

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**



**“EJECUCIÓN DE OBRA DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO  
GRUPO CHUNCHANGA, DISTRITO DE HUMAY, PROVINCIA DE  
PISCO, ICA”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL  
PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO AGRICOLA**

**CHRISTIAN JAVIER CHACALIAZA TORRES**








**LIMA – PERÚ**

**2022**

## Document Information

Analyzed document	TSP CHRISTIAN CHACALIAZA TORRES.pdf (D157409434)
Submitted	2023-01-30 23:07:00
Submitted by	JOSE BERNARDINO ARAPA QUISPE
Submitter email	jarapa@lamolina.edu.pe
Similarity	5%
Analysis address	jarapa.unalm@analysis.arkund.com

## Sources included in the report

<b>SA</b>	<b>Universidad Nacional Agraria La Molina / TSP_HERBOZO CESAR.pdf</b> Document TSP_HERBOZO CESAR.pdf (D157407400) Submitted by: nmontalvo@lamolina.edu.pe Receiver: nmontalvo.unalm@analysis.arkund.com	 3
<b>SA</b>	<b>Universidad Nacional Agraria La Molina / TSP FLORES TORRES_26.01.docx</b> Document TSP FLORES TORRES_26.01.docx (D157175260) Submitted by: liarf@lamolina.edu.pe Receiver: liarf.unalm@analysis.arkund.com	 1
<b>W</b>	URL: <a href="https://www.fondoeditorialunalm.com/wp-content/uploads/2020/09/ingenieria-de-riegos.pdf">https://www.fondoeditorialunalm.com/wp-content/uploads/2020/09/ingenieria-de-riegos.pdf</a> Fetched: 2023-01-30 23:08:00	 2
<b>SA</b>	<b>Universidad Nacional Agraria La Molina / TSP-Chapoñan_Lourdes 24_01_2023docx.docx</b> Document TSP-Chapoñan_Lourdes 24_01_2023docx.docx (D157201441) Submitted by: liarf@lamolina.edu.pe Receiver: liarf.unalm@analysis.arkund.com	 4
<b>SA</b>	<b>Universidad Nacional Agraria La Molina / TSP-Chapoñan_Lourdes_17-09-2022 .docx</b> Document TSP-Chapoñan_Lourdes_17-09-2022 .docx (D144330874) Submitted by: liarf@lamolina.edu.pe Receiver: liarf.unalm@analysis.arkund.com	 1
<b>SA</b>	<b>GUBERT MERA_FINAL_urkun.docx</b> Document GUBERT MERA_FINAL_urkun.docx (D142812307)	 1
<b>W</b>	URL: <a href="https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/1337160941RIEGO_BAJA.pdf">https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/1337160941RIEGO_BAJA.pdf</a> Fetched: 2023-01-30 23:08:00	 2

## Entire Document

51%

**MATCHING BLOCK 1/14**

**SA** TSP\_HERBOZO CESAR.pdf (D157407400)

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA "EJECUCIÓN DE OBRA DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO GRUPO CHUCHANGA, DISTRITO DE HUMAY, PROVINCIA DE PISCO, ICA" TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**

**“EJECUCIÓN DE OBRA DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO  
GRUPO CHUNCHANGA, DISTRITO DE HUMAY,  
PROVINCIA DE PISCO, ICA”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

**INGENIERO AGRÍCOLA**

Presentado por:

**BACH. CHRISTIAN JAVIER CHACALIAZA TORRES**

Sustentado y aprobado por el siguiente jurado:

Dr. ABSALÓN VÁSQUEZ VILLANUEVA  
Presidente

Ing. JOSE BERNARDINO ARAPA QUISPE  
Asesor

Mag. SAÚL MOISÉS TORRES MURGA  
Miembro

Ing. FRANCISCO JAVIER ROJAS ALEJANDRO  
Miembro

LIMA – PERÚ

2022

## **AGRADECIMIENTO**

*Gracias a mis queridos padres, por el apoyo y por impulsarme a ser cada día una mejor persona, por brindarme el aliento necesario para superar cada obstáculo y por ser parte fundamental de mis logros académicos.*

*Al Ing. Alberto Bengoa, por ser guía en mi desenvolvimiento profesional.*

*A mi asesor Ing. José Arapa, por la orientación y apoyo que me brindó durante la realización del Trabajo.*

# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN .....	vii
ABSTRACT .....	viii
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Objetivos .....	2
1.1.1. Objetivo principal .....	2
1.1.2. Objetivos específicos .....	2
<b>II. METODOLOGÍA DE TRABAJO .....</b>	<b>3</b>
2.1. Ubicación y vías de acceso.....	3
2.2. Materiales y equipos.....	6
2.3. Construcción de obras civiles.....	7
2.3.1. Canal de ingreso .....	7
2.3.2. Desarenador .....	8
2.3.3. Canal de demasías.....	8
2.3.4. Reservorio.....	9
2.4. Descripción Cabezal de riego.....	12
2.4.1. Sistema de filtrado .....	12
2.4.2. Sistema de fertilización.....	14
2.5. Red hidráulica.....	14
2.5.1. Red de tuberías .....	14
2.5.2. Arcos de riego.....	15
2.5.3. Descripción Emisores de riego .....	17
2.6. Obras complementarias .....	17
2.6.1. Cajas de protección.....	17
2.6.2. Plan de capacitación de operación y mantenimiento .....	18
2.7. Ejecución de obra .....	18
2.7.1. Labores realizadas en el gabinete .....	18
2.7.2. Materiales y máquinas para trabajo en campo.....	28
2.8. Labores realizadas en campo.....	29
2.8.1. Procedimiento de trabajo seguro y responsable.....	29
2.8.2. Trazo y replanteo .....	29
2.8.3. Procedimiento para el movimiento de tierra en la excavación de zanja.....	30

2.8.4. Procedimiento para instalar tubería de PVC.....	31
2.8.5. Instalación de arcos de riego y válvulas de control .....	33
2.8.6. Instalación de cabezal de riego .....	34
2.8.7. Instalación de emisores de riego.....	36
2.9. Ejecución de obras civiles .....	36
2.9.1. Construcción de cajas de concreto.....	36
2.9.2. Caseta de filtrado .....	37
2.9.3. Construcción del canal de entrada, canal demasías y desarenador.....	38
2.9.4. Construcción del reservorio .....	40
2.9.5. Tendido e instalación de cintas de riego.....	42
2.9.6. Plan de capacitación de operación y mantenimiento .....	43
<b>III. CONCLUSIONES .....</b>	<b>44</b>
<b>IV. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>45</b>
<b>V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>46</b>
<b>VI. ANEXOS.....</b>	<b>47</b>

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Vías de acceso al proyecto. ....	6
Tabla 2: Determinación de la evapotranspiración potencial .....	20
Tabla 3: Parámetros del diseño agronómico.....	21
Tabla 4: Programación de riego.....	23
Tabla 5: Calculo de caudales del turno 1.....	26
Tabla 6: Diseño Hidráulico – Línea Conducción .....	27
Tabla 7: Plan de capacitación de riego .....	43

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación Departamental del Proyecto.....	4
Figura 2: Ubicación Distrital del Proyecto .....	5
Figura 3: Canal de Ingreso.....	8
Figura 4: Desarenador .....	8
Figura 5: Canal de demasías.....	9
Figura 6: Medidas del reservorio.....	10
Figura 7: Ubicación de Caseta.....	11
Figura 8: Caseta de riego .....	12
Figura 9: Esquema de cabezal de riego .....	13
Figura 10: Red de Tubería de PVC .....	15
Figura 11: Arcos de Riego.....	16
Figura 12: Ubicación válvula N.º01 .....	24
Figura 13: Cálculo porta lateral de la válvula 1.....	25
Figura 14: Resultados de diámetros de tubería por el programa RiegoLoc .....	25
Figura 15: Trazado y replanteo de campo .....	30
Figura 16: Excavación de zanja con retroexcavadora .....	31
Figura 17: Instalación de tubería matriz.....	33
Figura 18: Instalación de arco de riego .....	34
Figura 19: Instalación de Manifold y Sistema de Filtrado .....	35
Figura 20: Instalación de emisores de riego .....	36
Figura 21: Construcción de cajas de concreto .....	37
Figura 22: Construcción de caseta de riego.....	38
Figura 23: Construcción de desarenador .....	40
Figura 24: Construcción de reservorio .....	41
Figura 25: Instalación de geomembrana de 0,5mm de espesor .....	41
Figura 26: Instalación y tendido de cintas de riego .....	42
Figura 27: Excavación de zanja.....	57
Figura 28: Tendido de red de tuberías .....	57
Figura 29: Movimiento de tierra en la construcción del reservorio .....	58
Figura 30: Compactación del dique del reservorio.....	58
Figura 31: Instalación de Geomembrana.....	59



Figura 32: Vista Panorámica del reservorio lleno, canal y desarenador .....	59
Figura 33: Construcción del Desarenador .....	60
Figura 34: Construcción del canal de entrada .....	60
Figura 35: Construcción de la caseta.....	61
Figura 36: Construcción del canal de entrada .....	61
Figura 37: Caseta de riego .....	62
Figura 38: Encofrado de las cajas para las válvulas .....	62
Figura 39: Purga de bigotes .....	63
Figura 40: Tendido de cintas .....	63
Figura 41: Construcción de techo de caseta .....	64
Figura 42: Llenado de reservorio.....	64
Figura 43: Vaciado de concreto en desarenador.....	65
Figura 44: Excavación de zanja para tubería.....	65
Figura 45: Instalación de succión de reservorio .....	66
Figura 46: Grupo Técnico.....	66

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Ubicación del proyecto .....	48
Anexo 2: Plano Hidráulico .....	49
Anexo 3: Plano de Desarenador .....	50
Anexo 4: Caseta de riego.....	51
Anexo 5: Plano de Sistema de filtrado .....	52
Anexo 6: Plano turnos de riego .....	53
Anexo 7: Plano detalle de zanja .....	54
Anexo 8: Plano de arcos de riego .....	55
Anexo 9: Plano de Canal de Demasías .....	56
Anexo 10: Panel fotográfico.....	57

## RESUMEN

El presente trabajo de suficiencia profesional comprende la ejecución de obra del expediente técnico “Instalación de un sistema de riego tecnificado por goteo – Grupo Chunchanga, departamento de Ica, provincia de Pisco, distrito de Humay”, cuyo objetivo es comprobar, instalar y capacitar a los agricultores y beneficiarios sobre el manejo y mantenimiento del sistema de riego por goteo instalado. En el Capítulo 1, se desarrolla la introducción del trabajo donde se describe el motivo de la implementación del sistema de riego tecnificado a causa de la escasez de agua. En el capítulo 2, se precisa la metodología y herramientas a utilizar para la Instalación del Sistema, se menciona los materiales y equipos que se utilizaron para el trabajo en campo y se detalla la información del expediente sobre los planos de obras civiles, cabezal de riego, red hidráulica y obras complementarias. Finalmente, con el desarrollo de estas herramientas se comprueba la información del expediente técnico en donde se menciona las labores realizadas en campo para su ejecución. Finalmente, en el Capítulo 3 se establecen las conclusiones y recomendaciones del trabajo de Suficiencia Profesional considerando como resultado la instalación de 36 Hass de riego tecnificado por goteo, la capacitación a los beneficiarios del proyecto y la comprobación de los materiales instalados requeridos en el expediente técnico.

**Palabras claves:** Diseño hidráulico, capacidad de filtrado, geo-membrana, válvula hidráulica, válvula de aire, tanque de grava.

## **ABSTRACT**

The present work of professional sufficiency comprises the execution of the technical file "Installation of a drip irrigation system - Chunchanga Group, department of Ica, province of Pisco, district of Humay", whose objective is to test, install and train farmers and beneficiaries on the management and maintenance of the drip irrigation system installed. In Chapter 1, the introduction of the work is developed where the reason for the implementation of the technified irrigation system due to water scarcity is described. In Chapter 2, the methodology and tools to be used for the installation of the system are specified, the materials and equipment used for the field work are mentioned and the information of the file on the civil works plans, irrigation head, hydraulic network and complementary works is detailed. Finally, with the development of these tools, the information of the technical file is checked, where the work carried out in the field for its execution is mentioned. Finally, chapter 3 establishes the conclusions and recommendations of the work of Professional Sufficiency considering as a result the installation of 36 Hass of drip irrigation, the training to the beneficiaries of the project and the verification of the installed materials required in the technical file.

**Keywords:** Hydraulic design, filtering capacity, geo-membrane, hydraulic valve, air valve, gravel tank.

## I. INTRODUCCIÓN

El trabajo realizado está orientado a la ejecución de un proyecto de riego tecnificado por goteo, donde interviene como entidades involucradas “el Programa de Compensaciones para la Productividad- Agroideas” y la empresa ejecutora “Sistemas de Riegos Ingenieros”. Los integrantes del grupo beneficiario del presente proyecto pertenecen al sector Chunchanga que está ubicado en el Departamento de Ica, Provincia de Pisco, distrito de Humay, formando parte de la Comisión de Regantes Chunchanga - Miraflores.

El proyecto que pertenece al Sector Chunchanga que está conformado por 11 agricultores con 36,65 Hectáreas en total, en las que se instaló el riego por goteo para el cultivo de Palta Hass.

Los agricultores del sector de Chunchanga utilizan agua del valle de Pisco, que abastece los laterales de cada sector de riego. Esta forma de suministro de agua no permite satisfacer adecuadamente la demanda hídrica de la planta, especialmente con el riego por gravedad convencional, que tiene una baja eficiencia de riego. Debido a esto, el bajo nivel de productividad afecta directamente la rentabilidad de las actividades y reduce los ingresos de los productores, lo que se traduce en poca o nula inversión y capitalización en el campo.

Según, Vásquez V.A, Vásquez R, I, Vásquez R. C, Cañamero K.M. (2017), afirma que desde hace más de 5,000 años se ha practicado el riego de los cultivos. Las primeras civilizaciones pudieron observar que los elementos básicos para el crecimiento de las plantas eran el suelo, el agua, los nutrientes y el sol (energía). Desde entonces, el uso del riego se ha introducido, ampliado y perfeccionado en todo el mundo hasta el día de hoy.

La importancia del riego presurizado, permite el uso sostenible de los recursos y transforma a la actividad agropecuaria en una alternativa viable para contribuir al desarrollo regional.

Fernández G.R (2010) atribuye que, en este método de riego, a diferencia del riego por superficie o por aspersión, el suelo como reservorio de agua para las plantas es muy pequeña. Su función principal es dar soporte a las plantas, proporcionando agua y los nutrientes, pero en menor cantidad.

Finalmente, se puede notar que los esfuerzos de los productores se centran actualmente en mejorar los niveles de productividad. Una de las principales restricciones es el acceso al recurso hídrico, especialmente en épocas críticas del año, limitación que se pretende abordar mejorando el sistema de abastecimiento, drenaje y distribución de agua subterránea, que representa un papel importante durante la sequía.

Vásquez et al (2016), menciona que la baja disponibilidad hídrica sucede en época de estiaje y en su mayor parte el agua de las lluvias de las zonas alto andinas fluye rápidamente hacia los arroyos y ríos, y finalmente llega al mar. A consecuencia, de que no puede ser retenido por deficiencia en construcción de reservorios, trabajos de conservación de suelos y aguas, zanjas de infiltración o falta de cobertura vegetal en las cuencas altas y media.

## **1.1. Objetivos**

### **1.1.1. Objetivo principal**

Dar a conocer los resultados de la ejecución de obra del sistema de riego por goteo para el cultivo de palta, variedad Hass del grupo Chunchanga de 36,65 ha en el distrito de Humay, Provincia de Pisco, departamento de Ica.

### **1.1.2. Objetivos específicos**

- Revisar y comprobar la compatibilidad del expediente técnico “Instalación de un sistema de riego tecnificado por goteo grupo Chunchanga, distrito de Humay, provincia de Pisco, departamento de Ica”, para su adecuada ejecución.
- Realizar la instalación y operación de la infraestructura de riego: desarenador, reservorio, cabezal de riego y red hidráulica, conforme al expediente técnico.
- Preparar los manuales y capacitar a los beneficiarios sobre la operación y
- Mantenimiento del sistema de riego por goteo instalado.

## II. METODOLOGÍA DE TRABAJO

### 2.1. Ubicación y vías de acceso

El sector de Chunchanga se encuentra en el distrito de Humay, Junta de Usuarios del Valle de Pisco y a la Comisión de Regantes Chunchanga - Miraflores.

**Ubicación política:** Políticamente pertenece a:

<b>Región</b>	Ica
<b>Departamento</b>	Ica
<b>Provincia</b>	Pisco
<b>Distrito</b>	Pisco
<b>Sector</b>	Chunchanga

Geográficamente se encuentra ubicado en:

<b>Coordenadas UTM</b>	8'481.530 N
<b>Coordenadas UTM</b>	406,680 E
<b>Altitud</b>	490 msnm



**Figura 1: Ubicación Departamental del Proyecto**

FUENTE: Agroideas (2015). Expediente Técnico Grupo Chunchanga





**Figura 2: Ubicación Distrital del Proyecto**

FUENTE: Agroideas (2015). Expediente Técnico Grupo Chunchanga

**Vías de acceso:** Desde la ciudad de Lima hasta el área del proyecto, se toma la carretera Panamericana Sur durante 260 Km hasta el empalme con San Clemente, luego se sigue por la carretera Los Libertadores Huari durante unos 15km hacia el distrito de Humay y se llega al área del proyecto durante unos 12 km hasta el Sector Chunchanga Carretera de 15km.

**Tabla 1: Vías de acceso al proyecto**

<b>Tramo</b>	<b>Distancia (Km)</b>	<b>Tiempo (horas)</b>	<b>Tipo</b>	<b>Medio de Transporte</b>	<b>Estado</b>
Lima – San Clemente	260 Km	3.5	Asfaltado	Vehicular	Bueno
San Clemente - desvío Bernales	21 Km	0.5	Asfaltado	Vehicular	Regular
Desvío Bernales - Bernales	5 Km	0.17	Afirmado	Vehicular	Regular
Bernales - Chunchanga	17 Km	0.6	Trocha Carrozable	Vehicular	Regular
Chunchanga - Proyecto	1 Km	0.17	Trocha Carrozable	Vehicular	Regular

Nota: La tabla muestra las rutas de acceso hacia el proyecto desde Lima.

FUENTE: Agroideas (2015). Expediente Técnico Grupo Chunchanga

## **2.2. Materiales y equipos**

Para realizar las labores en gabinete y en el campo, se utilizaron los siguientes materiales:

**Materiales para trabajo en gabinete:** Para la ejecución del proyecto, fue necesario por parte de la empresa ejecutora, la revisión de los planos otorgados por “**Agroideas**” en base a los detalles del expediente técnico. Los planos proporcionados fueron los siguientes:

- Plano de Ubicación del Proyecto. (Anexo 1)
- Plano Hidráulico. (Anexo 2)
- Plano de Desarenador. (Anexo 3)
- Plano de Caseta de Riego. (Anexo 4)
- Plano de Cabezal de Riego. (Anexo 5)
- Plano de Turnos de Riego. (Anexo 6)
- Plano de Detalle de Zanja. (Anexo 7)
- Plano de Arcos de Riego. (Anexo 8)
- Plano de Canal de Demasías. (Anexo 9)

Para verificar el diseño hidráulico, se evaluó los turnos críticos con tablas de Excel en las cuales se basan en los principios hidráulicos de pérdida de carga en tuberías para el cálculo de la tubería matriz y el programa **Riego Loc** para el cálculo de la tubería terciaria, con el fin

de verificar un correcto diseño para que pueda ser ejecutado en el área establecida.

Además, se obtiene información sobre la operación de los equipos instalados, catálogos y fichas técnicas de accesorios como válvulas hidráulicas, válvulas de aire, filtros, tuberías de PVC, cinta de riego. Esta información fue revisada para determinar si los equipos detallados en el expediente cumplen con las características necesarias para ser instaladas en campo.

### **2.3. Construcción de obras civiles**

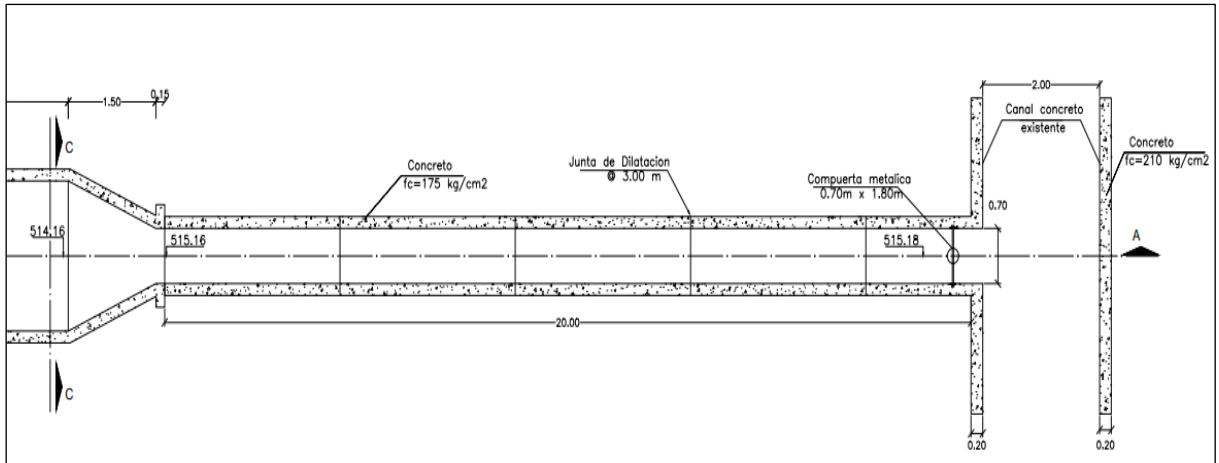
En base a los planos y diseños brindados por la empresa “*Agroideas*” relacionados a obras civiles (planos adjuntos en los anexos correspondientes). La labor del profesional, encargado por parte de la empresa ejecutora “*Sistema de Riego Ingenieros*”, consistía en revisar y comprobar en campo los diseños para proceder con la ejecución. A continuación, se detallarán las obras civiles que se construyeron en el proyecto:

#### **2.3.1. Canal de ingreso**

El canal de ingreso es la estructura que tiene como función captar las aguas del canal principal Chunchanga hacia el reservorio mediante una compuerta metálica.

Para el canal de entrada se utilizó concreto con una resistencia de  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  de con un espesor de muro de 0.15 m, una longitud de canal de 20.00 m, un ancho de 0.70 m y una profundidad de 0.70 m.

Las juntas de dilatación son 1” pulgada de espesor y se colocan cada 3.00 m. El caudal de diseño fue de 300 lts/seg., Las características se muestran en el plano del desarenador. (Anexo 3).

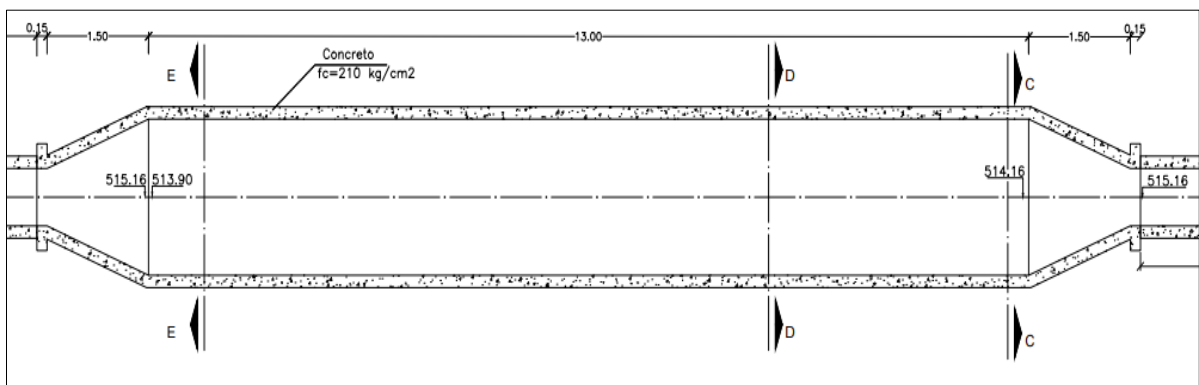


**Figura 3: Canal de Ingreso**

FUENTE: Agroideas (2015). Expediente Técnico Grupo Chunchanga

### 2.3.2. Desarenador

Para la estructura del desarenador, se utilizó el Concreto con resistencia de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . El ancho de los muros exteriores del desarenador es de promedio de 0,15 m (incluye el tarrajeo). La estructura tiene 13,00 m de largo por 2,20 m de ancho. Las características del desarenador se encuentran en el plano (Anexo 3).



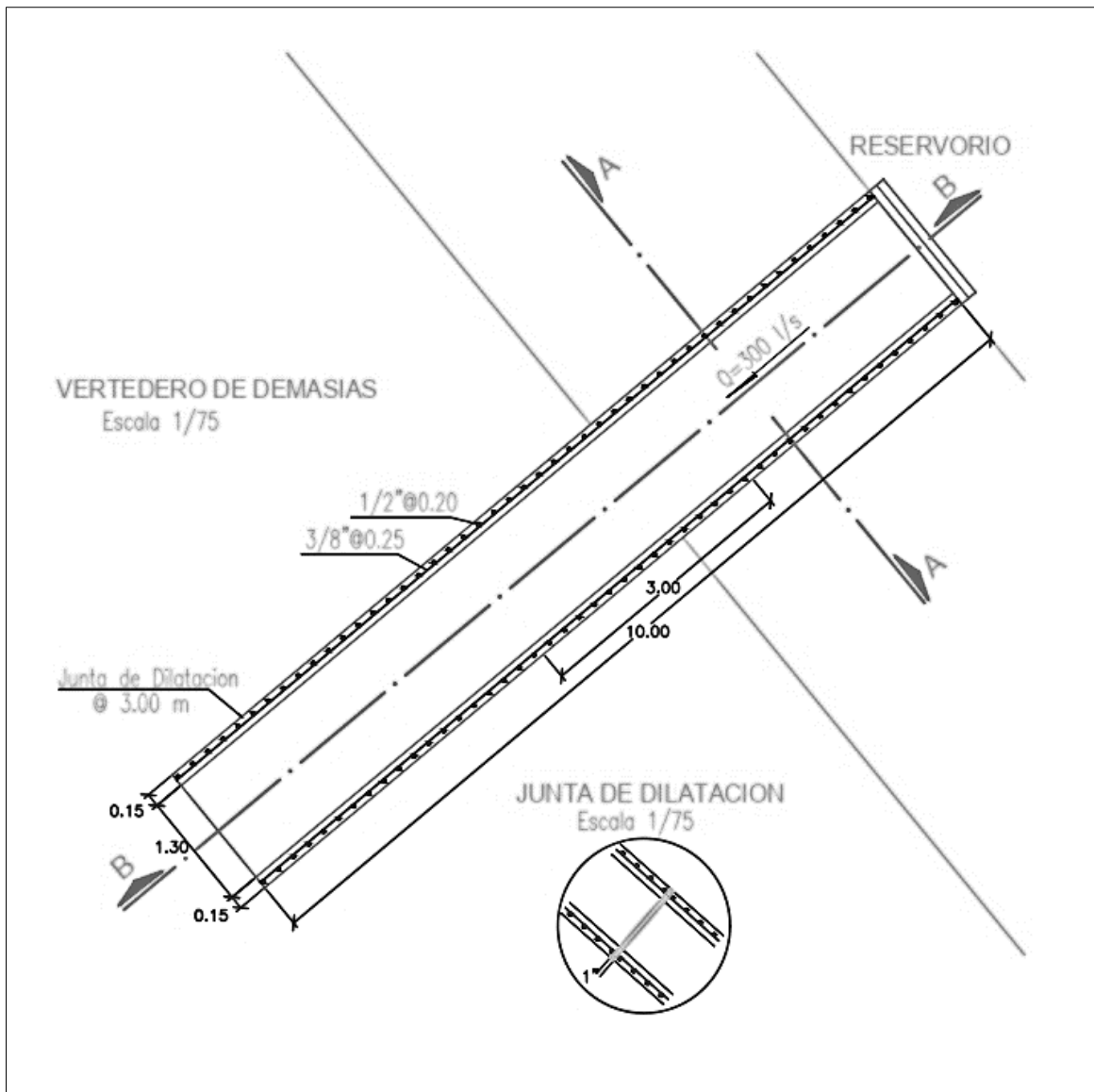
**Figura 4: Desarenador**

FUENTE: Agroideas (2015). Expediente Técnico Grupo Chunchanga

### 2.3.3. Canal de demasías

El canal de demasías o aliviadero del reservorio tiene por objetivo aliviar volumen de agua que rebalsa del reservorio en caso de que la compuerta del canal de ingreso no sea cerrada, evitando de esta forma daños en la estructura del reservorio, las principales características de la construcción del canal son: se da a través de un canal de 1,30 m de ancho por 10,00 m

de largo de concreto  $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ . Se ubica en la corona del reservorio, teniendo una salida hacia un canal aledaño.

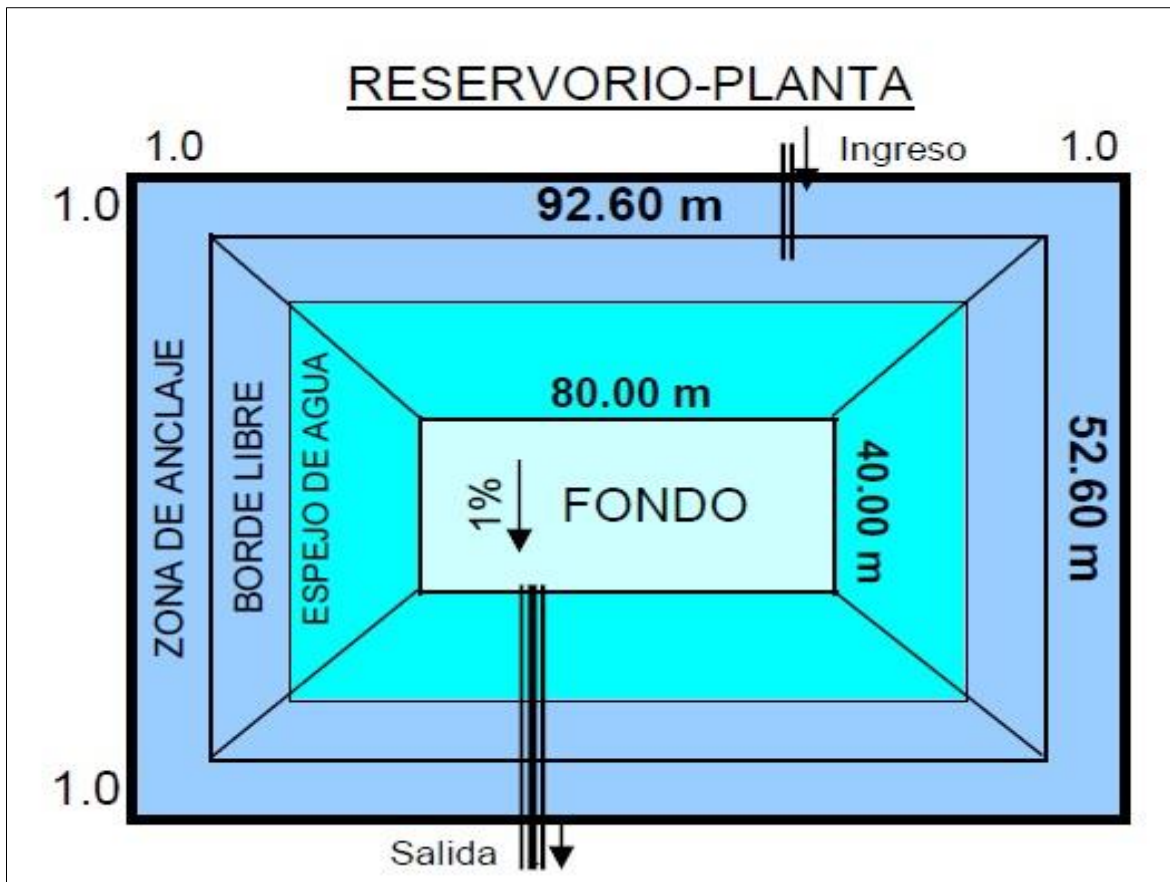


**Figura 5: Canal de demasías**

FUENTE: Agroideas (2015). Expediente Técnico Grupo Chunchanga.

#### 2.3.4. Reservorio

El reservorio de agua constituye el área que almacena y abastece agua al sistema de riego, debido a que la dotación del recurso hídrico se obtiene por medio de un canal de riego. De esta manera, se mantiene un suministro constante de agua. Para calcular las medidas del reservorio en base al volumen requerido del proyecto se utilizó como herramienta el programa Excel.



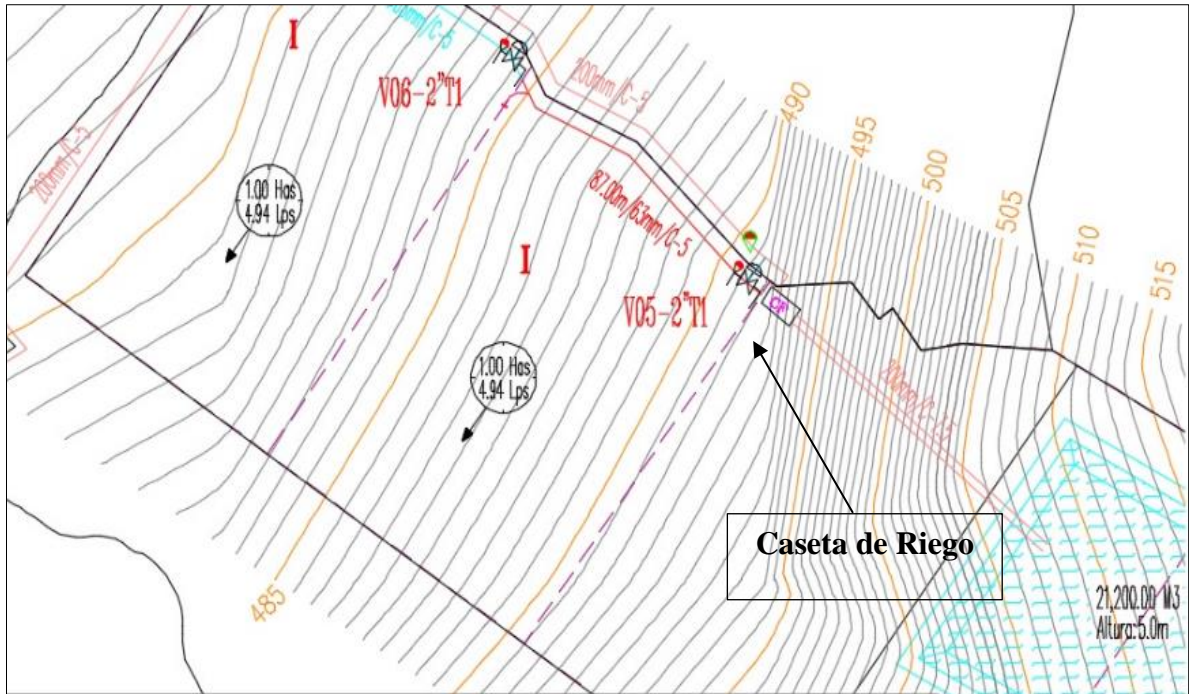
**Figura 6: Medidas del reservorio**

El reservorio tiene una capacidad de 23,000 m<sup>3</sup>, el cual ha sido estimado en base a la lámina de riego (3.7 mm a máxima demanda) y a la oferta para un abastecimiento de 15 días.

El revestimiento de este reservorio se hizo con geomembrana de hdpe de espesor de 0.5mm, cuya área de cobertura fue de 6000m<sup>2</sup> considerando el área de corte de rollo, y traslape, instalado con las máquinas de termofusión como la cuña y extrusora.

**Carga hidráulica – Energía potencial:**

El reservorio se encuentra en la parte alta del proyecto; por lo tanto, se aprovecha la diferencia de altura de la base del reservorio con respecto a la caseta de riego (15 mts), generando así la presión necesaria para el funcionamiento de los equipos de riego.



**Figura 7: Ubicación de Caseta**

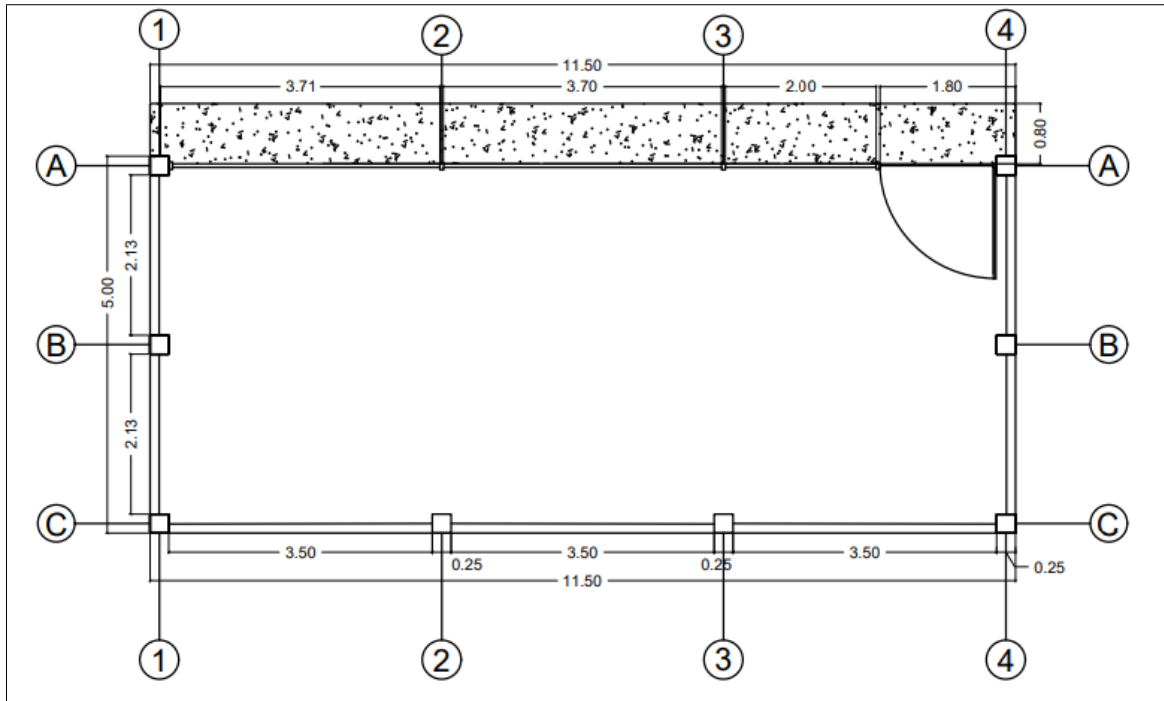
FUENTE: Agroideas (2015). Expediente Técnico Grupo Chunchanga.

### **Caseta de riego**

La caseta de riego tiene una superficie de 57,50 m<sup>2</sup> (5,00 x 11,50m). La losa es de 0,10 m. y el techo es de 3,05 x 1,10 m sostenido por una estructura metálica.

Los muros son de ladrillos caravista, y en la parte superior se encuentran las ventanas de ventilación de 0,65 m de alto y está empotrada alrededor de la caseta en la parte superior.

La puerta es metálica de 2,50 x 1,50 m., para el ingreso y retiro de los equipos del cabezal. La fachada de la caseta está formada por un panel de malla metálica.



**Figura 8: Caseta de riego**

FUENTE: Agroideas (2015). Expediente Técnico Grupo Chunchanga.

## 2.4. Descripción Cabezal de riego

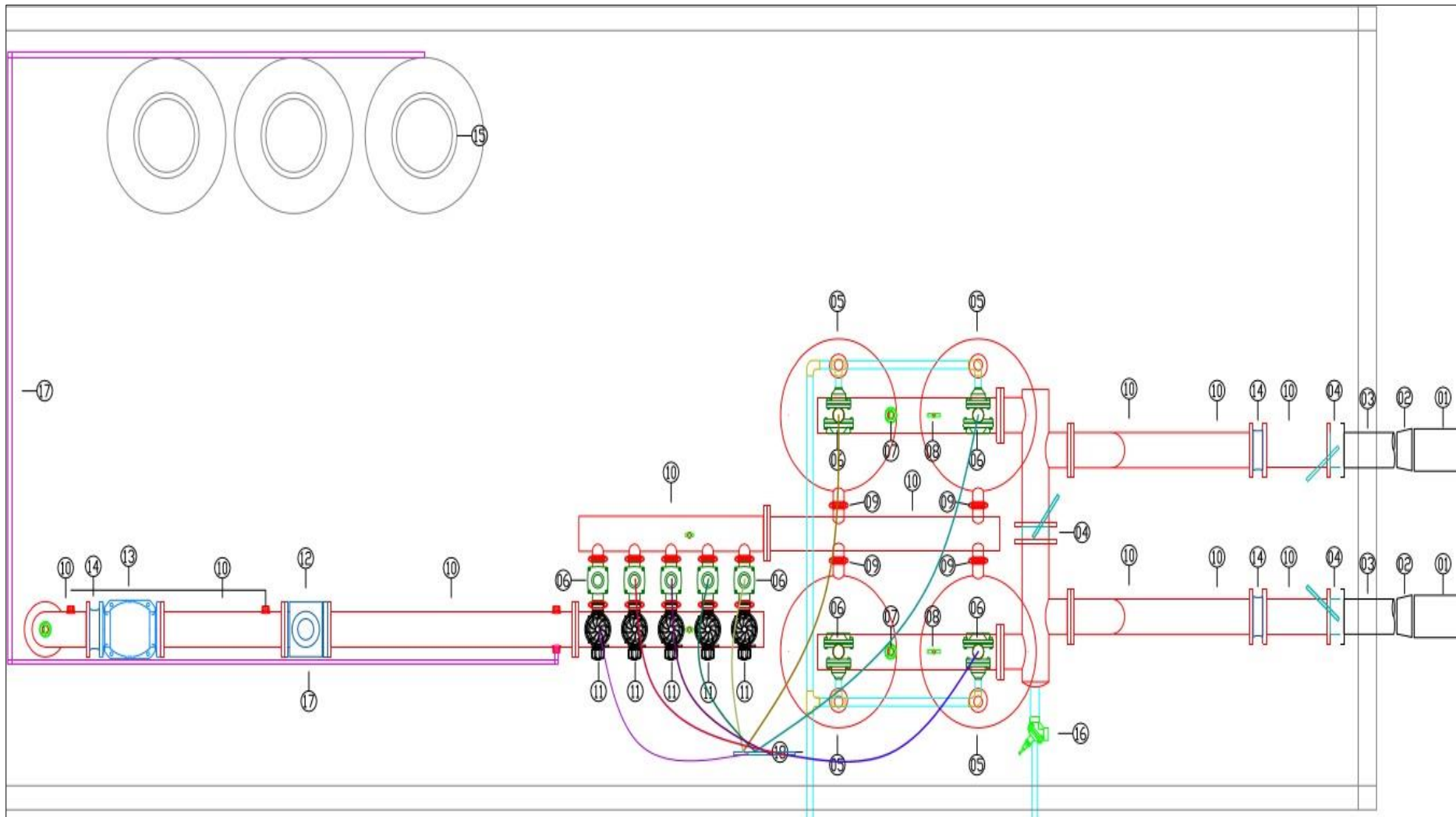
### 2.4.1. Sistema de filtrado

Para establecer el tipo de filtrado, se consideró la procedencia del recurso hídrico, debido a que es agua proveniente de ríos y almacenada en reservorio cuyo espejo de agua está en contacto con el sol, produciendo así material biológico como algas. Se eligieron filtros de gravas que son especiales para filtrar el material biológico. Además, se instalaron como filtro secundario, se instalaron los filtros de anillos con capacidad de filtrado de 120mesh requeridos por los emisores de riego.

El sistema de filtración está compuesto por filtros primarios y secundarios. Los filtros primarios están conformados por cuatro (04) filtros de grava de 36" de diámetro y conexión vitaulico de 3" con una capacidad de diseño de 35 m<sup>3</sup>/h.

Los filtros secundarios están compuestos por cinco (05) filtros de anillas de 3" de diámetro, vitaulico con efecto helicoidal con una capacidad de diseño de 25,00 m<sup>3</sup>/h cada uno.





**Figura 9: Esquema de cabezal de riego**

FUENTE: Agroideas (2015). Expediente Técnico Grupo Chunchanga.

### **2.4.2. Sistema de fertilización**

El sistema de fertilización se realiza de dos formas: desde el cabezal de riego y otra mediante arcos de fertilización.

Se fertilizaron 2 predios desde el cabezal de riego. Este sistema consta de 3 tanques de fertilizante con una capacidad de 600 lts y una motobomba de 9,0 hp. Una motobomba extrae fertilizante de los tres tanques y lo inyecta a través de un distribuidor en la corriente de agua que circula a través del manifold. La presión de inyección debe de ser superior a la presión en el manifold.

A través de los arcos fertilizantes, el sistema de fertilización, es accionado por el diferencial de presión existente en la línea principal, en donde se construyeron 07 arcos de fertilización compuestos por dos válvulas de acople rápido, una válvula mariposa y accesorios de PVC.

## **2.5. Red hidráulica**

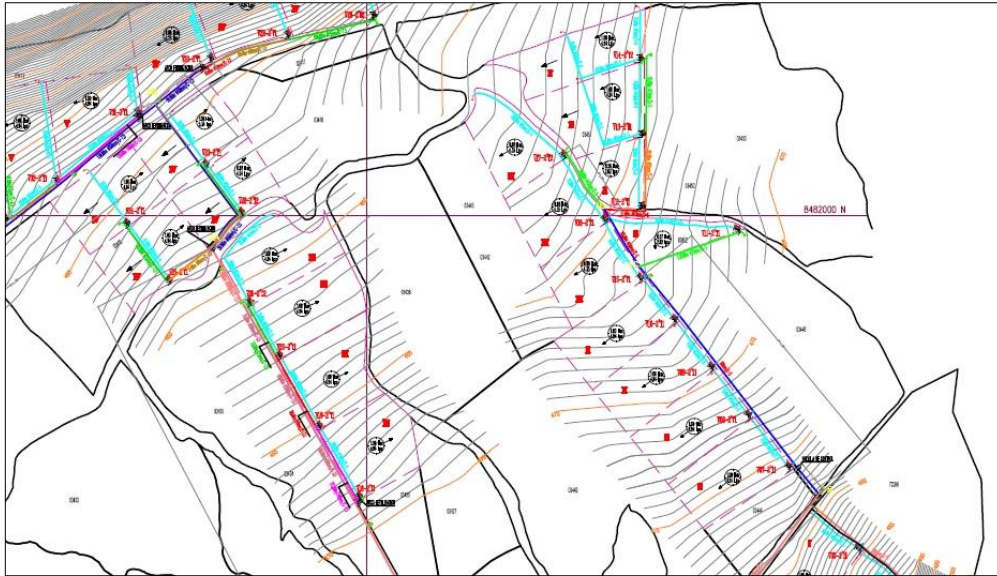
### **2.5.1. Red de tuberías**

Consta de una red principal que parte de la cabecera del filtro y continúa hasta el sector de riego, regulada con tuberías de PVC UF Clase 5.0 - 7.5 de 200 mm, 160 mm, 140mm, 110 mm, 90 mm, 75mm y 63mm. Las tuberías terciarias son de PVC de 63 mm en clase 5.0.

Las válvulas de aire de 2" dobles efectos se colocan estratégicamente a lo largo de la línea principal, a fin de que expulsen las bolsas de aire generadas producto del llenado de las tuberías. Esto también es necesario para el funcionamiento del sistema incorporando volúmenes de aire. Esto evita el fenómeno de succión de la tubería cuando el sistema deja de funcionar. Toda la instalación de tuberías se realizó bajo tierra y toda la zona se dividió en sectores de riego que conforman los turnos de riego, las cuales son accionadas manualmente.

Las longitudes y diámetros de las tuberías porta laterales en cada sector de riego están en función a las pérdidas de carga, así como de las velocidades críticas propias de cada unidad considerando el tema de la pendiente. Para verificar los cálculos de los diámetros de las

portalaterales, se hicieron los cálculos de los turnos más críticos (Turno 1) con el programa Riego Loc, la cual se detallan en el capítulo de diseño hidráulico.



**Figura 10: Red de Tubería de PVC**

FUENTE: Agroideas (2015). Expediente Técnico Grupo Chunchanga.

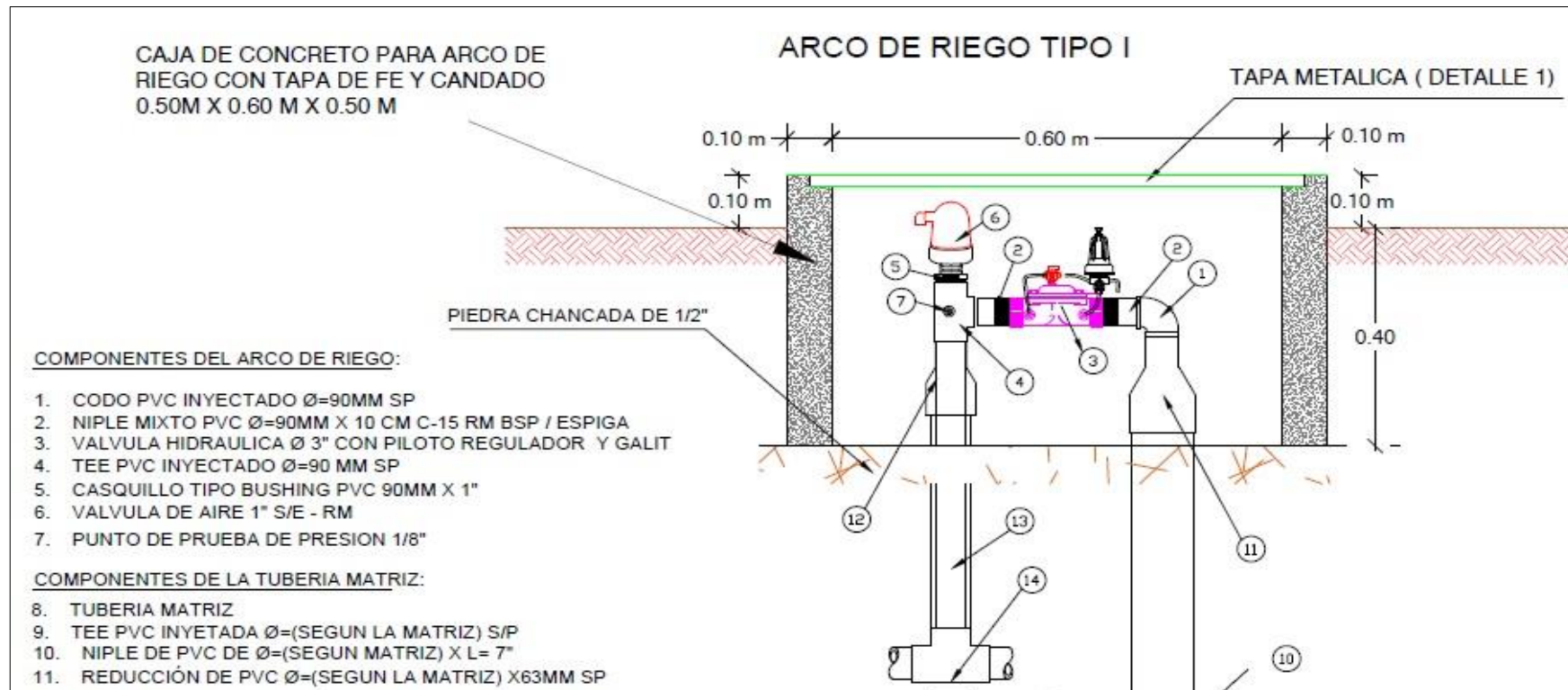
### 2.5.2. Arcos de riego

Los arcos de riego nos permiten conectar las tuberías porta laterales a la tubería matriz y secundaria. De esta forma, se pueden delimitar y controlar los diferentes sectores de riego. Luego de sectorizar el predio, se adquirieron 36 arcos de riego. El proyecto plantea la implementación de 42 unidades de arcos de riego Tipo I y Tipo II (Anexo 7).

Los arcos de riego Tipo I están compuestos por una válvula hidráulica de 2” acoplado por un piloto regulador, válvula de aire de 1” S/E, una válvula de tres vías y accesorios de PVC SP de 63 mm. Los arcos de riego Tipo II cuentan adicionalmente con una válvula de aire 2” D/E en ambos casos se le instalaron accesorios de PVC (Se adjunta plano de detalles en el Anexo 7). El accionamiento de las válvulas hidráulicas es de forma manual.

Los arcos de riego tienen una válvula de aire que permite la entrada y salida de aire a los Laterales de Riego, evitando que el gotero se obstruya debido a la succión que se genera en la unidad luego de la culminación del riego.

Los arcos también cuentan con puntos de toma de presión o manométrica para medir y controlar la carga de agua a la entrada de la tubería porta lateral que aseguran el normal funcionamiento de los laterales dentro de la unidad de riego.



**Figura 11: Arcos de Riego**

FUENTE: Agroideas (2015). Expediente Técnico Grupo Chunchanga.

### 2.5.3. Descripción Emisores de riego

Tomando en consideración los detalles del expediente sobre la necesidad hídrica del cultivo y la lámina de riego que se necesita reponer, se propuso laterales de riego empleando manguera de pared delgada de 16 mm diámetro, clase 15 Mil, con goteros auto compensados a cada 0,40 m, y con un caudal de emisión de 1,60 l/h.

## 2.6. Obras complementarias

Se ejecutaron obras para protección de los equipos de riego instalados propuestas y diseñadas por la entidad, las cuales se mencionan a continuación con sus características y funciones respectivas:

### 2.6.1. Cajas de protección

#### a. Cajas de válvulas

La función principal de la caja de válvulas es proteger los arcos de riego de la intemperie, así como de robos y actos vandálicos a los que puedan estar sujetas dichas válvulas y consta de:

**Caja de Válvula de Arco:** La caja de concreto tiene las dimensiones internas de 0,50 m x 0,60 m y 0,50 m de alto, la cual tiene un espesor de 0,10 m, asimismo tiene una tapa metálica de 0,78 m x 0,53 m y candado de seguridad.

**Caja de Válvula de Aire:** La caja de concreto tiene las dimensiones internas de 0,40 m x 0,40 m y 0,40 m de alto, la cual tiene un espesor de 0,10 m, asimismo tiene una tapa metálica de 0,35 m x 0,35 m y candado de seguridad.

**Dado de Anclaje:** Su función principal es estabilizar el sistema de riego (tuberías), en los puntos donde el flujo fuerte cambia de dirección. Los dados de anclaje fueron de concreto simple  $f'c = 100 \text{ Kg/cm}^2$  de 0,40 x 0,40 x 0,40 de lado, y se construyeron en todos los accesorios de la red.

### **2.6.2. Plan de capacitación de operación y mantenimiento**

De acuerdo al avance de la obra, la labor de la empresa ejecutora era de capacitar a los agricultores para que puedan familiarizarse con los equipos de riego instalados, saber sus respectivas funciones y mantenimiento.

Era responsabilidad de los profesionales de la empresa de hacerse cargo de esta labor, la cual será detallada en sus respectivos módulos y temas de intervención y mantenimiento del sistema de riego tecnificado en el capítulo de labores realizadas en campo.

### **2.7. Ejecución de obra**

En este capítulo se dará a conocer la labor y el desempeño del profesional de ingeniería agrícola para la ejecución y las labores realizadas en campo de las obras mencionadas en el capítulo anterior.

El manejo final del riego de las parcelas de los beneficiarios del proyecto se realiza de forma manual, es decir, el técnico de riego, abre y cierra las válvulas de control para cambiar de turno de riego, además de calibrar la presión de entrada en los arcos de riego por medio de un piloto regulador y manómetro. Además, limpia el sistema de filtrado y realiza la fertilización en el cabezal de riego para los sectores de la parte alta y en los arcos de riego para los que se encuentran en la zona del proyecto.

Para realizar estas operaciones del sistema de riego, se realizaron los siguientes trabajos en el campo desde el inicio hasta finalizar la obra:

#### **2.7.1. Labores realizadas en el gabinete**

##### **Etapa de pre-campo:**

Para iniciar la ejecución del proyecto, era necesaria por parte de la empresa ejecutora la revisión de los planos otorgados por “Agroideas” en base a los detalles del expediente técnico. Los planos otorgados fueron los siguientes:

- Plano de Ubicación del Proyecto. (Anexo 1)
- Plano Hidráulico. (Anexo 2)

- Plano de Desarenador. (Anexo 3)
- Plano de Caseta de Riego. (Anexo 4)
- Plano de Cabezal de Riego. (Anexo 5)
- Plano de Turnos de Riego. (Anexo 6)
- Plano de Detalle de Zanja. (Anexo 7)
- Plano de Arcos de Riego. (Anexo 8)
- Plano de Canal de Demasias. (Anexo 9)

Luego de revisar y comprobar la información por parte de la empresa ejecutora en gabinete con los programas y herramientas detallados se procedió con la ejecución.

### **Trabajo en gabinete:**

En base a la información del expediente técnico, la empresa ejecutora estuvo a cargo comprobar dicha información para proceder con ejecución e instalación del sistema. Los cálculos proporcionados y comprobados fueron los siguientes:

#### **a. Diseño agronómico:**

- **Parámetros de diseño:** El diseño agronómico del sistema de riego consistió en determinar las características de los turnos de riego y su forma de operación. El marco de plantación del Palto es de 4,50 m entre hileras y 3,00 entre plantas.
- **Necesidades hídricas del cultivo en condiciones críticas de máxima demanda:** La evapotranspiración potencial (ETP) es la cantidad de agua emitida por la evaporación y transpirada por un cultivo de tamaño corto, que tiene un suministro de agua suficiente y continuo para cubrir toda la superficie.

El método utilizado para el cálculo de la ETP es el de Penman Modificado usando como herramienta el programa Cropwat de la FAO, las variables meteorológicas consideradas fueron la humedad relativa, las temperaturas máximas y mínimas, la velocidad del viento y la duración de la insolación. Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla 2: Determinación de la evapotranspiración potencial**

Climate Data Table							
Country	PISCO		Station	HDA. BERNALES		Altitude	320 (m)
Month	Max Temp. (C)	Min Temp. (C)	Humidity (%)	WindSpeed (km/d)	SunShine (hours)	Solar Radiation (MJ/m2/d)	ETo (mm/d)
January	28.8	18.4	81.0	112.3	6.4	20.3	4.2
February	29.8	19.1	80.5	112.3	6.9	21.0	4.4
March	29.7	18.7	80.0	86.4	7.3	20.7	4.2
April	28.5	16.7	79.5	69.1	7.8	19.5	3.7
May	26.2	13.9	81.0	69.1	7.3	16.8	2.9
June	23.6	12.3	82.5	77.8	4.9	12.8	2.2
July	22.5	11.7	82.5	69.1	4.2	12.2	2.1
August	22.7	11.5	81.0	112.3	5.1	14.9	2.7
September	23.7	12.1	80.0	129.6	6.0	17.9	3.3
October	24.9	13.2	80.0	121.0	6.6	20.0	3.8
November	25.7	14.4	79.0	112.3	6.7	20.7	4.0
December	27.2	16.5	80.5	86.4	6.5	20.4	4.0
Average	26.1	14.9	80.6	96.5	6.3	18.1	3.5

Nota: La tabla muestra la evapotranspiración máxima que se da en el mes de febrero con un valor de 4.4mm/día.

Con los resultados obtenidos en el programa “cropwat”, se tiene que en el mes de febrero se da el máximo valor del Eto, con el que se procede a diseñar para reponer dicha lámina.



**Tabla 3: Parámetros del diseño agronómico**

<b>PARAMETROS DE DISEÑO AGRONOMICO</b>		
<b>PARAMETROS DE DISEÑO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>DETALLE</b>
<b>Nombre del Proyecto</b>		<b>GGE "CHUNCHANGA"</b>
Area del Proyecto	ha.	<b>36.65</b>
Cultivo		<b>PALTO</b>
Relieve predominante		Ondulado
Fuente de agua		Canal-Reservorio
Fuente de energia		Desnivel Topografico
Distanciamiento entre plantas	m.	4.00
Distanciamiento entre hileras	m.	4.50
N° de Plantas/Ha.	UNIDAD	<b>556</b>
N° de Laterales / N°de Hileras del Cultivo	Lineas	2.00
Distanciamiento entre laterales de riego	m.	2.25
<b>Lámina a reponer (a máxima demanda)</b>	<b>mm/dia</b>	<b>4.400</b>
Tipo de Emisor		Autocompensado-Integrado
Caudal del Emisor	Lph	1.60
Distanciamiento entre Emisores	m.	0.40
Descarga del Emisor por metro lineal	Lph/m	4.00
Precipitación horaria por emisor	mm/hr	1.78
Caudal /Hectarea	m <sup>3</sup> /hr.	<b>17.78</b>
Caudal /Hectarea	Lps	<b>4.94</b>
Intervalo de Riego	día	diario
Tiempo de Riego por Turno	hr.	<b>2.48</b>
N° de Turnos por Día	Turnos	<b>6.00</b>
Tiempo Máximo de Riego por Día	hr.	<b>14.85</b>
Longitud Máxima de Laterales	m.	87-90
Superficie Máxima por Válvula	ha.	1.00
Caudal Máximo por Válvula	m <sup>3</sup> /hr.	19.82
Presión Mínima del Emisor	Bar	1
Presión Máxima del Emisor	Bar	1.7
Desnivel Topográfico Promedio	%	3

Nota: La tabla muestra los resultados del diseño agronómico e hidráulico para la operación del sistema de riego.

La siguiente tabla muestra los parámetros del diseño agronómico del Sistema de Riego Tecnificado del Grupo Chunchanga. La precipitación horaria de este sistema es de 1,78 mm/h y el tiempo máximo de demanda de riego es de 2,5 horas.

Estas condiciones dan como resultado una intensidad de pulverización de 17,78 m<sup>3</sup>/h/ha y un caudal máximo por turno de 35,32 l/s. La siguiente tabla muestra los parámetros de diseño y operación del paquete.

**b. Parámetros y operación del sistema de riego:**

Los parámetros de operación proporcionaron la propuesta de operación del sistema de riego del Grupo Chunchanga y el caudal requerido para satisfacer la demanda hídrica del cultivo instalado.

Para el proyecto se sectorizó las parcelas manteniendo la configuración natural de las áreas de los predios con subunidades de 0,57 a 1,08 has respectivamente.

Para la operación del sistema de riego se conformaron 06 turnos que representan a los 11 beneficiarios del Grupo Chunchanga, los cuales operan simultáneamente entre 05 a 08 válvulas por cada sector y que disponen de 2,48 horas de riego en cada turno, el área máxima por turno es de 7,15 has, con un caudal máximo de operación de 127,16 m<sup>3</sup>/hr, alcanzando un total de 14,85 horas de riego por día en su máxima demanda para la Palto.

El tiempo total de riego ha sido calculado con la lámina máxima de riego y la tasa de precipitación del sistema propuesto.

Las siguientes tablas muestran la simulación de funcionamiento con las necesidades de riego máximas.

En las tablas se muestran los sectores de riego de cada beneficiario, con sus respectivos tiempos de riego, operando de acuerdo a la disponibilidad de la oferta y frecuencia actual (Ver Tabla 4).

**Tabla 4: Programación de riego**

<b>PROGRAMACION DE RIEGO</b>										
CULTIVO	TURNO	BENEFICIARIO	N° DE VALVULA	AREA (HA)	CAUDAL (M3/Hr)	CAUDAL (LPS)	A. TURNO (Ha)	CAUDAL TURNO		T. RIEGO (HORAS)
								(M3/Hr)	(LPS)	
<b>PALTO (4.50m. x4.00m)</b>	1	Graciado Pablo Alberto Cuadros Mantilla	1	1.00	17.78	4.94	6.00	106.70	29.64	2.48
			2	1.00	17.78	4.94				
		3	1.00	17.78	4.94					
		4	1.00	17.78	4.94					
		5	1.00	17.78	4.94					
		6	1.00	17.78	4.94					
	2	Leoncio Jesus Flores Moran	7	1.00	17.78	4.94	7.15	127.16	35.32	2.48
			8	1.00	17.78	4.94				
			9	1.00	17.78	4.94				
			10	1.00	17.78	4.94				
		Saturnino Juan Huacause Marquez	11	0.57	10.14	2.82				
			12	0.58	10.31	2.87				
			13	1.00	17.78	4.94				
			14	1.00	17.78	4.94				
	3	Santiago Alfredo Motta Villagomez	15	0.88	15.65	4.35	6.64	118.09	32.80	2.48
			16	0.88	15.65	4.35				
			17	0.88	15.65	4.35				
		David Pedro Palomino Guillen	18	1.00	17.78	4.94				
			19	1.00	17.78	4.94				
			20	1.00	17.78	4.94				
	4	Rumalda Condore de Diaz	21	1.00	17.78	4.94	6.86	122.00	33.89	2.48
			22	0.92	16.36	4.54				
			23	1.08	19.21	5.34				
		Agustin Huaman Ciprian	24	1.00	17.78	4.94				
			25	1.00	17.78	4.94				
			28	1.00	17.78	4.94				
	5	Victoria Diaz de Garcia	29	1.00	17.78	4.94	5.00	88.92	24.70	2.48
			30	0.86	15.29	4.25				
			31	1.00	17.78	4.94				
			32	1.00	17.78	4.94				
		Jacinto Ceperian Herrera	33	1.00	17.78	4.94				
	34		1.00	17.78	4.94					
	6	Julio Mejia Tomero	26	1.00	17.78	4.94	5.00	88.92	24.70	2.48
			35	0.94	16.72	4.64				
			36	1.06	18.85	5.24				
			37	0.94	16.72	4.64				
		Jacinto Ceperian Herrera	38	1.06	18.85	5.24				
	27		1.00	17.78	4.94					
			<b>38</b>	<b>36.65</b>			<b>36.65</b>		<b>14.85</b>	

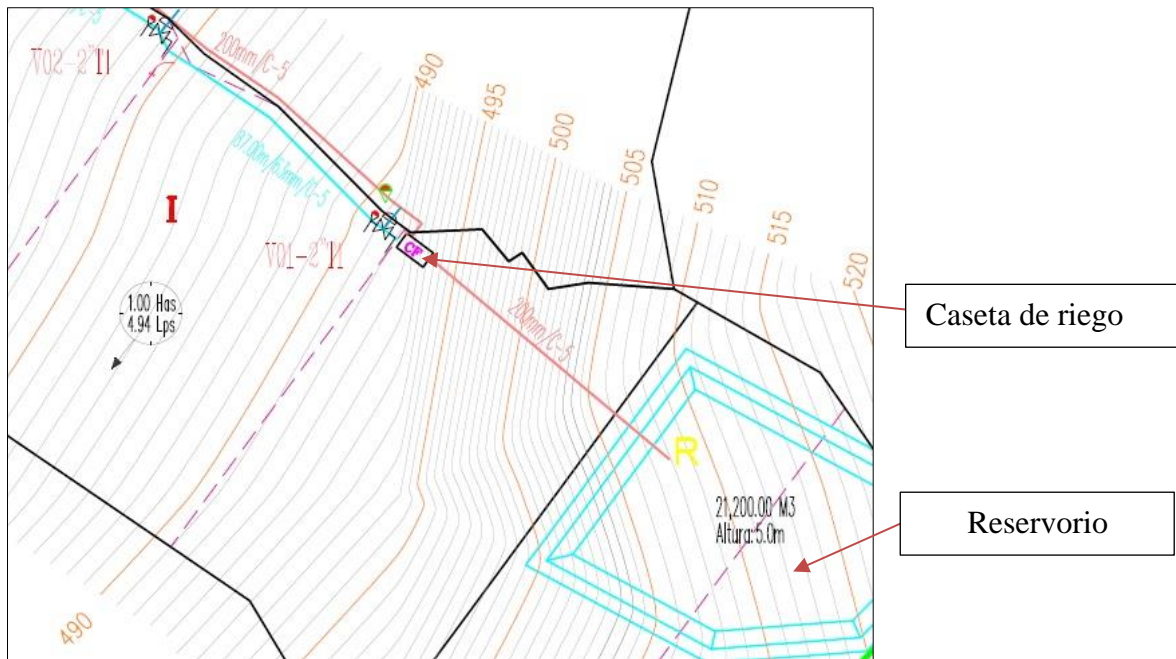
Nota: La tabla muestra los turnos de riego agrupados en beneficiarios y numero de válvulas de campo.

**c. Diseño hidráulico**

Los criterios de diseño de las distintas estructuras y componentes del sistema de riego tienen en cuenta la función hidráulica según el expediente brindado por “Agroideas”, economía en los recursos utilizados y el planteamiento de estructuras sencillas que faciliten las labores de construcción y operación del sistema.

**- Comprobación de Diámetros de Tubería Terciaria o Portaregante**

Para la evaluación del diseño hidráulico de las tuberías terciarias de PVC, se tuvo en consideración las leyes que rigen el flujo de agua en tuberías a presión, aplicando como herramienta el Software Riego Loc. La cual se comprobó que los diámetros de las tuberías terciarias en el plano eran los correctos, a continuación, se pondrá el ejemplo del análisis de la válvula nro. 1.



**Figura 12: Ubicación válvula N.º01**

FUENTE: Agroideas (2015). Expediente Técnico Grupo Chunchanga.

**Válvula Nro1: Datos del sistema instalado:**

- **Marco de plantación:** 4.5 m x 3 m.
- **Separación de cintas:** 2.25 m.
- **Q gotero** = 1.6 l/hr cada 0.4 m.
- **Datos de entrada al programa:**
- **Hl:** Presión de entrada al arco de riego = 10mca (1 bar)
- **Ql:** Caudal del lateral: 1.6 lt/hr cada 0.4m = 4 lt por metro lineal.
- Por lo tanto; si se tiene 100m de cinta; el caudal del lateral es 400 l/hr.
- **Dh:** Máxima diferencia de presión en el lateral = 1mts
- **Dhma:** Tolerancia de presiones para la terciaria. = 1mt
- **Dhs:** Tolerancia de presiones para la subunidad= 2mt

DISEÑO Y CALCULO DE TUBERIAS TERCIARIAS ( Subunidad rectangular )

DATOS DE ENTRADA

hl = 10 mca      ql = 400 l/h

Dh (lateral) = 1 mca

N = 39 laterales

LongTerc = 86.00 m      LongMinTramo = 10 m

SI = 2.25 m      SI1 = 0.5 m

Laterales no agrupados

s = -5 %

Pendiente No Uniforme

Tuberia PVC 0.63 MPa

agua a 20 °C - v=1.01E-6 m2/s

(DHs) = 2 mca      Tolerancia (DHMA) = 1 mca

PCC

Utilizar ec. descarga lateral

Dimensionar para qa\*

RESOLVER

IR MENU

**Figura 13: Cálculo porta lateral de la válvula 1**

FUENTE: Agroideas (2015). Expediente Técnico Grupo Chunchanga.

Datos de partida	Resultados
<p>Geometría de la subunidad: RECTÁNGULAR</p> <p>Tolerancia de presiones para la subunidad: DHs= 2.00 mca Tolerancia de presiones para la terciaria DMHA= 1.00 mca</p> <p>Número de laterales que alimenta la terciaria: N = 39 laterales Separación entre laterales: SI = 2.25 m Desde toma al lateral más cercano: SI1 = 0.5 m Longitud mínima por tramo: LongMinTramo = 10 m</p> <p>Caudal requerido a la entrada del lateral: ql = 400 l/h Presión requerida a la entrada del lateral: hl = 10 mca</p> <p>Pérdida de carga en conexiones Tuberia PVC 0.63 MPa D 32mm ( 0.15 m )    D 40mm ( 0.145 m )    D 50mm ( 0.1 m ) D 63mm ( 0.0 m )</p> <p>Pendiente del terreno: -5.00 %</p>	<p>Material de la tubería terciaria: Tuberia PVC 0.63 MPa</p> <p>Diámetro: D63 mm ( 59.20 ) longitud: 11.75 m Diámetro: D50 mm ( 46.40 ) longitud: 42.75 m Diámetro: D40 mm ( 36.40 ) longitud: 18 m Diámetro: D32 mm ( 28.40 ) longitud: 13.5 m Longitud de la tubería terciaria: 86 m</p> <p>Caudal de entrada a la terciaria: Qm=15600.00 l/h Presión de entrada a la terciaria: Hm=10.13 mca Presión en el final de la terciaria: Hc=10.35 mca Presión media en tubería terciaria: HA=10.00 mca</p> <p>___ PRESIONES A LA ENTRADA DE LATERALES ___</p> <p>mínima: 9.79 mca    media: 10.01 mca    máxima: 10.35 mca</p> <p>Diferencia máxima de presiones en terciaria: 0.56 mca</p>

**Figura 14: Resultados de diámetros de tubería por el programa RiegoLoc**

FUENTE: Agroideas (2015). Expediente Técnico Grupo Chunchanga.

Los resultados en los diámetros de la tubería terciaria obtenidos por el programa RiegoLoc que calcula como diámetro máximo tubería de 63mm, coincidiendo con la tubería del plano de red hidráulica. Sin embargo, el programa reduce la tubería de la

porta regante en los tramos de la terciaria y en comparación con el plano hidráulico, el diámetro de tubería de los portalaterales es de 63mm en todos los tramos.

Se realizaron los cálculos para los turnos más críticos del sistema, las cuales se dan en las zonas altas debido a que no tienen mayor desnivel con respecto al reservorio (Turno 1).

**d. Comprobación de diámetros de la tubería matriz.**

Para comprobar el diseño hidráulico de las tuberías principales y secundarias, se hicieron los cálculos en una tabla de Excel la cual considera las fórmulas de pérdida de carga de Hazen y William:

$$h = 10,674 * [Q^{1,852} / ( C^{1,852} * D^{4,871} ) ] * L$$

Donde:

- h: Pérdida de carga.
- Q: caudal m<sup>3</sup>/s
- C: coeficiente de rugosidad (adimensional)
- D: diámetro interno de la tubería.
- L: Longitud de la tubería.

A continuación, se pone de ejemplo los cálculos realizados para el turno 01.

**Tabla 5: Calculo de caudales del turno 1**

<i>Tabla de caudales por válvula.</i>							
<b>TURNO 1</b>							
	<b>V1</b>	<b>V2</b>	<b>V3</b>	<b>V4</b>	<b>V5</b>	<b>V6</b>	<b>TOTAL</b>
<b>Q (L/S)</b>	4.94	4.94	4.94	4.94	4.94	4.94	
<b>Q (M3/S)</b>	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.03

Nota: La tabla muestra los caudales por cada válvula del turno 1.

**Tabla 6: Diseño Hidráulico – Línea Conducción**

<b>DISEÑO HIDRÁULICO - LINEA CONDUCCION</b>																	
<b>DATOS</b>																	
Material de Tubería		PVC															
Constante del Material ( C )		150															
Viscosidad		101 10 <sup>10E-06</sup>															
Tirante en Reservoirio/Cámara		1															
<b>SIMULACION EN CAUDAL MINIMO</b>																	
<b>TURNO 1</b>																	
TRAMO	DESCRIPCION	NUDO	CAUDAL m3/seg	Diam.Ext. mm	Diam. Interior mm	COTA	Long. Horizontal Tramo mt	Pendent. mt/mt	Long. Real Tramo mt	Distanci inclinada acumulada	Veloc. mt/seg	Jmt/mt	Hf x Tramo	Desn x Tramo	Desn Acum.	PRESION HIDRODINAMICA	
																Pres.inicial	Pres. final
R-1	RESERVORIO	R	0.0300	200	195.1	510.00	89.50	-0.2123	91.49	91.49	1.003	0.00419	0.38	-19.00	-19.00	1.00	19.16
		V1	0.0250	200	195.1	491.00	83.50	-0.0719	83.72	175.21	0.836	0.00299	0.25	-6.00	-25.00	19.16	24.63
		V2	0.0200	200	195.1	485.00	79.00	-0.0759	79.23	254.44	0.669	0.00198	0.16	-6.00	-31.00	24.63	30.46
		1	0.0200	200	195.1	479.00	536.00	0.0149	536.06	790.50	0.669	0.00198	1.06	8.00	-23.00	30.46	21.29
		2	0.0200	160	156	487.00	61.00	0.0328	61.03	851.53	1.046	0.00587	0.36	2.00	-21.00	21.29	18.90
		3	0.0200	160	156	489.00	46.00	0.0000	46.00	897.53	1.046	0.00587	0.27	0.00	-21.00	18.90	18.60
		4	0.0200	160	156	489.00	375.00	-0.0427	375.34	1272.87	1.046	0.00587	2.20	-16.00	-37.00	18.60	32.18
		5	0.0200	160	156	473.00	95.00	-0.0316	95.05	1367.92	1.046	0.00587	0.56	-3.00	-40.00	32.18	34.57
		V3	0.0150	160	156	470.00	18.40	-0.1630	18.64	1386.56	0.785	0.00345	0.06	-3.00	-43.00	34.57	37.49
		V4	0.0100	110	107.3	467.00	52.00	-0.0769	52.15	1438.71	1.1059	0.01006	0.52	-4.00	-47.00	37.49	40.92
		V5	0.0050	90	87.8	463.00	62.00	-0.0161	62.01	1500.72	0.8258	0.0074	0.46	-1.00	-48.00	40.92	41.41
		V6		75	73.1	462.00			0.00	1500.72	0	0	0.00		-48.00	41.41	41.41

Nota: La tabla muestra la simulación de caudales por tramo del turno 1.

En la tabla se dan como resultados principales las presiones que se tienen en cada válvula y las velocidades respectivas. Para la selección de la clase de las tuberías de PVC, se tuvo en cuenta el desnivel topográfico (presión estática) y la línea de presión producida (presión dinámica).

Se eligieron tuberías principales de PVC UF Clase 5 y 7,5 en los diámetros de 200 mm, 160 mm, 110 mm, 90 mm, 75mm y 63 mm.

### **2.7.2. Materiales y máquinas para trabajo en campo**

Para poder realizar los trabajos en campo, la empresa ejecutora “Sistemas de Riego Ingenieros” proporcionaba de los materiales y maquinarias necesarias para la ejecución de cada partida de la obra, previa solicitud del jefe de obra. A continuación, se detallará la siguiente información:

- Herramientas como lampas, picos, rastrillos, amoladoras con disco de fierros, zarandas, escofinas, taladro, son herramientas necesarias para el trabajo en campo, cruce de caminos, instalación de tubos, construcción de canal de entrada, desarenador, caseta.
- Maquinaria como retroexcavadora, cargador frontal, motoniveladora, para realizar zanjas, construir reservorio, nivelar caminos.
- Máquinas como la cuña, la extrusora, la sopladora, grupo electrógeno para la instalación de geomembrana de 0.5mm de Hdpe.
- Equipos importantes como el “nivel de ingeniero” para la nivelar la corona y base del reservorio, ubicar la caseta de riego en campo, ubicar el canal de captación, ubicar el canal de demasías, canal de entrada al reservorio. El GPS para replantear zonas de difícil acceso, cinta métrica para medir longitudes en campo, manómetro para medir la presión en los arcos de riego, para calibrar las válvulas en su presión correcta de trabajo.



## **2.8. Labores realizadas en campo**

### **2.8.1. Procedimiento de trabajo seguro y responsable**

Cada trabajo realizado del personal genera un riesgo, ya sea por excavación de zanjas, transporte de material, manejo de herramientas y equipos, trabajos en altura, etc., por lo cual se capacitó a los trabajadores (agricultores, técnicos, albañiles, maestro de obras, operadores de maquinaria y personal técnico) en cursos de inducción dictados por la empresa ejecutora, para el inicio de trabajos y las siguientes actividades:

- Se daban charlas con los trabajadores para el inicio de sus actividades, organizándolos por grupos.
- Revisión de las herramientas y EPPS de cada uno para asegurar el correcto funcionamiento.
- El personal tuvo las herramientas apropiadas para cada labor específica de trabajo.
- Se revisaba zonas en peligro de accidentes y zonas de trabajo para la correcta señalización con cintas de color amarillo, carteles.
- Traslado de personal con camioneta.

### **2.8.2. Trazo y replanteo**

En esta labor se hizo uso de los planos de ubicación del reservorio, canal de entrada, desarenador, caseta, para verificar y evaluar en campo el lugar de construcción.

El plano de diseño hidráulico para evaluar los detalles del camino de la zanja (cruce de caminos, pase tubería, canales, casas, etc.) y poder definir con responsabilidad y criterio la excavación de zanja.

Todas las obras que fueron construidas de acuerdo con los trazos, niveles y dimensiones mostrados en los planos originales y complementarios otorgados por el contratista.

Se tuvo la responsabilidad completa por el mantenimiento del alineamiento, replanteo de los planos en campo, en el trazo de la línea de conducción y obras civiles mencionadas.

Se realizó el procedimiento para determinar las líneas centrales y límites de los elementos principales (sectores de riego, zanjas para tuberías, estación de filtrado, sistemas de control, etc.), con el fin de obtener puntos y líneas de identificación de acuerdo con los planos.



**Figura 15: Trazado y replanteo de campo**

### **2.8.3. Procedimiento para el movimiento de tierra en la excavación de zanja**

Comprende el suministro de la mano de obra, materiales, equipo, maquinaria pesada, y la ejecución de las operaciones necesarias en excavar la zanja para la instalación de tuberías matrices y secundarias, según lo indicado en los planos. La excavación fue realizada por máquinas (retroexcavadora).

#### **a. Forma de medición**

La unidad de medida fue el metro cúbico ( $m^3$ ) para determinar el volumen de material fino que se necesitó para la cama de apoyo de la tubería, con el fin de determinar el número de viajes de volquetes de  $15m^3$  de capacidad hacia la zona requerida.

#### **b. Preparación de la cama de apoyo**

Si el fondo de la zanja era de un material suave y fino (tierra zarandeada), sin piedra y que se niveló fácilmente, no es necesario usar rellenos de base especial.

Si el fondo estaba constituido por material pedregoso o rocoso, se tenía que colocar una capa de material fino, escogido, exento de piedras o cuerpos extraños, con un espesor mínimo de 10 cm. Este relleno fue bien apisonado antes de la instalación de la tubería.

El relleno se dio con el material excavado con previa revisión de piedras grandes que puedan poner en riesgo la tubería.



**Figura 16: Excavación de zanja con retroexcavadora**

#### **2.8.4. Procedimiento para instalar tubería de PVC**

Para realizar el trabajo mencionado, se procedió a realizar las siguientes labores de acuerdo al transporte del material:

- Tomar toda precaución para evitar cualquier daño a la tubería durante su transporte y su entrega hasta el lugar de la obra.
- Se tuvo extremo cuidado al cargar y descargar la tubería y sus accesorios.
- Se trabajó lentamente utilizando deslizadores (rampas) y se mantuvo la tubería bajo perfecto control en todo momento.
- Por ninguna circunstancia se permitió que la tubería se caiga, choque, arrastre, empuje o mueva de modo que se dañe la tubería.

- Si durante el proceso de transporte, manipuleo, o tendido, se dañó cualquier tubería o su acoplamiento, se reemplazó la tubería.
- Regular las empaquetaduras (anillos) para juntas de tubería, en un lugar fresco y protegerlas luz solar, calor, aceite o la grasa hasta que sean instaladas.

### **Bajada de tubería al fondo de la zanja**

La bajada de la tubería al fondo de la zanja se realizó de forma manual y mecánica de acuerdo al peso de los tubos. En ningún caso se aceptó que la tubería se arroje al fondo de la zanja. Los tubos han sido cuidadosamente inspeccionados para asegurar que no tengan defectos y que no se haya instalado ninguno defectuoso deliberadamente.

El fondo de la zanja se dejó plano, nivelado y libre de piedras, se hicieron cavidades en los sitios de las uniones, de las dimensiones apropiadas directamente en el fondo de la excavación.

Antes de instalar la tubería, la labor fue de comprobar una vez más los niveles y cotas de la base de asentamiento de la tubería. Para evitar posibles errores, los tubos fueron limpiados cuidadosamente de lodos y otras materias extrañas tanto en la campana como en la espiga. Los trabajos de instalación comenzaron de abajo hacia arriba en el sentido contrario a la dirección del flujo del agua.

Los tubos de campana y espiga se colocaron en forma tal que la campana quedó en el sentido opuesto al flujo, dejando debajo de las uniones camas o nichos en donde encajaron adecuadamente dichas campanas.

Los tubos quedaron perfectamente alineados, utilizando aparatos de precisión (nivel de ingeniero). Finalmente, se procedió con la instalación a través de los anillos limpios.



**Figura 17: Instalación de tubería matriz**

### **2.8.5. Instalación de arcos de riego y válvulas de control**

La instalación de arcos de riego se dio por medio de la guía de planos entregados en el diseño (Anexo g). Se niveló y ubicó la zona de instalación y se procedió con la instalación de los siguientes materiales:

- Válvula hidráulica de 2" marca dorot.
- Válvula wafer de 6" con palanca.
- Piloto regulador de presión marca dorot con accesorios (valv. 3 vías, microubo de 8mm, conexiones teffen de 1/8").
- Válvula de aire de 1" simple y doble efecto.
- Punto de prueba de 1/4" para lectura de manómetro.
- Accesorios de pvc inyectados (tee, codo, reducciones).

Para la instalación se necesitó pegamento, arco de sierra, taladro, pernos, arandelas, etc. Los encargados de hacer la labor de instalación fueron los técnicos calificados por la empresa ejecutora con la guía del profesional de ingeniería agrícola o jefe de obra.





**Figura 18: Instalación de arco de riego**

### **2.8.6. Instalación de cabezal de riego**

La estructura principal del cabezal de riego es el “Manifold” (colector) para el caso, está distribuido como se detalla:

- Un primer Manifold de entrada y salida de F°F° SCH-40 de 8” para los filtros de grava (04) con salidas vitaulicas de 3”, comprendido entre el ingreso y salida de los filtros de grava. En este tramo se instalaron válvula de aire de D/E de 2”, manómetro de glicerina 0-10 bar y válvulas hidráulicas de retrolavado de 3”x2”x3” entre la entrada y salida del filtro de grava.
- Un segundo Manifold de entrada y salida F°F° SCH-40 de 8” para los filtros de Anillas (05), que cuenta con salidas de 3”, comprendido entre el ingreso y salida de los filtros de anillas, en este tramo se coloca manómetros de glicerina de 0-10 Bares,

válvula de aire de D/E de 2" y válvulas hidráulicas de retrolavado de 3"x2"x3" entre a entrada y salida del filtro de anillas.

- Un último tramo de Tubería FE 8" donde se instaló una válvula de aire de doble efecto de 2", un medidor de caudal, una válvula reguladora sostenedora y una válvula dúo check, todo en un diámetro de 8".
- Las uniones en los filtros de grava, anillas y en los Manifold son uniones vitáulicas (abrazaderas y empaque).



**Figura 19: Instalación de Manifold y Sistema de Filtrado**

### **2.8.7. Instalación de emisores de riego**

En cuanto a la manguera de goteo seleccionada, se ha tenido en cuenta que la misma pueda tener alternativas en relación a marcas representativas, con espaciamiento entre goteros que pueden variar garantizando un diámetro de mojado adecuado, lo cual es apropiado agronómicamente, siempre y cuando el caudal por metro lineal no varíe.



**Figura 20: Instalación de emisores de riego**

## **2.9. Ejecución de obras civiles**

### **2.9.1. Construcción de cajas de concreto**

#### **Descripción**

Es responsabilidad de la empresa ejecutora de hacer cumplir los detalles de los planos y abastecer de los materiales y herramientas necesarias para la construcción de las cajas.

La caja de protección de válvula de control y arcos de riego es de concreto conformado por una mezcla de cemento y hormigón, en la proporción que se indicó en los planos, así como también en lo que se refiere a su espesor de 10 cm.

#### **Preparación del sitio**

Se ejecutó sobre el terreno o material de relleno. En este último se compactó con una humedad óptima para lograr una compactación adecuada. Se niveló bien el terreno y se colocaron reglas adecuadas y encofrado según los espesores a llenar, a fin de lograr una superficie plana y nivelada. Finalmente, el llenado se realizó con un solo vaciado.





**Figura 21: Construcción de cajas de concreto**

### **2.9.2. Caseta de filtrado**

Incluye la mano de obra, materiales y equipo, y la ejecución de las operaciones necesarias para excavar la zanja para la construcción de cimentaciones. Se realizaron las siguientes labores según lo indicado en el plano:

- Se ubicó la caseta en campo, de manera que cumpla con los 15mts de diferencia de altura con el reservorio, utilizando el nivel de ingeniero.
- Se procedió con la nivelación del terreno para realizar el marcado de la zanja de cimentación.
- Se construyó de concreto ciclópeo la cimentación y luego se completó con concreto el sobrecimiento.
- Se encofraron las columnas para el respectivo vaciado.
- La construcción de paredes fue de ladrillo caravista.
- El techo fue de barras metálicas que soportaban planchas de Eternit.



**Figura 22: Construcción de caseta de riego**

### **2.9.3. Construcción del canal de entrada, canal demasías y desarenador**

En base a los detalles del expediente técnico, es labor del profesional de ingeniera agrícola de saber realizar la lectura e interpretación del plano para aplicar criterios en la ejecución de la obra y saber dirigir a los maestros de obras y albañiles. Las actividades realizadas fueron las siguientes:

- Ubicación en campo de la bocatoma de ingreso del agua.
- Verificar las cotas de la bocatoma y la base del canal hacia la entrada del reservorio.

- Se reubicó el canal de entrada para proceder con el marcado de la construcción, ya que no coincidía con el plano otorgado por el contratista. Por tal motivo, se ofrecieron soluciones en el campo que fueron aceptadas por el ingeniero supervisor de la entidad para proceder en la ejecución.
- Se realizó el movimiento de tierra respectivo para la construcción del desarenador utilizando maquinaria (retroexcavadora).
- Se procedió con el encofrado utilizando paneles y la construcción de la malla de fierros con diámetros especificados en el plano. Se realizó el vaciado de concreto y finalmente el desencofrado respectivo.







**Figura 23: Construcción de desarenador**

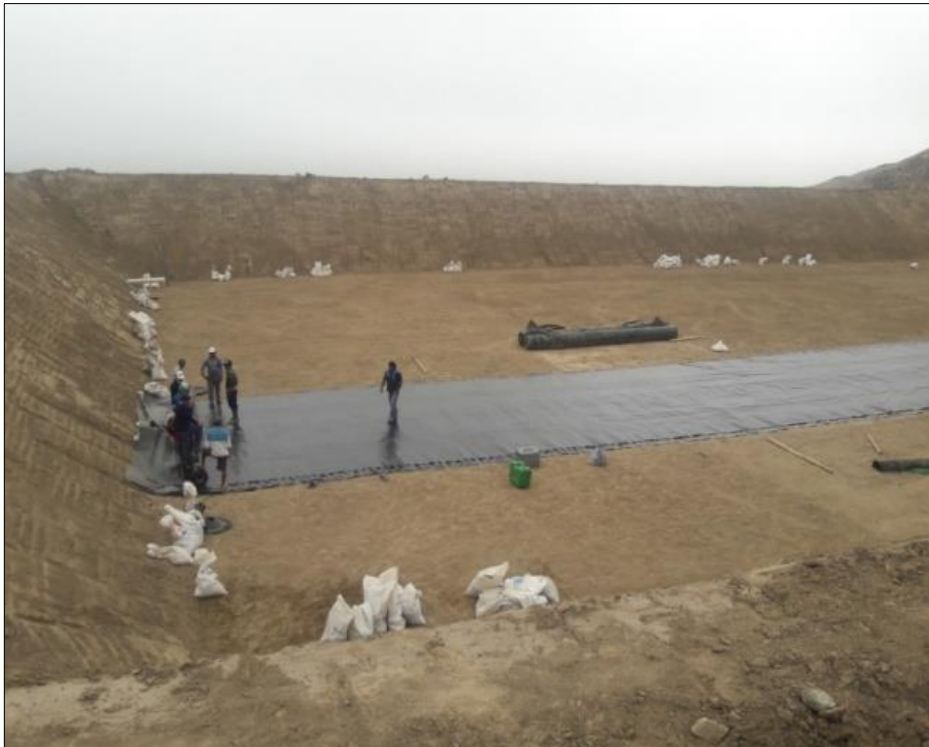
#### **2.9.4. Construcción del reservorio**

Para la construcción del reservorio, se realizaron las siguientes labores:

- Ubicación en campo de la zona de construcción del reservorio, para proceder con el marcado del mismo.
- Dirección de maquinaria para obras como cargador frontal, excavadora, volquete, rodillo y niveladora para la construcción de los taludes.
- Nivelación de la base, coronas del reservorio, utilizando como herramienta el nivel de ingeniero.
- Perfilado de los taludes y base. Se usó tierra de chacra para tarrajear el reservorio en las zonas internas con el propósito de evitar los riesgos a la hora de instalar la geomembrana.
- Instalación de la tubería de succión y construcción de dado de concreto con poliwock para poder instalar la geomembrana.
- Instalación de geomembrana de hdpe de 0.5mm de espesor, mediante termofusión, utilizando maquinas como la cuña, extrusora, sopladora.



**Figura 24: Construcción de reservorio**



**Figura 25: Instalación de geomembrana de 0,5mm de espesor**

### 2.9.5. Tendido e instalación de cintas de riego

**Descripción:** Esta fase se llevó a cabo después que toda la red de alimentación y distribución de agua estuviera lista para la operación y que los campos fueron preparados en hileras. Se realizó el tendido y unión de los laterales de PE y sus accesorios.

**Procedimiento:** Tender los laterales a lo largo de la hilera, utilizando un dispositivo de tendido acoplado a un tronco de madera o en forma manual; cortar los laterales dejando una longitud adicional y estacar el extremo libre en el suelo. El lateral debe tenderse flojo, dado que se contrae de noche y a bajas temperaturas; conectar los laterales a la tubería porta lateral utilizando los conectores correspondientes. Una vez que los laterales se han tendido y unido, se extrae la estaca de los extremos libres.



**Figura 26: Instalación y tendido de cintas de riego**



### 2.9.6. Plan de capacitación de operación y mantenimiento

Es labor del profesional de ingeniería agrícola brindar la capacitación a los agricultores y regadores sobre la operación y mantenimiento del sistema de riego. Por ello, se realizaron talleres en campo para realizar las capacitaciones, las cuales fueron divididos en 06 módulos dictados en:

**Tabla 7: Plan de capacitación de riego**

MODULO 1	MODULO 2	MODULO 3	MODULO 4	MODULO 5	MODULO 6
Familiarización con el sistema de riego	Mantenimiento del reservorio	Necesidades de agua de los cultivos	Mantenimiento del inyector de fertilizantes	Operación del sistema para regar de forma intermitente	Repaso general
Componentes del sistema de riego	Mantenimiento de sistema de filtrado.	Programación del riego	Mantenimiento de cintas de goteo	Medición de caudales en cabezal	Fallas comunes en la operación del sistema
Operación del sistema de riego	Mantenimiento del sistema de válvulas.	Preparación de la solución de fertilizantes	Mantenimiento al sistema de purga.	Cálculo de la eficiencia de aplicación del sistema de riego	
Regulación y medición de presiones	Mantenimiento del sistema de fertilización.	Programación de fertilización			

*Nota:* La tabla muestra los temas dictados en las capacitaciones de acuerdo al módulo programado.

### **III. CONCLUSIONES**

- En conclusión, de acuerdo al expediente técnico, se instalaron 36 hectáreas de riego tecnificado por goteo para el cultivo de palta Hass. Teniendo en cuenta, el proyecto presentado, se evaluaron los cálculos hidráulicos y planos para la ejecución en campo; en el cual se precisa que las metas físicas logran cumplir con los criterios de calidad requeridas en el expediente técnico.
- Además, se preparó materiales y capacitó a los beneficiarios del proyecto Chunchanga en base a la operación y mantenimiento del sistema de riego instalado, para que ellos mismos se encarguen de realizar la labor de mantener el sistema de riego en óptimas condiciones.
- Por lo anterior, se concluye la ejecución e instalación de riego tecnificado, cumpliendo con las especificaciones técnicas y requerimientos en el expediente técnico en el cual hemos basado este proyecto, mejorando el nivel tecnológico en la aplicación del recurso hídrico y nutrientes para el cultivo y así mejorar la eficiencia del riego.



#### **IV. RECOMENDACIONES**

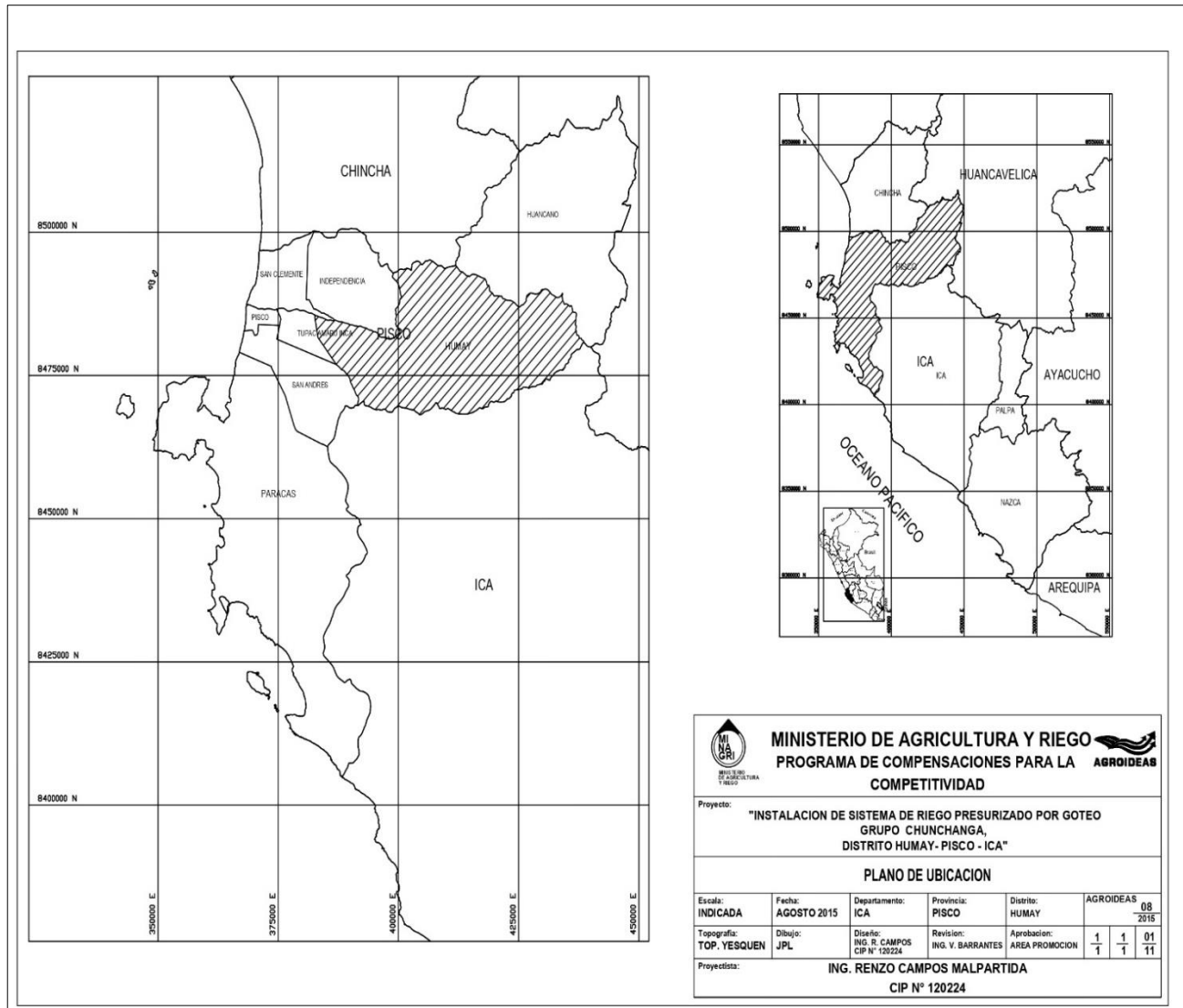
- Se recomienda la verificación de las especificaciones técnicas del proyecto ejecutado en campo.
- Se recomendó realizar la prueba hidráulica en el desarrollo de la instalación para dar seguridad a la operación y funcionamiento del sistema.
- Es recomendable realizar la capacitación a los beneficiarios y regadores que hacen uso del sistema, para la correcta operación del mismo.
- Se recomienda cercar el área del reservorio para evitar accidentes.
- Se recomienda la automatización del sistema de riego para una mejor operación y reducir costos en mano de obra.

## V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

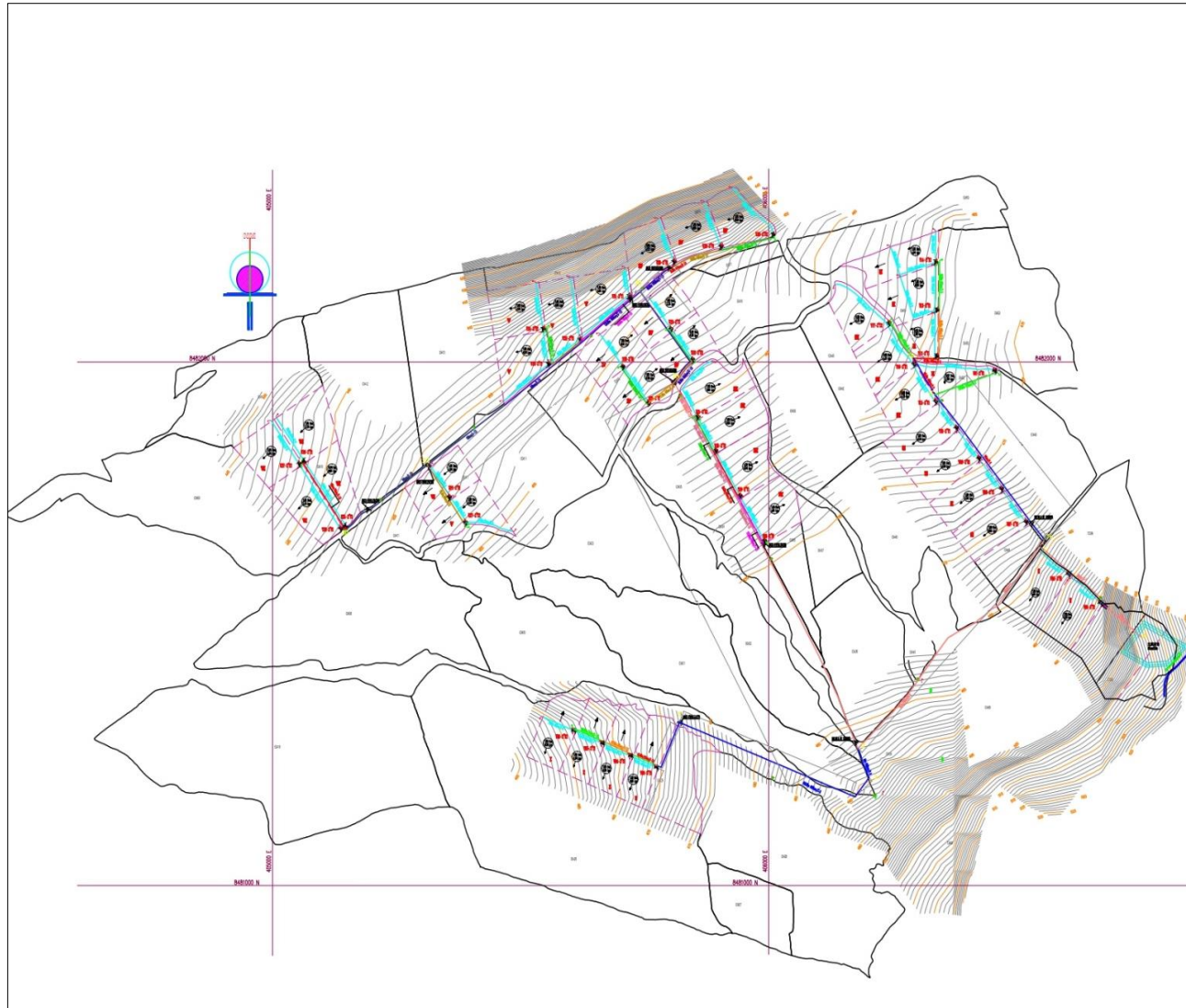
- Cordero, L. y Rodrigo, J. (2003). *Riego localizado*. Madrid, España: Ediciones Mundi Prensa. Recuperado de <http://www.fagro.edu.uy/~hidrologia/riego/RIEGO%20LOCALIZADO%20intensivos2014.pdf>
- Fernández Gómez, R. (2010). *Manual de riego para agricultores: módulo 4. Riego localizado: manual y ejercicios*. [Archivo PDF]. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera. Consejería de Agricultura y Pesca. Recuperado de [https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/1337160941RIEGO\\_BAJA.pdf](https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/1337160941RIEGO_BAJA.pdf)
- Vásquez, A.; Vásquez, I.; Vásquez, C.; Cañamero, M. (2017). *Fundamentos de Ingeniería de Riegos*. [Archivo PDF]. Universidad Nacional Agraria La Molina. Recuperado de <https://www.fondoeditorialunalm.com/wp-content/uploads/2020/09/ingenieria-de-riegos.pdf>
- Vásquez, A.; Vásquez, I.; Vásquez, C.; Castro, A. (2016). *Cosecha del agua de lluvia y nieblas en zonas áridas y semi áridas y su impacto en el proceso de desertificación y cambio climático*. (disco compacto, libro). Lima, Perú. 177 p.

## **VI. ANEXOS**

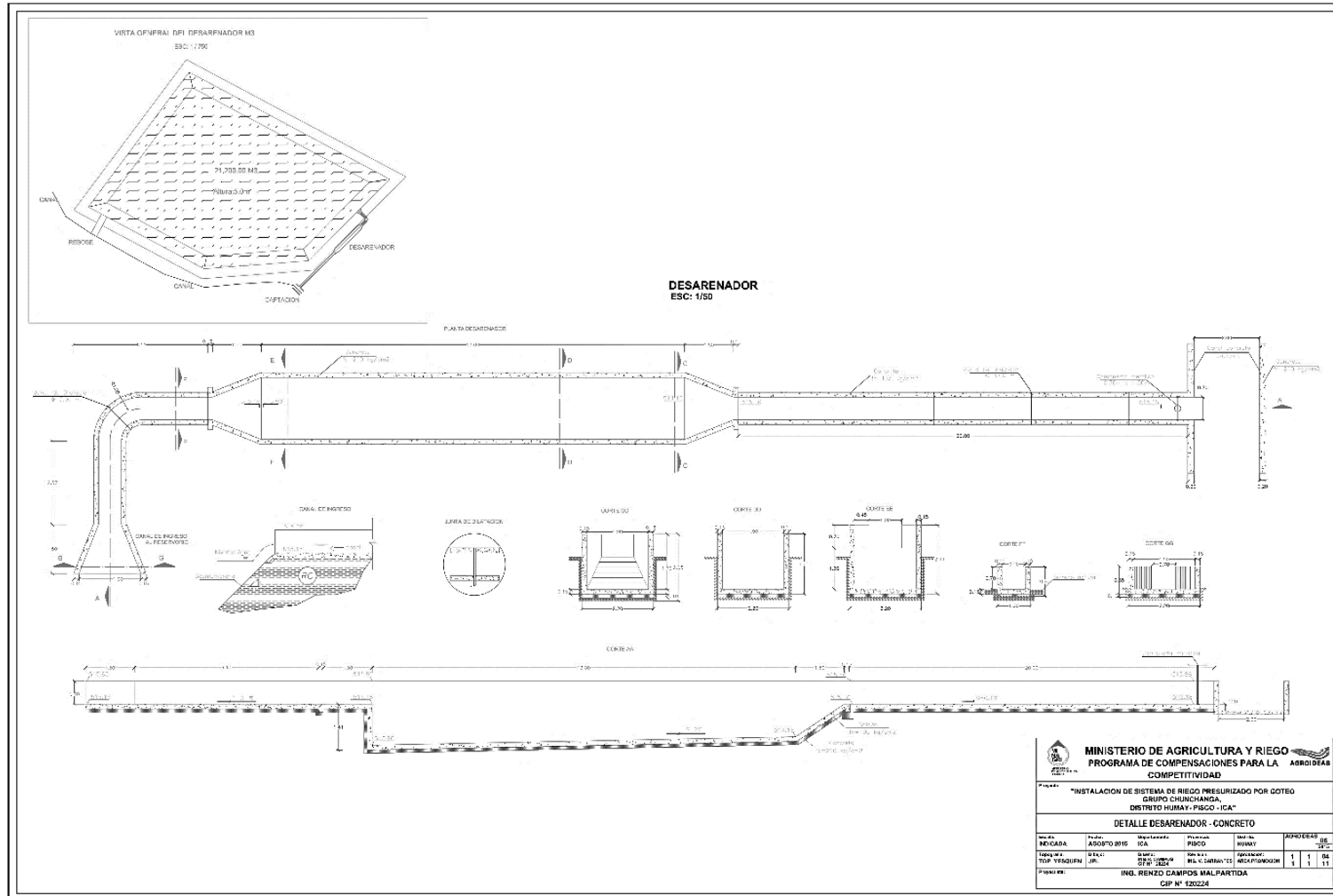
## Anexo 1: Ubicación del proyecto



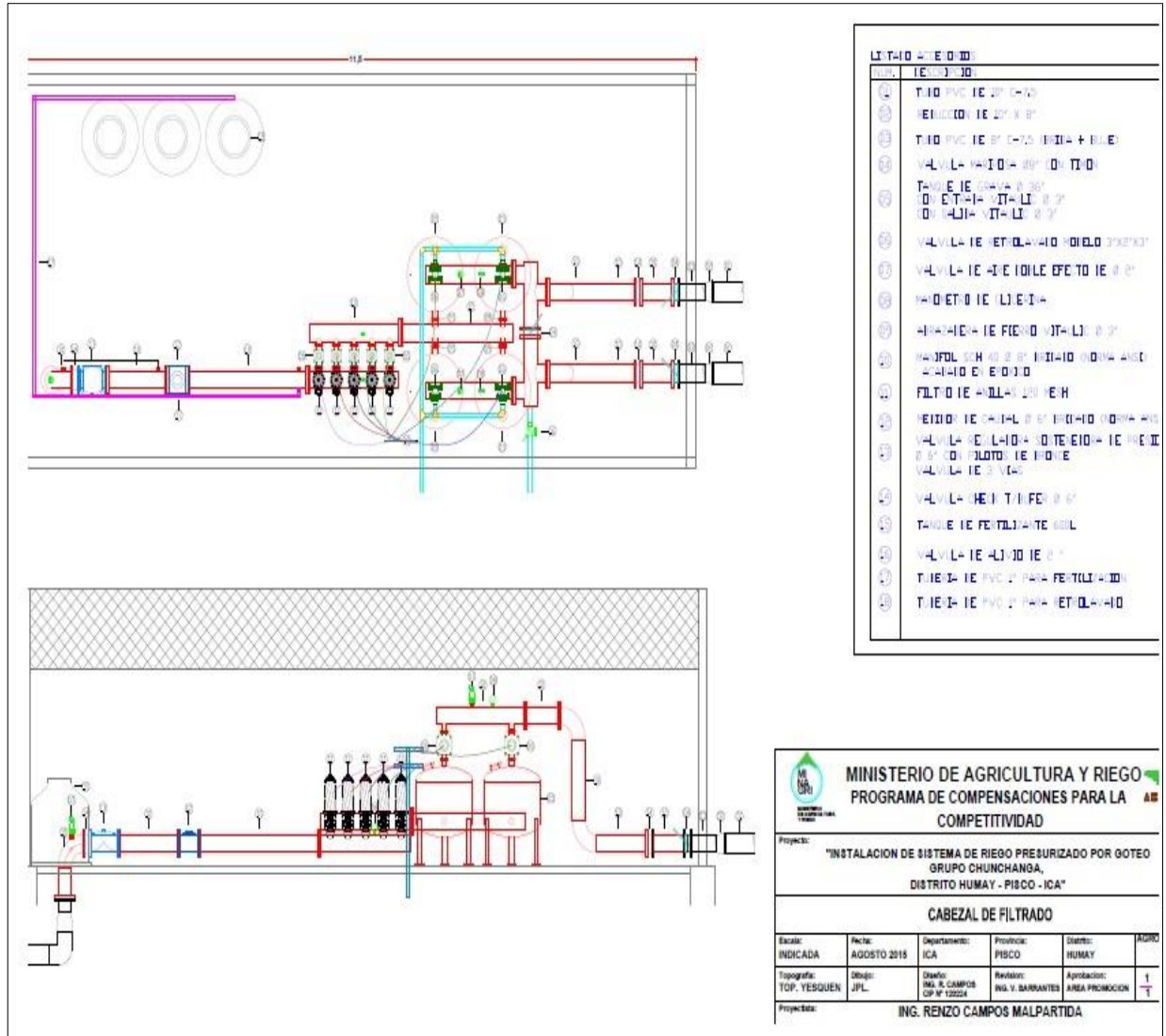
## Anexo 2: Plano Hidráulico



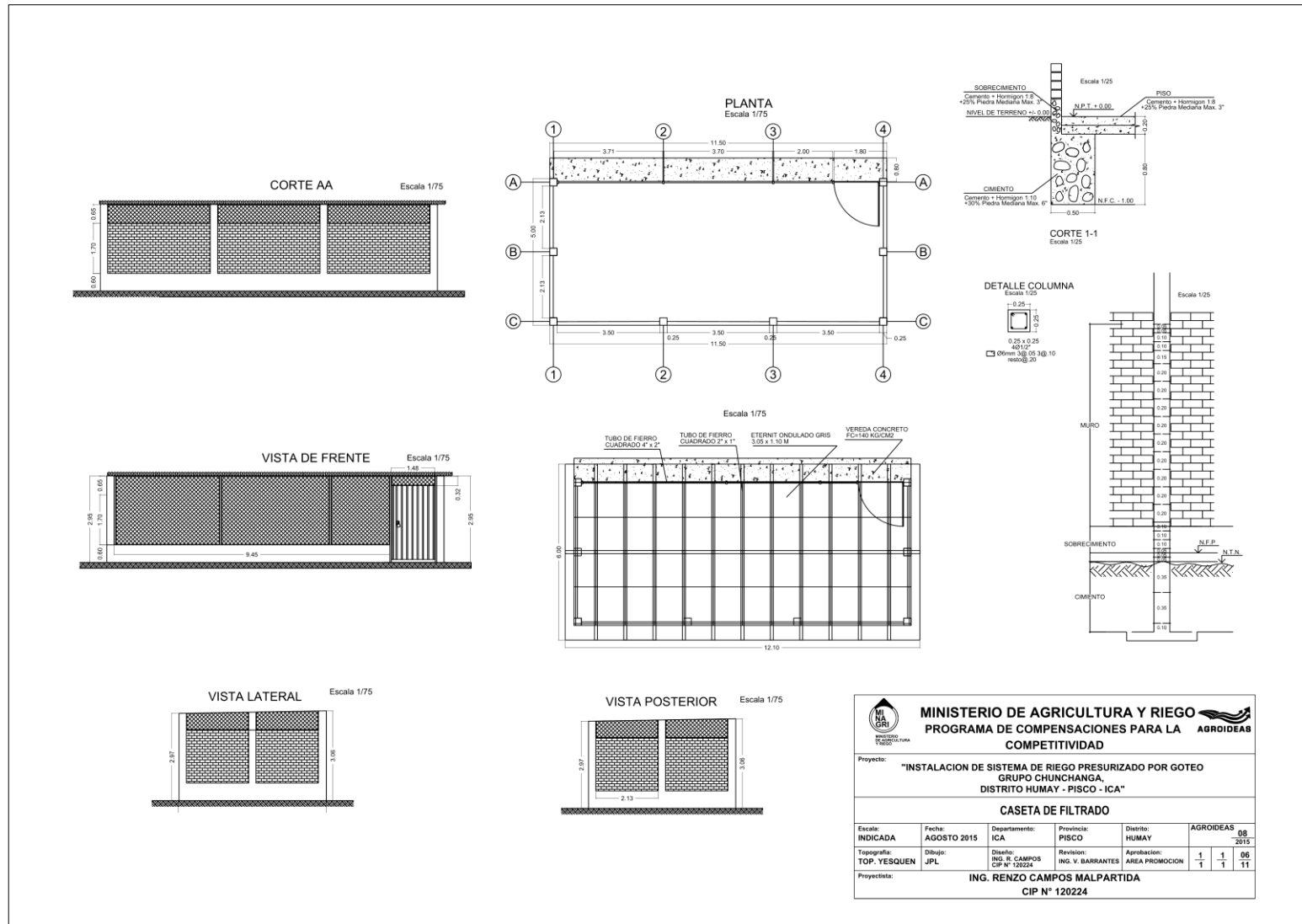
### Anexo 3: Plano de Desarenador



### Anexo 4: Caseta de riego

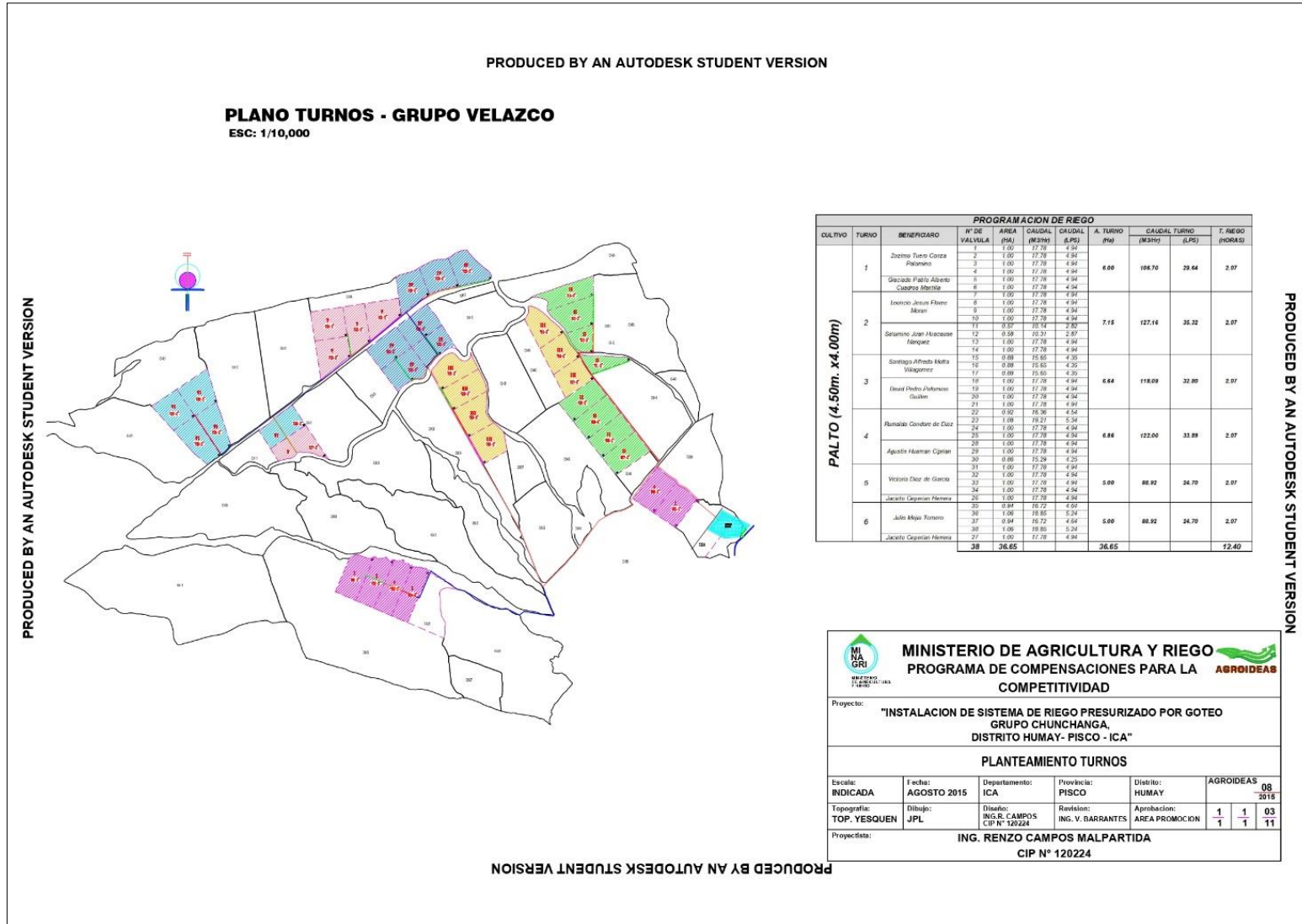


## Anexo 5: Plano de Sistema de filtrado

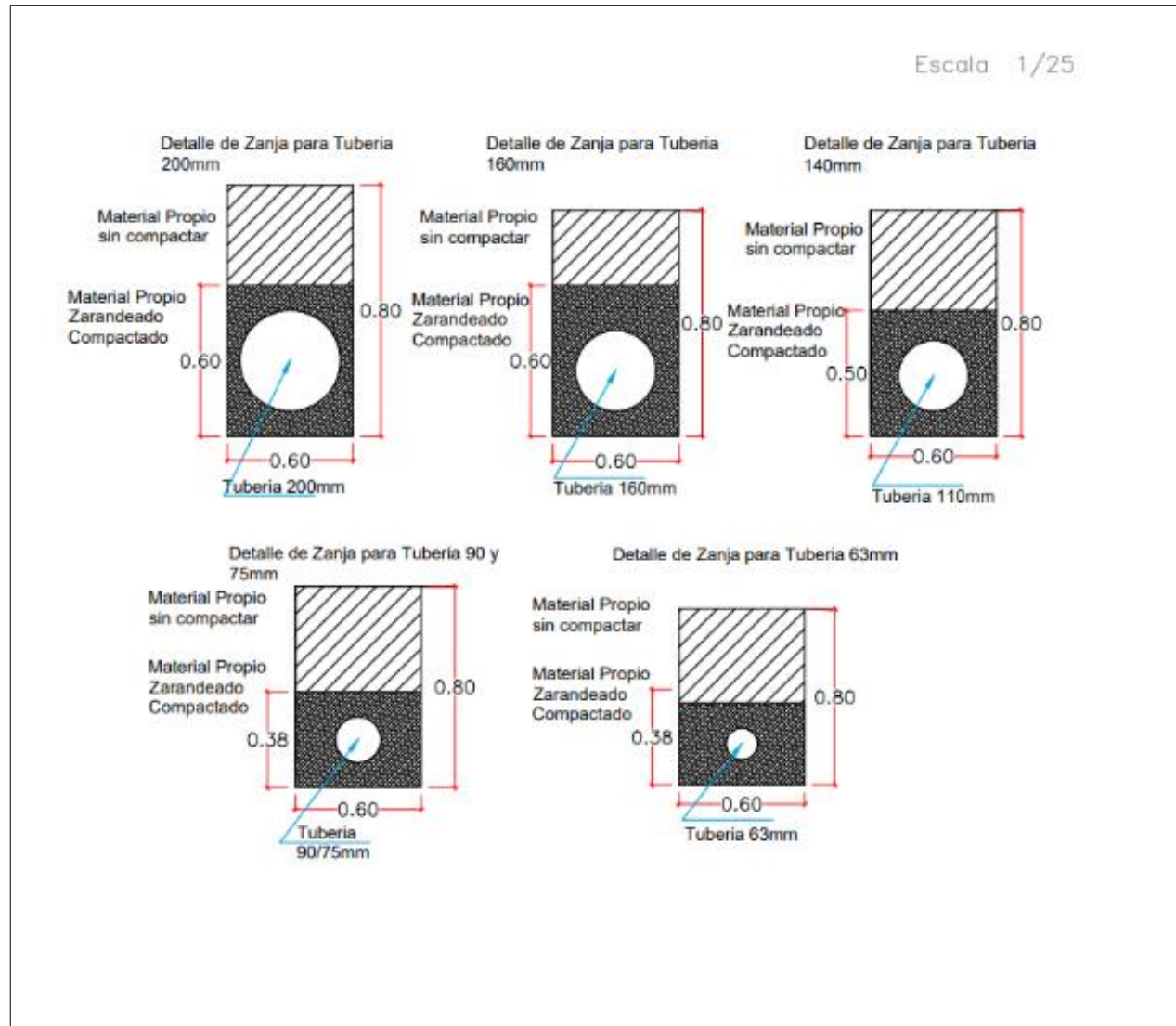




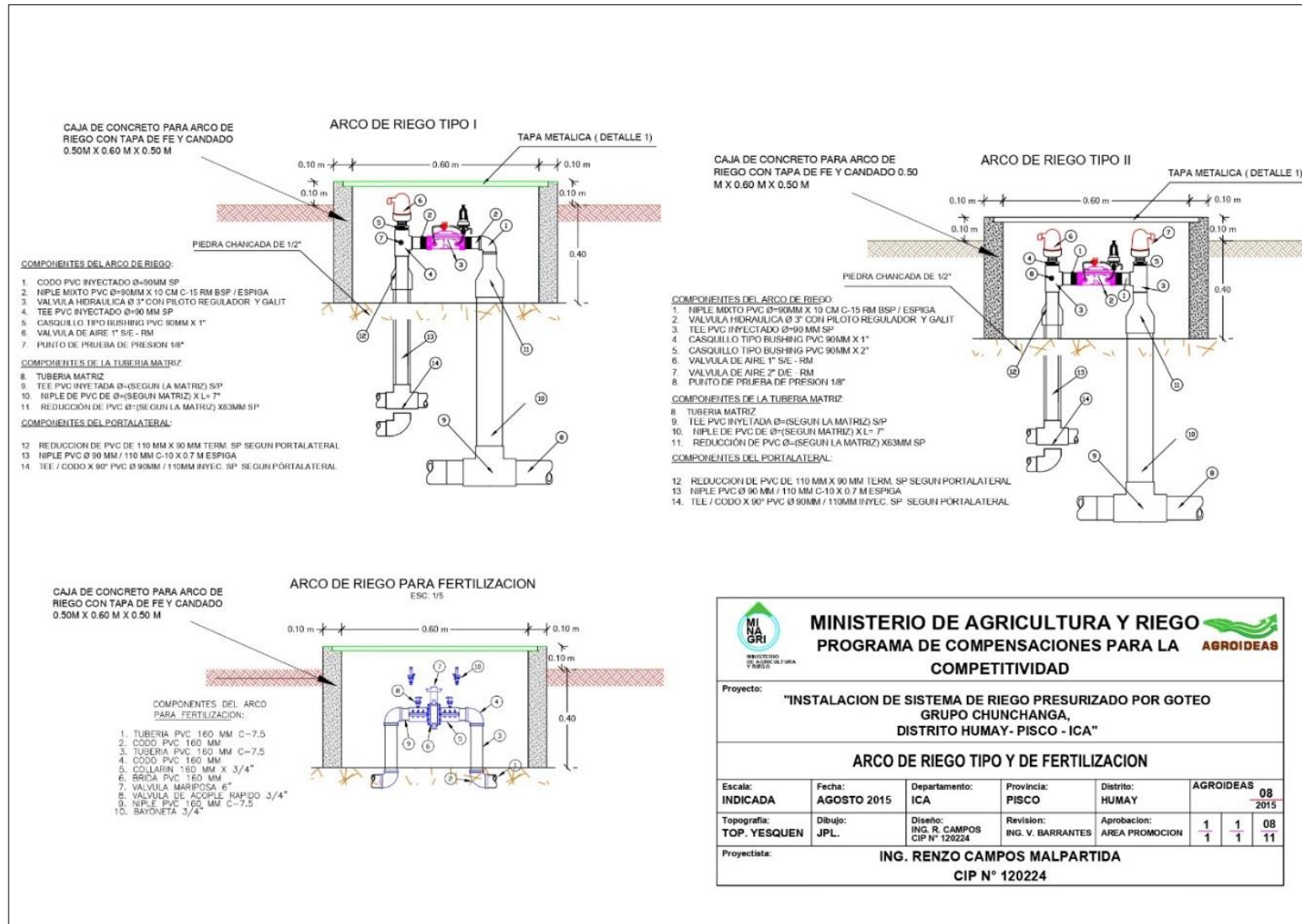
# Anexo 6: Plano turnos de riego



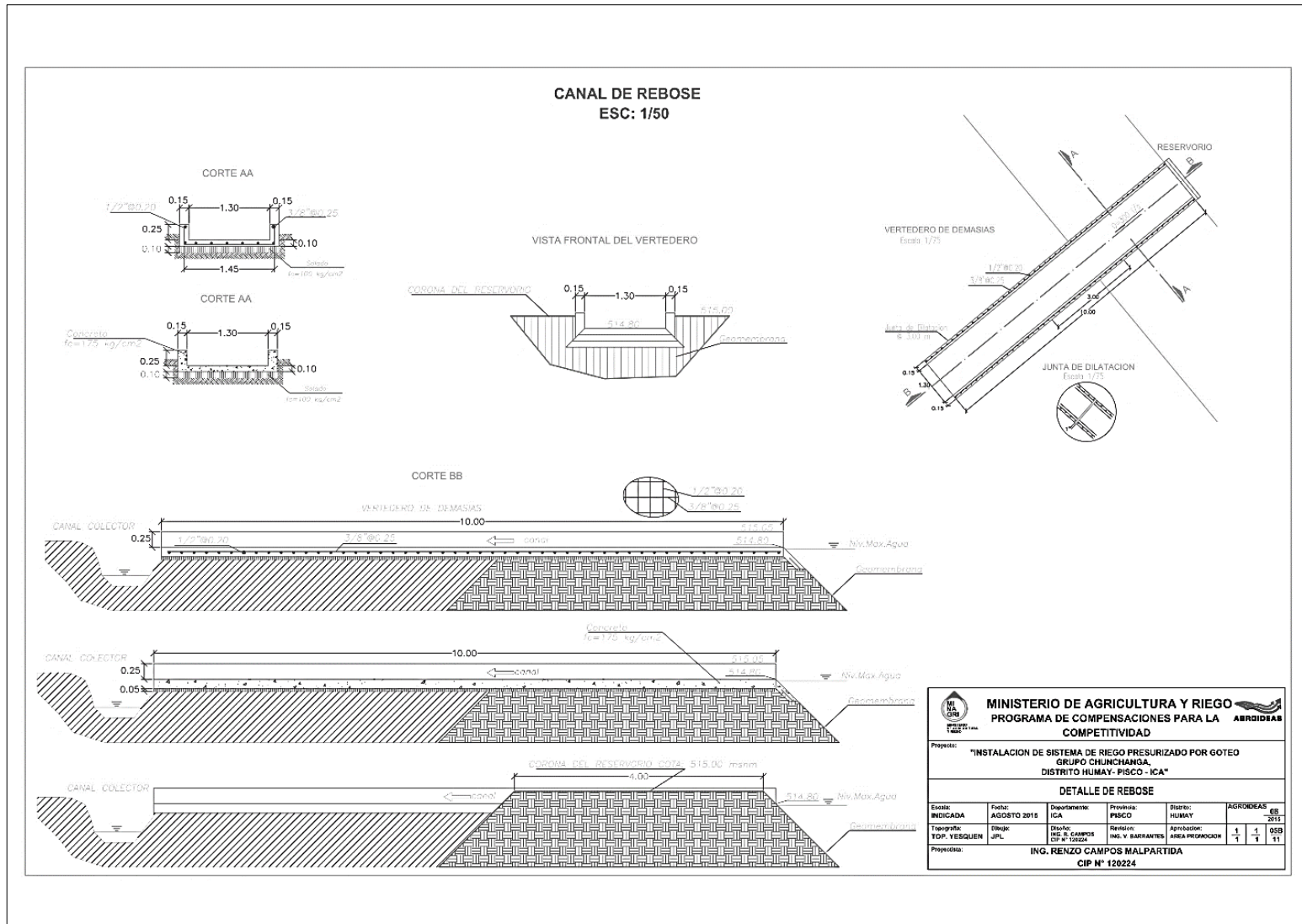
## Anexo 7: Plano detalle de zanja



## Anexo 8: Plano de arcos de riego



## Anexo 9: Plano de Canal de Demasías





## Anexo 10: Panel fotográfico



**Figura 27: Excavación de zanja**



**Figura 28: Tendido de red de tuberías**



**Figura 29: Movimiento de tierra en la construcción del reservorio**



**Figura 30: Compactación del dique del reservorio**



**Figura 31: Instalación de Geomembrana**



**Figura 32: Vista Panorámica del reservorio lleno, canal y desarenador**





**Figura 33: Construcción del Desarenador**



**Figura 34: Construcción del canal de entrada**





**Figura 35: Construcción de la caseta**



**Figura 36: Construcción del canal de entrada**



**Figura 37: Caseta de riego**



**Figura 38: Encofrado de las cajas para las válvulas**





**Figura 39: Purga de bigotes**



**Figura 40: Tendido de cintas**



**Figura 41: Construcción de techo de caseta**



**Figura 42: Llenado de reservorio**





**Figura 43: Vaciado de concreto en desarenador**



**Figura 44: Excavación de zanja para tubería**



**Figura 45: Instalación de succión de reservorio**



**Figura 46: Grupo Técnico**