta a través del uso de sistema presurizado. El sistema de riego utilizado es por goteo que permite un 90% de eficiencia en el riego. Esta técnica de riego, está permitiendo un uso eficiente y responsable del agua, y su óptimo aprovechamiento por la planta, evitando pérdidas significativas por filtración, escorrentía, etc.

La demanda hídrica para el riego de 2.00 hectáreas de cultivos de olivo, transitorios y/o temporales de la Parcela D – 15, alcanza un total de 16,798.28M3/año. Las necesidades de recurso hídrico se calculan de acuerdo al Kc del cultivo en cada fase de su desarrollo productivo anual.



La demanda del uso o consumo de agua aparece en el cuadro siguiente:

Cuadro N° 09. Demanda de agua mensualizado

Descripción	Area bajo riego (ha)	Consumo Mensualizado (m ³)												Volumen anual (m ³)
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
OLIVO	2.0000	2012.42	1765.74	1636.48	1326.87	1054.13	941.65	932.50	678.18	1070.06	1485.36	1576.55	2318.34	16,798.28
Total	2.0000	2012.42	1765.74	1636.48	1326.87	1054.13	941.65	932.50	678.18	1070.06	1485.36	1576.55	2318.34	16,798.28

Cuadro N° 10. Oferta de agua mensualizado

Unidad	Meses												Volumen total anual
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
Oferta m ³	57600	69120	57600	57600	38880	38880	38880	57600	57600	69120	69120	72000	684000

Cuadro N° 11. Balance Oferta Demanda de Agua (m³/s)

Unidad	Meses												Volumen total anual
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
Oferta	34560	41472	28224	28224	24192	24192	25920	30240	32256	38880	43200	43200	394,560.00
Demanda	2,012.42	1,765.74	1,636.48	1,326.87	1,054.13	941.65	932.50	678.18	1,070.06	1,485.36	1,576.55	2,318.34	16,798.28
Blance	32,547.58	39,706.26	26,587.52	26,897.13	23,137.87	23,250.35	24,987.50	29,561.82	31,185.94	37,394.64	41,623.45	40,881.66	377,761.72

El balance hídrico se ha realizado de acuerdo a la situación de explotación de la fuente de agua y uso en base a la demanda existente por los cultivos existentes en el predio de **Nolberto Roy Incacutipa Layme** en la cual predomina los cultivos transitorios, determinándose que existe un equilibrio entre las necesidades y la oferta existente la cual es ajustada al área bajo riego respecto al área total.

Actualmente el recurso hídrico se utiliza principalmente en cultivos como Olivo principalmente, entre los principales cultivos, los cuales se riegan mediante sistema Presurizado.

Debe indicarse que en las áreas bajo riego que comprende el predio de Nolberto Roy Incacutipa Layme el riego desarrollado es el riego tecnificado mediante riego por goteo, el cual optimiza la eficiencia de riego y aprovecha al máximo el uso de agua para riego que es escasa en Tacna y que en el caso de nuestros terrenos es muy costosa por el precio del combustible que se utiliza para el bombeo y extracción del subsuelo como para el rebombeo a las diferentes parcelas de cada socio.



ALEX MAQUERA JARHUIRA
INGENIERO AGRONOMO
R.D.C. N° 51756

2.4.2. REGIMEN DE APROVECHAMIENTO

El caudal de bombeo en litro por segundo (l/s) y régimen de aprovechamiento expresado en: horas al día, días al mes y meses al año, así como el volumen de aprovechamiento de agua por la "Parcela D - 15", se muestra en el cuadro siguiente:

Cuadro N° 11. Desagregación mensual

Unidad	Volumen de explotación mensual												Volumen total anual
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	
m3/s o l/s	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055
m3 o hm3	2012.423	1765.739	1636.476	1326.873	1054.127	941.6515	932.4966	678.1793	1070.059	1485.36	1576.553	2318.341	16798.28

Cuadro N° 12. Régimen de aprovechamiento

Nro	Código Ubigeo	Ubicación en Coordenadas UTM, Datum WGS 84, Zona ...Sur	Ø del pozo	Nivel de agua y caudal					Régimen de aprovechamiento				
				Fecha	P.R. Suelo (m)	N.E. (m)	Q (l/s)	N.D. (m)	Tipo de uso	Régimen			Volumen (m3/año)
										h/d	d/m	m/a	
Pozo N°	2301	Este: Norte:			0.00		40		Agrícola	1.225	8	12	16798.28



ALEX MAQUERA JARRIZA
INGENIERO AGRONOMO
RBC. CV. N° 51756

III. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS HIDRAULICAS:

3.1 INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA

3.1.1 FUENTE DE AGUA

Se encuentra comprendido por un pozo tipo Tipo Tubular, cuya profundidad inicial es de 88.00m, diámetro de perforación 1.30 m. El equipo de bombeo consta de una motobomba de 6 HP y una tubería de impulsión de 8 pulgadas con un caudal promedio de 40 l/s.

3.1.2. SISTEMA DE CONDUCCION

El sistema de conducción principal está constituido por una tubería de PVC de 6 pulgadas de diámetro, la cual se extiende por 0.56 km desde el pozo de explotación de Nolberto Roy Incacutipa Layme hasta los puntos de captación que se ubican en puntos a lo largo del mismo, con una capacidad de conducción de 400 l/s, mediante la tubería de derivación.

Así mismo debe indicarse que se cuenta con reservorios de almacenamiento a nivel del predio para el uso de riego tecnificado dado que la conexión con la tubería de distribución es directa a los terrenos irrigados.



ALEX MAQUERA JAMURA
INGENIERO AGRÓNOMO
REG. CP. N° 51756

ANEXOS.



Alex Maquera Jarrera
INGENIERO AGRÓNOMO
REG. CIV. N° 51756





ALEX MAQUERA JAHUIRA
INGENIERO AGRONOMO
RBG. CV. N° 51756