

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**“OPTIMIZACIÓN DEL USO DEL AGUA DEL
CANAL PRINCIPAL EN EL RIEGO DEL VALLE
DE NEPEÑA, ANCASH”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO CIVIL**

**TESISTA:
BACH. CASTILLO AMES VICTORIO**

**ASESOR:
ING. ROJAS HUGO AMADO**

**NUEVO CHIMBOTE - PERÚ
2016**

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**“OPTIMIZACIÓN DEL USO DEL AGUA DEL
CANAL PRINCIPAL EN EL RIEGO DEL
VALLE DE NEPEÑA, ANCASH”**

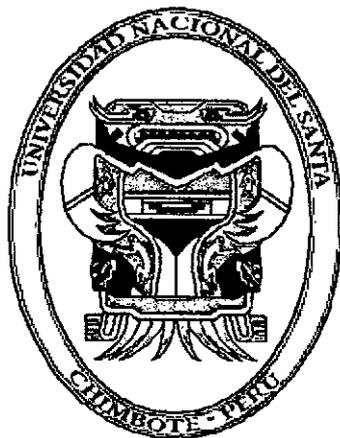
**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Hugo Amado', written over a horizontal line.

ING. ROJAS RUBIO HUGO AMADO

Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**“OPTIMIZACIÓN DEL USO DEL AGUA DEL
CANAL PRINCIPAL EN EL RIEGO DEL
VALLE DE NEPEÑA, ANCASH”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

REVISADO Y APROBADO POR EL SIGUIENTE JURADO:

ING. EDGAR SPARROW ALAMO
Presidente del Jurado

ING. ROJAS RUBIO HUGO AMADO
Integrante del Jurado

ING. A. RUBÉN LÓPEZ CARRANZA
Integrante del Jurado

DEDICATORIA

A DIOS, por ser la Luz que guía mis pasos y que siempre está junto a mí en los momentos más difíciles de mi vida.

A MIS QUERIDOS PADRES:

Victorio y Aurelia, por su dedicación y apoyo en mi formación personal y profesional.

A MIS HERMANOS:

Rubén, Edwin y Edú quienes con su empeño y colaboración permitieron la culminación de mi carrera profesional.

A MIS AMIGOS:

Rocio, Ruth, Alfredo, y Algunos amigos en general, por enseñarme el valor de la amistad.

AGRADECIMIENTO

*A nuestra **querida Alma Mater** y a sus docentes, quienes con sus enseñanzas nos brindaron una formación ética y profesional.*

*A los **Ingenieros: Hugo Amado Rojas Rubio y Abner León Bobadilla**; por su apoyo durante el desarrollo del presente trabajo de investigación.*

Nuestro especial agradecimiento a todas aquellas personas que nos brindaron su colaboración, apoyo, amistad y confianza, durante el desarrollo y culminación del presente trabajo de investigación.

Tesista.

RESUMEN

El presente trabajo de Investigación se dedica al estudio de la optimización del agua, ya que el agua es un recurso cada vez más escaso, no solo en cantidad, sino también en calidad.

Actualmente estos campesinos, con la finalidad desarrollar sus cultivos, vienen utilizando el sistema de riego por gravedad de manera rústica y anti-técnica, pero estos cultivos se presentan de forma lenta, precaria y en pocas extensiones de tierras.

Entonces surge el siguiente Planteamiento del Problema: El uso inapropiado del agua que conduce el Canal Principal Tramo Cascajal-Nepeña, por parte de los campesinos sin tierras, mediante riego por gravedad, sin aplicar ninguna técnica adecuada en el manejo del agua, contribuyendo en los rendimientos de los cultivos y en el área neta cultivable.

El estudio de los sistemas de riego presurizado permitirá conocer los parámetros implicados en la aplicación de agua bajo las condiciones normales de trabajo y determinar los cambios en infraestructura, operación y manejo para mejorar el proceso de riego. Con estos cambios se puede lograr ahorrar agua, mano de obra, energía eléctrica, suelo, así como una mejora de los rendimientos de los cultivos.

ABSTRACT

The present work of Investigation devotes itself to the study of the optimization of the water, since the water is a resource increasingly scantily, not alone in quantity, but also in quality. Nowadays these peasants, with the purpose to develop his cultures, come using the system of irrigation for gravity of a rustic and anti-technical way, but these cultures appear of slow, precarious form and in few extensions of lands.

Then the following Exposition of the Problem arises: The inappropriate use of the water that the Principal Channel leads Section Cascajal-Nepeña, on the part of the peasants without lands, by means of irrigation for gravity, without applying any technology adapted in the managing of the water, contributing in the yields of the cultures and in the clear cultivable area.

The study of the systems of irrigation presurizado will allow to know the parameters involved in the water application under the normal conditions of work and to determine the changes in infrastructure, operation and managing to improve the process of irrigation. With these changes it is possible to manage save water, manpower, electric power, soil, as well as an improvement of the yields of the cultures.

INDICE GENERAL

	PÁG.
INTRODUCCIÓN	1
I. ASPECTO GENERALES	
1.1 Aspectos Informativos	4
1.1.1 TÍTULO	4
1.1.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN	4
1.1.3 UBICACIÓN	4
1.2 Plan de Investigación	
1.2.1 Planteamiento del Problema	4
1.2.2 Objetivos	6
1.3 Hipótesis	6
1.4 Variables	6
1.5 Tipo de Diseño	7
1.6 Estrategia de Trabajo	7
II. MARCO TEÓRICO	
2.1 Métodos de Riego	10
2.1.1 Riego por Gravedad	10
2.1.2 Riego Presurizado	12
2.1.2.1 Generalidades	12
2.1.2.2 Riego por Goteo Superficial	13
2.1.2.3 Riego por Aspersión	28
2.1.2.4 Riego por Goteo No Convencional	38
2.2 Programación de Riego	45
2.2.1 Generalidades	45
2.2.2 Frecuencia de Riego	46
2.2.3 Estimación de Lámina Neta	47
2.2.4 Evapotranspiración	50

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Clima e Hidrometeorología	56
3.1.1 Climatología	56
3.1.2 Clima	57
3.1.3 Temperatura Media del Aire	57
3.1.4 Humedad Relativa	58
3.1.5 Nubosidad y Horas de Sol	58
3.1.6 Precipitación	59
3.1.7 Viento	59
3.1.8 Hidrología	60
3.2 Tipos de Suelos	62
3.2.1 Clasificación de los Suelos según su Capacidad de Uso	62
3.2.2 Clasificación de los Suelos según su Aptitud para el Riego	64
3.3 Recurso Hídrico	66

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Estado Situacional	77
4.2 Presentación de Resultados	81
4.3 Análisis de Resultados	85

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones	96
5.2 Recomendaciones	98

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	100
-----------------------------------	-----

ANEXOS	102
---------------	-----

RESUMEN	
----------------	--



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

"OPTIMIZACION DEL USO DEL AGUA DEL CANAL PRINCIPAL EN EL RIEGO DEL VALLE DE NEPEÑA, ANCASH"

INTRODUCCION

El agua es un recurso cada vez más escaso, no solo en cantidad, sino también en calidad. Por ello los campesinos están obligados a manejarla con la mayor eficiencia posible dentro de los condicionantes económicos que toda actividad productiva conlleva.

El estudio de los sistemas de riego permite conocer los parámetros implicados en la aplicación de agua bajo las condiciones normales de trabajo y determinar los cambios en infraestructura, operación y manejo para mejorar el proceso de riego. Con estos cambios se puede lograr ahorrar agua, mano de obra, energía eléctrica, suelo, así como una mejora de los rendimientos de los cultivos.

Debido a las diversas variables que intervienen en la evaluación del riego (caudal, presión, tiempo de riego, etc.) y al hecho de que todas están directa o indirectamente relacionadas, el problema de la correcta utilización del agua no tiene siempre una solución evidente ni inmediata.

La Agroindustria y la Agroexportación actualmente son buenas alternativas de desarrollo económico en el Perú y en especial en la Provincia del Santa porque en ésta jurisdicción se encuentra el P.E. CHINECAS siendo su objetivo final la Agroindustria y la Agroexportación.

La población debe estar informada de estas alternativas de desarrollo y por tanto conscientes de la razón de ser del P.E. CHINECAS.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

"OPTIMIZACION DEL USO DEL AGUA DEL CANAL PRINCIPAL EN EL RIEGO DEL VALLE DE NEPEÑA, ANCASH"

Los Estudios Definitivos del Proyecto del Canal Principal tramo Cascajal – Nepeña indican que en las áreas de incorporación, los sistemas de riego empleados serán presurizados con modernas técnicas, para el desarrollo de cultivos de alta rentabilidad orientados a la agroexportación y a la agroindustria.

Entonces debemos ser conscientes y realistas que la inversión privada con grandes capitales, es la encargada de poner en marcha el objetivo final del proyecto desde la compra del terreno, su desarrollo agrícola, producción hasta la exportación en el ámbito del P.E. CHINECAS; por lo cual se generaría puestos de trabajo que es lo que tanto hace falta al pueblo Chimbotano.

Por esta razón, surgió el interés de realizar un estudio técnico a nivel descriptivo-explicativo, en el que se plasma como alternativa de solución al problema presentado, la implementación del sistema de riego presurizado en las tierras a incorporar, con la finalidad de Optimizar el uso del Recurso Hídrico, siendo este la fuente de vida y desarrollo.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

**"OPTIMIZACION DEL USO DEL AGUA DEL CANAL PRINCIPAL EN EL RIEGO DEL
VALLE DE NEPEÑA, ANCASH"**

CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

"OPTIMIZACION DEL USO DEL AGUA DEL CANAL PRINCIPAL EN EL RIEGO DEL VALLE DE NEPEÑA, ANCASH"

CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES

1.1. ASPECTOS INFORMATIVOS

1.1.1. TÍTULO:

"OPTIMIZACIÓN DEL USO DEL AGUA DEL CANAL PRINCIPAL EN EL RIEGO DEL VALLE DE NEPEÑA, ANCASH"

1.1.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN:

Investigación Básica Descriptiva

1.1.3. UBICACION:

DISTRITO : DISTRITO DE NEPEÑA
LOCALIDADES : SAN JACINTO, SAN JOSÉ, CERRO
BLANCO, NEPEÑA, CAPELLANIA,
HUACATAMBO, MOTOCACHY Y SAN JUAN.
PROVINCIA : DEL SANTA.
DEPARTAMENTO : ANCASH

1.2. PLAN DE INVESTIGACION

1.2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

El Proyecto Especial CHINECAS, fue creado para ejecutar obras de ingeniería que permitan derivar las aguas del río Santa, con el fin de hacer posible el manejo racional del recurso destinado al mejoramiento de riego y ampliación de la frontera agrícola de los valles localizadas entre la margen izquierda del río Santa y el límite Sur del área agrícola del valle de Casma Sechín, comprendiendo a los valles de Santa-Lacramarca, Nepeña, Casma Sechín, con un total de 29 770 ha de mejoramiento de riego y 14 450 ha áreas nuevas incorporadas al riego.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

"OPTIMIZACION DEL USO DEL AGUA DEL CANAL PRINCIPAL EN EL RIEGO DEL VALLE DE NEPEÑA, ANCASH"

La principal Obra Hidráulica es sin duda el Canal Principal Tramo Cascajal-Nepeña y Casma-Sechín; se trata de un canal telescópico, con una longitud total de 131 Km. de los cuales 119 Km. corresponden a canales abiertos, 8.432 Km. a túneles (9) y 3.935 Km. a conductos cubiertos (7). El canal tiene sección trapezoidal para una capacidad de conducción de 20 m³/seg., inmediatamente después de la toma "CARLOS LEIGH" y se va reduciendo hasta 4 m³/seg conforme se deriva el agua a los terrenos de cultivo a través de las tomas.

Con la ejecución de esta obra se daría el desarrollo agrícola en las áreas nuevas que también se requiere de Infraestructura principal y secundaria como son: desarrollo físico de tierras, obras civiles y equipamiento de riego presurizado parcelario, instalación de cultivos e infraestructura física para el reforzamiento de las organizaciones de usuarios actuales y por crearse en las áreas nuevas.

En la actualidad el Canal Principal está ejecutado hasta la progresiva Km. 79+169, ubicada desde el km. 40.1 del Canal Irchim hasta unos kilómetros al sur del Río Nepeña, incorporándose al riego 9,827 has de tierras eriazas de las 14,450 has previstas, de las cuales se vendieron mediante subasta pública internacional, la cantidad de 4,200.95 has., el resto de has de tierras eriazas han sido posesionadas por agricultores (campesinos) sin tierras ubicadas en el Intervalle Lacramarca-Nepeña, que vienen usando en forma inapropiada el elemento hídrico que conduce el Canal Principal Tramo Cascajal-Nepeña mediante sistema de riego por gravedad.

Haciendo un rápido cálculo del caudal requerido para abastecer el área a regar con un total de 29 770 ha de mejoramiento de riego y 14 450 ha áreas nuevas incorporadas al riego mediante sistema de riego por gravedad, tenemos el módulo de riego que es 1 lt/seg./ha y sabiendo que el canal tiene una capacidad de 20 m³/seg. nos damos cuenta que éste sistema de riego no sería el más ideal.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

"OPTIMIZACION DEL USO DEL AGUA DEL CANAL PRINCIPAL EN EL RIEGO DEL VALLE DE NEPEÑA, ANCASH"

La tendencia del uso del agua de manera desmesurada e inapropiada tiende a incrementarse por parte de los agricultores, lo cual si sería un problema serio la falta de agua.

Ante dicha problemática sobre el uso inapropiado del agua que conduce el Canal Principal Tramo Cascajal-Nepeña, por parte de los agricultores sin tierras, mediante riego por gravedad sin aplicar ninguna técnica adecuada en manejo técnico del agua, contrario a lo que indica los Estudios Definitivos del Proyecto del Canal; surge el interés de realizar un estudio a nivel evaluativo técnico y proponer alternativas de solución al problema con la finalidad de Optimizar el uso del Recurso Hídrico.

1.2.2. OBJETIVOS

1.2.2.1. OBJETIVO GENERAL:

- Es la Optimización del uso del Agua del Canal Principal en el riego de Valle de Nepeña, Ancash.

1.2.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Prevenir el desabastecimiento de las áreas influenciadas por el riego del canal mediante el Sistema de Riego Presurizado.
- Plantear alternativas de Optimización del uso del agua como solución al problema del empleo inadecuado del recurso hídrico.

1.3. HIPOTESIS:

Si se emplea El Sistema de Riego Presurizado entonces se Optimizará el Uso del Agua que conduce el Canal Principal en el riego del Valle de Nepeña.

1.4. VARIABLES

1.4.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

- Hectáreas de terreno agrícola, irrigadas por el sistema de gravedad.



1.4.2. VARIABLE DEPENDIENTE

- Sistema de Riego Presurizado en el Valle de Nepeña.

1.5. TIPO DE DISEÑO

Diseño Básica - Descriptiva.

G : X \longrightarrow O

Donde:

G: Hectáreas de terreno agrícola "Valle de Nepeña".

X: Para Optimizar el Uso del Agua del Canal principal en el Valle de Nepeña.

O: Alternativa de aplicación del Sistema de Riego Presurizado en el Valle de Nepeña.

1.6. ESTRATEGIA DE TRABAJO

1.6.1. MÉTODO DE ESTUDIO

En la investigación se realizará una inspección y evaluación del área influenciada (tierras eriazas y tierras en uso) por el problema planteado recopilando todos los datos necesarios que permitan efectuar un buen análisis e interpretación de los resultados.

1.6.2. POBLACIÓN MUESTRAL

29 770 + 14 450 = 44,220 Has. De áreas de cultivo en el Valle de Nepeña.

1.6.3. TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

- Fuente de Información
- Entrevistas.
- Visitas Técnicas.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

**"OPTIMIZACION DEL USO DEL AGUA DEL CANAL PRINCIPAL EN EL RIEGO DEL
VALLE DE NEPEÑA, ANCASH"**

**1.6.4. TECNICAS DE PROCEDIMIENTO DE DATOS,
INTERPRETACIÓN Y ANALISIS DE RESULTADOS**

- Uso de Técnicas Estadísticas.
- Uso de Tablas.
- Uso de Computadora.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

**"OPTIMIZACION DEL USO DEL AGUA DEL CANAL PRINCIPAL EN EL RIEGO DEL
VALLE DE NEPEÑA, ANCASH"**

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO



B. DEFINICIÓN

Es un sistema de riego que consiste en introducir el agua en el surco desde la cabecera con un caudal Q_1 , comienza a infiltrar y a avanzar en forma simultánea.

Cuando el flujo de agua llegue, a la mitad de su recorrido el caudal habrá disminuido, en un valor que dependerá de múltiples factores.

El agua tiene una velocidad bi-direccional. La primera en el sentido del surco y la segunda en profundidad (percolación). Ambas íntimamente ligadas, ya que en la medida que la capacidad de infiltración sea mayor, menor caudal restará metro a metro para el avance superficial.

Se han encontrado fórmulas complejas que relacionan las distintas variables. Casi siempre son modelos matemáticos que se deben ajustar en cada caso en particular.

Identificando estas variables, podríamos decir, que las más importantes que definen la velocidad de avance en el surco son:

- Capacidad de Infiltración del suelo.
- Textura.
- Pendiente.
- Forma Geométrica del Surco.
- Humedad Residual.
- Capacidad de Campo.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

"OPTIMIZACION DEL USO DEL AGUA DEL CANAL PRINCIPAL EN EL RIEGO DEL VALLE DE NEPEÑA, ANCASH"

2.1.2. RIEGO PRESURIZADO

2.1.2.1. GENERALIDADES

La aplicación del método de riego presurizado en el Perú se da desde la década del 60 entre un convenio del Ministerio de Agricultura con la Misión Técnica de la Organización de los Estados Unidos y el Gobierno de Israel.

Actualmente en el país se estima que existan alrededor de 45,000 has. Regadas con sistemas de riego presurizado en su mayoría desarrolladas en la Costa en los departamentos de: Ica, Arequipa, Tacna, La Libertad; sembrando cultivos para la exportación como espárrago, ají páprika, árboles frutales (Olivo, Vid, Citricos) y hortalizas.

Se les denomina presurizado porque requiere de una determinada presión para operar. El agua puede ser obtenida por una diferencia de cota entre la fuente de agua (Canal Principal) y el sector a regar (VALLE DE NEPEÑA), ó por un equipo de bombeo.

Generalizando, en el riego presurizado se ha alcanzado eficiencias de aplicación entre el 70% y 95%; correspondiendo al riego por goteo el método más eficiente de aplicación de agua.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

"OPTIMIZACION DEL USO DEL AGUA DEL CANAL PRINCIPAL EN EL RIEGO DEL VALLE DE NEPEÑA, ANCASH"

2.1.2.2. RIEGO POR GOTEO SUPERFICIAL

A. DEFINICIÓN

Es un sistema de riego que consigue mantener el agua en la zona radicular en las condiciones de utilización más favorables para la planta, aplica el agua gota a gota.

De esta forma el agua es conducida por conductos cerrados desde el punto de toma hasta la misma planta a la que se aplica por medio de dispositivos que se conoce como goteros.

B. CARACTERÍSTICAS

El riego por goteo supone una mejora tecnológica importante, que contribuirá por tanto, a una mayor productividad. Siendo sus características principales:

- El agua se aplica al suelo desde una fuente que puede considerarse puntual, se infiltra y se mueve en dirección horizontal y vertical. Diferenciándose sustancialmente del riego tradicional, en la que predomina las fuerzas de gravedad. También difiere en el movimiento de las sales.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

"OPTIMIZACION DEL USO DEL AGUA DEL CANAL PRINCIPAL EN EL RIEGO DEL VALLE DE NEPEÑA, ANCASH"

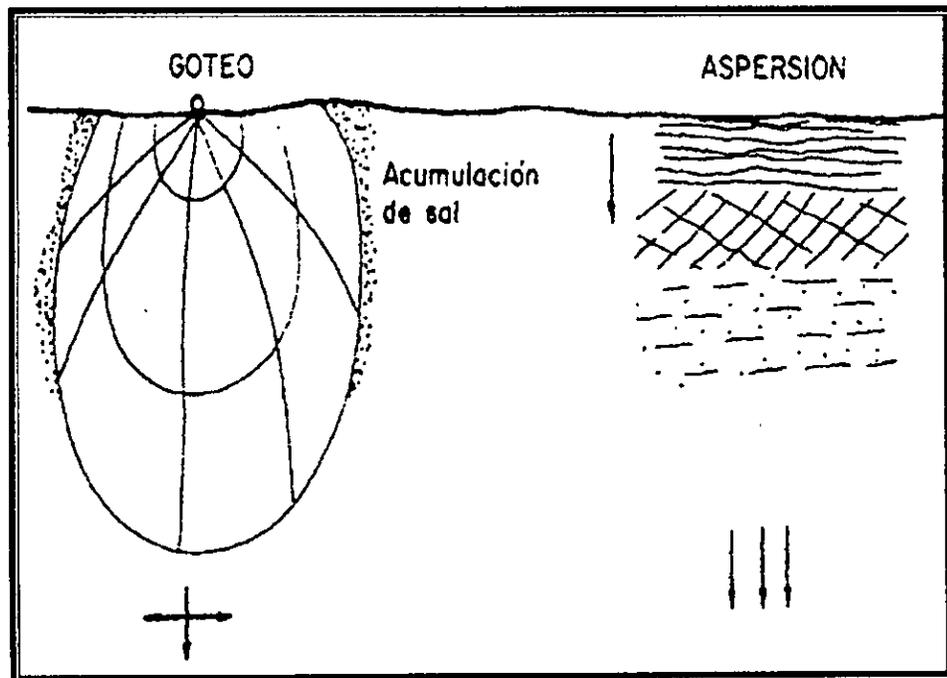


Fig. N° 2.01. Bulbo de Humedad en Riego por Goteo y Aspersión.

- No se moja todo el suelo sino sólo parte del mismo que varía con las características del suelo, el caudal del gotero y el tiempo de aplicación. En ésta parte húmeda es en la que la planta concentrará sus raíces y de la que se alimentará.

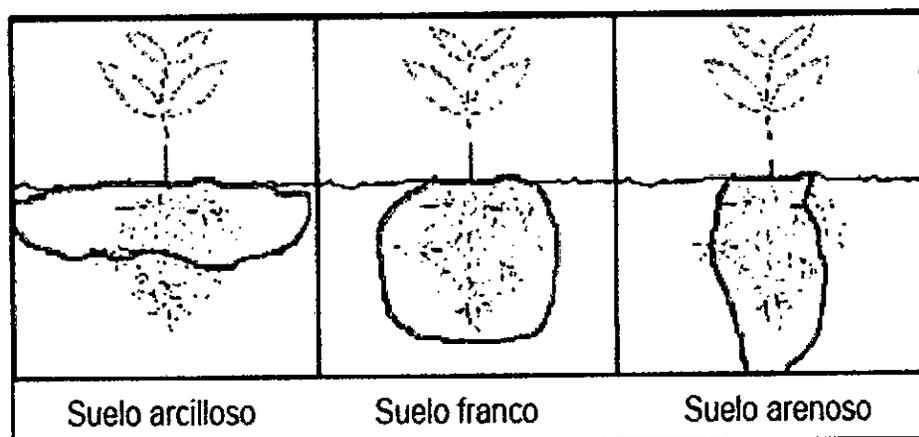


Fig. N° 2.02. Bulbo de Humedad en Diferentes Tipos de Suelo.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

"OPTIMIZACION DEL USO DEL AGUA DEL CANAL PRINCIPAL EN EL RIEGO DEL VALLE DE NEPEÑA, ANCASH"

- Al existir zonas secas no exploradas por las raíces y zonas húmedas puede considerarse en cierto modo un cultivo en fajas o surcos pero con sistema radical inferior al normal. Esto significa que sobre una faja de goteo habrá más plantas que en una de riego tradicional.
- El mantenimiento de un nivel óptimo de humedad en el suelo, implica una baja tensión del agua en el mismo. El nivel de humedad que mantiene en el suelo es inferior a la **Capacidad de Campo (C.C.)**, lo cual es muy difícil conseguir con otro sistema de riego, pues habría que regar diariamente y se produciría encharcamientos y asfixia radicular.
- Requiere un abono frecuente pues como consecuencia del movimiento permanente del agua en el bulbo puede producirse un lavado excesivo de nutrientes.

C. VENTAJAS

- Ahorro importante de agua y mano de obra. Es normal el ahorro de agua en un 50% respecto a los sistemas convencionales y en ocasiones supera ésta cifra.
- Posibilidad de regar cualquier tipo de terreno por accidentados y pobres que sean. La pendiente de terreno no es un obstáculo a éste tipo de riego, por la regulación de caudal que puede conseguirse.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

"OPTIMIZACION DEL USO DEL AGUA DEL CANAL PRINCIPAL EN EL RIEGO DEL VALLE DE NEPEÑA, ANCASH"

Así mismo los suelos pobres o de poco espesor tampoco presentan inconvenientes, pues en cierto modo el goteo es una forma de hidroponía en el que el terreno actúa de sostén.

- Utilización de aguas de peor calidad, es decir, puede utilizarse aguas salinas e incluso aplicarse en suelos más salinos.
- Aumento de producción, adelantamiento de cosechas y mejor calidad de los frutos, como consecuencia de tener la planta satisfecha sus necesidades de agua y nutrientes en cada instante.
- Permite realizar simultáneamente al riego otras labores culturales, pues al haber zonas secas, no presenta obstáculo para desplazarse en el terreno.
- No altera la estructura del terreno.

D. INCONVENIENTES

- Inversión inicial elevada, por lo que existe una limitación de tipo económico.
- Se precisa una mayor calificación por parte de los usuarios que en cualquiera de los otros sistemas de riego.
- Si se proyecta o se instala mal puede ocasionar la pérdida de la cosecha por falta de agua o nutrientes.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

"OPTIMIZACION DEL USO DEL AGUA DEL CANAL PRINCIPAL EN EL RIEGO DEL VALLE DE NEPEÑA, ANCASH"

- Obstrucción de los goteros por las partículas que arrastra el agua y que en ocasiones puede acarrear daños a la instalación y al cultivo.
- En zonas áridas en que no existe posibilidad de lavado, el uso sistemático y durante varios años de agua de mala calidad pueden arruinar los terrenos de cultivos sino se riega de forma adecuada.

E. PARTES CONFORMATIVAS DEL SISTEMA

1. Cabezal de Riego

Está constituido por los sistemas de impulsión, fertirrigación y filtrado.

1.1. Sistema de Impulsión

Sólo es necesaria su instalación en el caso en que el agua no llegue al terreno con suficiente presión. Para ello se emplean las bombas de riego, que suelen ser centrífugas, normalmente accionadas por motores eléctricos, o motores de combustión (gasolina o diesel) cuando no se dispone de electricidad.

1.2. Sistema de Fertirrigación

Mediante este sistema se incorporan y distribuyen a través del agua de riego los abonos, productos fitosanitarios y otros tipos de productos a aportar al cultivo.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

"OPTIMIZACION DEL USO DEL AGUA DEL CANAL PRINCIPAL EN EL RIEGO DEL VALLE DE NEPEÑA, ANCASH"

Aún es común el uso de "abonadoras" o tanques de fertilización, aunque cada vez son más empleados los sistemas que introducen los fertilizantes mediante inyectores o por bombas de inyección e incluso aquellos en los que la incorporación se realiza aprovechando la aspiración del equipo de impulsión.

- Los tanques de fertilización o "abonadoras" son depósitos cerrados, metálicos o fabricados a base de fibra. Están unidos a la red principal de riego mediante dos mangueras flexibles con sendas llaves de paso y, a veces, manómetros.

Durante la incorporación del abono al tanque, se mantienen cerradas las dos llaves que lo comunican con la red de riego, para impedir el paso del agua a través de éste.

Posteriormente se abren las dos llaves de paso y se deja entreabierta la llave situada en la red de riego entre las dos válvulas anteriores para regular la diferencia de presión que obliga al agua a pasar por la "abonadora", arrastrando los fertilizantes hacia la red.

Con este sistema de abonado la concentración de fertilizantes en el agua de riego no es constante a lo largo de tiempo de riego, pero es el más extendido debido a su bajo costo y fácil manejo.



“OPTIMIZACION DEL USO DEL AGUA DEL CANAL PRINCIPAL EN EL RIEGO DEL VALLE DE NEPEÑA, ANCASH”

- Los sistemas en los que se emplea la **inyección** generalmente están constituidos por un depósito abierto, donde se prepara la solución de fertilizantes, desde donde se inyecta a la red de riego a una presión superior, mediante una bomba inyectora de pistón o membrana, que puede ser hidráulica o estar accionada por un motor eléctrico o de combustión. La inyección de fertilizantes se realiza de forma más constante que en el caso de las abonadoras a lo largo del tiempo de riego.
- El sistema de **aspiración directa** consta de un depósito donde se prepara la solución de fertilizantes, que está conectado con el tubo de aspiración de la bomba de riego.

1.3. Sistema de Filtrado

El equipo de filtrado es fundamental para evitar posibles obturaciones en el pequeño diámetro del conducto del gotero. Suelen utilizarse filtros de arena, filtros de malla o filtros de anillos y es común que aparezcan a la vez filtros de malla y de anillos en el cabezal de riego y filtros de malla en la red de distribución.

Todos los elementos de este sistema requieren de un mantenimiento periódico, para lo cual es útil colocar manómetros antes y después de éstos, procediendo a la limpieza cuando se colme una “diferencia de presión máxima aceptable” que normalmente se establece en 5 m.c.a. (metros de columna de agua).



2. Red de Distribución

Está constituida por una red de tuberías que distribuyen el agua de riego desde la entrada en el cabezal, donde suele colocarse una llave de paso para regular la presión y a veces un manómetro a las tuberías portagotos. Generalmente son tuberías de polietileno, frecuentemente con diámetros de 32, 40, 50 ó 63 mm, ó de PVC (policloruro de vinilo) y diámetros de 75 ó 90 mm. Las tuberías o ramales portagotos están fabricados a base de polietileno y suelen presentar diámetros de 12 ó 16 mm y una separación entre goteros de 30 cm.

3. Emisores

Los emisores o goteros deben dar un caudal bajo, por lo que conviene que los diámetros sean pequeños, pero esto puede provocar que se produzcan obturaciones, de forma que existen diversos diseños de goteros.

F. EFICIENCIA Y UNIFORMIDAD

Importancia:

El Riego por Goteo es un sistema de alta eficiencia de funcionamiento ideal al 100% sin embargo en la práctica esto no puede conseguirse nunca.

La evapotranspiración es un factor que incide sobre la eficiencia de la cual no podemos controlarla. La uniformidad es otro factor muy importante incidiendo sobre la distribución de presiones, la cual se puede controlar y que dependerá para una mayor eficiencia.



"OPTIMIZACION DEL USO DEL AGUA DEL CANAL PRINCIPAL EN EL RIEGO DEL VALLE DE NEPEÑA, ANCASH"

- a. Partículas sólidas que lleva el agua en suspensión, algunas de las cuales atraviesa los sistemas de filtración.
- b. Precipitados químicos que se forma debido a la composición química del agua o de los abonos que se utilizan.
- c. Debido a las causas puramente biológicas (Semillas de plantas acuáticas, algas, células de microorganismos, esporas, bacterias, plancton).

3.2. Obstrucción de los filtros

La limpieza de los filtros, que constituyen parte fundamental del cabezal de riego, es aconsejable hacerla después de cada riego. Para comprobar si los filtros están obstruidos deben leerse los manómetros colocados a la entrada y salida de los mismos y **comprobar el descenso de presión.**

Se limpiará cuando ésta decaiga 2 mt. en los filtros de malla y 5 mt en los de arena.

3.3. Desajuste de las válvulas

Se da como consecuencia del prolongado funcionamiento del sistema y de la calidad del agua que con frecuencia se utiliza en el goteo, las distintas válvulas se van desgastando y terminan por no funcionar.

Las válvulas reguladoras de presión se ven afectadas por el ataque del agua a la membrana que hace la regulación. Conviene comprobar periódicamente la presión a la salida de la misma.



H. DATOS BÁSICOS PARA UN PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RIEGO POR GOTEO

Gran parte de ellos se obtiene directamente sobre el predio y proporciona la información suficiente y limitaciones a la que habrá que ajustarse en el proyecto, estos datos son:

- Área y Superficie del Predio.
- Cotas sobre el Nivel del Mar.
- Tipo de Suelo.
- Tipo de Cultivo.
- Marco de Plantación.
- Caudal Total Disponible.
- Disponibilidad de Reservorio y su Capacidad.
- Distancia Reservorio – Cabecera de Parcela.
- Altura del Reservorio sobre el Terreno a Regar.
- Calidad de Agua del Riego.
- Disponibilidad de Energía Eléctrica.
- Horas que se Regará por Día.
- ETP Máximo Diario.
- Análisis de Suelos.



I. SALINIDAD

1. El Problema de las Sales

El agua contiene una serie de sales que son aportadas al terreno mediante el riego, y pasan a la solución de éste limitando el crecimiento de las plantas al dificultar la absorción por las raíces.

De las sales del suelo sólo una pequeña fracción es absorbida por las plantas. No son transportadas a la atmósfera por evaporación por ello tienden a acumularse en las zonas en que se produce un descenso de humedad, es decir en la proximidad de raíces y en la superficie del suelo. A medida que las plantas extraen el agua del suelo aumenta la concentración de sales presentes en la solución del suelo y en ocasiones se produce su precipitación.

Para eliminarlas hay que recurrir al lavado, que las arrastra lejos de la masa radicular.

Para que la zona radicular se mantenga a niveles aceptables, está relacionado con el manejo del agua de riego.

La utilización de un sistema de riego u otro tiene gran importancia por el distinto uso que hacen del agua y la mayor o menor cantidad de sales que aportan al terreno.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

"OPTIMIZACION DEL USO DEL AGUA DEL CANAL PRINCIPAL EN EL RIEGO DEL VALLE DE NEPEÑA, ANCASH"

2. El Riego por Goteo y la Salinidad

Entre las ventajas que presenta el Riego por Goteo se cita una de las más importantes la posibilidad de utilizar aguas salinas o al menos con un contenido en sales superior a las que pueda emplearse con cualquier otro sistema de riego, sin que disminuya los rendimientos.

Características del riego por goteo que favorece estos resultados:

1. Al emplear volúmenes de agua menores se aportan también menos sales al terreno, siendo la salinidad o el deterioro del terreno menor.
2. No se moja las partes aéreas de las plantas evitando las quemaduras que ocurre por ejemplo con el riego por aspersión en los días de fuerte insolación.
3. Se riega a intervalos menores, lo que permite mantener niveles de humedad altos en el terreno.

Además no hay que olvidar un último factor tan importante como es el elemento humano que con sus prácticas controla la aplicación del agua y por tanto el sistema y el producto final, **el cultivo**.



2.1.2.3. RIEGO POR ASPERSIÓN

A. DEFINICIÓN

Este método de riego presurizado consiste en aplicar gotas de agua en forma de lluvia más o menos intensa y uniforme sobre el suelo, con el objeto de que infiltre en el mismo punto donde cae.

Se busca aplicar una lámina que sea capaz de infiltrarse en el suelo sin producir escorrentía. Si el equipo está bien diseñado respecto al tipo de suelo que deseamos regar obtendremos una lámina muy uniforme sin que se presente escurrimiento.

Este efecto de lluvia se consigue gracias a la presión con que fluye el agua dentro de un sistema de tuberías y es expulsada al exterior a través de las boquillas de un aspersor.

Normalmente, la presión requerida se obtiene a partir de bombas hidráulicas las cuales aspiran el agua desde un canal, río ó pozo.

Sin embargo, el sistema también puede operar sin bombas cuando la fuente de agua se encuentra en una posición más elevada que el terreno a regar (40 a 50 m).



B. PARTES CONFORMATIVAS DEL SISTEMA

1. Motobomba

Aspira el agua desde la fuente y la impulsa por las cañerías hasta los aspersores, creando la presión necesaria.

Las bombas más empleadas son las centrífugas con motor eléctrico ó de combustión interna.

2. Cañerías

Conducen el agua hasta los aspersores. Pueden ser fijas, semifijas y móviles.

Las fijas pueden ser metálicas o de fibrocemento mientras que un ala móvil está constituida generalmente por tubos de aluminio en tramos de 6 m. de largo por 2" a 8" de diámetro. Los tramos se unen con accesorios de acoplamiento rápido.

3. Los aspersores o rociadores

Pueden ser fijos o giratorios, siendo estos últimos los más usados.

C. CLASIFICACIÓN

Los sistemas de riego por aspersión se pueden clasificar en función de la movilidad de sus diferentes componentes. Los equipos estacionarios permanecen fijos mientras riegan y los de desplazamiento continuo se desplazan constantemente en el periodo de riego.



1. Sistema de Riego por Aspersión Estacionario

Un equipo clásico de riego por aspersión estacionario se compone de: unidad de bombeo, tuberías, aspersores y accesorios.

- **Unidad de bombeo:** Es una instalación con equipos de elevación mecánica, cuyo objetivo es aspirar el agua desde una fuente elegida e impulsarla a la red de tuberías.
- **Tuberías:** Se distinguen los siguientes tipos de tuberías:
 - * Tuberías laterales o ramales, que llevan los aspersores.
 - * Tubería submatriz (secundaria), que entrega agua a las laterales.
 - * Tuberías matriz o de conducción (principal), que lleva agua desde la fuente de abastecimiento hasta la tubería submatriz.

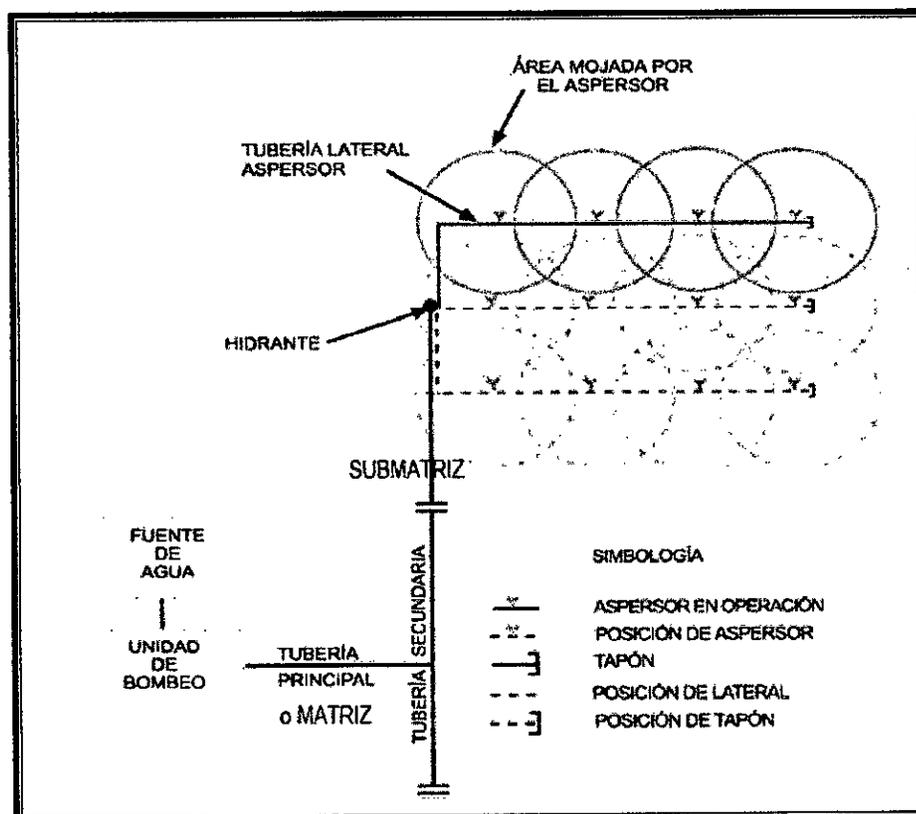


Fig. N° 2.03. Sistema de Riego por Aspersión Estacionario.



1.1. Riego por Aspersión con Equipos Estacionarios Fijos

La red de tuberías fijas es un sistema de riego que cubre simultáneamente la totalidad de la superficie. El riego se efectúa abriendo y cerrando válvulas ubicadas en los laterales en forma escalonada.

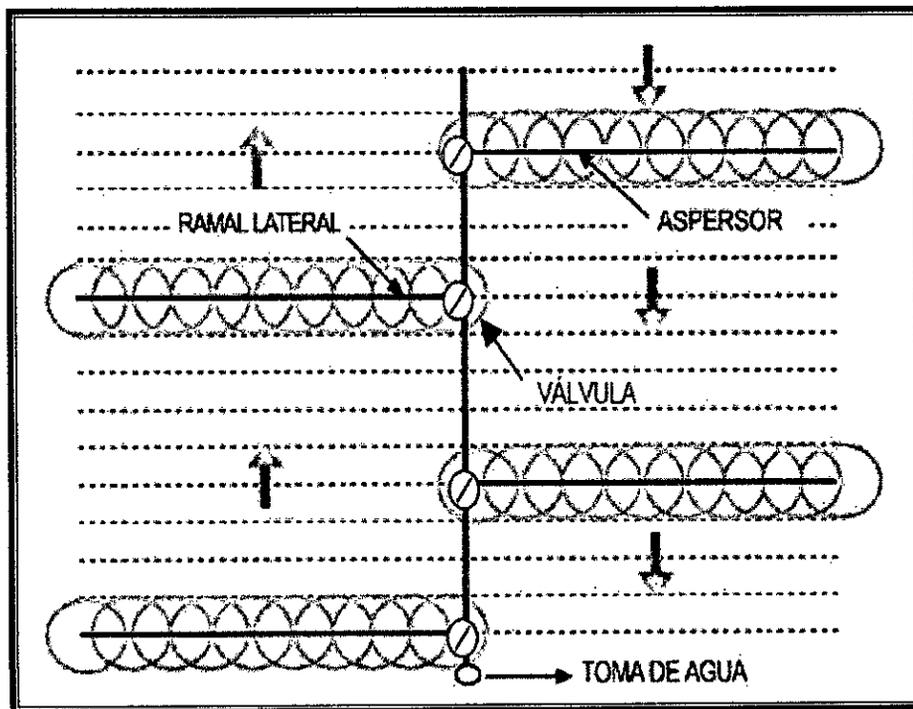


Fig. N° 2.04. Sistema de Riego por Aspersión con Equipo Estacionario Fijo.

1.2. Riego por Aspersión con Equipos Portátiles

En este caso todas las tuberías (Submatriz y los laterales), se trasladan de un punto a otro del campo a medida que se riega. Este sistema tiene un costo de inversión inferior al fijo, pero requiere mano de obra para el traslado de tuberías.



1.3. Riego por Aspersión con Equipos Semi Portátiles

La submatriz suele ser fija, ubicada ya sea sobre la superficie del suelo o enterrada, mientras que los laterales se trasladan de un lado a otro.

En general, conforme se aumenta el número de elementos fijos de la red de tuberías de un sistema de riego, los costos de inversión en instalación se incrementan y los requerimientos de mano de obra disminuyen.

2. Sistemas de Riego por Aspersión con Equipos de Desplazamiento Continuos

2.1. Carros Autopropulsados o Carrete de Riego

Corresponden a un sistema de aspersión que aplica agua en movimiento, por medio de un aspersor de gran tamaño (cañón de riego) colocado sobre un carro con ruedas o patín, el cual es arrastrado por su propia manguera flexible, por la cual recibe agua a presión. La manguera se enrolla en un tambor.

Para efectuar el riego se desenrolla la manguera tirando del carro portacañón con ayuda de un tractor hasta situarlo junto al borde del potrero, tras lo cual puede comenzar el riego.

Este tipo de máquina es adecuado para climas húmedos o semihúmedos, donde se necesita de riegos de apoyo, ya que el consumo de energía es muy alto para usarlo en riegos continuos. El sistema funciona mojando franjas de hasta 130 m. de ancho.



2.2. Pivote central

Es un sistema que aplica agua formando una superficie de riego circular, aplicando riegos pequeños y frecuentes (por ejemplo diarios). El agua es abastecida al punto central, el cual entrega el agua y la potencia hacia el sistema, sosteniendo el tramo vertical de la tubería y la junta que permite el giro del pivote.

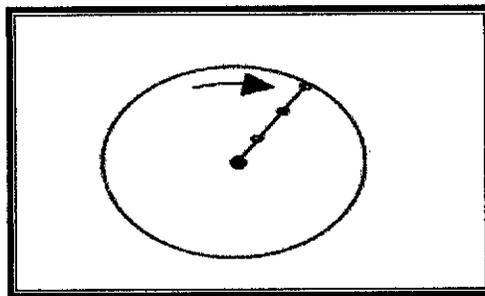


Fig. N° 2.05. Superficie de Riego de un Pivote.

2.3. Lateral de avance frontal

El continuo perfeccionamiento de los sistemas de pivote central y sistemas esquineros ha conducido al desarrollo de un sistema de avance frontal, en línea recta, para el riego de campos rectangulares.

Se trata del mismo tipo de estructuras de varios tramos, viaja en línea recta y puede regar hasta el 95% de terrenos cuadrados o rectangulares.

Es abastecido de agua a través de un canal paralelo a la dirección de movimiento, o de una cañería subterránea o mediante una larga manguera flexible conectada a una red de tuberías.



Existe un poco de erosión en el canal alimentador y en la huella dejada por el arrastre de la manguera flexible.

Sus características lo hacen adaptable a cualquier cultivo y a cualquier situación de suelo, constituyéndose en la más moderna de las actuales "máquinas de riego en gran escala".

D. VENTAJAS E INCONVENIENTES FRENTE AL RIEGO POR GRAVEDAD

VENTAJAS

- No es necesaria la preparación y nivelación previa del suelo, tanto en terrenos llanos como ondulados. Al suprimir la nivelación se disminuyen los costos de inversión y se evita la pérdida de fertilidad del suelo. Como no necesita canales, acequias y regueras, queda disponible para el cultivo la mayor parte del terreno regable.
- En el riego por aspersión se necesita menos mano de obra que en el de riego por gravedad.
- Se puede utilizar en una gran variedad de suelos, incluso en aquellos que exigen riegos frecuentes y ligeros. Puesto que la cantidad de agua aplicada únicamente es en función del tiempo.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

"OPTIMIZACION DEL USO DEL AGUA DEL CANAL PRINCIPAL EN EL RIEGO DEL VALLE DE NEPEÑA, ANCASH"

- El riego por aspersión permite establecer calendarios de riego muy perfeccionados ya que tenemos un perfecto control sobre la dosis aplicada en cada riego y por tanto permite el ahorro de agua.
- Se puede utilizar también para realizar fertilizaciones y tratamientos fitosanitarios. La incorporación del fertilizante en el agua de riego permite un fraccionamiento del abonado que es realmente eficaz para conseguir un desarrollo óptimo del cultivo y evitar pérdidas de fertilizantes.
- Es el método más eficaz para el lavado de sales aunque la energía empleada en la aplicación encarece la operación.

INCONVENIENTES

- El riego por aspersión no puede utilizarse cuando se tienen aguas salinas. Se originan problemas de salinidad en las hojas. Las pérdidas por evaporación y arrastre son mayores que en el riego por goteo. También pueden resultar importantes las pérdidas por escorrentía superficial. Esto se debe a que, al evaporarse el agua, aumenta la concentración de sales en la superficie de las hojas de los cultivos.
- Mala uniformidad en el reparto del agua por la acción de fuertes vientos.



- Elevado costo de primera instalación (que es inversamente proporcional a la superficie de riego) y gastos derivados del costo energético necesario para dar presión al sistema. Sin embargo, esto se compensa con la supresión de otros gastos (nivelación, construcción de acequias, etc.).

E. VENTAJAS E INCONVENIENTES FRENTE AL RIEGO POR GOTEO

VENTAJAS

- Es más difícil que se obstruyan las boquillas de los aspersores que los pequeños emisores del riego por goteo.
- Se obtienen mejores resultados en suelos pesados. En el riego por goteo puede haber problemas por deficiente aireación ó por dificultad de un control de salinidad en superficie.
- El riego por aspersión puede aplicarse en cultivos sembrados a altas densidades.
- Se reduce la pérdida de elementos fertilizantes por lixiviación ya que se puede adaptar la dosis de riego a las características del suelo de la parcela.



INCONVENIENTES

- Las pérdidas por evaporación y arrastre son mayores que en el riego por goteo. También pueden resultar importantes las pérdidas por escorrentía superficial.
- En el riego por aspersión, si el suelo es muy arcilloso y se aplican dosis altas de riego, pueden presentarse problemas de aireación.
- En el riego por aspersión no se pueden utilizar aguas con un alto índice de salinidad.
- En el riego por goteo hay un mejor aprovechamiento de los fertilizantes y productos aplicados en el riego.
- En el riego por aspersión, el control sobre las malas hierbas no es tan eficaz como en el riego por goteo. Esto es debido a que en riego por aspersión se moja toda la superficie del suelo.
- El riego por aspersión necesita en general más mano de obra que el riego por goteo.



- La red hidráulica está compuesta de un conjunto de tuberías de policloruro de vinilo (PVC) distribuidas en tubería de conducción y de distribución lateral de riego. En éstas últimas se utilizan tuberías de PVC perforadas con orificios de 1mm de diámetro o cintas de riego.
- El sistema de filtrado utiliza materiales caseros que pueden ser esponjas plásticas, malla de nylon o acero.

C. COSTOS

Frente a los sistemas de riego tecnificado convencional, cuyos costos por hectárea no bajan de 2 mil dólares, sin considerar los costos de mantenimiento que también son elevados, el sistema de riego INIA representa una alternativa cómoda.

El gasto en materiales (tuberías PVC, codos y filtros) en los módulos para áreas de mil metros cuadrados está entre los S/. 550 a S/. 950 nuevos soles, para regar una hectárea de cultivos transitorios S/. 2,500 nuevos soles y para frutales aproximadamente S/. 1,500 nuevos soles.

Adicionalmente, se requiere invertir en la construcción de un reservorio de tierra y la cobertura plástica que lo impermeabiliza (S/2.50 el metro cuadrado).

La instalación y capacitación de los agricultores corre por cuenta del INIA, debiendo asegurarse alojamiento para sus técnicos.



"OPTIMIZACION DEL USO DEL AGUA DEL CANAL PRINCIPAL EN EL RIEGO DEL VALLE DE NEPEÑA, ANCASH"

Pero, no obstante a sus bajos costos, no habría forma de acceder a esta novedosa tecnología sin alguna forma de financiamiento. *Si no hay crédito para producir, ¿cómo hacer que este sistema de riego sencillo y barato sea accesible a los pequeños agricultores?*

Frente a ello, el Instituto ha propuesto crear un fondo especial destinado a financiar la instalación del sistema en 100 mil hectáreas por año. La meta es tecnificar el riego de un millón de hectáreas en 10 años. Para el financiamiento del programa durante los tres primeros años se requieren 750 millones de soles a razón de 250 millones por año, unos 75 millones de dólares.

La idea es que este fondo opere bajo el sistema rotatorio a través de créditos pagaderos en tres años. La propuesta ha sido canalizada al gobierno.

De cualquier modo, la iniciativa debe tomarla el Estado a través de un fondo semilla y de mecanismos que incentiven la asociación entre grupos de agricultores para aprovechar economías de escala y para la realización de programas de capacitación. Con el diseño del sistema de riego INIA se ha dado el primer paso. Aún falta mucho por hacer.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

"OPTIMIZACION DEL USO DEL AGUA DEL CANAL PRINCIPAL EN EL RIEGO DEL VALLE DE NEPEÑA, ANCASH"

D. PARTES CONFORMATIVAS DEL SISTEMA

1. Desarenador o Sedimentador

Estructura Hidráulica que permite eliminar las materias sólidas en suspensión (arena, limo y arcilla).

2. Reservorio

Es el lugar donde se almacena el agua. Es de tierra y está cubierto por plástico negro o geomembranas. Se ubica en la cabecera del terreno a regar, a una altura de 3 m aproximadamente.

3. Filtro

Va unido al sifón y tiene como finalidad retener o controlar la entrada de impurezas al sistema.

4. Sifón

Es un componente del Riego INIA compuesto de tubos de PVC de agua de 2", 4" y 6". Se utiliza para succionar el agua del reservorio.

5. Válvula General o de Control

Es la llave principal del sistema, con ella se regula el flujo de agua que ingresa al campo de cultivo.



6. Troncales o Matrices

Son tuberías que conforman la línea principal que conduce el agua a las parcelas de cultivo. Está compuesta por tubos de PVC de agua, cuyo diámetro varía de acuerdo a la extensión del terreno (2", 4", 6" y 8").

7. Arcos de Riego

Dispositivo de paso y control. Permite el ingreso del agua de la línea principal a la línea de distribución, controlando el riego de un área determinada del terreno.

8. Línea de Distribución

Está conformada por tuberías de PVC de desagüe (2") y tiene adherido pequeños tubos de 5/8" denominados pitones. Se inicia en el arco de riego y termina con el purgador.

9. Pitón

Accesorio de 3 cm. que une la línea de distribución con la manguera flexible, que va conectada a la línea de riego (cintas de goteo o tubos de 5/8").

10. Manguera

Tubería flexible de 70 cm. de longitud, une el pitón con la línea de riego a través de un conector.



11. Conector

Accesorio que permite la unión entre la manguera y la cinta de goteo ó tubos de 5/8".

12. Purgador o Terminal

Elimina los sedimentos sólidos y el aire que se acumula en el sistema de riego. Se conecta al final de la línea principal y secundaria.

13. Microtubos

Son mangueras de 1mm a 2 mm de diámetro, se conecta directamente a las tuberías de 5/8". Se utiliza para regar frutales o forestales.

14. Tubos de 5/8"

Son tuberías de PVC de color negro, resistentes a los rayos ultravioletas, lo que les permite tener mayor duración (10 años).

15. Cintas de Riego

Riega líneas de cultivo de hasta 150 m. Es autocompensada, con ello se obtiene la uniformidad de riego (tiene la misma presión de salida de agua al inicio y al final).



2.2. PROGRAMACIÓN DE RIEGO

2.2.1 GENERALIDADES

Una de las interrogantes que debe enfrentar todo agricultor de riego, es determinar cuál es el momento en que se debe aplicar el agua de riego a sus cultivos para evitar que se afecten los rendimientos debido a un aporte hídrico tardío. Por otra parte, se enfrentan a la pregunta de cuánta agua aplicar en cada riego para lograr reponer el agua consumida desde el último riego. Estas interrogantes están relacionadas con los conceptos de frecuencia y tiempo de riego que es la base para establecer una programación del riego en función de la especie, del suelo y de las variables climáticas que inciden en la evapotranspiración de los cultivos.

La programación del riego es una metodología que permite determinar el nivel óptimo de riego a aplicar a los cultivos. Esta consiste en establecer la frecuencia y tiempo de riego de acuerdo a las condiciones edafoclimáticas del predio.

Una apropiada programación del riego permite *optimizar el uso del agua* y maximizar la producción y calidad de los productos agrícolas.

Para programar el riego es esencial estimar el agua que consumen los cultivos o su evapotranspiración y la cantidad de agua que puede almacenar el suelo explorado por las raíces del cultivo.



2.2.2 FRECUENCIA DE RIEGO

La frecuencia de riego permite estimar el número de días transcurridos entre dos riegos consecutivos.

Se puede estimar de la siguiente forma:

$$FR = \frac{Ln}{ET_{real}}$$

Donde:

FR = Frecuencia de Riego (días).

Ln = Lámina de Agua Neta (mm.).

ET_{real} = Evapotranspiración real (mm/día).

En los métodos de riego gravitacionales, el suelo se utiliza como un estanque que almacena el agua que se aplica en cada riego.

La capacidad de almacenamiento determina cuántos días pueden transcurrir entre un riego y otro.

En los riegos de alta frecuencia, como es el caso de los métodos por goteo y microaspersión, el suelo no necesariamente actúa como un reservorio de agua, ya que ésta es aplicada frecuentemente para mantener un alto contenido de humedad en el suelo, cercana a capacidad de campo.

En consecuencia el riego por goteo tiene una frecuencia diaria.



2.2.3 ESTIMACIÓN DE LÁMINA DE AGUA NETA

La lámina de agua neta corresponde a una altura de agua que es capaz de almacenar un suelo a cierta profundidad; así un suelo arcilloso tiene una mayor capacidad de almacenamiento que un suelo arenoso.

Estas consideraciones demuestran que la lámina de agua en suelos arenosos dura menos días que en suelos arcillosos y en consecuencia deberá regarse más frecuentemente.

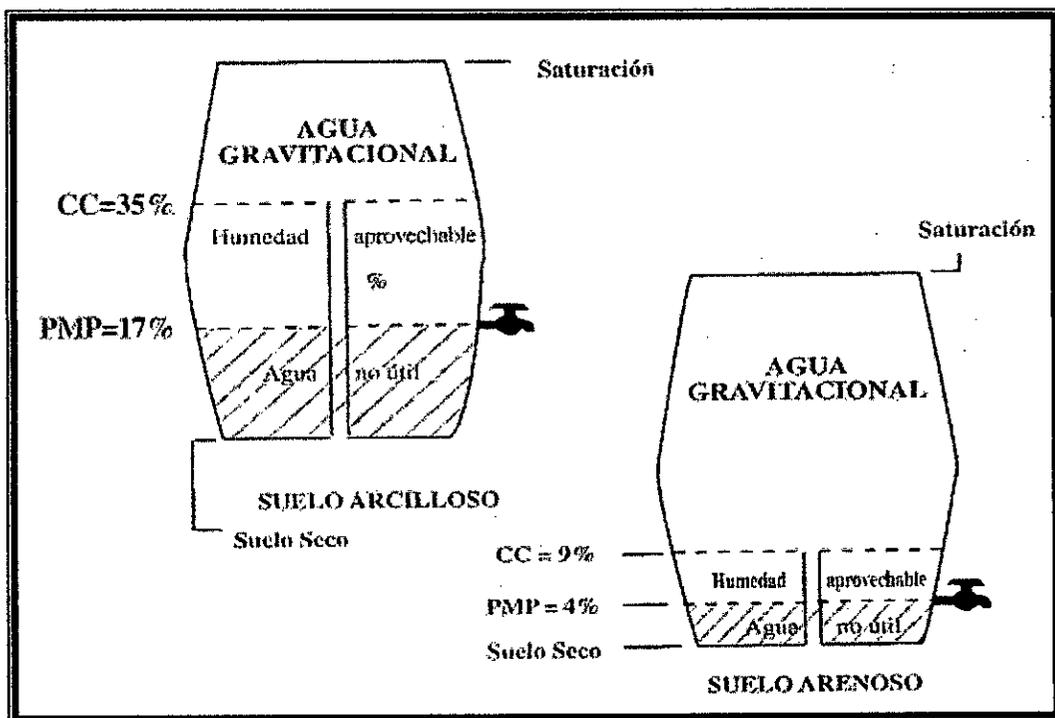


Fig. N° 2.06. Capacidad de Almacenamiento para dos tipos de Suelos.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

"OPTIMIZACION DEL USO DEL AGUA DEL CANAL PRINCIPAL EN EL RIEGO DEL VALLE DE NEPEÑA, ANCASH"

En forma cuantitativa la lámina de agua neta o capacidad de almacenamiento del suelo se puede estimar como:

$$Ln = Ce * Cr$$
$$Ce = \frac{(CC - PMP) * Da * Ps}{100}$$

Donde:

Ln = Lámina de Agua Neta (cm.).

Ce = Capacidad de Almacenamiento del Suelo (cm.).

Cr = Criterio de Riego (Fracción).

CC = Contenido Gravimétrico de agua en el suelo a capacidad de campo (%).

PMP = Contenido gravimétrico de agua en el suelo a punto de marchites permanente (%).

Da = Densidad aparente del Suelo (g/cm^3).

Ps = Profundidad del Suelo (cm.).

La capacidad de campo, punto de marchites permanente y densidad aparente son definidas como las propiedades físico - hídricas del suelo.

- Capacidad de campo: Contenido de Humedad en un suelo bien húmedo, 2 ó 3 días después de humedecer su superficie mediante riego ó lluvia.
- Punto de marchites: Es el contenido de Humedad de un suelo cuando una planta se marchita permanentemente.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

“OPTIMIZACION DEL USO DEL AGUA DEL CANAL PRINCIPAL EN EL RIEGO DEL VALLE DE NEPEÑA, ANCASH”

La Tabla N° 2.01: Propiedades Físicas para Diferentes Texturas.

TEXTURA	Da (g/cm3)	CC (%)	PMP (%)
Arenoso	1.5 - 1.8 (1.65)	6 - 12 (9.0)	2 - 6 (4)
Franco - Arenoso	1.4 - 1.6 (1.50)	10 - 18 (14.0)	4 - 8 (6)
Franco	1.0 - 1.5 (1.25)	18 - 21 (19.5)	8 - 12 (10)
Franco - Arcilloso	1.1 - 1.4 (1.25)	23 - 31 (27.0)	11 - 15 (13)
Arcillo - Arenoso	1.2 - 1.4 (1.30)	27 - 35 (31.0)	13 - 17 (15)
Arcilloso	1.1 - 1.4 (1.30)	31 - 39 (35.0)	15 - 19 (17)

La Tabla N° 2.02: Estimación de la capacidad de almacenamiento de un suelo arenoso y otro arcilloso.

DATOS	SUELO ARCILLOSO	SUELO ARENOSO
CC (%)	35.00	9.00
PMP (%)	17.00	4.00
Da (g/cm3)	1.30	1.65
Ps (cm.)	40.00	40.00
Ce (cm.)	9.36	3.30
Ce (m3/ha.)	936.00	330.00



2.2.4 EVAPOTRANSPIRACIÓN (ET)

La Evapotranspiración real (ET_{real}), determina la cantidad de agua consumida por el cultivo entre dos riegos consecutivos y se define como la suma de la transpiración realizada por la planta y la evaporación de agua producida desde el suelo. La ET_{real} depende de muchos factores, los cuales se asocian al clima, suelo, características de la planta y manejo agronómico.

Al respecto la ET_{real} se puede expresar como:

$$ET_{real} = ET_p * K_c$$

Donde:

ET_{real} = Evapotranspiración real (mm/días).

ET_p = Evapotranspiración de referencia (mm/días).

K_c = Coeficiente de cultivo (adimensional).

La *evaporación* es el fenómeno físico en que el agua pasa de líquido a vapor.

Se produce evaporación desde:

- a) La superficie del suelo y la vegetación inmediatamente después de la precipitación.
- b) Desde las superficies de agua (ríos, lagos, embalses).



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“OPTIMIZACIÓN DEL USO DEL AGUA DEL CANAL PRINCIPAL EN EL RIEGO DEL VALLE DE NEPEÑA, ANCASH”

c) Desde el suelo, agua infiltrada que se evapora desde la parte más superficial del suelo. Puede tratarse de agua recién infiltrada o, en áreas de descarga, de agua que se acerca de nuevo a la superficie después de un largo recorrido en el subsuelo.

La *transpiración* es el fenómeno biológico por el que las plantas pierden agua a la atmósfera.

Toman agua del suelo a través de sus raíces, toman una pequeña parte para su crecimiento y el resto lo transpiran.

Como son difíciles de medir por separado, y además en la mayor parte de los casos lo que interesa es la cantidad total de agua que se pierde a la atmósfera sea del modo que sea, se consideran conjuntamente bajo el concepto mixto de ET.

La ET estudia principalmente las necesidades hídricas de los cultivos para su correcto desarrollo agronómico.

Factores que influyen en la Evapotranspiración

La evaporación depende del **poder evaporante de la atmósfera**, que a su vez depende de los siguientes factores:

- Radiación solar.
- Temperatura (en relación estrecha con la anterior, pero más sencilla de medir).
- Humedad: menos humedad => más evaporación.



“OPTIMIZACION DEL USO DEL AGUA DEL CANAL PRINCIPAL EN EL RIEGO DEL VALLE DE NEPEÑA, ANCASH”

- Presión atmosférica (y la altitud en relación con ella): A menor presión (y/o mayor altitud) => mas evaporación.
- Viento: más viento => más evaporación.

En la evaporación desde **lámina de agua libre** influye:

- El poder evaporante de la atmósfera.
- La salinidad del agua (inversamente).
- La temperatura del agua.

La evaporación desde un suelo desnudo depende de:

- El poder evaporante de la atmósfera.
- El tipo de suelo (textura, estructura, etc.).
- El grado de humedad del suelo.

Finalmente la **transpiración** está en función de:

- El poder evaporante de la atmósfera.
- El grado de humedad del suelo.
- El tipo de planta.
- Variaciones estacionales: en un cultivo, del desarrollo de las plantas, en zonas de bosque de hoja caduca, la caída de la hoja paraliza la transpiración.
- Variaciones interanuales: En áreas de bosque la ET aumenta con el desarrollo de los árboles.



"OPTIMIZACION DEL USO DEL AGUA DEL CANAL PRINCIPAL EN EL RIEGO DEL VALLE DE NEPEÑA, ANCASH"

- **Subzona capilar.** Sobre la superficie freática. El agua ha ascendido por capilaridad, su espesor es muy variable, dependiendo de la granulometría de los materiales.
- **Subzona intermedia.** Entre las dos anteriores. A veces inexistente, a veces de muchos metros de espesor.

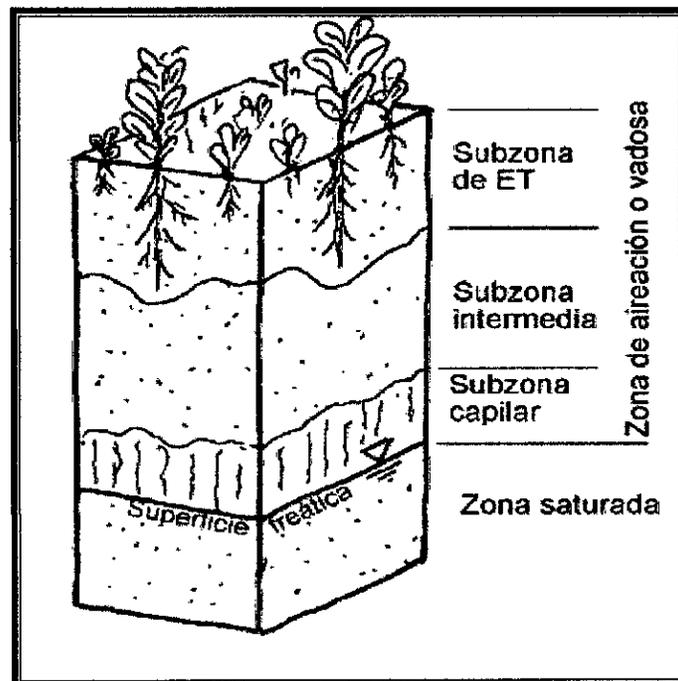


Fig. N° 2.07. Zonas de Humedad en un Suelo.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

**"OPTIMIZACION DEL USO DEL AGUA DEL CANAL PRINCIPAL EN EL RIEGO DEL
VALLE DE NEPEÑA, ANCASH"**

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

"OPTIMIZACION DEL USO DEL AGUA DEL CANAL PRINCIPAL EN EL RIEGO DEL VALLE DE NEPEÑA, ANCASH"

3.- MATERIALES Y MÉTODOS:

3.1. CLIMA E HIDROMETEOROLOGÍA

3.1.1 CLIMATOLOGÍA

En el ámbito del Valle Nepeña no existen estaciones meteorológicas que registren la información climática actual, motivo por el cual se ha optado de acuerdo a las características de la zona, la utilización de los datos registrados por la Estación Meteorológica San Jacinto, la cual operó a partir del año 1956 (Temperatura máxima, mínima; Precipitación máxima y mínima; Humedad Relativa; Horas de Sol; Velocidad de viento, y Evaporación Total), Esta información fue de utilidad para el cálculo de la evapotranspiración potencial.

Cuadro N° 3.0 Cuadro de Parámetros Climáticos Valle Nepeña

Estación: SAN JACINTO

Mes	Temperatura Máxima (°C)	Temperatura Mínima (°C)	Humedad Relativa (%)	Horas de Sol	Evaporación (mm)
Enero	29.5	18.4	58.3	132.0	6.9
Febrero	30.6	19.9	64.1	112.8	5.8
Marzo	30.0	19.4	67.2	103.2	6.1
Abril	28.5	17.5	66.5	67.2	7.4
Mayo	26.4	15.8	66.3	60.0	6.6
Junio	24.4	14.5	70.6	62.4	6.3
Julio	23.9	14.2	70.3	60.0	5.0
Agosto	24.0	14.0	68.9	60.0	6.0
Setiembre	24.9	13.5	67.3	60.0	6.4
Octubre	25.6	13.9	66.1	60.0	7.4
Noviembre	26.4	14.3	64.6	108.0	8.3
Diciembre	27.8	15.8	64.4	108.0	7.8
PROMEDIO	26.8	15.9	66.5	82.8	6.3

Fuente: Estación de aforos San Jacinto



3.1.2 CLIMA

El clima de la zona es Semi-Cálido muy seco desértico y sin lluvias. Estas características térmicas favorables de este tipo climático permiten la adaptación de un cuadro de cultivos amplio y diversificado.

El clima que presenta el Valle Nepeña; en la parte baja es cálido, y relativamente húmedo; en la parte alta es templado, frío, seco y llueve moderadamente.

Debemos tener en cuenta que se encuentra en la zona de influencia de cambios Océano – Atmosférico, principalmente de La Corriente de El Niño, que cada cierto tiempo la zona es afectada con el fenómeno de El Niño que se caracteriza por los efectos en los cambios climáticos, especialmente en las precipitaciones que aumentan considerablemente durante sus efectos.

3.1.3 TEMPERATURA MEDIA DEL AIRE

La temperatura media del aire en la zona varía entre 26.8 °C a 15.9 °C de Verano a Invierno, llegando a una máxima de 30.6 °C en el mes de Febrero y una mínima de 13.5 °C en el mes de Setiembre, la cual muestra que las condiciones térmicas del Valle de Nepeña son ideales para la fruticultura.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

"OPTIMIZACION DEL USO DEL AGUA DEL CANAL PRINCIPAL EN EL RIEGO DEL VALLE DE NEPEÑA, ANCASH"

3.1.4 HUMEDAD RELATIVA

La Humedad Relativa tiene valores promedios altos en el mes de junio y julio, alcanza a 70.6% y los promedio bajo en el mes de Enero 58.3%, con un promedio anual de 66.5 %.

3.1.5 NUBOSIDAD Y HORAS DE SOL

La Nubosidad es alta en el litoral y disminuye a medida que se avanza hasta presentar nubosidad relativamente baja llegando a cubrir solo parcialmente el cielo.

No representa significación de nubosidad entre los diferentes meses del año, alcanzando un promedio anual de 5 octavos.

En cuanto a la neblina esta se produce por el viento caliente procedente del mar que se enfría sobre la Corriente Fría Peruana, En invierno el aire frío cargado de humedad que se desplaza hacia las partes altas de la atmósfera, aumenta.

En cuanto a las Horas de Sol, se tiene un promedio de 6.3 Hr/Día presentándose el mayor valor lo alcanza durante los tres últimos meses y el primer mes del año presenta un total de 2,652 hrs. Anuales.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

"OPTIMIZACION DEL USO DEL AGUA DEL CANAL PRINCIPAL EN EL RIEGO DEL VALLE DE NEPEÑA, ANCASH"

El agua conducida por el canal principal, es captada por la bocatoma La Huaca, seguida del canal Irchim, ésta agua presenta un color plomo oscuro debido a las partículas en suspensión muy finas que se sedimentan fácilmente a consecuencia de la pendiente suave del canal ($3 \text{ } ^0/000$ en promedio).

Los Recursos Hídricos del Río Santa son compartidos con el Proyecto Chavimochic, el cual debe utilizar un máximo de $90 \text{ m}^3/\text{s}$, sin afectar los derechos del proyecto CHINECAS que es de $1\ 344 \text{ MMC}$ es decir $42.6 \text{ m}^3/\text{s}$.

La cuenca del río Nepeña, cuenta con un área de drenaje total, hasta su desembocadura en el Océano Pacífico, de 1888.41 Km^2 , una altitud media de $2,056 \text{ m.s.n.m.}$, y una longitud máxima de recorrido desde sus nacientes hasta su desembocadura de 89.33 Km. ; presenta una pendiente promedio de 5.14% . La superficie de la cuenca colectora húmeda o "cuenca imbrífera" es de 900 Km^2 , teniendo como límite inferior la cota de los 2000 m.s.n.m. , es decir, que solo el 47% del área de la cuenca contribuye sensiblemente al escurrimiento superficial. La capacidad máxima de captación del valle se estima en $7.00 \text{ m}^3/\text{s}$, valor que incluye las aguas superficiales del río Nepeña, aguas de puquíos y filtraciones, así como agua subterránea utilizada por la Empresa San Jacinto y abastecimiento externo de aguas derivadas del río Santa a través del Proyecto Especial CHINECAS.



3.2. TIPOS DE SUELOS

3.2.1 CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS SEGÚN SU CAPACIDAD DE USO

El criterio básico que rige ésta clasificación está determinado fundamentalmente por la naturaleza y grado de las limitaciones que impone el uso del suelo de acuerdo con las variaciones de sus características físicas

Ésta clasificación proporciona un sistema comprensible, claro, de gran valor y utilidad en la programación de los planes, incremento de la productividad de las tierras en base a su manejo racional y al seguimiento de las normas de conservación de los suelos.

Como características predominantes se puede mencionar que los suelos son profundos (90 a 180 cm de espesor), presentando una textura gruesa gravosa (arena), reacción ligeramente alcalina a fuertemente alcalina (PH 7.5 A 9.0).

Presenta una topografía casi plana a ligeramente inclinada, su relieve es plano a moderadamente plano, su permeabilidad es rápida (Velocidad de Infiltración de Agua de 12.5 a 25 cm/h) y el drenaje es algo excesivo a excesivo.

El nivel de materia orgánica es nulo y los niveles de fósforo disponible es bajo (6 a 12 ppm) y el potasio es medio a alto (100 a 150 ppm). La salinidad es baja (0 a 2 mmhos/cm) y la modicidad se hace presente en algunos suelos.

La capacidad de intercambio catiónico (CIC) es baja (menor a 4), siendo los cationes dominantes el calcio, magnesio, y en algunos casos el sodio. Ello se debería a la ausencia casi total de la materia orgánica y de partículas finas. El nivel de fertilidad es predominantemente bajo.

Tabla N° 3.02: Clasificación de los suelos según su capacidad de uso.

TABLA N° 3.02:

CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS SEGÚN SU CAPACIDAD DE USO

CLASE	SUPERFICIE		SUB CLASE	SUPERFICIE		Problemas que se Presentan	Prácticas de Manejo Recomendables	Cultivos Recomendables
	ha	%		ha	%			
II	4379.27	21.56%	s	351.67	1.73%	Muy bajo contenido de Materia Orgánica, Muy Baja Capacidad de Intercambio Catiónico, Drenaje algo Excesivo y Baja Humedad Disponible.	Implementar Sistema de Riego por Goteo.	Hortalizas: Tomate, Espárrago, Aji, Zapallo, Brócoli, Coliflor. Frutales: Palto, Maracuya, Vid, Cítricos.
			es	4027.60	19.83%	Muy Bajo Contenido de Materia Orgánica, Muy Baja Capacidad de Intercambio Catiónico, Drenaje algo Excesivo y Baja Humedad Disponible.	Implementar Sistema de Riego por Goteo.	
III	5889.40	28.99%	s	1679.71	8.27%	Salinidad Media en Suelo, Textura Gruesa, Baja Humedad Disponible, Fertilidad Natural Baja, Susceptible a una Erosión Eólica Temporal por Deflacion, Permeabilidad Baja y Drenaje Excesivo.	Implementar Sistema de Riego por Goteo, Aspersión o Microexudación.	Luego de la Rehabilitación mencionada. Algodón, Beterraga, Espárrago, Maracuya, Sorgo, Alfalfa, Cebada, Tomate, etc.
			es	4209.69	20.72%	Sodicidad Media, Textura Gruesa, Baja Humedad Disponible, Fertilidad Natural Baja, Susceptible a Erosión Eólica Temporal por Deflación.	Implementar Sistema de Riego por Goteo, Aspersión o Microexudación. Lavar el suelo, mediante un Riego Pesado.	
IV	3563.58	17.54%	es	3563.58	17.54%	Textura Gruesa, Baja Fertilidad Natural, Baja Disponibilidad de Agua, Muy Baja Capacidad de Intercambio Catiónico, Topografía Moderadamente Inclinada, Susceptible a una Erosión Hídrica y Eólica.	Nivelación Ligera, Siembra de Cultivos en Curvas ó Fajas, Implementar Riego por Goteo o Aspersión, Fertilización de Cultivos por Fertirrigación.	Olivos, Cítricos, Algodón, Maracuya.
V	227.76	1.12%	es	227.76	1.12%	Superficiales, Muy Bajo Contenido Orgánico, Textura muy Gruesa, Muy Baja Humedad Disponible, Baja Fertilidad Natural y una Gradiente Ligeramente Moderado.	Instalar un Sistema de Riego Presurizado: Goteo o Microaspersión. Los fertilizantes deberán ser aplicados mediante agua de riego.	Implementar un Sistema de Cultivo permanente tipo Forestal ó Pastizal.
VII	1294.67	6.37%	es	1294.67	6.37%	El Problema más saltante es su Relieve, Fuertemente Ondulado, Textura Gruesa, Baja Fertilidad Natural y Bajo Humedad Disponible.	Las más prioritaria, es su Nivelación y Limpieza de Piedras, la cual demandará Fuerte Inversión y así estas tierras pasen a convertirse en Suelos de la clase III.	Implementar un Sistema de Cultivo permanente tipo Forestal ó Pastizal.
VIII	4959.69	24.41%	es	4959.69	24.41%	Conformadas por Playas Marinas, Zonas de Cantera, Tierras Misceláneas (Dunas, Lomas y Colinas).	Ninguna	No aptas para explotación agrícola, pecuaria o forestal y deberán protegerse para que no sufran degradación posterior.
TOTAL	20,314.37	100.00%		20314.37	100.00%			

Fuente: Estudio Semi Detallado de Suelos Interfluvio Lacramarca-Nepeña - P.E. CHINECAS - INADE Diciembre-1999



3.2.2 CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS SEGÚN SU APTITUD PARA EL RIEGO

Esta clasificación es a nivel Semi Detallado cuya metodología se basa en las normas del U.S. Bureau of Reclamation y se adecua a los estudios del Proyecto Especial Chinecas.

La diferenciación entre las clases de tierras para propósitos de riego se ha efectuado en base a los factores físicos principales: Suelos, Topografía y Drenaje.

Las Características Edáficas que han influido en la clasificación son: Profundidad Efectiva, Textura y Proporción de la Fracción Gruesa, Capacidad de Retención de Humedad, Fertilidad Natural.

Además se han tratado de calificar ciertos parámetros como: Uso Actual, Productividad, Drenabilidad, Demanda de Agua y Costo Desarrollo de Suelo.

La Tabla N° 3.03: Clasificación de los suelos según su aptitud para el riego.

TABLA N° 3.03:

CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS SEGÚN SU APTITUD PARA EL RIEGO

CLASE	SUPERFICIE		SUB CLASE	SUPERFICIE		Características que Presentan	Recomendaciones Técnicas Generales	Limitaciones
	ha	%		ha	%			
2	4375.42	21.54%	s	349.89	1.72%	Baja Rentitividad para el Agua y Nutrientes, Fertilidad Natural Baja, Drenaje algo Excesivo, Permeabilidad Moderadamente Rápida y Topografía Favorable.	Implementar Sistema de Riego Presurizado, utilizar Sistema de Fertirrigación.	La capacidad productiva es baja y requiere prácticas y medidas agrícolas más intensivas y a costos más elevados que los terrenos de la clase 1.
			st	4025.73	19.82%	Baja Rentitividad para el Agua y Nutrientes, Fertilidad Natural Baja, Drenaje algo Excesivo, Permeabilidad Rápida y Topografía Desfavorable.	Implementar Sistema de Riego Presurizado, utilizar Sistema de Fertirrigación, Riegos Cortos y Frecuentes, Sembrío curvas a nivel.	
3	6562.21	32.30%	s	628.89	3.10%	Permeabilidad muy Rápida, Drenaje Excesivo, Baja Fertilidad Natural, Muy Baja Rentitividad para el Agua y los Nutrientes.	Implementación de Riego por Goteo, Aplicación de un programa de Fertirrigación, Elaborar un programa de rotación de cultivos.	Condiciones para el riego pero su calidad agrológica es más restringida que las tierras de la clase 2.
			st	5933.32	29.21%	Permeabilidad muy Rápida, Drenaje Excesivo, Baja Fertilidad Natural, Muy Baja Rentitividad para el Agua y los Nutrientes, Topografía Desfavorable.	Implementación de Riego por Goteo, Aplicación de un programa de Fertirrigación, Elaborar un programa de Rotación de Cultivos, Implementar sembríos a curvas a nivel en fajas.	
4	2896.46	14.26%	st	2896.46	14.26%	Textura muy Gruesa, Baja Fertilidad Natural, Baja Rentitividad para el Agua y Nutrientes, Permeabilidad Rápida y Drenaje Intermedio algo excesivo, Topografía muy Desfavorable y presenta material grueso dentro del perfil.	Implementar un Sistema de Riego por Goteo, Aplicar un programa de Fertirrigación. Utilización para Frutales ó Cultivos Permanentes. Implementar labores de eliminación de piedras.	Severas deficiencias por suelo y topografía.
5	1061.57	5.23%	st	1061.57	5.23%	Tierras Misceláneas: Arena fuertemente Onduladas y Terrazas Altas.	Podría efectuarse una Nivelación forzada y costosa, lo cual permitirá convertir éstas tierras en clase 3 y hacer factible una explotación agrícola productiva.	No aptas temporalmente para el riego hasta la solución de problemas de las tierras misceláneas que la integran.
6	5418.71	26.67%	st	5418.71	26.67%	Topografía desfavorable por ser tierras misceláneas. (Lomas, Colinas, Dunas y Playas Marinas).	Ninguna	No aptas para el riego.
TOTAL	20,314.37	100.00%		20,314.37	100.00%			

Fuente: Estudio Semidetallado de Suelos Interfluvio Lacramarca-Nepeña - P.E. CHINECAS - INADE Diciembre-1999



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"OPTIMIZACIÓN DEL USO DEL AGUA DEL CANAL PRINCIPAL EN EL RIEGO DEL VALLE DE NEPEÑA, ANCASH"

3.3 RECURSO HÍDRICO:

El agua es un recurso vital, es propiedad de todos y es la razón de ser de toda obra de irrigación y por tanto debemos saber la importancia, el uso y el aprovechamiento de ella.

Nuestra ignorancia sobre el agua es muy grande a pesar de que el agua es verdaderamente asombrosa y extraordinaria, el agua es fuente de vida.

El agua está presente en todas las manifestaciones de nuestras vidas, así es en los aspectos domésticos, agrícolas, pecuarios, energéticos, industriales, recreativos y aún religiosos. El hombre producto de un largo proceso está constituido por agua en las dos terceras partes de su peso.

El agua es un recurso esencial e indispensable en nuestras vidas tanto así que dependiendo del manejo del agua, se dará el fracaso o éxito de las sociedades, además como todos sabemos el agua se esta agotando a nivel mundial y es responsabilidad nuestra optimizarla, desde la condición en que te encuentres.

En el presente trabajo de investigación, también se ha puesto énfasis a la importancia de optimizar este recurso hídrico, siendo este el objetivo principal.

Para esto debemos conocer la cantidad de agua disponible que tenemos y que cantidad se necesita en el riego de los cultivos en el Valle de Nepeña.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"OPTIMIZACIÓN DEL USO DEL AGUA DEL CANAL PRINCIPAL EN EL RIEGO DEL VALLE DE NEPEÑA, ANCASH"

CANTIDAD Y CALIDAD DE AGUA DISPONIBLE:

La cantidad de agua disponible para el Valle de Nepeña según la toma lateral N° 14 hasta la toma lateral N° 23, ubicada en el Km. 64+500 al Km. 73+500 del Canal Principal tramo Cascajal-Nepeña, llega con un caudal de 4.0 m³/s, y de la cual la Comisión de Regantes de Nepeña se han asignado módulos de 10,000 a 15,000 M³/ha/año, que hacen un volumen anual de 120.00 MMC.; para 98000 has. Ver Plano de Ubicación del Valle.

La Comisión de Regantes de Nepeña, hace el Reporte Diario de Caudales Distribuidos por Tomas y Laterales:

REPORTE DE AÑOS	VOLUMEN TOTAL (MMC)
2006 - 2007 (Agosto a Setiembre)	108.39
2007 - 2008 (Agosto a Setiembre)	122.22
2008 - 2009 (Agosto a Setiembre)	138.46
2009 - 2010 (Agosto a Setiembre)	78.98
2010 - 2011 (Agosto a Setiembre)	116.19
2011 - 2012 (Agosto a Setiembre)	143.80
2012 - 2013 (Agosto a Setiembre)	129.51
PROMEDIO	119.65



INTERPRETACIÓN DEL ANÁLISIS DE AGUA:

RIESGO DE SALINIZACIÓN:

Con el fin de comprobar la fiabilidad del presente análisis de agua, se deberán cumplir los siguientes puntos:

- **Suma de aniones = Suma de cationes**

Suma de Aniones: 2.99 m.e./L Suma de Cationes: 3.62 m.e./L

Las diferencias encontradas entre la sumatoria de cationes y aniones en el agua de riego no es significativa ($0,63 \text{ meq/L} < 0,66 \text{ meq/L}$) ya que se permite un error del 5 % bien por exceso, bien por defecto. En este caso la diferencia entre las sumas es de $0,63 \text{ meq/L}$, **por lo que el análisis es fiable y válido.**

- Se evalúa normalmente mediante la determinación de la conductividad eléctrica del agua (C.E) y afecta a la disponibilidad de agua por el cultivo. Según Urbano Terrón P, (1995): R.S Ayers y D.W. Westcot; para los problemas de salinización, utilizando la conductividad eléctrica (CE) del agua, se propone la siguiente escala.

$CE \leq 0.7$ milimhos/cm: No hay problema

$CE < CE \leq 3.0$ milimhos/cm: Problema creciente.

$CE > 3.0$ milimhos/cm: Problema grave.

Como la C.E = 0.26 dS/m ; **No hay problema.**



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"OPTIMIZACIÓN DEL USO DEL AGUA DEL CANAL PRINCIPAL EN EL RIEGO DEL VALLE DE NEPEÑA, ANCASH"

SEGÚN LA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA:

La salinidad es determinada por la medición de la conductividad, (CE) Expresada en unidades de deci Siemens por metro (dSm/m) o en milimhos por centímetro (mmhos/cm). También puede ser expresada como la cantidad total de sales disueltas (TDS), donde: TDS (en ppm o mg/L)=640 x CE (en Ds/m o mmhos/cm)

Cuadro 1 Clasificación de las aguas de riego basada en su CE y TDS

Peligro de Salinidad	Características	CE dSm-1	TDS ppm
Bajo (C ₁)	* Bajo peligro de salinidad, no se espera efectos dañinos sobre las plantas y suelos.	<0.25	< 160
Medio (C ₂)	* Plantas sensibles pueden mostrar estrés a sales; moderada lixiviación previene la acumulación de sales en el suelo.	0.25 - 0.75	160 - 500
Alto (C ₃)	* Salinidad afectará a muchas plantas. Requiere: selección de plantas tolerantes a salinidad, buen drenaje y lixiviación.	0.75 - 2.25	500 - 1500
Muy Alto (C ₄)	* Generalmente no aceptable, excepto para plantas muy tolerantes a sales, se requiere excelente drenaje y lixiviación.	> 2.25	>1500

Tenemos una CE de 0.26 dS/m.

Por lo que le corresponde :

C₂



"OPTIMIZACIÓN DEL USO DEL AGUA DEL CANAL PRINCIPAL EN EL RIEGO DEL VALLE DE NEPEÑA, ANCASH"

• **RELACIÓN DE ABSORCIÓN DE SODIO (RAS o SAR):**

Se refiere a la proporción relativa en que se encuentran el ión sodio y los iones calcio y magnesio, expresada su concentración en meq/l. Pretende ser una medida del poder de degradación de la estructura del suelo por su contenido en sodio.

$$\text{RAS} = \frac{\text{Na}}{\sqrt{\frac{\text{Ca} + \text{Mg}}{2}}}$$

$$\text{RAS} = \frac{0.75}{\sqrt{\frac{2.11 + 0.71}{2}}} = 0.63$$

Cuadro 2 Peligro de Sodio basado en el valor del SAR

Peligro de Na	SAR del agua	Comentarios sobre el peligro de Na
Bajo (S ₁)	<10	* Puede usarse para el riego de casi todos los suelos, sin peligro de destrucción de la estructura.
Medio (S ₂)	10 - 18	* Puede desmejorarse la permeabilidad de suelos de textura fina con alta CIC. Puede usarse en suelos de textura gruesa con buen drenaje.
Alto (S ₃)	18 - 26	* Se producen daños de los suelos, por acumulación de Na. Se requerirá intensivas prácticas de aplicación de enmiendas, drenaje y lixiviación.
Muy Alto (S ₄)	>26	* Generalmente no recomendable para el riego excepto en suelos de muy bajo contenido de sales. Se requerirá prácticas de manejo.

Por lo tanto le corresponde según el SAR:

Tipo:

S₁



“OPTIMIZACIÓN DEL USO DEL AGUA DEL CANAL PRINCIPAL EN EL RIEGO DEL VALLE DE NEPEÑA, ANCASH”

- **CARBONATO DE SODIO RESIDUAL:**

$$C.S.R. = [CO_3^{2-}] + [CO_3H^-] - [Ca^{2+}] - [Mg^{2+}]$$

$$CSR = (0 + 0.91) - (2.11 + 0.71)$$

$$CSR = - 1.91$$

Cuadro 3 Peligro de Sodio basado en el valor del RSC

Valores de RSC (meq L ⁻¹)	Peligro de Na
> 0 (valores negativos)	* Ninguno. Ca y Mg del agua no participarán como carbonatos, ellos se mantienen Activos para prevenir la acumulación de Na en los sitios de cambio de la CIC.
0 - 1.25	* Bajo. Existe alguna remoción del Ca y Mg del agua de riego.
1.25 - 2.50	* Medio. Apreciable remoción de Ca y Mg del agua de riego.
> 2.50	* Alto. Todo o mayor parte del Ca y Mg del agua de riego es removido como carbonato precipitado produciendo acumulación de Na.

Se trata de un agua buena para el riego.

- **Riesgo por la toxicidad específica de los iones:**

Se evalúa por la presencia y concentración de iones fitotóxicos disueltos en el agua, y que una vez en el suelo representan un grave riesgo para la planta.

NIVELES TÓXICOS DE IONES ESPECIFICOS (me/L)			
	BORO	CLORURO	SODIO
Ninguno o Normal	< 1	1 - 3	< 3
Ligera a Moderado	< 3	4 - 10	3 - 9
Severo	< 4	3 - 9	> 10

Cloruro 0.6 por lo tanto es **BAJO**

Boro en Trazas es decir en pequeñas cantidades es **NORMAL**

Sodio 0.75 por lo tanto es **NORMAL**



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“OPTIMIZACIÓN DEL USO DEL AGUA DEL CANAL PRINCIPAL EN EL RIEGO DEL VALLE DE NEPEÑA, ANCASH”

Porciento de Sodio Posible (PSP):

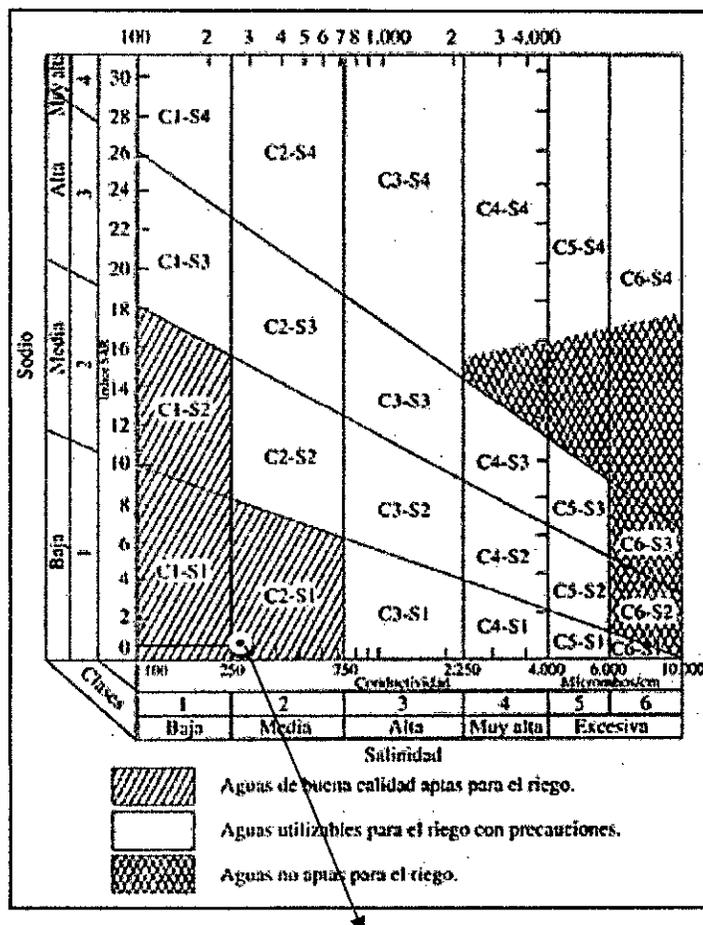
$$\% \text{ sodio} = \frac{(\text{Na})}{(\sum \text{Cationes})} \times 100 = \frac{0.75}{3.62} \times 100 = 20.71 \%$$

Es menor que el 50%. Entonces es buena para el riego.

CLASE.-

Para una conductividad de 260 micromhos/cm y un SAR de 0.63 el diagrama de Clasificación del USLS para las aguas de riego, da a la clase:

C_2S_1



Clase:

C_2S_1



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"OPTIMIZACIÓN DEL USO DEL AGUA DEL CANAL PRINCIPAL EN EL RIEGO DEL VALLE DE NEPEÑA, ANCASH"

CSR.-

Negativo. No existen ni carbonatos ni bicarbonatos de sodio. No existe de alcalinidad.

CLORURO.-

0.6 m.e/L Contenido bajo de Cloruro.

INFORME:

AGUA APTA PARA RIEGO.

Agua de salinidad moderada, puede usarse en casi todos los cultivos con suelos de buena permeabilidad. En caso de permeabilidad deficiente del suelo, es necesario elegir el cultivo, evitando aquellas muy sensibles a las sales. Se requiere riegos de lavado ocasionales.

Bajo peligro de sodificación; puede usarse en casi todos los suelos sin riesgo de que el nivel del sodio de intercambio se eleve demasiado.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**"OPTIMIZACIÓN DEL USO DEL AGUA DEL CANAL PRINCIPAL EN EL RIEGO DEL
VALLE DE NEPEÑA, ANCASH"**

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“OPTIMIZACIÓN DEL USO DEL AGUA DEL CANAL PRINCIPAL EN EL RIEGO DEL VALLE DE NEPEÑA, ANCASH”

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES:

4.1. ESTADO SITUACIONAL:

El Proyecto Especial CHINECAS, fue creado para ejecutar obras de ingeniería que permitan derivar las aguas del río Santa, con el fin de hacer posible el manejo racional del recurso hídrico destinado al mejoramiento de riego y ampliación de la frontera agrícola.

El agua para el riego del Valle de Nepeña es captada de la Bocatoma La Huaca y que primero recorre el Canal IRCHIM, con una longitud de 40,1 Km y que luego llega al Canal Principal, cuya capacidad inicial de éste canal es de 20 m³/s, que regarán 9 827 has. de tierras eriazas de las 14 450 has. Previstas.

De éstas tierras se vendieron mediante subasta pública, 6 253.81 has., pero que la mayoría de has de tierras eriazas, han sido invadidas por campesinos sin tierras ubicadas en el Intervalle Lacramarca-Nepeña, que vienen usando en forma inapropiada el elemento hídrico que conduce el Canal Principal mediante sistema de riego por gravedad de manera rústica y antitécnica.

La inadecuada infraestructura de distribución, en especial el número inadecuado de estructuras de control y medición de caudales o en todo caso el funcionamiento inadecuado de este tipo de estructuras, es la principal causa que no se lleve a cabo una adecuada entrega de volúmenes de agua en función de los derechos de agua consignados por los agricultores. La Junta de Usuarios del Sub Distrito de Riego NEPEÑA, dentro de sus posibilidades económicas, considera que luego de tener formalizados los derechos de agua entre todos los usuarios a través del PROFODUA, es necesario un control y medición de los caudales entregados a cada



"OPTIMIZACIÓN DEL USO DEL AGUA DEL CANAL PRINCIPAL EN EL RIEGO DEL VALLE DE NEPEÑA, ANCASH"

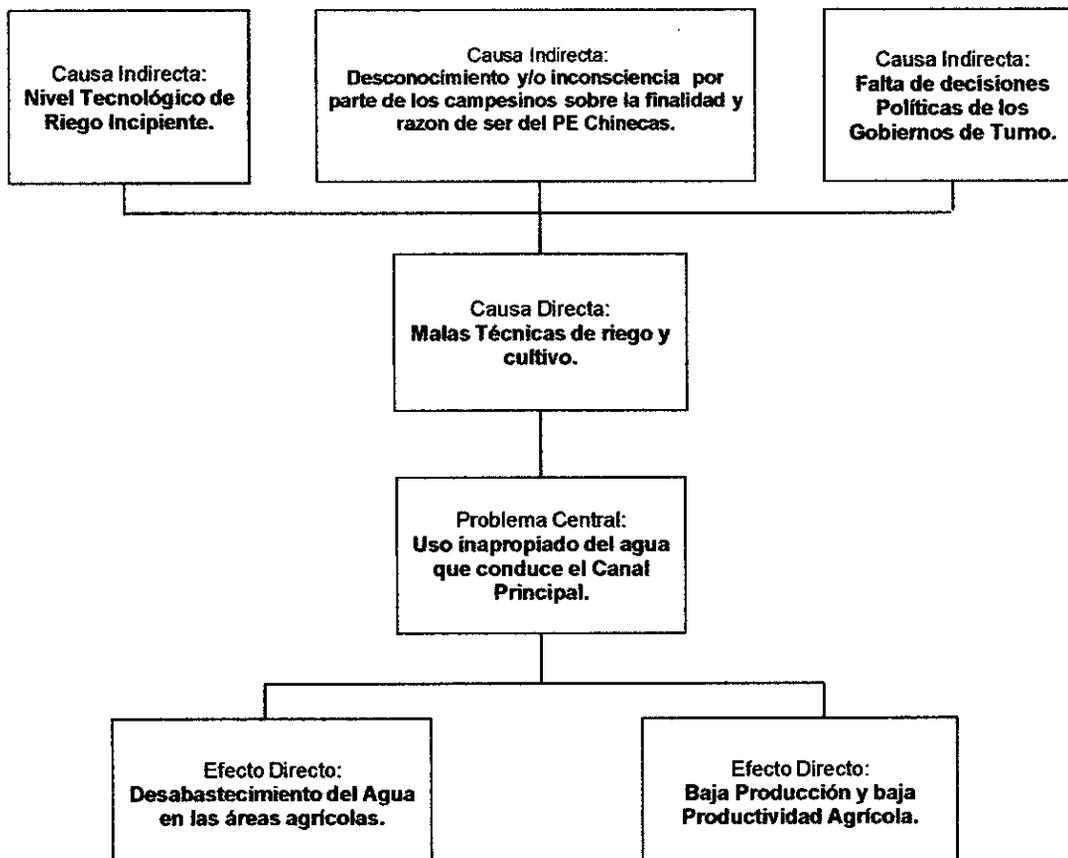
una de las **Comisiones de Regantes** como de los propios usuarios en general. Es por ello, que la Junta de Usuarios está abocada a implementar una serie de acciones que conlleven a la materialización y construcción de estructuras de medición y control de caudales.

Estos campesinos (asociaciones de "agricultores sin tierra") son el mayor problema para el P.E. CHINECAS, porque con tal de sustraer agua ilegalmente para irrigar los terrenos, utilizan diversos métodos primitivos dañando la infraestructura de riego del canal, causando graves daños contra la propiedad de los usuarios que están legalmente instalados y contra la propiedad del P.E. CHINECAS, los cuales cometen los siguientes agravios:

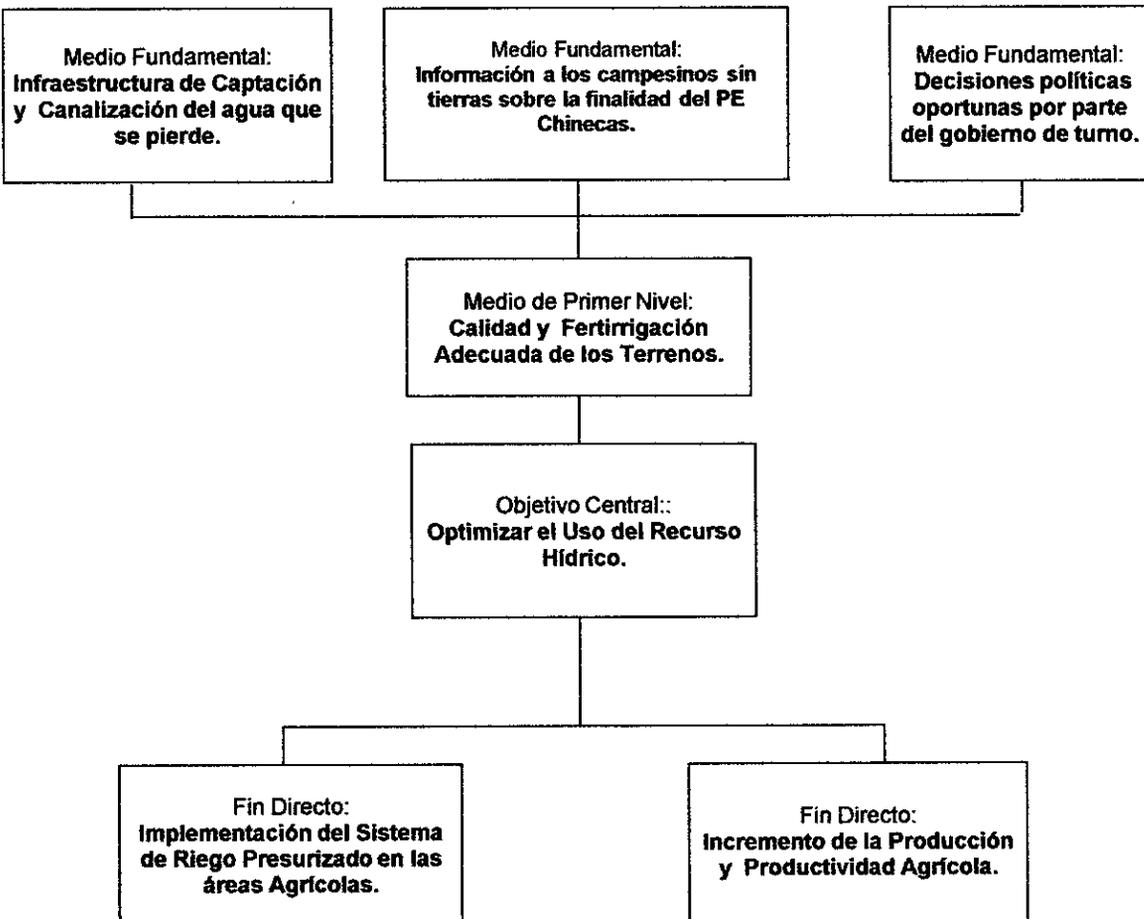
- Desabastecimiento Hídrico a los usuarios constituidos legalmente.
- Colocación de diques de represamiento dentro del canal, compuesto de sacos con arena y piedras que dañan la losa del canal e impiden el curso normal del agua propiciando la sedimentación del canal.
- Sustracción de agua aperturando tomas laterales rústicas para la sustracción ilegal del agua.
- Colocación de sifones y motobombas del canal hacia los terrenos invadidos, rompiendo el camino de servicio debilitando el material de relleno de los espaldones del canal. Ver Panel Fotográfico.

De la evaluación de la zona de investigación se ha elaborado el Árbol de Problema, Causa y Efecto y el Árbol de Medios y Fines.

ÁRBOL DE PROBLEMAS, CAUSAS Y EFECTOS



ÁRBOL DE MEDIOS Y FINES





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"OPTIMIZACIÓN DEL USO DEL AGUA DEL CANAL PRINCIPAL EN EL RIEGO DEL VALLE DE NEPEÑA, ANCASH"

4.2. PRESENTACIÓN DE RESULTADO:

En el Valle de Nepeña, identificado o conformado con los pueblos de SAN JACINTO, SAN JOSE, CERRO BLANCO, NEPEÑA, CAPELLANIA, HUACATAMBO, MOTOCACHY Y SAN JUAN; tiene con un área total de 14,619.00 ha. y un valle agrícola aproximado de 9,800.00 ha de área neta, hasta el año 2000 obtenía el agua necesaria para su desarrollo desde las fuentes hídricas propias del Valle de Nepeña, como aguas superficiales, aguas subterráneas, puquiales y aguas de recuperación o retorno. Actualmente con la construcción De la primera etapa del canal principal Cascajal – Casma – Nepeña – Sechin, en el tramo Lacramarca – Nepeña, tiene asegurado su abastecimiento para la época de estiaje.

Ahora el Valle de Nepeña cuenta con el Canal Principal de la cual cuenta con un caudal aproximado disponible de $4.00 \text{ m}^3/\text{s}$ (126.1 MMC), de la cual la Comisión de Regantes de Nepeña están a cargo del control de las tomas captadas de la toma lateral N° 14 hasta la Toma N° 23 del canal Principal, ubicada en el Km. 64 + 500 desde el final del Tunel de Nepeña hasta la Pampa Veta Colorada ubicada en el Km 73 + 500, y de la cual se usa un caudal promedio según la Comisión de Regantes Nepeña es de 119.6 MMC ($3.8 \text{ m}^3/\text{s}$).

Según el análisis tanto para riego por Gravedad, Aspersores y por Goteo; resulta un **módulo de riego promedio disponible del orden de 0.31 lt/s/ha** , siendo éste módulo el máximo permisible y que los agricultores deberán tener en cuenta.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"OPTIMIZACIÓN DEL USO DEL AGUA DEL CANAL PRINCIPAL EN EL RIEGO DEL VALLE DE NEPEÑA, ANCASH"

A continuación mostramos dos cuadros para comparar, analizar y discutir los sistemas de riego:

Cuadro N° 4.01: Módulo de Riego de los Sistemas por Goteo y Gravedad:

Ubicación desde el Valle de Nepeña hasta la Pampa Veta Colorada desde el Km 62+600 al Km 73+500 del Canal Principal, cédula de cultivo es la caña de azúcar tanto para el riego por gravedad y goteo, propietario Agroindustrias San Jacinto S.A.A.

Cuadro N° 4.02: Módulo de Riego de los Sistemas por Goteo y Aspersión:

Ubicación en el Valle de Nepeña en el Km 64+600 del Canal Principal, cédula de cultivo es la alfalfa, uva, palta y sandía, propietario de Invasores y SANG BARRENTS'S COMPANY S.A.C

CUADRO N° 4.01

MÓDULOS DE RIEGO DE LOS SISTEMAS POR GOTEO Y GRAVEDAD

Ubicación : VALLE DE NEPEÑA
 Cedula de Cultivo : Caña de Azúcar
 Canal de Irrigacion : Canal Principal Tramo Cascajal-Nepeña. Km 72+360 al Km 74+600
 Empresa Agricultora : Agroindustrias San Jacinto SAA

MES	MES	LOTE	N° DE TOMA	PROGRESIVA	TIPO DE RIEGO	ÁREA DE RIEGO (ha)	Hrs de RIEGO	DÍAS DE RIEGO	CAUDAL PROMEDIO m3/ hr	VOLUMEN m3/mes	MÓDULO DE RIEGO Lt/s/ha
ENERO	ENERO	PACO I	20	72+600	GRAVEDAD	18.995	8.0	25.0	0.060	43,200.00	0.849
		BETA	23	73+500	GOTE0	60.836	12.0	25.0	0.042	45,360.00	0.278
		POSESIONAR	SIFON	65+343	GRAVEDAD	10.147	8.0	25.0	0.023	16,560.00	0.609
FEBRERO	FEBRERO	PACO I	20	62+600	GRAVEDAD	18.995	8.0	24.0	0.100	69,120.00	1.504
		BETA	23	73+500	GOTE0	60.836	12.0	24.0	0.040	41,472.00	0.282
		POSESIONAR	SIFON	65+343	GRAVEDAD	10.147	8.0	24.0	0.020	13,824.00	0.563
MARZO	MARZO	PACO I	20	72+600	GRAVEDAD	18.995	8.0	22.0	0.080	50,688.00	0.996
		BETA	23	73+500	GOTE0	60.836	12.0	25.0	0.043	46,440.00	0.285
		POSESIONAR	SIFON	65+343	GRAVEDAD	10.147	8.0	22.0	0.0215	13,622.40	0.501
ABRIL	ABRIL	PACO I	20	72+600	GRAVEDAD	18.995	8.0	16.0	0.094	43,315.20	0.880
		BETA	23	73+500	GOTE0	69.069	12.0	20.0	0.041	35,424.00	0.198
		POSESIONAR	SIFON	65+343	GRAVEDAD	6.164	8.0	20.0	0.021	12,096.00	0.757

Fuente: Direccion de Operación y Mantenimiento - PE CHINECAS

CUADRO N° 4.02

MÓDULOS DE RIEGO DE LOS SISTEMAS POR GOTEO Y ASPERSIÓN

Ubicación **VALLE DE NEPEÑA**
 Cedula de Cultivo **: Alfalfa, Uva y Palta**
 Canal de Irrigacion **: Toma Indirecta en el Km 64+500 al Km 66+500 del Canal Principal Tramo Cascajal-Nepeña**
 Empresa Agrícola **Invasores y SANG BARRENTS'S COMPANY SAC.**

MES	TIPO DE CULTIVO	TIPO DE RIEGO	ÁREA DE RIEGO (ha)	Hrs. de RIEGO	DÍAS DE RIEGO	CAUDAL m3/hr/aspersor o gotero	N° DE ASPERSORES O GOTEROS	VOLUMEN m3/mes	MÓDULO DE RIEGO Lt/s/ha
ENERO	ALFALFA	ASPERSIÓN	1.6	6.0	8	0.371000	112.00	1,994.50	0.465
	UVA	GOTEO	5.5	6.0	4	0.000560	170,866.00	2,296.44	0.156
	PALTA	GOTEO	2	2.0	11	0.000755	83,200.00	1,382.00	0.258
FEBRERO	ALFALFA	ASPERSIÓN	1.6	6.0	10	0.369000	112.00	2,479.68	0.641
	UVA	GOTEO	5.5	6.0	3	0.000552	170,866.00	1,698.65	0.128
	PALTA	GOTEO	2	2.0	8	0.000755	83,200.00	1,005.09	0.208
MARZO	ALFALFA	ASPERSIÓN	1.6	6.0	12	0.369500	112.00	2,979.65	0.695
	UVA	GOTEO	5.5	6.0	3	0.000552	170,866.00	1,698.65	0.115
	PALTA	GOTEO	2	2.0	8	0.000755	83,200.00	1,005.09	0.188
ABRIL	ALFALFA	ASPERSIÓN	1.6	6.0	12	0.379400	112.00	3,059.48	0.738
	UVA	GOTEO	5.5	6.0	3	0.000552	170,866.00	1,698.65	0.119
	PALTA	GOTEO	2	2.0	8	0.000755	83,200.00	1,005.09	0.194

Fuente: Direccion de Operación y Mantenimiento - PE CHINECAS



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"OPTIMIZACIÓN DEL USO DEL AGUA DEL CANAL PRINCIPAL EN EL RIEGO DEL VALLE DE NEPEÑA, ANCASH"

Si está correctamente montado, instalado, y controlado, el riego por goteo puede ayudar a realizar importantes economías de agua por la reducción de la evaporación. Por lo tanto La Aceptación del Tipo de Riego Seria por Goteo que si Optimiza el Agua.

CAUDAL DISPONIBLE A LA DEMANDA (Q dem):

$$Q \text{ dem} = \text{Área total} \times MR$$

$$Q \text{ dem} = 18.995 \text{ ha} \times 0.261 \text{ l/s/ha}$$

$$Q \text{ dem} = 4.95 \text{ l/s}$$

Es el caudal requerido por el sistema, de manera tal que se atiende a todos los usuarios.

EFICIENCIA APLICACIÓN PARA RIEGO (Ea) ESPERADA CON LOS DISTINTOS METODOS DE RIEGO:

Una eficiencia es de 84% indica que del total del agua derivada para el campo 84% la tomarían las plantas y el 16% restante se pierde por percolación profunda y escorrentía.

GRAVEDAD	55 – 85%
ASPERSIÓN	65 – 90%
GOTEO	70 – 90%

Los valores más altos se producirán con un adecuado diseño y manejo de riego.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“OPTIMIZACIÓN DEL USO DEL AGUA DEL CANAL PRINCIPAL EN EL RIEGO DEL VALLE DE NEPEÑA, ANCASH”

Del Cuadro N° 4.02: Resulta para el riego por goteo un módulo promedio de 0.212 lt/s/ha y el módulo de riego por aspersión, un promedio de 0.64 lt/s/ha; que comparándolo con el módulo de riego disponible, se acepta sólo el riego por goteo; con lo cual se demuestra que, el riego por goteo optimiza el agua mejor que el riego por aspersión.

Cuadro N° 4.04:

COMPARATIVO N° 02 DE LOS MÓDULOS DE RIEGO POR GOTEO Y ASPERSIÓN:

MÓDULO DE RIEGO EN CAMPO (Lt/s/ha) = Volumen (m ³ /mes) x1000/86400/días mes/Área(ha)
--

MES	GOTEO (palta)	GOTEO (uva)	ASPERSIÓN (alfalfa)
ENERO	0.258	0.156	0.465
FEBRERO	0.208	0.128	0.641
MARZO	0.188	0.115	0.695
ABRIL	0.194	0.119	0.738
PROMEDIO	0.212	0.130	0.635

TIPO DE RIEGO	MÓDULO DE RIEGO EN CAMPO (Lt/s/ha)					MOD. DE RIEGO DISPONIBLE (Lt/s/ha)	ACEPTACIÓN DEL TIPO DE RIEGO
	ENE	FEB	MAR	ABR	PROM.		
GOTEO (palta)	0.258	0.208	0.188	0.194	0.212	0.31	SI
GOTEO (uva)	0.156	0.128	0.115	0.119	0.130	0.31	SI
ASPERSIÓN (alfalfa)	0.465	0.641	0.695	0.738	0.640	0.31	NO

Por lo tanto La Aceptación del Tipo de Riego Seria por Goteo que si Optimiza el Agua tanto como de la palta y uva.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"OPTIMIZACIÓN DEL USO DEL AGUA DEL CANAL PRINCIPAL EN EL RIEGO DEL VALLE DE NEPEÑA, ANCASH"

CAUDAL DISPONIBLE A LA DEMANDA (Q dem):

$$Q \text{ dem} = \text{Área total} \times MR$$

- $Q \text{ dem(palta)} = 2 \text{ ha} \times 0.212 \text{ l/s/ha}$

$$Q \text{ dem(palta)} = 0.424 \text{ l/s}$$

- $Q \text{ dem(uva)} = 5.5 \text{ ha} \times 0.212 \text{ l/s/ha}$

$$Q \text{ dem(uva)} = 1.166 \text{ l/s}$$

Es el caudal requerido por el sistema, de manera tal que se atiende a todos los usuarios.

EFICIENCIA APLICACIÓN PARA RIEGO (E_a) ESPERADA CON LOS DISTINTOS METODOS DE RIEGO:

Una eficiencia es de 70% indica que del total del agua derivada para el campo 70% la tomarían las plantas y el 30% restante se pierde por percolación profunda y escorrentía

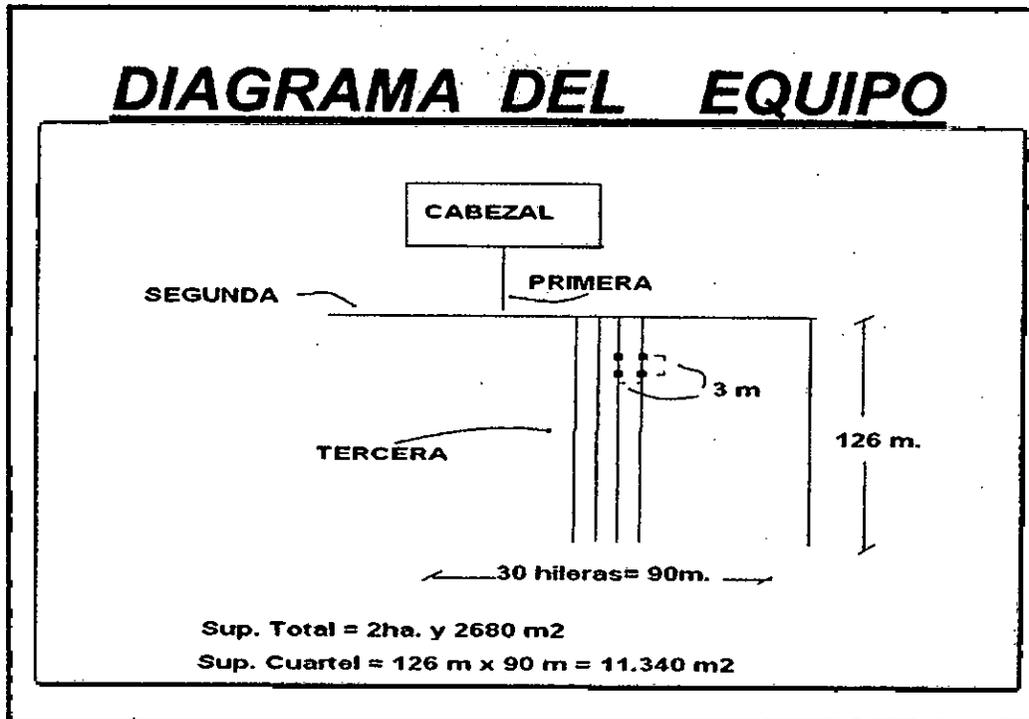
GRAVEDAD	55 – 85%
ASPERSIÓN	65 – 90%
GOTEO	70 – 90%

Los valores más altos se producirán con un adecuado diseño y manejo de riego.



PROYECTO DE RIEGO POR GOTEO

U.N.S. (Ejemplo de Diseño)



DATOS:

- Distancia de Plantación: 3m x 3m
- Longitud de la Hilera: 126m
- Ancho del Cuartel: 90m
- Número de Hileras: 30h.
- Superficie Total: 2 ha y 2680 m²

SECUENCIA DE CÁLCULO:

1.- Área Mojada por Planta:

$$3\text{m} \times 3\text{m} = 9\text{m}^2$$

2.- Necesidades de Riego Diario:

- Enero = 4.27 mm/día con 85% de Eficiencia.
- Necesidades de Riego = $4.27 / 0.85 = 5 \text{ mm/día}$



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"OPTIMIZACIÓN DEL USO DEL AGUA DEL CANAL PRINCIPAL EN EL RIEGO DEL VALLE DE NEPEÑA, ANCASH"

3.- Volumen Diario por Planta:

$$9 \text{ m}^2 \times 0.005 = 0.045 \text{ m}^3 = 45 \text{ lts}$$

Volumen mensual:

$$45 \text{ lts/día/plantax}30 \text{ días} = 1350 \text{ lts/mes}$$

$$\text{Para } 1165 \text{ plantas} \times 1350 \text{ l/mes} = 1567\text{m}^3/\text{ha/mes}$$

$$\text{Etc} = 156 \text{ mm}$$

4. Caudal horario por planta:

Solo horas de sol

$$45 \text{ lts/ } 11 \text{ horas de sol} = 4\text{lts./hora}$$

5. Número de goteros por planta:

$$2\text{lts/h.} \text{ -----}1 \text{ gotero}$$

$$4\text{lts/h} \text{ -----}2 \text{ goteros}$$

6. Número de goteros /planta y línea tercera:

$$\text{Longitud hilera/Distancia e/plantas} = 126\text{m.} / 3\text{m.} = 42 \text{ plts.}$$

$$N = (42 + 1 \text{ planta}) \times 2 \text{ goteros} = \underline{\underline{86 \text{ goteros}}}$$

7. Caudal en la línea tercera:

$$86 \text{ goteros} \times 2 \text{ l/h} = 172 \text{ l/h.}$$

$$172 \text{ l/h} / 3600 \text{ seg} = 0.000048 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

8. Velocidad del agua en la línea:

$$V = Q / A$$

$$\text{Si } Q = 0.000048 \text{ m}^3/\text{seg} \quad \text{Diam} = 1.2 \text{ cm}$$

$$A = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = 0.000048 \text{ m}^2$$

$$V = \frac{0.000048 \text{ m}^3/\text{seg}}{0.00011304 \text{ m}^2} = 0.42 \text{ m/seg}$$

9. Cálculo del Número de Reynolds:

$$\text{Re} = \frac{V \times d}{\text{Visc.}} = \frac{\text{Vel.} \times \text{diam.}}{\text{Visc.}}$$

Luego :

• Velocidad = 0.42 m/seg. = 42 cm/seg

• Diámetro = 12 mm = 1.2 cm.

• Viscosidad = Viscosidad para 31 ° C = 7.7×10^{-3} cm²/seg

Re = 6545 (no debe ser mayor de 5000)



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"OPTIMIZACIÓN DEL USO DEL AGUA DEL CANAL PRINCIPAL EN EL RIEGO DEL VALLE DE NEPEÑA, ANCASH"

10. Rugosidad relativa:

$$RR = \frac{\text{Rugosidad Específica}}{\text{Diámetro}}$$

- Rugosidad específica del plástico = 0.00015 cm
 - Diámetro = 1.2 cm.
- RR = 0.0011

11. Cálculo del factor de fricción "f":

- Entrando al ábaco de MOODY:

Para : Re = 6545 y RR = 0.0011 , se obtiene
un "f" = 0.020

12. Cálculo de pérdidas de carga para el lateral:

$$hf = f \cdot \frac{L}{d} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

Darcy - Weinsbach

f = 0.020 L = 126 m = 12600 cm

V = 0.42 m/seg = 42 cm/seg.

V² = 1764

d = 1.2

2g = 1962 cm. /seg²

$$hf = \frac{0.020 \times 12600 \times 1764}{1.2 \times 1962} = 188.8 \text{ cm}$$

Calculando las pérdidas de carga para 86 goteros a partir de Christiansen:

Hf = 1.88 x 0.3427 = 0.64 m

Las pérdidas son elevadas por esa razón hay que cambiar a 20mm de diámetro



RECÁLCULO DE LOS ULTIMOS PASOS A PARTIR DEL CAMBIO DE DIAMETRO:

DEL 8'

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

$$Q = 0.000048 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$A = \frac{\pi \times d^2}{4} = 0.000314 \text{ m}^2$$

$$V = 0.152 \text{ m/seg}$$

DEL 9'

$$Re = \frac{V \times d}{Visc.} = 3948$$

DEL10' Rugosidad relativa = Rugosidad esp./d = 0.000075
"f" = 0.04

DEL11'

$$H_f = f \cdot \frac{L}{d} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

$$0.04 \times (126/0.02) \times (0.231/19.62) = 0.2966$$

$$\text{Luego es } = 0.296 \cdot (0.3427) = 0.1016 \text{ m}$$

Dado que los goteros requieren 10m.+ 0.10m = 10.10 m.

13. Cálculo de pérdidas en la cañería secundaria:

Se calcula como si fuera una salida múltiple de treinta (30) emisores.

a. Cálculo de la línea secundaria:

$$Q_i (\text{inicial}) = Q_{30} \cdot 30 \text{ líneas}$$

$$Q_i = 0.000048 \cdot (30) = 0.00144 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

b. Velocidad de agua en el tubo:

$$V = Q/A$$

$$V = 0.00144 \text{ m}^3/\text{seg.} / 0.001962 = 0.73 \text{ m/seg.}$$



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“OPTIMIZACIÓN DEL USO DEL AGUA DEL CANAL PRINCIPAL EN EL RIEGO DEL VALLE DE NEPEÑA, ANCASH”

c. Número de Reynolds:

$$Re = \frac{V \times d}{\text{Visc.}} = \frac{(73) \times (5)}{0.0077} = 47.402$$

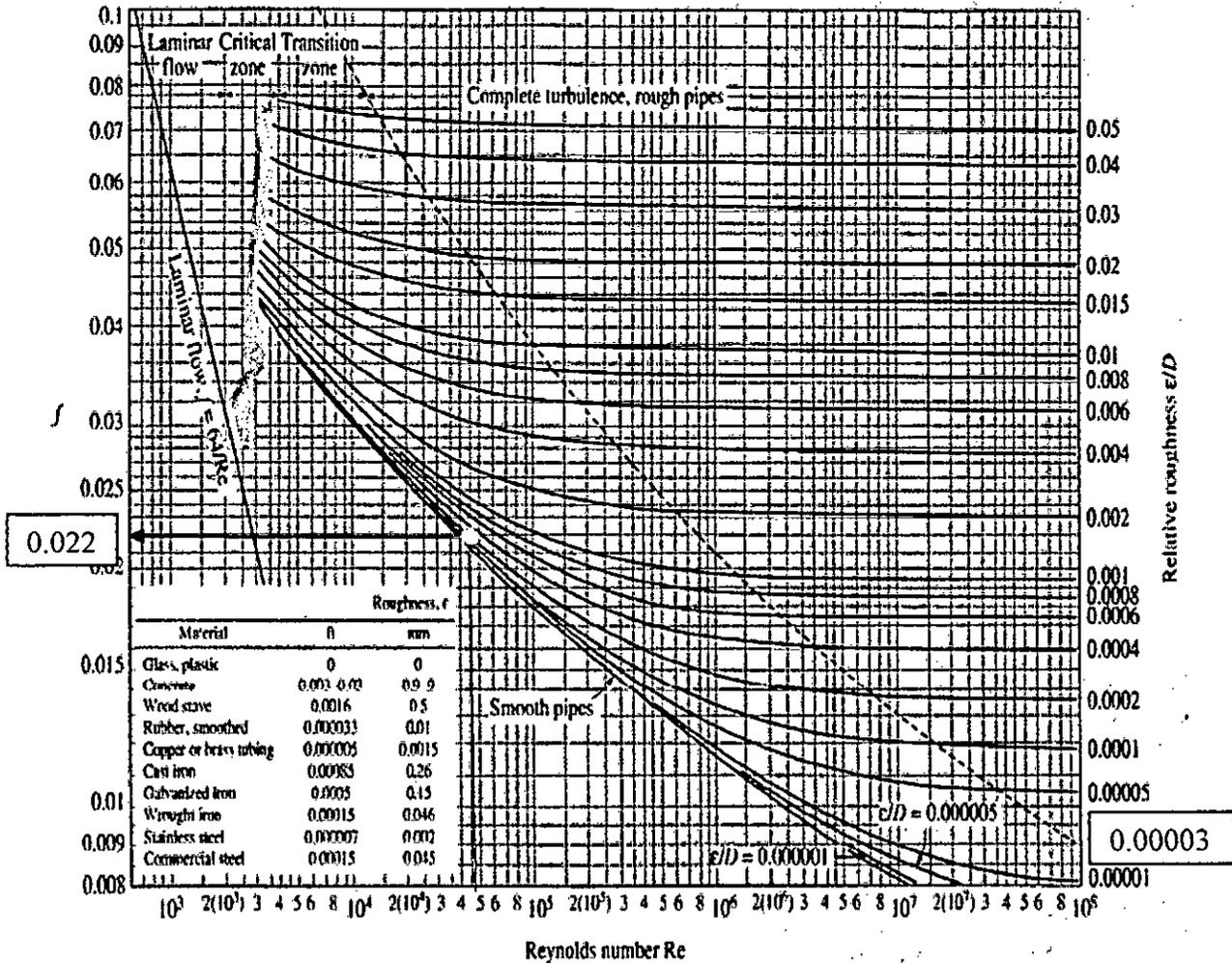
Cercano a 50,000

d. Rugosidad relativa:

$$RR = Re/d = 0.00015/5 = 0.00003$$

$f = 0.022$

Diagrama de Moody





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"OPTIMIZACIÓN DEL USO DEL AGUA DEL CANAL PRINCIPAL EN EL RIEGO DEL VALLE DE NEPEÑA, ANCASH"

e. Pérdidas de carga:

$$hf = f \times \frac{L}{d} \times \frac{V^2}{2g} = 0.22 \times \frac{90}{0.05} \times \frac{(0.73)^2}{19.62} = 1.07m$$

Para múltiples salidas

$$Hf = hf \times f = 1.07 \times (0.35) = 0.38m$$

14. Cálculo de las pérdidas de carga accidentales:

a) Pérdida por entrada del agua a los goteros (K_e)

$$h_{fe} = K_e \cdot V^2 / 2g \quad K_e = \text{Coef de entrada} = 1$$

$$h_{fe} = 1 \times (0.15)^2 / 2(9.8 \text{ m/seg}^2)$$

$$h_{fe} = 0.00114 \text{ m.}$$

$$\text{Por lo tanto : } 0.00114 \text{ m.} \times 86 = 0.098 \text{ m.} = 9.8 \text{ cm.}$$

b) Pérdidas de carga por la segunda y tercera (K_s).

Al pasar de 50 mm a 20 mm hay pérdidas de carga.

$$d_1/d_2 = 50/20 = 2.5$$

D_1/D_2	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.5	3.0
K	0.08	0.17	0.26	0.34	0.37	0.41	0.43

(a la tabla y se halla el $K_s = 0.41$)

$$h_{fes} = K_s \cdot V^2 / 2g = 0.41 \cdot (0.73)^2 / 19.62 = 0.011m = 1.1cm$$

15. Altura manométrica total:

Goterros	1000 cm
Fr. Lateral	10
Fr Secundario	38
Entrada	9.8
Entrada	1.1
Acoples	1.0
Válvulas	16.2
Filtros	38.0

TOTAL 2141 cm ó 21.4 m

Sin desniveles topográficos en + o -

Altura total en m.c.a. a la que la bomba deberá elevar el agua.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**"OPTIMIZACIÓN DEL USO DEL AGUA DEL CANAL PRINCIPAL EN EL RIEGO DEL
VALLE DE NEPEÑA, ANCASH"**

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"OPTIMIZACIÓN DEL USO DEL AGUA DEL CANAL PRINCIPAL EN EL RIEGO DEL VALLE DE NEPEÑA, ANCASH"

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

5.1. CONCLUSIONES:

- Se concluye que el riego por goteo ahorra significativamente el agua con respecto al tradicional riego por gravedad, según el cuadro comparativo N° 4.03, existiendo un ahorro del 84%; siendo el módulo de riego por goteo 0.261 lt/s/ha, concluyendo que este tipo de riego optimizaría el agua y a la vez se mantendría por debajo del modulo de riego disponible.
- Se concluye que el riego por goteo y aspersión emplean menor cantidad de agua, con respecto al riego por gravedad; siendo el módulo de riego por goteo más favorable 0.212 lt/s/ha y del riego por aspersión 0.64 lt/s/ha, pero que éste ultimo no cumple con el modulo de riego disponible (0.31 lt/s/ha); según el cuadro comparativo N° 4.04 concluyendo que el riego por goteo es la solución para optimizar el agua y a la vez cumplir con el módulo de riego disponible.
- Sin lugar a duda la implementación del Sistema de riego por goteo en el Valle de Nepeña y en realidad en todo en intervale optimizaría el uso del agua, evitando el desabastecimiento del agua, lográndose además otras ventajas como rendimientos elevados en los cultivos y la aplicación de la fertirrigación.
- El acceder a los beneficios de la Ley de Riego permite que un beneficiario pueda ser rentable un proyecto de que otra forma no lo es.



“OPTIMIZACIÓN DEL USO DEL AGUA DEL CANAL PRINCIPAL EN EL RIEGO DEL VALLE DE NEPEÑA, ANCASH”

- La información que se entrega sobre los más importantes riegos tecnificados y sus componentes permiten que el usuario conozca, como funciona estos tipos de riego y que elementos y piezas lo conforman.
- Si no se implementa el sistema de riego por goteo, se tendrá escasez de agua en el futuro de todo el valle a irrigar y la baja producción y baja productividad agrícola dominarán la agricultura en la zona, dejando de ser rentable.
- La Inversión de instalación del sistema de riego por goteo tiene un promedio de S/. 12,268.90 por hectárea tal como se muestra en el Cuadro N° 5.01; no siendo considerada este sistema como alternativa de riego por los campesinos posesionados, por su limitación económica; sin embargo las empresas agroindustriales con solvencia económica y poder de financiamiento en el Valle de Nepeña haría viable ésta solución.
- Si continúan posesionados los “campesinos sin tierras” en las áreas agrícolas, la posibilidad de instalación del Sistema de riego Tecnificado serian casi nulas, situación que se complica aún más debido al área pequeña (< 5 Has.) que disponen cada posesionario.
- Se concluye que hay otras fuentes Hídricas, tales como las fuentes naturales, se obtiene como resultado que el total de agua es de **211.776 MMC**, dicha disponibilidad está constituida por aguas de escurrimiento directo 42.245 MMC; agua subterránea, 13.750 MMC; agua de puquíos, 21.497 MMC; agua de filtraciones 101.144 MMC; aguas de recuperación, 39.657 MMC.



5.2. RECOMENDACIONES:

- Se recomienda utilizar cultivos que posibiliten su industrialización y exportación, tales como el espárrago, algodón, ají páprika, frutales como la vid, olivo, palto, uva y que además estos cultivos son recomendados por el estudio semi-detallado de suelos elaborado por el PE CHINECAS.

- Se recomienda la implementación de programas de mejoramiento de distribución del agua de riego para el valle Nepena, en convenio con la Junta de Usuarios y el Proyecto Especial CHINECAS, y la fomentación sobre el uso de Riego Presurizado, con el fin de aumentar la producción del Valle de Nepena y ala ves optimizando el agua.

- Los Distritos de Administración de Riego deben fomentar y exigir a los usuarios de aguas, la elaboración y ejecución programas de operación, información de Riego tecnificado y mantenimiento de la infraestructura de riego y drenaje de su ámbito, con el fin de que el agua no se desperdicie.

- El gobierno central y entidades comprometidas con el problema de invasión de tierras, son las encargadas de dar alguna solución al problema, sin perjudicar los intereses de desarrollo del PE CHINECAS, ya que en la actualidad existe gran cantidad de invasores, donde el robo del agua del Canal Principal es frecuentada por más agricultores sin tierras.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"OPTIMIZACIÓN DEL USO DEL AGUA DEL CANAL PRINCIPAL EN EL RIEGO DEL VALLE DE NEPEÑA, ANCASH"

- Se recomienda realizar otros estudios, sobre la problemática de las invasiones, sobre los impactos y beneficios socio-económicos de llegar a implementarse el sistema de Riego Presurizado; también estudios sobre los materiales en suspensión y su sedimentación, cuantificar y soluciones al respecto.
- Se recomienda ampliar este trabajo de investigación, realizando un estudio detallado, cuantificando por ejemplo costos de inversión sobre el sistema de Riego Tecnificado en la zona, la productividad y la optimización del agua con estos riegos tecnificados, plazos de recuperación de inversión, entre otros.
- Se recomienda implementar el riego por goteo no convencional que presenta el Instituto Nacional de Investigación Agraria, con el propósito de abaratar costos.
- Se recomienda dar una capacitación técnica los usuarios ya posesionados; sobre la instalación, ventajas y manejo del riego por goteo y de esta manera concientizarlos que necesariamente tiene que instalarse el sistema de riego presurizado.
- Realizar una evaluación detallada de la red Meteorológica e Hidrométrica, así como de su equipamiento y operación de las mismas, con la finalidad de redimensionarla, renovarla y mejorar la eficiencia de operación y con ello mejor la toma de información.
- Se recomienda elaborar y aplicar a corto plazo un programa de capacitación para los usuarios, en temas relacionados con la distribución de agua en bloque, relación agua-suelo- planta, planes de operación y mantenimiento de canales de regadío, etc.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"OPTIMIZACIÓN DEL USO DEL AGUA DEL CANAL PRINCIPAL EN EL RIEGO DEL VALLE DE NEPEÑA, ANCASH"

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA:

1. P.E. Chincas-Inade-Ministerio De Vivienda, ESTUDIO SEMIDETALLADO DE SUELOS INTERFLUVIO LACRAMARCA-NEPEÑA, Diciembre - 1999.
2. Comisión de Regantes Nepeña.
3. Comisión de Regantes de Moro.
4. PACHECO J. ALONSO N. "RIEGO Y DRENAJE", La Habana Cuba, 1995.
5. PROYECTO ESPECIALCHINECAS, BASE DE DATOS.
6. PROYECTO ESPECIAL CHINECAS, ESTUDIO DE FACTIBILIDAD 1981.
7. PROYECTO ESPECIAL CHINECAS, ESTUDIO DE PRE INVERSIÓN "ADECUACION DEL PROYECTO ORIGINAL CHINECAS AL ESQUEMA REESTRUCTURADO", 2010.
8. ROCHA FELICES ARTURO, PUBLICACIONES EN LA REVISTA "EL INGENIERO CIVIL", Lima - Perú,1995.
9. ROSELL C. ARTURO, "IRRIGACIÓN", Lima - Perú, 1998.
10. P.E. Chincas-Inade-Ministerio De Vivienda, RIEGO TECNIFICADO PARCELA DEMOSTRATIVA TANGAY, Marzo 2005.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“OPTIMIZACIÓN DEL USO DEL AGUA DEL CANAL PRINCIPAL EN EL RIEGO DEL
VALLE DE NEPEÑA, ANCASH”**

ANEXOS



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**"OPTIMIZACIÓN DEL USO DEL AGUA DEL CANAL PRINCIPAL EN EL RIEGO DEL
VALLE DE NEPEÑA, ANCASH"**

CUADROS

CUADRO N° 5.01

COSTOS UNITARIOS POR HECTAREA DEL SISTEMA RIEGO POR GOTEO

Tipo de Cultivo: Espárrago y Ají Paprika

RUBRO		Costo Total
Inversión		
1.00	Obras civiles	1,710.00
2.00	Equipos	7,880.00
2.01	Sistema de Riego	7,220.00
2.02	Tubería Aducción	660.00
	Costo Directo	9,590.00
	Gastos Generales 5.00%	480.00
	Supervisión 2.50%	240.00
	Sub-Total	10,310.00
	IGV 19.00%	1,958.90
TOTAL		12,268.90
COSTO DE LA OBRA		S/. 12,268.90

Fuente: Dirección de Desarrollo Agropecuario-P.E. Chincas-Inade

Obras Civiles : Trabajos Preliminares, Reservorio, Excavación de Zanjas, Cabezal de Filtrado, Suministro e Instalación de Tuberías.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**"OPTIMIZACIÓN DEL USO DEL AGUA DEL CANAL PRINCIPAL EN EL RIEGO DEL
VALLE DE NEPEÑA, ANCASH"**

PANEL FOTOGRAFICO



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"OPTIMIZACIÓN DEL USO DEL AGUA DEL CANAL PRINCIPAL EN EL RIEGO DEL VALLE DE NEPEÑA, ANCASH"

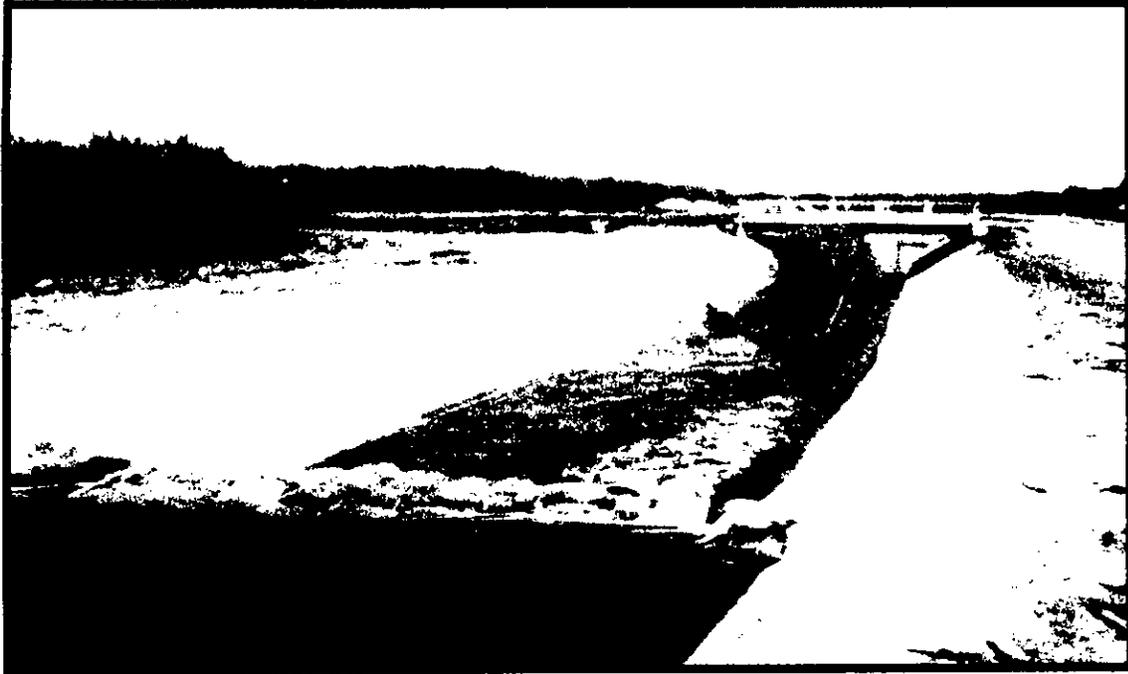


FOTO N° 01: SITUACIÓN ACTUAL DEL CANAL PRINCIPAL EN EL VALLE DE NEPEÑA.

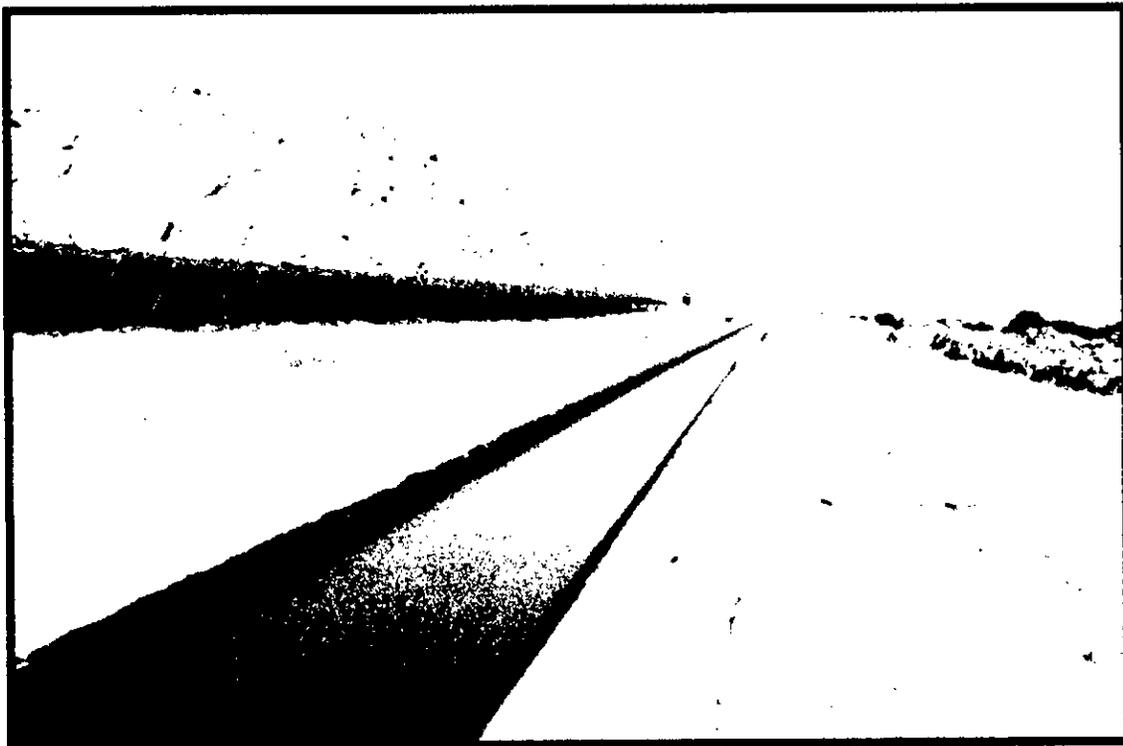


FOTO N° 02: SITUACIÓN ACTUAL HÍDRICA EN EL VALLE DE NEPEÑA, CON UN CAUDAL DE 2 - 3 m³/s SEGÚN TÉCNICO DE LA COMISIÓN DE REGANTES DE NEPEÑA.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"OPTIMIZACIÓN DEL USO DEL AGUA DEL CANAL PRINCIPAL EN EL RIEGO DEL VALLE DE NEPEÑA, ANCASH"

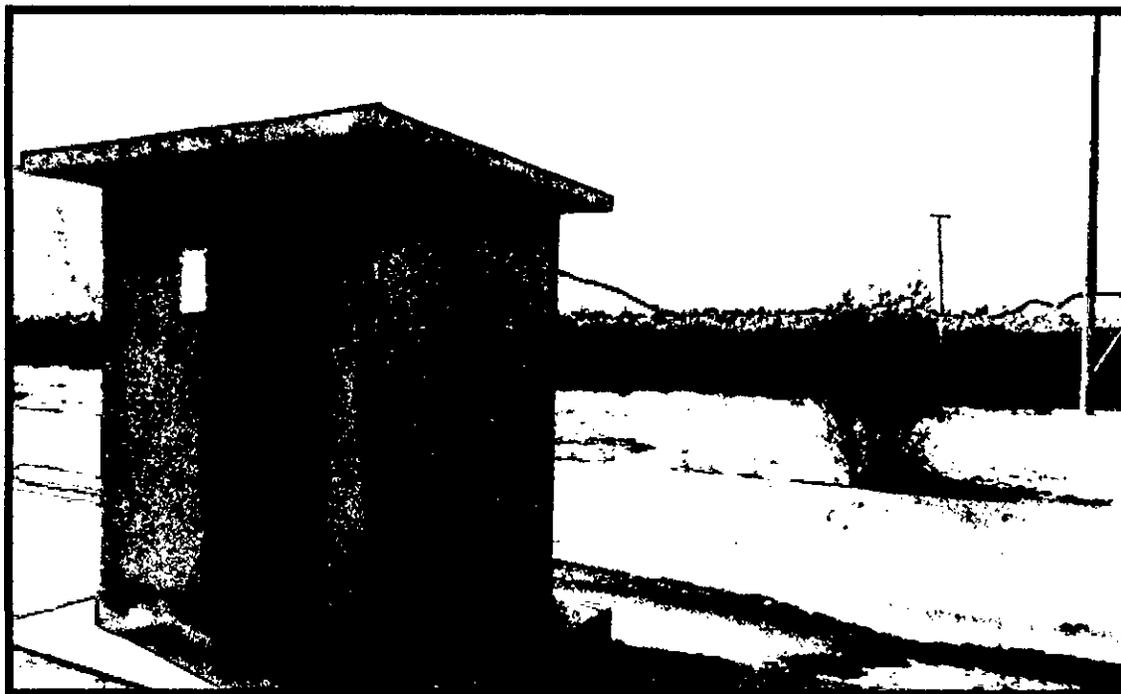


FOTO N° 03: TOMA N° 14, DONDE LA CAPTACIÓN EXISTE UNA CASETA PROTEGIDA EN EL KM 64 + 500 EN EL VALLE DE NEPEÑA. (A.I.S.J)



FOTO N° 4: CAPTACION TOMA N° 15 EN EL KM 67 +710, DONDE LA TOMA ESTA DISPONIBLE PARA (C.R.N – A.I.S.J) EN EL VALLE DE NEPEÑA.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"OPTIMIZACIÓN DEL USO DEL AGUA DEL CANAL PRINCIPAL EN EL RIEGO DEL VALLE DE NEPEÑA, ANCASH"



FOTO N° 05: CAPTACIÓN DEL AGUA MEDIANTE SIFÓN PROVOCANDO DAÑOS AL CANAL Y ESTRUCTURA EN EL KM 65 + 200, EN EL VALLE DE NEPEÑA.



FOTO N° 06: CAPTACIÓN DEL AGUA MEDIANTE SIFÓN DE MANERA ILEGAL PROVOCANDO PERDIDAS DE AGUA AL CANAL PRINCIPAL EN EL KM 66 + 200.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"OPTIMIZACIÓN DEL USO DEL AGUA DEL CANAL PRINCIPAL EN EL RIEGO DEL VALLE DE NEPEÑA, ANCASH"

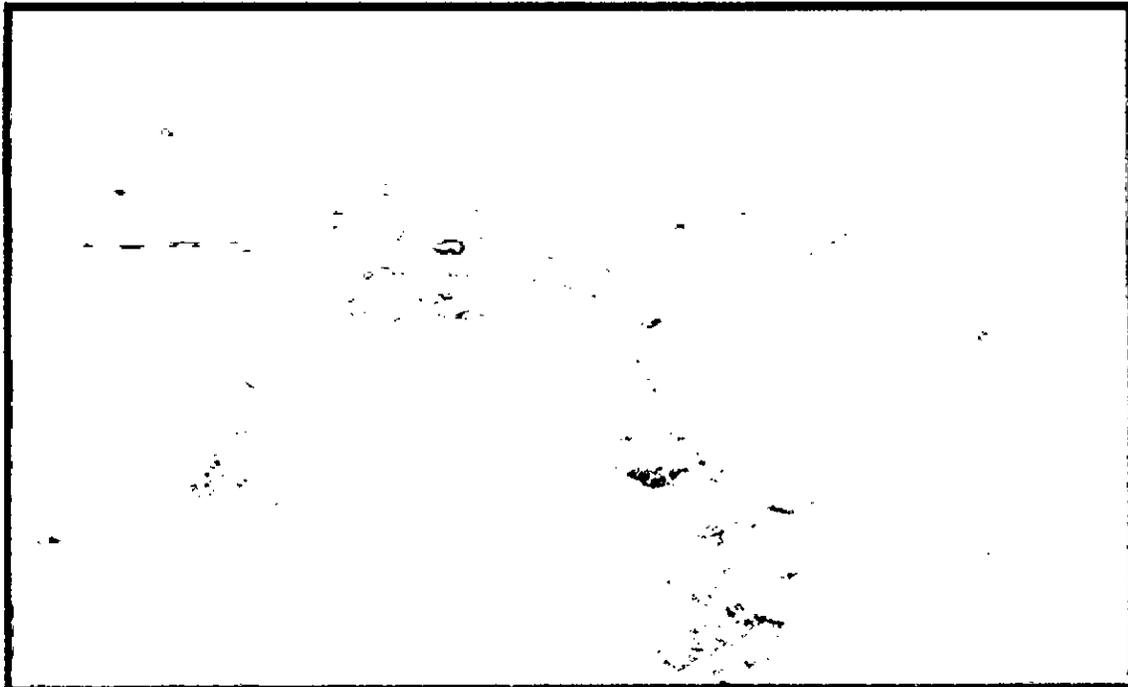


FOTO N° 07: CONDUCCIÓN DEL AGUA, DONDE SE DESPERDICIAN GRANDES CANTIDADES DE AGUA EN EL KM 69 + 920, A LA ALTURA DE LA SALIDA DEL CANAL DE RIO DE NEPEÑA.

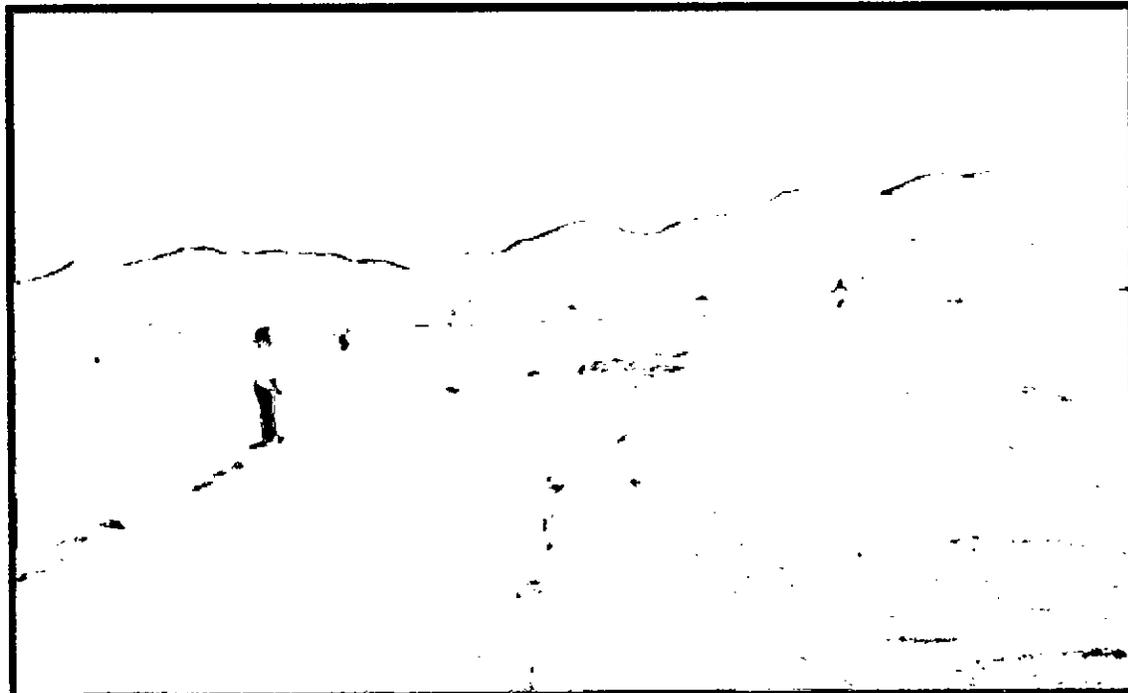


FOTO N° 08: CAPTACIÓN Y CONDUCCIÓN DE AGUA POR PARTE DE LOS INVASORES CON GRANDES PÉRDIDAS DE AGUA EN EL KM 68 +330. TOMA 16 A.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"OPTIMIZACIÓN DEL USO DEL AGUA DEL CANAL PRINCIPAL EN EL RIEGO DEL VALLE DE NEPEÑA, ANCASH"



FOTOS N° 09: RIEGO POR GRAVEDAD, DONDE SE USA GRANDES CANTIDADES DE AGUA EN TERRENOS DE AGROINDUSTRIAS SAN JACINTO S.A.A.

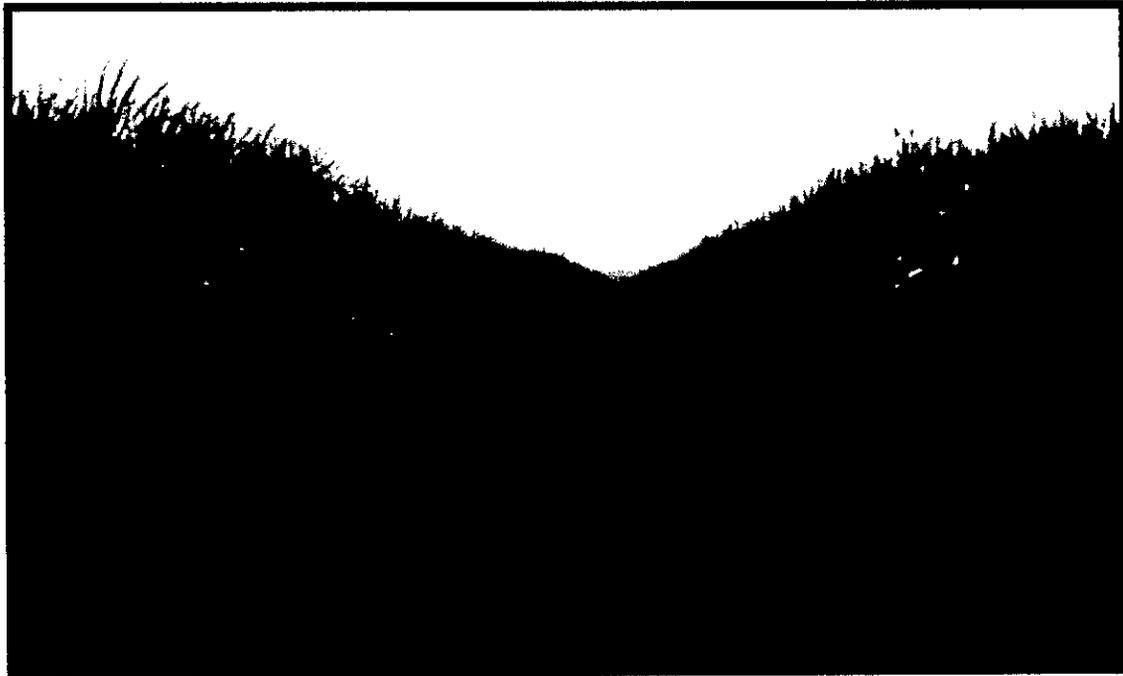


FOTO N° 10: RIEGO POR GRAVEDAD, CRECIMIENTO DE MALEZAS EN TERRENOS DE AGROINDUSTRIAS SAN JACINTO S.A.A.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"OPTIMIZACIÓN DEL USO DEL AGUA DEL CANAL PRINCIPAL EN EL RIEGO DEL VALLE DE NEPEÑA, ANCASH"



FOTO N° 11: POZOS DESARENADORES DE LIMOS PARA EVITAR OBSTRUCCIONES DE LA LINEA DE RED POR GOTEO EN SANG BARRENT'S COMPANY S.A.C.



FOTOS N° 12: RESERVORIO PARA EL RIEGO LIBRE DE LIMOS PARA LA RED POR GOTEO DE 200 HECTAREAS DE UVA DE SANG BARRENT'S COMPANY S.A.C.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"OPTIMIZACIÓN DEL USO DEL AGUA DEL CANAL PRINCIPAL EN EL RIEGO DEL VALLE DE NEPEÑA, ANCASH"

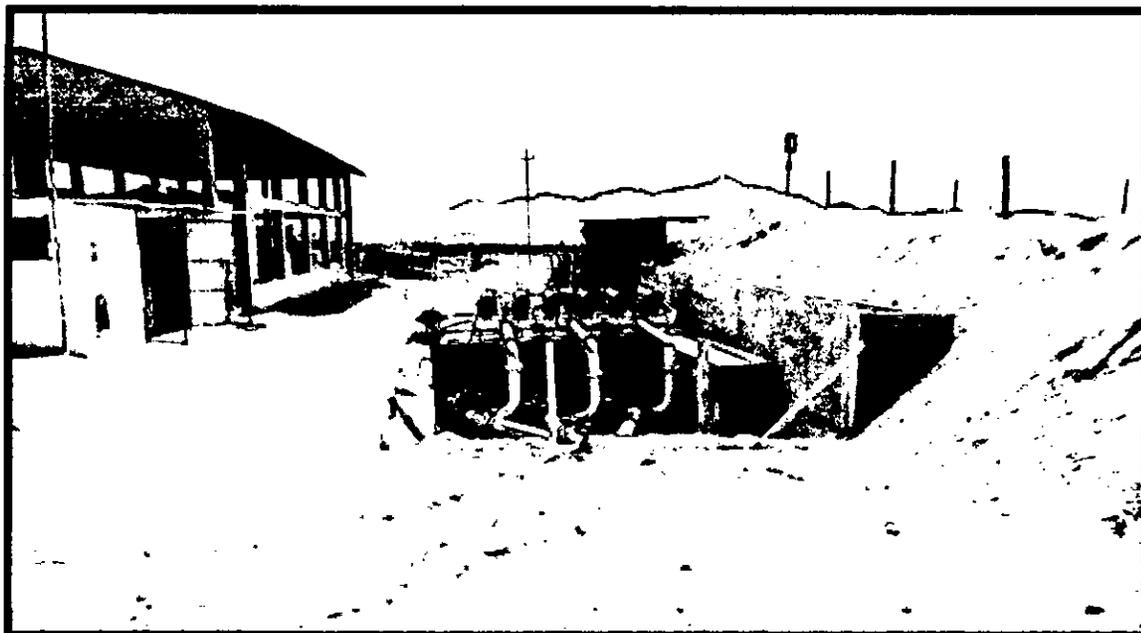


FOTO N° 13: EQUIPO DE BOMBEO A LA RED DE GOTEO DE SANG BARRENTS'S COMPANY S.A.C EN EL VALLE DE NEPEÑA.



FOTO N° 14: CONTROL DE LA FERTIRRIGACION EN TANQUES DE 10,000.00 L. DE SANG BARRENTS'S COMPANY S.A.C



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"OPTIMIZACIÓN DEL USO DEL AGUA DEL CANAL PRINCIPAL EN EL RIEGO DEL VALLE DE NEPEÑA, ANCASH"

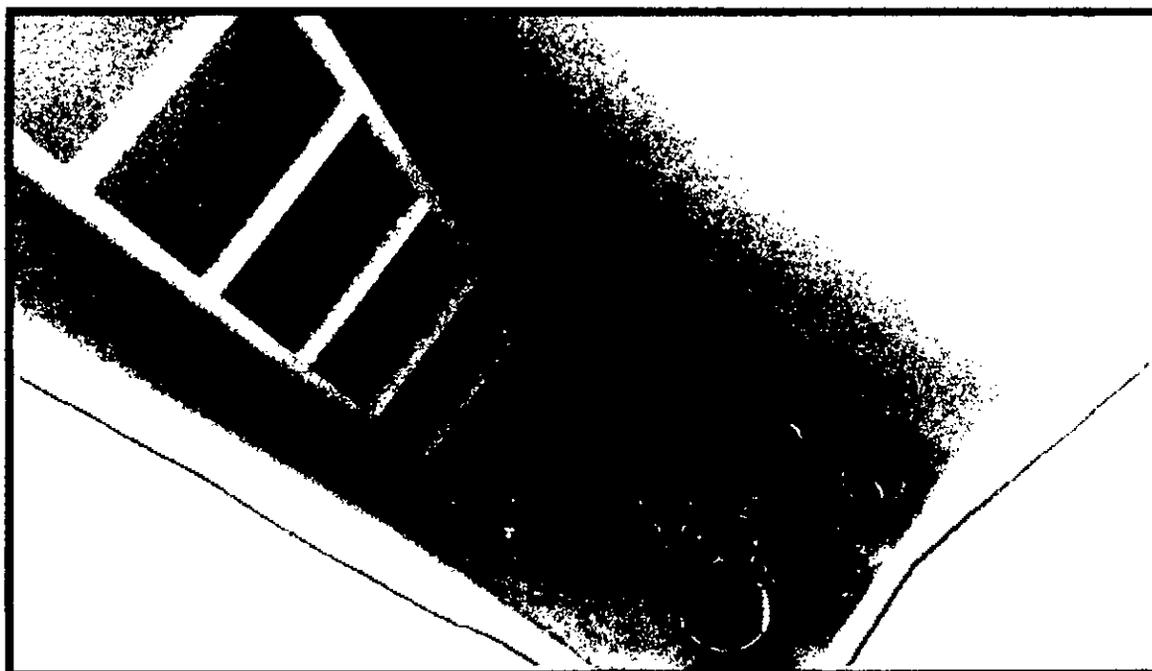


FOTO N° 15: CÁMARA DE FERTIRRIGACIÓN Y FILTROS, PARA EVITAR QUE LOS SEDIMENTOS INGRESEN AL SISTEMA DE RIEGO, DE AGROINDUTRIAS SAN JACINTO S.A.A



FOTO N° 16: LINEAS DE LA RED DEL SISTEMA DE RIEGO, DE AGROINDUTRIAS SAN JACINTO S.A.A



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"OPTIMIZACIÓN DEL USO DEL AGUA DEL CANAL PRINCIPAL EN EL RIEGO DEL VALLE DE NEPEÑA, ANCASH"

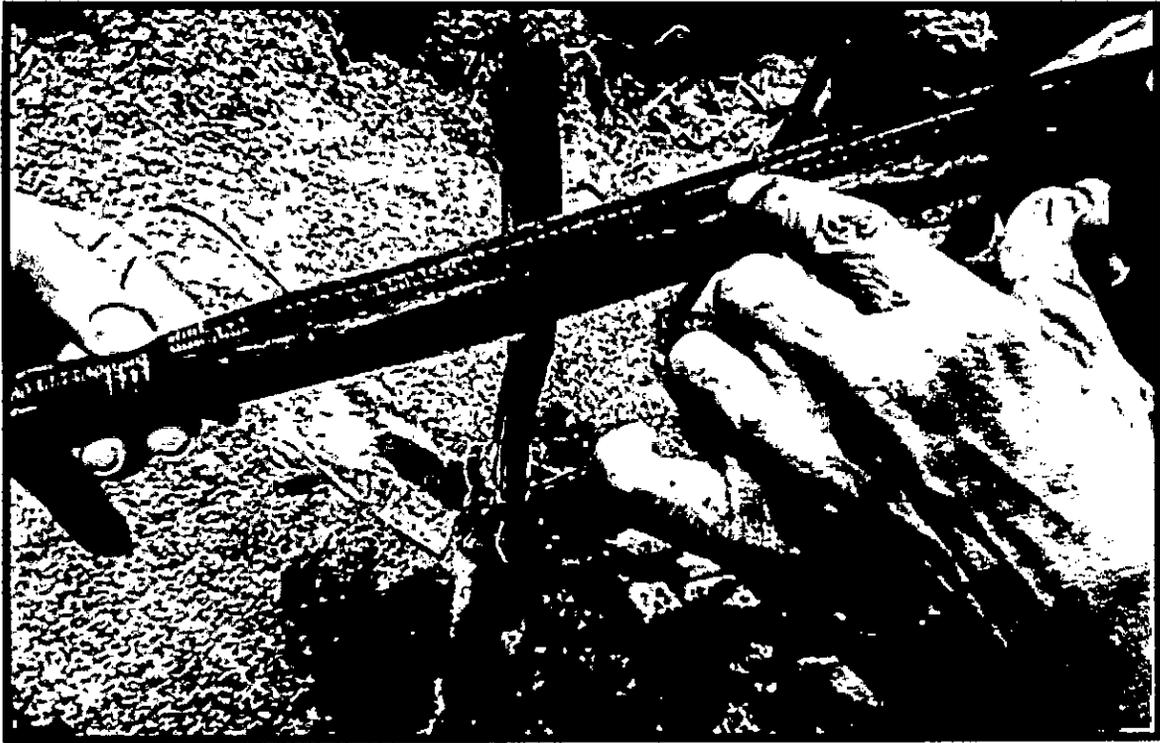


FOTO N° 17: GOTERO INCORPORADO A LAS CINTAS DE RIEGO EN LA CAÑA DE AZUCAR.



FOTO N° 18: SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO EN TERRENOS DE UVA EN SANG BARRENT'S COMPANY S.A.C



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"OPTIMIZACIÓN DEL USO DEL AGUA DEL CANAL PRINCIPAL EN EL RIEGO DEL VALLE DE NEPEÑA, ANCASH"



FOTO N° 19: OPERADOR DE CONTROL DE RIEGO EN LOS CULTIVOS MEDIANTE LLAVE. A. SAN JACINTO.



FOTO N° 20: SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO EN TERRENOS DE A. SAN JACINTO.