

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



**“SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN EN EL SECTOR
CASCAMACHE, DISTRITO HUANCABAMBA, PROVINCIA
HUANCABAMBA, REGIÓN PIURA”**

Presentado por:

BACH. JUAN JAVIER NUÑEZ CORREA

**TRABAJO MONOGRÁFICO PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÍCOLA**

**Lima – Perú
2017**

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS.....	2
2.1 Objetivo principal	2
2.2 Objetivos específicos	2
III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
3.1 Sistema de riego por aspersión	3
3.1.1 Definición.....	3
3.2 Componentes de un Sistema de riego por aspersión.....	3
3.2.1 Infraestructura de riego.....	3
3.2.2 Tubería de Conducción.....	3
3.2.3 Válvulas de Control	4
3.2.4 Arcos de riego.....	5
3.2.5 Tubería de distribución y laterales.....	6
3.2.6 Formula de Blasius para cálculo de tuberías	7
3.3 Emisores de riego.....	7
3.4 Riego por aspersión en la Sierra	8
IV. DESARROLLO DEL TEMA.....	9
4.1 Ubicación y acceso	9
4.2 Metodología del trabajo	10
4.2.1 Recolección de datos	10
4.2.2 Diseño de Infraestructura de riego.....	11
4.2.3 Diseño agronómico.....	12
4.2.4 Diseño hidráulico de tuberías	13
4.2.5 Ubicación de válvulas de control.....	14
4.3 Resultados y Discusión	15
4.3.1 Áreas de Riego.....	15
4.3.2 Topografía	16
4.3.3 Disponibilidad de Recurso Hídrico	16
4.3.4 Tipo de cultivo.....	17
4.3.5 Diseño de Infraestructura de riego.....	17
4.3.6 Diseño agronómico.....	20

4.3.7	Diseño hidráulico a nivel parcelario.....	32
4.3.8	Diseño hidráulico de la tubería principal.....	34
4.3.9	Ubicación de válvulas de control.....	35
4.3.10	Presupuesto y Financiamiento	39
V.	CONCLUSIONES	40
VI.	RECOMENDACIONES	41
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42
VIII.	ANEXOS	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:	Fórmula de Blasius.....	7
Figura 2:	Ubicación Departamental del Proyecto.....	9
Figura 3:	Ubicación Regional y Provincial del Proyecto	10
Figura 4:	Plano Topográfico a curvas de nivel)	11
Figura 5:	Determinación de áreas por beneficiario	16
Figura 6:	Características de Aspensor XCEL WOBBLER.....	24
Figura 7:	Características de Aspensor IMPACTO 3023-2.....	24
Figura 8:	Características de Aspensor IMPACTO 3023-2.....	25
Figura 9:	Características de Aspensor IMPACTO 7025 RD-2	25
Figura 10:	Turnos de Riego.	32
Figura 11:	Medidor de volumen de agua.....	36
Figura 12:	Válvula de seccionamiento	36
Figura 13:	Válvula de aire	37
Figura 14:	Válvula reguladora de presión	38
Figura 15:	Arco de riego.....	38
Figura 16:	Imagen en Google Earth correspondiente al área de proyecto, con las parcelas de cada beneficiario.....	45
Figura 17:	Reconocimiento de áreas parcelarias	45
Figura 18:	Levantamiento topográfico	46
Figura 19:	Levantamiento topográfico, ubicación de reservorio.....	46
Figura 20:	Zanja excavada para tendido de tubería principal.....	47
Figura 21:	Toma de captación	47
Figura 22:	Reservorio revestido de geomembrana de HDPE 0.75 mm.....	48

Figura 23: Salida de arco de riego	48
Figura 24: Arco de riego instalado	49
Figura 25: Construcción de caja de concreto para protección de arco de riego	49
Figura 26: Construcción de pedestales de concreto para soporte de aspersores	50
Figura 27: Aspersores de impacto en operación.....	50

ÍNDICE DE TABLAS

Cuadro 1: Distancia de vía de ingreso al lugar del proyecto.	10
Cuadro 2: Beneficiarios del Proyecto.....	15
Cuadro 3: Cedula de cultivo del GGE María Auxiliadora	20
Cuadro 4: Precipitación Efectiva.....	20
Cuadro 5: Cálculo de Evapotranspiración Potencial (mm/día)	21
Cuadro 6: Coeficiente de Riego o KC de la cedula de cultivo	21
Cuadro 7: Demanda de Agua.....	21
Cuadro 8: Cálculo de Volumen Ofertado-Bloque I.....	22
Cuadro 9: Cálculo de Área – Bloque I	22
Cuadro 10: Cálculo de Volumen Ofertado – Bloque II.....	22
Cuadro 11: Cálculo de Volumen según Demanda – Bloque II	23
Cuadro 12: Tiempo de Riego Aspersor Xcel Wobbler-BLOQUE I.....	27
Cuadro 13: Tiempo de Riego Aspersor Impacto 3023-2-BLOQUE I.....	27
Cuadro 14: Tiempo de Riego Aspersor Xcel Wobbler-BLOQUE II	27
Cuadro 15: Tiempo de Riego Aspersor Impacto 3023-2 (15x15)-BLOQUE II.....	28
Cuadro 16: Tiempo de Riego Aspersor Impacto 3023-2 (17x15)-BLOQUE II.....	28
Cuadro 17: Tiempo de Riego Aspersor Impacto 7025-2- BLOQUE II	28
Cuadro 18: Frecuencia de riego.....	30
Cuadro 19: Parámetros de operación-BLOQUE I.....	31
Cuadro 20: Parámetros de operación-BLOQUE II.....	31
Cuadro 21: Diseño de Lateral riego – Xcel Wobbler (10mx10m)	33
Cuadro 22: Diseño de Lateral riego – Impacto 3023-2 (15mx15m)	33
Cuadro 23: Diseño de Lateral riego – Impacto 3023-2 (15mx17m)	33
Cuadro 24: Diseño de Lateral riego – Impacto 7025 RD-2 (30mx34m).....	33
Cuadro 25: Resumen de presupuesto.....	39
Cuadro 26: Aportes del PSI y beneficiarios	39

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Registro de imágenes y fotografías.....	44
Anexo 2: Análisis de agua y suelo.....	51
Anexo 3: Constancia de disponibilidad hídrica.....	53
Anexo 4: Estimación densidad aparente.....	55
Anexo 5: Porcentaje de humedad relativa.....	57
Anexo 6: Cálculos hidráulicos de tuberías.....	59
Anexo 7: Plano diseño hidráulico.....	67
Anexo 8: Plano arco de riego.....	69
Anexo 9: Plano válvula de aire.....	71
Anexo 10: Plano de dados de anclaje, zanja y desfogue.....	73
Anexo 11: Plano válvula de control y medidor.....	75
Anexo 12: Plano emisores de riego.....	77
Anexo 13: Plano reservorio bloque I.....	79
Anexo 14: Plano reservorio bloque II.....	81
Anexo 15: Plano desarenador bloque II.....	83
Anexo 16: Plano válvula reguladora de presión.....	85

RESUMEN

El presente trabajo desarrolla el diseño de un sistema de riego por aspersión en el Grupo de Gestión Empresarial María Auxiliadora perteneciente a la región de Piura, ubicado en el Sector Cascamache, que será ejecutado a cargo del Programa Subsectorial de Irrigaciones – PSI Sierra. El sistema permite aplicar el agua a manera de lluvia en un área aproximada de 15.20 hectáreas para el cultivo de pasto natural y rye grass, aprovechando el desnivel que existen entre la fuente de agua y las parcelas.

El agua es captada a través del canal Los Lirios y canal Succhil la Soccha, con un caudal promedio de 1.5 l/s y 28.5 l/s, respectivamente, según constancia de disponibilidad de la Junta de Usuarios de la zona. Para luego pasar por un desarenador, el de mayor caudal, con la finalidad de separar el material sólido que lleva el agua del canal y finalmente ser almacenada en reservorios revestidos con geomembrana de polietileno.

Respecto a sistema de riego por aspersión se define como del tipo cobertura total, en ese sentido los aspersores de la marca Senninger, por su variedad en presión y caudal, fueron los emisores seleccionados para el diseño del sistema. Mientras que, para el funcionamiento aprovechando los desniveles topográficos, es esencial la selección de: válvulas hidráulicas en los arcos de riego; válvulas reguladoras de presión en las líneas de tuberías; y válvulas de aire, en arcos de riego y tuberías de conducción. Asimismo, para la conducción del agua en las tuberías principales, secundarias y terciarias se proyecta el uso de tuberías de PVC, de acuerdo a la clase y diámetros obtenidos en los cálculos de diseño, de igual forma para los laterales de riego.

De lo anterior, el sistema de riego por aspersión planteado, concluye que: con una adecuada selección de infraestructura riego, ubicación válvulas de control, selección de aspersor, diseño agronómico e hidráulico, se logra obtener operaciones del sistema aprovechando los desniveles topográficos.

I. INTRODUCCIÓN

El riego común de los valles andinos, es aprovechado por las lluvias estacionales y el riego por inundación, esto genera una deficiente productividad agrícola, debido al no empleo de técnicas de riego, tales como: cálculo de oferta y demanda de agua, estudio de suelo y agua, diseño agronómico, selección de emisor, diseño hidráulico e infraestructura de riego en general.

En ese sentido, los agricultores están obligados a demandar de tecnologías e infraestructuras apropiadas para conducir y aplicar eficientemente el agua para riego. Con esta problemática, el riego por aspersión surge como alternativa que, mediante un buen criterio de diseño y adecuada operación y mantenimiento, el sistema brindará eficiente productividad agrícola.

Por otro lado, las condiciones de desniveles geológicos en la sierra del Perú, resulta idóneo para el uso de energía hidráulica, de esta manera la diferencia de altura topográfica proporciona la energía potencial necesaria para la operación del sistema, evitando el uso de fuentes de energía eléctrica o de combustión interna. Por ello, en lo posible el planteamiento hidráulico debe lograr que el funcionamiento por parte de los agricultores se realice a bajo costo de operación; en este caso específico, está determinado principalmente por la fuente de energía. Asimismo, sobre los aspersores, se debe precisar que una distribución que corresponde a un sistema de cobertura total, con emisores distribuidos de manera regular en el terreno y cubriendo la totalidad de las parcelas, reduce los costos de operación del sistema, comparado con un sistema móvil, que requiere la intervención oportuna del hombre, para el traslado del equipo a otra parcela.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo principal

El objetivo principal es diseñar un sistema de riego por aspersión para el Sector Cascamache, Distrito de Huancabamba, Provincia de Huancabamba, Región Piura.

2.2 Objetivos específicos

Como objetivos específicos tenemos:

- Seleccionar la infraestructura de riego, para favorecer la captación y almacenamiento del agua.
- Realizar el diseño agronómico óptimo en tiempos de máxima demanda.
- Diseñar sectores de riego, de tal manera que la presión y caudal de operación de los aspersores, garantice la uniformidad de aplicación del agua.
- Realizar el diseño hidráulico para la selección de tuberías.
- Seleccionar y ubicar las válvulas de control según las condiciones topográficas.

III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1 Sistema de riego por aspersión

3.1.1 Definición

Según Tarjuelo (1999), este método implica una lluvia más o menos intensa y uniforme sobre la parcela con el objetivo de que el agua se infiltre en el mismo punto donde cae. Además, el mismo autor establece que la aplicación uniforme de agua depende principalmente del modelo de reparto del aspersor, correspondiente al tipo y número de boquillas y presión de trabajo; y al marco de riego en el campo.

3.2 Componentes de un Sistema de riego por aspersión

3.2.1 Infraestructura de riego

La infraestructura de riego está considerada como el principal componente en un sistema, dentro la cual intervienen los siguientes elementos:

- La toma de captación lateral, es la obra civil que se construye en uno de los flancos del curso de agua, de forma tal, que el agua ingrese directamente a una caja de captación para su posterior conducción a través de tuberías o canal. (OPS, 2014).
- Desarenador, son obras hidráulicas que sirven para separar (decantar) y remover (evacuar) después, el material sólido que lleva el agua de un canal. (ANA, 2010).
- Reservorio, cumple con la doble función de cámara de carga, donde se produce una presión constante para el sistema de riego presurizado del sector, y proporciona el caudal pedido por los aspersores que se tiene funcionando en el sector. (Anten y Willet, 2000).

3.2.2 Tubería de Conducción

Según Rodrigo et al. (1992) indicaron que la tubería a presión, es aquella que funciona con tubería llena, sin importar la pendiente, pudiéndose encontrar contrapendiente y esto involucra que el líquido en movimiento llene toda la conducción.

Considerando la opinión de Anten y Willet (2000), «*Diseño de Pequeños Sistemas de Riego por Aspersión en Ladera*», ambos autores manifiestan que la tubería de

conducción se puede trabajar a tubo lleno, asegurando principalmente que la presión en la tubería no sea menor a la cota topográfica, de esta manera se evita presiones negativas y bolsas de aire.

Según Pizarro (1996) indicó que, en las líneas primarias y secundarias, las tuberías usualmente utilizadas corresponden al tipo de material de plástico: PVC (policloruro de vinilo) y PE (polietileno), para un riego localizado de alta frecuencia. Asimismo, establece algunas diferencias, el cual se procede a detallar:

Para el PVC:

- Se fabrican dos tipos de juntas; por encolado, diámetro comercial en pulgadas (pulg.) y elásticas, con diámetro comercial en milímetros (mm).
- Necesariamente tienen que ir enterrados, debido a que su materia prima de composición, no soporta la acción de los rayos solares.
- Es más barato que el Polietileno.

Para el Polietileno:

- Se pueden instalar a la intemperie.
- Es flexible y mucho menos frágil.
- El costo del material es más caro que el PVC, al igual que los accesorios de conexión.
- Existen tres tipos de tuberías, que se encuentran diferenciados por su densidad; polietilenos de baja, media y alta densidad.

3.2.3 Válvulas de Control

Las válvulas de control para un sistema de riego por aspersión, que se detallarán a continuación, corresponden a; válvula volumétrica, válvula reguladora de presión, válvula de aire, y válvula de mantenimiento.

- La válvula volumétrica más frecuente en sistemas presurizados es del tipo woltman; está se caracteriza por presentar dos tipos de hélice axial o vertical. El primero presenta un molinete paralelo a la tubería, y se adaptan para ser instalados en tuberías horizontales, verticales e inclinadas, a diferencia del tipo hélice vertical, su molinete

es en sentido perpendicular a la tubería y solo es adaptable a tuberías horizontales. Además, la del tipo axial, para su instalación necesitará tramos rectos antes y después, información que se encuentra en las especificaciones técnicas según fabricante, en el caso de la hélice vertical, no es necesario ser instaladas en tuberías de tramos rectos. La desventaja del tipo vertical, se atribuye a la mayor pérdida de carga y menor disponibilidad de diámetros. (Pizarro, 1996).

- La válvula reguladora de presión, es aquella que mantendrá una presión constante aguas abajo, considerada para los sistemas presurizados como reductora de presión, cuya finalidad importante radica en mantener la uniformidad de riego, aplicando una presión similar en cada subunidad de riego, y la otra función, es de reducir costos al considerar en la instalación válvulas reductoras en puntos estratégicos, además evitará las elevadas presiones. Presentan dos importantes funciones que pueden ser utilizadas en el sistema; trabajan para controlar las *presiones estáticas* cuando el sistema no está funcionando, y para sistemas en funcionamiento operan regulando las *presiones dinámicas*. (Pizarro, 1996).
- La válvula de aire, también conocida como válvula ventosa, corresponde a una pieza especial instalada en el recorrido de la tubería principal y secundaria, permitiendo entrar y/o salir el aire. Existen tres tipos de válvulas ventosas según su funcionamiento; (1) las de salida y entrada de aire en el llenado y vaciado de las tuberías, (2) las de salida de aire en el funcionamiento y (3) las que tiene una combinación de la primera y la segunda (Rodrigo et al., 1992).
- Las válvulas de seccionamiento, simplemente denominadas válvulas, definiéndose entre otras funciones, como una válvula donde se desea abrir y cerrar el paso del agua (Rodrigo et al., 1992). Estarán instaladas en puntos estratégicos, donde sea conveniente un posible mantenimiento, de tal manera que, si se corta el recorrido del agua aguas abajo, por razones de fuga o rotura en la tubería o hidrante, está permitirá cerrarse para no perjudicar el funcionamiento del sistema aguas arriba.

3.2.4 Arcos de riego

Los arcos de riego o hidrantes, que garantizará controlar el riego a nivel parcelario, para un sistema de riego por aspersión con desniveles topográficos, el del tipo válvula

hidráulica. Según Rodrigo et al. (1992), sostiene que sirven para cerrar y abrir el paso del agua como consecuencia a una señal hidráulica, que puede ser originada de manera manual o automática, además es capaz de responder a ordenes eléctricas, mediante la implementación de un solenoide.

3.2.5 Tubería de distribución y laterales

La tubería de distribución o terciaria, según Rodrigo et al. (1992), se encuentran dentro de la subunidad o parcela de riego, de ella se desprenden los laterales de riego y estos a su vez alimentan a los aspersores. El material utilizado es de plástico del tipo PVC o polietileno; en el primer caso, es necesario que se encuentre enterrado; y en el segundo puede instalarse a la intemperie. La tubería terciaria hasta pendientes de 5% se coloca a nivel, pero en casos de pendientes mayores se instalan a favor de éstas, así mismo, se diseñan para velocidades como máximo de 2.5 m/s.

Existen dos opciones para la selección de diámetros:

- Diseño de tubería con un solo diámetro en todo el recorrido; esta manera de selección se aprovecha en terrenos de pendiente suave, donde se requiere una baja diferencia de presión para lograr la uniformidad de riego.
- Diseño de tubería con varios diámetros; tiene sus ventajas de carácter técnico, debido a que, se sitúan principalmente en pendientes fuertes generando una baja diferencial de presión, entre otra ventaja corresponde a razones económicas, el uso de varios diámetros, «el diámetro más pequeño no ha de ser menor a la mitad del diámetro», en ese sentido genera un ahorro en el costo de tubería, a diferencia del uso con un solo diámetro.

En el caso de tuberías laterales, Rodrigo et al. (1992) indicaron que estas se sitúan dentro de la subunidad o parcela de riego, estas líneas alimentan a los emisores de riego, al igual que las tuberías terciarias el material utilizado es de plástico del tipo PVC o polietileno. Las líneas en topografía con pendientes hasta del 5% se colocan perpendiculares a la curva de nivel, pero en casos de pendientes mayores se instalarán siguiendo el sentido de menor pendiente, o en dirección a la curva de nivel. Respecto a

la velocidad de diseño, se puede considerar velocidades elevadas, debido a la presencia de varias salidas, sin perjuicio de producirse golpes de ariete.

3.2.6 Formula de Blasius para cálculo de tuberías

Cátedra para Ingeniería Rural (s.f.) indicaron en su tema 7, fórmulas empíricas para el cálculo de pérdidas de cargas continuas en tubería, que en el caso del riego presurizado consideran válido para tuberías lisas (PVC o PE) la fórmula de BLASIUS, según la siguiente formula:

En el régimen turbulento liso, $f = f(Re)$, $(Re)_r \leq 3.5 \cdot 10^5$ y $\beta = 1.75$.

Blasius (1911)

$$f = \frac{0.316}{Re^{0.25}}$$

Para una temperatura del agua de 20°C, $h_c = 0.00078 \cdot \frac{Q^{1.75}}{D^{4.75}} \cdot L$

Con Q (l/h) y D (mm), la ecuación quedaría:

$$h_c = 0.473 \cdot \frac{Q^{1.75}}{D^{4.75}} \cdot L$$

Válida para tubos lisos y $3 \cdot 10^3 < Re < 10^5$. Muy indicada para tuberías de plástico en riego localizado.

Figura 1: Fórmula de Blasius (Cátedra para Ingeniería Rural, s.f.)

3.3 Emisores de riego

Según Anten y Willet (2000) indicaron que la elección del aspersor depende de los siguientes factores:

- Velocidad básica de infiltración del suelo: al respecto, velocidad deberá compararse con la velocidad de infiltración del aspersor, de tal manera que la infiltración de ésta última no supere la del suelo, evitando la escorrentía.
- Tamaño de parcela: mientras más amplia sea extensión de las parcelas debe considerarse aspersores con un diámetro de humedecimiento mayor, en el caso de parcelas pequeñas se utiliza aspersores de menor diámetro.
- Tipo de cultivo: conociendo el cultivo se puede seleccionar el tipo de aspersor, considerando un diámetro de salida que no afectando las hojas y floración. La altura de ubicación del aspersor también depende del cultivo.

- Presiones de trabajo: los terrenos con desniveles topográficos están en condiciones para el uso de aspersores con presiones de rangos elevados.
- Costo del aspersor: se encuentra referido al tipo de material, actualmente existen en el mercado variedad de materiales de fabricación que está involucrada a la durabilidad, la mejor elección se realizará revisando sus especificaciones técnicas de acuerdo a lo expuesto párrafos anteriores.

3.4 Riego por aspersión en la Sierra

Anten y Willet (2000) indican que el aprovechamiento de la ladera para lograr la presurización por desniveles topográficos es el factor clave que nos permite diseñar en zonas montañosas sistemas de riego por aspersión a un costo bajo. Utilizamos la altura de las fuentes naturales de agua y tuberías para obtener la presión necesaria para los aspersores.

Los mismos autores mencionan la importancia de la eficiencia de un sistema de riego por aspersión, el cual consideran un 75% en condiciones normales, que se presenta a nivel parcelario. De esta manera, para conseguir la eficiencia de 75%, se recomienda espaciar los aspersores y tender las líneas con un adecuado distanciamiento, por el contrario, no se podrá llegar a la eficiencia requerida, obteniendo resultados por debajo.

Por otro lado, la pérdida de presión en la conducción no deberá preocuparse en cuanto a la influencia en la eficiencia, porque, lo que se pierde por fricción se gana por desnivel topográfico; como ya se mencionó, la eficiencia del 75% se analiza a nivel parcelario.

IV. DESARROLLO DEL TEMA

4.1 Ubicación y acceso

- Política:
 - Región : Piura
 - Provincia : Huancabamba
 - Distrito : Huancabamba
 - Sector : Cascamache
- Geográfica:
 - Coordenadas UTM-N: 9420048 N
 - Coordenadas UTM-E: 666302 E
 - Altitud : 2600 m.s.n.m.
- Límites:
 - Por el Norte : Limita con el Distrito Carmen de la Frontera.
 - Por el Sur : Limita con los Distritos de Canchaque.
 - Por el Este : Limita con el Distrito Lalaquiz.
 - Por el Oeste : Limita con el Distrito Sondor.
- Administración y manejo del agua con fines agrícolas:
 - Comisión de Usuarios: Succhil Quispampa
 - Junta de Usuarios : Huancabamba
 - ALA : Alto Piura – Huancabamba



Figura 2: Ubicación Departamental del Proyecto (MINAGRI, 2014)



Figura 3: Ubicación Regional y Provincial del Proyecto (MINAGRI, 2014)

Cuadro 1: Distancia de vía de ingreso al lugar del proyecto.

Ruta	Distancia (Km)	Tipo de Carretera	Estado de la Carretera	Tiempo
Piura - Canchaque	124	Asfaltada	Bueno	3 horas
Canchaque-Huancabamba	100	Asfaltada	Bueno	2.5 horas
Huancabamba- Cascamache	1	Asfaltada	Bueno	1 hora
TOTAL	225			6.5 horas

FUENTE: MINAGRI, 2014

4.2 Metodología del trabajo

4.2.1 Recolección de datos

Se realizaron trabajos en campo para recopilar información primaria consistente en:

- Reconocimiento de áreas de riego.
- Levantamiento topográfico a curvas de nivel.

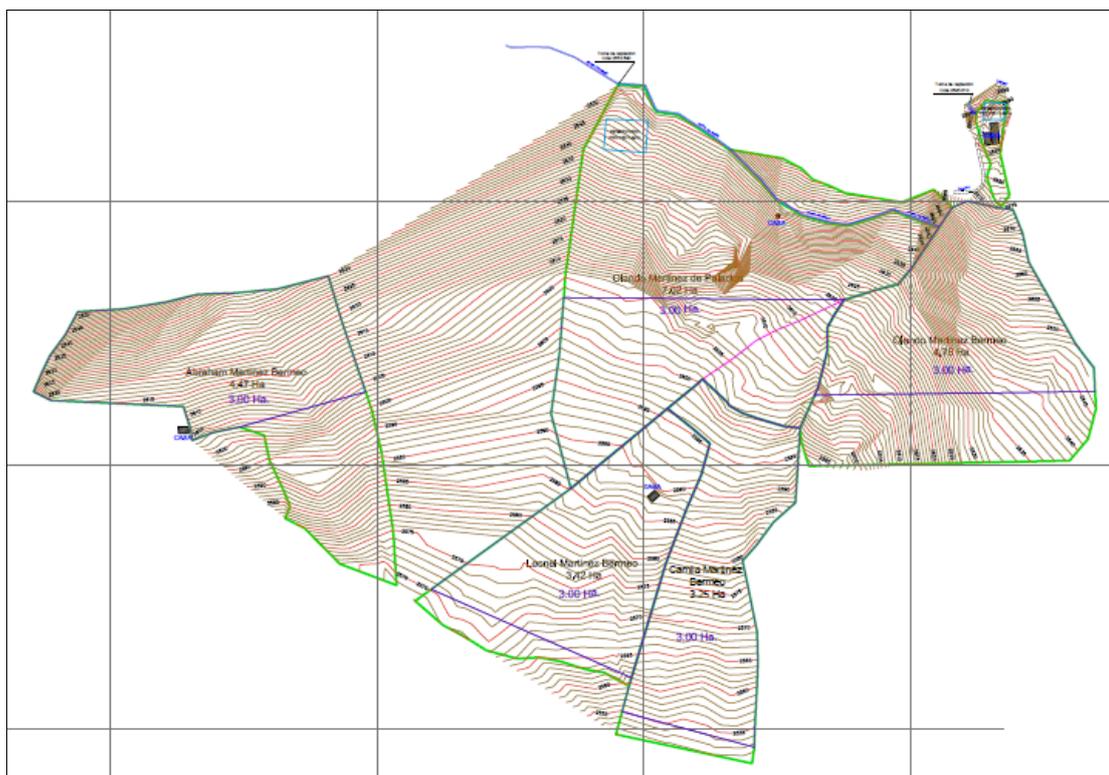


Figura 4: Plano Topográfico a curvas de nivel (SISRIEGO S.R.L, 2015)

Asimismo, se recopiló información secundaria del Perfil Técnico N° 289197, como:

- Análisis de suelo.
- Constancia del recurso hídrico por las Juntas de Usuarios del Valle Andino de Huancabamba.
- Datos del SENAMHI sobre Estación Meteorológica Huancabamba, y
- Tipo de cultivo.

4.2.2 Diseño de Infraestructura de riego

Se consideraron los siguientes criterios en el diseño:

- Las tomas de captación, se proyectan en el canal de tierra existente según las condiciones del terreno y se diseñan en base a la dotación de caudal, las dimensiones del canal existente y la constancia de recurso hídrico.
- Para los desarenadores, como estructura de pretratamiento para la calidad del agua, se tuvo en cuenta el caudal de dotación.
- Los reservorios como fuente de almacenamiento, se diseñaron en función a la demanda máxima del cultivo, la frecuencia de dotación de agua y área riego.

4.2.3 Diseño agronómico

Para el sistema de riego por aspersión, el diseño agronómico es fundamental para determinar las características de los sectores de riego y su forma de operación, para ello se realiza los siguientes procedimientos de diseño:

a. Necesidades de riego

Corresponde a la lámina a reponer del cultivo en condiciones de diseño y críticas en épocas de máxima demanda, a partir de los datos otorgados por la estación Huancabamba.

b. Áreas de riego

Es el espacio que se determina del levantamiento topográfico, y que mediante las áreas de propiedad de los beneficiarios y la demanda hídrica, se consigue el área irrigable total del proyecto.

c. Selección del emisor

En el presente trabajo se ha considerado un sistema de cobertura total, con aspersores distribuidos de manera regular en el terreno, cubriendo la totalidad de las parcelas. Los aspersores se seleccionaron según la topografía del terreno, existiendo en la marca SENNINGER gran variedad de aspersores de baja y alta presión, las cuales fueron utilizadas para el diseño. Por otro lado, se tuvo en cuenta una precipitación horaria (mm/hr) similar, puesto que en caso de considerar aspersores de diferentes modelos en un mismo turno de riego, se evite lamina de riego diferente.

d. Tiempo de riego

Los tiempos de riego de cada turno se obtuvieron en función al valor de la necesidad de riego y la precipitación del aspersor seleccionado, resultando el tiempo en horas por día.

e. Turnos y Áreas de riego

Conociendo la cantidad de horas establecidas para riego (12 horas) y dividiendo con el tiempo de riego por turno, se determina los de turnos de riego, asimismo con una agrupación de áreas similares se selecciona un diámetro de tubería principal óptimo, y

por consiguiente caudales similares, evitando sobredimensionamiento, es decir, en caso que la tubería no trabaje a su velocidad apropiada de operación, por motivos que los caudales difieran mucho su valor.

f. Caudal de turno

Esta variable depende del área del turno de riego, dado que se contabiliza el número de aspersores distribuidos expresados en caudal, esenciales para el diseño hidráulico.

g. Frecuencia de riego

Para la frecuencia de riego, en términos de días viene hacer el intervalo de tiempo que se aplicará agua al cultivo, para ello tenemos que conocer el tipo de suelo con que contamos (textura), densidad de suelo y profundidad que van las raíces.

h. Parámetros de operación

Los parámetros de operación corresponden al resumen del diseño agronómico, indicando la siguiente secuencia; número turnos de riego, día de riego, beneficiario, número de válvula de riego, área por turno, cantidad de aspersores, tipo de emisor, caudales por válvula y turno, , lamina de riego, precipitación horaria, tiempo de riego por día, y tiempo de riego según frecuencia.

4.2.4 Diseño hidráulico de tuberías

4.2.4.1 Diseño hidráulico a nivel parcelario

Los criterios de diseño de las diferentes estructuras y componentes del sistema de riego tienen en cuenta la funcionalidad hidráulica, economía en los recursos empleados y planteamiento de estructuras simples que faciliten las labores de construcción y operación del sistema, procurando mantener un presupuesto aceptable.

El diseño y selección de los diámetros de los laterales de riego y de la tubería distribución se ha diseñado, para que las pérdidas no superen el 20% de presión de trabajo del aspersor, según los criterios técnicos exigidos. Asimismo, la tubería terciaria y laterales de riego están diseñados con tubería de PVC.

4.2.4.2 Diseño hidráulico de la tubería principal

Las tuberías empleadas en el diseño hidráulico son de PVC, del tipo Unión Flexible (UF), utilizando las fórmulas de Blasius para calcular las pérdidas de carga. Además, se ha considerado como criterio práctico que las velocidades se encuentren en el rango menor de 2.50 m/s. Para la selección de la Clase de las tuberías de PVC y el diámetro, se ha tenido en cuenta el desnivel topográfico y la línea de presión producida, así como el caudal de ingreso en cada tramo.

4.2.5 Ubicación de válvulas de control

Las válvulas de control garantizarán la operación del sistema de riego, por ello se utilizaron ciertos criterios de diseño y ubicación, el cual se detallan a continuación;

- Medidor de volumen de agua

Para la ubicación del medidor, fue necesario tener en cuenta el mayor caudal que pasará por la tubería principal y que el flujo en la tubería no sea turbulento respetando los tramos rectos requeridos, según la distancia estipulada es de 5 veces el diámetro aguas arriba y 3 veces aguas abajo.

- Válvulas de seccionamiento

El uso de las válvulas de seccionamiento facilita la operación y mantenimiento del sistema; es decir, para el mantenimiento de una red secundaria esta se podrá realizar sin parar el riego de las otras redes, se consideraron válvulas de mariposa del tipo Wafer con caja reductora, especial para facilitar la apertura y cierre por razones del caudal y presiones elevadas.

- Válvulas de aire

Se ubicaron las válvulas de aire en la red principal de conducción, considerando la instalación de válvulas de doble efecto (automática), que permite introducir aire cuando se termina de operar el riego, elimina el aire cuando se inicia el riego; y elimina el aire dinámico durante la operación del riego que se forma por efectos físicos del movimiento del agua.

- Válvulas reductoras de presión

La ubicación de las válvulas reductoras de presión, contrarrestan las elevadas presiones originadas por los desniveles topográficos, del mismo modo que están vinculadas a la Clase de tubería PVC y a la presión de salida para la operación de los arcos de riego y aspersores aguas abajo.

- Arcos de riego

Los arcos o hidrantes de riego, son los puntos de conexión entre la red de tubería principal y los sectores a nivel parcelario. En estos arcos se consideraron, como equipo principal una válvula hidráulica de 2" o 3", según sea el caso, estas tendrán la particularidad de soportar fuertes presiones y además se podrá adicionar un piloto regulador, en caso de superar presiones a lo establecido para la operación de los aspersores y de la presión que puede soportar las tuberías instaladas en las líneas de portaregantes. Esta válvula hidráulica va acompañada de una válvula anti vacío, punto de prueba de presión y accesorios de conexión, para el adecuado funcionamiento del sector de riego.

4.3 Resultados y Discusión

4.3.1 Áreas de Riego

Las áreas de riego se encuentran determinadas por los beneficiarios del Grupo de Gestión Empresarial María Auxiliadora, según el cuadro adjunto:

Cuadro 2: Beneficiarios del Proyecto

N°	BENEFICIARIOS	DNI	AREA TOTAL (Ha)	AREA DEL PROYECTO (Ha)
1	MARTINEZ DE PALACIOS, VILMA	3208408	3.13	3.04
2	MARTINEZ BERMEO, VICTOR ABRAHAM	2687305	3.00	3.04
3	MARTINEZ BERMEO, JOSE ORLANDO	3200562	3.55	3.04
4	MARTINEZ BERMEO, LEONEL	3201668	3.23	3.04
5	MARTINEZ DE GUERRERO, CARMEN AMELIA	3204981	3.26	3.04
TOTAL			16.17	15.2

FUENTE: Elaboración propia.

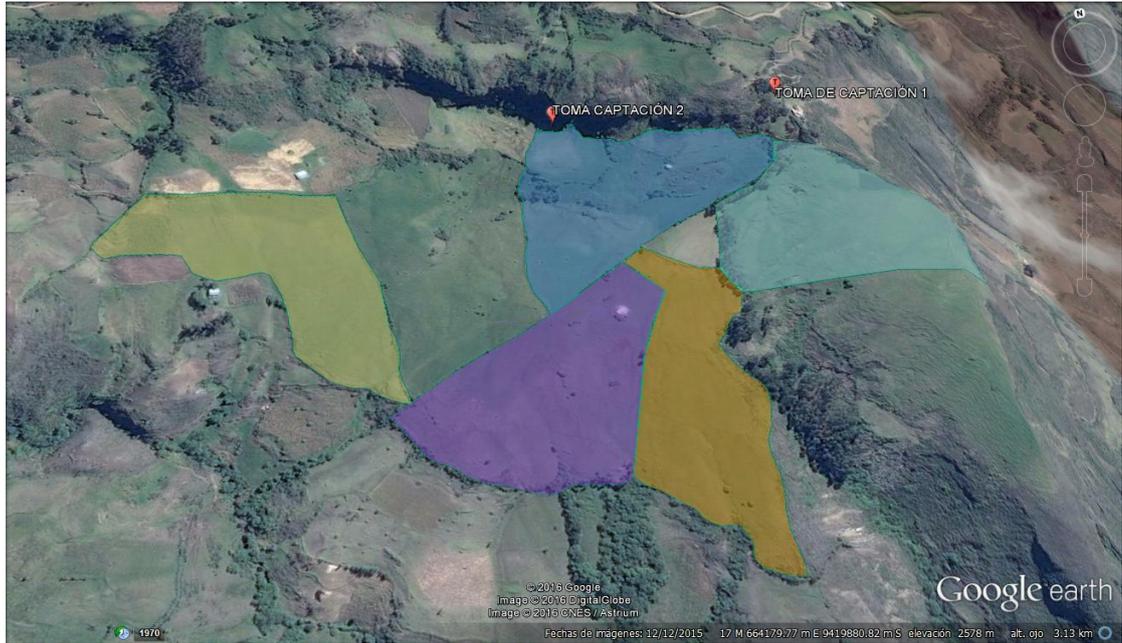


Figura 5: Determinación de áreas por beneficiario (Elaboración propia)

4.3.2 Topografía

Consiste en el levantamiento topográfico de un total de 15.20 hectáreas de área de riego, la cual fue realizada con una estación total, siendo necesario un día de trabajo de campo, para la elaboración del plano en planta, fue necesario mostrar las curvas menores cada un (01) metro y curvas mayores cada cinco (05) metros, aspecto importante en la selección y ubicación de emisores de riego y tuberías de conducción.

4.3.3 Disponibilidad de Recurso Hídrico

La junta de Usuarios del Valle Andino de Huancabamba mediante documento deja constancia que los integrantes del Grupo de Gestión Empresarial María Auxiliadora, son usuarios de agua de la Comisión de Usuarios Succhil- Quispampa, ubicado en el distrito y provincia de Huancabamba, región Piura, además garantiza la dotación de agua para el proyecto, de tal manera que para el Canal Succhil La Soccha otorga un tiempo de 30 horas de riego, con una frecuencia de 3 días y una dotación de 28.50 lps, mientras que para el Canal Los Lirios una dotación de 48 horas de riego, una frecuencia de 2 días y un caudal de 1.50 lps.

4.3.4 Tipo de cultivo

En Huancabamba predomina el ganado vacuno para la producción de carne, leche y queso, considerándose una actividad de potencial importancia en la zona generadora de ingresos económicos a familiares, constituyendo un “ahorro” a la familia, sin embargo, su desarrollo se ve limitado, debido a la falta de asistencia técnica y crediticia y a factores climáticos (Sequías). Sobre este último aspecto, El Grupo de Gestión Empresarial María Auxiliadora, perteneciente al distrito Huancabamba, ha encontrado la oportunidad de rentabilizar su actividad agrícola y mejorar su bienestar socioeconómico en este proyecto a través del riego parcelario. Es por ello que la actual cédula de cultivo (pasto natural) se proyecta sustituir con el cultivo de rye grass más trébol, los cuales generan una mayor producción y rentabilidad; puesto que contarán con capacidades tecnológicas locales suficientes para lograr un producto de mayor calidad y con una alta rentabilidad a favor del agricultor.

4.3.5 Diseño de Infraestructura de riego

- Tomas de capitación: en el presente sistema se ha diseñado dos tomas de captación para los Bloques I y II, y según los cálculos hidráulicos obtenidos se presenta las siguientes características:

Toma 1 (Bloque I):

Compuerta: Tipo tarjeta.

Ancho de tarjeta de Compuerta: 0.20 m.

Altura de tarjeta de compuerta: 0.20 m.

Caudal de captación: 1.50 l/s.

Toma 2 (Bloque II):

Compuerta: Tipo tarjeta.

Ancho de tarjeta de Compuerta: 0.27 m.

Tirante Aguas Arriba: 0.20 m

Altura de tarjeta de compuerta: 0.30 m.

Caudal de captación: 28.50 l/s.

Es preciso indicar, que en la Toma 1, por corresponder a un caudal bajo de captación (1.5 l/s), resulta innecesario realizar un cálculo hidráulico preciso, en ese sentido las dimensiones resultan similares al canal Los Lirios. Para el caso de la toma 2, se utilizó el software HCANALES.

- Desarenador:

Para la toma 1(Bloque I), no fue necesario el cálculo y diseño del desarenador por presentar un caudal pequeño de entrada (1.5 l/s), razón por la cual desde la captación se proyecta un canal de las mismas dimensiones que el canal Lirios, para conectar hasta el reservorio.

Para el desarenador del Bloque II, contamos con un caudal de 28.5 l/s, dotación de agua que mediante ella estructura pretende depositar diámetros de partículas superiores a 1.5 mm, valor escogido para sistemas de riego por aspersión, asimismo se proyecta para un revestimiento de concreto y con pendiente entre entrada y salida en el fondo de 0.5‰. Con los datos mencionados, se realiza el cálculo obteniendo las siguientes características del desarenador.

Longitud de transición y salida: $L_t=0.50$ m

Longitud desarenador: $L=2.00$ m

Ancho desarenador: $b=0.50$ m

Altura: $H=0.40$ m

Es necesario precisar, que el desarenador cuenta con una compuerta de limpia, sin embargo, por no presentar un caudal de ingreso elevado y ser considerado para riego por aspersión donde la menor boquilla es de 1.60 mm y el desarenador separa partículas mayores a 1.50m según diseño, es por ello que no existe un diseño de estructura de canal directo, vertedero de sección curva, y otras que son consideradas en obras de mayor envergadura.

- Reservorios:

Para ambas tomas de captación se proyecta un reservorio impermeabilizado con geomembrana HDPE de 0.75 mm de espesor, y que contará con una chimenea de 90mm HDPE a la salida, válvula de salida, medidor de volumen, rebose y sistema de limpia.

Para el cálculo del volumen de diseño de los reservorios se determina en función a la demanda máxima (6.27 mm/día), frecuencia de riego de dotación de agua según la constancia de disponibilidad hídrica en días, y áreas de riego por cada bloque en hectáreas.

Los resultados que a continuación se muestran se encuentran en los anexos de las hojas de cálculo.

Bloque I (Reservorio 1):

Volumen neto: 340 m³

Volumen de diseño: 259 m³

Talud: 1

Largo de corona: 17.10 m

Ancho de corona: 14.10 m

Largo de fondo: 13.5 m

Ancho de fondo: 10.50 m

Pendiente de fondo: 1%

Ancho de anclaje: 0.5 m

Área de Geomenbrana: 415 m²

Bloque II (Reservorio 2):

Volumen neto: 3090m³

Volumen de diseño: 2500 m³

Talud: 1

Largo de corona: 50.60 m

Ancho de corona: 38.60 m

Largo de fondo: 47 m

Ancho de fondo: 35 m

Pendiente de fondo: 1%

Ancho de anclaje: 0.5 m

Área de Geomenbrana: 2445 m²

4.3.6 Diseño agronómico

a. Necesidades de riego

En el análisis de la Demanda Hídrica, según Perfil Técnico con SNIP 289197, se obtiene los siguientes cuadros de información y cálculo, para determinar la necesidad de riego o lamina a reponer en épocas de máxima demanda, valor de uso para el sistema de riego proyectado:

Cuadro 3: Cedula de cultivo del GGE María Auxiliadora

CULTIVO PRINCIPAL	ÁREA (ha)	ÁREAS (ha)											
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Pasto Natural + Rye Grass (área topografica)	15.20	15.20	15.20	15.20	15.20	15.20	15.20	15.20	15.20	15.20	15.20	15.20	15.20
TOTAL	15.20												

FUENTE: MINAGRI, 2014

El área de riego, es un valor ya definido en el perfil, donde el fondo del Programa Subsectorial de Irrigaciones-PSI, financiará para esa cantidad de hectárea.

Cuadro 4: Precipitación Efectiva

Meses	PRECIPITACION	PRECIPITACION
	MENSUAL (mm)	EFFECTIVA (mm)
ENERO	47.80	44.14
FEBRERO	71.74	63.51
MARZO	85.63	73.90
ABRIL	60.95	55.01
MAYO	30.69	29.18
JUNIO	16.74	16.29
JULIO	9.80	9.65
AGOSTO	9.53	9.38
SETIEMBRE	13.41	13.12
OCTUBRE	39.42	36.93
NOVIEMBRE	40.36	37.75
DICIEMBRE	44.87	41.65
TOTAL	470.94	430.52

FUENTE: MINAGRI, 2014

Cuadro 5: Cálculo de Evapotranspiración Potencial (mm/día)

CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL (mm/día)												
MÉTODO DE HARGREAVES												
ESTACIÓN:	Huancabamba		Lat.: 5° 15' 1" S		Long.: 79 33' 1" W		Alt.: 3170 msnm					
Parámetros	VALORES MENSUALES											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
TMC ^o	18.78	18.78	18.83	18.81	18.49	18.09	17.87	18.21	18.66	19.09	19.27	19.15
TMF ^o	65.80	65.80	65.89	65.86	65.28	64.56	64.17	64.78	65.59	66.36	66.69	66.47
HR	70.31	71.92	71.30	71.60	68.56	65.25	62.24	62.09	62.87	64.12	64.04	66.90
CH	0.90	0.88	0.89	0.88	0.93	0.98	1.02	1.02	1.01	0.99	1.00	0.96
CE	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
MF 1/	2.43	2.20	2.36	2.13	2.00	1.84	1.97	2.11	2.23	2.42	2.36	2.42
Eto	150.84	132.55	144.32	129.07	126.66	120.96	134.26	145.91	154.20	166.20	163.15	160.42
Días	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Eto mm/día	4.87	4.73	4.66	4.30	4.09	4.03	4.33	4.71	5.14	5.36	5.44	5.17
Prec. Efec mm/día	1.42	2.27	2.38	1.83	0.94	0.54	0.31	0.30	0.44	1.19	1.26	1.34

FUENTE: MINAGRI, 2014

Cuadro 6: Coeficiente de Riego o KC de la cedula de cultivo

CULTIVO PRINCIPAL	ÁREA (ha)	ÁREAS (ha)											
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
RYE GRASS + TREBOL	1520	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Kc	1520	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

FUENTE: MINAGRI, 2014

El coeficiente de riego, para el rye grass más trébol que considera el perfil técnico es de 1.

Cuadro 7: Demanda de Agua

PARAMETRO	UNIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1 Evapotranspiración Potencial	(mm/día)	4.87	4.73	4.66	4.30	4.09	4.03	4.33	4.71	5.14	5.36	5.44	5.17
2 Kc		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3 Evaltans. Real o Uso consuntivo (1x2)	(mm/día)	4.87	4.73	4.66	4.30	4.09	4.03	4.33	4.71	5.14	5.36	5.44	5.17
4 Precipitación efectiva	(mm/día)	1.42	2.27	2.38	1.83	0.94	0.54	0.31	0.30	0.44	1.19	1.26	1.34
5 Deficit de humedad (3-4)	(mm/día)	3.44	2.47	2.27	2.47	3.14	3.49	4.02	4.40	4.70	4.17	4.18	3.83
6 Eficiencia de riego	(%)	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
7 N° días del mes	(días)	31.00	28.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00
8 Requerimiento de agua (5/6)	(mm/día)	4.59	3.29	3.03	3.29	4.19	4.65	5.36	5.87	6.27	5.56	5.57	5.11
	(m ³ /ha/día)	45.89	32.88	30.29	32.92	41.93	46.52	53.60	58.72	62.70	56.60	55.73	51.08
	(m ³ /ha/mes)	1,422.62	920.55	939.01	987.48	1,299.74	1,395.61	1,661.46	1,820.40	1,881.01	1,723.49	1,671.89	1,583.57
9 Área Total	(ha)	15.20	15.20	15.20	15.20	15.20	15.20	15.20	15.20	15.20	15.20	15.20	15.20
10 Volumen demandado	(m ³ /mes)	21,623.82	13,992.30	14,272.93	15,009.70	19,756.06	21,213.28	25,254.18	27,670.08	28,591.34	26,197.07	25,412.75	24,070.26

FUENTE: MINAGRI, 2014

Sobre la base de la cedula de cultivo, precipitación efectiva, evapotranspiración potencial, coeficiente de riego y eficiencia de riego, se conoce la necesidad de riego máxima en épocas de demanda **6.27 mm/días**.

b. Áreas de riego

De acuerdo al perfil técnico, el área de riego irrigable es de 15.20 ha, de los cuales con la dotación de agua del bloque I, se obtendrá el volumen de agua que se puede almacenar y por consiguiente el área del bloque I, según detalle:

Cuadro 8: Cálculo de Volumen Ofertado-Bloque I

Descripción	Cantidad	Unidad
Caudal de dotación*	1.50	lps
Caudal de dotación	0.0015	m3/s
Caudal de dotación	5.40	m3/hr
Tiempo de dotación*	48.00	hr
Volumen	259.00	m3

* El caudal y tiempo dotación corresponde a la constancia de disponibilidad del recurso hídrico.

FUENTE: Elaboración Propia

Del cuadro N° 08, con el volumen ofertado, se realiza el cálculo del área irrigable en el bloque I:

Cuadro 9: Cálculo de Área – Bloque I

Descripción	Cantidad	Unidad
Demanda Bruta *	6.27	mm/día
Requerimiento de agua	62.70	mm/día.ha
Frecuencia de dotación	2.00	días
Volumen de reservorio	259.00	m3
Area	2.07	ha

* La demanda bruta corresponde al estudio a nivel pre inversión con SNIP 289197.

FUENTE: Elaboración Propia

Al respecto, el área del Bloque I, es de 2.07 ha, y en consecuencia, para el Bloque II el espacio para riego es de 13.13 ha, y con este valor se logra obtener la capacidad del reservorio, según el siguiente detalle:

Cuadro 10: Cálculo de Volumen Ofertado – Bloque II

Descripción	Cantidad	Unidad
Caudal de dotación*	28.50	lps
Caudal de dotación	0.0285	m3/s
Caudal de dotación	102.60	m3/hr
Tiempo de dotación*	30.00	hr
Volumen	3,078.00	m3

* El caudal y tiempo dotación corresponde a la constancia de disponibilidad del recurso hídrico.

FUENTE: Elaboración Propia

Cuadro 11: Cálculo de Volumen según Demanda – Bloque II

Descripción	Cantidad	Unidad
Demanda Bruta *	6.27	mm/dia
Requerimiento de agua	62.70	mm/dia.ha
Frecuencia de dotacion	3.00	dias
Area	13.13	ha
Volumen	2,469.75	m3

* La demanda bruta corresponde al estudio a nivel pre inversión con SNIP 289197.

FUENTE: Elaboración Propia

Del cuadro N° 10 y 11, se deduce que el valor ofertado supera al demandado, razón por la cual no existe déficit, y por requerimiento de los mismos pobladores y de conformidad por la Entidad en el perfil técnico, se selecciona un volumen de 2500 m3, valor superior al volumen de la demanda.

Por otro lado, se deduce que los volúmenes diseñados almacenan la cantidad de agua suficiente hasta esperar la próxima entrega de agua, según frecuencia de dotación.

c. Selección del emisor

Por ser un sistema de cobertura total, y por su gran variedad de modelos en presión y caudal, es que se selecciona los de la marca SENNINGER, y que a través del plano topográfico, con información de desniveles y áreas beneficiarias, es que se utiliza para el diseño los aspersores de las siguientes características:

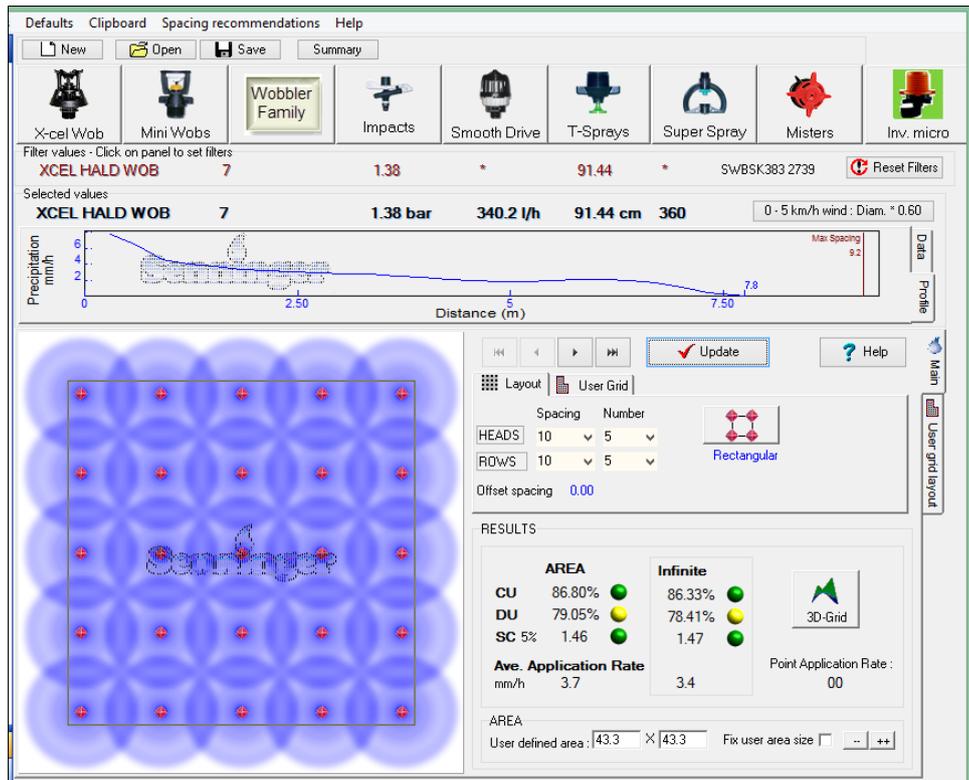


Figura 6: Características de Aspersor XCEL WOBBLER (Elaboración propia).

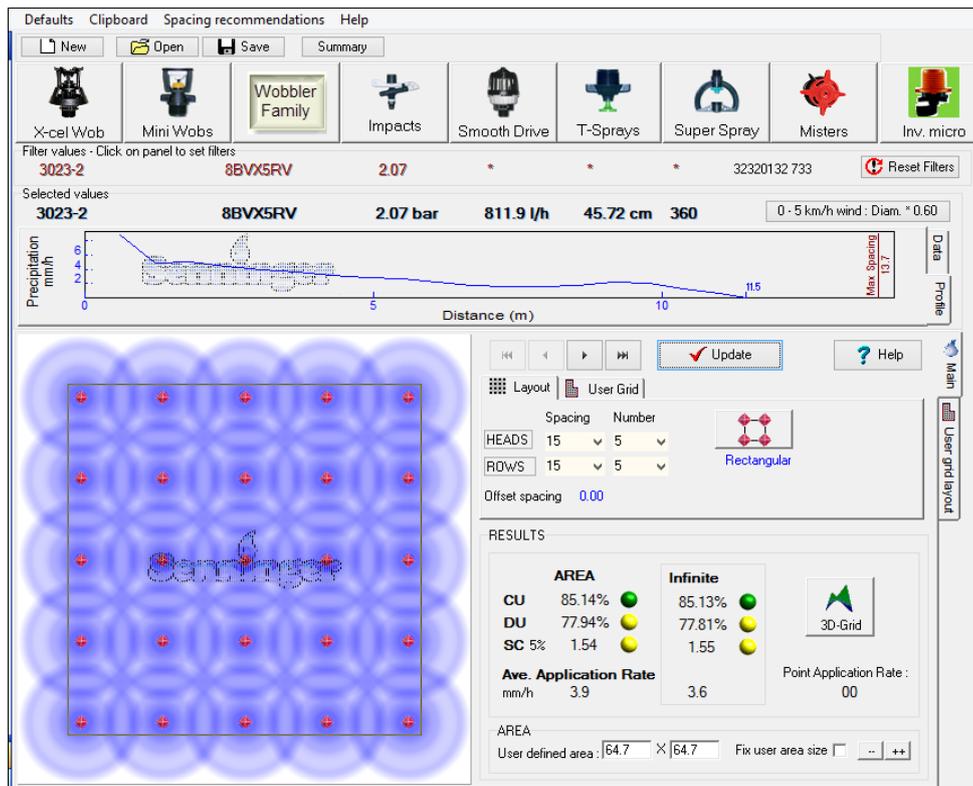


Figura 7: Características de Aspersor IMPACTO 3023-2 (Elaboración propia).

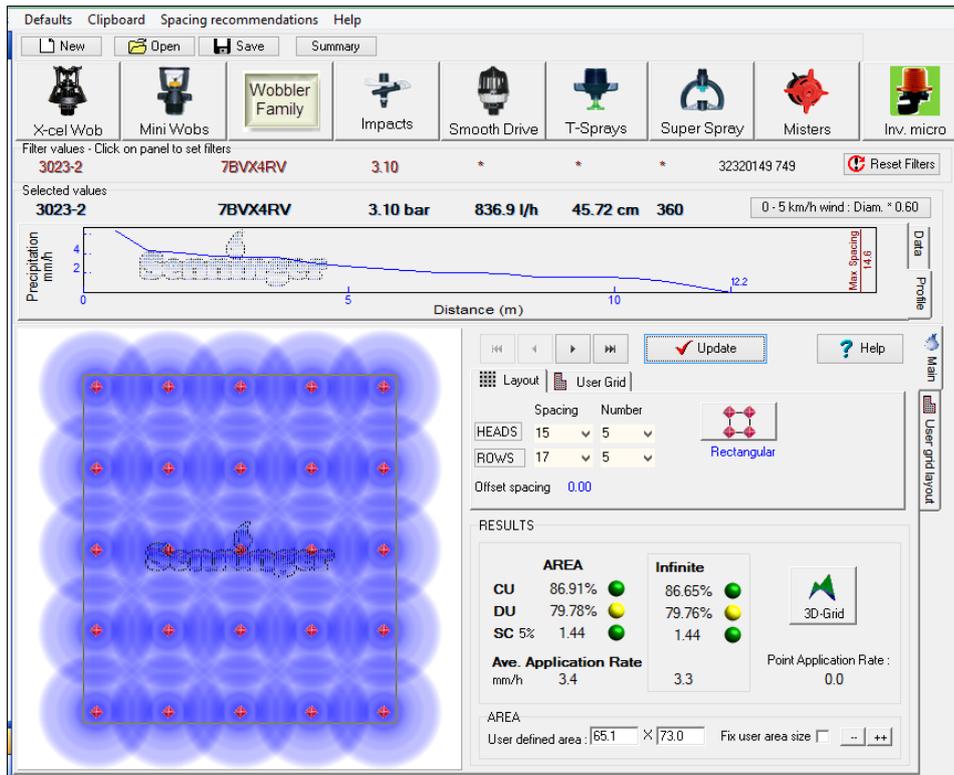


Figura 8: Características de Aspersor IMPACTO 3023-2 (Elaboración propia).

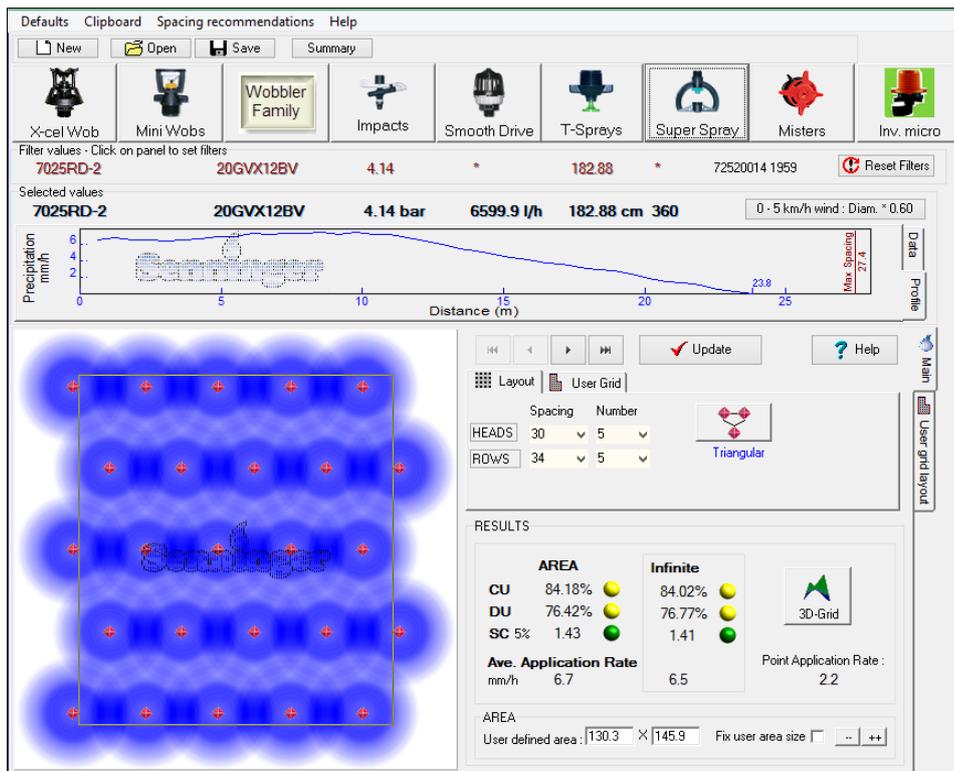


Figura 9: Características de Aspersor IMPACTO 7025 RD-2 (Elaboración propia).

Al respecto, se ha considerado cuatro tipos de aspersores; (1) el primero es del tipo Xcel Wobbler con una boquilla de 2.78mm de diámetro, pluviometría de 3.4 mm/hr, marco de distribución de 10mx10m, caudal de 340.2 lph y 1.38 bar de presión; (2) el segundo es del tipo Impacto 3023-2, con dos boquillas de 3.18mm y 1.98 mm de diámetro, pluviometría del sistema de 3.6 mm/hr, marco de distribución 15mx15m, caudal de 811.9 lph y 2.07 bar de presión; (3) el tercero es del tipo impacto 3023 -2 con dos boquillas de diámetro 2.78 mm y 1.59 mm, pluviometría del sistema de 3.3 mm/hr, marco de plantación 15mx17m, caudal 836.9 lph y 3.10 bar de presión; (4) y el ultimo del tipo impacto 7025RD-2 con dos boquillas de diámetro 7.94mm y 4.76mm, pluviometría del sistema de 6.2 mm/hr, marco de plantación 30mx34m triangular, caudal de 6327.7 lph y 4.14 bar de presión.

Sobre la pluviometría obtenida, en lo posible se buscó que los valores coincidan, para obtener un mismo tiempo de riego cuando se utilicen los aspersores en diferentes turnos, aspecto que se describe más adelante.

Por otro lado, la velocidad básica de infiltración para un suelo Franco Arcilloso es de 8 mm/hr, sobre esta base tenemos que, las velocidades o precipitación horaria, en mm/hr, obtenidas de los aspersores SENNIGER, se encuentran por debajo del rango. Pues según Anten y Willet (2000), indican que la precipitación del aspersor no debe superar la velocidad básica de infiltración del suelo, para evitar escorrentía, cumplimiento con lo sugerido.

Para el marco de plantación en el software WinSIPP2, se introduce los posibles valores de la distancia entre emisor y lateral, de tal manera que se obtenga un Coeficiente de Uniformidad (CU) cuyo valor se encuentre dentro del rango de 70 a 88% para ramales fijos, (Tarjuelo, 1999).

d. Tiempo de riego

En los cuadros adjuntos, se obtiene el resultado del tiempo de riego por turno, en **horas/día**, la cual se obtiene de la división entre la demanda bruta (mm/día) y la precipitación horaria del sistema (mm/hr):

Cuadro 12: Tiempo de Riego Aspersor Xcel Wobbler-BLOQUE I

Descripción	Unidad	Valores	Fuente de Información
Demanda bruta	(mm/día)	6.27	Perfil
Dist. Entre laterales	m	10.00	Elaboración Propia
Dist. Entre aspersores	m	10.00	Elaboración Propia
Q emisor	lph	341.00	Elaboración Propia
Precipitación horaria del sistema (pph)	mm/hr	3.41	Elaboración Propia
Tiempo de riego por turno	horas/día	1.84	Elaboración Propia

FUENTE: Elaboración Propia

Cuadro 13: Tiempo de Riego Aspersor Impacto 3023-2-BLOQUE I

Descripción	Unidad	Valores	Fuente de Información
Demanda bruta	(mm/día)	6.27	Perfil
Dist. Entre laterales	m	15.00	Elaboración Propia
Dist. Entre aspersores	m	15.00	Elaboración Propia
Q emisor	lph	811.90	Elaboración Propia
Precipitación horaria del sistema (pph)	mm/hr	3.61	Elaboración Propia
Tiempo de riego por turno	horas/día	1.74	Elaboración Propia

FUENTE: Elaboración Propia

En resumen, para el Bloque I, para el uso de aspersores Xcel Wobbler se utilizará un tiempo de riego por turno de 1.84 horas, y para los Aspersores de Impacto un tiempo de 1.74 horas.

Cuadro 14: Tiempo de Riego Aspersor Xcel Wobbler-BLOQUE II

Descripción	Unidad	Valores	Fuente de Información
Demanda bruta	(mm/día)	6.27	Perfil
Dist. Entre laterales	m	10.00	Elaboración Propia
Dist. Entre aspersores	m	10.00	Elaboración Propia
Q emisor	lph	341.00	Elaboración Propia
Precipitación horaria del sistema (pph)	mm/hr	3.41	Elaboración Propia
Tiempo de riego por turno	horas/día	1.84	Elaboración Propia

FUENTE: Elaboración Propia

Cuadro 15: Tiempo de Riego Aspensor Impacto 3023-2 (15x15)-BLOQUE II

Descripción	Unidad	Valores	Fuente de Información
Demanda bruta	(mm/día)	6.27	Perfil
Dist. Entre laterales	m	15.00	Elaboración Propia
Dist. Entre aspersores	m	15.00	Elaboración Propia
Q emisor	lph	811.90	Elaboración Propia
Precipitación horaria del sistema (pph)	mm/hr	3.61	Elaboración Propia
Tiempo de riego por turno	horas/día	1.74	Elaboración Propia

FUENTE: Elaboración Propia

Cuadro 16: Tiempo de Riego Aspensor Impacto 3023-2 (17x15)-BLOQUE II

Descripción	Unidad	Valores	Fuente de Información
Demanda bruta	(mm/día)	6.27	Perfil
Dist. Entre laterales	m	17.00	Elaboración Propia
Dist. Entre aspersores	m	15.00	Elaboración Propia
Q emisor	lph	836.90	Elaboración Propia
Precipitación horaria del sistema (pph)	mm/hr	3.28	Elaboración Propia
Tiempo de riego por turno	horas/día	1.91	Elaboración Propia

FUENTE: Elaboración Propia

Cuadro 17: Tiempo de Riego Aspensor Impacto 7025-2- BLOQUE II

Descripción	Unidad	Valores	Fuente de Información
Demanda bruta	(mm/día)	6.27	Perfil
Dist. Entre laterales	m	34.00	Elaboración Propia
Dist. Entre aspersores	m	30.00	Elaboración Propia
Q emisor	lph	6327.70	Elaboración Propia
Precipitación horaria del sistema (pph)	mm/hr	6.20	Elaboración Propia
Tiempo de riego por turno	horas/día	1.01	Elaboración Propia

FUENTE: Elaboración Propia

Para el Bloque II, la operación por turno del Xcel Wobbler es de 1.84 horas, para los aspersores de Impacto 3023-2, según el marco de plantación tenemos un tiempo de 1.74 y 1.91 horas, respectivamente, y para el aspensor de Impacto 7025-2, 1.01 horas.

e. Áreas y Turnos de riego

Para el Bloque I, existen un total de 2.07 ha, pertenecientes a los beneficiarios; Vilma Martínez de Palacios con 0.47 ha, y Orlando Martínez Bermeo con 1.60 ha. De manera práctica, por ser áreas irregulares y además ya definidas por sus propietarios, se ve por conveniente que el área de la Sra. Vilma Martínez, este considerada como un solo turno de riego, y el área del Sr. Orlando Martínez, se divida en dos turnos, debido a que según la distribución de aspersores, existen dos tipos proyectados; el primero, Xcel Wobbler (0.66 ha), y el segundo, con aspersores de impacto (0.94 ha).

Para el Bloque II, con un total de 13.13 ha, se encuentra distribuido con los siguientes propietarios y áreas respectivas; Orlando Martínez (1.44 ha), Vilma Martínez (2.57 ha), Carmela Martínez (3.04 ha), Leonel Martínez (3.04 ha) y Abraham Martínez (3.04 ha). De igual manera que el anterior bloque, en este caso se tiene en cuenta las áreas limitadas por sus propietarios, para la obtención de turnos de riego, con la intención de no mezclar turnos entre dos o más propietarios. Además, luego de la distribución de los aspersores en el plano según el modelo en presión y caudal, se obtiene como resultado un total de siete (07) turnos.

En resumen, en el apartado g) Parámetros de operación, se mostrará un resumen de resultados con mayor detalle.

f. Caudal de Turno

Para ambos bloques, el caudal de turno, depende de la cantidad de aspersores distribuidos, y serán de esencial uso en el diseño hidráulico de tubería principal y secundaria.

g. Frecuencia de riego

La frecuencia de riego determinará el intervalo máximo en días para volver a aplicar la lámina de agua requerida por el cultivo.

Los datos requeridos se obtiene de los resultados de laboratorio de suelo, tales como:

Tipo de Suelo: Franco Arcillo Arenoso

Capacidad de Campo: 27.76 %

Punto de Marchitez: 14.62 %

Y de datos asumidos, según referencias que se anexan al presente trabajo.

Densidad aparente: 1.50 gr/cm³

Profundidad de raíz: 60 cm

Humedad disponible: 22% (valor que debe estar en el rango de CC y PM)

Cuadro 18: Frecuencia de riego

Descripción	Unidad	Rye Grass + Trebol
Tipo de suelo		Fr. Ar.Ao
Densidad aparente	gr/cm ³	1.50
Capacidad de Campo (CC)	%	27.76
Punto de Marchitez (PM)	%	14.62
% Humedad Relativa	%	22.00
Profundidad de raíz	cm	60.00
Eto.	mm/día	4.72
Ln	cm	2.60
Frec. riego	días	5.51

FUENTE: Elaboración Propia

Del cuadro, tenemos que la frecuencia de riego en el área de estudio es de **5.51 días**, sin embargo, la frecuencia definida para la operación del sistema, es de dos (02) días para el Bloque I y tres (03) para el Bloque II, valores que coinciden con la constancia de recurso hídrico otorgado, con la finalidad de hacer sencilla la operación de riego, y además que se encuentra por debajo del valor de la frecuencia de riego calculada.

h. Parámetros de operación

Luego de obtener los cálculos anteriores, se realiza un cuadro resumen el cual se denomina Parámetros de operación con la información completa del diseño agronómico, el mismo que genera datos para el diseño hidráulico.

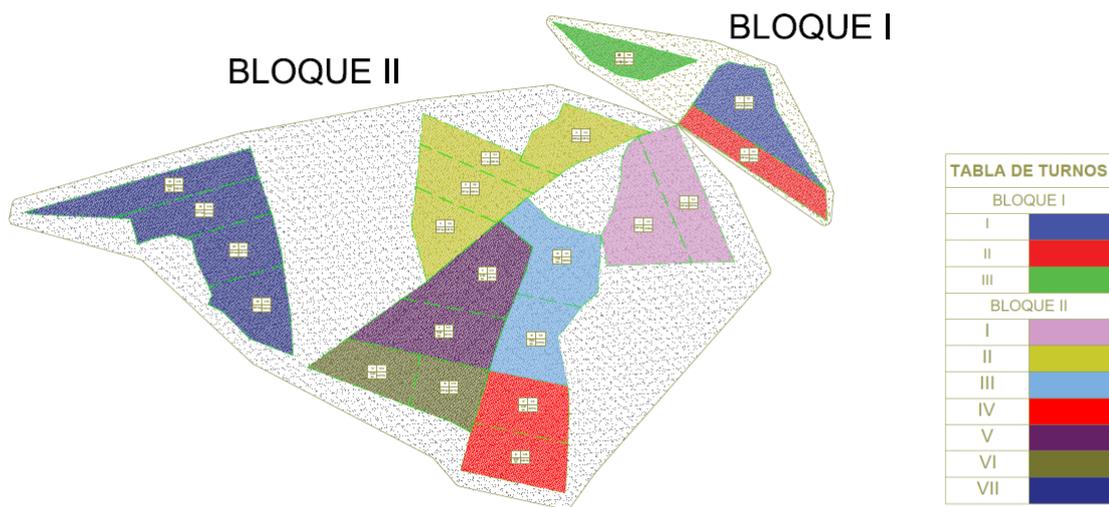


Figura 10: Turnos de Riego (Elaboración propia).

4.3.7 Diseño hidráulico a nivel parcelario

Las líneas de laterales proyectadas siguen el sentido horizontal de las curvas de nivel, con el fin de evitar desniveles en la línea de riego, que pueden generar desniveles en presión y desuniformidad en la precipitación del aspersor. Las laterales son de tubería PVC enterradas, por razones que el cultivo es de forraje para ganado (rye grass y trébol), facilitando el normal tránsito del animal. Asimismo, las dimensiones de excavación para su instalación son de 0.30m x 0.40m (Ancho x profundidad), y en ella se conectarán los aspersores, por medio de elevadores, soportados en base y muro de concreto.

Sobre el cálculo y diseño de la tubería, la fórmula empleada es de BLASIUS para tuberías lisas de plástico a una temperatura de agua de 20°C, muy indicadas para tuberías en riego a presión. Por corresponder a tuberías laterales con varias salidas y de caudal mayor comparado al de riego por goteo, no son de temer los golpes de ariete por el número de salidas, por tal razón se puede admitir altas velocidades. Con respecto, a las pérdidas de carga o diferencia de presión en un lateral horizontal, corresponde mencionar que según Tarjuelo (1999), la variación es equivalente a un 20% la presión de operación del aspersor. Para mayor detalle, se adjunta los cuadros de cálculo:

Cuadro 21: Diseño de Lateral riego – Xcel Wobbler (10mx10m)

Tramo #	Caudal Tramo (l/s)	Caudal Acum. (l/s)	Diamet. Interno (mm.)	Long. Tramo (metros)	Perdida HF (metros)	Perd. Acumulada		Veloc. Crítica (mps)	Desniv. (met.)	Hf Neto C/desnivel (met.)	% P.T m
						en (metros)	en (PSI)				
1	0.09	0.09	22.90	10.00	0.04	0.04	0.06	0.23	0.00	0.04	0.00
2	0.09	0.19	22.90	10.00	0.15	0.19	0.27	0.46	0.00	0.19	0.01
3	0.09	0.28	22.90	10.00	0.30	0.49	0.70	0.69	0.00	0.49	0.04
4	0.09	0.38	22.90	10.00	0.50	0.99	1.41	0.92	0.00	0.99	0.07
5	0.09	0.47	22.90	10.00	0.74	1.73	2.46	1.15	0.00	1.73	0.13
6	0.09	0.57	29.40	10.00	0.31	2.04	2.90	0.84	0.00	2.04	0.15
7	0.09	0.66	29.40	10.00	0.41	2.45	3.48	0.97	0.00	2.45	0.18
8	0.09	0.76	29.40	10.00	0.51	2.96	4.21	1.11	0.00	2.96	0.21

FUENTE: Elaboración Propia

Cuadro 22: Diseño de Lateral riego – Impacto 3023-2 (15mx15m)

Tramo #	Caudal Tramo (l/s)	Caudal Acum. (l/s)	Diamet. Interno (mm.)	Long. Tramo (metros)	Perdida HF (metros)	Perd. Acumulada		Veloc. Crítica (mps)	Desniv. (met.)	Hf Neto C/desnivel (met.)	% P.T m
						en (metros)	en (PSI)				
1	0.23	0.23	29.40	12.00	0.07	0.07	0.11	0.33	0.00	0.07	0.00
2	0.23	0.45	29.40	12.00	0.25	0.32	0.46	0.66	0.00	0.32	0.02
3	0.23	0.68	29.40	12.00	0.51	0.83	1.18	1.00	0.00	0.83	0.04
4	0.23	0.90	29.40	12.00	0.84	1.67	2.37	1.33	0.00	1.67	0.08
5	0.23	1.13	29.40	12.00	1.24	2.91	4.13	1.66	0.00	2.91	0.14
6	0.23	1.35	44.40	12.00	0.24	3.15	4.48	0.87	0.00	3.15	0.15
7	0.23	1.58	44.40	12.00	0.31	3.46	4.92	1.02	0.00	3.46	0.17
8	0.23	1.80	44.40	6.00	0.20	3.66	5.21	1.17	0.00	3.66	0.18

FUENTE: Elaboración Propia

Cuadro 23: Diseño de Lateral riego – Impacto 3023-2 (15mx17m)

Tramo #	Caudal Tramo (l/s)	Caudal Acum. (l/s)	Diamet. Interno (mm.)	Long. Tramo (metros)	Perdida HF (metros)	Perd. Acumulada		Veloc. Crítica (mps)	Desniv. (met.)	Hf Neto C/desnivel (met.)	% P.T m
						en (metros)	en (PSI)				
1	0.23	0.23	29.40	15.00	0.10	0.10	0.14	0.34	0.00	0.10	0.00
2	0.23	0.46	29.40	15.00	0.33	0.43	0.61	0.68	0.00	0.43	0.01
3	0.23	0.70	29.40	15.00	0.67	1.09	1.56	1.03	0.00	1.09	0.04
4	0.23	0.93	29.40	15.00	1.10	2.20	3.13	1.37	0.00	2.20	0.07
5	0.23	1.16	29.40	15.00	1.63	3.83	5.45	1.71	0.00	3.83	0.12
6	0.23	1.39	44.40	15.00	0.32	4.15	5.90	0.90	0.00	4.15	0.13
7	0.23	1.63	44.40	15.00	0.41	4.56	6.49	1.05	0.00	4.56	0.15
8	0.23	1.86	44.40	15.00	0.52	5.09	7.24	1.20	0.00	5.09	0.16
9	0.23	2.09	44.40	15.00	0.64	5.73	8.15	1.35	0.00	5.73	0.18
10	0.23	2.32	44.40	15.00	0.77	6.50	9.25	1.50	0.00	6.50	0.21

FUENTE: Elaboración Propia

Cuadro 24: Diseño de Lateral riego – Impacto 7025 RD-2 (30mx34m)

Tramo #	Caudal Tramo (l/s)	Caudal Acum. (l/s)	Diamet. Interno (mm.)	Long. Tramo (metros)	Perdida HF (metros)	Perd. Acumulada		Veloc. Crítica (mps)	Desniv. (met.)	Hf Neto C/desnivel (met.)	% P.T m
						en (metros)	en (PSI)				
1	1.76	1.76	44.40	30.00	0.95	0.95	1.35	1.14	0.00	0.95	0.02
2	1.76	3.52	59.80	30.00	0.78	1.73	2.46	1.25	0.00	1.73	0.04
3	1.76	5.27	59.80	30.00	1.58	3.30	4.70	1.88	0.00	3.30	0.08
4	1.76	7.03	71.20	30.00	1.14	4.44	6.32	1.77	0.00	4.44	0.11
5	1.76	8.79	71.20	30.00	1.68	6.13	8.72	2.21	1.00	7.13	0.17
6	1.76	10.55	85.60	30.00	0.97	7.10	10.10	1.83	2.00	9.10	0.22

FUENTE: Elaboración Propia

Para el cálculo de la tubería terciaria, con el mismo criterio de diseño que el de las tuberías laterales, se busca en lo posible que la diferencia de presión en el sector de riego no supere el 20 % de la presión de trabajo del aspersor, sin embargo ahora si se considera la velocidad en el rango de 0.6 a 2.5 m/s aproximadamente, por corresponder a líneas de

mayor diámetro y presentar pocas salidas. Respecto al sentido de la tubería, estas se encuentran en dirección perpendicular descendente a las líneas de curva de nivel, ubicación más favorable puesto que, lo que se pierde en pérdidas de carga se gana en desnivel topográfico, lo cual genera una mejor uniformidad. No obstante, existen casos en el que es necesario utilizar válvulas reguladoras de presión en la misma línea terciaria, por la fuerte pendiente, de tal forma que reduzca la diferencia de presiones. Al igual que los laterales, éstas son de PVC diseñadas de forma telescópica, y enterradas con un ancho de 0.40 y 0.4 de profundidad. En el anexo se adjunta las hojas de cálculos.

Finalmente, las tuberías, calculadas en los laterales son:

- Tubería de PVC, 75 mm Clase 5 – UF
- Tubería de PVC, 63 mm Clase 5 – UF
- Tubería de PVC 1 ½” Clase 7.5 – SP
- Tubería de PVC 1” Clase 10 – SP
- Tubería de PVC ¾” Clase 10 – SP

Y las tuberías terciarias:

- Tubería de PVC, 90 mm Clase 5 – UF
- Tubería de PVC, 75 mm Clase 5 – UF
- Tubería de PVC, 63 mm Clase 5 – UF
- Tubería de PVC 1 ½” Clase 7.5 – SP
- Tubería de PVC 1” Clase 10 – SP

4.3.8 Diseño hidráulico de la tubería principal

El diseño de la tubería principal es de igual forma aplicando la fórmula de Blasius, con el uso de tubería PVC de unión flexible, considerando principalmente las velocidades de hasta 2.5 m/s, el caudal por turno en litros por segundo, la longitud de los tramos y las cotas de elevación. Al igual que en el caso de las tuberías terciaria, en este caso por las presiones elevadas de 50 m.c.a y un caudal máximo que asciende a 34.4 l/s, es que se ve por conveniente colocar una válvula reductora de presión, para evitar elevadas presiones que afecten en la ruptura de tuberías (la clase 5 soporta como máximo 50 m.c.a) y variación en la uniformidad de riego, y que cuyo funcionamiento es explicado en la sección de válvulas de control.

Respecto a los resultados del cálculo, se puede precisar que en el Bloque I, a la salida del reservorio se tiene una tubería de conducción de PVC con empalme mediante anillos de caucho del tipo unión flexible (UF) de 110 mm de diámetro Clase 5, seguido de tubería de 90mm también de Clase 5. Para el Bloque II, la tubería que inicia y se encuentra a la salida del reservorio es 160 mm, 140 mm, 110 mm, 90 mm y 75 mm, ambos de Clase 5 de PVC del tipo Unión Flexible. Se adjunta en Anexos, en el apartado 8.7, las tablas de cálculo hidráulico de la tubería principal.

4.3.9 Ubicación de válvulas de control

- Medidor de volumen de agua

Para el Bloque I, el medidor de volumen considerado es de 4" (100 mm), para un paso de caudal de hasta de 100 m³/hr, que comparado al caudal máximo de 32.4 m³/hr, para el turno III es suficiente, aportando perdidas de carga mínimas entre 0.1 y 0.2 m. Sobre la ubicación del medidor, para que el flujo no sea turbulento se calcula los tramos sugeridos de; 5 veces el diámetro aguas arriba (500 mm equivalente a 0.5 m) y 3 veces aguas abajo (300 mm igual a 0.3 m).

En el Bloque II, el medidor de volumen considerado es de 6" (150 mm), para un paso de caudal permanente de 250 m³/hr, que comparado al caudal máximo de 120.24 m³/hr, para el turno III recomendable, y con pérdidas de carga mínimas entre 0.1 y 0.4 m. De igual manera que el anterior, el tramo libre aguas arriba es de 0.75 metros y en aguas abajo 0.45 m.

Para ambas bloques, en este caso particular se utiliza diámetros de la misma medida que el de salida de la tubería del reservorio, por razones que presentan pérdidas de carga mínimas, y además porque en la instalación no se va a requerir accesorios que reduzcan diámetros.



Figura 11: Medidor de volumen de agua (Raphael, s.f.)

- Válvulas de seccionamiento.

Solo en el Bloque II, por tener más recorrido en metros la tubería y alimentar varias válvulas de riego, se ha proyectado el uso de dos (02) válvulas de seccionamiento (tipo Wafer de metal de 6” con sus respectivas bridas de PVC) en las redes para facilitar la operación y mantenimiento; es decir, si hay que hacer mantenimiento a una red esta se podrá hacer sin parar el riego de las otras redes.



Figura 12: Válvula de seccionamiento (Genebre, 2017)

- Válvulas de aire

Las válvulas de aire instaladas en la red de tubería corresponde a cuatro (04) unidades distribuidas en puntos de cambio de dirección y pendiente, son del tipo automáticas (triple efecto), cuyas características principales son; (a) que durante el vaciado del agua, el espacio que deja el agua será ocupado por el aire, con la finalidad de evitar el aplastamiento de la tubería, puesto que en la operación al descender o cerrar el sistema, existe un aspiración o succión, provocando con el tiempo el colapso de la tubería, (b) elimina el aire durante el llenado de la tubería o apertura del sistema, de esta manera se

evita ondas de presión y golpes de ariete, y (c) elimina el aire dinámico generado por efectos físicos del movimiento del agua durante la operación.



Figura 13: Válvula de aire (A.R.I, s.f.)

- Válvulas reguladoras de presión

Para la tubería principal en el Bloque II, se considera una válvula reguladora de presión en la cota 2590 m, por motivos que en ese punto existe una carga hidráulica de 50 m.c.a ejercida por el desnivel topográfico, al tener en cuenta que la presión de trabajo de la tubería de 140 mm PVC es de 50 m.c.a, (Clase 5) y que al ser superada en presión se puede ocasionar un colapso.

Esta válvula viene acompañada por una válvula de alivio más una válvula de aire, la primera servirá para liberar presiones, garantizando que en caso se supere la presión de soporte de la tubería y la segunda, para eliminar el aire dinámico generado por el agua durante el paso por la válvula reguladora. Para el caso de las tuberías terciarias, se considera en los recorridos de ser el caso válvulas de reductoras de bajo caudal, para garantizar la uniformidad de riego.

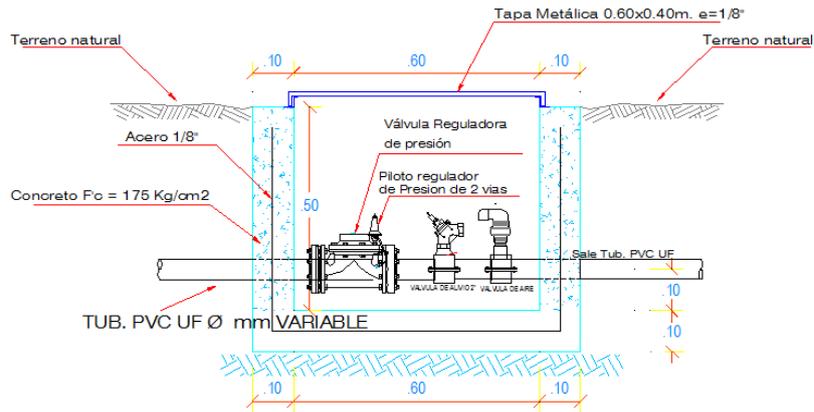


Figura 14: Válvula reguladora de presión (Elaboración propia)

- Arcos de riego

Cada arco de riego está compuesto por una válvula hidráulica manual de 2" y 3", que viene con su vástago (estrangulador) que permite regular la presión; esta válvula se manipula con una válvula SAGIV de 1/4". Con esta válvula hidráulica permitirá una futura automatización.

Los arcos contarán también con un punto de presión o toma manométrica, para medir y controlar la carga de agua disponible a la entrada de la tubería porta-laterales, que asegure el normal funcionamiento de los laterales dentro de la unidad de riego. Adicionalmente, los arcos contarán con una válvula de aire anti-vacío aguas debajo de la válvula, para permitir el ingreso de aire a los laterales de riego.

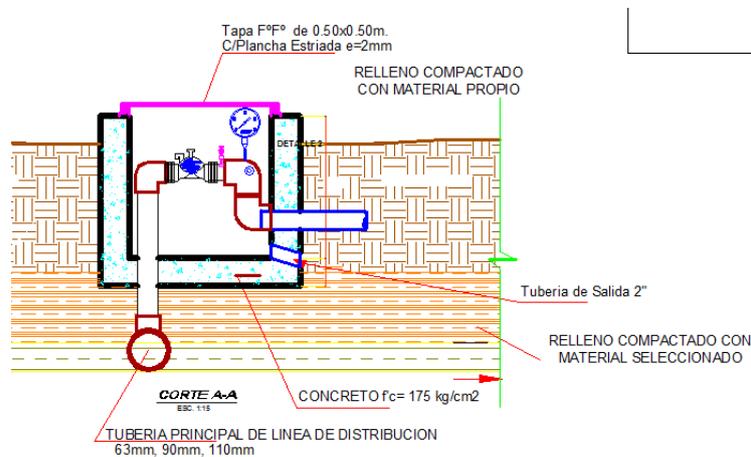


Figura 15: Arco de riego (Elaboración propia)

4.3.10 Presupuesto y Financiamiento

El presupuesto total a financiar para el diseño de riego por aspersión del presente trabajo, asciende a doscientos ochenta y ocho mil seiscientos sesenta y nueve con 53/100 Soles (S/. 288,669.53) incluido IGV, lo cual representa un costo por hectárea de S/. 18,472.22, según se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro 25: Resumen de presupuesto

A. OBRAS					
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	OBRAS COMUNES				188,954.36
01.01	OBRAS PROVISIONALES				2,100.00
01.02	TOMAS DE CAPTACION 1 Y 2				1,000.00
01.03	DESARENADOR (1 Y 2)				3,500.00
01.04	RESERVORIOS				114,436.08
01.05	SISTEMAS DE RIEGO				51,598.28
01.06	GASTOS DIVERSOS				16,320.00
02	OBRAS PARCELARIAS				41,365.72
02.01	LINEA DE CONDUCCION PORTALATERALES				7,693.92
02.02	LINEA DE RIEGO				29,927.80
02.03	OBRAS DE PROTECCION DE EQUIPOS DE RIEGO				3,744.00
COSTO DIRECTO					230,320.08
IMPUESTO (IGV 18%)					41457.61416
COSTO TOTAL OBRAS					271,777.69
B. EXPEDIENTE TECNICO					
Item	Descripcion	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
1.01	Expediente Tecnico	Global	1	9,000.00	9,000.00
C. SUPERVISION					
Item	Descripcion	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
1.01	Supervision de Obras	Global	15.2	519.2	7,891.84
COSTO TOTAL					288,669.53
					S/./Ha 18,472.22

FUENTE: SISRIEGO S.R.L, 2015

Cuadro 26: Aportes del PSI y beneficiarios

ITEM	RUBRO	Total	ESTADO	BENEFICIARIO
		(S/.)	(S/.)	(S/.)
1.0	Expediente Técnico	9,000.00	9,000.00	0.00
	Porcentaje	100.00%	100.00%	0.00%
ITEM	RUBRO	Total	PSI	GGE
		(S/.)	(S/.)	(S/.)
2.0	Instalacion de Riego por Aspersion	279,669.53	269,632.83	10,036.70
	2.1 Infraest.Hidraul.RiegoComun	222,966.14	222,966.14	0.00
	2.2 Infrestr.Hidr.Riego Parcel	48,811.55	39,049.24	9,762.31
	2.3 Superv. Tecnica	7,891.84	7,617.45	274.39
	TOTAL	279,669.53	269,632.83	10,036.70
	Porcentaje	100.00%	96.41%	3.59%
	COSTO TOTAL DEL PROYECTO	288,669.53	278,632.83	10,036.70
	PORCENTAJE	100	96.52	3.48

FUENTE: SISRIEGO S.R.L, 2015

V. CONCLUSIONES

- El diseño del sistema de riego por aspersión en el sector Cascamache, con desniveles topográficos propios del lugar, no ha sido impedimento en la selección de infraestructura de riego, selección de aspersor, diseño agronómico e hidráulico y ubicación de válvulas de control, para obtener una uniformidad aceptable según cálculos, evitando el uso de energías costosas para su operación.
- La selección y diseño de infraestructura de riego (tomas de captación, desarenador y reservorios) permite de manera eficiente controlar la oferta hídrica destinada a las parcelas de riego.
- Para el diseño agronómico, el sistema de riego por aspersión del tipo cobertura total con la distribución definida en el presente trabajo, genera un aceptable coeficiente de uniformidad (CU) para ramales fijos.
- Para garantizar la uniformidad de aplicación, se ha diseñado los sectores de riego, en función a la variedad de modelos de la marca Senninger, según presión y caudal de los aspersores, logrando tiempos de riego similares y/o de fácil operación.
- Para el diseño hidráulico, se ha seleccionado la tubería de PVC, a nivel parcelario y principal, obteniendo diámetros óptimos que permitan una distribución de caudal y presión aceptables, según resultados del diseño agronómico.
- Las válvulas de control seleccionadas y ubicadas, corresponden a: válvulas volumétricas, para medir volumen de agua; válvulas reguladoras de presión, en las líneas de tuberías para regular la presión de operación; válvulas de aire, para la salida e ingreso de aire, en el llenado y vaciado respectivamente, además de expulsar el aire dinámico; y válvulas de seccionamiento, instaladas en puntos estratégicos donde se desea abrir o cerrar, para un mantenimiento.
- La implementación de válvulas de reguladoras de presión reemplaza el uso de cámaras rompe presión, cuyo uso es de regular las diferentes salidas de presión, según el aspersor seleccionado; además, evita utilizar tuberías de PVC de mayor resistencia a la presión o de mayor clase.
- Por otro lado, para controlar las variaciones de presión en las parcelas cercanas al reservorio, fue necesario utilizar aspersores de baja presión como el Xcel Wobbler, y para el caso de las áreas con mayor desnivel topográfico con referencia al reservorio, se implementó el uso de aspersores de impacto de media y alta presión, ambos de la marca SENNINGER.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar planteamientos hidráulicos en valles andinos con desnivel topográfico que son fácilmente aprovechables por aspersores de baja, media y alta presión, sin ser necesario el uso de energía eléctrica o equipos de combustión interna.
- No se ha abordado con profundidad en planteamientos de riego tecnificado con el uso de válvulas reguladoras de presión, por lo que sería necesario enfatizar estos aspectos en proyectos públicos.
- Para diversificar el cultivo seleccionado de rye grass y trébol, se recomienda el cultivo de alfalfa, que también es de característica forrajera para consumo del ganado, de cobertura total en el terreno y similar coeficiente de cultivo ($K_c=1.00$). También se sugiere la siembra de colzas y habas, que por la altitud de la zona lograrían una adecuada producción, la primera en la obtención de aceite para el consumo humano, la industria aceitera y biodiésel, y la segunda para el consumo e industrias de comercialización.
- Se recomienda considerar un costo de aproximadamente S/. 18,472.22 soles por hectárea, para diseñar y ejecutar un sistema de riego, con el uso de aspersores de cobertura total.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANA (Autoridad Nacional del Agua, PE). Dirección de Estudios de Proyectos Hidráulicos Multisectoriales. 2010. Manual: Criterios de diseños de obras hidráulicas para la formulación de proyectos hidráulicos multisectoriales y de afianzamiento hídrico: Desarenadores. Lima, PE. s.e. p. 75.
- ANTEN, M. Y WILLET, H. 2000. PRONAMACHCS (Proyecto Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas y Conservación de Suelos); SNV (Servicio Holandés de Cooperación al Desarrollo). Diseño de pequeños sistemas de riego por aspersión en laderas. Cajamarca, PE. 62 p.
- A.R.I. Flow control accesorios Ltd, s.f. Válvula Ventosa Trifuncional. Kibbutz Kfar Charuv, IL. s.e. 6 p.
- CÁTEDRA DE INGENIERÍA RURAL, s.f. Tema 7. Fórmulas empíricas para el cálculo de pérdidas de carga continuas tuberías: Fórmulas para el régimen turbulento liso (en línea). Ciudad Real, ES. s.e. 9 p. Consultado 15 de ag. 2017. Disponible en https://previa.uclm.es/area/ing_rural/Trans_hidr/Tema7.PDF.
- GENEBRE, 2017. Línea Industrial. Barcelona, ES. s.e. p.22.
- OPS (Organización Panamericana de Salud, PE). 2004. Especificaciones Técnicas para el diseño de captaciones por gravedad de aguas superficiales: Tipos de captación. Lima, PE. s.e. p. 7.
- PIZARRO, F. 1996. Riegos Localizados de Alta Frecuencia. España. Editorial Mundi-Prensa. 513 p.
- MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego, PE). Programa Subsectorial de Irrigaciones. 2014. Estudio a nivel perfil del proyecto “Instalación de un sistema de riego tecnificado por aspersión para el Grupo de Gestión Empresarial María Auxiliadora, Sector Cascamache, Distrito Huancabamba, Provincia Huancabamba, Región Piura”-SNIP 289197. Lima, PE. s.e. s.p.
- RAPHAEL, s.f. Removable Measuring Unit Woltman Water Meter. Israel. s.e. 2 p.
- RODRIGO, J; HERNÁNDEZ, J; PÉREZ, A; GONZÁLES, J. 1992. Riego Localizado. España. Editorial Mundi-Prensa. 405 p.
- SENNINGER IRRIGATION INC, s.f. Productos para riego de cobertura total. Clermont, FL, USA. s.e. 46 p.

- SISRIEGO S.R.L (Sistema de Riego Ingenieros S.R.L, PE). s.f. Obtenido de:
<http://www.sistemasderiego.com.pe/>.
- TARJUELO, J. 1999. El Riego por Aspersión y su Tecnología. España. Editorial Mundi-Prensa. 569 p.

VIII. ANEXOS

Anexo 1: Registro de imágenes y fotografías

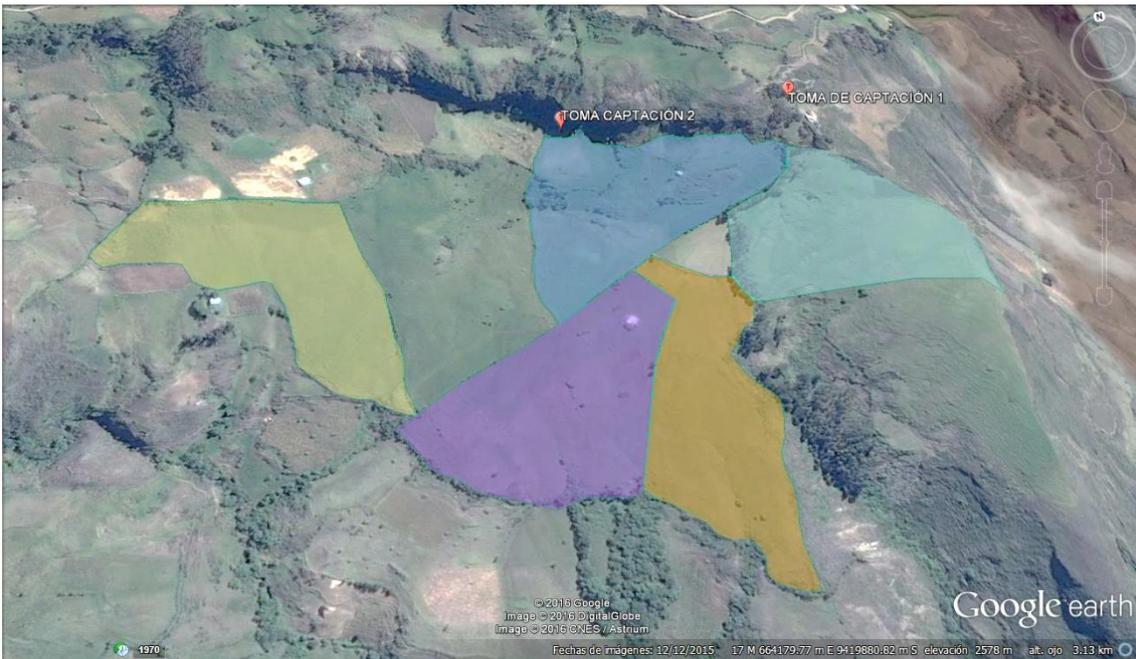


Figura 16: Imagen en Google Earth correspondiente al área de proyecto, con las parcelas de cada beneficiario (Elaboración propia)



Figura 17: Reconocimiento de áreas parcelarias (SISRIEGO S.R.L, 2015)



Figura 18: Levantamiento topográfico (SISRIEGO S.R.L, 2015)



Figura 19: Levantamiento topográfico, ubicación de reservorio (SISRIEGO S.R.L, 2015)



Figura 20: Zanja excavada para tendido de tubería principal (SISRIEGO S.R.L, 2015)



Figura 21: Toma de captación (SISRIEGO S.R.L, 2015)



Figura 22: Reservorio revestido de geomenbrana de HDPE 0.75 mm (SISRIEGO S.R.L, 2015)



Figura 23: Salida de arco de riego (SISRIEGO S.R.L, 2015)



Figura 24: Arco de riego instalado (SISRIEGO S.R.L, 2015)



Figura 25: Construcción de caja de concreto para protección de arco de riego (SISRIEGO S.R.L, 2015)



Figura 26: Construcción de pedestales de concreto para soporte de aspersores (SISRIEGO S.R.L, 2015)



Figura 27: Aspersores de impacto en operación (SISRIEGO S.R.L, 2015)

Anexo 2: Análisis de agua y suelo



**SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTECNICA, ASFALTO
Y ENSAYO DE MATERIALES**

SALVADOR PEÑA N° 659 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE CELULAR - 074 - 979290749
RESOLUCION N° 001083-2009/DSD-INDECOPI
CODIGO CONSUCODE N° S0090112
LABORATORIO SEGENMA

SOLICITANTE : GGE MARAYPAMPA

LUGAR : SECTOR MARAYPAMPA - SONDOR - HUANCABAMBA - PIURA

FECHA : 10-06-2013

ANALISIS FISICO Y QUIMICO DE SUELOS

M.	Ao %	Ar %	Li %	TEXTURA	C.E mh/cm	PH	CC %	PMP %	N %	P PPM	K PPM
1	62.832	28.800	8.288	FrArAo	0.55	8.28	27.57	14.35	0.1541	2.8	290
2	58.328	30.240	11.432	FrArAo	0.74	8.18	27.94	14.89	0.1965	3.3	340

C.E : BAJO

PH : NO ACIDO

N : PROMEDIO MEDIO

P : BAJO

K : BAJO

ANALISIS FISICO Y QUIMICO DE AGUA

M	C.E uS/cm	PH	mq/litro							
			Co 3	Hco 3	Cl	So 4	Ca	Mq	Na	K
Chantaco Huaricanchi	480	7.55	—	2.7	2.0	0.5	2.0	2.4	0.4	0.3

C.E : BAJO

PH : NO ACIDO

Leonidas Murga Vásquez
Leonidas Murga Vásquez
TECNICO LABORATORISTA



José Julio Sernaqué Sosa
José Julio Sernaqué Sosa
INGENIERO CIVIL
REG CIP 85158

Anexo 3: Constancia de disponibilidad hídrica

REGION PIURA
PROVINCIA DE HUANCABAMBA
JUNTA DE USUARIOS DEL VALLE ANDINO DE HUANCABAMBA

**CONSTANCIA DE DISPONIBILIDAD DEL RECURSO
HIDRICO**

El que suscribe, Presidente de la Junta de Usuarios del Valle Andino de Huancabamba, deja constancia que los señores Vilma Martínez De Palacios, Víctor Abraham Martínez Bermeo, Jose Orlando Martínez Bermero, Leonel Martínez Bermeo y Carmen Amelia Martínez Bermeo de Guerrero; integrantes del Grupo de Gestión Empresarial de Riego Tecnificado "María Auxiliadora", son usuarios de agua de la Comisión de Usuarios Succhil-Quispampa, ubicado en el distrito y provincia de Huancabamba, región Piura.

Para el Canal Succhil La Soccha tienen una dotación de 30 horas de riego, con una frecuencia de 3 días y una dotación de 28.50 lps. Para el Canal Los Lirios tienen una dotación de 48 horas de riego, con una frecuencia de 2 días y una dotación de 1.50 lps.

Por lo que la Junta de Usuarios garantiza la dotación de agua para el proyecto de riego tecnificado de los integrantes del GGE María Auxiliadora.

Así mismo, dichos usuarios en encuentran totalmente al día con el pago de su tarifa de Agua en atención al Reglamento de Tarifas y Cuotas por el Uso de Agua.

Se expide la presenta a solicitud de los interesados para los fines que estimen conveniente.

Huancabamba, 27 de Mayo del 2014



LEOPOLDO GIL M.
D.N.C. 03233403

1

Anexo 4: Estimación densidad aparente

ESTIMACION DE LA DENSIDAD APARENTE

Si no se dispone del dato de densidad aparente, es posible obtener un valor aproximado de ésta por medio del valor de la textura. Si el único dato que tenemos es la clase textural del suelo es posible ofrecer una aproximación del valor de la densidad aparente mediante el empleo de la siguiente tabla USDA. NRCS en la que se expresan los valores de densidad aparente.

Tabla. Clases texturales del suelo (Soil Survey Staff USDA) y densidad aparente en (g/cm³).

Clases texturales	da (g/cm ³)
Arena (Sands)	1.70-1.80
Arena gruesa (Coarse sand)	1.60-1.70
Arena y arena fina (Sand and Fine Sand)	1.55-1.65
Arena muy fina (Very fine sand)	
Arena franca (Loamy sands)	1.60-1.70
Arena franca gruesa (Loamy coarse sand)	1.55-1.65
Arena franca, Arena franca fina (Loamy sand, Loamy fine sand)	1.55-1.60
Arena franca muy fina (Loamy very fine sand)	
Franco arenosa (Sandy loams)	1.55-1.60
Franco arenosa gruesa (Coarse sandy loam) Franco arenosa y Franco arenosa fina (Sandy loam Fine sandy loam)	1.50-1.60
Franco arenosa muy fina (Very fine sandy loam)	1.45-1.55
Franca y franco limosa (Loam and Silty loam)	1.45-1.55
Limo (Silt)	1.40-1.50
Franco arcillosa (Clay loam)	1.40-1.50
Franco arcillo arenosa y franco arcillo limosa (Sandy clay loam Silty clay loam)	1.45-1.55
Arcilla arenosa (Sandy clay)	1.35-1.45
Arcilla limosa (Silty clay)	1.40-1.50
Arcilla (Clay 35-50%)	1.35-1.45
(Clay 50-65%)	1.25-1.35

Fuente: www.mn.nrcs.usda.gov

Anexo 5: Porcentaje de humedad relativa

Resumen de las propiedades físicas del suelo según texturas (Israelsen y Hansen, 1979)

Textura	Porosid. total (%)	DA (g cm ⁻³)	CC (%)	CMP (%)	Agua disponible		
					H% p.s.	H% vol	H mm 10 cm ⁻¹
Arenoso	38	1.65	9	4	5	8	8
	(32-42)	(1.55-1.8)	(6-12)	(2-6)	(4-6)	(6-10)	(7-10)
Franco-arenoso	43	1.5	14	6	8	12	12
	(40-47)	(1.4-1.60)	(10-18)	(4-8)	(6-10)	(9-15)	(9-15)
Franco	47	1.4	22	10	12	17	17
	(43-49)	(1.35-1.5)	(18-26)	(6-10)	(10-14)	(14-20)	(14-19)
Franco-arcilloso	49	1.33	27	13	14	19	19
	(47-51)	(1.3-1.4)	(23-31)	(12-15)	(12-16)	(16-22)	(17-22)
Arcillo-Arenoso	51	1.3	31	15	16	21	21
	(49-53)	(1.25-1.35)	(27-35)	(14-18)	(14-18)	(18-23)	(18-23)
Arcilloso	53	1.25	36	17	18	23	23
	(51-55)	(1.2-1.3)	(31-39)	(16-20)	(16-20)	(20-25)	(20-25)

Anexo 6: Cálculos hidráulicos de tuberías

Anexo 6.1: Cálculos hidráulicos de tuberías terciarias

BLOQUE 1 (AREA 2.07 HA)

V-1

Tramo #	Caudal Tramo (l/s)	Caudal Acum. (l/s)	Diamet. Interno (mm.)	Long. Tramo (metros)	Perdida HF (metros)	Perd. Acumulada		Veloc. Crítica (mps)	Desniv. (met.)	Hf Neto C/desnivel (met.)	Presion Entrada Laterales
						en (metros)	en (PSI)				
1	1.42	1.42	29.40	10.00	1.54	1.54	2.19	2.09	-2.60	-1.06	-16.77
2	1.32	2.74	44.40	10.00	0.69	2.23	3.17	1.77	-2.60	-1.91	-15.71
3	1.13	3.87	44.40	10.00	1.26	3.49	4.97	2.50	-2.60	-1.34	-17.29
4	0.95	4.82	59.80	10.00	0.45	3.94	5.61	1.72	-2.60	-2.15	-15.95
5	0.76	5.58	59.80	10.00	0.58	4.52	6.43	1.99	-2.60	-2.02	-15.82
6	0.57	6.14	59.80	20.00	1.37	5.89	8.39	2.19	-2.60	-1.23	-16.29
7	0.28	6.43	59.80	18.00	1.34	7.23	10.29	2.29	-2.60	-1.26	-15.06
	6.43			70.00	5.89					-18.2	

reguladora
reguladora
reguladora
-16.14

V-2

Tramo #	Caudal Tramo (l/s)	Caudal Acum. (l/s)	Diamet. Interno (mm.)	Long. Tramo (metros)	Perdida HF (metros)	Perd. Acumulada		Veloc. Crítica (mps)	Desniv. (met.)	Hf Neto C/desnivel (met.)	Presion Entrada Laterales
						en (metros)	en (PSI)				
1	3.16	3.16	44.40	15.00	1.32	1.32	1.88	2.04	-4.00	-2.68	-23.38
2	3.16	6.31	59.80	15.00	1.08	2.41	3.42	2.25	-4.00	-2.92	-24.75
3	2.71	9.02	71.20	105.00	6.17	8.58	12.21	2.27	8.00	14.17	-21.83
	9.02			135.00	8.58				0.0	8.58	

reguladora
-14.10

V-3

Tramo #	Caudal Tramo (l/s)	Caudal Acum. (l/s)	Diamet. Interno (mm.)	Long. Tramo (metros)	Perdida HF (metros)	Perd. Acumulada		Veloc. Crítica (mps)	Desniv. (met.)	Hf Neto C/desnivel (met.)	Presion Entrada Laterales
						en (metros)	en (PSI)				
1	1.35	1.35	29.40	15.00	2.13	2.13	3.03	1.99	-4.00	-1.87	-21.87
2	2.03	3.38	44.40	15.00	1.49	3.62	5.15	2.18	-5.00	-3.51	-23.51
3	1.35	4.74	59.80	80.00	3.49	7.11	10.12	1.69	-2.00	1.49	-21.51
	4.74			30.00	3.62				-9.0	-5.38	

-9.64

BLOQUE 2 (AREA 13.13 HA)

V-1

Tramo #	Caudal Tramo (l/s)	Caudal Acum. (l/s)	Diamet. Interno (mm.)	Long. Tramo (metros)	Perdida HF (metros)	Perd. Acumulada		Veloc. Crítica (mps)	Desniv. (met.)	Hf Neto C/desnivel (met.)	Presion Entrada Laterales
						en (metros)	en (PSI)				
1	0.95	0.95	29.40	10.00	0.76	0.76	1.08	1.39	-2.00	-1.24	-14.84
2	0.95	1.89	29.40	10.00	2.55	3.30	4.70	2.78	-2.00	0.55	-13.60
3	0.95	2.84	44.40	10.00	0.73	4.03	5.74	1.83	-2.00	-1.27	-14.15
4	0.95	3.78	44.40	1.00	0.12	4.16	5.91	2.44	0.00	0.12	-12.88
	3.78			31.00	4.16				-6.0	-1.84	

-14.24

Tramo #	Caudal Tramo (l/s)	Caudal Acum. (l/s)	Diamet. Interno (mm.)	Long. Tramo (metros)	Perdida HF (metros)	Perd. Acumulada		Veloc. Crítica (mps)	Desniv. (met.)	Hf Neto C/desnivel (met.)	Presion Entrada Laterales
						en (metros)	en (PSI)				
1	0.66	0.66	29.40	10.00	0.41	0.41	0.58	0.97	-3.00	-2.59	-16.39
2	0.66	1.32	29.40	10.00	1.36	1.77	2.52	1.95	-3.00	-1.64	-15.44
3	0.76	2.08	44.40	10.00	0.42	2.19	3.12	1.34	-3.00	-2.58	-16.50
4	0.76	2.84	44.40	1.00	0.07	2.27	3.23	1.83	-1.00	-0.93	-13.93
	2.84			31.00	2.27				-10.0	-7.73	

Reguladora
Reguladora
-18.66

V-2

Tramo #	Caudal Tramo (l/s)	Caudal Acum. (l/s)	Diamet. Interno (mm.)	Long. Tramo (metros)	Perdida HF (metros)	Perd. Acumulada		Veloc. Crítica (mps)	Desniv. (met.)	Hf Neto C/desnivel (met.)	Presion Entrada Laterales
						en (metros)	en (PSI)				
1	0.45	0.45	29.40	22.00	0.46	0.46	0.65	0.66	-3.6	-3.14	-26.69
2	0.68	1.13	29.40	22.00	2.27	2.73	3.88	1.66	-3.6	-1.33	-23.55
3	0.90	2.03	44.40	34.00	1.38	4.11	5.85	1.31	-3.6	-2.22	-22.22
4	1.35	3.38	44.40	22.00	2.19	6.30	8.97	2.18	-3.6	-1.41	-24.92
5	1.58	4.96	59.80	2.00	0.09	6.40	9.10	1.77	-3.6	-3.51	-23.51
	4.96			102.00	6.40				-18.0	-11.60	

Reguladora
21.61

Tramo #	Caudal Tramo (l/s)	Caudal Acum. (l/s)	Diamet. Interno (mm.)	Long. Tramo (metros)	Perdida HF (metros)	Perd. Acumulada		Veloc. Crítica (mps)	Desniv. (met.)	Hf Neto C/desnivel (met.)	Presion Entrada Laterales
						en (metros)	en (PSI)				
1	0.45	0.45	29.40	15.00	0.31	0.31	0.44	0.66	-1.4	-1.09	-26.77
2	0.45	0.90	29.40	15.00	1.05	1.36	1.93	1.33	-1.7	-0.66	-25.68
3	0.68	1.58	29.40	15.00	2.79	4.15	5.90	2.33	-1.7	1.08	-25.02
4	0.68	2.26	44.40	15.00	0.73	4.88	6.95	1.46	-1.7	-0.98	-26.10
5	0.90	3.16	44.40	15.00	1.32	6.20	8.83	2.04	-1.7	-0.39	-25.12
6	0.90	4.06	59.80	98.00	3.26	9.47	13.47	1.45	-8.0	-4.74	-24.74
	4.06			173.00	9.47				-16.2	-6.77	

-9.83

V-3

Tramo #	Caudal Tramo	Caudal Acum.	Diamet. Interno	Long. Tramo	Perdida HF	Perd. Acumulada		Veloc. Critica	Desniv.	Hf Neto C/desnivel	Presion Entrada Laterales
	(l/s)	(l/s)	(mm.)	(metros)	(metros)	en (metros)	en (PSI)	(mps)	(met.)	(met.)	
1	0.47	0.47	22.90	12.00	0.89	0.89	1.26	1.15	-1.9	-0.99	-15.63
2	0.57	1.04	22.90	14.00	4.10	4.99	7.10	2.52	-1.9	2.23	-14.64
3	0.66	1.70	29.40	14.00	2.97	7.95	11.32	2.51	-1.9	1.09	-16.87
4	0.76	2.46	44.40	14.00	0.80	8.75	12.45	1.59	-1.9	-1.08	-17.96
5	0.85	3.31	44.40	14.00	1.34	10.09	14.36	2.14	-1.9	-0.54	-16.88
6	0.85	4.16	59.80	14.00	0.49	10.58	15.05	1.48	-1.9	-1.39	-16.34
7	0.85	5.01	59.80	15.00	0.72	11.30	16.08	1.78	-1.9	-1.15	-14.95
8	0.95	5.95	59.80	14.00	0.91	12.21	17.37	2.12	-1.9	-0.96	-15.88
9	1.04	6.99	59.80	1.00	0.09	12.30	17.50	2.49	0.0	0.09	-14.91
	6.99			112.00	12.30				-15.0	-1.83	

Reguladora

-24.05

V-4

Tramo #	Caudal Tramo	Caudal Acum.	Diamet. Interno	Long. Tramo	Perdida HF	Perd. Acumulada		Veloc. Critica	Desniv.	Hf Neto C/desnivel	Presion Entrada Laterales
	(l/s)	(l/s)	(mm.)	(metros)	(metros)	en (metros)	en (PSI)	(mps)	(met.)	(met.)	
1	2.79	2.79	44.40	17.00	1.21	1.21	1.72	1.80	-1.0	0.21	-30.74
2	2.32	5.11	59.80	1.00	0.05	1.26	1.79	1.82	0.0	0.05	-30.95
	5.11			18.00	1.26				-1.0	0.26	

-0.67

V-5

Tramo #	Caudal Tramo	Caudal Acum.	Diamet. Interno	Long. Tramo	Perdida HF	Perd. Acumulada		Veloc. Critica	Desniv.	Hf Neto C/desnivel	Presion Entrada Laterales
	(l/s)	(l/s)	(mm.)	(metros)	(metros)	en (metros)	en (PSI)	(mps)	(met.)	(met.)	
1	1.86	1.86	44.40	19.00	0.66	0.66	0.94	1.20	-2.5	-1.84	-34.70
2	1.86	3.72	59.80	20.00	0.57	1.24	1.76	1.32	-2.5	-1.93	-32.86
3	2.32	6.04	59.80	1.00	0.07	1.30	1.85	2.15	0.0	0.07	-30.93
	6.04			39.00	1.24				-5.0	-3.76	

-12.14

V-6

Tramo #	Caudal Tramo	Caudal Acum.	Diamet. Interno	Long. Tramo	Perdida HF	Perd. Acumulada		Veloc. Critica	Desniv.	Hf Neto C/desnivel	Presion Entrada Laterales
	(l/s)	(l/s)	(mm.)	(metros)	(metros)	en (metros)	en (PSI)	(mps)	(met.)	(met.)	
1	0.23	0.23	29.40	19.00	0.12	0.12	0.18	0.34	-2.0	-1.88	-38.15
2	0.46	0.70	44.40	19.00	0.12	0.24	0.35	0.45	-2.0	-1.88	-36.28
3	0.93	1.63	44.40	19.00	0.53	0.77	1.09	1.05	-2.0	-1.47	-34.40
4	1.16	2.79	44.40	19.00	1.35	2.12	3.01	1.80	-2.0	-0.65	-32.92
5	1.39	4.18	59.80	19.00	0.67	2.79	3.96	1.49	-2.0	-1.33	-32.27
6	1.63	5.81	59.80	1.00	0.06	2.85	4.05	2.07	0.0	0.06	-30.94
	5.81			38.00	2.85				-10.0	-7.15	

-23.27

V-7

Tramo #	Caudal Tramo	Caudal Acum.	Diamet. Interno	Long. Tramo	Perdida HF	Perd. Acumulada		Veloc. Critica	Desniv.	Hf Neto C/desnivel	Presion Entrada Laterales
	(l/s)	(l/s)	(mm.)	(metros)	(metros)	en (metros)	en (PSI)	(mps)	(met.)	(met.)	
1	5.27	5.27	59.80	34.00	1.79	1.79	2.55	1.88	-5.0	-3.21	-47.25
2	5.27	10.55	71.20	34.00	2.63	4.42	6.28	2.65	-5.0	-2.37	-44.03
3	7.03	17.58	85.60	17.00	1.34	5.75	8.19	3.05	-2.0	-0.66	-41.66
	17.58			85.00	5.75				-12.0	-6.25	

-13.49

V-8

Tramo #	Caudal Tramo	Caudal Acum.	Diamet. Interno	Long. Tramo	Perdida HF	Perd. Acumulada		Veloc. Critica	Desniv.	Hf Neto C/desnivel	Presion Entrada Laterales
	(l/s)	(l/s)	(mm.)	(metros)	(metros)	en (metros)	en (PSI)	(mps)	(met.)	(met.)	
1	7.03	7.03	59.80	34.00	2.96	2.96	4.21	2.50	-5.0	-2.04	-45.35
2	3.52	10.55	71.20	34.00	2.63	5.59	7.95	2.65	-5.0	-2.37	-43.31
3	5.27	15.82	85.60	1.00	0.07	5.65	8.04	2.75	0.0	0.07	-40.93
	15.82			69.00	5.65				-10.0	-4.35	

-10.66

V-9

Tramo #	Caudal Tramo	Caudal Acum.	Diamet. Interno	Long. Tramo	Perdida HF	Perd. Acumulada		Veloc. Critica	Desniv.	Hf Neto C/desnivel	Presion Entrada Laterales
	(l/s)	(l/s)	(mm.)	(metros)	(metros)	en (metros)	en (PSI)	(mps)	(met.)	(met.)	
1	7.03	7.03	59.80	34.00	2.96	2.96	4.21	2.50	-5.0	-2.04	-42.99
2	7.03	14.06	85.60	1.00	0.05	3.01	4.29	2.44	0.0	0.05	-40.95
	14.06			35.00	3.01				-5.0	-1.99	

-4.93

V-10

Tramo #	Caudal Tramo	Caudal Acum.	Diamet. Interno	Long. Tramo	Perdida HF	Perd. Acumulada		Veloc. Critica	Desniv.	Hf Neto C/desnivel	Presion Entrada Laterales
	(l/s)	(l/s)	(mm.)	(metros)	(metros)	en (metros)	en (PSI)	(mps)	(met.)	(met.)	
1	8.79	8.79	71.20	34.00	1.91	1.91	2.72	2.21	-5.0	-3.09	-44.03
2	7.03	15.82	85.60	1.00	0.07	1.97	2.81	2.75	0.0	0.07	-40.93
	15.82			35.00	1.97				-5.0	-3.03	

-7.47

V-11

Tramo #	Caudal Tramo	Caudal Acum.	Diamet. Interno	Long. Tramo	Perdida HF	Perd. Acumulada		Veloc. Critica	Desniv.	Hf Neto C/desnivel	Presion Entrada Laterales
	(l/s)	(l/s)	(mm.)	(metros)	(metros)	en (metros)	en (PSI)	(mps)	(met.)	(met.)	
1	5.27	5.27	59.80	34.00	1.79	1.79	2.55	1.88	-5.0	-3.21	-46.53
2	5.27	10.55	71.20	34.00	2.63	4.42	6.28	2.65	-5.0	-2.37	-43.32
3	3.52	14.06	85.60	1.00	0.05	4.47	6.36	2.44	0.0	0.07	-40.95
	14.06			69.00	4.47				-10.0	-5.53	

-13.49

V-13

Tramo #	Caudal Tramo	Caudal Acum.	Diamet. Interno	Long. Tramo	Perdida HF	Perd. Acumulada		Veloc. Critica	Desniv.	Hf Neto C/desnivel	Presion Entrada Laterales
	(l/s)	(l/s)	(mm.)	(metros)	(metros)	(metros)	(PSI)	(mps)	(met.)	(met.)	
1	5.27	5.27	59.80	34.00	1.79	1.79	2.55	1.88	-5.0	-3.21	-44.13
2	5.27	10.55	71.20	1.00	0.08	1.87	2.66	2.65	0.0	0.08	-40.92
	10.55			35.00	1.87				-5.0	-3.13	

-7.76

V-14

Tramo #	Caudal Tramo	Caudal Acum.	Diamet. Interno	Long. Tramo	Perdida HF	Perd. Acumulada		Veloc. Critica	Desniv.	Hf Neto C/desnivel	Presion Entrada Laterales
	(l/s)	(l/s)	(mm.)	(metros)	(metros)	(metros)	(PSI)	(mps)	(met.)	(met.)	
1	7.03	7.03	59.80	34.00	2.96	2.96	4.21	2.50	-5.0	-2.04	-42.99
2	7.03	14.06	85.60	1.00	0.05	3.01	4.29	2.44	0.0	0.05	-40.95
	14.06			35.00	3.01				-5.0	-1.99	

-4.93

V-15

Tramo #	Caudal Tramo	Caudal Acum.	Diamet. Interno	Long. Tramo	Perdida HF	Perd. Acumulada		Veloc. Critica	Desniv.	Hf Neto C/desnivel	Presion Entrada Laterales
	(l/s)	(l/s)	(mm.)	(metros)	(metros)	(metros)	(PSI)	(mps)	(met.)	(met.)	
1	1.70	1.70	29.40	10.00	2.12	2.12	3.01	2.51	-2.3	-0.21	-15.34
2	1.70	3.40	44.40	10.00	1.01	3.12	4.44	2.20	-2.3	-1.32	-15.12
3	1.70	5.10	59.80	10.00	0.50	3.62	5.15	1.82	-2.3	-1.83	-15.47
4	1.70	6.80	59.80	2.00	0.16	3.78	5.39	2.42	0.0	0.16	-13.64
	6.80			32.00	3.78				-7.0	-3.21	

Reguladora

-12.33

Tramo #	Caudal Tramo	Caudal Acum.	Diamet. Interno	Long. Tramo	Perdida HF	Perd. Acumulada		Veloc. Critica	Desniv.	Hf Neto C/desnivel	Presion Entrada Laterales
	(l/s)	(l/s)	(mm.)	(metros)	(metros)	(metros)	(PSI)	(mps)	(met.)	(met.)	
1	0.28	0.28	22.90	10.00	0.30	0.30	0.43	0.69	-2.7	-2.37	-19.09
2	0.57	0.85	22.90	10.00	2.06	2.37	3.37	2.06	-2.7	-0.61	-16.72
3	0.85	1.70	44.40	2.00	0.06	2.42	3.45	1.10	-2.7	-2.61	-16.11
	1.70			22.00	2.42				-8.0	-5.59	

-21.56

V-16

Tramo #	Caudal Tramo	Caudal Acum.	Diamet. Interno	Long. Tramo	Perdida HF	Perd. Acumulada		Veloc. Critica	Desniv.	Hf Neto C/desnivel	Presion Entrada Laterales
	(l/s)	(l/s)	(mm.)	(metros)	(metros)	(metros)	(PSI)	(mps)	(met.)	(met.)	
1	1.80	1.80	44.40	15.00	0.50	0.50	0.71	1.17	-3.3	-2.83	-22.83
2	2.48	4.29	58.90	15.00	0.59	1.09	1.55	1.57	-3.3	-2.74	-25.99
3	2.48	6.77	59.80	1.00	0.08	1.17	1.66	2.41	-3.3	-3.25	-23.25
	6.77			31.00	1.17				-10.0	-8.82	

Reguladora

-15.24

V-17

Tramo #	Caudal Tramo	Caudal Acum.	Diamet. Interno	Long. Tramo	Perdida HF	Perd. Acumulada		Veloc. Critica	Desniv.	Hf Neto C/desnivel	Presion Entrada Laterales
	(l/s)	(l/s)	(mm.)	(metros)	(metros)	(metros)	(PSI)	(mps)	(met.)	(met.)	
1	1.63	1.63	29.40	17.00	3.33	3.33	4.74	2.40	-3.3	0.00	-35.22
2	1.63	3.25	44.40	17.00	1.58	4.91	6.99	2.10	-3.3	-1.75	-35.22
3	1.63	4.88	59.80	17.00	0.78	5.70	8.10	1.74	-3.3	-2.55	-33.47
4	1.63	6.51	59.80	1.00	0.08	5.77	8.21	2.32	0.0	0.08	-30.92
	6.51			52.00	5.77				-10.0	-4.22	

-13.85

V-18

Tramo #	Caudal Tramo	Caudal Acum.	Diamet. Interno	Long. Tramo	Perdida HF	Perd. Acumulada		Veloc. Critica	Desniv.	Hf Neto C/desnivel	Presion Entrada Laterales
	(l/s)	(l/s)	(mm.)	(metros)	(metros)	(metros)	(PSI)	(mps)	(met.)	(met.)	
1	0.46	0.46	22.90	17.00	1.22	1.22	1.73	1.13	-3.0	-1.78	-35.55
2	0.70	1.16	22.90	17.00	6.06	7.28	10.36	2.82	-3.0	3.06	-33.77
3	0.93	2.09	44.40	17.00	0.73	8.01	11.40	1.35	-3.0	-2.27	-36.83
4	1.16	3.25	44.40	17.00	1.58	9.59	13.65	2.10	-3.0	-1.42	-34.56
5	1.63	4.88	59.80	17.00	0.78	10.37	14.76	1.74	-3.0	-2.22	-33.14
6	1.63	6.51	59.80	1.00	0.08	10.45	14.87	2.32	0.0	0.08	-30.92
	6.51			86.00	10.45				-15.0	-4.55	

-19.05

Anexo 6.2: Cálculos hidráulicos de tubería principal

BLOQUE I

MARIA AUXILIADORA TURNO II ; V-2

Tramo #	Caudal Tramo (l/s)	Caudal Acum. (l/s)	Diamet. Interno (mm.)	Long. Tramo (metros)	Perdida HF (metros)	Perd. Acumulada en (metros) en (PSI)		Veloc. Critica (mps)	Hf Neto (met.)
1	9.02	9.02	85.60	64.00	1.57	1.57	2.23	1.57	1.57
2	0.00	9.02	85.60	48.00	1.18	2.74	3.91	1.57	1.18
3	0.00	9.02	104.60	90.00	0.85	2.42	3.44	1.05	0.85
PERDIDA ACUMULADA									3.60
DESNI VEL TOPOGRAFICO									-50.00
PRESION EN EL SISTEMA									-46.40

MARIA AUXILIADORA TURNO III ; V-3

Tramo #	Caudal Tramo (l/s)	Caudal Acum. (l/s)	Diamet. Interno (mm.)	Long. Tramo (metros)	Perdida HF (metros)	Perd. Acumulada en (metros) en (PSI)		Veloc. Critica (mps)	Hf Neto (met.)
4	4.74	4.74	59.80	45.00	1.96	1.96	2.80	1.69	1.96
2	0.00	4.74	85.60	48.00	0.38	2.35	3.34	0.82	0.38
3	0.00	4.74	104.60	90.00	0.28	2.62	3.73	0.55	0.28
PERDIDA ACUMULADA									0.66
DESNI VEL TOPOGRAFICO									-35.00
PRESION EN EL SISTEMA									-34.34

MARIA AUXILIADORA TURNO I ; V-1

Tramo #	Caudal Tramo (l/s)	Caudal Acum. (l/s)	Diamet. Interno (mm.)	Long. Tramo (metros)	Perdida HF (metros)	Perd. Acumulada en (metros) en (PSI)		Veloc. Critica (mps)	Hf Neto (met.)
3	6.43	6.43	104.60	64.00	0.33	0.33	0.48	0.75	0.33
PERDIDA ACUMULADA									0.33
DESNI VEL TOPOGRAFICO									-15.00
PRESION EN EL SISTEMA									-14.67

BLOQUE II

MARIA AUXILIADORA TURNO I ; V-1

Tramo #	Caudal Tramo (l/s)	Caudal Acum. (l/s)	Diamet. Interno (mm.)	Long. Tramo (metros)	Perdida HF (metros)	Perd. Acumulada en (metros) en (PSI)		Veloc. Critica (mps)	Hf Neto (met.)
21	6.62	6.62	85.60	33.00	0.47	0.47	0.67	1.15	0.47
20	8.00	14.62	152.00	250.00	0.93	1.40	2.00	0.81	0.93
PERDIDA ACUMULADA									1.40
DESNI VEL TOPOGRAFICO									-15.00
PRESION EN EL SISTEMA									-13.60

MARIA AUXILIADORA TURNO I ; V-2

Tramo #	Caudal Tramo (l/s)	Caudal Acum. (l/s)	Diamet. Interno (mm.)	Long. Tramo (metros)	Perdida HF (metros)	Perd. Acumulada en (metros) en (PSI)		Veloc. Critica (mps)	Hf Neto (met.)
19	8.57	8.57	85.60	17.00	0.38	0.38	0.54	1.49	0.38
20	8.50	17.07	152.00	250.00	1.22	1.60	2.28	0.94	1.22
PERDIDA ACUMULADA									1.60
DESNI VEL TOPOGRAFICO									-21.00
PRESION EN EL SISTEMA									-19.40

MARIA AUXILIADORA TURNO II ; V-3

Tramo #	Caudal Tramo (l/s)	Caudal Acum. (l/s)	Diamet. Interno (mm.)	Long. Tramo (metros)	Perdida HF (metros)	Perd. Acumulada en (metros) en (PSI)		Veloc. Critica (mps)	Hf Neto (met.)
20	23.73	23.73	152.00	250.00	2.18	2.18	3.10	1.31	2.18
PERDIDA ACUMULADA									2.18
DESNI VEL TOPOGRAFICO									-15.00
PRESION EN EL SISTEMA									-12.82

MARIA AUXILIADORA TURNO II ; V-4

Tramo #	Caudal Tramo (l/s)	Caudal Acum. (l/s)	Diamet. Interno (mm.)	Long. Tramo (metros)	Perdida HF (metros)	Perd. Acumulada en		Veloc. Critica (mps)	Hf Neto (met.)
						(metros)	(PSI)		
18	16.90	16.90	133.00	118.00	1.07	1.07	1.52	1.22	1.07
19	0.00	16.90	133.00	17.00	0.15	1.22	1.74	1.22	0.15
20	5.90	22.80	152.00	250.00	2.03	3.25	4.63	1.26	2.03
PERDI DA ACUMULADA									3.25
DESN VEL TOPOGRAFI CO									-34.00
PRESION EN EL SISTEMA									-30.75

MARIA AUXILIADORA TURNO II ; V-5

Tramo #	Caudal Tramo (l/s)	Caudal Acum. (l/s)	Diamet. Interno (mm.)	Long. Tramo (metros)	Perdida HF (metros)	Perd. Acumulada en		Veloc. Critica (mps)	Hf Neto (met.)
						(metros)	(PSI)		
17	11.80	11.80	133.00	40.00	0.19	0.19	0.28	0.85	0.19
18	5.10	16.90	133.00	118.00	1.07	1.26	1.80	1.22	1.07
19	0.00	16.90	133.00	17.00	0.15	1.42	2.02	1.22	0.15
20	5.90	22.80	152.00	250.00	2.03	3.45	4.90	1.26	2.03
PERDI DA ACUMULADA									3.45
DESN VEL TOPOGRAFI CO									-39.00
PRESION EN EL SISTEMA									-35.55

MARIA AUXILIADORA TURNO II ; V-6

Tramo #	Caudal Tramo (l/s)	Caudal Acum. (l/s)	Diamet. Interno (mm.)	Long. Tramo (metros)	Perdida HF (metros)	Perd. Acumulada en		Veloc. Critica (mps)	Hf Neto (met.)
						(metros)	(PSI)		
31	5.80	5.80	59.80	57.00	3.54	3.54	5.04	2.07	3.54
17	6.00	11.80	133.00	40.00	0.19	3.74	5.32	0.85	0.19
18	5.10	16.90	133.00	118.00	1.07	4.81	6.84	1.22	1.07
19	0.00	16.90	133.00	17.00	0.15	4.96	7.06	1.22	0.15
20	5.90	22.80	152.00	250.00	2.03	6.99	9.95	1.26	2.03
PERDI DA ACUMULADA									6.99
DESN VEL TOPOGRAFI CO									-45.00
PRESION EN EL SISTEMA									-38.01

MARIA AUXILIADORA TURNO III ; V-7

Tramo #	Caudal Tramo (l/s)	Caudal Acum. (l/s)	Diamet. Interno (mm.)	Long. Tramo (metros)	Perdida HF (metros)	Perd. Acumulada en		Veloc. Critica (mps)	Hf Neto (met.)
						(metros)	(PSI)		
16	33.40	33.40	133.00	36.00	1.08	1.08	1.53	2.40	1.08
17	0.00	33.40	133.00	40.00	1.19	2.27	3.23	2.40	1.19
18	0.00	33.40	133.00	118.00	3.52	5.79	8.24	2.40	3.52
19	0.00	33.40	133.00	17.00	0.51	6.30	8.97	2.40	0.51
20	0.00	33.40	152.00	250.00	3.96	10.26	14.60	1.84	3.96
PERDI DA ACUMULADA									10.26
DESN VEL TOPOGRAFI CO									-38.00
PRESION EN EL SISTEMA									-27.74

MARIA AUXILIADORA TURNO III ; V-8

Tramo #	Caudal Tramo (l/s)	Caudal Acum. (l/s)	Diamet. Interno (mm.)	Long. Tramo (metros)	Perdida HF (metros)	Perd. Acumulada en		Veloc. Critica (mps)	Hf Neto (met.)
						(metros)	(PSI)		
14	15.82	15.82	133.00	40.00	0.32	0.32	0.46	1.14	0.32
15	0.00	15.82	133.00	77.00	0.62	0.94	1.34	1.14	0.62
16	17.58	33.40	133.00	36.00	1.08	2.02	2.87	2.40	1.08
17	0.00	33.40	133.00	40.00	1.19	3.21	4.57	2.40	1.19
18	0.00	33.40	133.00	118.00	3.52	6.74	9.59	2.40	3.52
19	0.00	33.40	133.00	17.00	0.51	7.25	10.31	2.40	0.51
20	0.00	33.40	152.00	250.00	3.96	11.20	15.94	1.84	3.96
PERDI DA ACUMULADA									11.20
DESN VEL TOPOGRAFI CO									-55.00
PRESION EN EL SISTEMA									-43.80

MARIA AUXILIADORA TURNO IV ; V-9

Tramo #	Caudal Tramo (l/s)	Caudal Acum. (l/s)	Diamet. Interno (mm.)	Long. Tramo (metros)	Perdida HF (metros)	Perd. Acumulada en en (metros) (PSI)		Veloc. Critica (mps)	Hf Neto (met.)
12	28.88	28.88	133.00	69.00	1.60	1.60	2.27	2.08	1.60
13	0.00	28.88	133.00	35.00	0.81	2.41	3.43	2.08	0.81
14	0.00	28.88	133.00	40.00	0.93	3.33	4.74	2.08	0.93
15	0.00	28.88	133.00	77.00	1.78	5.12	7.28	2.08	1.78
16	0.00	28.88	133.00	36.00	0.83	5.95	8.47	2.08	0.83
17	0.00	28.88	133.00	40.00	0.93	6.88	9.79	2.08	0.93
18	0.00	28.88	133.00	118.00	2.73	9.61	13.67	2.08	2.73
19	0.00	28.88	133.00	17.00	0.39	10.00	14.23	2.08	0.39
20	0.00	28.88	152.00	250.00	3.07	13.07	18.60	1.59	3.07
PERDIDA ACUMULADA									13.07
DESNI VEL TOPOGRAFICO									-70.00
PRESION EN EL SISTEMA									-56.93

MARIA AUXILIADORA TURNO IV; V-10

Tramo #	Caudal Tramo (l/s)	Caudal Acum. (l/s)	Diamet. Interno (mm.)	Long. Tramo (metros)	Perdida HF (metros)	Perd. Acumulada en en (metros) (PSI)		Veloc. Critica (mps)	Hf Neto (met.)
11	15.82	15.82	85.60	67.00	4.39	4.39	6.24	2.75	4.39
12	14.06	29.88	133.00	69.00	1.70	6.08	8.66	2.15	1.70
13	0.00	29.88	133.00	35.00	0.86	6.94	9.88	2.15	0.86
14	0.00	29.88	133.00	40.00	0.98	7.93	11.28	2.15	0.98
15	0.00	29.88	133.00	77.00	1.89	9.82	13.97	2.15	1.89
16	0.00	29.88	133.00	36.00	0.88	10.70	15.23	2.15	0.88
17	0.00	29.88	133.00	40.00	0.98	11.69	16.63	2.15	0.98
18	0.00	29.88	133.00	118.00	2.90	14.59	20.76	2.15	2.90
19	0.00	29.88	133.00	17.00	0.42	15.00	21.35	2.15	0.42
20	0.00	29.88	152.00	250.00	3.26	18.26	25.99	1.65	3.26
PERDIDA ACUMULADA									18.26
DESNI VEL TOPOGRAFICO									-80.00
PRESION EN EL SISTEMA									-61.74

MARIA AUXILIADORA TURNO V ; V-11

Tramo #	Caudal Tramo (l/s)	Caudal Acum. (l/s)	Diamet. Interno (mm.)	Long. Tramo (metros)	Perdida HF (metros)	Perd. Acumulada en en (metros) (PSI)		Veloc. Critica (mps)	Hf Neto (met.)
15	31.64	31.64	133.00	77.00	2.09	2.09	2.98	2.28	2.09
16	0.00	31.64	133.00	36.00	0.98	3.07	4.37	2.28	0.98
17	0.00	31.64	133.00	40.00	1.09	4.16	5.91	2.28	1.09
18	0.00	31.64	133.00	118.00	3.21	7.36	10.47	2.28	3.21
19	0.00	31.64	133.00	17.00	0.46	7.82	11.13	2.28	0.46
20	0.00	31.64	152.00	250.00	3.60	11.42	16.26	1.74	3.60
PERDIDA ACUMULADA									11.42
DESNI VEL TOPOGRAFICO									-45.00
PRESION EN EL SISTEMA									-33.58

MARIA AUXILIADORA TURNO V ; V-12

Tramo #	Caudal Tramo (l/s)	Caudal Acum. (l/s)	Diamet. Interno (mm.)	Long. Tramo (metros)	Perdida HF (metros)	Perd. Acumulada en en (metros) (PSI)		Veloc. Critica (mps)	Hf Neto (met.)
13	17.58	17.58	133.00	35.00	0.34	0.34	0.48	1.27	0.34
14	0.00	17.58	133.00	40.00	0.39	0.73	1.04	1.27	0.39
15	14.06	31.64	133.00	77.00	2.09	2.82	4.01	2.28	2.09
16	0.00	31.64	133.00	36.00	0.98	3.80	5.40	2.28	0.98
17	0.00	31.64	133.00	40.00	1.09	4.88	6.95	2.28	1.09
18	0.00	31.64	133.00	118.00	3.21	8.09	11.51	2.28	3.21
19	0.00	31.64	133.00	17.00	0.46	8.55	12.17	2.28	0.46
20	0.00	31.64	152.00	250.00	3.60	12.15	17.29	1.74	3.60
PERDIDA ACUMULADA									12.15
DESNI VEL TOPOGRAFICO									-60.00
PRESION EN EL SISTEMA									-47.85

MARIA AUXILIADORA TURNO VI ; V-14 Y V-13

Tramo #	Caudal Tramo (l/s)	Caudal Acum. (l/s)	Diamet. Interno (mm.)	Long. Tramo (metros)	Perdida HF (metros)	Perd. Acumulada en en (metros) (PSI)		Veloc. Critica (mps)	Hf Neto (met.)
12	21.09	21.09	133.00	69.00	0.92	0.92	1.31	1.52	0.92
13	0.00	21.09	133.00	35.00	0.47	1.39	1.98	1.52	0.47
14	0.00	21.09	133.00	40.00	0.53	1.92	2.74	1.52	0.53
15	0.00	21.09	133.00	77.00	1.03	2.95	4.20	1.52	1.03
16	0.00	21.09	133.00	36.00	0.48	3.43	4.88	1.52	0.48
17	0.00	21.09	133.00	40.00	0.53	3.97	5.64	1.52	0.53
18	0.00	21.09	133.00	118.00	1.58	5.54	7.89	1.52	1.58
19	0.00	21.09	133.00	17.00	0.23	5.77	8.21	1.52	0.23
20	0.00	21.09	152.00	250.00	1.77	7.54	10.73	1.16	1.77
PERDI DA ACUMULADA									7.54
DESN VEL TOPOGRAFI CO									-70.00
PRESION EN EL SISTEMA									-62.46

MARIA AUXILIADORA TURNO VII; V-15

Tramo #	Caudal Tramo (l/s)	Caudal Acum. (l/s)	Diamet. Interno (mm.)	Long. Tramo (metros)	Perdida HF (metros)	Perd. Acumulada en en (metros) (PSI)		Veloc. Critica (mps)	Hf Neto (met.)
4	28.29	28.29	152.00	320.00	3.79	3.79	5.39	1.56	3.79
PERDI DA ACUMULADA									3.79
DESN VEL TOPOGRAFI CO									-20.00
PRESION EN EL SISTEMA									-16.21

MARIA AUXILIADORA TURNO VII ; V-16

Tramo #	Caudal Tramo (l/s)	Caudal Acum. (l/s)	Diamet. Interno (mm.)	Long. Tramo (metros)	Perdida HF (metros)	Perd. Acumulada en en (metros) (PSI)		Veloc. Critica (mps)	Hf Neto (met.)
3	19.78	19.78	104.60	35.00	1.31	1.31	1.86	2.30	1.31
4	8.51	28.29	152.00	320.00	3.79	5.10	7.25	1.56	3.79
PERDI DA ACUMULADA									5.10
DESN VEL TOPOGRAFI CO									-29.00
PRESION EN EL SISTEMA									-23.90

MARIA AUXILIADORA TURNO VII ; V-17

Tramo #	Caudal Tramo (l/s)	Caudal Acum. (l/s)	Diamet. Interno (mm.)	Long. Tramo (metros)	Perdida HF (metros)	Perd. Acumulada en en (metros) (PSI)		Veloc. Critica (mps)	Hf Neto (met.)
2	13.00	13.00	85.60	53.00	2.46	2.46	3.50	2.26	2.46
3	6.00	19.00	104.00	35.00	1.25	3.71	5.29	2.24	1.25
4	6.80	25.80	152.00	320.00	3.23	6.94	9.88	1.42	3.23
PERDI DA ACUMULADA									6.94
DESN VEL TOPOGRAFI CO									-40.00
PRESION EN EL SISTEMA									-33.06

MARIA AUXILIADORA TURNO VII ; V-18

Tramo #	Caudal Tramo (l/s)	Caudal Acum. (l/s)	Diamet. Interno (mm.)	Long. Tramo (metros)	Perdida HF (metros)	Perd. Acumulada en en (metros) (PSI)		Veloc. Critica (mps)	Hf Neto (met.)
1	6.50	6.50	71.30	70.00	2.30	2.30	3.28	1.63	2.30
2	6.50	13.00	85.60	53.00	2.46	4.77	6.78	2.26	2.46
3	6.00	19.00	104.00	35.00	1.25	6.02	8.56	2.24	1.25
4	6.80	25.80	152.00	320.00	3.23	9.24	13.15	1.42	3.23
PERDI DA ACUMULADA									9.24
DESN VEL TOPOGRAFI CO									-50.00
PRESION EN EL SISTEMA									-40.76

Anexo 7: Plano diseño hidráulico

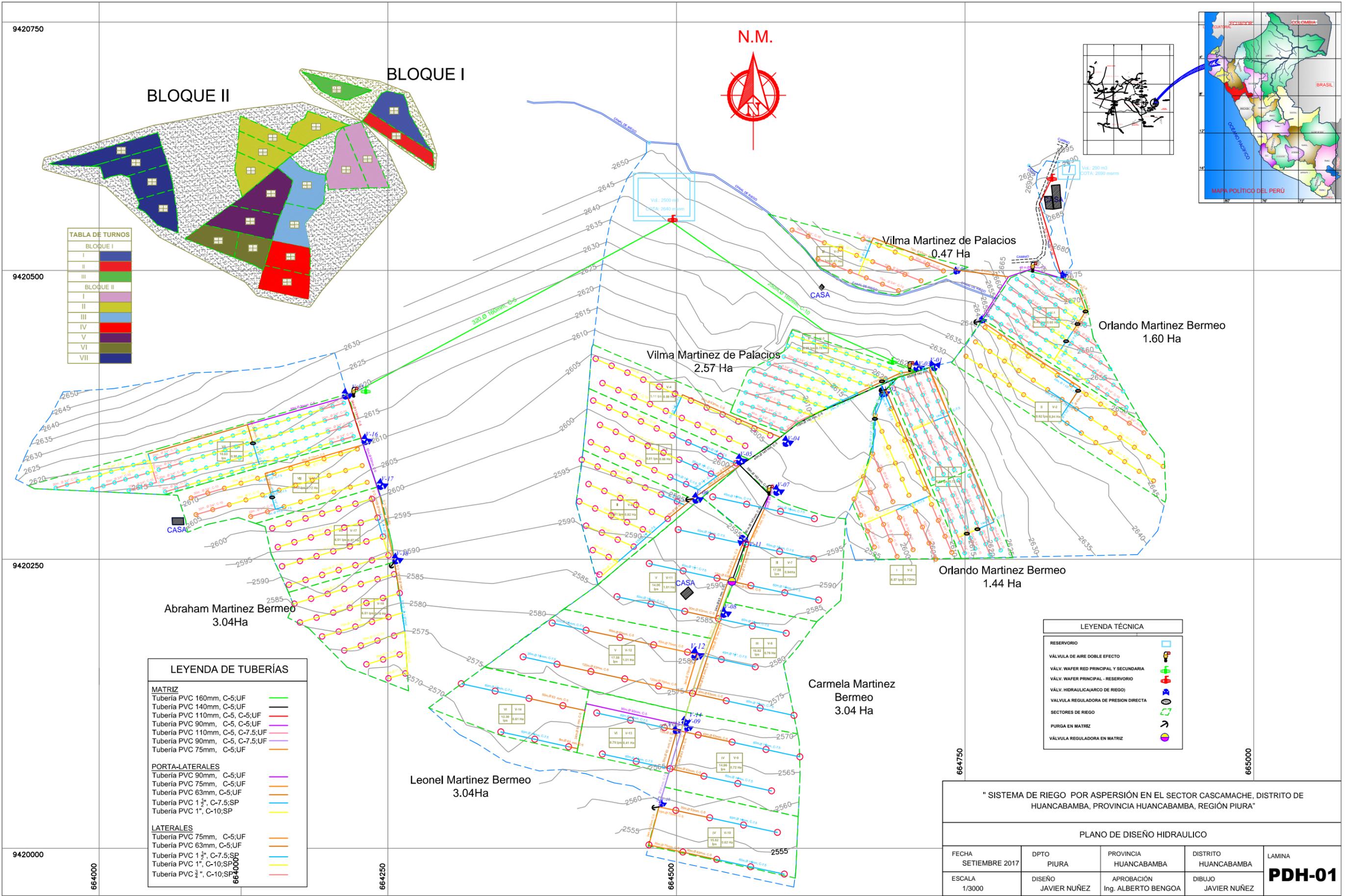


TABLA DE TURNOS

BLOQUE I	
I	[Color]
II	[Color]
III	[Color]
BLOQUE II	
I	[Color]
II	[Color]
III	[Color]
IV	[Color]
V	[Color]
VI	[Color]
VII	[Color]

LEYENDA DE TUBERÍAS

MATRIZ	
Tubería PVC 160mm, C-5;UF	[Color]
Tubería PVC 140mm, C-5;UF	[Color]
Tubería PVC 110mm, C-5, C-5;UF	[Color]
Tubería PVC 90mm, C-5, C-5;UF	[Color]
Tubería PVC 110mm, C-5, C-7.5;UF	[Color]
Tubería PVC 90mm, C-5, C-7.5;UF	[Color]
Tubería PVC 75mm, C-5;UF	[Color]
PORTA-LATERALES	
Tubería PVC 90mm, C-5;UF	[Color]
Tubería PVC 75mm, C-5;UF	[Color]
Tubería PVC 63mm, C-5;UF	[Color]
Tubería PVC 1 1/2", C-7.5;SP	[Color]
Tubería PVC 1", C-10;SP	[Color]
LATERALES	
Tubería PVC 75mm, C-5;UF	[Color]
Tubería PVC 63mm, C-5;UF	[Color]
Tubería PVC 1 1/2", C-7.5;SP	[Color]
Tubería PVC 1", C-10;SP	[Color]
Tubería PVC 3/4", C-10;SP	[Color]

LEYENDA TÉCNICA

RESERVORIO	[Symbol]
VÁLVULA DE AIRE DOBLE EFECTO	[Symbol]
VÁLV. WAFER RED PRINCIPAL Y SECUNDARIA	[Symbol]
VÁLV. WAFER PRINCIPAL - RESERVORIO	[Symbol]
VÁLV. HIDRAULICA(ARCO DE RIEGO)	[Symbol]
VÁLVULA REGULADORA DE PRESION DIRECTA	[Symbol]
SECTORES DE RIEGO	[Symbol]
PURGA EN MATRIZ	[Symbol]
VÁLVULA REGULADORA EN MATRIZ	[Symbol]

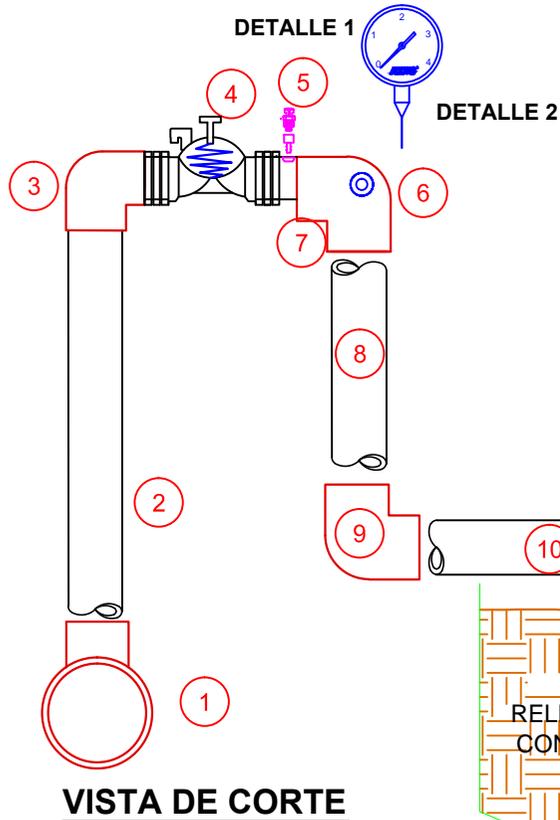
" SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN EN EL SECTOR CASCAMACHE, DISTRITO DE HUANCABAMBA, PROVINCIA HUANCABAMBA, REGIÓN PIURA"

PLANO DE DISEÑO HIDRAULICO

FECHA	DPTO	PROVINCIA	DISTRITO	LAMINA
SEPTIEMBRE 2017	PIURA	HUANCABAMBA	HUANCABAMBA	PDH-01
ESCALA 1/3000	DISEÑO JAVIER NUÑEZ	APROBACIÓN Ing. ALBERTO BENGOA	DIBUJO JAVIER NUÑEZ	

Anexo 8: Plano arco de riego

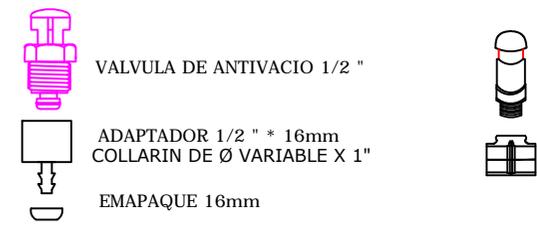
DETALLE DEL ARCO DE RIEGO



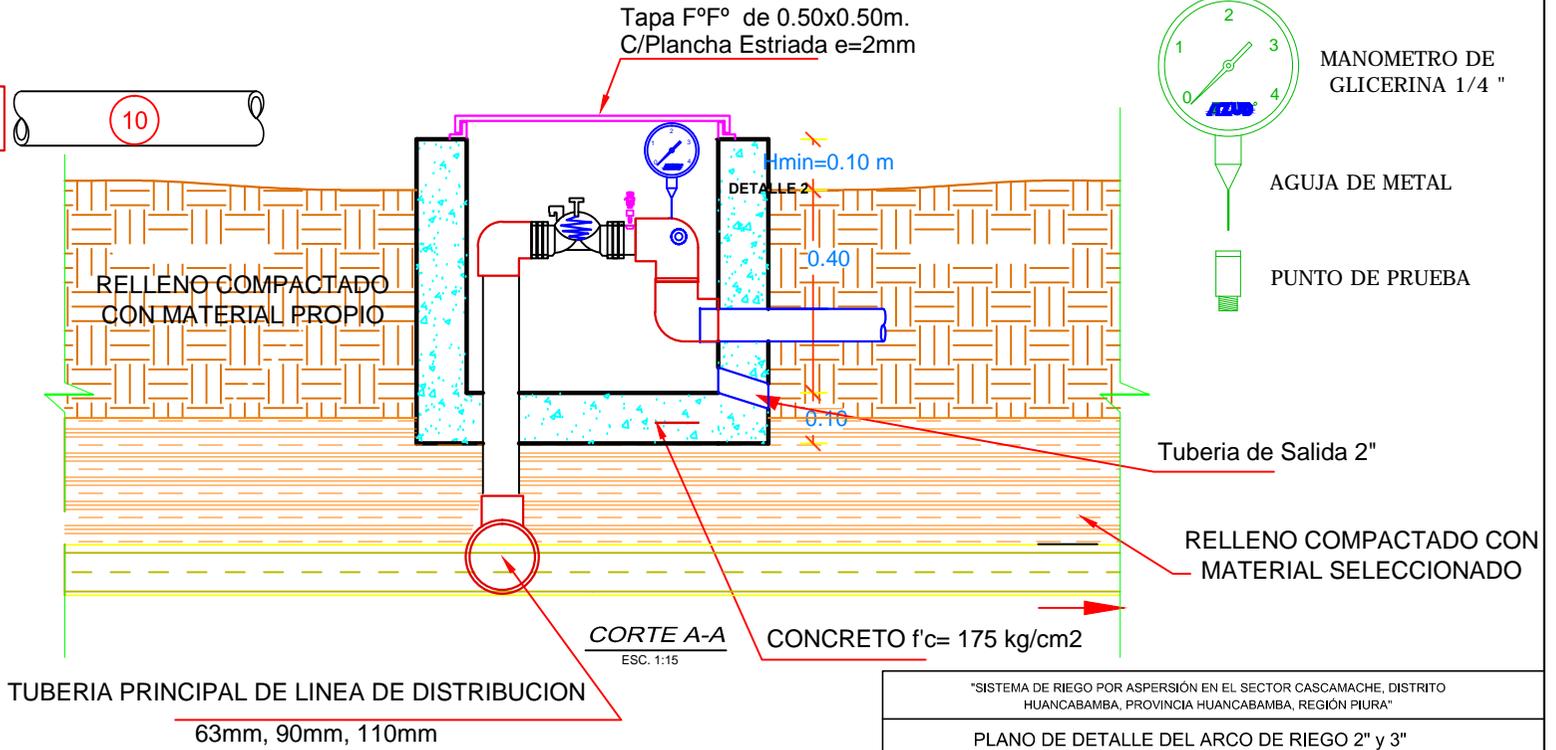
COMPONENTES ARCO DE RIEGO	
1	TEE PVC Ø VARIABLE SEGUN MATRIZ
2	NIPLÉ DE PVC 63 o 90 MM, DIAMETRO SEGÚN TAMAÑO DE VALV. HIDRÁULICA
3	CODO DE PVC DE DIAMETRO SEGUN TAMAÑO DE VALVULA
4	VÁLVULA HIDRÁULICA TIPO LINEAL DE 2" O 3"
5	ANTIVACIO DE 1/2 " o 1" SEGÚN TAMAÑO DE VÁLVULA + ACCESORIOS
6	PUNTO DE PRUEBA $\frac{1}{4}$ "
7	CODO DE PVC DE DIAMETRO SEGUN TAMAÑO DE VALVULA
8	NIPLÉ DE PVC DE DIAMETRO SEGUN TAMAÑO DE VALVULA
9	CODO O TEE DE PVC DE DIÁMETRO VARIABLE SEGÚN UBICACIÓN DE VÁLVULA
10	TUBERÍA PORTAREGANTE DE DIÁMETRO VARIABLE

DETALLE 1

ANTIVACIO DE 1/2" o 1" SEGÚN TAMAÑO DE VÁLVULA



DETALLE 2

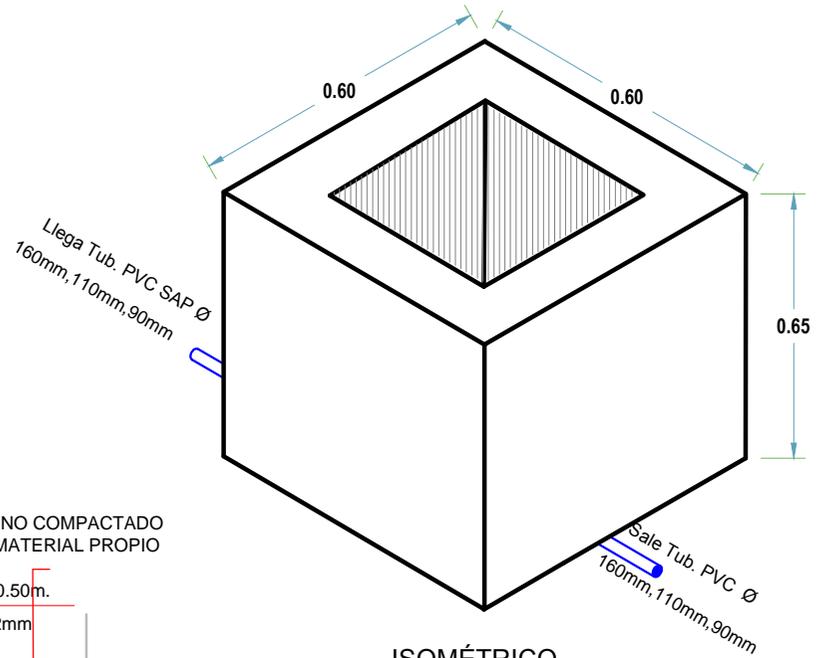
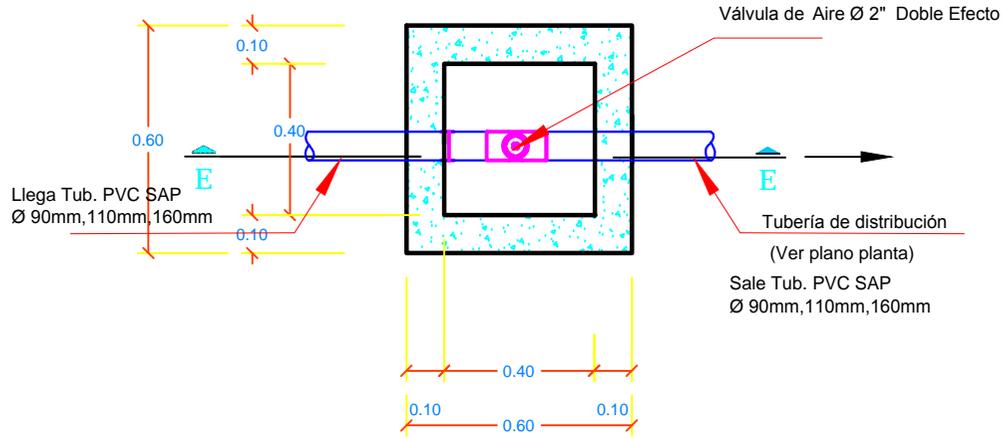


"SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSION EN EL SECTOR CASCAMACHE, DISTRITO HUANCABAMBA, PROVINCIA HUANCABAMBA, REGION PIURA"				
PLANO DE DETALLE DEL ARCO DE RIEGO 2" y 3"				
FECHA SEPTIEMBRE 2017	DPTO PIURA	PROVINCIA HUANCABAMBA	DISTRITO HUANCABAMBA	LAMINA D-01
ESCALA S/E	DIBUJO JAVIER NUÑEZ	DISEÑO JAVIER NUÑEZ	APROBACIÓN ING. ABERTO BENGUA	

Anexo 9: Plano válvula de aire

PLANTA CAJA VÁLVULA DE AIRE

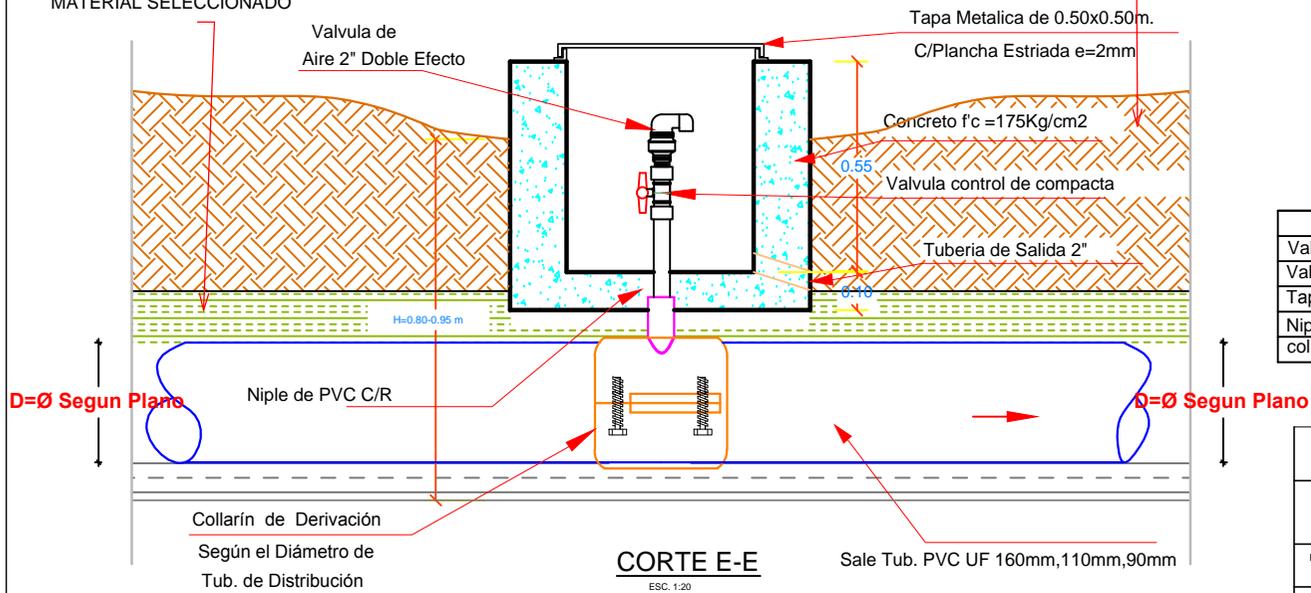
ESC. 1:20



ISOMÉTRICO
ESC. 1:15

RELLENO COMPACTADO CON
MATERIAL SELECCIONADO

RELLENO COMPACTADO
CON MATERIAL PROPIO



CORTE E-E
ESC. 1:20

VALVULA DE AIRE (05UND)		
Valvula de Aire 2" Doble Efecto Azul	Und	01
Valvula de Control Compacta de 2"	Und	01
Tapa F°F° de 0.50x0.50m. C/Plancha Estriada e=2mm	Und	01
Niple de PVC de 2" X 0.40 m	Und	01
collarín segun Diametro de tubería	Und	01

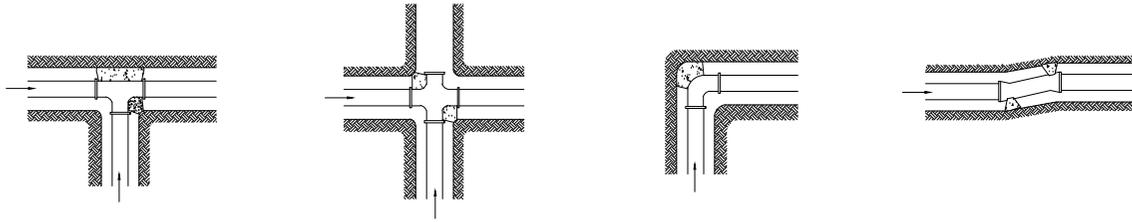
PLANO DE DETALLE DE VÁLVULA DE AIRE

SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN EN EL SECTOR CASCAMACHE, DISTRITO DE HUANCABAMBA,
PROVINCIA DE HUANCABAMBA, REGIÓN PIURA

FECHA	DPTO	PROVINCIA	DISTRITO	LAMINA
SEPTIEMBRE 2017	PIURA	HUANCABAMBA	HUANCABAMBA	D-02
ESCALA Indicada	DIBUJO JAVIER NUÑEZ	DISEÑO JAVIER NUÑEZ	APROBACIÓN ING. ALBERTO BENGUA	

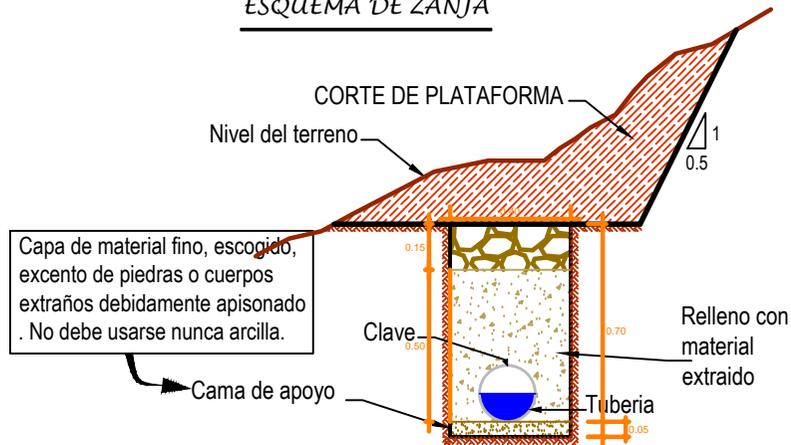
Anexo 10: Plano de dados de anclaje, zanja y desfogue

DADOS DE ANCLAJE



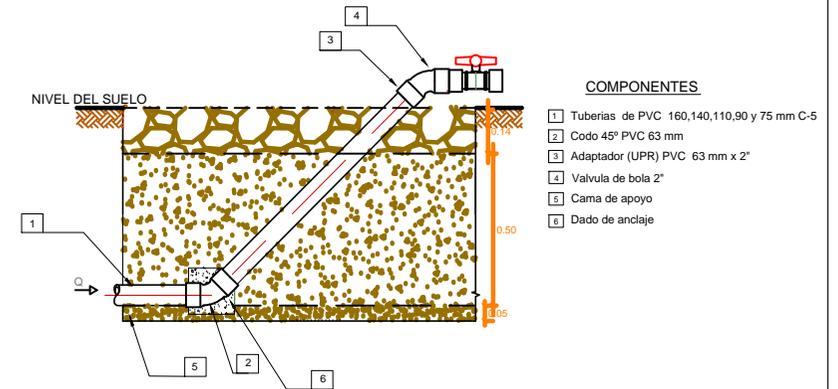
ZANJAS TÍPICAS PARA RED PRINCIPAL Y SECUNDARIA

ESQUEMA DE ZANJA

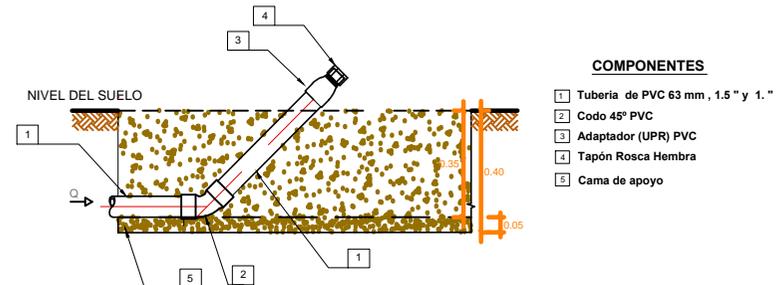


- Relleno de la zanja inmediatamente despues de instalada la tubería.
- Primer relleno hasta 20 cm por encima de la clave, compactado manualmente con pizones en capas de 05 cm de material seleccionado y con contenido de humedad optimo.
 - Segundo relleno hasta llegar al nivel natural del terreno, compactadas en capas de 15 cm pudiendo emplearse la misma tierra de excavacion original.

ZANJA TÍPICA PARA REDES CONDUCCIÓN - DISTRIBUCIÓN DESFOGUE TIPO I (MATRIZ)



EN PARCELAS DE BENEFICIARIOS DESFOGUE TIPO II (PORTALATERALES)



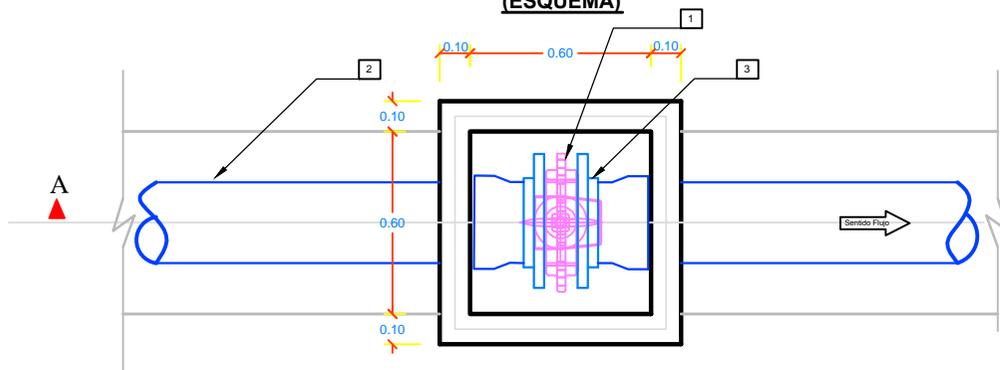
"SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN EN EL SECTOR CASCAMACHE, DISTRITO DE HUANCABAMBA, PROVINCIA HUANCABAMBA, REGIÓN PIURA"

PLANO DE DETALLES DE DADOS DE ANCLAJE, ZANJAS Y DESFOGUE

FECHA SEPTIEMBRE 2017	DPTO PIURA	PROVINCIA HUANCABAMBA	DISTRITO HUANCABAMBA	LAMINA
ESCALA 1/25	DISEÑO JAVIER NUÑEZ	DISEÑO JAVIER NUÑEZ	APROBACIÓN ING. ALBERTO BENGOA	D-03

Anexo 11: Plano válvula de control y medidor

**VÁLVULA DE SECCIONAMIENTO
(ESQUEMA)**



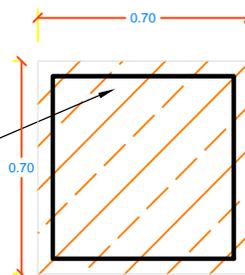
PLANTA CÁMARA DE VÁLVULA DE DISTRIBUCIÓN

ESC. 1 / 25

COMPONENTES:

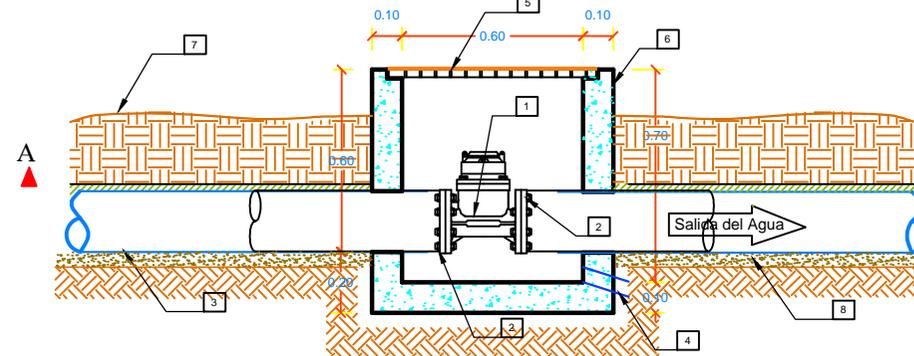
- 1 VÁLVULA DE SECCIONAMIENTO TIPO MARIPOSA CON CAJA REDUCTORA DE 4" o 6"
- 2 TUBERÍA PVC UF DE DIÁMETRO DE 4" o 6"
- 3 BRIDA Y BUJE DE PVC DE 4" o 6"
- 4 TUBERÍA DE SALIDA PVC DE 2"
- 5 TAPA METÁLICA ESTRIADA DE e= 2 mm
- 6 CAJA DE CONCRETO F'c= 175 Kg/cm2
- 7 RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL SELECCIONADO
- 8 CAMA DE APOYO

TAPA METÁLICA ESTRIADA e= 2mm



DETALLE DE TAPA METÁLICA

**MEDIDOR DE CAUDAL
(ESQUEMA)**

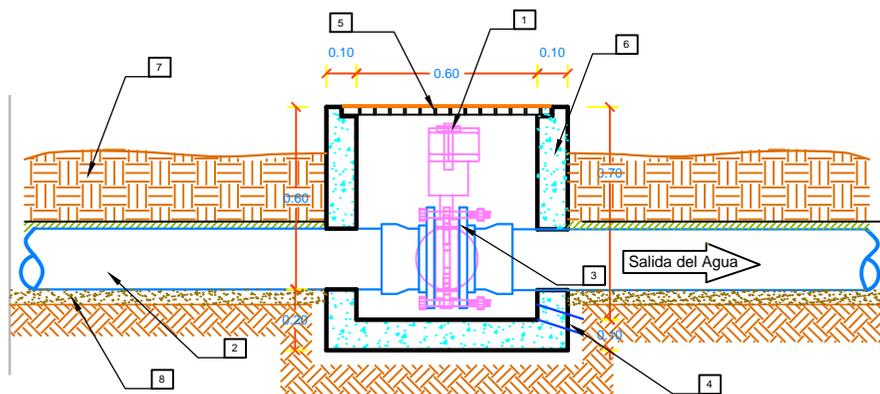


CORTE A-A

ESC. 1/25

COMPONENTES:

- 1 MEDIDOR DE CAUDAL DE 4" o 6"
- 2 BRIDA Y BUJE DE PVC DE 4" o 6"
- 3 TUBERÍA PVC UF DE DIÁMETRO DE 4" o 6"
- 4 TUBERÍA DE SALIDA PVC DE 2"
- 5 TAPA METÁLICA ESTRIADA DE e= 2 mm
- 6 CAJA DE CONCRETO F'c= 175 Kg/cm2
- 7 RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL SELECCIONADO
- 8 CAMA DE APOYO



CORTE A-A

ESC. 1/25

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- 1.0 **CONCRETO**
CONCRETO ARMADO F'c= 175 Kg/cm2
CONCRETO SOLADO F'c= 100 Kg/cm2
- 2.0 **CEMENTO**
CEMENTO PORTLAND TIPO I
- 3.0 **AGREGADO GRUESO**
TAMAÑO MÁXIMO 1/2"
- 4.0 **RECUBRIMIENTO MÍNIMO**
EN LOSAS 1.5 cm
EN MUROS 1.5 cm
- 5.0 **TUBERÍA Y ACCESORIOS**
Tubería y accesorios PVC deben cumplir Norma Técnica Peruana ISO 4422 para fluidos a presión.
- 5.0 **CARPINTERÍA METÁLICA**
e mín = 1/16", cubierto con pintura hepóxica

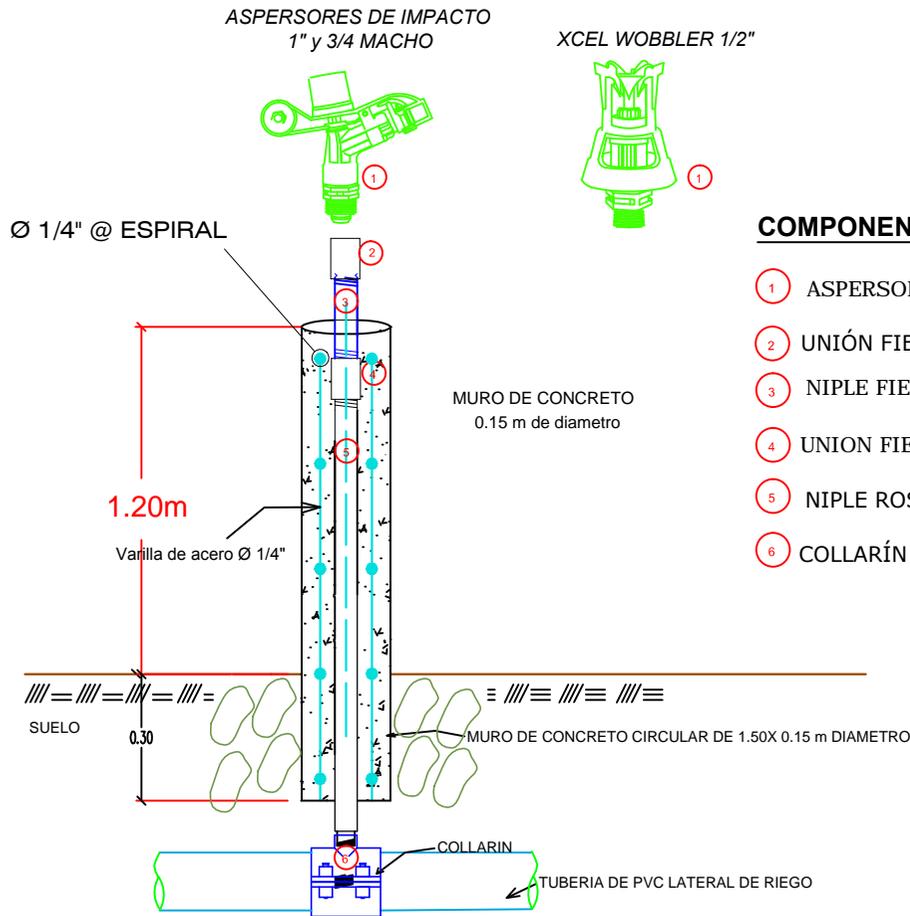
COMPONENTES Y DETALLES DE VALVULA DE SECCIONAMIENTO Y MEDIDOR DE CAUDAL

"SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN EN EL SECTOR CASCAMACHE, DISTRITO HUANCABAMBA, PROVINCIA HUANCABAMBA, REGION PIURA"

FECHA SEPTIEMBRE 2017	DPTO PIURA	PROVINCIA HUANCABAMBA	DISTRITO HUANCABAMBA	LAMINA D-04
ESCALA INDICADA	DIBUJO JAVIER NUÑEZ	DISEÑO JAVIER NUÑEZ	APROBACIÓN ING. ALBERTO BENGOA	

Anexo 12: Plano emisores de riego

Detalles de Emisor de riego por Aspersión

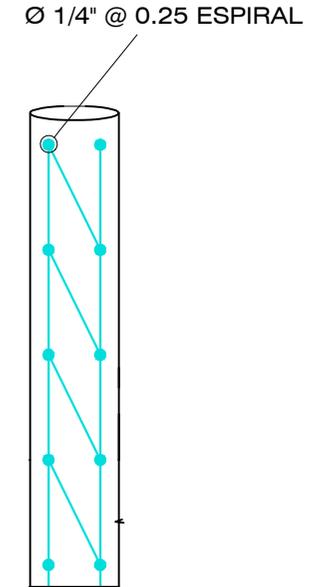


**NOTA: LOS ACCESORIOS DE CONEXION SERAN DE 3/4" Y 1",
SEGUN EL MODELO DEL ASPERSOR**

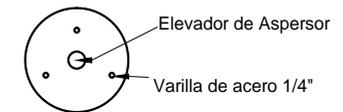
COMPONENTES

- 1 ASPERSOR Ø 1", $\frac{3}{4}$ " o $\frac{1}{2}$ "
- 2 UNIÓN FIERRO GALVANIZADO Ø 1" o $\frac{3}{4}$ "
- 3 NIPLE FIERRO GALVANIZADO Ø 1" o $\frac{3}{4}$ " x 30cm
- 4 UNION FIERRO GALVANIZADO DE Ø 1" o $\frac{3}{4}$ "
- 5 NIPLE ROSCADO DE PVC Ø 1" o $\frac{3}{4}$ "
- 6 COLLARÍN DE PP CON SALIDA DE Ø 1" o $\frac{3}{4}$ "

Detalles de acero



CORTE DE PLANTA



MURETE DE CONCRETO ARMADO DE 0.15 M DE DIAMETRO Y
3 VARILLAS DE ACERO DE 1/4"

PLANO DE DETALLE DE EMISORES DE RIEGO

SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN EN EL SECTOR CASCAMACHE, DISTRITO DE
HUANCABAMBA, PROVINCIA DE HUANCABAMBA, REGIÓN PIURA

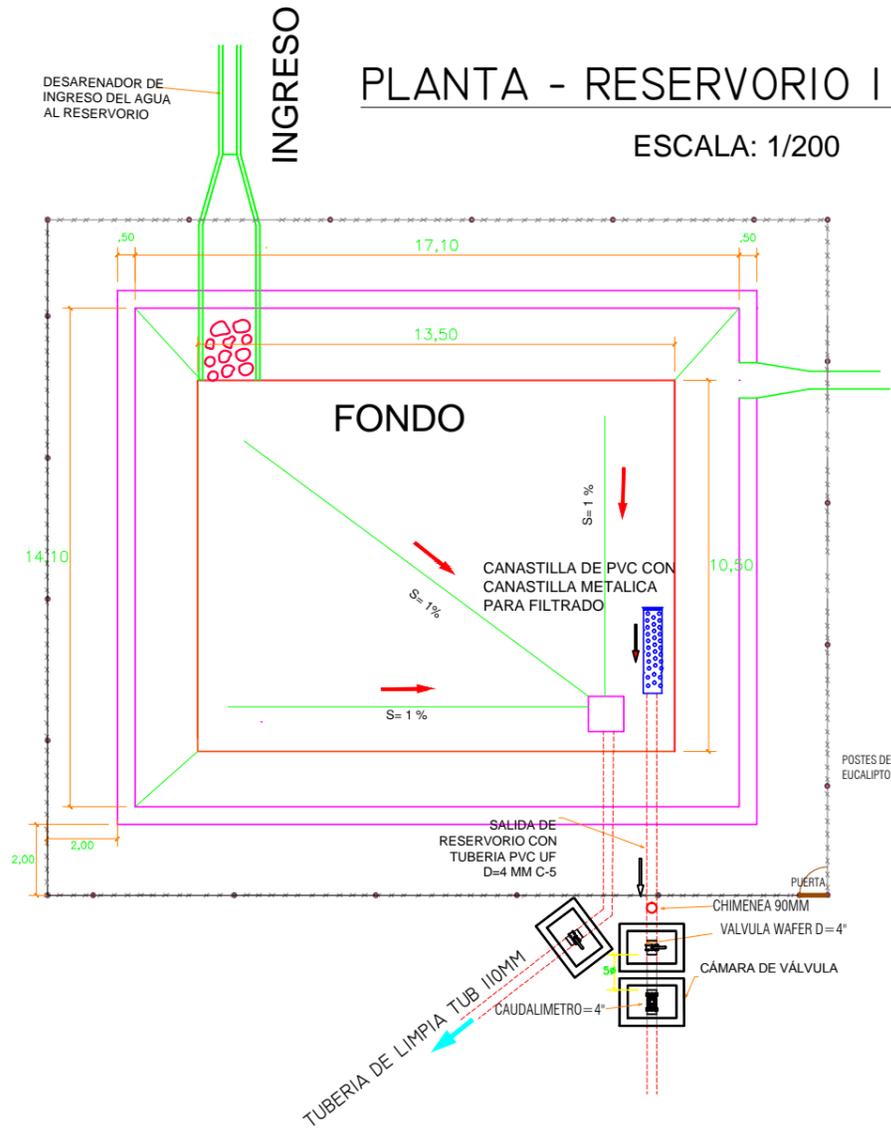
FECHA	DPTO	PROVINCIA	DISTRITO	LAMINA
SEPTIEMBRE 2017	PIURA	HUANCABAMBA	HUANCABAMBA	D-05
ESCALA	DIBUJO	DISEÑO	APROBACIÓN	
S/E	JAVIER NUÑEZ	JAVIER NUÑEZ	ING. ALBERTO BENGUA	

Anexo 13: Plano reservorio bloque I

RESERVORIO IMPERMEABILIZADO CON GEOMEMBRANA HDPE e=0.75mm

PLANTA - RESERVORIO I (259M3)

ESCALA: 1/200

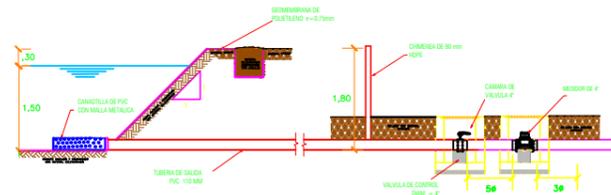


CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

- LARGO DE CORONA = 17.1 M.
- ANCHO DE CORONA = 14.1 M.
- LARGO DE FONDO = 13.5 M.
- ANCHO DE FONDO = 10.50 M.
- ALTURA DE AGUA MAYOR = 1.50 M.
- BORDE LIBRE = 0.30 M.
- ANCHO DE CORONA = 0.50 M.
- TALUD DE MUROS = 1:1

DETALLE DE SALIDA

ESC 1/125



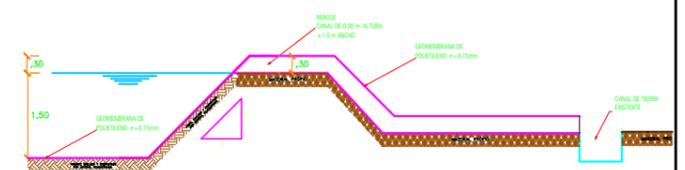
ALTURAS Y VOLUMENES DEL RESERVORIO

ESC: 1/125



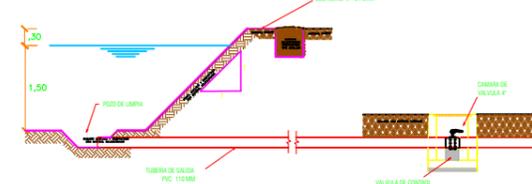
DETALLE DE ALIVIADERO

ESC 1/125



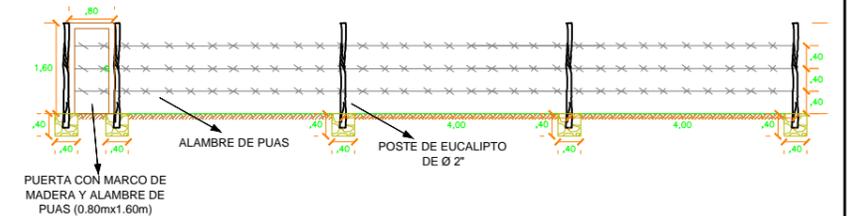
DETALLE DEL SISTEMA DE LIMPIEZA

ESC 1/125



CERCO PERIMETRICO DE ALAMBRE DE PÚAS CON POSTES DE EUCALIPTO Y PUERTA DE MADERA (VISTA DE PERFIL)

ESC: 1/125



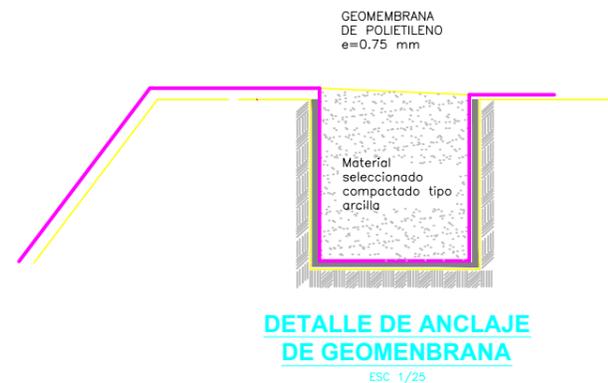
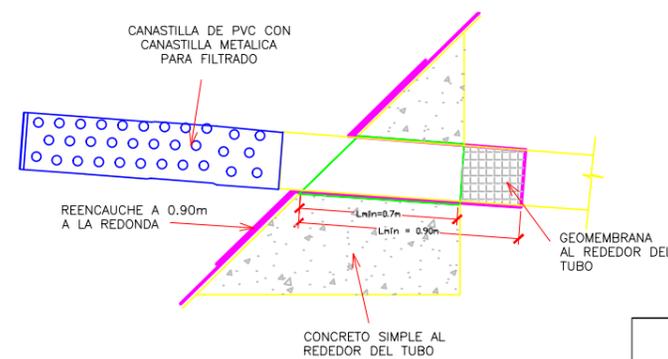
DETALLE GEOMEMBRANA-PISO

ESC 1/25



DETALLE DE SALIDA DE AGUA

ESC 1/25



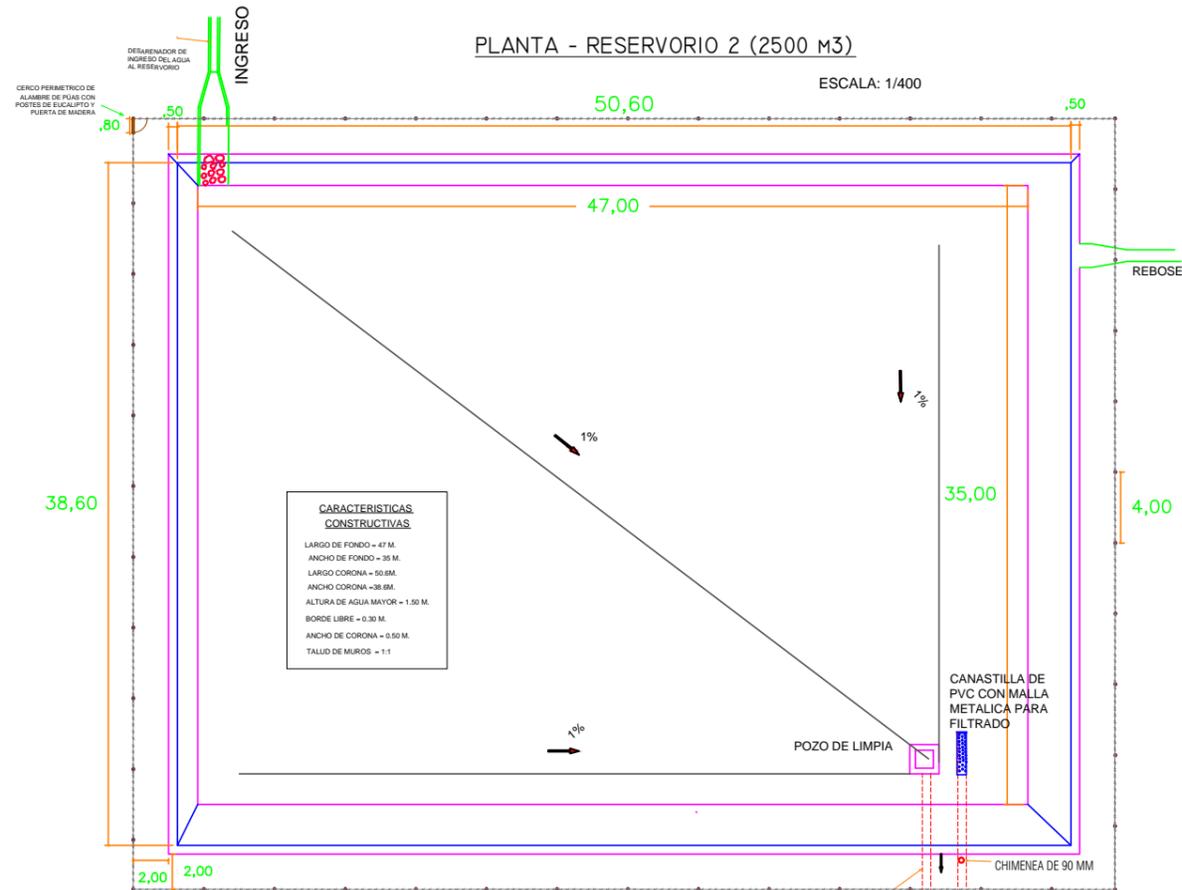
" SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN EN EL SECTOR CASCAMACHE, DISTRITO HUANCABAMBA, PROVINCIA HUANCABAMBA, REGIÓN PIURA"				
PLANO DE RESERVORIO BLOQUE I, CON GEOMEMBRANA HDPE e=0.75mm DE CAPACIDAD DE 259 M3				
FECHA SEPTIEMBRE 2017	DPTO PIURA	PROVINCIA HUANCABAMBA	DISTRITO HUANCABAMBA	LAMINA D-06
ESCALA Indicada	DIBUJO JAVIER NUÑEZ	DISEÑO JAVIER NUÑEZ	APROBACIÓN ING. ABLERTO BENGOA	

Anexo 14: Plano reservorio bloque II

RESERVOIRIO IMPERMEABILIZADO CON GEOMEMBRANA HDPE e=0.75mm

PLANTA - RESERVOIRIO 2 (2500 M3)

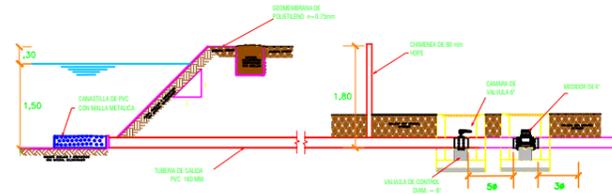
ESCALA: 1/400



CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS
 LARGO DE FONDO = 47 M.
 ANCHO DE FONDO = 35 M.
 LARGO CORONA = 50.60 M.
 ANCHO CORONA = 38.60 M.
 ALTURA DE AGUA MAYOR = 1.50 M.
 BORDE LIBRE = 0.30 M.
 ANCHO DE CORONA = 0.50 M.
 TALUD DE MUROS = 1:1

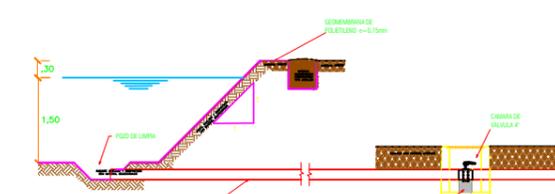
DETALLE DE SALIDA

ESC 1/125



DETALLE DEL SISTEMA DE LIMPIEZA

ESC 1/125



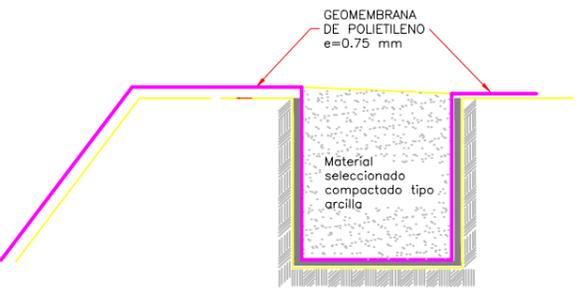
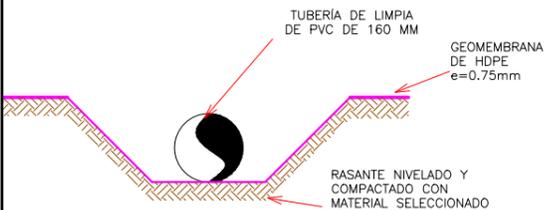
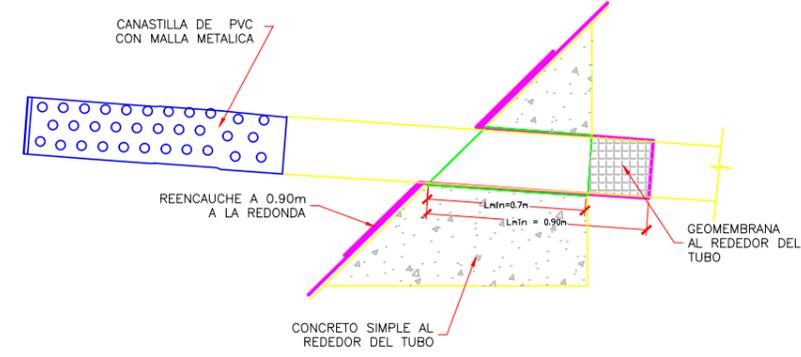
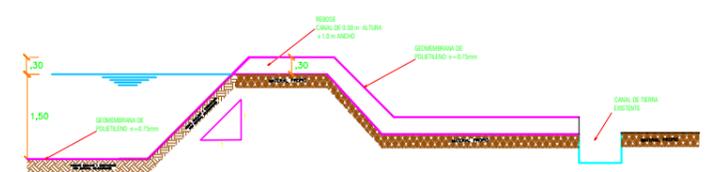
ALTURAS Y VOLUMENES DEL RESERVOIRIO

ESC: 1/125



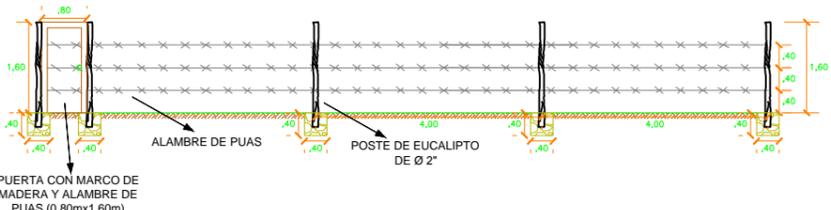
DETALLE DE ALIVIADERO

ESC 1/125



CERCO PERIMETRICO DE ALAMBRE DE PÚAS CON POSTES DE EUCALIPTO Y PUERTA DE MADERA (VISTA DE PERFIL)

ESC 1/125



" SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN EN EL SECTOR CASCAMACHE, DISTRITO HUANCABAMBA, PROVINCIA HUANCABAMBA, REGIÓN PIURA"				
PLANO DE RESERVOIRIO BLOQUE II, CON GEOMEMBRANA HDPE e=0.75mm DE CAPACIDAD DE 2500 M3				
FECHA SEPTIEMBRE 2017	DPTO PIURA	PROVINCIA HUANCABAMBA	DISTRITO HUANCABAMBA	LAMINA
ESCALA Indicada	DIBUJO JAVIER NUÑEZ	DISEÑO JAVIER NUÑEZ	APROBACIÓN ING. ALBERTO BENGOA	D-07

SECCION 1-1 POZO DE LIMPIA

ESC 1/25

DETALLE DE ANCLAJE DE GEOMENBRANA

ESC 1/25

DETALLE GEOMEMBRANA-PISO

ESC 1/25

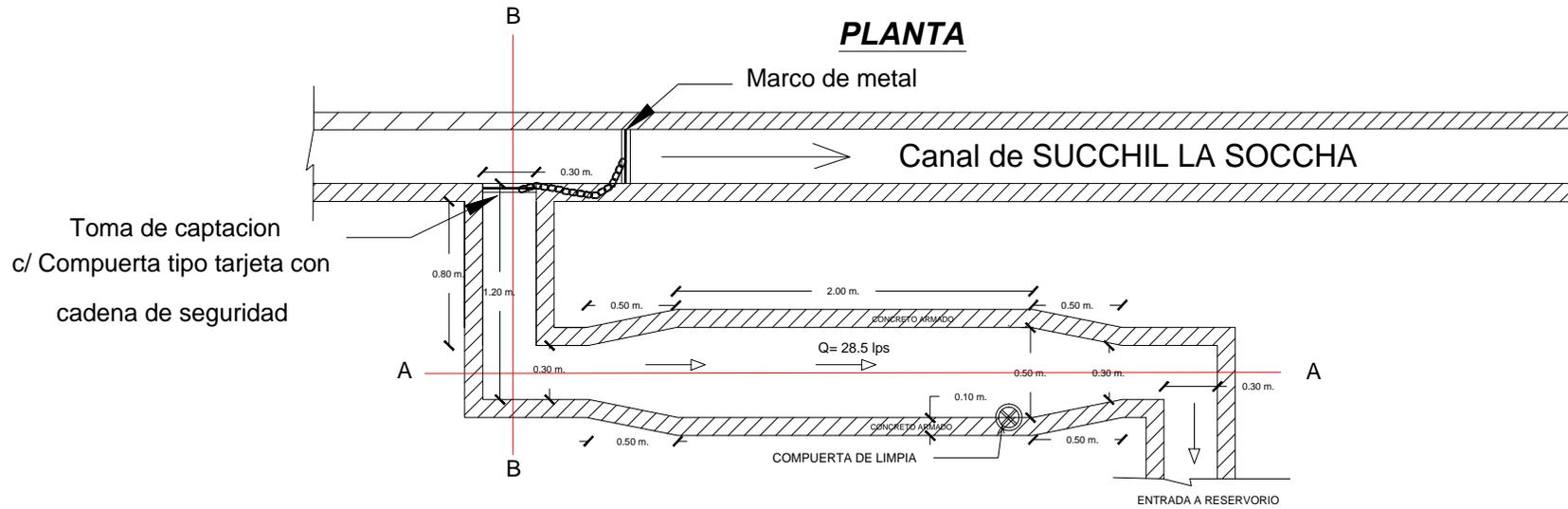
DETALLE DE SALIDA DE AGUA

ESC 1/25

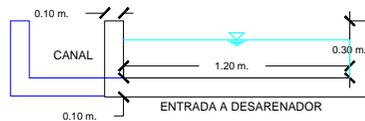
Anexo 15: Plano desarenador bloque II

TOMA DE CAPTACION Y DESARENADOR (BLOQUE 2)

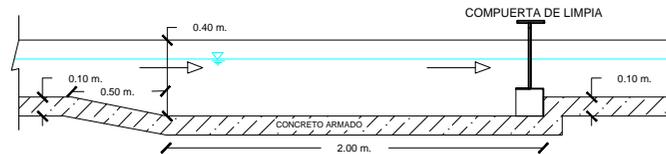
PLANTA



VISTA DE PERFIL CORTE B-B



VISTA DE PERFIL CORTE A-A

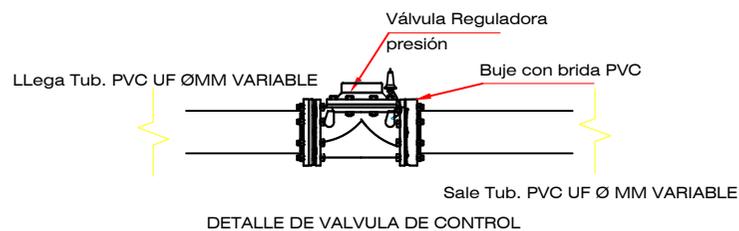
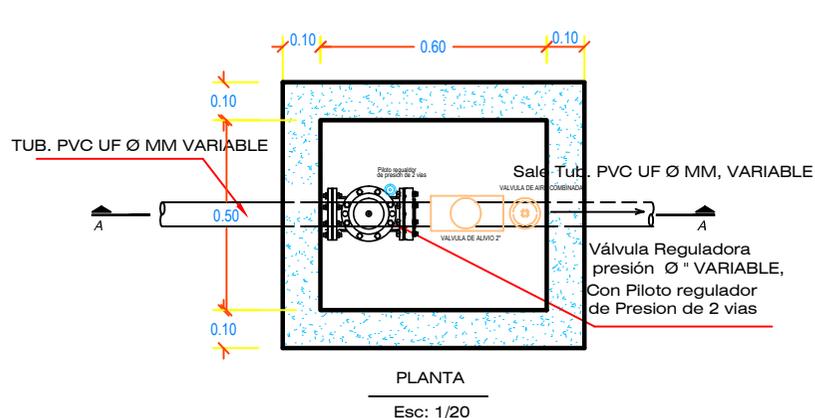


"SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN EN EL SECTOR CASCAMACHE, DISTRITO DE
HUANCABAMBA, PROVINCIA HUANCABAMBA, REGIÓN PIURA"

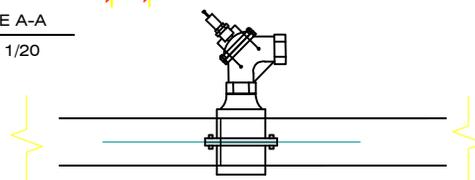
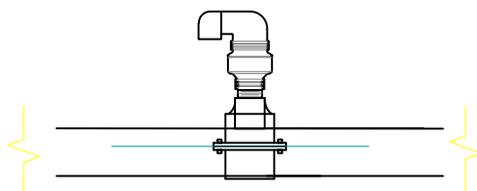
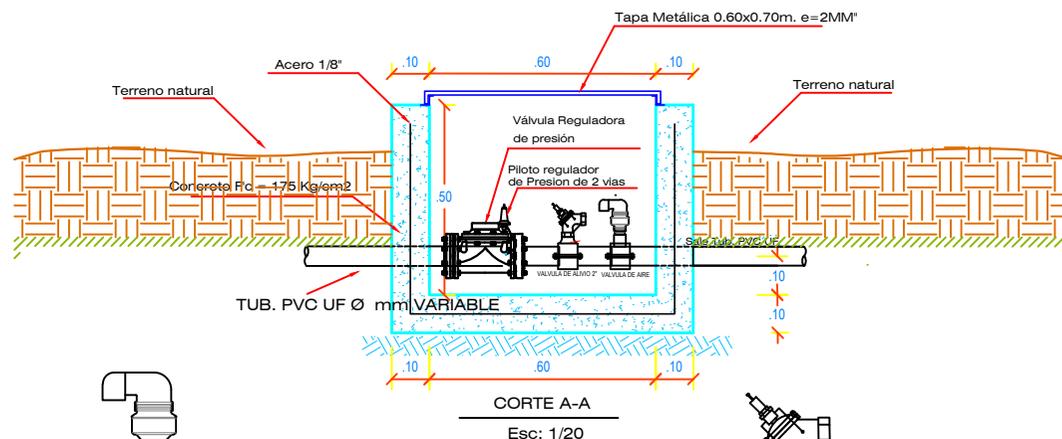
DETALLE DE DESARENADOR BLOQUE II

FECHA FEBRERO 2018	DPTO PIURA	PROVINCIA HUANCABAMBA	DISTRITO HUANCABAMBA	LAMINA D-08
ESCALA 1/40	DIBUJO JAVIER NUÑEZ	DISEÑO JAVIER NUÑEZ	APROBACIÓN ING. ALBERTO BENGOA	

Anexo 16: Plano válvula reguladora de presión



DESCRIPCION	UND	CANTIDAD
VALVULA REG. PRESIÓN Ø " VARIABLE	Und	01
ACCESORIOS	Glb	01



DESCRIPCION	UND	CANTIDAD
VALVULA AIRE Ø 2"	Und	01
ACCESORIOS	Glb	01

DESCRIPCION	UND	CANTIDAD
VALVULA DE ALIVIO Ø 2"	Und	01
ACCESORIOS	Glb	01

ESPECIFICACIONES TECNICAS

CONCRETO ARMADO $F'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$
CONCRETO SOLADO $F'c = 100 \text{ Kg/cm}^2$

CEMENTO PORTLAND TIPO I

3.0 AGREGADO GRUESO
TAMAÑO MAXIMO 1/2"

4.0 RECUBRIMIENTO MINIMO
EN LOSAS 1.5 cm
EN MUROS 1.5 cm

5.0 TUBERIA Y ACCESORIOS
Tubería y accesorios PVC deben cumplir
Norma Técnica Peruana ISO 1452 - 2011 para

5.0 CARPINTERIA METALICA
e min = 1/16", cubierto con pintura hepóxica

"SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN EN EL SECTOR CASCAMACHE, DISTRITO DE HUANCABAMBA, PROVINCIA HUANCABAMBA, REGIÓN PIURA"

VALVULA REGULADORA DE PRESIÓN

FECHA	DPTO	PROVINCIA	DISTRITO	LAMINA
SEPTIEMBRE 2017	PIURA	HUANCABAMBA	HUANCABAMBA	D-09
ESCALA	DIBUJO	DISEÑO	APROBACIÓN	
ESCALA INDICADA	JAVIER NUÑEZ	JAVIER NUÑEZ	ING. ALBERTO BENGOA	