

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL.

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL.

**DISEÑO DE ALTERNATIVAS TÉCNICAS EN LA
TRANSFORMACIÓN DEL RIEGO SUPERFICIAL POR
INUNDACIÓN A RIEGO TECNIFICADO MODULAR. CASO DE
ANÁLISIS: ÓVALO TUNGA, SISTEMA DE RIEGO MOCHA-
HUACHI.**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL
MENCIÓN HIDRÁULICA.**

CARLOS ANDRÉS SÁNCHEZ ALTAMIRANO.
carlossanchez603@hotmail.com

DIRECTOR: M. Sc. Ing. XIMENA HIDALGO
ximena.hidalgob@gmail.com
CODIRECTOR: Ir. GERBEN GERBRANDIJ
pact.gerben@gmail.com

Quito, febrero de 2013

DECLARACIÓN

Yo Carlos Andrés Sánchez Altamirano declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

CARLOS SÁNCHEZ

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Carlos Andrés Sánchez Altamirano, bajo mi supervisión.

ING. XIMENA HIDALGO

DIRECTOR DE PROYECTO

IR. GERBEN GERBRANDIJ

**Co-DIRECTOR DE
PROYECTO**

AGRADECIMIENTOS

A Gerben por su tiempo, paciencia, apertura, guía y enseñanzas.

A la Ing. Ximena Hidalgo por su colaboración y guía.

A la Ing. Natalia Valencia por sus observaciones oportunas.

A Belén mi amiga del alma.

DEDICATORIA

A mis padres, por brindarme todo su apoyo y compresión.

A Tatiana y Leonardo, mi compañía y motivación.

A mis hermanas y resto de familia, quienes siempre estuvieron junto a mi cuando los necesité.

CONTENIDO

DECLARACIÓN	1-II
AGRADECIMIENTOS.....	1-IV
DEDICATORIA.....	1-V
LISTA DE TABLAS.....	1-IX
LISTA DE TABLAS.....	1-X
LISTA DE ECUACIONES.....	1-XI
LISTA DE MAPAS.....	1-XI
LISTA DE IMÁGENES	1-XII
LISTA DE GRÁFICOS.....	1-XIII
LISTA DE GRÁFICOS.....	1-XIV
LISTA DE ANEXOS.	1-XV
RESUMEN	1-XVII
ABSTRACT	1-XVIII
PRESENTACIÓN	1-XIX
BIBLIOGRAFÍA	116
 CAPÍTULO 1:	 1
1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 OBJETIVO GENERAL.....	3
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	3
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO DE UN SISTEMA DE RIEGO.....	4
2.1 SUELOS AGRÍCOLAS	8
2.1.1 PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS SUELOS AGRÍCOLAS.....	9
2.1.2 PROPIEDADES QUÍMICAS DE LOS SUELOS.	15
2.2 LOS CULTIVOS	16

2.2.1 REQUERIMIENTO DE AGUA DE LOS CULTIVOS	16
2.2.2 ETAPAS DE CRECIMIENTO DE LOS CULTIVOS	16
2.2.3 EVAPOTRANSPIRACIÓN.....	18
2.3 MÉTODOS DE RIEGO.....	26
2.3.1 RIEGO SUPERFICIAL	27
2.3.2 RIEGO POR ASPERSIÓN.....	30
2.3.3 RIEGO POR GOTEO	33
2.3.4 RIEGO POR MICROASPERSIÓN.....	35
2.4 CONCEPTOS DE HIDRÁULICA	38
2.4.1 CAUDAL.....	38
2.4.2 PRESIÓN.....	39
2.4.3 NÚMERO DE REYNOLDS.....	40
2.4.4 PÉRDIDAS DE ENERGÍA.....	41
2.4.5 ECUACIÓN GENERAL DE LA ENERGÍA.....	43
2.5 REDES HIDRÁULICAS.....	45
2.5.1 REDES HIDRÁULICAS ABIERTAS	45
2.6 EL PROGRAMA EPANET	46
2.7 BALANCE HÍDRICO.....	47
CAPÍTULO 3: EL ÓVALO TUNGA, RAMAL SAN PEDRO.....	49
3.1 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	49
3.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	49
3.3 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO.....	50
3.4 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA.	51
3.4.1 TOPOGRAFÍA.....	53
3.4.2 CLIMA.	53
3.4.3 POBLACIÓN.....	56
3.4.4 PRODUCCIÓN.....	56
3.4.5 CAUDAL EN EL RAMAL	58
3.5 CATASTRO DE BENEFICIARIOS.....	65
3.6 SITUACIÓN ACTUAL EN EL ÓVALO TUNGA.....	65

3.6.1 DISTRIBUCIÓN DEL AGUA DE RIEGO	65
3.6.2 MÉTODOS DE RIEGO.....	66
3.6.3 TURNOS DE RIEGO.....	66
3.6.4 ADMINISTRACIÓN DEL RIEGO.....	67
3.6.5 PROBLEMAS EXISTENTES.....	68
3.7 CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN.....	68
3.8 BALANCE HÍDRICO.....	71
3.9 ALTERNATIVAS TÉCNICAS PARA LA TRANSFORMACIÓN.....	75
3.9.1 ALTERNATIVA CON CAUDALES FIJOS.....	75
3.9.2 ALTERNATIVA CON POSICIÓN EMISOR.	83
3.10 DISEÑO HIDRÁULICO.	90
3.10.1 DISEÑO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE RIEGO COLECTIVO.....	90
3.10.2 DISEÑO HIDRÁULICO DE LOS SISTEMAS DE RIEGO PARCELARIO.....	94
CAPÍTULO 4: DISEÑO HIDRÁULICO Y COSTOS.	95
4.1 DISEÑO DEL RESERVORIO.	95
4.2 DISEÑO DE LA RED PRINCIPAL.	96
4.3 DISEÑO DE LA RED PRINCIPAL A BOMBEO Y SU ESTACIÓN.	97
4.4 DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE RIEGO TECNIFICADO.	100
4.4.1 DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN.	100
4.4.2 DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO POR MICROASPERSIÓN.	102
4.4.3 DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO.	104
4.5 COSTOS.	106
4.5.1 COSTOS COMO RIEGO COLECTIVO.	106
4.5.2 COSTOS COMO RIEGO INDIVIDUAL.....	107
4.6 BENEFICIOS.....	108
CAPÍTULO 5.	112
5.1 CONCLUSIONES.....	112
5.2 RECOMENDACIONES.....	115

LISTA DE TABLAS

TABLA 2.1: UBICACIONES DE LOS SITIOS DE TOMA DE MUESTRAS DE SUELO	10
TABLA 2.2: CLASIFICACIÓN DEL SUELO SEGÚN PH	15
TABLA 2.3: COMPARACIÓN DE LOS SISTEMAS DE RIEGO TECNIFICADO..	37
TABLA 2.4: RANGO DE VELOCIDADES PARA TUBOS DE PVC	46
TABLA 3.1: DERECHOS DE RIEGO	51
TABLA 3.2: ÁREA REGABLE	52
TABLA 3.3: PRODUCCIÓN DEL RAMAL SAN PEDRO	56
TABLA 3.4: COSTOS Y BENEFICIOS DE LA PRODUCCIÓN ANTES DEL PROYECTO	57
TABLA 3.5: COSTOS Y BENEFICIOS DE LA PRODUCCIÓN CON RIEGO TECNIFICADO.....	57
TABLA 3.6: CAUDAL EN EL RAMAL	59
TABLA 3.7: CAUDAL CARACTERÍSTICO	60
TABLA 3.8: INDICADORES ESTADÍSTICOS DEL CAUDAL EN EL ÓVALO.....	61
TABLA 3.9: DATOS PARA LA CDG.....	64
TABLA 3.10: TURNOS DE RIEGO ANTES DEL PROYECTO.....	67
TABLA 3.11: EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL	70
TABLA 3.12: CÉDULA DE CULTIVOS.....	72
TABLA 3.13: BALANCE HÍDRICO	73
TABLA 3.14: VALORES DE CAUDALES EN ALTERNATIVA CON CAUDALES FIJOS.....	76
TABLA 3.15: EJEMPLO DE ASIGNACIÓN DE CAUDAL	77
TABLA 3.16: LLAVE DE CONVERSIÓN CON CAUDALES FIJOS.....	77
TABLA 3.17: APLICACIÓN DE LA LLAVE DE CONVERSIÓN CON CAUDALES FIJOS	77
TABLA 3.18: EJEMPLO DE ASIGNACIÓN DE HORARIOS CON CAUDALES FIJOS	80
TABLA 3.19: RELACIONES ENTRE ASPERSORES	86

LISTA DE TABLAS

TABLA 3.20: HOJA DE CÁLCULO PARA DEFINIR LA LLAVE DE CONVERSIÓN CON POSICIÓN-ASPERSOR.....	87
TABLA 3.21: LLAVE DE CONVERSIÓN PARA POSICIÓN-ASPERSOR.....	88
TABLA 4.1: DIMENSIONES DEL RESERVORIO.	95
TABLA 4.2: CRITERIOS DE DISEÑO DE LA RED PRINCIPAL	96
TABLA 4.3: VOLÚMENES DE OBRA.	99
TABLA 4.4: COSTOS DE LOS SISTEMAS DE RIEGO TECNIFICADO EN RIEGO COLECTIVO.	106
TABLA 4.5: COSTOS DE LOS SISTEMAS COMO RIEGO INDIVIDUAL.	107
TABLA 4.6: COMPARACIÓN DE COSTOS ENTRE RIEGO INDIVIDUAL Y RIEGO COLECTIVO.	108
TABLA 4.7: ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN ANTES DEL PROYECTO.	108
TABLA 4.8: ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA PRODUCCIÓN CON EL PROYECTO.	110
TABLA 4.9: ANÁLISIS ECONÓMICO EN LOS PREDIOS DISEÑADOS.	111

LISTA DE ECUACIONES

ECUACIÓN 2.1: ESPACIO POROSO.....	13
ECUACIÓN 2.2: DENSIDAD REAL.....	13
ECUACIÓN 2.3: DENSIDAD APARENTE.....	14
ECUACIÓN 2.4: ECUACIÓN FAO PENMAN-MONTIETH	21
ECUACIÓN 2.5: EVAPOTRANSPIRACIÓN DE UN CULTIVO.....	22
ECUACIÓN 2.6: CAUDAL Ó CONTINUIDAD	38
ECUACIÓN 2.7: PRESIÓN EN UNA SUPERFICIE.	39
ECUACIÓN 2.8: PRESIÓN MANOMÉTRICA.....	39
ECUACIÓN 2.9: NÚMERO DE REYNOLDS PARA TUBOS CIRCULARES.....	40
ECUACIÓN 2.10: PÉRDIDAS DE ENERGÍA.....	42
ECUACIÓN 2.11: FACTOR F DE SWAMEE Y JAIN.....	42
ECUACIÓN 2.12: ENERGÍA POTENCIAL	43
ECUACIÓN 2.13: ENERGÍA CINÉTICA.....	43
ECUACIÓN 2.14: ENERGÍA DE FLUJO.....	44
ECUACIÓN 2.15: ECUACIÓN DE BERNOULLI	44
ECUACIÓN 2.16: ECUACIÓN GENERAL DE LA ENERGÍA.....	45
ECUACIÓN 2.17: BALANCE HÍDRICO.....	47
ECUACIÓN 3.1: ESTIMACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN EFECTIVA.....	72

LISTA DE MAPAS

MAPA 2.1: SITIOS DE TOMA DE MUESTRA DE SUELO.....	10
MAPA 3.1: UBICACIÓN DEL RAMAL SAN PEDRO	51
MAPA 3.2: UBICACIÓN DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA.....	69

LISTA DE IMÁGENES

IMAGEN 2.1: SITIOS DE TOMA DE MUESTRA DE SUELO.....	9
IMAGEN 2.2: RIEGO POR SURCOS.	28
IMAGEN 2.3: RIEGO POR ASPERSIÓN.....	31
IMAGEN 2.4: MICROASPERCIÓN.....	36
IMAGEN 3.1: ESTRUCTURA DE CAPTACIÓN.....	59
IMAGEN 3.2: AFOROS EN EL RAMAL SAN PEDRO.....	60
IMAGEN 3.3: DISTRIBUCIÓN DEL AGUA DE RIEGO DENTRO DEL RAMAL....	65
IMAGEN 3.4: MÉTODOS DE RIEGO EXISTENTES.	66
IMAGEN 4.1: ASPERSOR NELSON R33.....	100
IMAGEN 4.2: MICROASPERSOR NELSON R5	102
IMAGEN 4.3: CINTA DE GOTEO DRIPNET PC 16250.	105

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1.1: EL RIEGO Y SUS FUENTES EN EL ECUADOR	1
GRÁFICO 1.2: SISTEMAS DE RIEGO EN LA SIERRA.	2
GRÁFICO 2.1 : COMPOSICIÓN DEL SUELO.	9
GRÁFICO 2.2: TRIÁNGULO TEXTURAL DE LA USDA.....	11
GRÁFICO 2.3: ETAPAS DE CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS.	16
GRÁFICO 2.4: COEFICIENTES DE CULTIVO Kc.....	24
GRÁFICO 2.5: RANGOS DE Kc EN LAS ETAPAS DE CRECIMIENTO.	24
GRÁFICO 2.6: VALORES DE Kc INICIAL.....	25
GRÁFICO 2.7: AJUSTE PARA Kc MED.....	25
GRÁFICO 2.8: SURCOS PARA SUELO ARENOSO.	29
GRÁFICO 2.9: SURCOS PARA SUELOS ARCILLOSO.	29
GRÁFICO 2.10: SURCOS CON CAMAS.....	29
GRÁFICO 2.11: PATRÓN DE HUMEDECIMIENTO IDEAL EN SURCOS.	30
GRÁFICO 2.12: PATRON DE HUMEDECIMIENTO EN ASPERSION.....	32
GRÁFICO 2.13: PATRON DE HUMEDECIMIENTO DE ARENA Y ARCILLA.	34
GRÁFICO 3.1: DISTRIBUCIÓN POR ÁREAS DE LOS PREDIOS CON DERECHO A RIEGO.	52
GRÁFICO 3.2: TEMPERATURA MÁXIMA Y MÍNIMA PROMEDIO MENSUAL. ...	54
GRÁFICO 3.3: HUMEDAD RELATIVA.	54
GRÁFICO 3.4: PRECIPITACIÓN MENSUAL EN LA ESTACIÓN.....	55
GRÁFICO 3.5: HORARIO DE ENTREGA DE AGUA EN EL RAMAL.	58
GRÁFICO 3.6: AFORADOR OTT.	60
GRÁFICO 3.7: CAUDAL MEDIO Y PRECIPITACIÓN CONFiable.....	62
GRÁFICO 3.8: CAUDALES MEDIDOS VS. PRECIPITACIÓN.....	63
GRÁFICO 3.9: CURVA DE DURACIÓN GENERAL.	64
GRÁFICO 3.10: EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL.....	71
GRÁFICO 3.11: CULTIVOS DE LA ZONA.....	72
GRÁFICO 3.12: BALANCE HÍDRICO EN EL RAMAL SAN PEDRO.	74
GRÁFICO 3.13: BALANCE HÍDRICO DE LOS CULTIVOS.....	75

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 3.14: NÚMERO DE PREDIOS VS. DURACION DE RIEGO EN MINUTOS POR CADA SECTOR ANTES DEL PROYECTO	81
GRÁFICO 3.15: NÚMERO DE PREDIOS VS. DURACION DE RIEGO EN HORAS POR CADA SECTOR CON EL PROYECTO.....	81
GRÁFICO 3.16: TASAS DE APLICACIÓN EN CADA SECTOR.....	82
GRÁFICO 3.17: TURNOS DE POSICIÓN-ASPERSOR.....	89
GRÁFICO 3.18: TURNOS DE POSICIÓN-ASPERSOR 2.....	89
GRÁFICO 4.1: RED PRINCIPAL	97
GRÁFICO 4.2: GRAFICO RED CON BOMBEO.....	99
GRÁFICO 4.3: PREDIO CON RIEGO POR ASPERSIÓN.....	101
GRÁFICO 4.4: PREDIO CON RIEGO POR MICROASPERSIÓN.....	103
GRÁFICO 4.5: PREDIO CON RIEGO POR GOTEOS	105

LISTA DE ANEXOS.

ANEXO 1: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO.....	120
ANEXO 2: PLANOS DE PREDIOS.....	124
ANEXO 3: TOPOGRAFÍA DEL ÁREA.....	126
ANEXO 4: CATASTRO DE BENEFICIARIOS.....	128
ANEXO 5: TURNOS DE RIEGO EN EL RAMAL SAN PEDRO ANTES DEL PROYECTO.....	132
ANEXO 6: BALANCE HÍDRICO DE LOS CULTIVOS.....	137
ANEXO 7: SECTORES DE RIEGO.....	144
ANEXO 8: HORARIOS CON ALTERNATIVA DE CAUDALES FIJOS.....	146
ANEXO 9: HORARIOS CON ALTERNATIVA DE PERÍODO-POSICIÓN.....	153
ANEXO 10: CÁLCULOS DEL RESERVORIO.....	164
ANEXO 11: PLANO DEL RESERVORIO.....	167
ANEXO 12: REPORTES DE LA MODELIZACIÓN DE LA RED PRINCIPAL.....	169
ANEXO 13: PLANO DE LA RED.....	181
ANEXO 14: RESULTADO DE LA MODELIZACIÓN RED CON BOMBEO 10 HP.....	193
ANEXO 15: CÁLCULO DE LA ALTURA DE BOMBEO 10 HP.....	195
ANEXO 16: CÁLCULO DE LA ALTURA Y COSTO DEL BOMBEO DESPUÉS DEL REORDENAMIENTO.....	199
ANEXO 17: RESULTADO DE LA MODELIZACIÓN RED CON BOMBEO DE 7 HP.....	204
ANEXO 18: CÁLCULOS DEL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN.....	206
ANEXO 19: PLANO DEL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN.....	211
ANEXO 20: CÁLCULOS DEL SISTEMA DE RIEGO POR MICRO ASPERSIÓN.....	213
ANEXO 21: PLANO DEL SISTEMA DE RIEGO POR MICRO ASPERSIÓN.....	221
ANEXO 22: CÁLCULOS DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEÓ.....	224
ANEXO 23: PLANO DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEÓ.....	227
ANEXO 24: COSTOS DE LOS SISTEMAS DE RIEGO CON TECNIFICACIÓN COLECTIVA.....	229

LISTA DE ANEXOS.

ANEXO 25: COSTOS DE LOS SISTEMAS DE RIEGO CON TECNIFICACIÓN INDIVIDUAL.....	231
---	-----

RESUMEN

El ramal San Pedro del óvalo de riego Tunga, perteneciente al sistema de riego Mocha-Huachi, tiene una extensión de 120 Has y 286 predios, los mismos que tradicionalmente recibían su agua de riego desde un canal abierto, para posteriormente ser aplicada a los cultivos mediante surcos.

El presente trabajo de titulación busca plantear alternativas técnicas que posibiliten la transformación de riego superficial por inundación, a riego tecnificado, las dos se basan en el cambio del método de distribución de monoflujo a multiflujo, es decir, de distribuir el caudal total a un solo predio a distribuir varios caudales pequeños en varios predios simultáneamente, a través de una red de tuberías a presión. Para la primera alternativa se adoptaron caudales fijos y se determinaron los tiempos de riego que conservarían el derecho de agua de riego de cada usuario. El segundo método se basa en la aplicación de una llave de conversión que transforma los derechos de agua dados en tiempo a su equivalente de aspersores y posiciones (posición-aspersor).

A partir de la segunda alternativa se desarrolló el diseño la red de distribución principal y los diseños de los sistemas de riego dentro de las parcelas, para con estos datos realizar el cálculo y comparación de costos entre las opciones de riego parcelario y riego colectivo.

ABSTRACT

The San Pedro branch of the Tunga irrigation module, belongs to the Mocha-Huachi irrigation system, and covers an area of 120 ha and 286 lots. Farmers have traditionally received their irrigation water from an open channel, and applied it to the crops through furrows.

This project seeks to propose technical alternatives that enable the change from surface irrigation by flooding, to modern irrigation techniques, both are based on the change of distribution method from single flow to multi flow, in other words, from distributing the total flow to a single farm to distribute several small flows in several properties simultaneously, through a pressurized pipe network. For the first alternative fixed flow rates were adopted. Later with the flow rate, the time for each farmer, that keeps the initial water right, was determined. The second method is based on the application of a conversion key, which transforms water rights given in time units to the equivalent of sprinklers and positions (position-sprinkler).

Since the second alternative was easier to implement the design of the main distribution network was according to this alternative. Finally this project presents the designs for the irrigation systems within the lots, with calculation and comparison of costs between farm irrigation and collective irrigation.

PRESENTACIÓN

El presente proyecto de titulación busca generar alternativas que posibiliten transformar el riego superficial a riego tecnificado para el ramal San Pedro del óvalo Tunga, considerando: su patrón de cultivo, la oferta hídrica, y la problemática existente.

Se presentan dos alternativas, de las cuales se escoge una, basados en la facilidad de implementación y control, para a partir de esta desarrollar el diseño hidráulico y el cálculo de costos.

En el primer capítulo se presenta una breve introducción de la situación de riego en Ecuador.

En el segundo capítulo se presenta un breve resumen de la revisión bibliográfica de los conceptos sobre suelos, hidráulica e hidrología necesarios para el desarrollo de la presente tesis.

El tercer capítulo presenta los datos de la población; el análisis de los datos climáticos de la zona, y el patrón de cultivos, con los que se determina el requerimiento hídrico de los mismos, y se calcula el balance hídrico de la zona. Se diseña las alternativas para la transformación del riego que luego a partir de su análisis escoger la alternativa con posiciones-aspersores para el diseño hidráulico, por ser la más práctica y fácil de implementar.

En el capítulo cinco se realiza el diseño hidráulico de la red para el sistema de riego colectivo y las estructuras necesarias; se diseña también los sistemas de riego individuales y colectivos, presentando sus respectivos costos y una comparación entre el sistema colectivo y el individual o parcelario .

En el capítulo seis se recogen las conclusiones y recomendaciones obtenidas del desarrollo de la presente tesis.

CAPÍTULO 1.

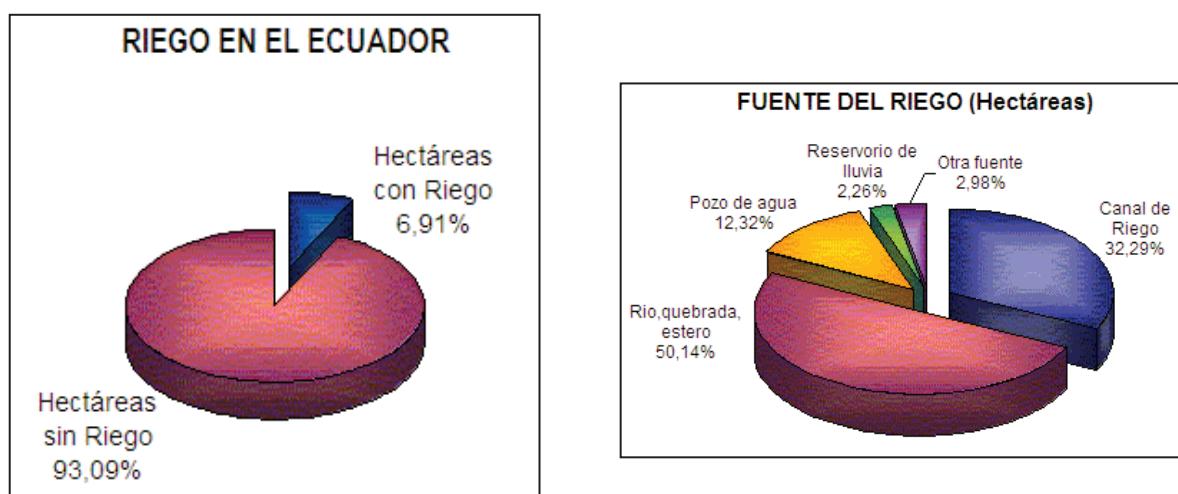
1.1 INTRODUCCIÓN

En el Ecuador la mayor parte del agua proviene de fuentes superficiales, de las cuales el 82% se destina a riego, 12% a uso doméstico, y 6% a uso industrial. (CNRH 2006).

Históricamente la gestión del riego en el Ecuador ha estado en las manos del estado y a cargo de las comunidades o individuos, no ha existido una regulación general que proporcione las políticas, las guías para las intervenciones y las responsabilidades de las partes involucradas. Se delegaba al estado la administración, operación y mantenimiento de los sistemas de riego, fomentando una posición paternalista y concentradora del mismo, en la que los agricultores no creaban un sentido de pertenencia.

Según el último censo nacional agropecuario el acceso al agua es por demás inequitativo:

GRÁFICO 1.1: EL RIEGO Y SUS FUENTES EN EL ECUADOR



FUENTE: Censo Nacional Agrícola, 2000

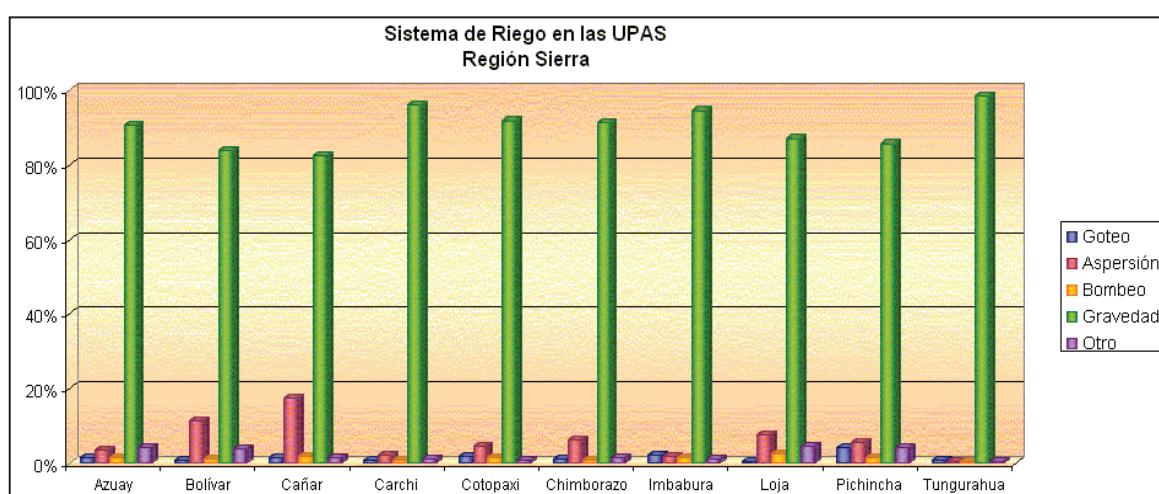
Asociado con el limitado acceso al agua que se tiene, la creciente demanda, los fenómenos climáticos extremos, cambios en el uso del agua y suelo, deforestación, avance de la frontera agrícola, y la contaminación crean una problemática compleja entorno al agua.

El desarrollo agrícola en el Ecuador en comparación con sus vecinos es mucho menor, encontrándose por debajo de la media mundial (FAOSTAT 2009), y se debe a la falta de políticas públicas para desarrollo agrario, y la comercialización de los productos.

Como se indicó anteriormente el riego es el sector que más agua consume, y esto lo hace mediante métodos a gravedad, que favorecen las pérdidas por infiltración, y no desarrollan un buen patrón de humedecimiento en la mayoría de los casos.

Ante la importancia que tiene el riego como una herramienta para una gestión integrada de los recursos hídricos, con el cambio de sistemas de riego superficial por sistemas de riego tecnificado, se busca mejorar la cantidad y calidad de la producción, ser capaces de regar más área con la misma cantidad de agua, y mediante inversión compartida crear un sentido de pertenencia por parte de los agricultores. Actualmente el uso de métodos de riego en la sierra ecuatoriana está de la siguiente manera:

GRÁFICO 1.2: SISTEMAS DE RIEGO EN LA SIERRA



Fuente: Censo Nacional Agrícola, 2000

En el GRÁFICO 1.2 se observa la distribución de los métodos de riego dentro de las provincias de la sierra del Ecuador; el método más utilizado en todas es el de riego por gravedad, en Tungurahua los métodos de goteo, aspersión, y bombeo juntos representan una cantidad menor al 10% dentro de la distribución.

Para llegar a una gestión integrada de los recursos hídricos se deben desarrollar modelos de gestión basados en los mismos principios, modelos que agrupen las necesidades de los agricultores, desde la fase de preparación de los proyectos, como es el caso de este proyecto, en donde se busca desarrollar una alternativa de riego tecnificado que reemplace al riego superficial pero a la vez tome en cuenta las inquietudes y necesidades de los agricultores.

1.2 OBJETIVO GENERAL

Contribuir a mejorar el uso del recurso hídrico y a su vez mejorar las condiciones de la agricultura campesina familiar de los regantes del óvalo Tunga, sistema de riego Mocha-Huachi mediante el diseño de alternativas técnicas en la transformación del riego superficial a riego tecnificado modular colectivo.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Establecer los costos de la transformación del riego superficial a riego tecnificado.

Establecer la diferencia de costos entre el riego tecnificado individual y colectivo modular.

Determinar el beneficio neto de una conversión de riego superficial a riego tecnificado.

Determinar el método de riego adecuado de acuerdo a las condiciones físicas de la parcela, y al plan de cultivos.

CAPÍTULO 2.

MARCO TEÓRICO DE UN SISTEMA DE RIEGO

Antes de abordar el marco teórico de un sistema de riego es necesario conocer algunas diferencias entre la tecnificación de riego a nivel individual y la tecnificación de sistemas colectivos de riego, las mismas que se desarrollarán en párrafos siguientes.

La actividad de riego se define como la acción de aplicar agua al suelo, para que sea aprovechada por los cultivos. Esta actividad se realiza a nivel de una parcela o una finca normalmente a nivel individual.

Salvo en el caso que el regante tenga una fuente propia de agua (por ejemplo en el caso de un pozo de agua dentro de la propiedad), la actividad de conducir el agua de la fuente hacia la parcela suele ser una actividad colectiva, pues la fuente de agua suele ser compartida por una multitud de usuarios que necesitan arreglos y acuerdos entre todos para que cada uno pueda acceder al agua en el caudal y volumen adecuado, con una frecuencia requerida por los cultivos. Por estos arreglos colectivos se denomina a los sistemas de riego como “sistemas colectivos de riego” (Hoogendam, 2010).

En sistemas grandes de riego se diferencian varios niveles de reparto y distribución de agua. A nivel primario se suele repartir el agua a unidades secundarias con una fracción del caudal total a tiempo completo (caudal continuo). Si los caudales a este nivel son manejables a nivel de parcela (< 50 l/s) se turna su uso entre usuarios uno por uno, de acuerdo al derecho que tiene cada usuario. De esta manera el agua sigue una rotación durante un ciclo que suele durar una a dos semanas (la frecuencia de riego) dependiendo del número de usuarios y el intervalo máximo entre dos aplicaciones de riego en un cultivo.

Unas de las diferencias principales entre riego superficial y riego por aspersión o goteo, es que en el riego por gravedad se suele utilizar caudales altos durante

tiempos cortos, mientras que en el riego tecnificado se deben aplicar caudales pequeños por cada dispositivo (aspersor o gotero) durante tiempos prolongados.

Para tecnificar el riego a nivel individual el regante tiene dos opciones:

- i. Adquirir el suficiente número de dispositivos para poder administrar todo el caudal de su turno durante el tiempo que dure este turno. En este caso la duración del turno debe ser lo suficientemente largo para poder abastecer los cultivos con suficiente agua (normalmente > 3 horas).
- ii. Almacenar su turno de agua en un reservorio en su propiedad para aplicar todo el volumen del turno en cantidades pequeñas a través de un sistema de bombeo durante tiempos prolongados.

En la tecnificación a nivel individual se suele optar por la segunda opción.

En la conversión de fincas individuales, el acondicionamiento para riego tecnificado implica: la construcción de un reservorio en la parcela para almacenar agua con el fin de dar más aplicaciones, acortando el intervalo entre ellas, el montaje de un equipo de bombeo con filtro y la instalación de líneas de goteros.

En la práctica se nota que esta conversión se da casi exclusivamente hacia goteo y solo donde hay condiciones para la producción de cultivos de alta rentabilidad (al aire abierto: fresa, mora, cítricos y en invernadero: tomate (de pie y riñón), flores, fresa).

Frente a tales emprendimientos individuales, la conversión colectiva de un módulo a riego tecnificado tiene las siguientes ventajas:

- Permite que todos los usuarios (o una mayoría de ellos) convierta su método de riego superficial a riego tecnificado (aspersión o goteo), y no solo los más pudientes.

- Combina la mayor eficiencia en la aplicación con ahorro de agua en la red de distribución.
- Evita costosos arreglos de acondicionamiento en cada parcela individual (reservorio, bomba).
- Faculta aprovechar a escala máxima los desniveles topográficos para generar la presión necesaria en la red, así abaratando los costos de operación y reduciendo el consumo de energía eléctrica.
- Da la opción a los agricultores de elegir el método de riego tecnificado más adecuado para sus condiciones particulares.
- Genera un ahorro económico regional en cuanto a costos de instalación y operación del riego tecnificado.
- Permite un adecuado reparto entre la inversión pública y privada; la inversión pública se limita a las redes colectivas de distribución, mientras que la inversión privada financia las instalaciones en parcela.
- Conduce vía emprendimientos colectivos a un ahorro importante de agua y un salto significativo en la productividad regional del agua.

Componentes del riego tecnificado colectivo:

La conversión de un módulo a riego tecnificado tiene como meta generar una red de reparto de agua bajo presión, a la que los usuarios puedan conectar los emisores de su conveniencia (aspersores, microaspersores, goteros) y que entregue el agua con intervalos adecuados para las respectivas aplicaciones a los cultivos.

La parte colectiva de la red de riego tecnificado en un módulo consiste de los siguientes componentes:

- Desarenador y/o filtro (dependiente de la carga sólida en el agua; en muchos módulos un filtro grueso antes de la entrada a la matriz parece suficiente).
- Cámara de carga o reservorio con dispositivo de carga.
- Bomba (en los sistemas que no cuentan con suficiente presión natural).

- Red de tuberías, consistiendo de una a varias matrices y tuberías laterales.
- Reguladoras de presión: válvulas o cámaras rompepresión (en caso de que la presión estática exceda presión de trabajo de las tuberías instaladas).
- Válvulas de control para controlar el caudal hacia distintos sectores / matrices / laterales.
- Hidrantes, que son los puntos de entrega a los usuarios, que se colocarán de acuerdo con el emplazamiento de las parcelas.
- Hidrómetros para medir el volumen de agua entregado en cada hidrante (en caso de que se quiere hacer un control volumétrico del reparto).

Dentro de las parcelas particulares, los agricultores deben instalar los siguientes componentes propios:

En caso de aspersión:

- Red de tuberías fijas con elevadores para los aspersores o líneas móviles con aspersores.
- Solo en caso de microaspersión se requiere un filtro adicional.

En caso de goteo:

- Regulador de presión, para reducir la presión de entrega desde la red a una menor presión de trabajo para el goteo.
- Sistema de filtrado.
- Sistema de fertiriego (inyección de fertilizantes u otros agroquímicos).
- Depósito, para almacenar una parte del volumen entregado en caso de recibir agua con intervalos demasiado largos.
- Bomba, para poder usar el agua almacenada.

La idea inicial es que los costos de la infraestructura colectiva pueden ser, en parte, cubiertas por la inversión pública, mientras que los costos de las instalaciones en parcela deben ser pagados por los propios agricultores.

También en las inversiones colectivas debe haber un aporte de los usuarios cuyo alcance se puede establecer como un porcentaje fijo de la inversión o

determinarse sobre la base de una evaluación específica de la capacidad de pago de los beneficiarios.

Entonces el riego individual se refiere a aquel que realiza el agricultor dentro de su parcela, para lo cual ha debido construir toda la infraestructura necesaria dentro de la parcela y algunas veces fuera de esta, en el riego individual los usuarios reciben su derecho de agua como una rotación del caudal en monoflujo; mientras que el riego colectivo se caracteriza porque el caudal se entrega en forma de multiflujo, con un intervalo entre riegos menor que con el riego individual, e infraestructura común para todos los usuarios inscritos dentro de un sistema de riego mayor.

El riego en la sierra sea este individual o colectivo, está afectado por una serie de características, tales como: la agrupación de pequeños agricultores con tenencia de terrenos entre 0,1 y 3 ha, terrenos irregulares en forma, límites y topografía, y no siempre pero si un tanto frecuente parcelas con acceso abierto, además de torpeza y descuido en el mantenimiento rutinario por parte de los usuarios, todas estas condiciones hacen del proceso de transformación a riego colectivo un tanto problemático, delicado y susceptible a la voluntad popular.

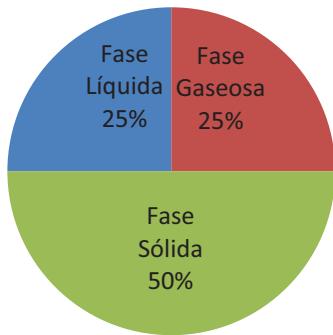
Para entender el funcionamiento de un sistema de riego tecnificado, resulta útil una rápida referencia tanto del suelo, las plantas y el agua. A continuación se presenta en forma resumida los conceptos que se consideraran relevantes para este proyecto de titulación.

2.1 SUELOS AGRÍCOLAS

El suelo es el medio de crecimiento de las plantas, les sirve de soporte, y extraen de este todos los nutrientes y el agua que necesitan.

Están compuestos principalmente de minerales, materia orgánica, agua y aire, de estos, el agua y el aire ocupan aproximadamente la mitad de su volumen.

GRÁFICO 2.1 : COMPOSICIÓN DEL SUELO.



Fuente: Apuntes de riego

2.1.1 PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS SUELOS AGRÍCOLAS

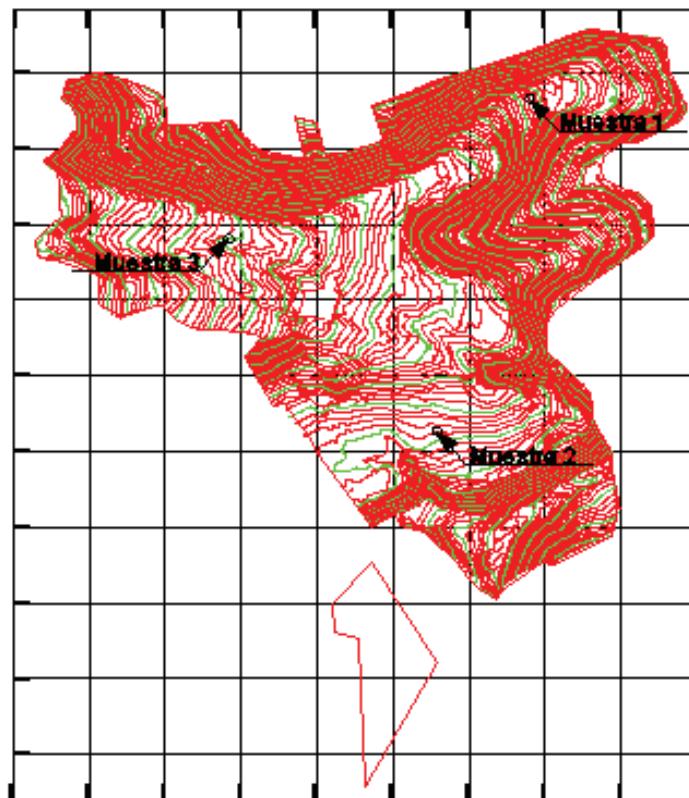
Dentro de un sistema de riego una parte importante es el suelo, su comportamiento es función de sus propiedades físicas.

Para determinar las propiedades físicas del área de estudio se recogieron tres muestras de suelo, dentro del área del proyecto, en las ubicaciones que se muestran en el MAPA 2.1 y en la TABLA 2.1, las mismas que fueron obtenidas en parcelas cuyos dueños tienen derecho al agua de riego, en el noroeste, noreste y al sur del proyecto. A estas se les realizó un examen granulométrico, cuyos resultados se pueden observar en el ANEXO 1. A partir de estos resultados y de tablas de propiedades físicas de los suelos en función de la textura se pueda estimar el resto de las mismas.

IMAGEN 2.1: SITIOS DE TOMA DE MUESTRA DE SUELO.



Fuente: Módulo de riego Tunga

MAPA 2.1: SITIOS DE TOMA DE MUESTRA DE SUELO.

Elaboración: Carlos Sánchez.

TABLA 2.1: UBICACIONES DE LOS SITIOS DE TOMA DE MUESTRAS DE SUELO.

Muestra	Norte (m)	Este (m)
1	9849531.48	765958.58
2	9848652.05	765484.68
3	9849162.67	765166.74

Elaboración: Carlos Sánchez.

2.1.1.1 Color

El color del suelo es una propiedad fácilmente identificable, y puede servir como guía para la interpretación de las condiciones de otras propiedades, varía con el

contenido de humedad, y la cantidad de materia orgánica; si el suelo tiene un color oscuro y cuanto más negro, más productivo será.

El color de las muestras recogidas era oscuro, casi negro evidenciando un alto contenido de materia orgánica.

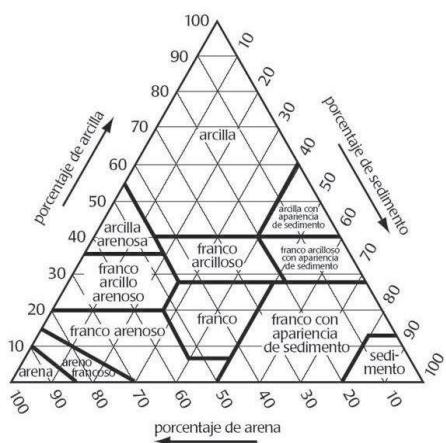
2.1.1.2 Textura

La textura de un suelo es una propiedad permanente y está determinada por el tamaño predominante de las partículas que lo conforman. Se identifican 3 variedades de partículas: arena, limo y arcilla. Se dice que un suelo arenoso tiene textura gruesa, un arcilloso tiene textura fina, un suelo con cantidades similares de arena, limo y arcilla, llamado también franco tiene textura media.

La textura de un suelo interviene directamente en el movimiento del agua en el suelo y la circulación del aire por lo que condiciona la cantidad de agua que se puede almacenar en un espesor de suelo cualquiera.

Para determinar la textura de un suelo el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos diseñó el triángulo textural en función de las cantidades de contenidos de partículas, así:

GRÁFICO 2.2: TRIÁNGULO TEXTURAL DE LA USDA



Fuente: <http://platea.pntic.mec.es/~jpascual/globe/PROTOCOLOS/ProtocoloSueloweb.htm>

De acuerdo con las pruebas de granulometría (Ver ANEXO 1 Análisis Granulométrico) las muestras de suelo se encuentran dentro del rango de los franco arenosos y arenos fracos.

La muestra 1 y la 3 son franco arenosas, mientras que la 2 es arenos fracos, pero por la similitud de propiedades físicas entre suelos franco arenosos y arenos fracos, además de la manera aleatoria en que se tomaron las muestras se decide clasificar toda el área como franco arenosa.

2.1.1.3 Estructura

La estructura de un suelo, es una propiedad dinámica y se refiere a cómo se encuentran organizadas las partículas que lo conforman.

La estructura de un suelo afecta el ingreso y movimiento de agua en el suelo, penetración de las raíces y disponibilidad de elementos nutritivos.

Según inspección visual al momento de tomar las muestras, el suelo presenta una estructura entre granular y migajosa, que permiten una buena aireación, y fácil penetración del agua

2.1.1.4 Permeabilidad

La permeabilidad de un suelo se define como la velocidad de flujo bajo el gradiente o pendiente hidráulica unitaria, en la cual la fuerza es de un kilogramo por kilogramo de agua Israelsen (1965).

Con la textura franco arenosa, según Hoogendam y Ríos la permeabilidad instantánea está entre 50 y 75 mm/h.

2.1.1.5 Espacio poroso

Se define como espacio poroso a la relación entre el espacio que dejan las partículas del suelo y el volumen del mismo.

Al espacio poroso se lo conoce también como porosidad, es una propiedad que cambia a medida que cambia la estructura, es una propiedad importante porque influye en la capacidad de retención del agua, en el enraizamiento de las plantas y sobre el movimiento del aire y el agua en el suelo.

El espacio poroso se calcula con la siguiente fórmula:

$$n = 100 \left(1 - \frac{D_a}{D_r} \right) \quad (2.1)$$

donde:

n: porosidad

Da: densidad aparente

Dr: densidad real.

El espacio poroso según Yagüe (1998) de un suelo franco arenoso está entre 40% y 47%.

2.1.1.6 Densidad real

Se llama densidad real a la relación entre el peso de los sólidos secos (W_s) y el volumen de los sólidos secos (V_s), es una propiedad intrínseca de los suelos y no varía si cambia la estructura. Se expresa en las siguientes dimensiones: $[ML^{-3}]$

Se determina por la fórmula:

$$Da = \frac{W_s}{V_s} \quad (2.2)$$

La densidad de sólidos para el suelo muestreado está entre 2.3 y 2.6 g/cm³.

2.1.1.7 Densidad aparente.

Se llama densidad aparente a la relación entre el peso de los sólidos secos (W_s) y el volumen total de la muestra de suelo (V_T). Esta propiedad varía si se producen

cambios en la estructura del suelo. Se expresa en las siguientes dimensiones: $[ML^{-3}]$

Se determina por la fórmula:

$$Dr = \frac{ws}{V_T} \quad (2.3)$$

La densidad aparente para el suelo del área de estudio varía entre 1.4 y 1.6 g/cm³.

2.1.1.8 Profundidad efectiva

La profundidad efectiva de un suelo es la altura del mismo, en el que las raíces pueden penetrar sin dificultad para obtener el agua y los nutrientes que necesitan para su desarrollo.

La profundidad efectiva del sector según mediciones en campo está entre 50 y 100 cm.

2.1.1.9 Capacidad de campo

La capacidad de campo es una medida de la humedad del suelo después de haberle aplicado agua abundantemente y que haya drenado libremente.

De acuerdo a Yagüe (1998) la capacidad de campo de un suelo franco arenoso está entre 10 y 18 % de su peso seco.

2.1.1.10 Marchitez permanente

El punto de marchitez permanente es el contenido de humedad del suelo en el cual las plantas no aprovechan el agua ni pueden recuperarse, incluso cuando son sometidas a una atmósfera saturada. Normalmente se expresa como un porcentaje del suelo seco.

El punto de marchitez permanente para el suelo del área de estudio según Yagüe (1998) está entre 4 y 8% de peso del agua respecto del peso seco.

2.1.2 PROPIEDADES QUÍMICAS DE LOS SUELOS

2.1.2.1 Potencial Hidrógeno

El potencial hidrógeno, o también conocido como pH es una medida de la acidez del suelo, y se refiere a la concentración de iones de hidrógeno dentro de este. El PH se mide a través de una escala que se presenta a continuación:

TABLA 2.2: CLASIFICACIÓN DEL SUELO SEGÚN PH

PH	Interpretación
<5.2	Muy ácido
5.3 – 6.4	Ácido
6.5 – 7.1	Neutro
7.2 – 8.3	Alcalino
>8.4	Muy Alcalino

Fuente: Apuntes de riego

La gran mayoría de plantas requiere un pH neutro para su desarrollo, siendo esta una propiedad variable con el tiempo, se la puede modificar mediante el uso de ácidos o de sales.

2.1.2.2 Materia Orgánica

El contenido de materia orgánica en un suelo es un factor que afecta su estructura, color, y fertilidad. Lo recomendable para un suelo es que contenga entre el 5 y 20% de materia orgánica.

El contenido de materia orgánica en el sitio del proyecto está entre 5% y 8% (Informe Principal del Proyecto Tunga, 2012).

2.2 LOS CULTIVOS

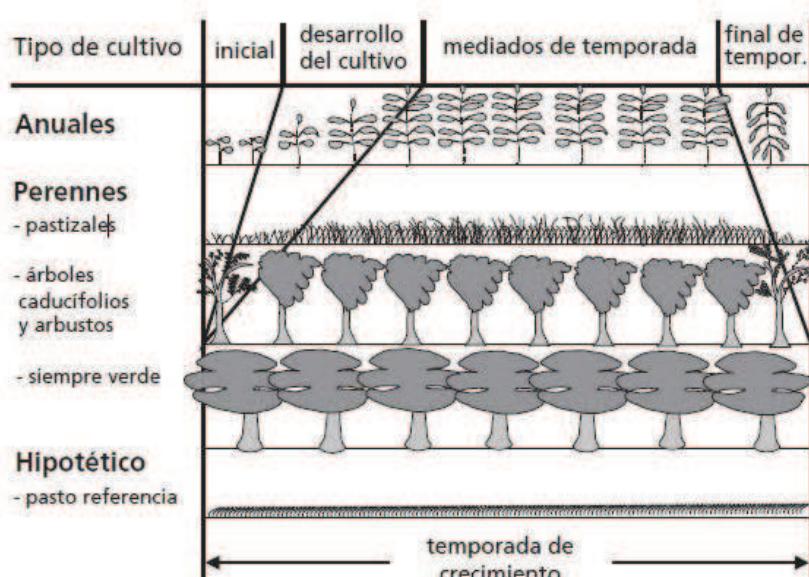
2.2.1 REQUERIMIENTO DE AGUA DE LOS CULTIVOS

El requerimiento de agua de los cultivos se debe en mayor parte a la transpiración, ya que la cantidad de agua utilizada en este proceso es mayor que la almacenada y la usada para la fotosíntesis, durante el crecimiento de los cultivos el requerimiento de agua va cambiando acorde a la etapa de crecimiento en la que esta se encuentren.

2.2.2 ETAPAS DE CRECIMIENTO DE LOS CULTIVOS

A medida que los cultivos se desarrollan, aumentan su altura, el consumo de agua varía, y el área de cobertura foliar también aumenta, por lo que el proceso de evapotranspiración se ve afectado, para corregir este fenómeno se ha dividido el proceso de crecimiento de las plantas en cuatro etapas: inicial, de desarrollo de cultivo, de mediados de temporada y de final de temporada, cada una con un coeficiente K_c para cada cultivo y cada etapa.

GRÁFICO 2.3: ETAPAS DE CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS.



Fuente: FAO, "Evapotranspiración del cultivo", 2006

2.2.2.1 Etapa “inicial”

La etapa “inicial”, comprende desde el momento de la siembra hasta cuando aproximadamente 10% de la superficie del terreno se encuentra cubierto con vegetación verde, la duración de esta etapa depende de tipo de cultivo, la variedad del mismo, la fecha de siembra y del clima.

2.2.2.2 Etapa de “desarrollo del cultivo”

La etapa de “desarrollo del cultivo” comprende desde el fin de la etapa “inicial” hasta cuando se alcanza la cobertura efectiva completa, esto significa hasta cuando se ha iniciado la floración, la planta ha alcanzado su máxima altura, o se solapan las hojas.

Esta etapa se caracteriza porque la superficie de suelo expuesta al sol disminuye, haciendo que la transpiración sea el proceso más importante dentro de la evapotranspiración, esta etapa es la de más larga duración en cultivos anuales y permanentes, mientras que para cultivos hortícolas suele ser relativamente corta.

2.2.2.3 Etapa de “mediados de temporada”

La etapa de “mediados de temporada” está comprendida entre la cobertura efectiva completa y la madurez o comienzo de la vejez, la cual se manifiesta con el amarillamiento de las hojas, caída de las hojas, o aparición de color marrón en las hojas, fenómenos que disminuyen la transpiración de la planta.

2.2.2.4 Etapa de “final de temporada”

La etapa de “final de temporada” comprende desde el inicio de la madurez, hasta la cosecha o secado al natural. En esta etapa el cultivo ha llegado a la senescencia, y los estomas se comportan de una manera menos eficiente por lo que la transpiración se ve disminuida.

2.2.3 EVAPOTRANSPIRACIÓN.

La evapotranspiración es la combinación de dos procesos simultáneos en los que se pierde agua desde la superficie del suelo por evaporación, y desde los cultivos por transpiración.

No existe una manera sencilla de hacer una distinción entre los valores del agua perdida en cada proceso, debido a que son simultáneos, y a que sus proporciones varían con el tiempo, cuando el cultivo aún es pequeño, el valor principal proviene de la evaporación ya que una mayor cantidad de radiación solar puede llegar al suelo, mientras que cuando el cultivo ya se ha desarrollado y cubre un mayor porcentaje de área de la superficie cultivable la transpiración se convierte en el proceso predominante.

La evapotranspiración normalmente se expresa en milímetros (mm) por unidad de tiempo, lo que expresa una cantidad de agua perdida desde una superficie cultivada, medida como altura o profundidad de agua, pero la altura de agua también puede ser expresada como energía recibida por unidad de área, esta energía es conocida como el calor latente de vaporización y es función de la temperatura.

La evapotranspiración se ve directamente afectada por: factores climáticos, parámetros de los cultivos, y condiciones ambientales y de manejo.

Entre los factores climáticos se pueden citar: la radiación, la temperatura del aire, humedad y velocidad del viento.

Los parámetros de los cultivos que intervienen en el proceso de evapotranspiración son: el tipo de cultivo, variedad y etapa de desarrollo.

Las condiciones ambientales y de manejo son también factores determinantes dentro del proceso de evapotranspiración, entre los principales tenemos, salinidad del suelo, fertilidad del suelo, aplicación de fertilizantes, presencia de horizontes impenetrables, cobertura vegetal, y contenido de agua en el suelo.

2.2.3.1 Evaporación

La evaporación es el proceso por el cual, el agua en estado líquido se transforma en vapor y es removida de la superficie evaporante, debido a la radiación solar y a la temperatura que crea un gradiente de presión de vapor de agua en la superficie evaporante y en sus alrededores.

Los factores que afectan el fenómeno de evaporación son la radiación solar, la temperatura del aire, humedad del aire, velocidad del viento, la sombra que produce el follaje del cultivo.

2.2.3.2 Transpiración

La transpiración consiste en la vaporización del agua contenida en los tejidos de la planta y su remoción a la atmósfera, a través de las estomas.

La transpiración al igual que la evaporación depende de la radiación, temperatura del aire, humedad del aire, gradiente de presión, viento, humedad del suelo, características de los cultivos, aspectos ambientales y prácticas de cultivo.

Existen diferentes métodos para determinar la evapotranspiración. Se clasifican en directos e indirectos.

Entre los métodos directos tenemos: tanques y lisímetros, parcelas experimentales, y balance de agua en el suelo.

Entre los métodos indirectos se encuentran todas las ecuaciones empíricas o semi-empíricas que varios autores han desarrollado como: Thornthwaite, Blaney-Criddle, Hargreaves, Christiansen y Yepez, FAO Penman-Monteith.

El método de Thornthwaite fue desarrollado para las regiones húmedas del este de Estados Unidos, y únicamente usa la temperatura como dato climático.

El método de Blaney-Criddle para zonas áridas y subáridas del oeste de Estados Unidos, aunque es un poco más elaborado que el método de Thornthwaite, porque si considera el cultivo, los datos climáticos ingresados a la fórmula son únicamente la temperatura media, y el porcentaje de horas de sol respecto al anual.

Christiansen y Yépez proponen un método para estimar la evaporación calculada para el tanque estándar clase A, y considera las siguientes variables climáticas: radiación extraterrestre, temperatura media, humedad relativa, velocidad del viento, además de la altura del sitio estudiado.

La ecuación de la FAO Penman-Monteith, permite calcular la evapotranspiración de un cultivo de referencia a partir de los siguientes datos: temperatura máxima y mínima media, humedad relativa, velocidad del viento, altura y ubicación geográfica del sitio estudiado.

2.2.3.3 Evapotranspiración de un cultivo referencial (ET_o)

Se llama evapotranspiración de un cultivo referencial, o evapotranspiración referencial, a la tasa de evapotranspiración de una superficie hipotética de pasto con características específicas, se denota como ET_o , dichas características son: una superficie hipotética cultivada con pasto a una altura de 0.12m, una resistencia fija de la superficie de 70 sm^{-1} y un albedo de 0.23, esta superficie se parece a un área extensa, bien regada con pasto de altura uniforme y en crecimiento que cubre completamente el suelo.

La ET_o se ve afectada únicamente de parámetros climáticos, es decir puede ser calculada a partir de este tipo de datos, mediante la ecuación FAO Penman-Monteith y expresa el poder evaporante de la atmósfera en un lugar y época del año específicos sin considerar las características y desarrollo de los cultivos, del suelo, y manejo.

2.2.3.4 Métodos para establecer la evapotranspiración

Como se dijo anteriormente existen varios métodos para determinar la evapotranspiración, que van desde los directos hasta los indirectos, los métodos directos implican costos económicos, así como tiempo de realización, por lo que para el presente proyecto su aplicación es imposible, por lo tanto de los métodos indirectos se escoge el propuesto por la FAO Penman-Monteith, debido a su fundamento teórico, las buenas críticas que ha recibido y por contarse con todos los datos necesarios para su aplicación.

La ecuación FAO Penman-Montieth permite calcular la ET_o a partir de la radiación, temperatura del aire, humedad, velocidad del viento y ubicación geográfica del sitio en cuestión.

Después de poner a prueba los métodos de Blaney-Criddle, radiación, modificado de Penman, y la superficie evaporante, y comprobar sus resultados obtenidos de mediciones en campo, surgió la necesidad de tener un método que no dependa de la ubicación, y que produzca resultados aceptables para los cálculos de evapotranspiración, esto se logró añadiendo factores de resistencia a la ecuación que Penman había obtenido después de combinar el balance de energía con la transferencia de masa para calcular la evaporación de una superficie abierta, los factores de resistencia que se añadieron fueron el superficial y el aerodinámico. El primero comprende la resistencia que se genera en el suelo y entre las hojas, mientras que el aerodinámico se refiere a la fricción del aire con la vegetación superior, debido a los buenos resultados que se obtienen a partir de su aplicación la FAO recomienda esta ecuación como la única para determinar la evapotranspiración referencial.

$$ET_o = \frac{0.408\Delta(R_n - G + \gamma \frac{900}{T+273} u_2(e_s - e_a))}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)} \quad (2.4)$$

donde:

ET_o : evapotranspiración referencial [mm dia^{-1}]

R_n : radiación neta en la superficie cultivada [$\text{MJm}^{-2}\text{dia}^{-1}$]

G : densidad de flujo de calor del suelo [$\text{MJm}^{-2}\text{dia}^{-1}$]

T : temperatura media diaria a 2 m de altura [$^{\circ}\text{C}$]

u_2 : velocidad del viento a 2 m de altura [ms^{-1}]

e_s : presión de vapor de saturación [KPa]

e_a : presión de vapor actual [KPa]

Δ : Pendiente de la curva de presión de vapor [$\text{KPa}^{\circ}\text{C}^{-1}$]

γ : constante psicométrica [$\text{KPa}^{\circ}\text{C}^{-1}$]

2.2.3.5 Evapotranspiración de un cultivo (ET_C)

La evapotranspiración de un cultivo se puede determinar al multiplicar la evapotranspiración referencial por el coeficiente de cultivo, así:

$$ET_C = K_C * ET_O \quad (2.5)$$

donde:

ET_C : evapotranspiración del cultivo [mm]

K_C : coeficiente de cultivo

ET_O : evapotranspiración referencial [mm]

2.2.3.5.1 Coeficiente de cultivo (K_C)

El coeficiente de cultivo sirve para corregir la diferencia de evapotranspiración entre el cultivo de referencia y el cultivo estudiado.

Este coeficiente corrige las 4 características principales que diferencian al cultivo de referencia con cualquier otro cultivo:

- Altura del cultivo. La altura del cultivo tiene influencia en el valor de la resistencia aerodinámica, r_a , de la ecuación de Penman-Monteith, así como

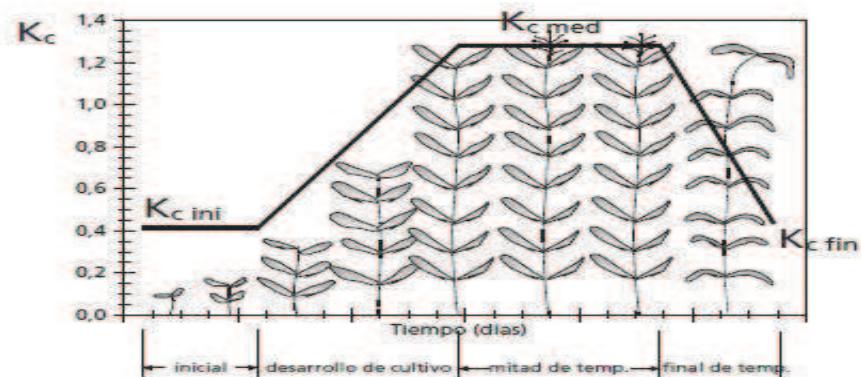
en la transferencia del vapor del agua desde el cultivo hacia la atmósfera (FAO, 2006).

- Albedo (reflectancia) de la superficie del cultivo y suelo. El valor del albedo está afectado por la porción del suelo cubierta por la vegetación, así como por la humedad presente en la superficie del suelo. El albedo de las superficies del cultivo y suelo afectan el valor de la radiación neta de la superficie, R_n , la cual constituye la fuente principal de energía para el proceso de evapotranspiración (FAO, 2006).
- Resistencia del cultivo. La resistencia del cultivo a la transferencia del vapor de agua es afectada por el área foliar (cantidad de estomas), edad y condición de la hoja. La resistencia de la vegetación tiene influencia en el valor de la resistencia de la superficie, r_s (FAO, 2006).
- Evaporación que ocurre en el suelo, especialmente en la parte expuesta del mismo (FAO, 2006).

El coeficiente K_c es un valor promedio para los efectos de evaporación y transpiración, ya que estos varían de acuerdo a la lluvia y a los eventos de riego, por lo que se recomienda su uso en cálculos para períodos de por lo menos una semana.

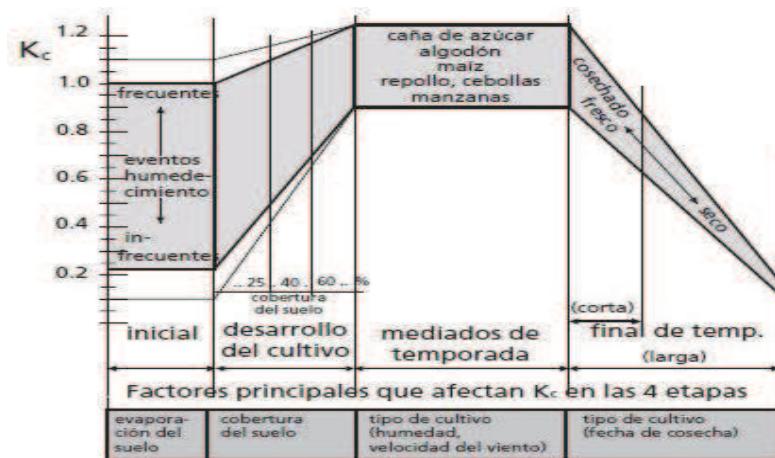
Para los cálculos de evapotranspiración se han determinado coeficientes para cada cultivo y cada etapa de crecimiento, que consideran los cambios de dicho fenómeno, las siguientes figuras muestran de una forma gráfica y aproximada la variación del coeficiente de cultivo y los procesos predominantes dentro de la evapotranspiración

GRÁFICO 2.4: COEFICIENTES DE CULTIVO K_c



Fuente: FAO, "Evapotranspiración del cultivo", 2006

GRÁFICO 2.5: RANGOS DE K_c EN LAS ETAPAS DE CRECIMIENTO

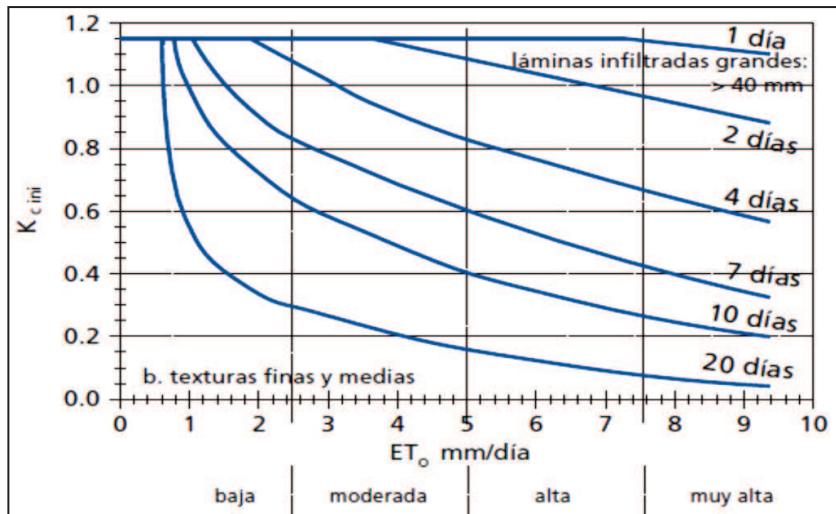


Fuente: FAO, "Evapotranspiración del cultivo", 2006

Para el caso del K_c inicial, la frecuencia de humedecimiento, la lámina infiltrada, la evapotranspiración referencial, y la textura del suelo, determinan su valor, sin importar el tipo de cultivo, ya que el proceso que predomina es la evaporación desde el suelo.

Para determinar el valor de K_c, se utiliza la figura que se presenta a continuación que representa K_c promedio para láminas infiltradas mayores a 40mm, para texturas medias a finas.

GRÁFICO 2.6: VALORES DE K_c INICIAL

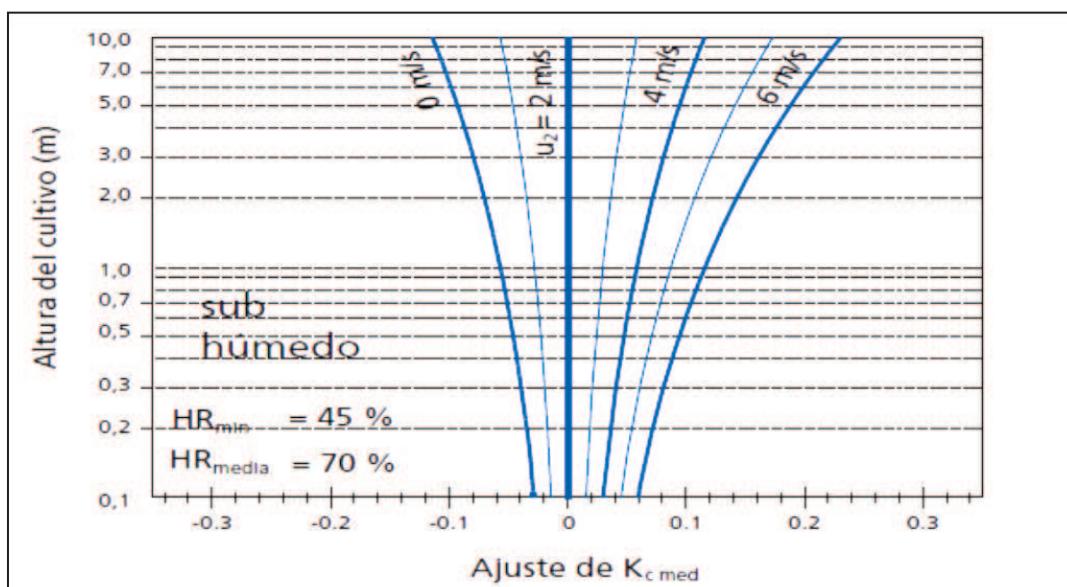


Fuente: FAO, "Evapotranspiración del cultivo", 2006

Para el K_c med se deben tomar en cuenta factores como la velocidad del viento, la humedad relativa y la altura del cultivo, por lo que se debe corregir los valores tabulados.

Para las condiciones del área de estudio se utilizará el siguiente cuadro.

GRÁFICO 2.7: AJUSTE PARA K_c med.



Fuente: FAO, "Evapotranspiración del cultivo", 2006

Para el valor de Kc final se tiene en cuenta el tiempo de cosecha y la frecuencia de riego hasta la cosecha, sin embargo los valores tabulados de Kc fin son aceptables.

2.2.3.6 Herramientas que facilitan el cálculo de la evapotranspiración

Debido a que el cálculo de la evapotranspiración por el método de Penman-Monteith es un tanto complicado, Joss Swennenhuis desarrollo un software gratuito para la Unidad de Fomento y Gestión de las Aguas de la FAO, y lo llamó CROPWAT 8.0.

El propósito principal de CROPWAT es el de calcular los requerimientos de agua y la programación de riego de los cultivos en base a datos introducidos por el usuario. Estos datos pueden ser directamente ingresados en CROPWAT o importados de otras aplicaciones.

Para el cálculo de los Requerimientos de Agua del Cultivo (RAC), CROPWAT requiere de datos de evapotranspiración (ET₀). CROPWAT permite al usuario ingresar valores de ET₀, o ingresar datos de temperatura, humedad, velocidad del viento y radiación solar, lo cual permite al programa CROPWAT calcular la ET₀ aplicando la ecuación de Penman-Monteith. (Ayuda del Cropwat 8.0).

2.3 MÉTODOS DE RIEGO

La elección de un método de riego adecuado es fundamental, todo agricultor debería ser capaz de escoger el método de riego que mejor le funcione. Pero muchas veces la solución a sus problemas no se presenta con un método específico, o la solución es simplemente parcial, ya que cada uno tiene ventajas y desventajas, y para tomar una decisión se debe tomar en cuenta una serie de factores que se expondrán en párrafos siguientes.

En el caso particular del óvalo Tunga, ramal San Pedro, el riego se desarrolla sobre terrenos en pendiente, donde como efecto del riego se produce arrastre de

suelo y nutrientes, percolación profunda, y mala distribución del agua dentro de la parcela. Sin embargo la existencia de un desnivel también puede ser beneficiosa, ya que se puede aprovechar esta diferencia de carga para presurizar un sistema de riego tecnificado, ahorrando costos de energía.

Los métodos de riego por su forma de entrega de agua se clasifican en:

- Riego superficial
- Riego por aspersión
- Riego por goteo

2.3.1 RIEGO SUPERFICIAL

El riego superficial se refiere a la aplicación de agua al terreno mediante gravedad, entre los cuales se distinguen:

- Riego por surcos
- Riego por melgas
- Riego por inundación

En la presente tesis sólo se abordará el riego por surcos, ya que es el método actualmente utilizado en el sitio del proyecto.

2.3.1.1 Riego por surcos

El riego por surcos se caracteriza por transportar el agua a través de pequeños canales paralelos, en los que los cultivos se siembran en las crestas de sus bordes.

IMAGEN 2.2: RIEGO POR SURCOS



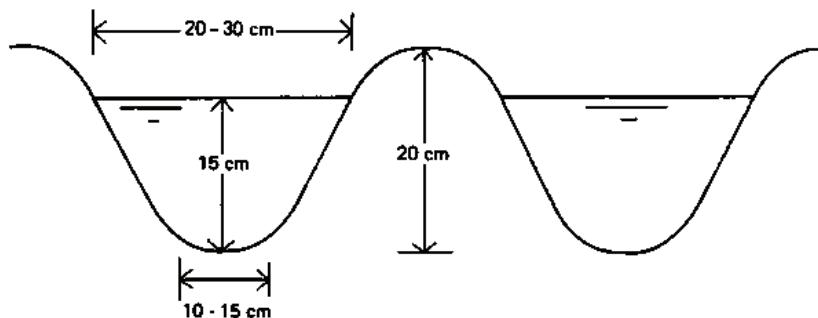
Fuente: <http://agropirque.blogspot.com/2009/04/riego-por-surcos.html>

El riego por surcos se adapta bien en terrenos con pendientes entre 0.05% y 0.5% ya que estas permiten un adecuado manejo del agua, evitan la erosión del suelo y brindan buen drenaje. También se adaptan bien en la mayoría de suelos, siempre que no exista predominancia de arenas gruesas. Se recomienda que los cultivos se dispongan en hileras, como sucede con los árboles frutales. Brinda buenos resultados cuando se lo aplica a cultivos que podrían dañarse si el agua llega a su tallo por períodos largos.

El caudal recomendable para este método depende de la pendiente del terreno, la longitud del surco, el tipo de suelo, y el ancho de los surcos, pero varios autores recomiendan que se encuentre en un rango entre 0.5l/s y 3l/s (C.Brower-FAO).

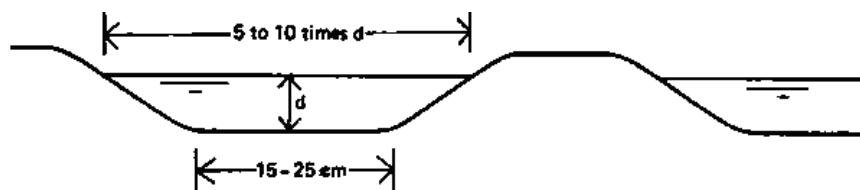
Para el diseño de los surcos se debe tomar en cuenta el tipo de suelo y las prácticas de cultivo, ya que en suelos arenosos y arcillosos el movimiento del agua es diferente.

GRÁFICO 2.8: SURCOS PARA SUELO ARENOSO



Fuente: FAO, Irrigation methods, 1998

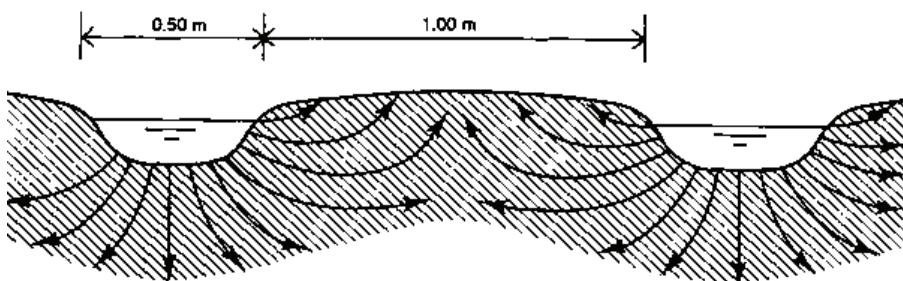
GRÁFICO 2.9: SURCOS PARA SUELOS ARCILLOSO



Fuente: FAO, Irrigation methods, 1998

Así mismo el espaciamiento recomendado entre surcos para suelos arenosos es entre 30 y 60cm, mientras que para suelos arcillosos está entre 75 y 150cm, pudiendo usarse las comúnmente llamadas camas.

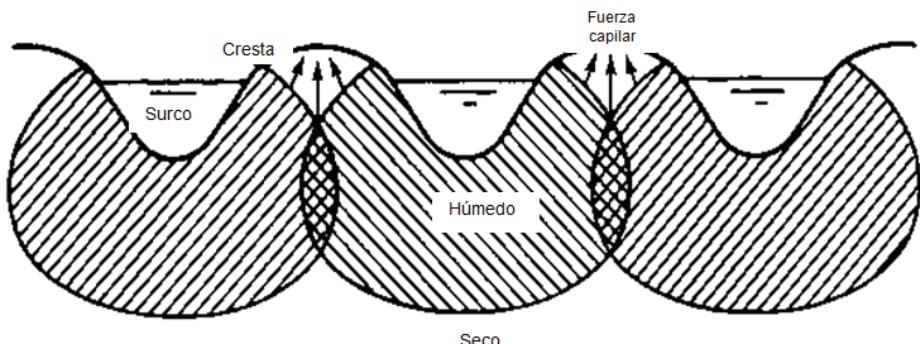
GRÁFICO 2.10: SURCOS CON CAMAS



Fuente: FAO, Irrigation methods, 1998

Para tener un buen desarrollo de los cultivos se debe procurar el patrón de humedecimiento óptimo, en el que se solapan las áreas mojadas en los perfiles del surco y el agua es absorbida por las raíces por las fuerzas capilares, así:

GRÁFICO 2.11: PATRÓN DE HUMEDECIMIENTO IDEAL EN SURCOS



Fuente: FAO, Irrigation methods, 1998

Los factores que afectan el patrón de humedecimiento pueden ser:

- Condiciones naturales desfavorables, como suelo compactado, diferentes tipos de suelo, y pendiente desigual.
- Surcos mal diseñados.
- Mal manejo, como proporcionar un caudal muy pequeño o muy grande.

Este método necesita mano de obra considerable tanto para formar los surcos como al momento mismo del riego.

2.3.2 RIEGO POR ASPERSIÓN

En el riego por aspersión el agua que se entrega llega al suelo como gotas pequeñas que simulan la lluvia, a través de un sistema de tuberías y aspersores que obtienen la carga de presión necesaria desde una bomba, o diferencia de nivel topográfico.

IMAGEN 2.3: RIEGO POR ASPERSIÓN



Fuente: <http://www.iniciativasepl.com/productos/RIEGO/Riegos-por-aspersion/21>

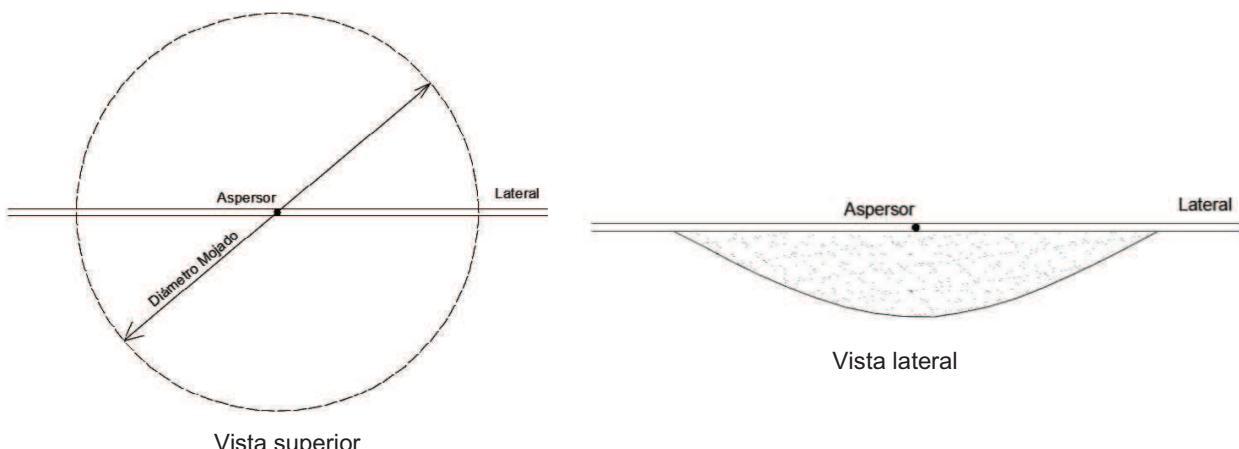
La elección de un sistema de riego por aspersión está sujeta a factores como el cultivo, la pendiente del terreno, suelo y calidad del agua.

El riego por aspersión es apto cuando se trata de cultivos en surcos, a campo abierto o arbóreos, aunque cuando se trata de aspersores que producen gotas grandes estos pueden resultar dañinos para algunos cultivos delicados como la lechuga. Respecto a la aplicación en función de la pendiente, este método se adapta desde terrenos planos hasta con pendientes y ondulaciones pronunciadas (15%), otra ventaja que tiene es su aplicabilidad en la mayoría de los suelos, aunque se obtienen mejores resultados en los arenosos, pero también tiene desventajas una de las cuales es la calidad de agua que se debe proporcionar al sistema, esta debe ser limpia y sin sedimentos suspendidos, que puedan producir obstrucciones en los aspersores.

El principal objetivo de la aspersión es entregar el agua a la zona de las raíces lo más uniforme posible, pero incluso brisas pueden desviar el agua, o pequeñas variaciones de presión pueden modificar el patrón de humedecimiento teórico, pero aún en ausencia de brisas y variaciones de presión el patrón de humedecimiento de un aspersor no llega a ser uniforme, como se puede apreciar

en las siguientes figuras para contrarrestar todos estos efectos se recomienda un solape del 65% del diámetro mojado.

GRÁFICO 2.12: PATRON DE HUMEDECIMIENTO EN ASPERSION



Fuente: FAO, Irrigation methods, 1998

2.3.2.1 Componentes de un sistema de riego por aspersión

Un sistema de riego por aspersión generalmente consta de las siguientes partes:

- Reservorio: Es el tanque donde se almacena el agua necesaria para cubrir un período de riego.
- Unidad de bombeo: Casi siempre es una bomba centrífuga, la cual convierte la energía eléctrica en energía de presión, para que el agua llegue a puntos altos, a los que normalmente no lo haría.
- Tubería principal: Es aquella que se conecta al sistema de distribución, pueden ser fijas o móviles, cuando son fijas generalmente se encuentran enterradas, suelen ser de plástico o aluminio.
- Laterales: Son los que toman el agua desde la tubería principal y la entrega a los rociadores, son tuberías fijas hechas de plástico generalmente.

- Aspersores: Son los dispositivos mecánicos encargados de entregar el agua a las plantas, de la manera más uniforme posible, su posicionamiento se lo hace de acuerdo a sus características propias.

2.3.3 RIEGO POR GOTEO

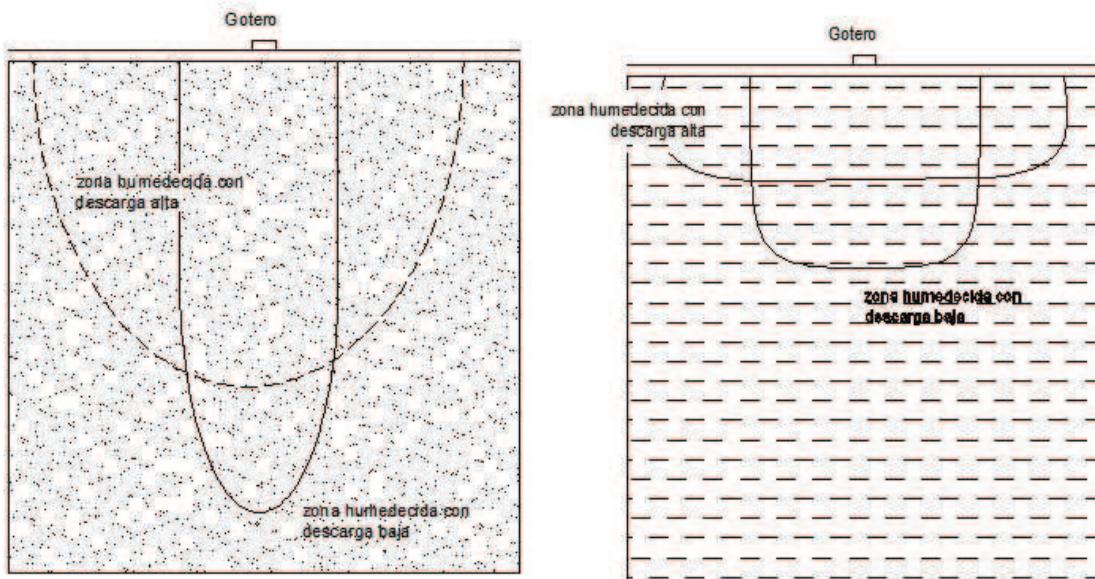
El riego por goteo se caracteriza por ser un método de riego localizado, es decir el agua se aplica únicamente a la zona de las raíces de las plantas, a una tasa muy baja, alrededor de 2-20 l/h, con mayor frecuencia de aplicación que con aspersión.

El riego por goteo es apto para cultivos en hileras, especialmente vegetales y frutas aunque se recomienda que se lo utilice en cultivos de alta rentabilidad, debido al alto costo inicial que requiere.

Una de las ventajas es que se puede adaptar a cualquier tipo de pendiente de terreno, y variando su tasa de aplicación se puede adaptar a terrenos desde arcillosos hasta arenosos, pero debido a que los orificios de los emisores son muy pequeños (0.2-2.0 mm) se presenta una desventaja de este método; la calidad del agua, esta debe estar libre de sedimentos, algas, fertilizantes y químicos que se puedan precipitar en forma de calcio o hierro.

Una ventaja del riego por goteo sobre el resto de métodos es su eficiencia en el uso de agua ya que los patrones de humedecimiento son menores hasta en un 30% y se puede variar su forma para ajustarse al suelo que se tenga, con sólo variar la descarga.

GRÁFICO 2.13: PATRÓN DE HUMEDECIMIENTO DE ARENA Y ARCILLA



Fuente: FAO, Irrigation methods, 1998

2.3.3.1 Componentes de un sistema de riego por goteo

Un sistema de riego por goteo casi siempre consta de las siguientes partes:

- Reservorio, fue definido anteriormente en el numeral 2.3.2.1
- Unidad de bombeo, fue definido anteriormente en el numeral 2.3.2.1
- Cabecera de control, está compuesta por las válvulas de control, y reguladoras de presión, suele también contener un filtro, el mismo que puede ser de pantallas o de arena estratificada, y unidades de fertigación o quimigación, que permiten añadir pequeñas cantidades de fertilizantes o químicos pesticidas al agua de riego.
- Tubería principal y laterales, son tuberías de PVC o mangueras de polietileno que conducen el agua desde la cabecera de control hasta los goteros, se las entierra para evitar que estén expuestas a los rayos ultravioletas que les producen rápido deterioro.

- Goteros o emisores, son los dispositivos encargados de entregar en agua en pequeñas tasas a las plantas, su posicionamiento depende de la descarga y del tipo de cultivo.

2.3.4 RIEGO POR MICROASPERSIÓN

El riego por microaspersión aplica agua en forma de neblina o como gotas muy pequeñas en forma localizada, se adapta mejor a cultivos espaciados, tanto en pendientes pronunciadas como en superficies planas.

En cuanto al consumo de agua, este es menor que con aspersión, y va disminuyendo a medida que el riego sea más localizado, pudiendo llegar a tener eficiencias que están entre 85 y 90%.

Entre las ventajas del riego por microaspersión está la escasa posibilidad de erosión y lavado de nutrientes solubles del suelo, si por algún motivo se llegase a regar con agua contaminada, el área afectada sería fácil de identificar y relativamente pequeña, requiere menos altura de carga que la aspersión, el control del agua aplicada desde el reservorio es fácil de realizar, para su uso y mantenimiento la mano de obra necesaria es baja.

Entre las desventajas están, la necesidad de agua sin o con muy pocos sedimentos, requiere mayor altura de carga que el goteo, para su instalación se requiere mano de obra calificada.

IMAGEN 2.4: MICROASPERSIÓN

Fuente: <http://intainforma.inta.gov.ar/?p=3381>

2.3.4.1 Componentes de un sistema de riego por microaspersión

Un sistema de riego por microaspersión generalmente está compuesto de:

- Reservorio, definido anteriormente en el numeral 2.3.2.1
- Unidad de bombeo, definido anteriormente en el numeral 2.3.2.1
- Cabecera de control, definido anteriormente en el numeral 2.3.3.1
- Tubería principal y laterales, definidos anteriormente en el numeral 2.3.3.1
- Emisores, definido anteriormente en el numeral 2.3.3.1

A continuación la TABLA 2.3 muestra las ventajas y desventajas de la aplicación de cada uno de los métodos de riego tecnificado.

TABLA 2.3: COMPARACIÓN DE LOS SISTEMAS DE RIEGO TECNIFICADO

MÉTODO DE RIEGO	VENTAJAS	DESVENTAJAS.
ASPERSIÓN	<ul style="list-style-type: none"> - Se adapta bien a cultivos cuyas raíces ocupan todo el terreno. - Se adapta mejor a pendientes medias a planas (<6%). - Consume menos agua que el riego por inundación. - Es más eficiente que el riego por inundación 80% - 85%. - Requiere menos mano de obra que el riego por surcos. - Se puede aprovechar pendiente natural para generar presión de operación. - Operación fácil. - La inversión inicial es “media” 	<ul style="list-style-type: none"> - No es recomendable para cultivos altos y frondosos. - Consume más agua que el riego por goteo y micro aspersión. - La presencia de sólidos en el agua afecta el funcionamiento de los aspersores. - Existe la posibilidad de que la aplicación de agua no sea uniforme. - Requiere mayor altura de presión que la inundación. - Pueden transmitirse plagas o enfermedades.
MICROASPERSIÓN	<ul style="list-style-type: none"> - Riego localizado para cultivos espaciados (árboles). - Posibilidad de adaptarse a cualquier pendiente. - Consume menos agua que la aspersión. - Requiere menos altura de presión que la aspersión. - Menos probabilidad de erosión que con la aspersión. 	<ul style="list-style-type: none"> - Necesita agua filtrada para evitar taponamientos, de acuerdo a los requerimientos de los emisores. - Requiere más altura de presión que el goteo. - Susceptible a cambios de presión. - Requiere cierto conocimiento técnico.

TABLA 2.4: CONTINUACIÓN

MÉTODO DE RIEGO	VENTAJAS	DESVENTAJAS.
GOTEO	<ul style="list-style-type: none"> - Riego localizado para cultivos espaciados, sin importar altura o frondosidad. - Posibilidad de adaptarse a cualquier pendiente. - Es el método que menos agua consume. - Es el método más eficiente entre 90% y 95%. - Requiere relativamente poca altura. - El riesgo de erosión es nulo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Necesita agua para evitar taponamientos, de acuerdo a los requerimientos de los emisores. - Susceptible a cambios de presión. - Requiere cierto conocimiento técnico. - Alta inversión inicial.

Fuente: FAO, "El micro riego en Centroamérica", 2006

Elaboración: Carlos Sánchez

2.4 CONCEPTOS DE HIDRÁULICA

2.4.1 CAUDAL

Se define como caudal a la tasa de variación del volumen de un líquido en una sección por unidad de tiempo.

Sus unidades son las siguientes: $[L^3T^{-1}]$.

El caudal se puede calcular a través de la fórmula:

$$Q = A * v \quad (2.6)$$

donde:

Q: caudal $[L^3T^{-1}]$

A: área de la sección transversal a la dirección del flujo $[L^2]$

v: velocidad media del flujo $[LT^{-1}]$

En proyectos de riego tecnificado se acostumbra a expresar al caudal en litros/segundos (l/s), para las tuberías principales, y secundarias en sistemas de aspersión, mientras que en sistemas por goteo se utiliza litros/hora (l/h).

2.4.2 PRESIÓN

Se define como presión a la cantidad de fuerza que se ejerce sobre una unidad de área de una sustancia o una superficie.

Se puede determinar la presión con la siguiente fórmula:

$$P = \frac{F}{A} \quad (2.7)$$

donde:

P: presión $[ML^{-1}T^{-2}]$

F: fuerza $[MLT^{-2}]$

A: área $[L^2]$

Cuando se habla de presiones en la ingeniería se presentan 3 clases, estas son la presión absoluta, presión manométrica y presión atmosférica.

La presión atmosférica es generada por el aire que rodea a los cuerpos, y todos los cuerpos que no se encuentren en el vacío están sometidos a esta presión.

La presión manométrica, en el caso de la hidráulica, es la presión que ejercen los fluidos, y se mide con respecto a la presión atmosférica.

La presión absoluta es el resultado de sumar la presión manométrica con la presión atmosférica.

Cuando se trata de fluidos la presión manométrica en un punto es directamente proporcional a la altura del mismo, a través de su peso específico, así:

$$P = \gamma * h \quad (2.8)$$

donde:

P: presión $[ML^{-1}T^{-2}]$

γ : peso específico [$ML^{-2}T^{-2}$]

h : altura del líquido [L]

Cuando se trata de fluidos como el agua la presión manométrica puede expresarse como la altura de un líquido que generalmente es el agua.

La energía de presión dentro de un sistema de riego es aquella que va a ser gastada durante la conducción y para vencer alturas u obstáculos que se puedan presentar en la red. Para el diseño de un sistema de riego tecnificado tanto la presión como el caudal son parámetros determinantes para el óptimo funcionamiento de los emisores.

2.4.3 NÚMERO DE REYNOLDS.

Es un número adimensional que ayuda a predecir el comportamiento de fluido en movimiento. El número de Reynolds distingue entre flujo laminar y flujo turbulento, fue desarrollado por Osborne Reynolds quien observó que el carácter del flujo en un tubo redondo depende del diámetro del mismo, velocidad media de flujo, viscosidad y densidad así:

NÚMERO DE REYNOLDS PARA TUBOS CIRCULARES

$$Re = \frac{vD\rho}{\eta} \quad (2.9)$$

donde:

Re : número de Reynolds

v : velocidad media de flujo [LT^{-1}]

D : diámetro interno de la tubería [L]

ρ : densidad del fluido [ML^{-3}]

η : viscosidad dinámica del fluido [$ML^{-1}T^{-1}$]

Cuando se obtiene un número de Reynolds mayor a 4000 el flujo es turbulento, mientras que si es menor a 2000 el flujo es laminar.

La importancia del número de Reynolds está en los efectos que puede tener la viscosidad del fluido en el comportamiento del flujo. Se debe tratar de garantizar siempre flujo turbulento en las tuberías de la red principal como dentro de la parcela en riego presurizado.

2.4.4 PÉRDIDAS DE ENERGÍA

A medida que un fluido se mueve este pierde energía en forma de calor disipado por las paredes de los conductos. La energía que se pierde se debe a la fricción que se produce entre las partículas del fluido y las paredes de los conductos y entre las propias partículas del fluido.

La cantidad de energía perdida, en una conducción recta (h_R) depende directamente de las propiedades del fluido, velocidad de flujo, longitud de la tubería, tamaño de la tubería y acabado de la misma, pero cuando se produce un cambio de dirección o de caudal, debido a una válvula o a algún accesorio, también se pierde energía y este valor es proporcional a la carga de velocidad del fluido, esta última clase de pérdidas es pequeña en comparación a las pérdidas por fricción en tuberías rectas, por lo que se las conoce como pérdidas menores (h_L).

Existen varias fórmulas para el cálculo de las pérdidas por fricción pero para la presente tesis únicamente nos ayudaremos de la fórmula de Darcy-Weisbach, por los excelentes resultados que se obtienen con la misma, y citando:

“La ecuación de Darcy-Weisbach es teóricamente aplicable sobre todos los rangos de velocidades, temperaturas, condiciones de rugosidad, y número de Reynolds, pero requiere determinar por separado el factor f . La ecuación de Darcy-Weisbach, es más precisa que la ecuación de Hazen-Williams para condiciones tanto de velocidad baja, como de alta temperatura”. (R. G. Allen 1996)

Las pérdidas de energía se calcularán con las siguientes fórmulas:

$$h_R = f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} \quad (2.10)$$

$$h_L = K \frac{v^2}{2g}$$

donde:

h_R : pérdidas por fricción [L]

h_L : pérdidas menores [L]

f : factor de fricción de Darcy-Weisbach

K: coeficiente de resistencia

L: longitud de la tubería [L]

D: diámetro de la tubería [L]

v: velocidad media de flujo [LT^{-1}]

g: aceleración de la gravedad [LT^{-2}]

El factor de fricción de Darcy-Weisbach (f), puede ser calculado por distintas fórmulas o usando el diagrama de Moody, una de las fórmulas de más fácil aplicación y con buenos resultados para flujo turbulento es la de Swamee y Jain, se expresa así:

$$f = \frac{0.25}{\left[\log \left(\frac{1}{3.7(D/\epsilon)} + \frac{5.74}{Re^{0.9}} \right) \right]^2} \quad (2.11)$$

donde:

f: factor de fricción de Darcy-Weisbach

D: diámetro de la tubería L

ϵ : rugosidad absoluta L

Re : Número de Reynolds

Para determinar el coeficiente de resistencia (K) se utilizan ábacos disponibles en textos, manuales de hidráulica o fichas técnicas de cada accesorio.

En un sistema de riego tecnificado las pérdidas de energía deben ser calculadas con cautela ya que pueden afectar fuertemente el funcionamiento de los emisores y comprometer todo el sistema.

2.4.5 ECUACIÓN GENERAL DE LA ENERGÍA

Cuando se analiza el movimiento de un fluido se debe tener en cuenta que intervienen 3 formas de energía, la energía potencial, cinética y de flujo.

La energía potencial se refiere a la posición del fluido con respecto a un nivel de referencia. Se calcula así:

ENERGÍA POTENCIAL

$$EP = w * z \quad (2.12)$$

donde:

EP: energía potencial $[ML^2T^{-2}]$

w: peso de un elemento del fluido $[MLT^{-2}]$

z: elevación del elemento de fluido desde el nivel de referencia $[L]$

La energía cinética es debida a la velocidad que tiene el fluido para su movimiento, su fórmula es la siguiente:

ENERGÍA CINÉTICA

$$EC = \frac{wv^2}{2g} \quad (2.13)$$

donde:

EC: energía cinética $[ML^2T^{-2}]$

w: peso de un elemento del fluido $[MLT^{-2}]$

v: velocidad media de flujo del elemento de fluido $[LT^{-1}]$

g: aceleración de la gravedad $[LT^{-2}]$

La energía de flujo se debe a la presión, es decir el trabajo que se necesita para mover el fluido con cierta presión, se calcula de la siguiente manera:

ENERGÍA DE FLUJO

$$EF = \frac{wp}{\gamma} \quad (2.14)$$

EF: energía de flujo $[ML^2T^{-2}]$

w: peso de un elemento del fluido $[MLT^{-2}]$

p: presión $[ML^{-1}T^{-2}]$

γ : peso específico $[ML^2T^{-2}]$

Cuando se aplica el principio de conservación de la energía, que dice “la energía no se crea ni destruye, solo se transforma de una forma a otra”, entre dos secciones en las que no se agregue ni se pierda energía, y se simplifica el peso “w” por ser común en todos los términos se obtiene la ecuación de Bernoulli, presentada a continuación

ECUACIÓN DE BERNOULLI

$$\frac{p_1}{\gamma} + z_1 + \frac{v_1^2}{2g} = \frac{p_2}{\gamma} + z_2 + \frac{v_2^2}{2g} \quad (2.15)$$

La ecuación obtenida presenta la energía medida con unidades de longitud, esto se debe a la simplificación del peso que se mencionó anteriormente y a que la energía de cada término se refiere a energía por unidad de peso. La presentación de la energía con unidades de longitud, son útiles para representar cada forma de energía como una altura sobre el nivel de referencia, en forma de cargas.

$\frac{p_1}{\gamma}$: carga de presión

z_1 : carga de posición

$\frac{v_1^2}{2g}$: carga de velocidad

Cuando se consideran que en movimiento del fluido se producen pérdidas de energía, y que a su vez el sistema puede recibir energía de una fuente externa como una bomba, se habla de la ecuación general de la energía, y tiene la siguiente forma:

ECUACIÓN GENERAL DE LA ENERGÍA

$$\frac{p_1}{\gamma} + z_1 + \frac{v_1^2}{2g} + h_A - h_R - h_L = \frac{p_2}{\gamma} + z_2 + \frac{v_2^2}{2g} \quad (2.16)$$

donde:

h_A : carga de energía que se agrega al fluido [L]

2.5 REDES HIDRÁULICAS

Se denomina como redes hidráulicas al conjunto de tubos y accesorios que conducen agua hasta uno o varios puntos.

De acuerdo a su configuración existen tres tipos de redes hidráulicas:

- Redes abiertas
- Redes cerradas
- Redes dendríticas

En el caso del presente proyecto se utilizará una red abierta para conducir el agua desde el reservorio hasta los distintos puntos de entrega.

2.5.1 REDES HIDRÁULICAS ABIERTAS

Son redes que no tienen circuitos cerrados.

En el diseño de redes abiertas se busca establecer el diámetro de la tubería que satisfaga todas las condiciones del problema, conocidos los siguientes datos: longitud de la tubería, cotas, caudal de demanda, y coeficientes de pérdidas.

La velocidad de flujo está limitada al material de la tubería y no debe sobrepasar los valores máximos, y tampoco ser menor que la velocidad mínima recomendada, para tubería de PVC estos son:

TABLA 2.5: RANGO DE VELOCIDADES PARA TUBOS DE PVC

Velocidad máxima	3 m/s
Velocidad mínima	0.4 m/s

Fuente: Catalogo tubería agrícola de Plastigama

2.6 EL PROGRAMA EPANET

EPANET es un programa de ordenador, desarrollado por: Water Resources Division del U.S. Environmental Protection Agency's National Risk Management Research Laboratory, que realiza simulaciones en período extendido del comportamiento hidráulico y de la calidad del agua en redes de distribución a presión. En general, una red consta de tuberías, nudos (conexiones entre tuberías), bombas, válvulas y tanques de almacenamiento o depósitos. EPANET determina el caudal que circula por cada una de las conducciones, la presión en cada uno de los nudos, el nivel de agua en cada tanque y la concentración de diferentes componentes químicos a través de la red durante un determinado periodo de simulación analizado en diferentes intervalos de tiempo. Además del conocimiento de la concentración de diferentes componentes químicos, es posible determinar la edad de las tuberías, así como estudios de la procedencia del agua en cada punto de la red.

El modelo de simulación hidráulica de EPANET calcula alturas en conexiones y caudales en las líneas para un conjunto fijo de niveles de depósitos, niveles de tanques, y demandas de agua a lo largo de una sucesión de instantes temporales.

Desde un instante de tiempo los siguientes niveles de depósitos y demandas en las conexiones son actualizadas de acuerdo a los patrones de tiempo que se les ha asociado mientras que los niveles del tanque son actualizados utilizando los datos solución de caudal. La solución de altura y caudal en un determinado punto a lo largo del tiempo supone el cálculo simultáneo de la conservación del caudal en cada conexión y la relación de pérdidas que supone su paso a través de los conexiones de todo el sistema. Éste proceso, conocido como "equilibrado

hidráulico de la red", requiere métodos iterativos de resolución de ecuaciones no lineales. EPANET utiliza el "Algoritmo del Gradiente" con éste propósito. (Ayuda de EPANET 2.0).

2.7 BALANCE HÍDRICO

El balance hídrico es el equilibrio que se produce dentro de un sistema, entre la cantidad de agua que entra y la que sale del mismo, en un intervalo de tiempo determinado.

A partir de un estudio de balance hídrico se puede conocer de forma cuantitativa el uso de los recursos, para la posterior toma de medidas correctivas si fuera necesario.

Cuando se habla de un sistema este puede comprender desde una cuenca hidrográfica hasta un lago o un río, los balances hídricos generalmente se expresan como cantidad de agua por superficie o como alturas de agua.

El balance hídrico se basa en la aplicación del principio de conservación de masas, o ecuación de la continuidad, mismo que establece que, para cualquier volumen arbitrario y durante cualquier período de tiempo, la diferencia entre las entradas y salidas estará condicionada por la variación del volumen de agua almacenada.

La ecuación de balance hídrico indica los valores de entrada, salida, y variación de volumen de agua almacenada así:

BALANCE HÍDRICO

$$P + Q_{SI} + Q_{UI} - ET - Q_{SO} - Q_{UO} - \Delta V = 0 \quad (2.17)$$

donde:

P: precipitación L

Q_{SI} : aguas superficiales recibidas dentro del sistema

Q_{UI} : aguas subterráneas recibidas dentro del sistema

ET: evapotranspiración

Q_{SO} : aguas superficiales que salen del sistema

Q_{UL} : aguas subterráneas que salen del sistema

ΔV : variación del volumen del agua almacenada

Para el estudio de un sistema de riego el balance hídrico se lo realiza a nivel de las parcelas, y en este caso particular el único aportante es la precipitación, mientras que la salida del sistema es la evapotranspiración.

CAPÍTULO 3.

EL ÓVALO TUNGA, RAMAL SAN PEDRO

3.1 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Cualquier proyecto de tecnificación de riego se justifica en casos de déficit de agua, y como una medida para mejorar el aprovechamiento del recurso hídrico, ya que los porcentajes de eficiencia del método de riego se ven incrementados, pero en el caso del óvalo Tunga ramal San Pedro existen factores adicionales que evidencian la necesidad de un proyecto de este tipo, como son: la seguridad alimentaria, tanto para el cantón Cevallos, sus alrededores e incluso Ambato. La disminución de área disponible para la agricultura, y mejoramiento de los ingresos familiares.

3.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto para la transformación de riego superficial por inundación a riego tecnificado nace a partir de una petición realizada por los representantes del módulo Tunga ramal San Pedro a las autoridades del gobierno provincial, las mismas que al observar el deseo de colaboración de todos los regantes deciden dar paso a la realización del proyecto.

El proyecto busca cambiar la forma de entrega del agua en las parcelas, que actualmente reciben agua desde un canal abierto en monoflujo, hacia una red de tuberías a presión que repartiría el agua en multiflujo.

Para lograr la entrega de agua en forma de multiflujo, se dividirá el área de riego en sectores de riego, con riego simultáneo. Ya que ahora recibirán el agua varios sectores a la vez, se entiende que estarán recibiendo un caudal menor durante más tiempo y con mayor frecuencia, es decir la forma de entrega cambiará desde una entrega por un solo caudal y tiempos a una entrega volumétrica, sin variar la

cantidad de agua que recibían antes de realizarse este proyecto, bajo el principio que se muestra a continuación:

$$V = Q * t = q * T$$

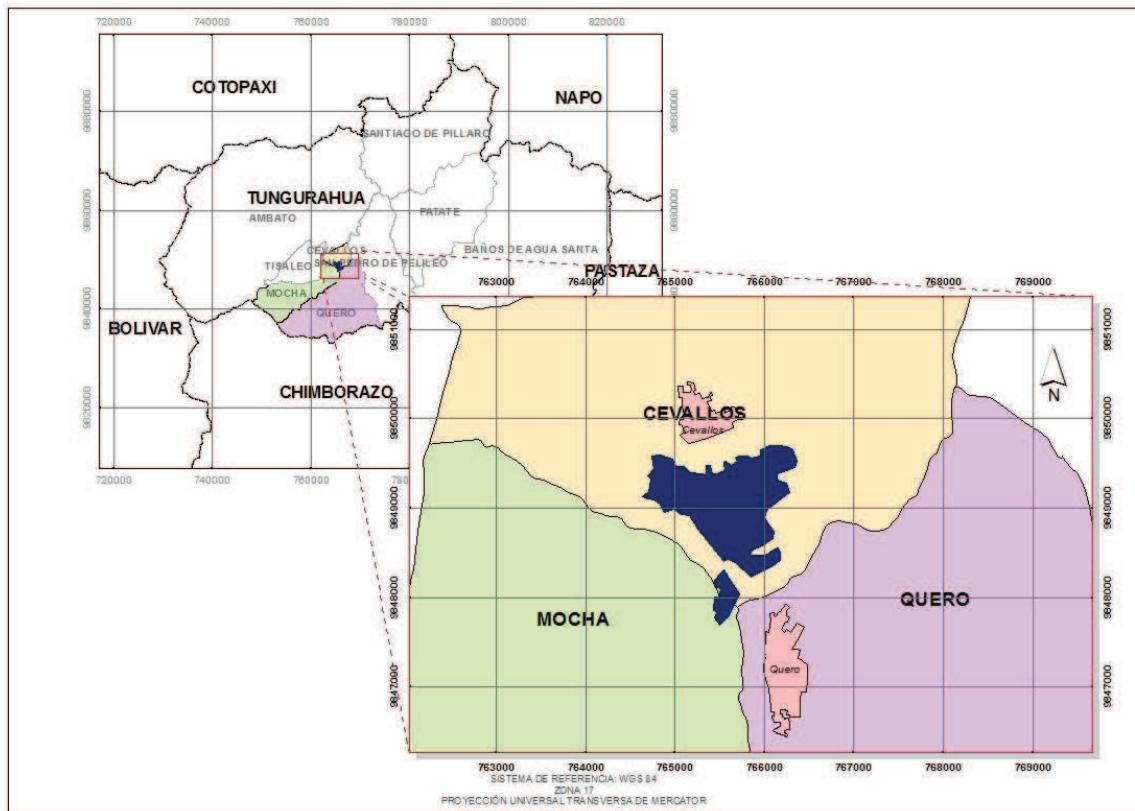
Es decir el volumen (V) que se recibe con un “caudal grande” (Q) durante un “tiempo corto” (t) es igual a recibir un “caudal pequeño” (q) durante un “tiempo largo” (T).

El costo de la red principal de tuberías y su instalación serán asumidos por el gobierno provincial, teniendo los regantes que aportar con mano de obra no calificada para la excavación de las zanjas para tuberías y válvulas. La inversión que se requiera dentro de cada parcela deberá ser asumida por cada usuario, para lo cual están siendo apoyados para acceder a un crédito, de ser necesario, y cuenten con los recursos suficientes al momento que se concluya la construcción de la red principal.

3.3 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO

El ramal San Pedro del óvalo Tunga se encuentra ubicado al sureste del cantón Cevallos y noroeste del cantón Mocha en la provincia de Tungurahua, entre las coordenadas: N9849600 – N9847800 y E764600 – E766400.

MAPA 3.1: UBICACIÓN DEL RAMAL SAN PEDRO



Fuente: Instituto Geográfico Militar, Cartografía base escala 1:50000

3.4 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA

El ramal San Pedro tiene un área de 141.93Has las mismas que están divididas en 334 predios, de los cuales 286 tienen derecho o acceso al agua riego y 48 no lo tienen.

TABLA 3.1: DERECHOS DE RIEGO

SISTEMA: MOCHA - HUACHI			
MÓDULO: Tunga (San Pedro)			
DERECHO	Nº LOTES	AREAS (HA)	%
SI	286	122.78	86.51
NO	48	10.26	7.23
Vías		8.89	6.26
TOTAL	334	141.93	100.00

Fuente: Programa de aguas y Cuencas de Tungurahua (PACT), Informe Principal del Proyecto Tunqa, 2012

Entre los predios con derecho a agua de riego, el área regable es 118.36 Has mientras que el área de construcciones es 4.41 Has.

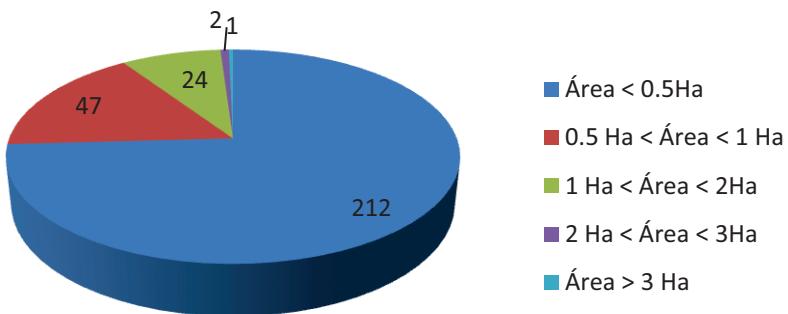
TABLA 3.2: ÁREA REGABLE

Distribución de áreas en predios con derecho de agua de riego		
Área regable (Has)	118.36	96.40%
Área de construcciones (Has)	4.41	3.60%
TOTAL	122.78	100.00%

Fuente: PACT, Informe Principal del Proyecto Tunga, 2012

La distribución de los predios con derecho a agua de acuerdo a sus áreas se presenta a continuación:

GRÁFICO 3.1: DISTRIBUCIÓN POR ÁREAS DE LOS PREDIOS CON DERECHO A RIEGO



Elaboración: Carlos Sánchez

Ver ANEXO 2 DE PLANO DE PREDIOS.

Como se observa en el ANEXO 2 y en el GRÁFICO 3.1 predominan los predios cuya área es menor a 0.5 Has, debido a fraccionamientos de lotes y herencias.

3.4.1 TOPOGRAFÍA

El ramal San Pedro está ubicado entre las cotas 3040 m.s.n.m. y 2910 m.s.n.m., es decir existe un desnivel de 130m, disponibles para la presurización.

La topografía se describe con pendientes medias a fuertes, que van desde 6% hasta 33%.

Ver ANEXO 3 DE TOPOGRAFÍA DEL ÁREA.

3.4.2 CLIMA

En la zona se distinguen dos estaciones al año: la época húmeda (localmente llamada invierno) y la época seca (localmente llamada verano), estando la primera comprendida entre marzo y septiembre, mientras que verano entre octubre y febrero.

El invierno se caracteriza por la presencia de lluvias, y el verano por la mayor insolación.

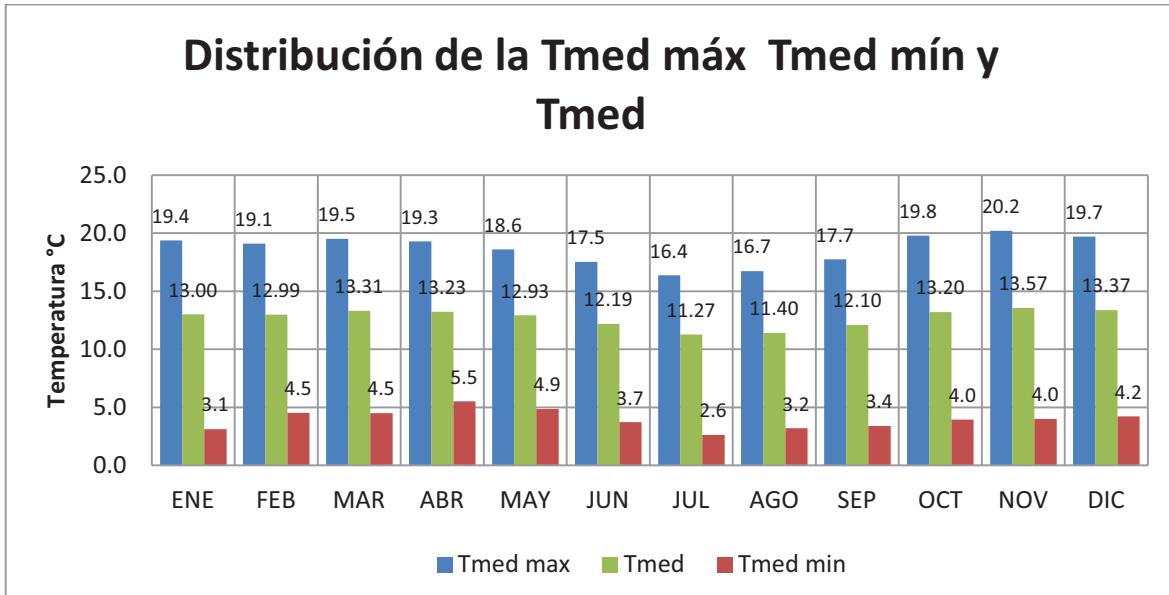
La precipitación media anual es de 517.8 mm calculada con datos desde el año 1979 al 2009, mientras que la evaporación media anual es de 1193 mm calculada con datos de 1994 al 2008.

3.4.2.1 Temperatura máxima mínima y media

La temperatura promedio anual que registra la estación es de 12.7°C, mientras que la temperatura máxima promedio mensual es de 22.0°C y la temperatura mínima promedio mensual es de 3.9°C. (Anuarios Meteorológicos INAMHI 1979-2009).

Históricamente la temperatura mínima absoluta ha sido 0.6°C por lo que no se registran heladas en el sector.

GRÁFICO 3.2: TEMPERATURA MÁXIMA Y MÍNIMA PROMEDIO MENSUAL



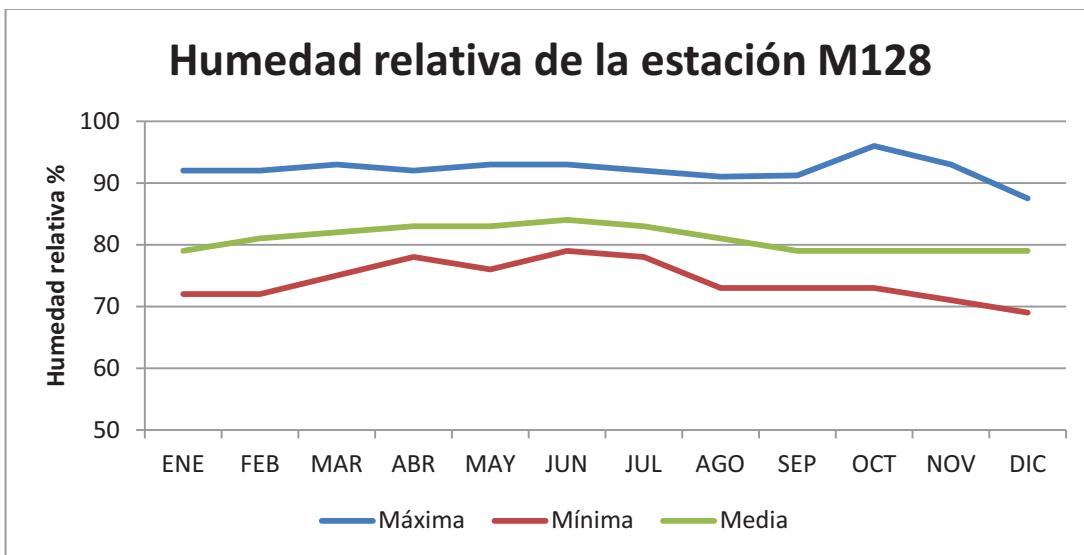
Elaboración: Carlos Sánchez

De acuerdo al gráfico los meses más calurosos son desde Octubre hasta Abril.

3.4.2.2 Humedad relativa

La humedad relativa promedio es de 81%.

GRÁFICO 3.3: HUMEDAD RELATIVA



Elaboración: Carlos Sánchez

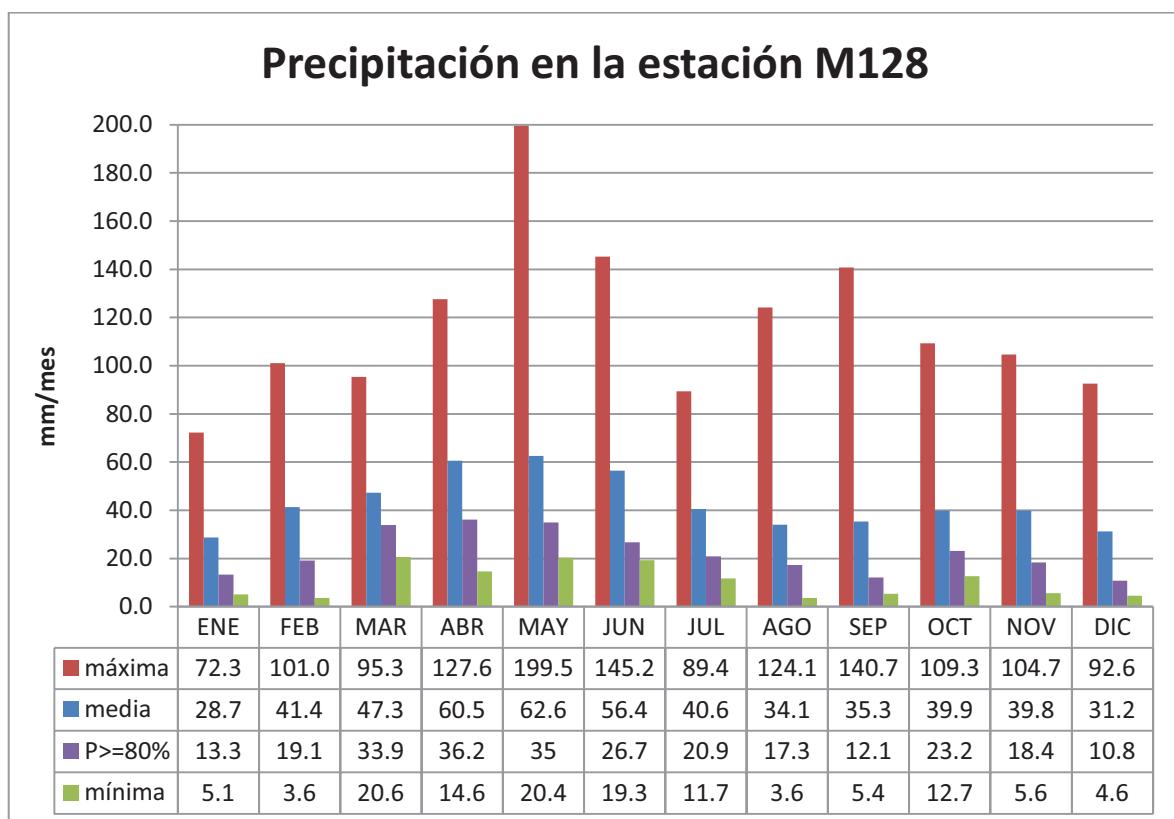
3.4.2.3 Nubosidad

La nubosidad promedio es de 5.6 octas; los meses más nublados registrados fueron de febrero a agosto.

3.4.2.4 Precipitación Mensual

Según un registro desde el año 1979 hasta el 2009, la precipitación media anual es de 517.8mm. La precipitación media mensual es de 43.2mm. El GRÁFICO 3.4 muestra la tendencia de la precipitación en el sector, se observa que los mayores valores se presentan en el mes de mayo.

GRÁFICO 3.4: PRECIPITACIÓN MENSUAL EN LA ESTACIÓN



Elaboración: Carlos Sánchez

La precipitación que se podría presentar en la estación con un 80% de ser igualada o excedida se presenta en el GRÁFICO 3.4 como P>=80%.

3.4.3 POBLACIÓN

Existen 8163 habitantes en Cevallos, de los cuales 4028 son hombres. En la zona del proyecto habitan alrededor de 214 familias en 286 predios.

El 8.8% de la población vive en extrema pobreza. (Fuente: INEC)

3.4.4 PRODUCCIÓN

Debido a que el riego dentro del ramal San Pedro actualmente se realiza cada 2 semanas, provoca estrés hídrico en los cultivos, lo que afecta directamente en la calidad y cantidad de producción, así mismo los regantes se ven limitados a sembrar cultivos que sean capaces de resistir dichos períodos de sequía, como árboles frutales, maíz, papá, entre otros, en vez de otros que sean mucho más rentables pero a la vez son delicados.

TABLA 3.3: PRODUCCIÓN DEL RAMAL SAN PEDRO

CULTIVOS	Con riego (ha)	Sin riego (ha)	Área total (ha)
Claudia	9.27	0	9.27
Pera	2.52	0	2.52
Manzana	1.26	0	1.26
Maíz	7.26	0	7.26
Papa	3	0.84	3.84
Mora	1.68	0	1.68
Alfalfa	48.71	3.37	52.08
Pasto	16	8.41	24.41
Descanso	15.15	2.53	17.68
Total	104.85	15.15	120
Porcentaje (%)	87.38%	12.63%	100.00%

Fuente: PACT, Informe Principal del Proyecto Tunga, 2012

A continuación se muestran las tablas de costos y utilidad anuales de los cultivos antes de la implementación del riego tecnificado, y una vez que ya se haya implementado el riego tecnificado.

TABLA 3.4: COSTOS Y BENEFICIOS DE LA PRODUCCIÓN ANTES DEL PROYECTO

Cultivo	Producción (kg)	Precio del producto (USD/kg)	V.B.P. (USD)	COSTO		Utilidad agrícola (USD)
				Hectárea (USD/ha)	Total USD	
Riego						
Claudia	64,890	0.9	58,401	3,422	31,722	26,679
Pera	18,900	0.8	15,120	2,605	6,565	8,555
Manzana	6,300	0.95	5,985	2,694	3,395	2,590
Maíz	9,438	1.7	16,045	1,842	13,374	2,671
Papa	28,500	0.3	8,550	2,448	7,344	1,206
Mora	10,080	1.2	12,096	5,278	8,867	3,229
Alfalfa	1,217,750	0.14	170,485	1,732	84,378	0
Pasto cultivado	320,000	0.11	35,200	1,207	19,304	0
Secano						
Papa	6,300	0.3	1,890	2,066	1,735	155
Alfalfa	50,550	0.14	7,077	1,188	4,004	0
Pasto cultivado	84,100	0.11	9,251	931	7,826	0
Total (USD)					45,085	

Fuente: PACT, Informe Principal del Proyecto Tunga, 2012

TABLA 3.5: COSTOS Y BENEFICIOS DE LA PRODUCCIÓN CON RIEGO TECNIFICADO

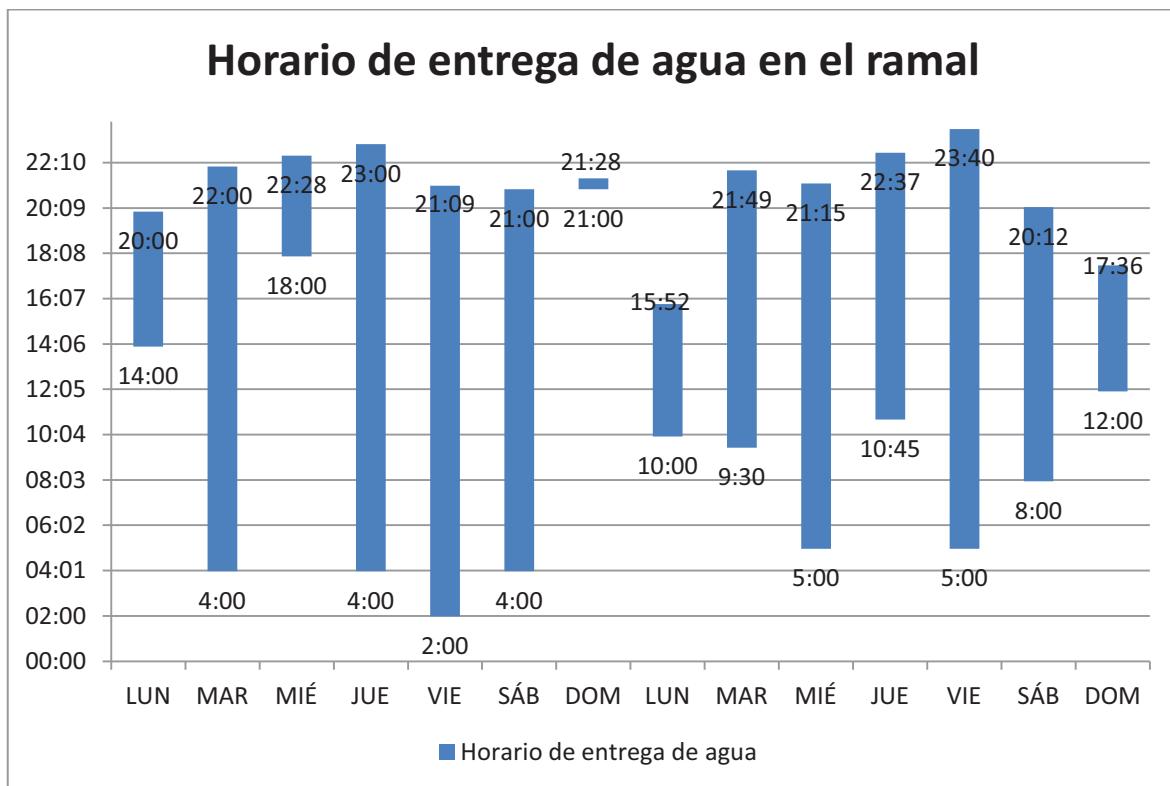
Cultivo	Producción (kg)	Precio del producto (USD/kg)	V.B.P. (USD)	COSTO		Utilidad agrícola (USD)
				Hectárea (USD/ha)	Total USD	
PRIMERA CAMPAÑA						
Claudia	78,795	0.9	70,916	3,970	36,803	34,113
Pera	21,420	0.8	17,136	3,010	7,586	9,550
Manzana	7,560	0.95	7,182	3,232	4,072	3,110
Maíz	19,200	1.7	32,640	2,168	26,021	6,619
Papa	159,200	0.33	52,536	2,884	28,698	23,838
Mora	120,000	1.2	144,000	6,035	60,355	83,645
Alfalfa	2,310,000	0.14	323,400	2,087	114,810	0
Pasto	1,040,000	0.11	114,400	1,671	33,410	0
SEGUNDA CAMPAÑA						
Papa	80,000	0.33	26,400	2,884	14,421	11,979
Total (USD)					172,854	

Fuente: PACT, Informe Principal del Proyecto Tunga, 2012

3.4.5 CAUDAL EN EL RAMAL

El ramal San Pedro tiene adjudicado un caudal de 90.4 l/s en forma discontinua, según el siguiente horario de acuerdo a la SENAGUA, a continuación se presenta el horario de entrega de agua hacia el ramal:

GRÁFICO 3.5: HORARIO DE ENTREGA DE AGUA EN EL RAMAL



Fuente: PACT, Datos recolectados en campo, 2012

Elaboración: Carlos Sánchez

El GRÁFICO 3.5 muestra la disparidad entre los horarios de entrega de agua, al ramal San Pedro, entre los diferentes días; se observa que hay días en los que la entrega dura unas 18 horas, y otros en los que dura entre 4 y 5 horas.

Entonces el ramal San Pedro tiene adjudicadas 166.8 horas cada 14 días, de los cuales hay días que reciben hasta 19 horas, y el día que menos reciben es el primer domingo con 0.47 horas, lo que muestra la necesidad de un reservorio de almacenamiento.

La captación se la hace desde el canal de riego Mocha-Huachi, a través de una estructura de hormigón con un orificio sumergido, del cual se derivan para los ramales San Pedro y El Rosal a través de compuertas.

IMAGEN 3.1: ESTRUCTURA DE CAPTACIÓN



Fotografía: Carlos Sánchez

El caudal adjudicado escasamente se presenta de acuerdo a mediciones de caudal realizadas

TABLA 3.6: CAUDAL EN EL RAMAL

Nº	Q (l/s)	OBSERVACIONES
1	60.4	- Primera visita al módulo.
2	88	- Caudal aforado OTT ADC, 27/04/2011
3	54	- Caudal aforado OTT ADC, 17/06/2011
4	67	- Caudal aforado OTT ADC, 23/08/2011
5	43	- Caudal aforado OTT ADC, 07/03/2012
6	63	- Caudal aforado OTT ADC, 19/03/2012

Fuente: PACT, Datos de visitas a campo, 20012

De acuerdo a los datos medidos el caudal medio es 62.57 l/s, entonces el caudal correspondiente para 7 días durante 24 horas correspondiente para este valor y área regable sería: 0.27 l/s/día/hora/ha, llamado también caudal característico.

TABLA 3.7: CAUDAL CARACTERÍSTICO

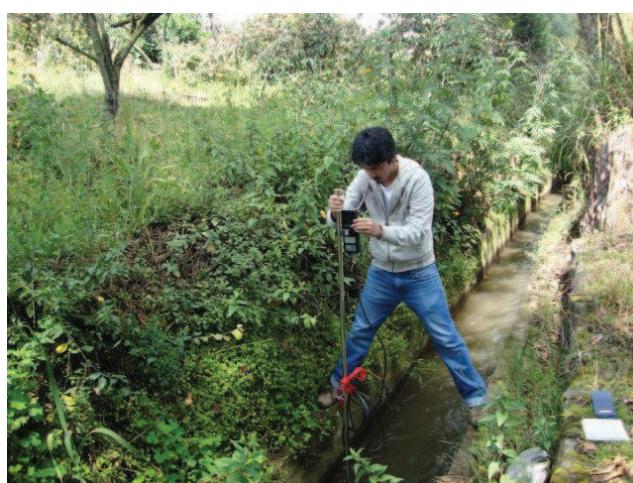
Caudal medio (Qm)	62.50	l/s
Horas Q por quincena	161.30	horas
Horas por quincena	336.00	horas
% del tiempo con agua	48%	
Qm permanente	30.00	l/s
Área regable	118.30	ha
Q característico	0.25	l/s/ha

Elaboración: Carlos Sánchez

Estas mediciones fueron realizadas usando un aforador acústico y digital marca OTT modelo ADC propiedad del PACT.

GRÁFICO 3.6: AFORADOR OTT

Fuente: Manual de instrucciones del medidor de corriente acústico y digital OTT ADC

IMAGEN 3.2: AFOROS EN EL RAMAL SAN PEDRO

Fotografía: Carlos Sánchez.

Debido a la falta de datos de caudales en el óvalo no es posible realizar un análisis estadístico de la oferta, por lo que para tomar una decisión del valor de caudal de diseño de la red se ha decidido realizar un análisis de comportamiento del caudal y la precipitación.

Para realizar este análisis nos ayudaremos de indicadores estadísticos como son la media y la desviación estándar:

TABLA 3.8: INDICADORES ESTADÍSTICOS DEL CAUDAL EN EL ÓVALO

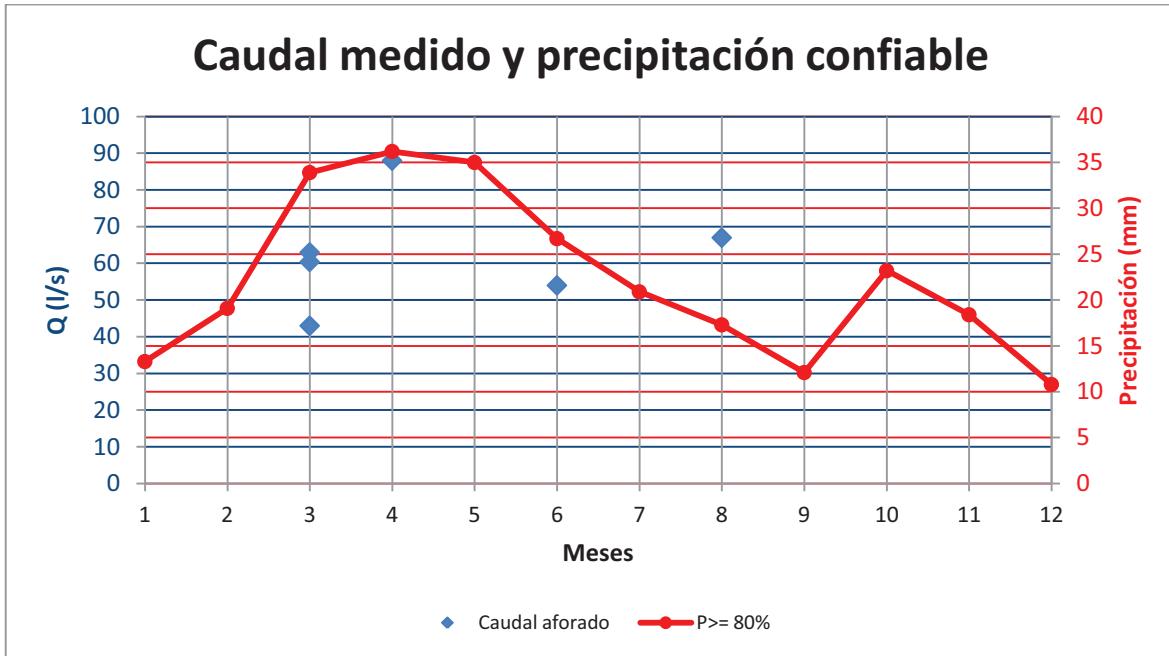
Media (μ):	62.57
Desv est (σ):	15.02

Elaboración: Carlos Sánchez

El caudal medio es 62.5 l/s mientras que el conjunto de muestras tienen una desviación estándar de 15 l/s, un valor relativamente grande considerando el número de muestras, aunque evidentemente dicho valor es resultado de la existencia de los valores extremos dentro del conjunto muestral, como son 88l/s y 43 l/s.

El GRÁFICO 3.7: CAUDAL MEDIO Y PRECIPITACIÓN CONFIABLE muestra la distribución de los caudales medidos como puntos azules, y la precipitación con una probabilidad del 80% de ser igualada o superada en color rojo.

GRÁFICO 3.7: CAUDAL MEDIO Y PRECIPITACIÓN CONFIABLE



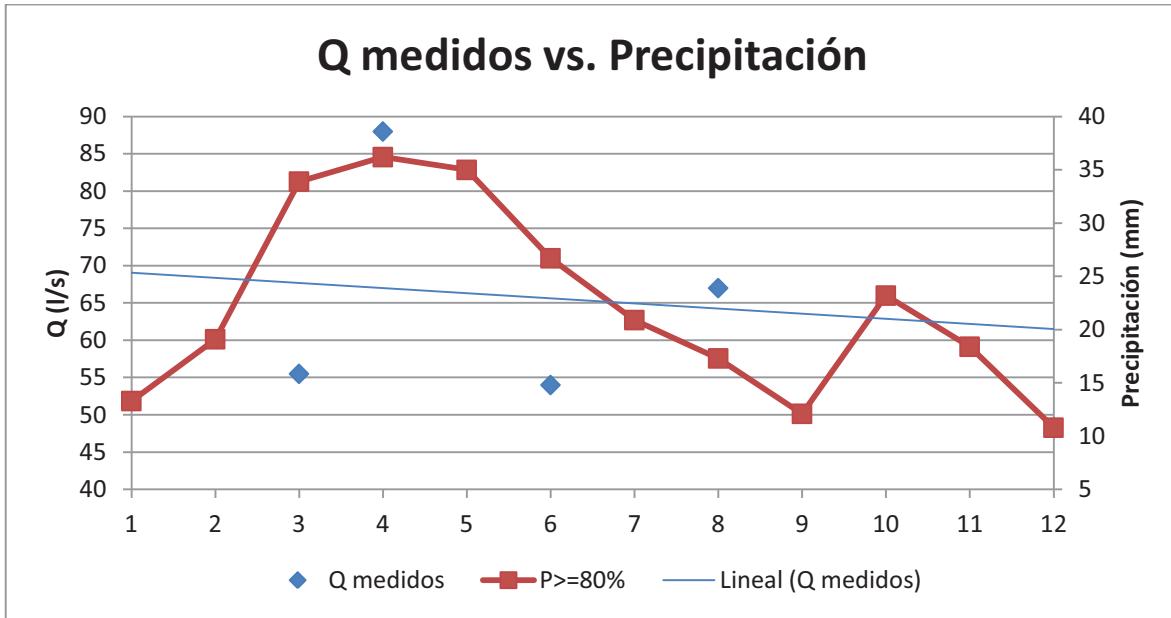
Elaboración: Carlos Sánchez

La curva de la precipitación tiene un comportamiento parecido al que tienen los caudales medidos, aunque en el mes de agosto se observa un descenso en la precipitación y un aumento en el caudal medido respecto al último dato, pero que se encuentra alrededor del valor medio. Esta anormalidad en la tendencia se la puede atribuir a un hecho aleatorio o a la presentación del caudal medio, siendo difícil saber a con certeza la razón de la presencia de este caudal.

Al observar las medidas del mes de marzo, se nota que existen dos datos muy cercanos a la media (63 y 60.4 l/s), y uno un tanto alejado (43 l/s), al promediar estos tres datos el resultado que se obtiene es 55.47 l/s. Los meses con menos precipitación son septiembre, diciembre y enero, por lo que para esos meses se espera caudales menores que el medio.

Para tomar una decisión acerca del caudal de diseño de la red de distribución, otra vez se hará uso de la curva de precipitación, los datos de los caudales medidos, y una curva de tendencia lineal de los caudales medidos.

GRÁFICO 3.8: CAUDALES MEDIDOS VS. PRECIPITACIÓN



Elaboración: Carlos Sánchez

El GRÁFICO 3.8 muestra como puntos azules los caudales medidos, y con una línea roja la curva de precipitación confiable, la línea continua azul presenta una tendencia aproximada adoptada que tendrían los caudales en el módulo, Dicha tendencia varía desde aproximadamente 70 l/s hasta casi 60 l/s.

Por último se ha decidido tomar como caudal de diseño 60 l/s, un valor cercano a la media de los caudales medidos (62.5 l/s) y frontera inferior de la línea de tendencia de caudales medidos, aunque se estima que la capacidad de transporte de la tubería podría ser mayor, esto es algo que se analizará en el capítulo de diseño hidráulico más adelante.

Debido a la naturaleza de los datos que se tiene, es necesario determinar la probabilidad de excedencia del caudal de diseño (60 l/s) para lo cual se utilizará una curva de duración general(CDG) que permite el análisis de datos de caudales medios diarios sin tener en cuenta la secuencia de los datos o su relación con el tiempo.

TABLA 3.9: DATOS PARA LA CDG

No	Caudal Q (l/s)	Q (i) ordenado	$p^* = m/n$	%p*
1	60.4	88	0.17	16.67
2	88	67	0.33	33.33
3	54	63	0.50	50.00
4	67	60.4	0.67	66.67
5	43	54	0.83	83.33
6	63	43	1.00	100.00

Elaboración: Carlos Sánchez

donde:

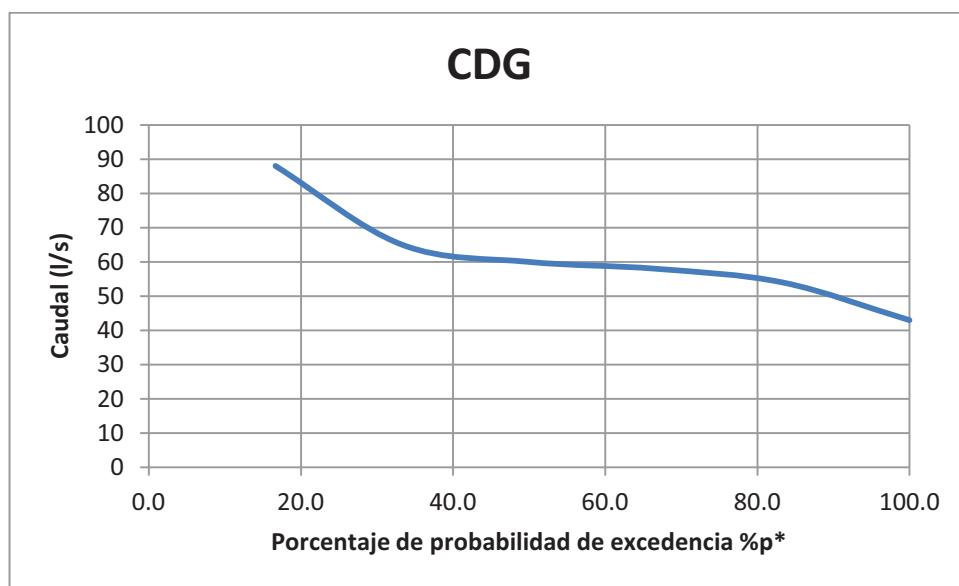
Q(i) ordenado: caudal ordenado en forma descendente

p^* : probabilidad de excedencia

m: número correspondiente de la muestra del caudal ordenado

n: número de muestras

% p^* : porcentaje de probabilidad de excedencia

GRÁFICO 3.9: CURVA DE DURACIÓN GENERAL.

Elaboración: Carlos Sánchez

El caudal de diseño escogido (60 l/s) tiene una probabilidad de excedencia de 40%.

3.5 CATASTRO DE BENEFICIARIOS

El catastro de beneficiarios fue solicitado al presidente del óvalo Tunga, el cual luego de un proceso de comprobación y depuración por parte del Programa de Aguas y Cuencas de Tungurahua (PACT) resultó como se presenta en el ANEXO 4.

3.6 SITUACIÓN ACTUAL EN EL ÓVALO TUNGA

3.6.1 DISTRIBUCIÓN DEL AGUA DE RIEGO

Actualmente la distribución de agua de riego en el ramal San Pedro del óvalo Tunga se la hace como monoflujo, es decir un usuario recibe la totalidad del caudal durante su turno de riego.

El agua es captada desde una derivación con un orificio sumergido y transportada a través de un canal abierto, con paredes revestidas con hormigón simple.

IMAGEN 3.3: DISTRIBUCIÓN DEL AGUA DE RIEGO DENTRO DEL RAMAL



Fotografía: Carlos Sánchez

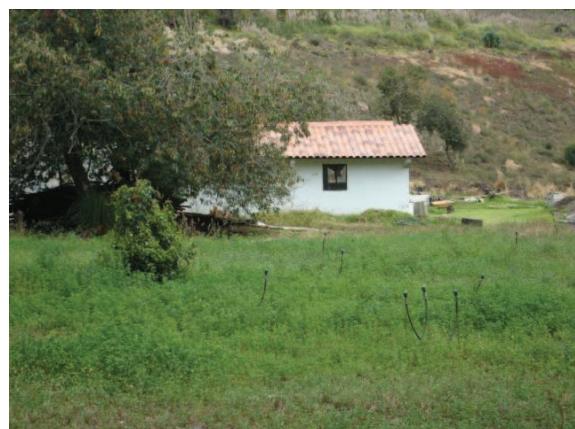
3.6.2 MÉTODOS DE RIEGO

En su mayoría los riegos se los realiza por surcos en forma de serpentín, o con acequias y pozos, aunque también existen pocos usuarios que independientemente han decidido implementar sistemas de riego tecnificado dentro de sus parcelas, incurriendo en gastos considerables, que incluyen un reservorio, sistema de bombeo, tubería, accesorios y emisores.

IMAGEN 3.4: MÉTODOS DE RIEGO EXISTENTES



Fotografía: Carlos Sánchez



En la fotografía de la izquierda se observa los surcos en forma de canteros dentro de una parcela, mientras que en la de la derecha un sistema de riego por aspersión, fruto de la iniciativa del dueño del predio.

3.6.3 TURNOS DE RIEGO

Los turnos de riego están basados en el derecho que tiene cada usuario: este se expresa en un número de horas o minutos con todo el caudal disponible, es decir en forma de monoflujo, teóricamente con un caudal de 90 l/s que es caudal adjudicado al óvalo, pero este caudal casi nunca se presenta, más bien el caudal que más se ha medido está alrededor de 60 l/s, siendo este valor el correspondiente al $Q_{p(40\%)}$ (caudal con probabilidad de excedencia del 40%), este derecho de riego corresponde al agua que reciben durante un determinado tiempo, cada 14 días.

Dentro de los tiempos de riego que tiene cada usuario se observa que existen turnos muy cortos que van desde alrededor de 30 segundos, hasta tiempos de 7.97 horas.

Existen usuarios que tienen horarios de riego nocturnos; la frecuencia de riego del óvalo es de 14 días.

El orden con el que se realizan los riegos no es acorde a la geografía del sector o cercanía de los predios.

En la TABLA 3.10 se encuentran algunos regantes por ejemplo los herederos de Julio Cesar Izurieta con código 1 y área de su parcela 8,724 m², tienen un derecho de riego de 21 minutos con 52 segundos, o su equivalente 0.36 horas, con frecuencia de riego igual a 14 días, y si el caudal que reciben es 60 l/s el volumen total recibido sería 78.72 m³.

TABLA 3.10: TURNOS DE RIEGO ANTES DEL PROYECTO

Código	Nombres Apellidos	Área m ²	Tiempo seg. h. min. .			Tiempo h	FR días	Q l/s	VT m ³
			h.	min.	seg.				
1	HEREDEROS JULIO CESAR IZURIETA	8,274.00	0	21	52	0.36	14.0	60	78.72
2	JUAN ONOFRE IZURIETA	11,456.00	1	53	22	1.89	14.0	60	408.12
3	HERMELINDA IZURIETA	11,504.00	1	40	0	1.67	14.0	60	360
4	HUGO ENRIQUE SANCHEZ	6,002.00	0	30	23	0.51	14.0	60	109.38
5	JUAN ONOFRE IZURIETA	6,732.00	1	6	37	1.11	14.0	60	239.82
6	CECILIA IZURIETA	6,798.00	0	49	49	0.83	14.0	60	179.34

Elaboración: Carlos Sánchez

En el ANEXO 5 se encuentran las tablas con los turnos de riego del ramal San Pedro.

3.6.4 ADMINISTRACIÓN DEL RIEGO

La administración del riego la realiza la Asociación de Usuarios del Sistema de Riego San Pedro, cuya directiva se encarga de organizar mingas para la limpieza

y mantenimiento del canal, vigilar el cumplimiento de los turnos de riego y sancionar a los usuarios que incumplieren su reglamento.

3.6.5 PROBLEMAS EXISTENTES

Debido a que la distribución se realiza mediante un canal con paredes revestidas de hormigón en sectores específicos, las pérdidas volumétricas por infiltración son una constante en cada largada. El uso ineficiente del agua dentro de los predios se hace evidente a simple vista durante un turno, ya que las pérdidas por infiltración y escorrentía se presentan en todo el recorrido, y disminuyen la cantidad de agua que hubiera sido aprovechada por el cultivo.

Con la entrega como monoflujo y con turnos cortos es imposible aprovechar el agua de una buena manera, mientras que si los turnos son muy largos, para los regantes a veces es muy difícil manejar toda el agua que reciben dentro de su parcela, puesto que les exige vigilancia y mano de obra.

Otro de los problemas que conlleva la entrega como monoflujo es la erosión y la pérdida progresiva de la capa cultivable, especialmente en terrenos con pendientes fuertes.

En cuanto a los turnos de riego, estos no siguen un criterio técnico para determinar su duración, son producto de un derecho histórico ganado; el horario de riego a veces es motivo de incomodidad dentro de los usuarios con turnos nocturnos.

3.7 CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN

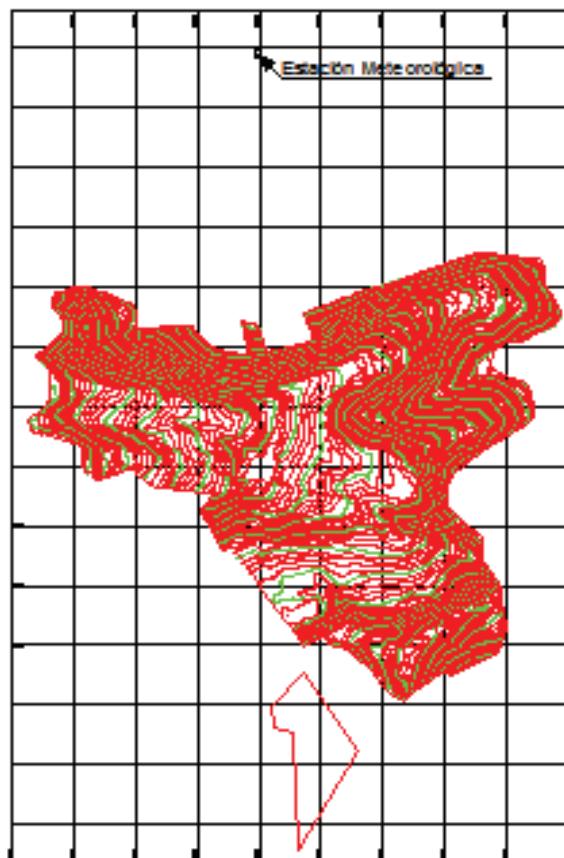
Para el cálculo de los valores mensuales de evapotranspiración, se recopilaron los datos climáticos de la estación Pedro Fermín Cevallos (Colegio), con código M128, perteneciente al Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), ubicada cerca al óvalo Tunga.

Entre los datos recopilados se encuentran los valores de temperatura media máxima, temperatura media mínima, humedad relativa, velocidad del viento, insolación, y precipitación, como valores mensuales en series temporales de 27 años, desde 1982 al 2009.

Para el cálculo de evapotranspiración se necesita las series de datos completas, pero en la información recopilada existían datos faltantes, que fueron llenados con valores calculados como el promedio de los valores a su alrededor, tanto como meses contiguos, como mismos meses de distintos años.

Como ya se dijo anteriormente la estación M128 Pedro Fermín Cevallos (Colegio) se encuentra en el cantón Cevallos, cercana al módulo Tunga, a 2910 m.s.n.m. en las coordenadas $1^{\circ}21'9''S$ y $78^{\circ}36'54''O$.

MAPA 3.2: UBICACIÓN DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA



Elaboración: Carlos Sánchez

El método usado para determinar los valores de evapotranspiración fue el de Penman-Monteith, desarrollado por la FAO y aplicado en el programa informático CROPWAT 8.0.

A continuación se presenta el cuadro de datos y resultados para el cálculo de evapotranspiración del programa CROPWAT 8.0.

TABLA 3.11: EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL

Mes	Temp Min	Temp Max	Humedad	Viento	Insolación	Rad	ETo	ETo
	°C	°C	%	m/s	horas	MJ/m ² /día	mm/día	mm/mes
Enero	7.8	19.40	80	0.60	8	21.4	3.58	110.98
Febrero	8.2	19.10	82	0.70	7.5	21.2	3.58	100.24
Marzo	8.2	19.50	83	0.70	7.7	21.7	3.67	113.77
Abril	8.6	19.30	84	0.60	7.3	20.3	3.44	103.20
Mayo	8.4	18.60	84	0.70	7	18.6	3.10	96.10
Junio	7.9	17.50	84	0.70	6.6	17.4	2.84	85.20
Julio	7.1	16.40	84	0.70	6.4	17.3	2.76	85.56
Agosto	6.8	16.70	82	0.70	6.8	19	3.03	93.93
Septiembre	7.2	17.70	81	0.70	7.2	20.5	3.34	100.20
Octubre	7.5	19.80	80	0.70	8.3	22.4	3.73	115.63
Noviembre	8.0	20.20	80	0.70	8.3	21.8	3.70	111.00
Diciembre	8.0	19.70	80	0.70	8	21.1	3.55	110.05
Promedio	7.8	18.7	82	0.7	7.4	20.2	3.36	102.16

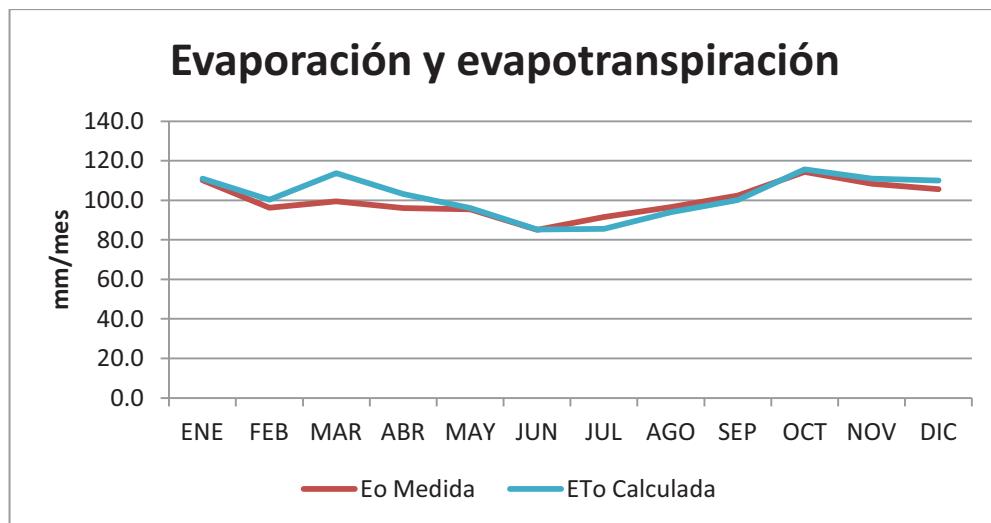
Fuente: CROPWAT 8.0

Elaboración: Carlos Sánchez

El programa CROPWAT permite el cálculo de la evapotranspiración referencial utilizando la temperatura media mensual, o a su vez la temperatura media máxima y media mínima, para este caso se utilizaron valores de la temperatura media máxima y media mínima mensuales, siguiendo la recomendación del manual de CROPWAT 8.0, estos valores fueron promediados entre los registros de cada mes de los años 1982 al 2009, de esta misma manera se procedió para obtener los valores de porcentaje de humedad, velocidad del viento a 2 metros de altura, y horas de insolación, los resultados que entrega CROPWAT son la radiación y la evapotranspiración diaria.

Al comparar los valores obtenidos con la fórmula de la FAO Penman-Monteith se puede observar que estos siguen la misma tendencia que los valores de evaporación medidos en el tanque evaporímetro de la estación meteorológica.

GRÁFICO 3.10: EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL



Elaboración: Carlos Sánchez

Eo medida: evaporación de pan evaporímetro

ETo calculada: evapotranspiración calculada con la ecuación de la FAO Penman-Monteith.

La tendencia de la curva muestra que los valores más altos de evapotranspiración se producen en los meses de marzo y octubre, mientras que su valor mínimo se produce en junio, la evapotranspiración media mensual calculada es de 102.16 mm.

3.8 BALANCE HÍDRICO

Para el balance hídrico se considerará el valor de la evapotranspiración referencial, obtenida en el numeral anterior; los valores de los coeficientes de cultivo, para los cultivos representativos de la zona; la precipitación efectiva, estimada de acuerdo al método de la U.S. Bureau of Reclamation que para una precipitación entre 30 y 50 mm mensuales, como es el caso de la estación

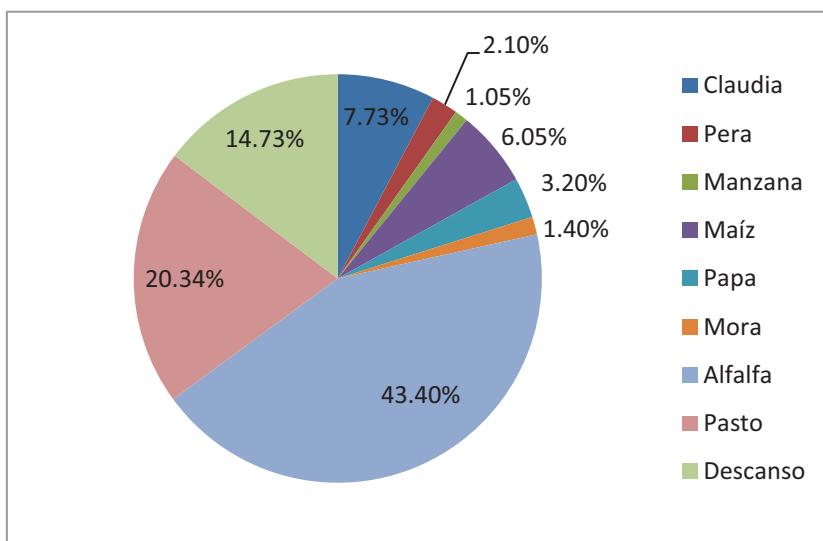
meteorológica Pedro Fermín Cevallos, declara que el valor de la precipitación efectiva se encuentra entre 80% y 95% así:

ESTIMACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN EFECTIVA

$$P_{ef} = 0.8 * (P \geq 80\%) \quad (3.1)$$

Para el análisis del balance hídrico es necesario conocer la distribución de los cultivos presentes en la zona antes del proyecto, y la cédula de cultivos con el proyecto:

GRÁFICO 3.11: CULTIVOS DE LA ZONA



Elaboración: Carlos Sánchez.

La cédula de cultivos representativa para la zona, se presenta a continuación:

TABLA 3.12: CÉDULA DE CULTIVOS

CÉDULA DE CULTIVOS						
CULTIVOS	1º campaña (ha)	%	2º campaña (ha)	%	Área total (ha)	Ciclo Vegetativo (días)
Claudia	9.27	7.73%	0	0.00%	9.27	365
Pera	2.52	2.10%	0	0.00%	2.52	365
Manzana	1.26	1.05%	0	0.00%	1.26	365

TABLA 3.13: CONTINUACIÓN

CÉDULA DE CULTIVOS						
CULTIVOS	1º campaña (ha)	%	2º campaña (ha)	%	Área total (ha)	Ciclo Vegetativo (días)
Maíz	12	10.00%	0	0.00%	12	90
Papa	9.95	8.29%	5	4.17%	14.95	150
Mora	10	8.33%	0	0.00%	10	365
Alfalfa	55	45.83%	0	0.00%	55	365
Pasto	20	16.67%	0	0.00%	20	365
Descanso	0	0.00%	0	0.00%	0	365
Total	120	100.00%	5	4.17%	125	

Fuente: PACT, Informe principal del proyecto Tunga, 2012

En la TABLA 3.12 se puede observar que los cultivos predominantes en la zona del proyecto son la alfalfa (45.83%), el pasto (16.67%), el maíz (10%) y la papa (14.95%).

El cálculo de los requerimientos de cada cultivo contempla la fecha de siembra y cosecha de cada uno, se tomó como referencia los coeficientes de cultivo Kc dados por la FAO (Irrigation and drainage paper N° 56), adaptándolos a la zona, toda la información fue recolectada a través de encuestas y conversaciones con los agricultores de la zona.

TABLA 3.14: BALANCE HÍDRICO

Precipit.	% de siembra	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
		13.3	19.1	33.9	36.2	35	26.7	20.9	17.3	12.1	23.2	18.4	10.8
		10.64	15.28	27.12	28.96	28	21.36	16.72	13.84	9.68	18.56	14.72	8.64
Requerimientos	Alfalfa y pasto	62.50	101.14	91.77	97.83	89.78	85.33	78.08	80.68	86.26	92.48	100.67	95.63
	Maíz	10	146.16	132.45	93.31	87.98	103.5	113.68	120.4	124.40	86.31	99.42	116.03
	Papa	8.29	94.40	85.65	121.3	134.06	129.3	78.08	75.30	81.34	114.05	150.47	143.23
	Frutales	10.88	128.11	116.24	124.4	83.39	73.95	67.67	69.92	74.76	80.15	107.38	109.01
	Frutilla	4.17	94.40	85.65	93.31	83.79	79.64	72.87	75.30	80.51	86.31	93.96	89.25
	Mora	4.17	91.70	83.20	90.64	81.40	77.36	70.79	73.15	78.21	83.84	91.28	86.70
	Suma requerimientos ponderados mensuales	100	107.34	97.38	101.7	91.97	88.99	79.98	82.50	87.84	91.69	104.73	102.43
Bal Hidr.	P>=80% - Reque. ponderados mensual		-96.70	-82.10	-74.62	-63.01	-60.99	-58.62	-65.78	-74.00	-82.01	-86.17	-87.71
	Reque diarios ponderados [mm]		-3.12	-2.93	-2.41	-2.10	-1.97	-1.95	-2.12	-2.39	-2.73	-2.78	-2.92

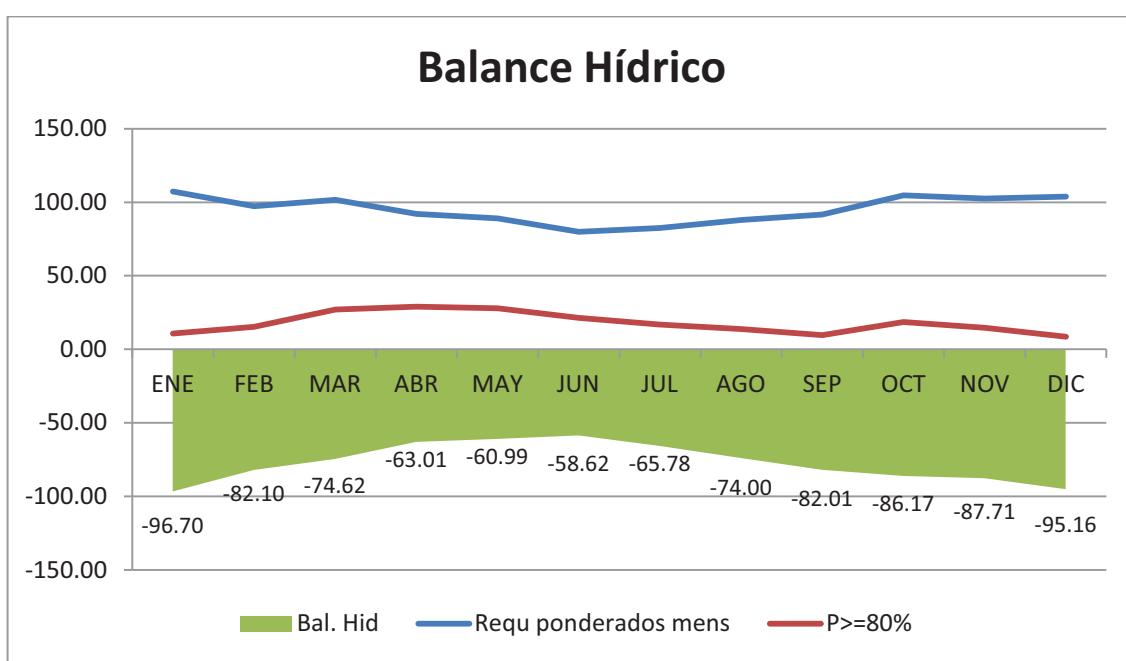
Elaboración: Carlos Sánchez

El balance hídrico de cada mes para el sitio del proyecto fue calculado con los requerimientos hídricos de cada cultivo de la cédula, para dicho mes, y con los datos de la precipitación efectiva, así por ejemplo para el mes de enero: se sumó el producto de cada requerimiento por el porcentaje de siembra y se restó la precipitación efectiva.

Los cálculos en detalle de los requerimientos de los cultivos se encuentran en el ANEXO 6.

A continuación se muestra el gráfico del balance hídrico para el ramal San Pedro

GRÁFICO 3.12: BALANCE HÍDRICO EN EL RAMAL SAN PEDRO

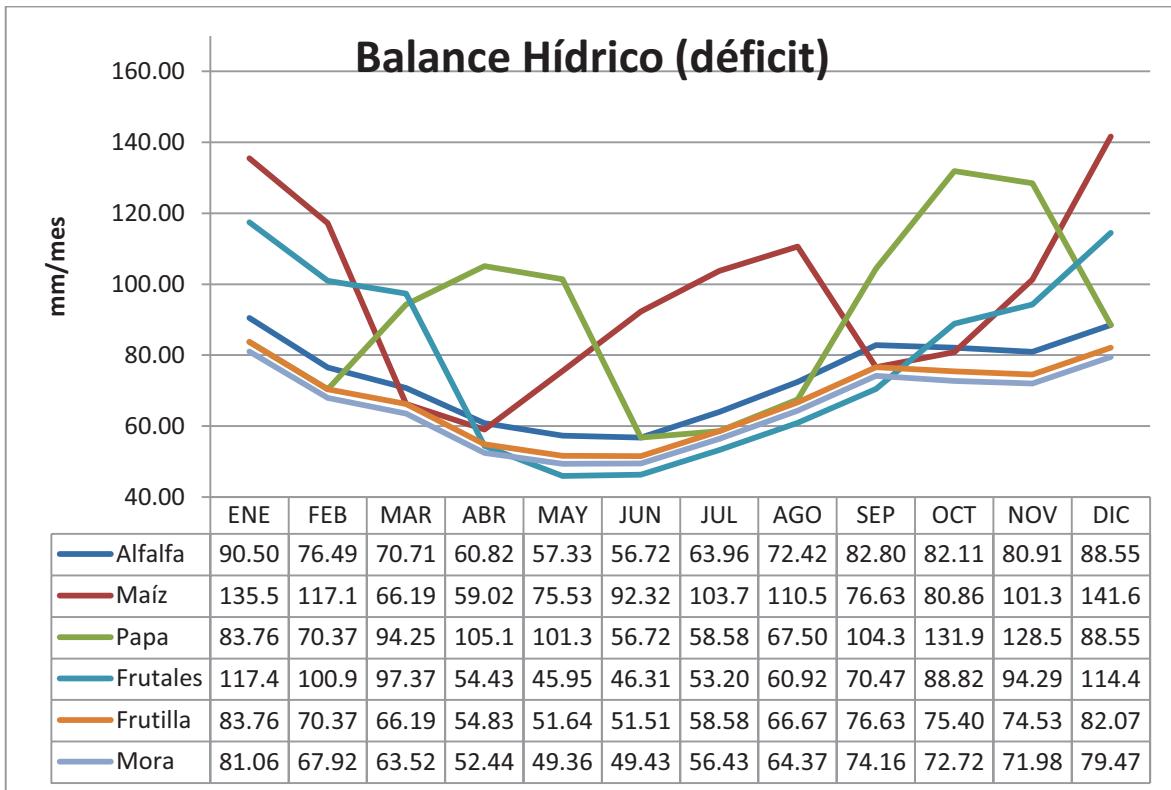


Elaboración: Carlos Sánchez

Los resultados obtenidos del cálculo del balance hídrico para el ramal, y mostrados en el GRÁFICO 3.12 muestran la evidente necesidad de riego en el sector, se puede observar que los meses más críticos son de Octubre a Marzo.

El balance hídrico para cada cultivo se muestra en el GRÁFICO 3.12, donde se puede observar que el déficit máximo sucede en diciembre para el maíz y tiene un valor de 141.6 mm.

GRÁFICO 3.13: BALANCE HÍDRICO DE LOS CULTIVOS



Elaboración: Carlos Sánchez.

3.9 ALTERNATIVAS TÉCNICAS PARA LA TRANSFORMACIÓN

Para la transformación de riego superficial a riego tecnificado, se proponen dos alternativas, que buscan facilitar el proceso, ambas basadas en llaves de conversión.

Una llave de conversión se puede definir como una serie de “operaciones” o equivalencias que sirven para traducir derechos de agua de riego superficial que han sido sometidos a un proceso de reordenamiento, dentro de un proceso más grande de transformación de riego superficial por inundación a riego tecnificado.

3.9.1 ALTERNATIVA CON CAUDALES FIJOS

Para esta alternativa se consideró la petición de los regantes y se modificó los intervalos de riego de 14 días a 7 días.

El área del proyecto se dividió en 10 sectores de riego, que agrupan los predios de acuerdo a su cercanía geográfica y el volumen de agua que recibirían en el nuevo intervalo. Nueve sectores recibirán agua por una red de tuberías presurizadas a gravedad, mientras que el sector faltante se presurizará con una bomba centrífuga, debido al insuficiente desnivel topográfico, todos recibirán agua de lunes a domingo, durante 15 horas aproximadamente.

En vez de recibir todo el caudal (60 l/s) en cada riego, este será dividido entre los sectores de riego, pudiendo cada uno regar con un caudal simultáneo (dentro de cada sector) igual a 6 l/s de acuerdo al tiempo de riego original de cada parcela se adoptó un nuevo caudal así:

TABLA 3.15: VALORES DE CAUDALES EN ALTERNATIVA CON CAUDALES FIJOS

Derechos de riego [min]	Caudal [l/s]
TR < 30'	1
30' < TR < 60'	2
60' < TR < 120'	3
TR > 120'	6

Elaboración: Carlos Sánchez

De acuerdo a la TABLA 3.15 a un regante que tiene un derecho a riego menor a 30 minutos se le asignará ahora un caudal de 1 l/s, si su derecho de riego está entre 30 y 60 minutos se le asignará un caudal de 2 l/s, si su derecho de riego está entre 1 y 2 horas su caudal asignado será 3 l/s, y si su derecho es mayor de 2 horas su nuevo caudal será 6 l/s.

Por ejemplo el señor Juan Izurieta tiene un derecho de 1.11 horas por lo que su caudal asignado sería 3 l/s.

TABLA 3.16: EJEMPLO DE ASIGNACIÓN DE CAUDAL

Código	Nombres Apellidos	Tiempo			Tiempo h	Q l/s
		h.	min.	seg.		
5	JUAN ONOFRE IZURIETA	1	6	37	1.11	3

Elaboración: Carlos Sánchez

La llave de conversión para esta alternativa modifica el tiempo de riego como se muestra a continuación:

TABLA 3.17: LLAVE DE CONVERSIÓN CON CAUDALES FIJOS

LLAVE DE CONVERSIÓN		
Situación inicial		Intervalo: 14 días Caudal Q: 60 l/s Tiempo: acorde con el derecho de cada usuario.
Resultado Requerido	Condición	Medida requerida
Intervalo/ 2 7 días	Caudales fijos 1 l/s q 2 l/s q 3 l/s q 6 l/s q	Tiempo (horas) Q/2q) Tiempo * 30 Tiempo * 15 Tiempo * 10 Tiempo * 5

Elaboración: Carlos Sánchez

Aplicando como ejemplo la llave de conversión desarrollada en la TABLA 3.17 para el caso del predio con código 5:

TABLA 3.18: APLICACIÓN DE LA LLAVE DE CONVERSIÓN CON CAUDALES FIJOS

Código	Nombres Apellidos	Tiempo			Q entrega NFR l/s	Tiempo Nuevo h
		h.	min.	seg.		
5	JUAN ONOFRE IZURIETA	1	6	37	1.11	3

Elaboración: Carlos Sánchez

Entonces tal como indica la llave de conversión de la TABLA 3.17 para el caso de un caudal fijo de 3 l/s la medida requerida es la multiplicación del tiempo o derecho de riego por 10, por lo que ahora su turno de riego durará 11.10 horas, y

será cada siete días, es decir recibe la mitad de su derecho inicial cada semana, y a los 14 días recibiría la totalidad de su derecho anterior.

La transformación de riego superficial a riego tecnificado no podría tener buenos resultados si no va acompañada de un proceso de reordenamiento en la distribución del agua, en la que se aplique la llave de conversión , como se mostró en el párrafo anterior, y a la vez se asignen los nuevos turnos de riego.

3.9.1.1 Reordenamiento de la distribución del agua

Un proceso de reordenamiento de la distribución de agua es un proceso participativo, con el que a través de la reconfirmación de los derechos de agua, se busca optimizar la forma de distribución, para obtener una mayor eficiencia y productividad.

Para que un proceso de reordenamiento de la distribución del agua sea exitoso es necesario que se den ciertas condiciones, tal como sucedió dentro del ramal San Pedro en el óvalo Tunga, dichas condiciones son:

- Existen considerables pérdidas innecesarias de agua; los turnos de riego no se basan en una distribución espacial, por lo que se producen demasiados saltos en la distribución, con sus consecuentes llenados y vaciados del canal de óvalo.
- La frecuencia de distribución de agua (cada 14 días) dificulta la introducción de cultivos alternativos; el espaciamiento entre riegos limita a los regantes a sembrar cultivos resistentes, que no tienen la rentabilidad que desearían.
- La directiva está convencida de lo necesario que resulta un proceso de reordenamiento; la petición para la tecnificación del riego salió de la propia directiva.

- Existe voluntad de transparentar los derechos de agua; fueron los propios usuarios con la asesoría del PACT quienes formaron la lista de regantes con sus respectivos derechos.
- Los agricultores experimentan escasez de agua, especialmente en época de pocas lluvias cuando el caudal se ve muy reducido y las pérdidas volumétricas dentro del canal del óvalo son más evidentes.

Una vez que el proceso de reordenamiento se haya implementado se espera tener:

- Aunque la entrega del agua será en forma simultánea, ahora los turnos estarán distribuidos ordenadamente en el espacio.
- Una red de tuberías con flujo a presión, como medio de distribución del agua de riego.
- Pérdidas volumétricas mínimas.
- Intervalos adecuados al requerimiento promedio de los cultivos en las aplicaciones de agua, es decir la frecuencia de riego se reduce de 14 días a 7 días.
- El área de riego dividida en sectores independientes con riego simultáneo. Ver sectores de riego en el ANEXO 7.

Para determinar los nuevos horarios de riego, se consideraron las largadas de riego desde las 6:00 a.m. hasta las 9:00 p.m. aproximadamente, tratando de seguir una secuencia espacial ordenada.

En algunos casos se tuvo que modificar la llave de conversión y adoptar un caudal de 4 l/s para acortar el tiempo de riego.

El siguiente cuadro muestra los nuevos horarios de algunos regantes:

TABLA 3.19: EJEMPLO DE ASIGNACIÓN DE HORARIOS CON CAUDALES FIJOS

Sector	Día	Cod	Nombre	Area Tot (m2)	Vol FR ante m2	Vol NFR m3	T Riego Ante (h)	T Riego Ante (m)	TRA (h)	Q (l/s)	Nuevo TR (h)	NTR (h)	Turno	Inicio	Fin
1	Lunes	2	JUAN ONOFRE IZURIETA	11456	408.12	204.06	1.89	113.37	1:53:22	4	14.17	14:10:15	1	6:00:00	20:10:15
1	Lunes	8	MARIANA IZURETA	3077	216	108	1.00	60.00	1:00:00	2	15.00	15:00:00	1	6:00:00	21:00:00
1	Martes	5	JUAN ONOFRE IZURIETA	6732	239.82	119.91	1.11	66.62	1:06:37	3	11.10	11:06:10	2	6:00:00	17:06:10
1	Martes	6	CECILIA IZURIETA	6798	179.34	89.67	0.83	49.82	0:49:49	3	8.30	8:18:10	2	6:00:00	14:18:10
1	Martes	7	HERMELINDA IZURIETA	3980	144	72	0.67	40.00	0:40:00	3	6.67	6:40:00	2	14:18:10	20:58:10

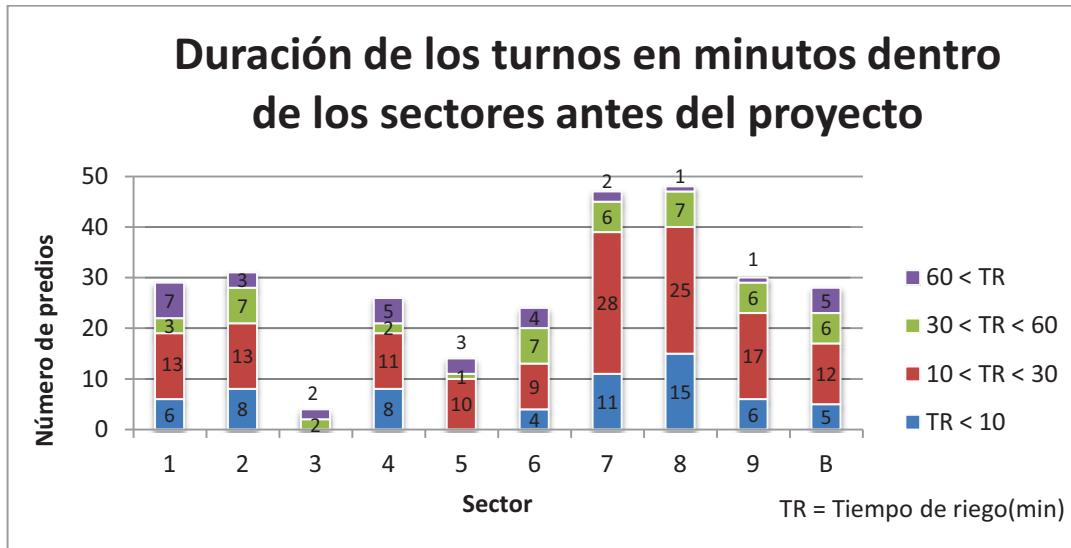
Elaboración: Carlos Sánchez

Entonces el señor Juan Izurieta dueño del predio cuyo código en el plano es 5, y que tiene una extensión de 6732m^2 , con un derecho de agua de 1.11 horas y un caudal de 60l/s cada 14 días, tendría un volumen de 239.82m^3 , con la transformación a riego tecnificado su nuevo horario de riego es de 11.10 horas con 3l/s cada 7 días, siendo su derecho de agua 119.91 m^3 semanalmente, y 239.82 m^3 cada 14 días. Su turno sería el martes a partir de las 06:00 hasta las 17:06:10.

Los horarios de distribución para el Ramal San Pedro se encuentran en el ANEXO 8.

Con el reordenamiento en la distribución de agua la duración de los turnos cambiará ya que actualmente la mayoría de turnos duran entre 10 y 30 minutos solamente, y en el futuro con el proyecto predominarán los turnos entre 5 y 10 horas, que permiten una mejor aplicación y aprovechamiento del agua de riego.

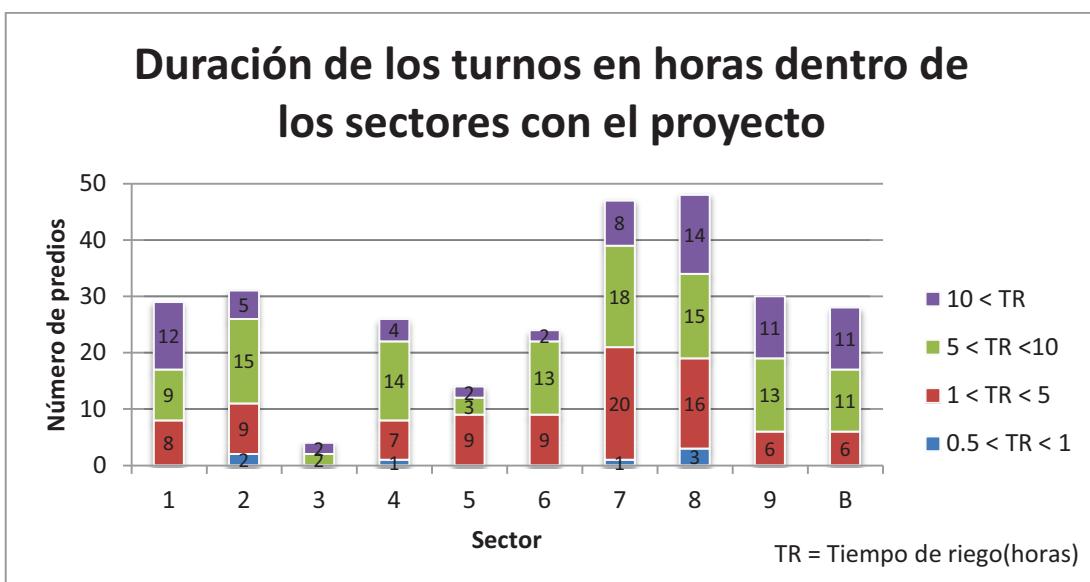
GRÁFICO 3.14: NÚMERO DE PREDIOS VS. DURACION DE RIEGO EN MINUTOS POR CADA SECTOR ANTES DEL PROYECTO



Elaboración: Carlos Sánchez

El GRÁFICO 3.15 muestra el número de predios con los derechos de riego para cada sector, se puede observar que la mayoría de predios tienen derechos de riego entre 10 y 30 minutos, en el sector se observa que únicamente existen 4 predios de extensión relativamente grande y a su vez derechos de riego grandes.

GRÁFICO 3.15: NÚMERO DE PREDIOS VS. DURACION DE RIEGO EN HORAS POR CADA SECTOR CON EL PROYECTO

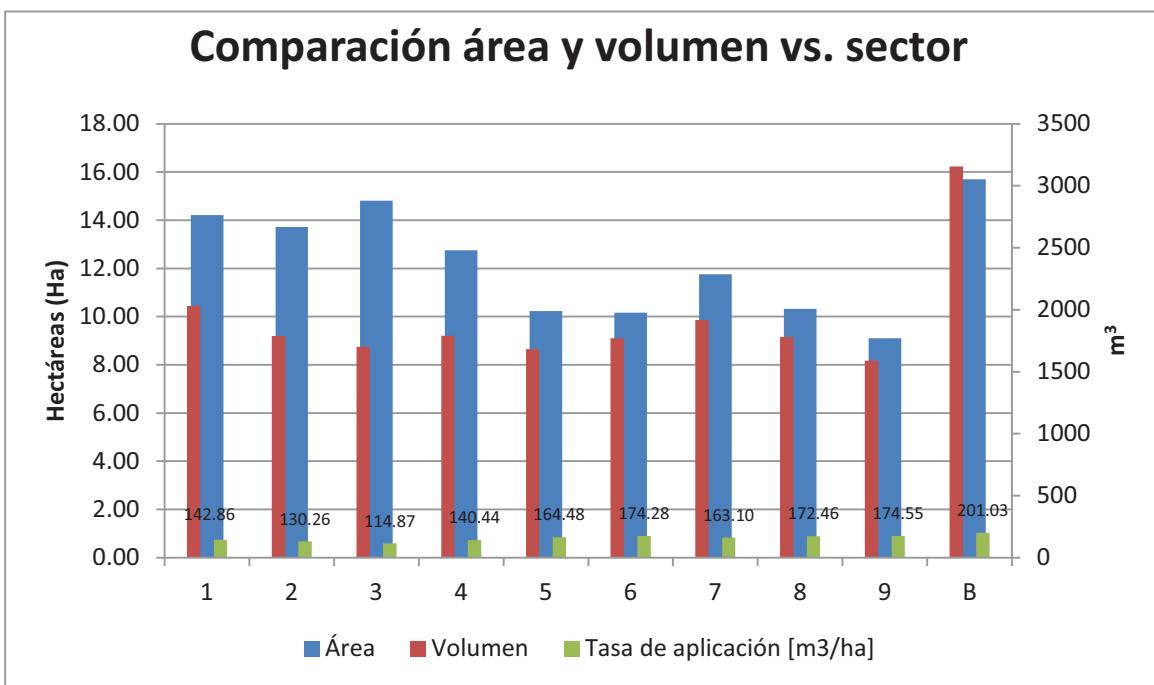


Elaboración: Carlos Sánchez

El GRÁFICO 3.15 muestra el número de predios con los derechos de riego para cada sector, se puede observar que ahora la mayoría de predios tienen derechos de riego entre 5 y 10 horas,

A pesar de que el reordenamiento resuelve muchos problemas, aún sigue siendo evidente la falta de criterios técnicos de repartición de agua, como se observa en el GRÁFICO 3.16 la tasa de aplicación de agua varía de sector a sector.

GRÁFICO 3.16: TASAS DE APLICACIÓN EN CADA SECTOR



Elaboración: Carlos Sánchez

En el GRÁFICO 3.16 se muestran: el área de cada sector en hectáreas con la barra azul, con la barra roja el derecho de agua adjudicado a los predios que forman cada sector en metros cúbicos, al dividir el volumen para el área de cada sector se obtiene la tasa de aplicación de agua en cada sector en metros cúbicos por hectárea, representado con la barra verde; los valores de la tasa de aplicación varían desde 114.87 m³/ha hasta 201.03 m³/ha, lo que indica una desigual distribución de los derechos.

Esta alternativa, a pesar de ser muy exacta es poco práctica para su aplicación. Los nuevos tiempos de riego son demasiado precisos, cuando lo mejor sería en

función de horas enteras, pudiendo aceptarse tiempos con precisión de hasta 30 minutos.

3.9.2 ALTERNATIVA CON POSICIÓN EMISOR

Para la alternativa con posición-emisor se considerarán los mismos cambios mencionados en la alternativa con caudales fijos y se partirá desde los mismos sectores de riego.

Debido al gran número de usuarios y a la extensión del área el desarrollo de esta alternativa se lo realiza únicamente para riego por aspersión, pudiendo a partir de este adaptarse a riego por goteo y micro aspersión.

El desarrollo de esta alternativa requiere el previo conocimiento de algunos conceptos, mismos que se definen a continuación:

- Período-posición: Tiempo durante el cual un emisor queda instalado y funcionando en un lugar específico.

La duración del período-posición es resultado de la división del requerimiento de riego durante el intervalo establecido (mm), entre la lámina horaria del emisor (mm/hora) (Hoogendam, 2012).

- Posición: Lugar en el que un emisor o conjunto de emisores está instalado para la aplicación del riego (Hoogendam, 2012).

- Posición-emisor: Indicador de derecho de agua bajo el régimen de riego tecnificado. Se utiliza principalmente en el riego por aspersión.

El número de posiciones-emisor de un usuario indica las posiciones en las que se puede usar un emisor. Puede cubrir una cantidad con distintas combinaciones de emisores y posiciones. Por ejemplo: un usuario con derecho a 12 posiciones-aspersor, puede cubrirlas con 2 aspersores en 6 posiciones, 3 aspersores en 4 posiciones o 4 aspersores en 3 posiciones (Hoogendam, 2012).

La llave de conversión se expresa en términos de posición-emisor, por lo que el tipo de emisor apto a las condiciones del terreno debe ser escogido previamente.

Los aspersores que serán escogidos deben cumplir las siguientes condiciones:

- Su pluviosidad debe ser menor o igual a la capacidad de infiltración del suelo, en este caso franco arenoso (50 – 75 mm/h).
- El diámetro de alcance o mojamiento debe ser menor que el más pequeño de los lados de los predios.

Durante el desarrollo de la llave de conversión, ante la gran variedad de tamaños de los predios y tiempos de riego, surgió la necesidad de desarrollar opciones que se adapten para cada situación, es por eso que se desarrollaron 7 alternativas que se muestran en la TABLA 3.21.

El desarrollo de las llaves de conversión requiere de una serie de operaciones matemáticas que se detallan a continuación:

Se partió desde el valor promedio del requerimiento de agua diario de los cultivos (3.8 mm/día), luego se calculó la necesidad de agua para el nuevo intervalo (7 días) resultando 26.6 mm, luego se seleccionaron los aspersores que se ajusten a las necesidades de pluviosidad y diámetro de alcance, estos a su vez constituirían cada alternativa, por ejemplo para la alternativa n°1 ($Q = 0.14 \text{ m}^3/\text{h}$ y $D = 6 \text{ m}$, por lo tanto el valor del área mojada sería $A = 28.2\text{m}^2$) el valor de la sobreposición del área de alcance (20%) se lo introdujo de acuerdo a la pluviosidad de cada aspersor, y multiplicando el área mojada por el porcentaje de sobreposición se tiene el valor del área efectivamente mojada ($A^*(1-0.2) = 28*0.8 = 22.62 \text{ m}^2$), entonces la lámina horaria bruta se obtiene al dividir el caudal del aspersor para el área efectivamente mojada ($0.14\text{m}^3/\text{h}/22.62\text{m}^2*1000= 6.16 \text{ mm/h}$), y para obtener la lámina efectivamente aplicada, se multiplica la lámina horaria bruta por la eficiencia de aplicación ($6.16 \text{ mm/h} * 0.85 = 5.2 \text{ mm/h}$).

En el análisis de posiciones se determina el período de cada posición al dividir el requerimiento del intervalo para la lámina efectivamente aplicada ($26.6 \text{ mm}/5.2 \text{ mm/h} = 5.1 \text{ h}$), pero por no ser un valor entero se lo redondea a 5 horas como el período-posición, entonces si las largadas para riego empiezan a las 6:00 a.m. y terminan a las 9:00 p.m., durante un día habrían 3 posiciones y en un intervalo de riego 21 posiciones.

En el análisis del número de aspersores por intervalo se determinó el número de aspersores que pueden funcionar simultáneamente, al dividir el caudal de diseño (60 l/s) para el caudal de cada aspersor (0.04 l/s), luego el número de aspersores simultáneos es $60/0.04 = 1538.4$; el número total de posiciones-aspersor por intervalo es el resultado de multiplicar los aspersores simultáneos (1538) por el número de posiciones en un intervalo (21), su resultado es 32,307 posiciones-aspersor.

Para el cálculo de la llave de conversión se adoptó un tiempo referencial de 60 minutos, por lo que se dividió el número de posiciones aspersor para el número de horas de cada intervalo, así ($32307/14*15 = 153.4$), entonces por cada hora de riego le corresponde 150 posiciones aspersor.

A continuación se muestra también las llaves de conversión para todas las alternativas en la TABLA 3.23.

Aunque lo ideal sería tener varios tipos de aspersores, que se adapten a las condiciones de cada predio, como se desarrolló la llave de conversión, el hecho que existan varios tipos de aspersores dentro del mismo proyecto, puede crear dudas dentro de algunos usuarios y traer problemas con la socialización, por lo que resulta útil mencionar que existe cierta relación entre los aspersores, si se toman como base el aspersor de la opción 4, es decir de 0.3 l/s se relaciona de la siguiente manera con el resto de aspersores de las otras opciones:

TABLA 3.20: RELACIONES ENTRE ASPERSORES

		Opción 4					
Nº aspersores	1	1	2	2	3	10	
Nº aspersores	7	3	3	1	1	1	
Opción 1		Opción 2		Opción 3		Opción 5	
Opción 6		Opción 7					

Elaboración: Carlos Sánchez

Entonces 7 aspersores de la opción 1 equivalen a un aspersor de la opción 4, y así sucesivamente, de esta forma se podría tener un sólo aspersor para el proyecto, el aspersor de la opción 4.

TABLA 3.21: HOJA DE CÁLCULO PARA DEFINIR LA LLAVE DE CONVERSIÓN CON POSICIÓN-ASPERSOR

HOJA DE CÁLCULO PARA ESTIMAR LA LLAVE DE CONVERSIÓN

Datos agronómicos							
Datos de la fuente de agua:							
Caudal adjudicado	90 l/s	Demandas de riego diario neto	3.8 mm/día	Demandas de riego neto en intervalo	26.6 mm		
Caudal aforado	60 l/s						
Caudal de diseño	60 l/s						
Horas diarias de operación del sistema	15 horas						
Intervalo de riego anterior	14 días						
Intervalo de riego nuevo	7 días						
Emisores		Op1		Op2		Op3	
Caudal del emisor	0.04 l/s	0.12 l/s	0.19 l/s	0.30 l/s	0.54 l/s	0.45 l/s	0.45 l/s
140 l/hora	396 l/hora	685 l/hora	1040 l/hora	1950 l/hora	1639 l/hora	9800 l/hora	2.72 l/s
0.14 m ³ /h	0.40 m ³ /h	0.69 m ³ /h	1.04 m ³ /h	1.95 m ³ /h	1.64 m ³ /h	9.80 m ³ /h	
0.6 gpm	1.7 gpm	3.0 gpm	4.6 gpm	8.6 gpm	7.2 gpm	43.1 gpm	
Diámetro de mojamiento	6 m	10 m	16 m	24 m	30 m	31 m	51 m
Área de mojamiento	28 m ²	79 m ²	201 m ²	452 m ²	707 m ²	755 m ²	2043 m ²
Sobreposición del área	20%	20%	40%	60%	60%	60%	25%
Área efectivamente mojada	22.62 m ²	62.83 m ²	120.64 m ²	180.96 m ²	282.74 m ²	301.91 m ²	1532.12 m ²
Diametro efectivamente mojado	5.37 m	9 m	12 m	15 m	19 m	20 m	44 m
Lámina horaria bruta	6.2 mm/h	6.3 mm/h	5.7 mm/h	5.7 mm/h	6.9 mm/h	5.4 mm/h	6.4 mm/h
Eficiencia de aplicación	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%
Lámina horaria neta	5.3 mm/h	5.4 mm/h	4.8 mm/h	4.9 mm/h	5.9 mm/h	4.6 mm/h	5.4 mm/h
Ánálisis de Posiciones							
Período-posición	5.04 horas	5.0 horas	5.5 horas	5.4 horas	4.5 horas	5.8 horas	4.9 horas
Período-posición (real)	5 horas	5 horas	5 horas	5 horas	5 horas	5 horas	5 horas
Posiciones por intervalo	21 posic	21 posic	21 posic	21 posic	21 posic	21 posic	21 posic
Tiempo de cambio	-21 min	-21 min	-21 min	-21 min	-21 min	-21 min	-21 min
Análisis número de aspersores-intervalo							
Aspersores simultáneos	1538.46	207.69	110.77	131.79	22.04082		
Tota. número de posiciones-aspersor	32307.7 pos-asp	43615 pos-asp	23262 pos-asp	2767.5 pos-asp	462.8571 pos-asp		

TABLA 3.22:CONTINUACIÓN

Llave de conversión	
Nº posiciones-aspersor por hora (calc)	153.846
Nº posiciones-aspersor por hora (ajus)	150
Distribución original	54.55
54	31.53
	30
	20.8
	21
	11.1
	12
	13.2
	15
	2.2
	2

Distribución original	
Nº posiciones-aspersor por hora (calc)	153.846
Nº posiciones-aspersor por hora (ajus)	150
Área efectivamente regada	3392.92 m ²
Área efectivamente regada total	71.25 ha
	71.25

Comprobación	
Tiempo de riego	60 min
Volumen anterior	216000 litros
Volumen nuevo intervalo	108000 litros
Volumen con posición-aspersor (calc)	108000 litros
Volumen con posición-aspersor (real)	105300 litros
	106920 litros
	102750 litros
	109200 litros
	117000 litros
	216000 litros
	108000 litros
	108000 litros
	108000 litros
	109200 litros
	216000 litros
	108000 litros
	108000 litros
	117000 litros

Fuente: Paul Hoogendam

Elaboración: Carlos Sánchez

TABLA 3.23: LLAVE DE CONVERSIÓN PARA POSICIÓN-ASPERSONOR

Tiempo [minutos]	Op1	Op2	Op3		Op4	Op5	Op6	Op7
			pos-asp	pos-asp				
15	38	14	8	5	5	3	4	1
20	50	18	10	7	7	4	5	1
30	75	27	15	11	11	6	8	1
45	113	41	23	16	16	9	11	2
60	150	54	30	21	21	12	15	2
75	188	68	38	26	26	15	19	3
90	225	81	45	32	32	18	23	3
120	300	108	60	42	42	24	30	4

Elaboración: Carlos Sánchez

La hoja de cálculo para estimar la llave de conversión se desarrollo para un tiempo de riego de 15 horas, un período posición duraría 5 horas, por lo tanto el día tendría 3 períodos, y la semana 21 períodos.

Con las opciones de la llave de conversión se determinaron los nuevos horarios de riego, y los períodos-posición con la opción que mejor se adapte para cada predio.

GRÁFICO 3.17: TURNOS DE POSICIÓN-ASPERSOR

Codigo	Nombre	Area Tot (m2)	Vol FRAnte	Vol NFR m3	T Riego min	Posición-Aspersores						
						OP1	OP2	OP3	OP4	OP5	OP6	OP7
						150.00	51.00	30.00	21.00	12.00	15.00	2.00
5	JUAN ONOFRE IZURIETA	6732	239.82	119.91	67	166.5	56.6	33.3	23.3	13.3	16.7	2.2

Elaboración: Carlos Sánchez

Por ejemplo como se puede apreciar en el GRÁFICO 3.17 para el predio con código 5, perteneciente al señor Juan Izurieta se determinaron el número de posiciones aspersor para todas las opciones y se escogió la opción 4 que exactamente requería 23.3 posiciones-aspersor, este valor fue redondeado a 24 y se le asignaron 8 aspersores en 3 posiciones, lo que significa que su turno de riego duraría 15 horas, e iniciaría a las 6:00 a.m. y terminaría a las 21:00, durante su turno de riego recibiría 2.3 l/s y el volumen que ahora recibiría sería 4.9m³ mayor que el anterior, como se puede observar en el GRÁFICO 3.18

GRÁFICO 3.18: TURNOS DE POSICIÓN-ASPERSOR 2

Codigo	Nombre	Opción	Nº Asp	Nº Pos	Pos-Asp	Tiempo-Posición [h]	Caudal-posición	Tiempo riego [h]	Vol recib m3	Balance Vol m3	Inicio	Fin
5	JUAN ONOFRE IZURIETA	4	8	3	24	5.00	2.3	15	124.80	4.9	6:00	21:00

Elaboración: Carlos Sánchez

La alternativa con períodos posición completa se presenta en el ANEXO 9.

3.10 DISEÑO HIDRÁULICO

Para el diseño hidráulico en el presente proyecto de titulación se considerará las dos alternativas de análisis, como riego colectivo y como riego parcelario.

3.10.1 DISEÑO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE RIEGO COLECTIVO

El diseño hidráulico del sistema de riego colectivo se ha dividido en las siguientes partes:

- diseño del reservorio
- diseño de la red principal
- diseño de la red principal con bombeo
- diseño de la estación de bombeo
- diseño de los sistemas de riego tecnificado

3.10.1.1 Criterios de diseño del reservorio

El reservorio estará ubicado en la cota 3040

La pendiente de fondo longitudinal será 1%

La pendiente de fondo transversal será 2%

La capacidad de almacenamiento será la que resulte del análisis de operación durante dos semanas con el caudal de 60l/s, más 20% como rango de seguridad.

La altura mínima del reservorio será la que garantice la descarga de 60 l/s y se determinará con la ecuación de descarga de un orificio.

Tendrá una malla milimétrica antes del ingreso a la tubería.

Tendrá en su inicio una rejilla de platinas de sección rectangular que evite la entrada de materiales flotantes.

El reservorio tendrá 2 salidas una para la red a gravedad y otra para la red con bombeo, cada una con una válvula reguladora de caudal, una válvula check, una válvula de compuerta, y un medidor de caudal.

Para el caso que se presente un caudal mayor en el canal, el reservorio tendrá un vertedero de excesos.

Para el vaciado de los sólidos sedimentados se colocará una válvula que permita su desalojo.

3.10.1.2 Criterios de diseño de la red principal

La red principal a gravedad conecta el reservorio con la cabecera de las parcelas que tienen derecho a agua de riego.

La tubería será de PVC para uso agrícola.

La red a gravedad está dividida en nueve sectores de riego independientes, cada uno con una válvula de control de paso en su parte inicial.

Las válvulas de aire se colocaran de acuerdo a recomendaciones de la AWWA.

La bibliografía recomienda sobredimensionar la red, de tal manera que sea capaz de transportar la totalidad del caudal, como una medida de seguridad en el caso que no se haya instalado el sistema dentro de la parcela, o en el caso que sea costumbre humedecer el suelo mediante inundación antes de la siembra, esta recomendación no va a ser tomada en cuenta para el presente diseño, ya que los agricultores se han comprometido a realizar la inversión en la parcela a tiempo.

El caudal de diseño de la red corresponde al $Q_{pe} \geq 40\% = 54 \text{ l/s}$.

Para comprobar la flexibilidad del sistema se realizarán simulaciones con el caudal máximo, mínimo y eventos de uso reducido.

La presión manométrica de entrega en los hidrantes de cabecera estará entre 35 y 50 m.c.a.

Para el cálculo de pérdidas de energía se utilizará la fórmula de Darcy-Weisbach.

La velocidad mínima del fluido en la tubería será 0.3 m/s y la máxima 3m/s.

3.10.1.3 Criterios de diseño de la red principal con bombeo

La red principal con bombeo entrega el agua en las parcelas que están cerca al reservorio y no permiten la generación de la carga estática.

La tubería será de PVC para uso agrícola.

La red con bombeo consta de un único sector de riego independiente.

Las válvulas de aire se colocaran de acuerdo a recomendaciones de la AWWA.

El caudal de diseño de la red es 6 l/s.

La presión manométrica de entrega en los hidrantes de cabecera será como mínimo de 35m.c.a.

Para el cálculo de pérdidas de energía se utilizará la fórmula de Darcy-Weisbach.

La velocidad mínima del fluido en la tubería será 0.3 m/s y la máxima 3m/s.

3.10.1.4 Criterios de diseño de la estación de bombeo

Estará ubicada en la cota 3038 m.s.n.m.

Tendrá dos bombas centrífugas de flujo radial

El caudal de operación es 6 l/s

La eficiencia adoptada para el diseño será de 70%

La altura de bombeo será la que determine la ecuación de la curva del sistema

3.10.1.5 Criterios de diseño de los sistemas de riego tecnificado

Para los sistemas de riego parcelario se consideran tres métodos de riego:

- a) por aspersión,
- b) micro aspersión, y
- c) goteo,

respetando en todos los derechos de agua de cada usuario.

a) Riego por aspersión

Para el riego por aspersión el agua se entrega en la cabecera de la parcela, al cabezal, y luego a la tubería secundaria donde se repartirá a cada ramal de las diferentes posiciones.

El aspersor que sea escogido tendrá características iguales o similares a las características que se impusieron en las diferentes opciones para determinar la llave de conversión.

Las pérdidas se calcularán con la fórmula de Darcy Weisbach.

Las tuberías serán de PVC de presión de uso agrícola, con los accesorios necesarios para su correcto funcionamiento.

El caudal que emita cada aspersor estará determinado por su ecuación característica.

El coeficiente de uniformidad de Christiansen será aceptable si es mayor al 90%.

El porcentaje de sobreposición de las áreas podrá estar entre 30% y 60%.

La eficiencia de aplicación adaptada con riego por aspersión es de 85%.

La lámina aplicada neta debe ser mayor a 3.8 mm/h y menor que 5.8 mm/h.

b) Riego por micro aspersión

Para el riego por micro aspersión el agua se entrega en la cabecera de la parcela, al cabezal, y luego a la tubería secundaria donde se repartirá a cada ramal de las diferentes posiciones.

Para la ubicación de los emisores se tendrá en cuenta el cultivo y el marco de plantación del mismo.

La selección del micro aspersor se la realizará buscando una relación de multiplicidad entre el caudal del aspersor y el del micro aspersor, pudiendo este último ser la mitad, un tercio o un cuarto del caudal del micro aspersor.

Las pérdidas se calcularán con la fórmula de Darcy Weisbach.

Las tuberías serán de PVC de uso agrícola, con los accesorios necesarios para su correcto funcionamiento.

El caudal que emita cada micro aspersor estará determinado por su ecuación característica.

El coeficiente de uniformidad de Christiansen será aceptable si es mayor al 80%.

El porcentaje de sobreposición de las áreas entre aspersores podrá estar entre el 10% y el 20%

La eficiencia de aplicación con riego por aspersión es de 90%.

La lámina aplicada neta debe ser mayor a 3.6 mm/h y menor que 5.8 mm/h.

c) Riego por goteo

Para el riego por goteo el agua se entrega en la cabecera de la parcela, al cabezal, y luego a la tubería secundaria donde se repartirá por las cintas de goteo.

Para la ubicación de los emisores o cintas se tendrá en cuenta el cultivo, el marco de plantación del mismo, y la pendiente del terreno.

La selección del gotero se la realizará buscando una relación de multiplicidad entre el caudal del aspersor con el caudal del gotero, es decir se analiza el número de goteros en cada lateral y el número de laterales, entonces el caudal calculado con la llave de conversión se emite en la totalidad de los goteros.

Las pérdidas se calcularán con la fórmula de Darcy Weisbach en la tubería secundaria y en los laterales, las mismas que serán analizadas como tubos porosos; o como lo recomiende el fabricante de la tubería.

Las tuberías serán de PVC de presión de uso agrícola, con los accesorios necesarios para su correcto funcionamiento.

El caudal que emita cada gotero estará determinado por su ecuación característica, si ese fuera el caso.

La lámina aplicada neta debe ser mayor a 3.6 mm/h y menor que 5.8 mm/h.

3.10.2 DISEÑO HIDRÁULICO DE LOS SISTEMAS DE RIEGO PARCELARIO

Se realizarán 3 diseños con diferentes sistemas de riego tecnificado, para 3 diferentes predios.

Los métodos a ser diseñados son: aspersión, goteo, y micro aspersión.

3.10.2.1 Criterios de diseño del sistema de riego por aspersión

Se aplicarán los criterios mencionados en el numeral 3.10.1.5 literal a), junto con los criterios de diseño de la estación de bombeo y el reservorio.

3.10.2.2 Criterios de diseño del sistema de riego por microaspersión

Se aplicarán los criterios mencionados en el numeral 3.10.1.5 literal b), junto con los criterios de diseño de la estación de bombeo y el reservorio.

3.10.2.3 Criterios de diseño del sistema de riego por goteo

Se aplicarán los criterios mencionados en el numeral 3.10.1.5 literal c), junto con los criterios de diseño de la estación de bombeo y el reservorio.

CAPÍTULO 4.

DISEÑO HIDRÁULICO Y COSTOS.

El diseño hidráulico produjo los siguientes resultados:

4.1 DISEÑO DEL RESERVORIO

El reservorio tiene capacidad de abastecer a la red principal para un intervalo de riego de 7 días.

Su volumen de almacenamiento es de 4200 m³, el mismo que se determinó en función de los volúmenes de entrada y salida.

Sus dimensiones finales son:

TABLA 4.1: DIMENSIONES DEL RESERVORIO

RESUMEN		
Largo en el fondo:	35.00	m
Ancho en el fondo:	20.00	m
Largo en la superficie:	49.00	m
Ancho en la superficie:	34.00	m
Altura :	3.9	m

Elaboración: Carlos Sánchez.

Los cálculos para el diseño del reservorio se encuentran en el ANEXO 10.

El plano del reservorio se encuentra en el ANEXO 11.

El costo del reservorio será aproximadamente de 99.642 USD (PACT, Informe de costos Tunga, 2012), lo que daría un costo por metro cúbico de 23.72 USD.

4.2 DISEÑO DE LA RED PRINCIPAL

Para el diseño de la red principal se utilizó el software EPANET 2.0 en el que se ingresaron los datos de cotas de descarga, longitud, rugosidad de las tuberías, y caudales de demanda en cada predio. Se varía el diámetro interno de las tuberías hasta obtener resultados que se encuentren dentro de sus criterios de diseño que se muestran a continuación:

TABLA 4.2: CRITERIOS DE DISEÑO DE LA RED PRINCIPAL.

Criterio	Valor mínimo	Valor máximo
Velocidad (m/s)	0.3	3
Presión (m.c.a)	30	50

Elaboración: Carlos Sánchez

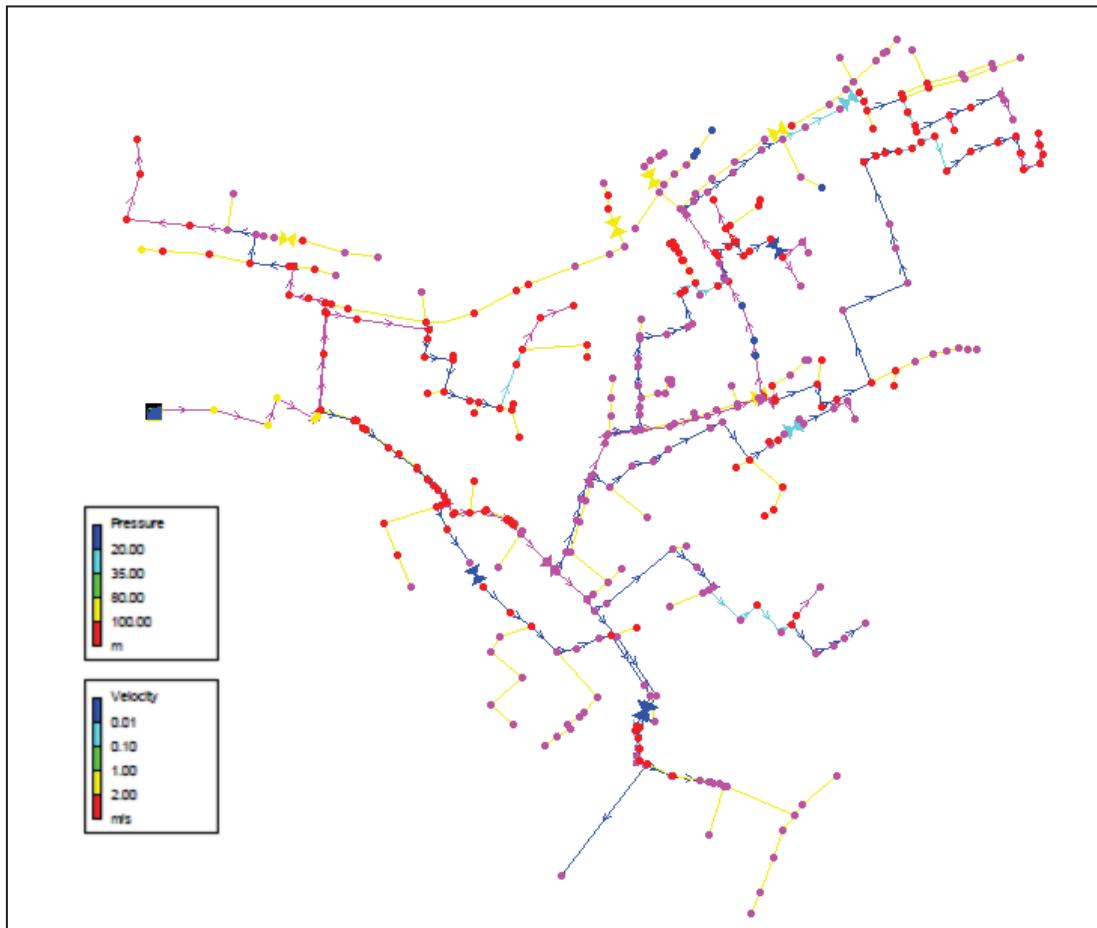
Para el dimensionamiento de las tuberías únicamente se considera la alternativa con posición-aspersor, por ser la más práctica y fácil de implementar.

Para llegar a un buen diseño, que incluya las condiciones reales de demanda se modela la red en período extendido de 6 a.m. a 9 p.m. de lunes a domingo, con las posibles variaciones en la demanda a las 11 a.m. y 4 p.m.

Además de las condiciones normales de funcionamiento, la red también se modela para su condición más desfavorable como es el día lunes con: caudal máximo, mínimo y eventos de uso reducido.

A continuación se presenta la red modelada:

GRÁFICO 4.1: RED PRINCIPAL



Elaboración: Carlos Sánchez

Los reportes de resultados de la modelización de la red principal se encuentran en el ANEXO 12.

El plano de la red se encuentra en el ANEXO 13.

4.3 DISEÑO DE LA RED PRINCIPAL CON BOMBEO Y SU ESTACIÓN

Para el diseño de la red principal a bombeo también se utilizó el software EPANET 2.0 en el que se ingresaron los datos de cotas de descarga, longitud, rugosidad de las tuberías, y caudales de demanda en cada predio. Se varía el diámetro interno de las tuberías hasta obtener resultados que se encuentren dentro de los criterios de diseño.

Al igual que para la red principal para el dimensionamiento de las tuberías únicamente se considera la alternativa con posición-aspersor, por ser la más práctica y fácil de implementar.

Con el fin de optimizar el uso de la bomba la distribución en toda el área con bombeo se realiza de 6:00 a.m a 9:00 p.m., tratando siempre que el caudal bombeado sea lo más cercano a 6 l/s.

En el primer intento del diseño se sigue un patrón de distribución lo más ordenado posible, en el que regaban únicamente predios cercanos, transportando casi siempre por las tuberías el caudal completo, para ese caso la altura de bombeo determinada fue de 84.16 m y la potencia de las bombas calculada fue 10 HP, pero al modelar la red en los puntos de entrega cercanos a la bomba se obtuvieron presiones estáticas superiores a los 100 m.c.a., por lo que se tuvo que idear una solución para este problema. Ver ANEXO 14 resultado modelización de la red con bombeo 10 HP y ANEXO 15 Cálculo de altura de bombeo.

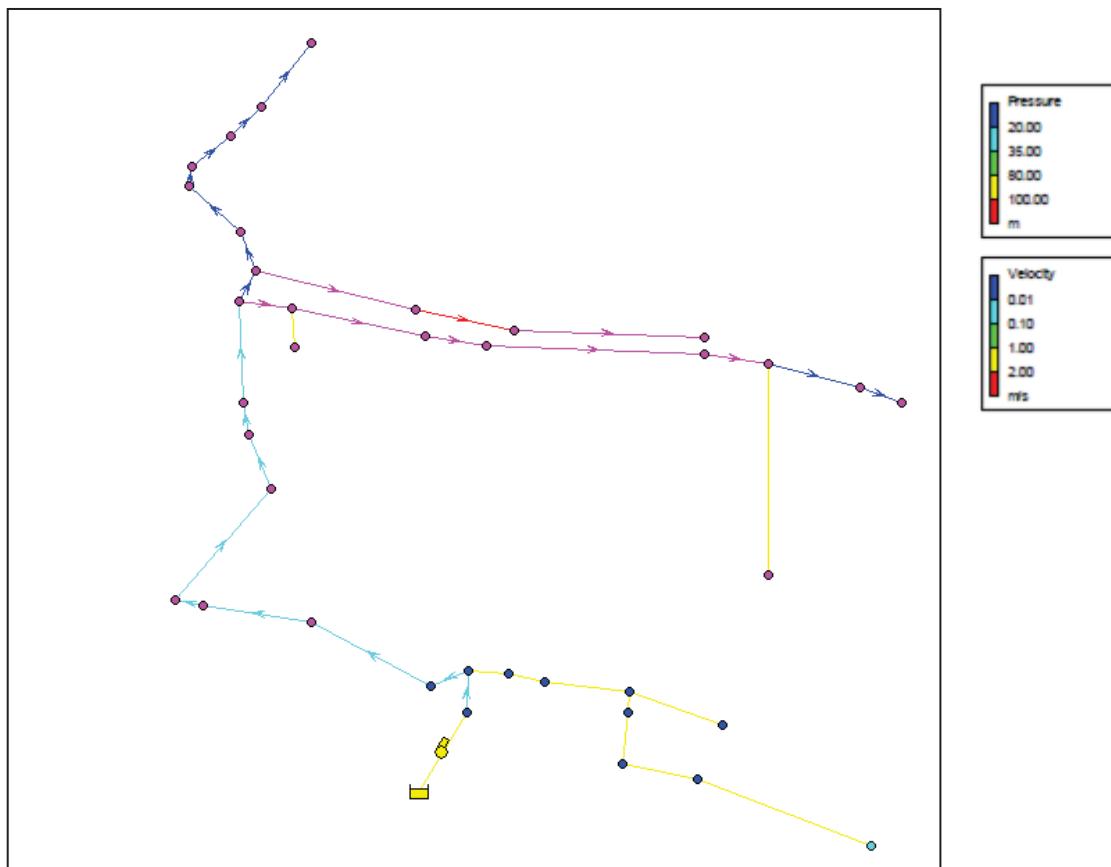
Una de las soluciones consideradas fue crear una red paralela para los puntos de entrega cercanos al área de bombeo que estén afectados por una única válvula reductora de presión, pero al analizar los costos que generaría un bombeo sobredimensionado que tendría que ser disminuido por una válvula, dicha opción fue descartada.

Se decidió entonces que con la ecuación del sistema y otro esquema de entrega se podría presentar la solución más adecuada.

Dicha solución se basa en la división de caudales, ya que si las tuberías son las mismas, para reducir las pérdidas se debe disminuir el caudal; esta vez el esquema de distribución entrega aproximadamente 3 l/s en los predios cercanos a la bomba y el resto en predios alejados. Sin embargo con los caudales de entrega que se tenía para este sector el día domingo únicamente se bombearían 3 l/s durante 15 horas, razón por la cual se decide añadir a los predios del sector 1 que tenían presión insuficiente.

Con todos estos cambios se determina la altura de bombeo y la curva del sistema, resultando la altura en 61.8 m y la potencia de las bombas 7 HP. Ver ANEXO 16.

GRÁFICO 4.2: RED CON BOMBEO



Elaboración: Carlos Sánchez

Los reportes generados por EPANET se presentan en el ANEXO 17.

La TABLA 4.3 muestra los volúmenes de obra de la red principal y la red con bombeo.

TABLA 4.3: VOLÚMENES DE OBRA

Descripción	Unidad	Cantidad
Tubería de varios diámetros	m	18950
Válvula reductora de presión	u	8
Válvulas de aire (A/V, ventosas, combinadas)	u	17
Cajas	u	20
Hidrantes	u	284

Fuente: PACT, Anexo de costos del Proyecto Tunga

El costo aproximado de la red principal a gravedad y con bombeo, junto con sus cajas de válvulas y hidrantes es de 363955 USD (PACT, Informe de costos Tunga, 2012), lo que da un valor de 2964 USD/Ha.

El costo de el sistema de bombeo es de aproximadamente 7590 USD (PACT, Informe de costos Tunga, 2012), lo que indica un costo de 1265 USD/HP_{instalado}.

4.4 DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE RIEGO TECNIFICADO

4.4.1 DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN

El diseño del sistema de riego por aspersión se lo realiza para el predio 302 ubicado en el sector 6, perteneciente a Vilma Paredes, el área total del predio es 5806 m² y no tiene construcciones, la pendiente promedio del terreno es de 10%.

Su derecho anterior era de 1.6 horas, que con un caudal de 60 l/s, el volumen teórico recibido era de 173.01 m³ cada 7 días, pero ahora con la conversión a riego tecnificado, le corresponden 21 posiciones-aspersor, de la opción 6, el día miércoles con 3 posiciones, es decir esta usuaria deberá comprar 7 aspersores, su turno de riego empieza a las 6:00 a.m. y sus cambios de posición serán a las 11:00 a.m. y a las 4:00 p.m. terminando su turno a las 9:00 p.m., el volumen que recibiría con el riego por aspersión sería 172,10 m³.

El modelo de aspersor escogido fue el Nelson R33 con plato verde, que se observa en la IMAGEN 4.1.

IMAGEN 4.1: ASPERSOR NELSON R33



Fuente: www.nelsonirrigation.com

El caudal que recibirá con la transformación a riego tecnificado es de 3.2 l/s.

El agua se repartirá desde el cabezal de riego por la tubería secundaria, hasta los distintos ramales, en la primera posición se reparten en los aspersores colocados en a, b, c, d, e, f, g; para la segunda posición, los aspersores se colocarán en los puntos h, i, j, k, l, m, n; mientras que para la tercera posición se ubicarán en los puntos o, p, q, r, s, t, u; para el cambio de posiciones se colocó una válvula de compuerta al inicio de cada ramal.

GRÁFICO 4.3: PREDIO CON RIEGO POR ASPERSIÓN



Elaboración: Carlos Sánchez

Los aspersores se colocaron cada 10 m y 12 m aproximadamente en cada lateral, y la separación entre laterales está entre 11 y 3 m, lo que permite que se ajusten al marco de plantación de los cultivos para los cuales la aspersión es recomendada, como son: el maíz(choclo), la papa, la alfalfa y el pasto.

Entre los tres ramales el coeficiente de uniformidad de Christiansen tiene una media de 87 un valor aceptable para el método.

Los cálculos del diseño se encuentran en el ANEXO 18.

El plano del diseño se encuentra en el ANEXO 29.

4.4.2 DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO POR MICROASPERSIÓN

El diseño del sistema de riego por micro aspersión se lo realizó para el predio 126 ubicado en el sector con bombeo, perteneciente a Genaro Pastor, el área total del predio es 2225 m^2 y el área de construcciones es de 48.5 m^2 , la pendiente promedio del terreno es de 12%.

Su derecho anterior era de 0.12 horas, que con un caudal de 60 l/s, el volumen teórico recibido era de 12.45 m^3 cada 7 días, pero ahora con la conversión a riego tecnificado, le corresponden 18 posiciones-aspersor, de la opción 1, el día miércoles con 3 posiciones, es decir este usuario debería comprar 6 aspersores, su turno de riego empieza a las 6:00 a.m. y sus cambios de posición serán a las 11:00 a.m. y a las 4:00 p.m. terminando su turno a las 9:00 p.m.

La opción se desarrolló con un emisor de características similares a las del aspersor John Deere SPK436M2 50, con un caudal que ingresa a la parcela de 0.23 l/s, donde cada aspersor emitiría 0.04 l/s o 140 l/h, por lo que para realizar el diseño del sistema por micro aspersión se escogió un micro aspersor que emita la mitad del caudal que emitiría el aspersor.

El micro aspersor que se escogió fue el Nelson R5 con boquilla púrpura y plato verde, su imagen se observa en la IMAGEN 4.2 a continuación.

IMAGEN 4.2: MICROASPERSON NELSON R5



Fuente: www.nelsonirrigation.com

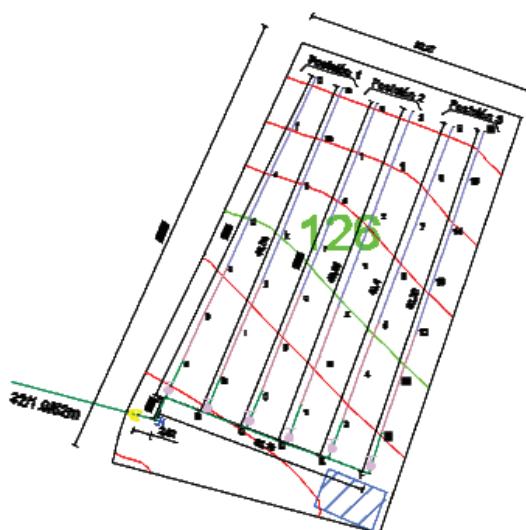
Para la distribución dentro de la parcela se diseñaron 6 ramales, que forman las 3 posiciones de riego, es decir 2 ramales forman una posición.

Para la primera posición los microaspersores se ubicarán en los puntos a hasta n.

Para la segunda posición se ubicaran en los puntos o hasta z, y 1 hasta 2. Para la tercera posición se ubicaran en los puntos 3 hasta 16.

La micro aspersores tienen 7.3 y 7.4 m de separación y entre ramales, entre 5 m y 6 m, lo que se adapta al marco de plantación de los árboles frutales de la zona, como el manzano, el peral y el árbol de claudia.

GRÁFICO 4.4: PREDIO CON RIEGO POR MICROASPERSIÓN



Elaboración: Carlos Sánchez

Entre los seis ramales el coeficiente de uniformidad de Christiansen tiene como promedio 92 lo que indica que los ramales riegan casi uniformemente.

Los cálculos del diseño se encuentran en el ANEXO 20.

El plano del diseño se encuentra en el ANEXO 21.

4.4.3 DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

El diseño del sistema de riego por goteo se lo realizó para el predio 8 ubicado en el sector 8, perteneciente a Gladys Oñate, el área total del predio es 904 m², no tiene construcciones, la pendiente promedio del terreno es de 6.13%.

Su derecho anterior era de 0.43 horas, que con un caudal de 60 l/s, el volumen teórico recibido era de 46.8 m³ cada 7 días, pero ahora con la conversión a riego tecnificado, le corresponden 66 posiciones-aspersor, de la opción 1, el día martes con 3 posiciones, es decir este usuario debería comprar 22 aspersores, su turno de riego empieza a las 6:00 a.m. y sus cambios de posición serán a las 11:00 a.m. y a las 4:00 p.m. terminando su turno a las 9:00 p.m.

La opción se desarrollo con emisores de características similares a las del aspersor John Deere SPK436M2 50, con un caudal que ingresa a la parcela de 0.86 l/s, donde cada aspersor emitiría 0.04 l/s o 140 l/h, por lo que para realizar el diseño del sistema por goteo se debió averiguar el cultivo para el cual sería aplicado y su patrón, dicho cultivo resultó ser la fresa y la mora de castilla, el presente diseño considera el patrón de cultivo de la fresa, en el que la siembra se realiza en camas con ancho de 70 cm, altura de 30 cm, y separación entre camas de 30 cm, sobre la cama se plantan 2 hileras de plantas, separadas entre sí 40 cm y entre plantas 30 cm.

Se midió el largo de los laterales promedio y con la separación entre plantas se calculó el número de goteros por lateral, y multiplicándolo por el número de laterales, se obtuvo el número total de goteros, y dividiendo el caudal que se entrega a la parcela para el número de goteros se obtuvo el caudal emitido por cada gotero, debido a que la pendiente del predio es superior al 2% se decidió utilizar goteros auto-compensados, luego de revisiones en las cartillas técnicas se decidió utilizar la cinta de goteo Dripnet PC modeo 16250, su imagen se observa a continuación.

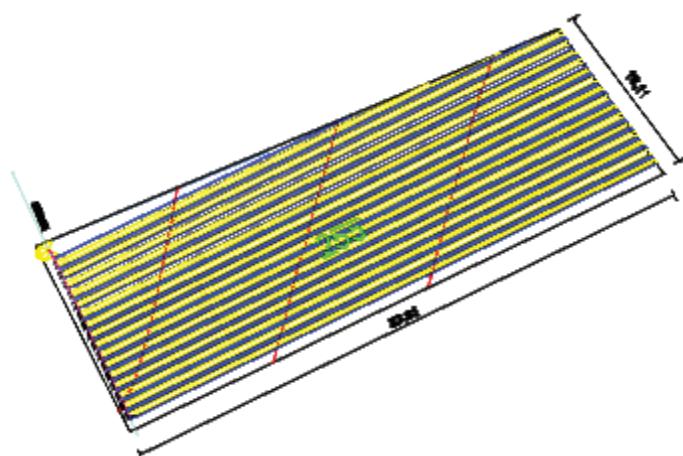
IMAGEN 4.3: CINTA DE GOTEO DRIPNET PC 16250



Fuente: www.netafim.ec

Con el sistema de goteo, ya no existen posiciones, el riego se realiza desde las 6:00 a.m. hasta las 9:00 p.m. en todo el predio.

GRÁFICO 4.5: PREDIO CON RIEGO POR GOTEOS



Elaboración: Carlos Sánchez

Al haber utilizado una cinta auto-compensada el caudal repartido es el mismo en todo el ramal sin importar la carga, y debido al espaciamiento que tienen los goteros la uniformidad del riego en el ramal es 100%.

El diseño del sistema únicamente consistió en determinar la pérdida de energía a lo largo del ramal y de la tubería secundaria; en el ramal, esta pérdida se calculó por segmentos, resultando la pérdida total de energía en 1 cm, mientras que la pérdida total el secundario sería 6 cm.

Los cálculos del diseño se encuentran en el ANEXO 22.

El plano del diseño se encuentra en el ANEXO 23.

4.5 COSTOS

Para el análisis de costos se determinará el costo de los materiales de los sistemas de riego tecnificado tanto como en riego colectivo y riego individual.

4.5.1 COSTOS COMO RIEGO COLECTIVO.

Los costos de los materiales de los diferentes sistemas de riego se calcularon de acuerdo los diseños del punto 4.4, los detalles de los cálculos se encuentran en el ANEXO 24, pero a continuación se presentan un resumen de los resultados de los costos de los sistemas:

TABLA 4.4: COSTOS DE LOS SISTEMAS DE RIEGO TECNIFICADO EN RIEGO COLECTIVO

Método	Área [m ²]	Volumen en 14 días [m ³]	Costo USD	Costo por área USD/m ²	Costo por volumen USD/m ³
Aspersión	5806	346.02	1170.47	0.20	3.38
Micro aspersión	2176.48	24.9	591.81	0.27	23.77
Goteo	904	93.6	628.68	0.70	6.72

Elaboración: Carlos Sánchez

La TABLA 4.4 muestra que el sistema más económico es la aspersión con un costo de materiales de alrededor 0.2 USD por cada metro cuadrado, el sistema de riego por micro aspersión cuesta 0.27 USD por cada metro cuadrado, mientras que el método más costoso es el goteo con alrededor de 0.7 USD por cada metro cuadrado.

Pero al observar los costos del sistema por metro cúbico de agua aplicada se observa que el valor por el sistema de micro aspersión es muy alto comparado con los otros sistemas, esto se debe a que su derecho de agua en comparación con su área es bastante bajo.

4.5.2 COSTOS COMO RIEGO INDIVIDUAL

Para la determinación de los costos de los sistemas de riego individual se tomó como referencia otra vez los diseños de los sistemas del punto 4.4, pero como esta vez son sistemas individuales, también se determinó la capacidad que debería tener cada reservorio para almacenar el derecho de agua original, es decir como monoflujo cada 14 días, y se determinó la potencia de bomba para cubrir los requerimientos de los emisores.

La TABLA 4.5 muestra un resumen de los resultados del cálculo de los costos como sistemas de riego individual.

TABLA 4.5: COSTOS DE LOS SISTEMAS COMO RIEGO INDIVIDUAL

Método de riego	Costo [USD]	Área regable [m ²]	Volumen recibido en 14 días [m ³]	Lámina aplicada [mm]	Costo por área USD/m ²	Costo por volumen USD/m ³
Aspersión	7777.06	5806	346.02	59.60	1.34	22.48
Micro aspersión	1052.83	2176.48	24.9	11.44	0.48	42.28
Goteo	2075.55	904	93.6	103.54	2.30	22.17

Elaboración: Carlos Sánchez

Los costos de los sistemas de riego tecnificado como riego individual son mucho mayores que como riego colectivo, debido a la inversión adicional en el reservorio y el sistema de bombeo, los cálculos de la estimación de los costos como sistemas individuales se encuentran en el ANEXO 25.

La TABLA 4.6 muestra la comparación entre costos de riego individual y riego colectivo, tanto en costo por área como en costo por volumen.

TABLA 4.6: COMPARACIÓN DE COSTOS ENTRE RIEGO INDIVIDUAL Y RIEGO COLECTIVO

Método de riego	Costo por área USD/m ²			Costo por volumen USD/m ³		
	Riego Colectivo	Riego Individual	Riego individual/ colectivo	Riego Colectivo	Riego Individual	Riego individual/ colectivo
Aspersión	0.20	1.34	6.64	3.38	22.48	6.64
Micro aspersión	0.27	0.48	1.78	23.77	42.28	1.78
Goteo	0.70	2.30	3.30	6.72	22.17	3.30

Elaboración: Carlos Sánchez

Esta vez el sistema por micro aspersión es el que presenta la menor relación de costos (Costo riego individual/costo riego colectivo = 1.78), seguido por el sistema por goteo (3.30), mientras que la aspersión como riego individual es el sistema que más inversión necesita respecto al riego colectivo (6.64), debido a la mayor potencia que debe tener la bomba, y al tamaño del reservorio.

4.6 BENEFICIOS

Los beneficios que traería la tecnificación de riego en la zona del proyecto, podrían describirse como beneficios sociales y económicos, la presente tesis se enfocará únicamente en los beneficios económicos, para lo cual se analizará datos de producción levantados mediante encuestas, y proyecciones de producción realizadas por el PACT.

A continuación se presentan los datos de producción antes del proyecto:

TABLA 4.7: ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN ANTES DEL PROYECTO

CULTIVO	Área cultivada [ha]	Rendimiento [kg/ha]	Producción [kg]	Costo [USD/ha]	Costo total USD	Antes del proyecto			
						Precio del producto [USD/kg]	V.B.P [USD]	Utilidad [USD]	Utilidad/producc [USD]
Riego									
Claudia	9.27	7,000	64890	3,422	31721.94	0.9	58401	26679	0.41
Pera	2.52	7,500	18900	2,605	6564.6	0.8	15120	8555	0.45
Manzana	1.26	5,000	6300	2,694	3394.44	0.95	5985	2591	0.41

TABLA 4.8: CONTINUACIÓN

Antes del proyecto									
CULTIVO	Área cultivada [ha]	Rendimiento [kg/ha]	Producción [kg]	Costo [USD/ha]	Costo total USD	Precio del producto [USD/kg]	V.B.P [USD]	Utilidad [USD]	Utilidad/producc [USD]
Maíz	7.26	1,300	9438	1,842	13372.92	1.7	16044.6	2672	0.28
Papa	3	9,500	28500	2,448	7344	0.3	8550	1206	0.04
Mora	1.68	6,000	10080	5,278	8867.04	1.2	12096	3229	0.32
Alfalfa	48.71	25,000	1217750	1,732	84365.72	0.14	170485	0	0
Pasto cultivado	16	20,000	320000	1,207	19312	0.11	35200	0	0
Secano									
Papa	0.84	7,500	6300	2,066	1735.44	0.3	1890	155	0.02
Alfalfa	3.37	15,000	50550	1,188	4003.56	0.14	7077	0	0
Pasto cultivado	8.41	10,000	84100	931	7829.71	0.11	9251	0	0
								TOTAL	45086

Fuente: PACT, Informe agroeconómico, 2012.

En la TABLA 4.7 se observa el área de cobertura de cada cultivo, su rendimiento, producción, los costos de producción, los ingresos que representa la venta de los productos, y la utilidad, durante todo un año.

El cultivo que más utilidad proporciona por kilogramo es la pera 0.45 USD/Kg, mientras que el cultivo que brinda menor utilidad es la papa 0.04 USD/Kg.

La utilidad que tienen en conjunto todos los agricultores de la zona al año es de 45086 USD.

La TABLA 4.9 muestra el área de cobertura de cada cultivo, su rendimiento, producción, los costos de producción, los ingresos que representa la venta de los productos, y la utilidad, durante todo un año.

TABLA 4.9: ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA PRODUCCIÓN CON EL PROYECTO

Después del proyecto									
CULTIVO	Área cultivada [ha]	Rendimiento o [kg/ha]	Producción [kg]	Costo [USD/ha]	Costo total USD	Precio del producto [USD/kg]	V.B.P [USD]	Utilidad [USD]	Utilidad/producc [USD]
PRIMERA CAMPAÑA									
Claudia	9.3	8500.0	78795.0	3970.0	36801.9	0.9	70916	34114	0.43
Pera	2.5	8500.0	21420.0	3010.0	7585.2	0.8	17136	9551	0.45
Manzana	1.3	6000.0	7560.0	3232.0	4072.3	1.0	7182	3110	0.41
Maíz	12.0	1600.0	19200.0	2168.0	26016.0	1.7	32640	6624	0.35
Papa	10.0	16000.0	159200.0	2884.0	28695.8	0.3	52536	23840	0.15
Mora	10.0	12000.0	120000.0	6035.0	60350.0	1.2	144000	83650	0.70
Alfalfa	55.0	42000.0	2310000.0	2087.0	114785.0	0.1	323400	0	0.00
Pasto	20.0	52000.0	1040000.0	1671.0	33420.0	0.1	114400	0	0.00
SEGUNDA CAMPAÑA									
Papa	5.0	16000.0	80000.0	2884.0	14420.0	0.3	26400	11980	0.15
						TOTAL		172868	

Fuente: PACT, Informe agroeconómico, 2012

Esta vez con la introducción de la mora, este es el cultivo que más utilidad brinda, 0.7 USD/Kg, seguido por la pera con 0.45 USD/Kg, y por último el cultivo con la menor utilidad es la papa 0.15 USD/Kg.

Al comparar las utilidades por kg, antes y después del proyecto, de la papa se observa que estas son mayores para después del proyecto, esto se debe al aumento del área cultivada y al aumento del rendimiento, que se lograrían con riego tecnificado.

A continuación se presenta el análisis de los costos para los predios que se realizó el diseño en el punto 4.4 para una sola campaña de riego.

TABLA 4.10: ANÁLISIS ECONÓMICO EN LOS PREDIOS DISEÑADOS

Método	Cultivo	Área [m ²]	Rendimiento [Kg/m ²]	Producción [Kg]	Costo prod [USD/m ²]	Costo prod total [USD]	Costo sistema [USD]	Precio del producto [USD/kg]	V.B.P [USD]	V.B.P. – Costo prod [USD]	Utilidad final [USD]
Aspersión	Papa	5806	1.6	9289.6	0.29	1674.45	1170.47	0.3	3065.57	1391.12	220.65
Micro aspersión	Pera	2176.48	0.85	1850.0	0.30	655.12	591.81	0.8	1480.01	824.89	233.08
Goteo	Mora	904	1.2	1084.8	0.60	545.56	628.68	1.2	1301.76	756.20	127.51

Elaboración: Carlos Sánchez

Entonces en el predio que se diseño el sistema de riego por aspersión se cultivará papa, este predio tiene un área regable de 5806 m², el rendimiento que se tendrá es de 1.6 Kg/m², por lo que la producción esperada es de 9289.6 kg, el costo de producción del cultivo es de 0.29 USD/m², luego el costo total de la producción es 1674.45 USD y el costo del sistema es 1170.47 USD, con un precio de 0.3 USD/Kg el valor bruto del producto es 3065.57 USD; la diferencia entre el costo de producción y el valor bruto es 1391.12 USD, y la utilidad final, resultado de la diferencia entre el valor bruto y la suma del costo de producción total con el costo del sistema, es 220.65 USD

CAPÍTULO 5.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1 CONCLUSIONES

- **Del reordenamiento de la distribución que se propone**

En un proceso de tecnificación de riego de un sistema colectivo, el reordenamiento de la distribución, es un paso previo fundamental, el cual si se aplica adecuadamente conlleva a un esquema de riego ordenado espacialmente, con horarios de aplicación de agua y frecuencia de riego acorde a los cultivos.

- **Del balance hídrico**

El déficit de agua en el balance hídrico demuestra la necesidad del riego de los cultivos, factor que justifica la importancia de la conservación del recurso hídrico, y la necesidad de la tecnificación del riego, como una medida que aumentaría la eficiencia del uso del recurso hídrico.

Para el área de estudio el método de la FAO Penman-Monteith para calcular la evapotranspiración, se ajusta muy bien a la tendencia de la curva de la evaporación, esto se debe a la fuerte base teórica que tiene y a las variables que considera.

- **De las alternativas para la transformación**

Con las alternativas para la transformación a riego tecnificado que se plantean se deben considerar aspectos tales como: el volumen de agua recibido, y la facilidad para la implementación; por ejemplo en el anexo 8, se puede observar que con la alternativa con caudales fijos, el volumen de agua que

recibirían con el proyecto, sería el mismo que recibían teóricamente antes del proyecto, mientras que con la alternativa de posiciones-aspersores, se observa en el anexo 9, que el volumen que recibirían en algunos casos es menor que el volumen teórico sin el proyecto, esto se debe a que no se consideraron las pérdidas volumétricas (por llenado e infiltración) y la eficiencia de aplicación en el cálculo del volumen teórico, pero en el caso de si se las hubiera podido considerar, se estima que en el peor de los casos el volumen recibido sería igual, más nunca menor, que el teórico. Al considerar la facilidad de implementación, la alternativa con posiciones-aspersores tiene tiempos de aplicación cerrados, mientras que la alternativa con caudales fijos tiene tiempos con minutos y segundos, circunstancias que hacen de la alternativa con posiciones-aspersores comprensible y de fácil control por los usuarios, por ende facilitando su implementación.

- **Del diseño hidráulico en parcelas, métodos**

Dentro del área del proyecto, la aplicación de los diferentes métodos de riego es función de varios parámetros, los principales serían el tamaño de la parcela, la topografía, el cultivo, la presión disponible en la red y el volumen de agua adjudicado.

De acuerdo a las condiciones físicas de las parcelas la aplicación de los distintos métodos puede ser flexible, ya que en terrenos en pendiente se puede aplicar aspersión y aprovechar el desnivel para reponer la energía perdida y tener una distribución uniforme, y si la pendiente es demasiado fuerte ($>5\%$) se pueden usar emisores auto-compensados como las cintas de goteo propuestas.

Como se pudo observar durante el diseño del sistema por micro-aspersión, existen predios cuyo derecho de agua es menor a 10 minutos, y necesitan que el agua se aproveche de la mejor manera posible, en estos casos conviene usar métodos localizados como son la micro aspersión o el goteo.

- **De la comparación de costos**

Al realizar una comparación entre los costos de construcción que se tendrían entre sistemas de riego individual y sistemas de riego colectivo, se puede notar que en los sistemas de riego colectivo la inversión es menor, por ejemplo la relación entre costo como sistema individual y costo como sistema colectivo para aspersión es 6.6, para micro aspersión es 1.7 y para goteo 3.3, esto se debe a la menor infraestructura necesaria en las parcelas con riego individual, ya que no tendrían que construir un reservorio, y una estación de bombeo, sin tener en cuenta que esta infraestructura resta área útil para la siembra del cultivo.

- **De producción**

Si se analiza la producción, esta se vería incrementada con el proyecto, en un promedio de 250% entre todos los cultivos del área (TABLA 3.4 y TABLA 3.5) lo que a su vez reportaría mayores ganancias a los usuarios, y mejoraría su economía familiar, factor que justifica el riego tecnificado, y demuestra su importancia, tanto económica como productiva.

- **Del análisis de rentabilidad**

De los tres predios estudiados se observa que inclusive en la primera campaña de riego ya se recuperaría la inversión de los regantes para construir el sistema de riego, y aún así tendrían ganancias, ver TABLA 4.10.

El beneficio económico para algunos predios, especialmente los que tenían un derecho de agua con monoflujo muy corto (predios con tiempo de riego < 30 minutos= 201), será considerable, ya que varios de ellos antes no podían aprovechar su derecho, o lo hacían de manera poco eficiente, ahora podrán aprovechar su derecho de agua de mejor manera, lo que generaría ganancias económicas.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda la aplicación de riego por aspersión a cultivos como la papa, el pasto y la alfalfa, por ser estos los de menor rentabilidad, dentro del patrón de cultivos.
- Se recomienda la aplicación de riego por micro aspersión a cultivos como la claudia, pera, manzana, es decir cultivos arbóreos, ya que de aplicarse aspersión, las gotas podría dañar sus hojas y flores, y si se aplica goteo se necesitarían varios goteros para un solo árbol.
- Se recomienda que para la selección del método de riego, no sólo se tenga en cuenta el área del predio, y el cultivo, sino también el volumen de agua que se va a recibir, ya que algunos usuarios reciben un derecho de agua pequeño en comparación con el área de sus predios y el derecho de otros usuarios, en estos casos lo más recomendable sería aplicar el método por goteo que es el más eficiente.
- Para el caso del riego por goteo se recomienda que se aplique a cultivos como la mora y fresa, para esta última junto con técnicas de plasticultura.
- Se recomienda implementar un programa para la medición de caudales, tanto en la toma al óvalo como en el canal principal y en la fuente,
- Se recomienda que la socialización del proyecto sea lo más clara posible para los usuarios, a razón de evitar desconfianza, y un ambiente inseguro para la implementación.
- Se recomienda la capacitación a los usuarios en la operación y mantenimiento de los equipos.
- En todo proyecto de riego es muy importante el componente social, ya que de este depende su éxito o fracaso. Tal es el caso del Módulo 4 en Guapante Grande del canal de riego Pillaro, donde se introdujo riego por aspersión, y mediante la socialización del proyecto, con escuelas de campo de agricultores ECAs y talleres, se logró la introducción del riego por aspersión y la sostenibilidad del proyecto, por lo que se recomienda replicar estas acciones en el óvalo Tunga, que ya se vio son efectivas

BIBLIOGRAFÍA

- Allen R. (1996) Relating the Hazen-Williams and Darcy-Weisbach friction loss equation for pressurized irrigation. Idaho: University of Idaho
- AMANCO, “Tuberías y accesorios de PVC y PE BD de uso agrícola”
- AWWA (2001) Air release – Air/Vacum, and Combination Air Valves. M51 Denver American Water Works Association.
- Boelens, Rutger., Paul Hoogendam. (2007). Derechos de agua y acción colectiva. Lima: Instituto de Estudios Peruanos IEP
- Food and Agriculture Organization. (2006). Evapotranspiración del cultivo, guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Roma: FAO.
- Food and Agriculture Organization. (2005). El micro riego en Centroamérica. El Salvador: FAO.
- Foro de los Recursos Hídricos (2011). Gestión Compartida del riego. Quito: Consorcio CAMAREN.
- Gergrandij Gerben., Daniel Levelt. (2005). On-farm Surface Irrigation. Wageningen: Irrigation and Water Management, Wageningen University.
- Hoogendam Paul. (2011) “Informe de misión de asesoría en la implementación del programa de tecnificación de riego N°1”. Ambato: Programa de Aguas y Cuencas de Tungurahua PACT.
- Hoogendam Paul. (2012) “Informe de misión de asesoría en la implementación del programa de tecnificación de riego N°2”. Ambato: Programa de Aguas y Cuencas de Tungurahua PACT.
- Hoogendam Paul. (2012) “Informe de misión de asesoría en la implementación del programa de tecnificación de riego N°3”. Ambato: Programa de Aguas y Cuencas de Tungurahua PACT.
- Hoogendam Paul, Carlos Ríos. (2007). Reordenamiento de la distribución de agua. Cochabamba: Proyecto de Innovación Estratégica Nacional en Riego PIEN Riego.

- Hoogendam Paul, Carlos Ríos. (2008). Manual de riego tecnificado para los valles. Cochabamba: Proyecto de Innovación Estratégica Nacional en Riego PIEN Riego.
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (1979-2009). Anuarios Meteorológicos años 1979 – 2009. Quito: INAMHI.
- Israelsen Orson, Hansen Vaughn. (1965) Principios y aplicaciones del riego. Barcelona: Reverté.
- Linsley Ray K., Kohler Max A., Joseph L. Paulus. (1977). Hidrología para Ingenieros. Bogotá: Mc Graw-Hill.
- Mott, R. (2006). Mecánica de Fluidos. Sexta Edición. México: Pearson Education.
- Saldarriaga J. (1998). Hidráulica de Tuberías. Bogotá: Mc Graw-Hill.
- Sotelo G. (1997). Hidráulica General, Volumen 1. México: Limusa.
- Streeter V., Wylie E. (1979). Mecánica de los Fluidos. México: Mc Graw-Hill.
- United Nations for Education and Science Organization. (1981). Métodos de cálculo del balance hídrico. Madrid: Instituto de Hidrología de España-UNESCO.
- van der Dries A., Gergen Gerbrandij. (2005). Plant-Water-Soil-Atmosphere Relationships. Wageningen: Irrigation and Water Management, Wageningen University.
- Zloczower N, (2008). Pressure Surges and Air valve specification, location, and Sizing. Delft: A.R.I. Flow control accessories.

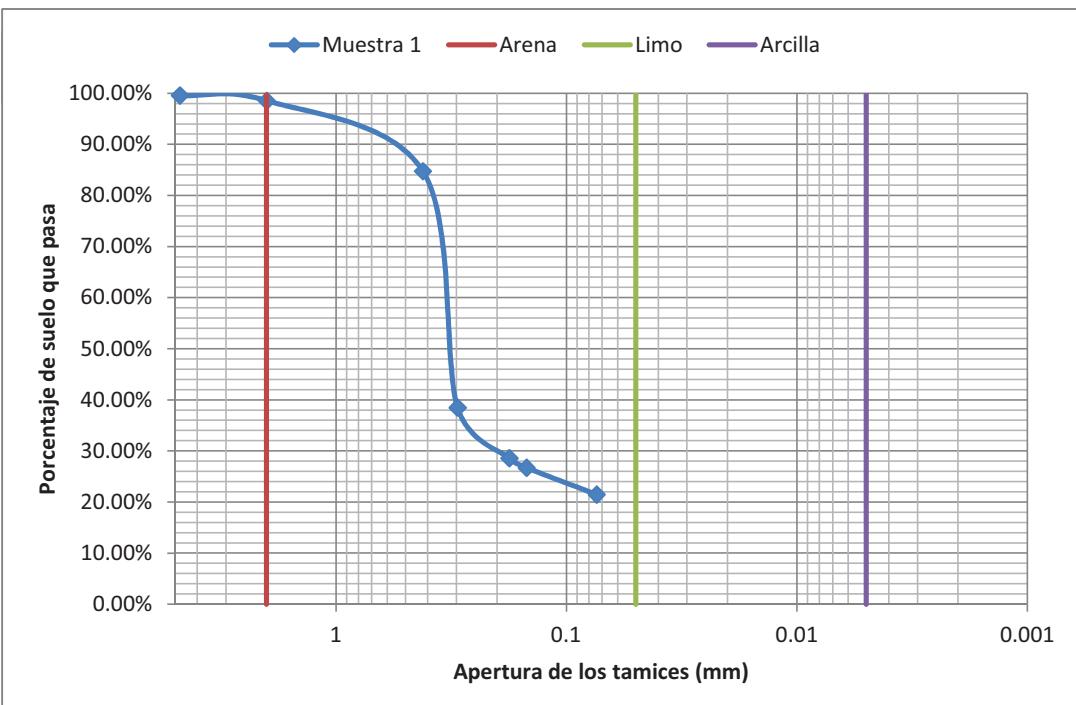
ANEXOS

ANEXO № 1
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

Muestra: 1 **Fecha:** 2012.7.21
Peso de la muestra + recipiente: 562.8 g
Peso del recipiente: 156.7 g
Peso de la muestra: 406.1 g

Nº	Tamiz Nº	Apertura tamiz [mm]	Peso Retenido en Tamiz [g]	Peso Retenido en Tamiz+recip [g]	Suelo que pasa por el tamiz	
					Peso [g]	%
1	4	4.76	1.7	158.4	404.4	99.58%
2	10	2	4.21	159.8	400.19	98.54%
3	40	0.42	56.01	211.6	344.17	84.75%
4	50	0.297	187.81	343.4	156.36	38.50%
5	80	0.177	40.21	195.8	116.14	28.60%
6	100	0.149	7.61	163.2	108.53	26.72%
7	200	0.074	21.31	176.9	87.21	21.48%
8	Bandeja		87.21	242.8	0.00	0.00%
Total:			406.10	1651.9		
Error:			7.8 g			



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

Muestra:

2

Fecha:

2012.7.21

Peso de la muestra + recipiente:

554.9 g

Peso del recipiente:

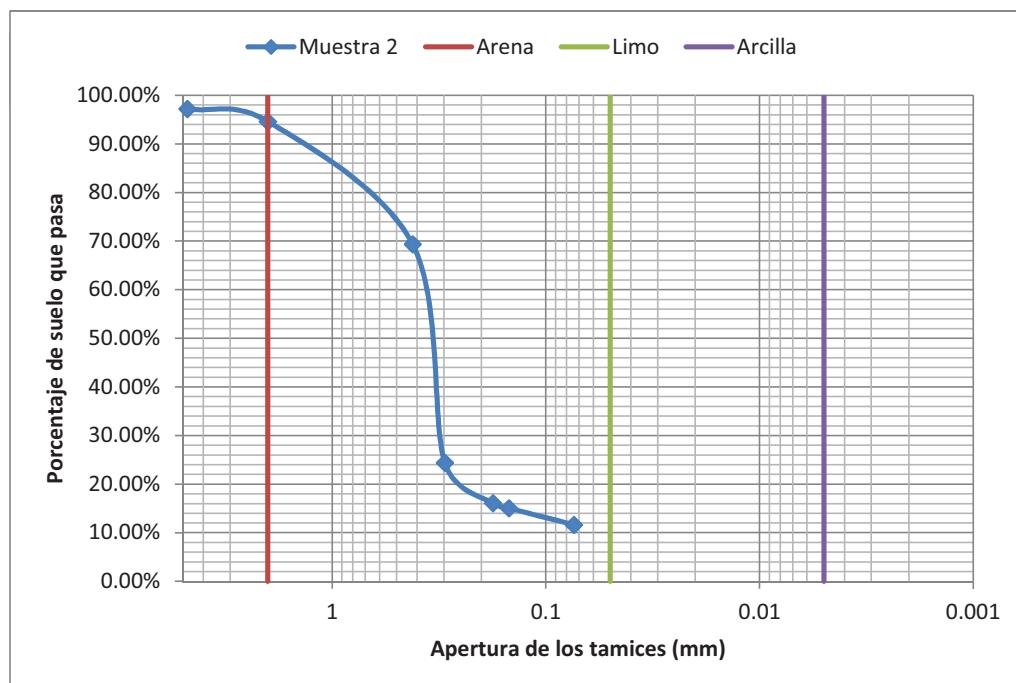
156.7 g

Peso de la muestra:

398.2 g

Nº	Tamiz N°	Apertura tamiz [mm]	Peso Retenido en Tamiz [g]	Peso Retenido en Tamiz+recip [g]	Suelo que pasa por el tamiz	
					Peso [g]	%
1	4	4.76	3.5	160.2	394.7	97.19%
2	10	2	18.47	174.1	384.13	94.59%
3	40	0.42	102.47	258.1	281.66	69.36%
4	50	0.297	182.57	338.2	99.09	24.40%
5	80	0.177	33.67	189.3	65.41	16.11%
6	100	0.149	4.27	159.9	61.14	15.06%
7	200	0.074	13.87	169.5	47.27	11.64%
8	Bandeja		39.37	195	7.90	1.95%
Total:			398.20	1644.3		

Error:	7.5 g
--------	-------



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

Muestra:

3

Fecha:

2012.7.21

Peso de la muestra + recipiente:

507.6 g

Peso del recipiente:

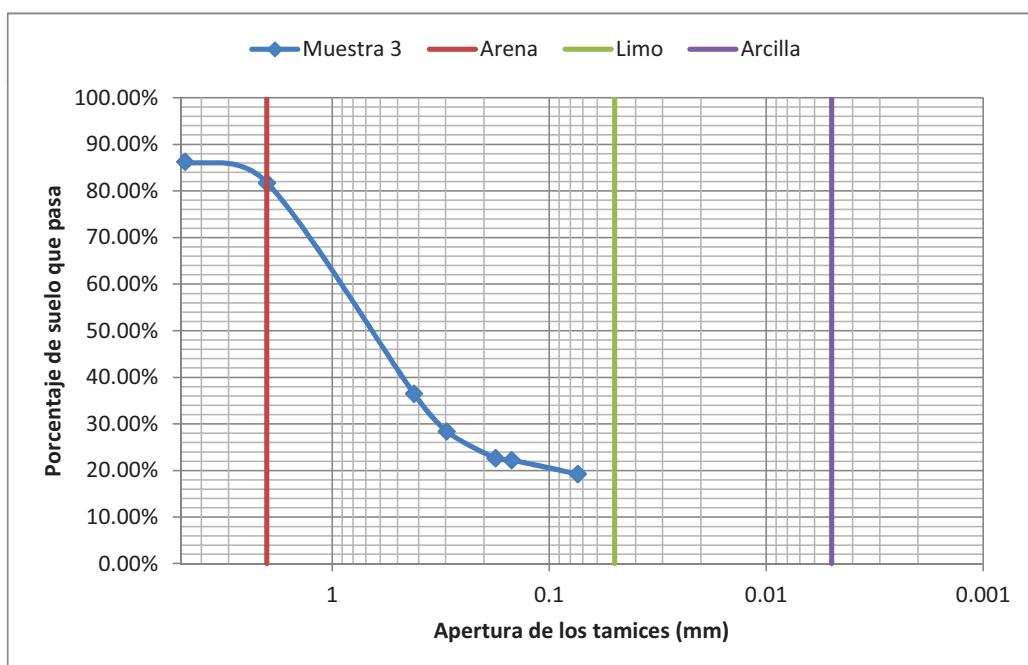
156.7 g

Peso de la muestra:

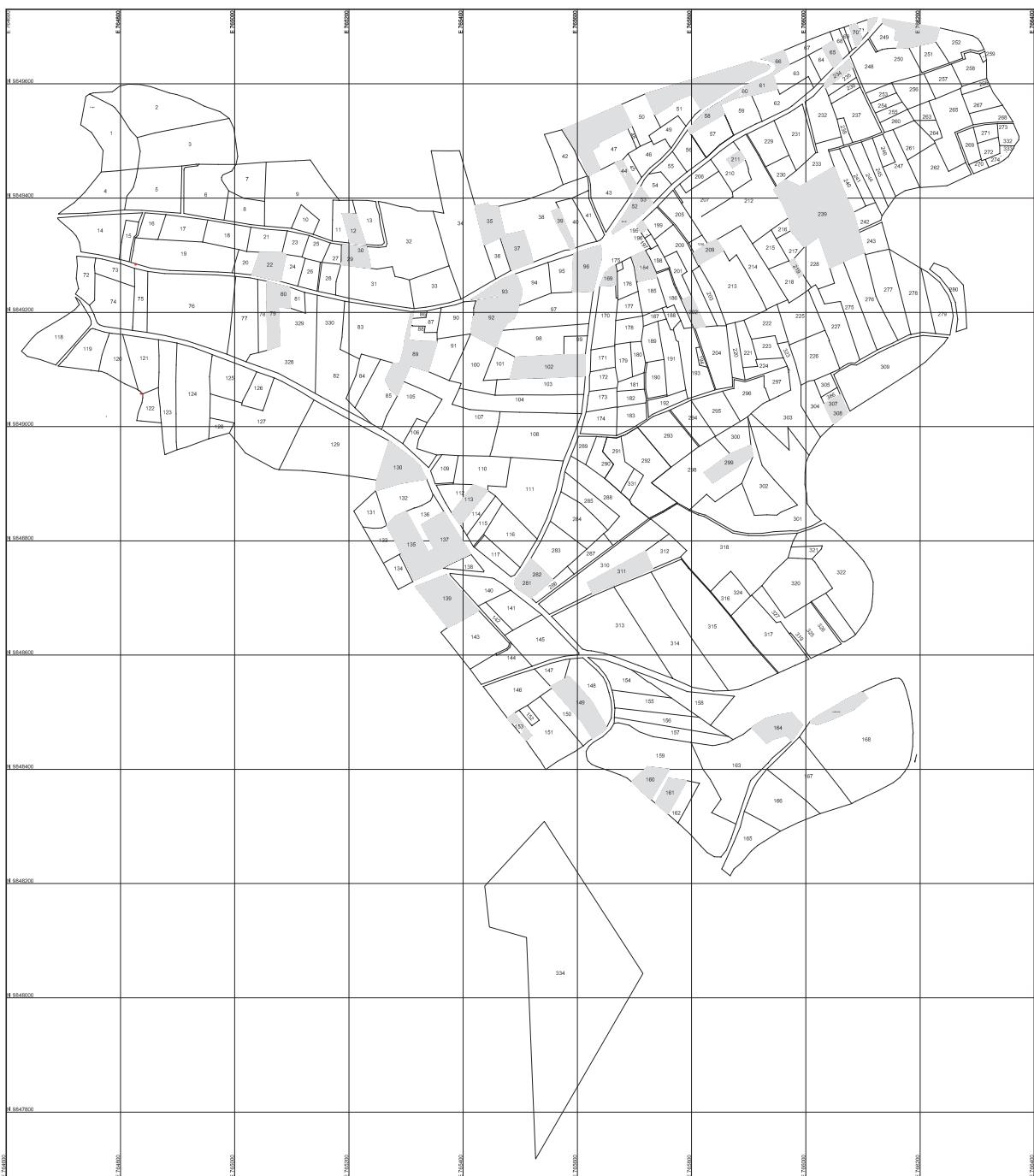
350.9 g

Nº	Tamiz Nº	Apertura tamiz [mm]	Peso Retenido en Tamiz [g]	Peso Retenido en Tamiz+recip [g]	Suelo que pasa por el tamiz	
					Peso [g]	%
1	4	4.76	0.5	157.2	350.4	86.28%
2	10	2	73.57	228.7	332.03	81.76%
3	40	0.42	183.77	338.9	148.26	36.51%
4	50	0.297	32.77	187.9	115.49	28.44%
5	80	0.177	23.37	178.5	92.11	22.68%
6	100	0.149	1.77	156.9	90.34	22.25%
7	200	0.074	12.07	167.2	78.27	19.27%
8	Bandeja		23.07	178.2	55.20	13.59%
Total:			350.90	1593.5		

Error:	11 g
--------	------



ANEXO № 2
PLANO DE PREDIOS



LEYENDA

Con derecho de agua

SIn derecho de agua

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

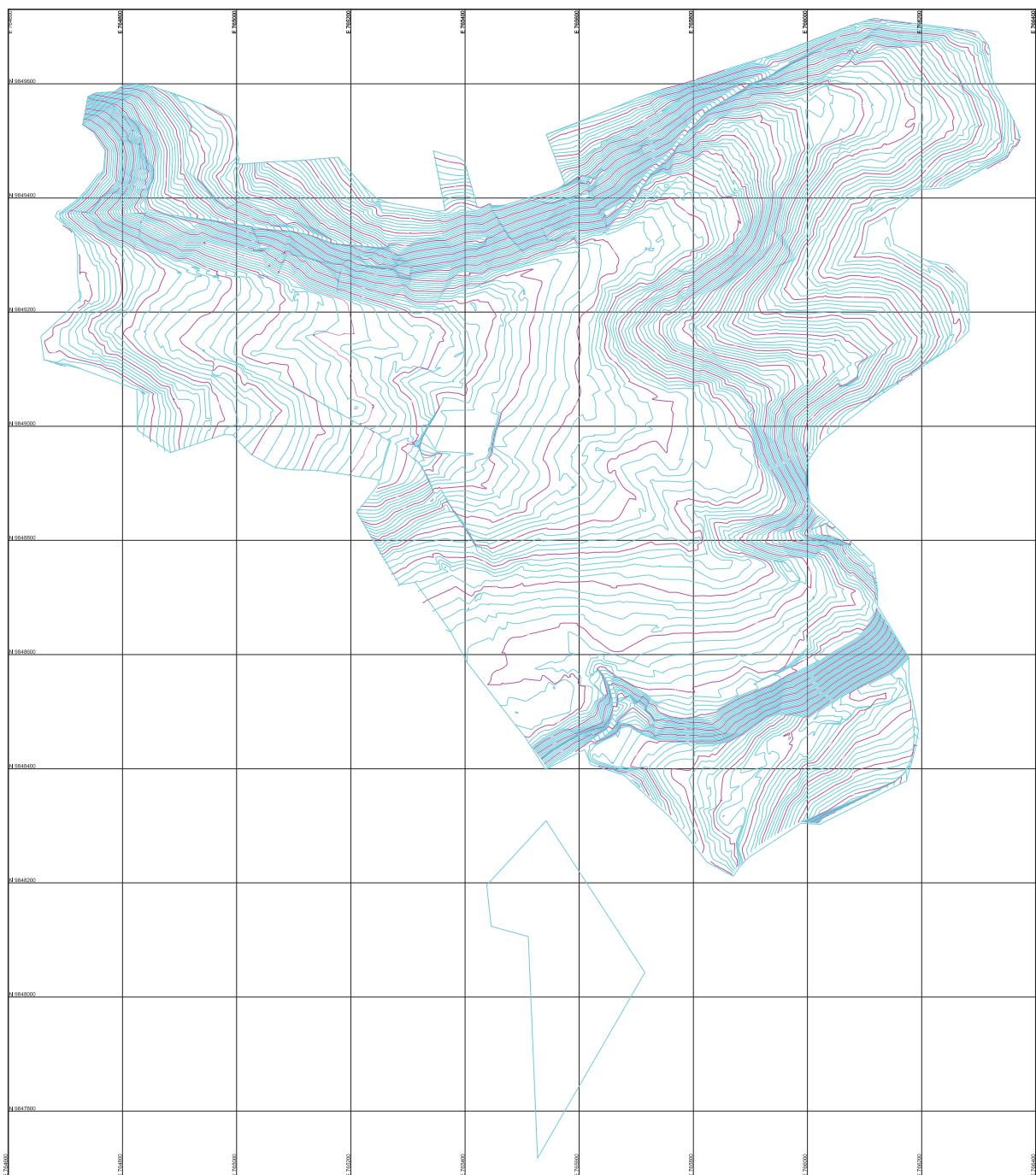
Diseño de alternativas técnicas en la transformación del riego superficial por inundación a riego tecnificado modular. Caso de análisis: óvalo Tunga, sistema de riego Mocha-Huachi.

Usuarios del óvalo Tunqa, ramal San Pedro.

Carlos Sánchez Escala: SE Fecha: Sept 2012 N° Plano: 1

ANEXO № 3
TOPOGRAFÍA DEL ÁREA

Óvalo Tunga, ramal San Pedro



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

Diseño de alternativas técnicas en la transformación del riego superficial por inundación a riego tecnificado modular. Caso de análisis: óvalo Tunga, sistema de riego Mocha-Huachi.

Topografía del óvalo Tunga, ramal San Pedro.

Carlos Sánchez

Escala: SE

Fecha: Sept 2012

Nº Plano: 2

ANEXO № 4
CATASTRO DE BENEFICIARIOS

Código Piano	Usuario Actual	Área Lote (Ha)	Código Piano	Usuario Actual	Área Lote (Ha)	Código Piano	Usuario Actual	Área Lote (Ha)	Código Piano	Usuario Actual	Área Lote (Ha)
1	HEREDEROS JULIO CESAR IZURIETA	0.83	47	HEREDEROS JOSE RODRIGUEZ	0.31	99	CESAR BAYAS	0.13			
2	JUAN ONOFRE IZURIETA	1.15	48	CLEMENTE RODRIGUEZ	0.03	100	ROMELIA SANCHEZ	0.53			
3	HERMELINDA IZURIETA	1.15	49	SEGUNDO GUERRERO	0.17	101	FAUSTO MAYORGA	0.21			
4	HUGO ENRIQUE SANCHEZ	0.60	50	OLGER VILLACIS	0.33	103	OLMEDO PEREZ	0.46			
5	JUAN ONOFRE IZURIETA	0.67	51	ROSA JARRIN	0.24	104	HEREDEROS LUCRECIA SANCHEZ	0.69			
6	CECILIA IZURIETA	0.68	54	HEREDEROS JOSE RODRIGUEZ	0.17	105	MARTHA PUNINA	0.55			
7	HERMELINDA IZURIETA	0.40	55	MERCEDES PALACIOS	0.16	106	ELVIA PUNINA	0.18			
8	MARIANA IZURETA	0.31	56	SEGUNDO GUERRERO	0.22	107	ESTADIO	1.35			
9	MARIA ALLAICO	1.22	57	BLANCA MERCEDES RAMOS	0.28	108	PATRICIO RAMOS	1.10			
10	ERNESTO ROBALINO	0.14	59	VICTOR PASTOR	0.33	109	BOLIVAR BARONA	0.18			
11	CECILIA IZURIETA	0.21	62	GEORGINA PAZMINO	0.36	110	MANUELA SISILEMA QUILLAGANA	0.48			
13	HEREDEROS GONZALO IZURIETA	0.29	63	CARMEN TIRADO	0.29	111	PABLO NUNEZ	1.03			
14	HECTOR FERRAIN IZURIETA	0.65	64	JOSE LOPEZ	0.13	112	MANUELA SISILEMA QUILLAGANA	0.17			
15	JOSE ENRIQUE MAYORGA	0.14	67	LUCILA JARRIN	0.20	114	OLGER VILLACIS	0.15			
16	JOSE ENRIQUE MAYORGA	0.16	68	MERCEDES SOLIS	0.08	115	MARTHA PUNINA	0.18			
17	WILSON BAYAS	0.32	69	ROGELIO JARRIN	0.03	116	JUAN ALCIVAR GUAYTA	0.51			
18	MERCEDES MAYORGA	0.32	71	MARIA LUCILA JARRIN	0.04	117	JUANA GUAYTA	0.22			
19	MERCEDES MAYORGA	0.89	72	MERCEDES MAYORGA	0.24	118	MERCEDES MAYORGA	0.62			
20	MILTON HERMEL MAYORGA	0.14	73	AUGUSTO ONATE	0.21	119	JOSE TARQUINO CACERES MAYORGA	0.37			
21	MARIA ALLAICO	0.26	74	SIXTO CACERES	0.58	120	JOSE PARADES	0.37			
23	CIRA ROBALINO	0.15	75	MANUEL ONATE	0.26	121	JUSTO CACERES	0.46			
24	MARGARITA MAYORGA	0.16	76	HUGO ENRIQUE SANCHEZ	1.77	122	RESERVORIO	0.19			
25	ERNESTO ROBALINO	0.15	77	LIZARDO MAYORGA MAYORGA	0.65	123	CARLOS HERNAN CACERES SANCHEZ	0.54			
26	VINCIO MAYORGA	0.16	78	GALO IZURIETA	0.20	124	ROBERTO VICENTE SUFE NAVARRETE	1.00			
27	JOSE LOPEZ	0.09	81	LUIS MAYORGA	0.09	125	ESTELA SANCHEZ	0.46			
28	JULIO MAYORGA	0.16	82	LUZ AMERICA MAYORGA	0.53	126	GENARO PASTOR	0.22			
31	LUCRECIA SANCHEZ	0.75	83	EFRAIN IZURIETA	1.01	127	ROSA CASTRO	1.45			
32	HEREDEROS GONZALO IZURIETA	1.27	84	FLERIDA IZURIETA	0.23	128	ESTELA SANCHEZ	0.11			
33	ROSA MAYORGA	0.45	85	OLGER VILLACIS	0.47	129	FLERIDA IZURIETA	1.60			
34	FERNANDO DURAN	1.57	86	OLGER VILLACIS	0.03	131	ROBERTO SACA	0.22			
36	ROSA MAYORGA	0.18	87	WALTER BAYAS	0.13	132	JUSTO CACERES	0.45			
38	SALVINIO VILLACIS	1.02	88	OLGER VILLACIS	0.10	133	MIGUEL GUAYTA	0.22			
40	MARUA NARANJO	0.29	90	ROMELIA SANCHEZ	0.33	134	BEATRIZ GUAYTA	0.16			
41	ARMANDO NARANJO	0.19	91	SEGUNDO ORTIZ	0.34	136	FANNY VALDEZ	0.23			
42	HEREDEROS JOSE RODRIGUEZ	0.35	94	LIZARDO MAYORGA	0.30	138	ROBERTO SACA	0.11			
43	VITERBO LEON	0.53	95	FAUSTO MAYORGA	0.24	140	ROBERTO SACA	0.31			
45	HEREDEROS JOSE RODRIGUEZ	0.07	97	MARINA ZURITA	0.73	141	NELSON ALDAZ	0.34			
46	MERCEDES PALACIOS	0.25	98	ANTONIO ZURITA	0.62	142	JOSE PRADO	0.10			

Código Piano	Usuario Actual	Área Lote (Ha)	Código Piano	Usuario Actual	Área Lote (Ha)	Código Piano	Usuario Actual	Área Lote (Ha)	Código Piano	Usuario Actual	Área Lote (Ha)
1	HEREDEROS JULIO CESAR IZURIETA	0.83	47	HEREDEROS JOSE RODRIGUEZ	0.31	99	CESAR BAYAS	0.13			
2	JUAN ONOFRE IZURIETA	1.15	48	CLEMENTE RODRIGUEZ	0.03	100	ROMELIA SANCHEZ	0.53			
3	HERMELINDA IZURIETA	1.15	49	SEGUNDO GUERRERO	0.17	101	FAUSTO MAYORGA	0.21			
4	HUGO ENRIQUE SANCHEZ	0.60	50	OLGER VILLACIS	0.33	103	OLMEDO PEREZ	0.46			
5	JUAN ONOFRE IZURIETA	0.67	51	ROSA JARRIN	0.24	104	HEREDEROS LUCRECIA SANCHEZ	0.69			
6	CECILIA IZURIETA	0.68	54	HEREDEROS JOSE RODRIGUEZ	0.17	105	MARTHA PUNINA	0.55			
7	HERMELINDA IZURIETA	0.40	55	MERCEDES PALACIOS	0.16	106	ELVIA PUNINA	0.18			
8	MARIANA IZURETA	0.31	56	SEGUNDO GUERRERO	0.22	107	ESTADIO	1.35			
9	MARIA ALLAICO	1.22	57	BLANCA MERCEDES RAMOS	0.28	108	PATRICIO RAMOS	1.10			
10	ERNESTO ROBALINO	0.14	59	VICTOR PASTOR	0.33	109	BOLIVAR BARONA	0.18			
11	CECILIA IZURIETA	0.21	62	GEORGINA PAZMINO	0.36	110	MANUELA SISILEMA QUILLAGANA	0.48			
13	HEREDEROS GONZALO IZURIETA	0.29	63	CARMEN TIRADO	0.29	111	PABLO NUNEZ	1.03			
14	HECTOR FERRAIN IZURIETA	0.65	64	JOSE LOPEZ	0.13	112	MANUELA SISILEMA QUILLAGANA	0.17			
15	JOSE ENRIQUE MAYORGA	0.14	67	LUCILA JARRIN	0.20	114	OLGER VILLACIS	0.15			
16	JOSE ENRIQUE MAYORGA	0.16	68	MERCEDES SOLIS	0.08	115	MARTHA PUNINA	0.18			
17	WILSON BAYAS	0.32	69	ROGELIO JARRIN	0.03	116	JUAN ALCIVAR GUAYTA	0.51			
18	MERCEDES MAYORGA	0.32	71	MARIA LUCILA JARRIN	0.04	117	JUANA GUAYTA	0.22			
19	MERCEDES MAYORGA	0.89	72	MERCEDES MAYORGA	0.24	118	MERCEDES MAYORGA	0.62			
20	MILTON HERMEL MAYORGA	0.14	73	AUGUSTO ONATE	0.21	119	JOSE TARQUINO CACERES MAYORGA	0.37			
21	MARIA ALLAICO	0.26	74	SIXTO CACERES	0.58	120	JOSE PARADES	0.37			
23	CIRA ROBALINO	0.15	75	MANUEL ONATE	0.26	121	JUSTO CACERES	0.46			
24	MARGARITA MAYORGA	0.16	76	HUGO ENRIQUE SANCHEZ	1.77	122	RESERVORIO	0.19			
25	ERNESTO ROBALINO	0.15	77	LIZARDO MAYORGA MAYORGA	0.65	123	CARLOS HERNAN CACERES SANCHEZ	0.54			
26	VINCIO MAYORGA	0.16	78	GALO IZURIETA	0.20	124	ROBERTO VICENTE SUFE NAVARRETE	1.00			
27	JOSE LOPEZ	0.09	81	LUIS MAYORGA	0.09	125	ESTELA SANCHEZ	0.46			
28	JULIO MAYORGA	0.16	82	LUZ AMERICA MAYORGA	0.53	126	GENARO PASTOR	0.22			
31	LUCRECIA SANCHEZ	0.75	83	EFRAIN IZURIETA	1.01	127	ROSA CASTRO	1.45			
32	HEREDEROS GONZALO IZURIETA	1.27	84	FLERIDA IZURIETA	0.23	128	ESTELA SANCHEZ	0.11			
33	ROSA MAYORGA	0.45	85	OLGER VILLACIS	0.47	129	FLERIDA IZURIETA	1.60			
34	FERNANDO DURAN	1.57	86	OLGER VILLACIS	0.03	131	ROBERTO SACA	0.22			
36	ROSA MAYORGA	0.18	87	WALTER BAYAS	0.13	132	JUSTO CACERES	0.45			
38	SALVINIO VILLACIS	1.02	88	OLGER VILLACIS	0.10	133	MIGUEL GUAYTA	0.22			
40	MARUA NARANJO	0.29	90	ROMELIA SANCHEZ	0.33	134	BEATRIZ GUAYTA	0.16			
41	ARMANDO NARANJO	0.19	91	SEGUNDO ORTIZ	0.34	136	FANNY VALDEZ	0.23			
42	HEREDEROS JOSE RODRIGUEZ	0.35	94	LIZARDO MAYORGA	0.30	138	ROBERTO SACA	0.11			
43	VITERBO LEON	0.53	95	FAUSTO MAYORGA	0.24	140	ROBERTO SACA	0.31			
45	HEREDEROS JOSE RODRIGUEZ	0.07	97	MARINA ZURITA	0.73	141	NELSON ALDAZ	0.34			
46	MERCEDES PALACIOS	0.25	98	ANTONIO ZURITA	0.62	142	JOSE PRADO	0.10			

Código Piano	Usuario Actual	Área Lote (Ha)	Área Lote (Ha)	Área Lote (Ha)	Área Lote (Ha)
		Código Piano	Usuario Actual	Código Piano	Usuario Actual
143	JOSE PRADO	0.65	HILDA BARONA	0.08	GENARO PASTOR
144	NELSON ALDAZ	0.36	RENE NARCISA BARONA	0.21	GENARO PASTOR
145	JOSE RAMOS	0.61	CARMEN BARONA	0.21	CIRIA ROBALINO
146	PIEDAD SOLIS	0.53	MERCEDES BARONA	0.37	CRISTIAN NUÑEZ
147	JENOVEVA ELINA ORTIZ COBO	0.16	GALO IZURIETA	0.15	GERMAN NUÑEZ
148	ERNESTO ORTIZ	0.44	LUCILA BARONA	0.47	ABSAJON MIRANDA
150	DOLORES SOLIS	0.28	AMADA BARONA	0.03	ADELA NUÑEZ
151	ANGEL SOLIS	0.68	HILDA BARONA	0.01	ADELA NUÑEZ
152	DOLORES SOLIS	0.06	197 AMADA BARONA	0.03	ISABEL NUÑEZ
154	RUTH ORTIZ COBO	0.37	198 HEREDEROS TOBIAS BARONA	0.10	MARIA VERONICA NUÑEZ
155	LETHY ORTIZ COBO	0.37	199 HERNAN SACA	0.16	MARIA MAGDALENA NUÑEZ
156	JIMENA ORTIZ COBO	0.37	200 CARMELINA MEJIA	0.48	MATILDE NUÑEZ
157	SAUL ORTIZ COBO	0.37	201 HERNAN SACA	0.17	LUCIA NUÑEZ
158	ELINA FREIRE DE VELASCO	0.44	203 MANUEL SACA	0.19	246 HUMBERTO NUÑEZ
159	HEREDEROS ALONSO FREIRE	0.09	204 LUIS BARONA	0.47	247 ANIBAL NUÑEZ
162	MANUEL BENITEZ	0.16	205 HEREDEROS CARMELINA MEJIA	0.28	248 ANGEL PAZMINO
163	BLANCA MARLENÉ FREIRE	1.24	206 JUANA ROBALINO	0.15	JOSE LOPEZ
165	LUIS GARCIA	0.42	207 REMIGIO ROBALINO	0.53	HUMBERTO MAYORGА
166	ALONSO FREIRE	0.74	208 LUIS BARONA	0.05	251 VICENTE MAYORGА
167	MANUEL BENITEZ	0.88	210 SEGUNDO GUERRERO	0.29	PATRICIO REVELO
168	HEREDEROS ELINA VELASCO FREIRE	2.58	212 HEREDEROS JOSE ROBALINO	1.20	252 ANA ONATE
170	HEREDEROS CARMELINA MEJIA	0.39	213 ROMELIA SANCHEZ	0.82	253 VICENTE ANCHALUISA
171	AUGUSTO BAYAS	0.16	214 FRANCISCO DARQUEA	0.60	254 GLADYS ONATE
172	DOLORES VILLALVA	0.17	215 PIEDAD PAZMINO	0.23	255 MAGDALENA MAYORGА
173	NARCISA BARONA	0.18	216 HUMBELINA PAZMINO	0.07	257 PATRICIA MAYORGА
174	TOMAS BARONA	0.26	217 ANGEL IZURIETA	0.14	258 FLAVIO VELASTEGUI
175	ANTONIO ZURITA	0.01	218 ANGEL ZURIETA	0.27	259 ARACELI POZO
176	HUMBERTO NIARANJO	0.19	220 MANUEL SACA	0.18	260 ROSA ONATE
177	MARGOT BARONA	0.17	221 NELY SACA	0.18	261 LUIS LLAMUCA
178	FERNANDINA BARONA	0.20	222 JULIA BARONA	0.30	262 JUANA DELFINA CHAVEZ
179	CARMEN BARONA	0.18	223 LIGIA BARONA	0.17	ZOLLA ACHUPALLA
180	MERCEDES BARONA	0.13	224 FAUSTO BARONA	0.16	ROBERTO LANDA
181	MARLENE BARONA	0.11	225 MARCO RODOLFO SACA	0.47	265 RAMON CASTRO
182	MERCEDES BARONA	0.13	226 ALICIA SACA	0.51	266 DIOMEDES SANCHEZ
183	NORMA BARONA	0.21	227 JORGE TAMBELA	0.52	267 OLGA POZO
185	THOMAS BARONA	0.23	228 JUAN SUSA	0.37	268 DIOMEDES SANCHEZ
186	FAUSTO BARONA	0.23	229 TERESA FAZMINO	0.32	269 MIGUEL ROBALINO
187	GISELA BARONA ZURITA	0.07	230 ANGEL PAZMINO	0.15	270 ALFREDO SISA

Código Piano	Usuario Actual	Área Lote (Ha)	Área Lote (Ha)	Área Lote (Ha)	Área Lote (Ha)
		Código Piano	Usuario Actual	Código Piano	Usuario Actual
188	HILDA BARONA	0.08	231 GENARO PASTOR	0.45	
189	RENE NARCISA BARONA	0.21	232 GENARO PASTOR	0.38	
190	CARMEN BARONA	0.21	233 CIRIA ROBALINO	0.33	
191	MERCEDES BARONA	0.37	235 CRISTIAN NUÑEZ	0.09	
192	GALO IZURIETA	0.15	236 GERMAN NUÑEZ	0.09	
193	LUCILA BARONA	0.47	237 ABSALON MIRANDA	0.46	
194	AMADA BARONA	0.03	238 ADELA NUÑEZ	0.07	
195	HILDA BARONA	0.01	240 ADELA NUÑEZ	0.26	
196	197 AMADA BARONA	0.03	241 ISABEL NUÑEZ	0.19	
197	HEREDEROS TOBIAS BARONA	0.10	242 MARIA VERONICA NUÑEZ	0.15	
198	199 HERNAN SACA	0.16	243 MARIA MAGDALENA NUÑEZ	0.19	
199	200 CARMELINA MEJIA	0.48	244 MATILDE NUÑEZ	0.19	
200	201 HERNAN SACA	0.17	245 LUCIA NUÑEZ	0.22	
201	203 MANUEL SACA	0.19	246 HUMBERTO NUÑEZ	0.11	
203	204 LUIS BARONA	0.47	247 ANIBAL NUÑEZ	0.36	
204	205 HEREDEROS CARMELINA MEJIA	0.28	248 ANGEL PAZMINO	0.34	
205	206 JUANA ROBALINO	0.15	249 JOSE LOPEZ	0.16	
206	207 REMIGIO ROBALINO	0.53	250 HUMBERTO MAYORGА	0.30	
207	208 LUIS BARONA	0.05	251 VICENTE MAYORGА	0.22	
208	210 SEGUNDO GUERRERO	0.29	252 PATRICIO REVELO	0.29	
210	212 HEREDEROS JOSE ROBALINO	1.20	253 ANA ONATE	0.10	
212	213 ROMELIA SANCHEZ	0.82	254 VICENTE ANCHALUISA	0.09	
213	214 FRANCISCO DARQUEA	0.60	255 GLADYS ONATE	0.09	
214	215 PIEDAD PAZMINO	0.23	256 MAGDALENA MAYORGА	0.29	
215	216 HUMBELINA PAZMINO	0.07	257 PATRICIA MAYORGА	0.24	
216	217 ANGEL IZURIETA	0.14	258 FLAVIO VELASTEGUI	0.25	
217	218 ANGEL IZURIETA	0.27	259 ARACELI POZO	0.01	
218	220 MANUEL SACA	0.18	260 ROSA ONATE	0.12	
220	221 NELY SACA	0.18	261 LUIS LLAMUCA	0.27	
221	222 JULIA BARONA	0.30	262 JUANA DELFINA CHAVEZ	0.46	
222	223 LIGIA BARONA	0.17	263 ZOLLA ACHUPALLA	0.11	
223	224 FAUSTO BARONA	0.16	264 ROBERTO LANDA	0.09	
224	225 MARCO RODOLFO SACA	0.47	265 RAMON CASTRO	0.60	
225	226 ALICIA SACA	0.51	266 DIOMEDES SANCHEZ	0.07	
226	227 JORGE TAMBELA	0.52	267 OLGA POZO	0.20	
227	228 JUAN SUSA	0.37	268 DIOMEDES SANCHEZ	0.16	
228	229 TERESA FAZMINO	0.32	269 MIGUEL ROBALINO	0.16	
229	230 ANGEL PAZMINO	0.15	270 ALFREDO SISA	0.05	

Código Piano	Usuario Actual	Área Lote (Ha)	Código Piano	Usuario Actual	Área Lote (Ha)
271	ANGEL POZO BONILLA	0.11	315	HEREDEROS RAMON SANCHEZ	1.90
272	EDGAR IVAN ORTIZ	0.11	316	HECTOR VICENTE VILLACIS	0.14
273	JORGE JARRIN	0.07	317	JOSE MAYORGAS	0.79
274	POLIVIO MEDINA	0.05	318	JOSE MAYORGAS	1.89
275	HUGO ESPINOZA	0.60	319	LUCILA VILLACIS	0.18
276	CARMEN ESPINOZA	0.60	320	HEREDEROS FLORINDA BARONA	0.77
277	JUDHIT ESPINOZA	0.60	321	LUCILA VILLACIS	0.11
278	MARCO ESPINOZA	0.60	322	HEREDEROS TARJELIA GUERRERO	1.23
279	JORGE ESPINOZA	0.35	323	ORLANDO SACON	0.14
280	JORGE ESPINOZA	0.25	324	TELMO VLADIMIR VILLACIS	0.14
283	CARLOS LOPEZ	0.50	325	SARA VILLACIS	0.18
284	ELENA NUNEZ	0.51	326	MIGUEL ANGEL VILLACIS	0.18
285	VILMA PAREDES	0.33	327	MARCO VILLACIS	0.14
286	VICENTE IZURIETA	0.12	328	HILDA MAYORGA	0.53
287	AUGUSTO BAYAS	0.19	329	LAURA MAYORGA	0.53
288	OSWALDO IZQUIERDO	0.67	330	JULIETA MAYORGA	0.53
289	HILDIA BARONA	0.13	331	FERNANDINA BARONA	0.09
290	FERNANDINA BARONA	0.19	332	RICARDO SUAREZ Y OTROS	0.06
291	NORMA BARONA	0.30	333	VICENTE MAYORGA	0.04
292	ONOFRE LIERENA	0.75	334	MILTON FIERRO	10.18
293	GALO IZURIEITA	0.54			
294	ERNESTINA MAYORGA	0.28			
295	NELY SACA	0.36			
296	ELSA SACA	0.37			
297	ROMULO BARONA	0.18			
298	HEREDEROS VIDAL VILLACIS	1.01			
300	MANUEL SACA	0.23			
301	FREDY IZQUIERDO	1.70			
302	VILMA PAREDES	0.58			
303	ROMULO BARONA	0.69			
304	DIOMEDES SANCHEZ	0.31			
305	JORGE TIMBELA	0.10			
306	JORGE TIMBELA	0.04			
309	UTA	1.09			
310	EDUARDO MARTINEZ	0.83			
312	HEREDEROS RAMON SANCHEZ	0.24			
313	MANUEL RIVERA	1.42			
314	VICTOR MANUEL BENITEZ	1.51			

Código Piano	Usuario Actual	Área Lote (Ha)	Código Piano	Usuario Actual	Área Lote (Ha)
271	ANGEL POZO BONILLA	0.11	315	HEREDEROS RAMON SANCHEZ	1.90
272	EDGAR IVAN ORTIZ	0.11	316	HECTOR VICENTE VILLACIS	0.14
273	JORGE JARRIN	0.07	317	JOSE MAYORGAS	0.79
274	POLIVIO MEDINA	0.05	318	JOSE MAYORGAS	1.89
275	HUGO ESPINOZA	0.60	319	LUCILA VILLACIS	0.18
276	CARMEN ESPINOZA	0.60	320	HEREDEROS FLORINDA BARONA	0.77
277	JUDHIT ESPINOZA	0.60	321	LUCILA VILLACIS	0.11
278	MARCO ESPINOZA	0.60	322	HEREDEROS TARJELIA GUERRERO	1.23
279	JORGE ESPINOZA	0.35	323	ORLANDO SACON	0.14
280	JORGE ESPINOZA	0.25	324	TELMO VLADIMIR VILLACIS	0.14
283	CARLOS LOPEZ	0.50	325	SARA VILLACIS	0.18
284	ELENA NUNEZ	0.51	326	MIGUEL ANGEL VILLACIS	0.18
285	VILMA PAREDES	0.33	327	MARCO VILLACIS	0.14
286	VICENTE IZURIETA	0.12	328	HILDA MAYORGA	0.53
287	AUGUSTO BAYAS	0.19	329	LAURA MAYORGA	0.53
288	OSWALDO IZQUIERDO	0.67	330	JULIETA MAYORGA	0.53
289	HILDIA BARONA	0.13	331	FERNANDINA BARONA	0.09
290	FERNANDINA BARONA	0.19	332	RICARDO SUAREZ Y OTROS	0.06
291	NORMA BARONA	0.30	333	VICENTE MAYORGA	0.04
292	ONOFRE LIERENA	0.75	334	MILTON FIERRO	10.18
293	GALO IZURIEITA	0.54			
294	ERNESTINA MAYORGA	0.28			
295	NELY SACA	0.36			
296	ELSA SACA	0.37			
297	ROMULO BARONA	0.18			
298	HEREDEROS VIDAL VILLACIS	1.01			
300	MANUEL SACA	0.23			
301	FREDY IZQUIERDO	1.70			
302	VILMA PAREDES	0.58			
303	ROMULO BARONA	0.69			
304	DIOMEDES SANCHEZ	0.31			
305	JORGE TIMBELA	0.10			
306	JORGE TIMBELA	0.04			
309	UTA	1.09			
310	EDUARDO MARTINEZ	0.83			
312	HEREDEROS RAMON SANCHEZ	0.24			
313	MANUEL RIVERA	1.42			
314	VICTOR MANUEL BENITEZ	1.51			

ANEXO N° 5

**TURNOS DE RIEGO EN EL RAMAL SAN PEDRO ANTES
DEL PROYECTO**

Cuadro de tiempos y volúmenes

Código	Nombres Apellidos	Área m ²	Tiempo h. min. seg.			Tiempo h	FR días	Q l/s	VT m ³
1	HEREDEROS JULIO CESAR IZURIETA	8,274.00	0	21	52	0.36	14.0	60	78.72
2	JUAN ONOFRE IZURIETA	11,456.00	1	53	22	1.89	14.0	60	408.12
3	HERMELINDA IZURIETA	11,504.00	1	40	0	1.67	14.0	60	360
4	HUGO ENRIQUE SANCHEZ	6,002.00	0	30	23	0.51	14.0	60	109.38
5	JUAN ONOFRE IZURIETA	6,732.00	1	6	37	1.11	14.0	60	239.82
6	CECILIA IZURIETA	6,798.00	0	49	49	0.83	14.0	60	179.34
7	HERMELINDA IZURIETA	3,980.00	0	40	0	0.67	14.0	60	144
8	MARIANA IZURETA	3,077.00	1	0	0	1.00	14.0	60	216
9	MARIA ALLAICO	12,209.00	1	11	6	1.19	14.0	60	255.96
10	ERNESTO ROBALINO	1,423.00	0	26	34	0.44	14.0	60	95.64
11	CECILIA IZURIETA	2,069.00	0	15	10	0.25	14.0	60	54.6
13	HEREDEROS GONZALO IZURIETA	2,887.00	0	21	12	0.35	14.0	60	76.32
14	HECTOR EFRAIN IZURIETA	6,515.00	1	26	3	1.43	14.0	60	309.78
15	JOSE ENRIQUE MAYORGA	1,428.00	0	4	38	0.08	14.0	60	16.68
16	JOSE ENRIQUE MAYORGA	1,646.00	0	5	21	0.09	14.0	60	19.26
17	WILSON BAYAS	3,183.00	0	21	21	0.36	14.0	60	76.86
18	MERCEDES MAYORGA	3,199.00	0	20	35	0.34	14.0	60	74.1
19	MERCEDES MAYORGA	8,900.00	0	57	16	0.95	14.0	60	206.16
20	MILTON HERMEL MAYORGA	1,441.00	0	3	52	0.06	14.0	60	13.92
21	MARIA ALLAICO	2,556.00	0	14	53	0.25	14.0	60	53.58
23	CIRA ROBALINO	1,496.00	0	8	26	0.14	14.0	60	30.36
24	MARGARITA MAYORGA	1,627.00	0	4	22	0.07	14.0	60	15.72
25	ERNESTO ROBALINO	1,468.00	0	27	25	0.46	14.0	60	98.7
26	VINICIO MAYORGA	1,565.00	0	4	12	0.07	14.0	60	15.12
27	JOSE LOPEZ	939.00	0	6	9	0.10	14.0	60	22.14
28	JULIO MAYORGA	1,615.00	0	17	52	0.30	14.0	60	64.32
31	LUCRECIA SANCHEZ	7,503.00	0	19	50	0.33	14.0	60	71.4
32	HEREDEROS GONZALO IZURIETA	12,673.00	1	33	6	1.55	14.0	60	335.16
33	ROSA MAYORGA	4,549.00	0	21	21	0.36	14.0	60	76.86
34	FERNANDO DURAN	15,710.00	1	45	0	1.75	14.0	60	378
36	ROSA MAYORGA	1,843.00	0	8	38	0.14	14.0	60	31.08
38	SALVINO VILLACIS	10,154.00	2	8	0	2.13	14.0	60	460.8
40	MARUJA NARANJO	2,861.00	0	20	0	0.33	14.0	60	72
41	ARMANDO NARANJO	1,907.00	0	15	0	0.25	14.0	60	54
42	HEREDEROS JOSE RODRIGUEZ	3,486.00	0	22	33	0.38	14.0	60	81.18
43	VITERBO LEON	5,287.00	0	40	0	0.67	14.0	60	144
45	HEREDEROS JOSE RODRIGUEZ	715.00	0	4	37	0.08	14.0	60	16.62
46	MERCEDES PALACIOS	2,461.00	0	39	3	0.65	14.0	60	140.58
47	HEREDEROS JOSE RODRIGUEZ	3,058.00	0	19	46	0.33	14.0	60	71.16
48	CLEMENTE RODRIGUEZ	304.00	0	1	57	0.03	14.0	60	7.02
49	SEGUNDO GUERRERO	1,740.00	0	4	57	0.08	14.0	60	17.82
50	OLGER VILLACIS	3,304.00	0	6	7	0.10	14.0	60	22.02
51	ROSA JARRIN	2,385.00	0	10	0	0.17	14.0	60	36
54	HEREDEROS JOSE RODRIGUEZ	1,712.00	0	11	4	0.18	14.0	60	39.84
55	MERCEDES PALACIOS	1,641.00	0	26	2	0.43	14.0	60	93.72
56	SEGUNDO GUERRERO	2,213.00	0	6	18	0.11	14.0	60	22.68
57	BLANCA MERCEDES RAMOS	2,824.89	0	32	5	0.53	14.0	60	115.5
59	VICTOR PASTOR	3,287.94	0	17	0	0.28	14.0	60	61.2
62	GEORGINA PAZMINO	3,580.00	1	0	0	1.00	14.0	60	216
63	CARMEN TIRADO	2,874.00	0	30	0	0.50	14.0	60	108
64	JOSE LOPEZ	1,262.00	0	8	16	0.14	14.0	60	29.76
67	LUCILA JARRIN	1,993.00	0	4	27	0.07	14.0	60	16.02
68	MERCEDES SOLIS	842.00	0	1	52	0.03	14.0	60	6.72
69	ROGELIO JARRIN	333.00	0	3	42	0.06	14.0	60	13.32
71	MARIA LUCILA JARRIN	425.00	0	0	56	0.02	14.0	60	3.36
72	MERCEDES MAYORGA	2,390.00	0	15	22	0.26	14.0	60	55.32
73	AUGUSTO ONATE	2,134.00	0	15	40	0.26	14.0	60	56.4
74	SIXTO CACERES	5,788.00	0	28	0	0.47	14.0	60	100.8
75	MANUEL ONATE	2,572.00	0	13	30	0.23	14.0	60	48.6
76	HUGO ENRIQUE SANCHEZ	17,695.00	1	29	36	1.49	14.0	60	322.56
77	LIZARDO MAYORGA MAYORGA	6,479.00	0	30	46	0.51	14.0	60	110.76
78	GALO IZURIETA	1,996.00	0	21	44	0.36	14.0	60	78.24
81	LUIS MAYORGA	947.00	0	2	32	0.04	14.0	60	9.12
82	LUZ AMERICA MAYORGA	5,275.30	0	30	0	0.50	14.0	60	108
83	EFRAIN IZURIETA	10,141.00	2	13	56	2.23	14.0	60	482.16
84	FLERIDA IZURIETA	2,346.00	0	23	48	0.40	14.0	60	85.68
85	OLGER VILLACIS	4,674.00	0	8	40	0.14	14.0	60	31.2
86	OLGER VILLACIS	280.00	0	0	31	0.01	14.0	60	1.86
87	WALTER BAYAS	1,289.00	0	8	38	0.14	14.0	60	31.08
88	OLGER VILLACIS	1,038.00	0	1	55	0.03	14.0	60	6.9

Código	Nombres Apellidos	Área m ²	Tiempo			Tiempo h	FR días	Q l/s	VT m ³
			h.	min.	seg.				
90	ROMELIA SANCHEZ	3,336.00	0	17	51	0.30	14.0	60	64.26
91	SEGUNDO ORTIZ	3,410.00	0	18	0	0.30	14.0	60	64.8
94	LIZARDO MAYORGA	2,995.00	0	14	13	0.24	14.0	60	51.18
95	FAUSTO MAYORGA	2,443.00	0	8	7	0.14	14.0	60	29.22
97	MARINA ZURITA	7,330.00	1	30	0	1.50	14.0	60	324
98	ANTONIO ZURITA	6,207.00	0	58	42	0.98	14.0	60	211.32
99	CESAR BAYAS	1,277.00	0	8	4	0.13	14.0	60	29.04
100	ROMELIA SANCHEZ	5,262.00	0	28	9	0.47	14.0	60	101.34
101	FAUSTO MAYORGA	2,068.00	0	6	52	0.11	14.0	60	24.72
103	OLMEDO PEREZ	4,639.00	1	0	0	1.00	14.0	60	216
104	HEREDEROS LUCRECIA SANCHEZ	6,909.00	0	18	16	0.30	14.0	60	65.76
105	MARTHA PUNINA	5,524.00	0	36	7	0.60	14.0	60	130.02
106	ELVIA PUNINA	1,841.00	0	12	2	0.20	14.0	60	43.32
107	ESTADIO	13,532.00	2	0	0	2.00	14.0	60	432
108	PATRICIO RAMOS	10,986.00	1	0	0	1.00	14.0	60	216
109	BOLIVAR BARONA	1,825.00	0	14	0	0.23	14.0	60	50.4
110	MANUELA SISILEMA QUILLAGANA	4,835.00	0	51	57	0.87	14.0	60	187.02
111	PABLO NUÑEZ	10,260.00	0	56	0	0.93	14.0	60	201.6
112	MANUELA SISILEMA QUILLAGANA	1,678.00	0	18	2	0.30	14.0	60	64.92
114	OLGER VILLACIS	1,486.00	0	2	45	0.05	14.0	60	9.9
115	MARTHA PUNINA	1,809.00	0	11	49	0.20	14.0	60	42.54
116	JUAN ALCIVAR GUAYTA	5,127.00	0	31	37	0.53	14.0	60	113.82
117	JUANA GUAYTA	2,169.00	0	13	22	0.22	14.0	60	48.12
118	MERCEDES MAYORGA	6,179.00	0	39	45	0.66	14.0	60	143.1
119	JOSE TARQUINO CACERES MAYORGA	3,664.00	0	12	0	0.20	14.0	60	43.2
120	JOSE PAREDES	3,726.00	0	40	0	0.67	14.0	60	144
121	JUSTO CACERES	4,605.00	0	28	18	0.47	14.0	60	101.88
122	RESERVORIO	1,863.00	0	18	0	0.30	14.0	60	64.8
123	CARLOS HERNAN CACERES SANCHEZ	5,449.00	0	20	0	0.33	14.0	60	72
124	ROBERTO VICENTE SUPE NAVARRETE	10,045.00	0	38	0	0.63	14.0	60	136.8
125	ESTELA SANCHEZ	4,571.00	0	24	17	0.40	14.0	60	87.42
126	GENARO PASTOR	2,225.00	0	6	55	0.12	14.0	60	24.9
127	ROSA CASTRO	14,516.00	3	39	0	3.65	14.0	60	788.4
128	ESTELA SANCHEZ	1,073.00	0	5	42	0.10	14.0	60	20.52
129	FLERIDA IZURIETA	15,987.00	2	42	11	2.70	14.0	60	583.86
131	ROBERTO SACA	2,198.00	0	6	56	0.12	14.0	60	24.96
132	JUSTO CACERES	4,504.00	0	27	41	0.46	14.0	60	99.66
133	MIGUEL GUAYTA	2,248.00	0	10	0	0.17	14.0	60	36
134	BEATRIZ GUAYTA	1,618.00	0	15	0	0.25	14.0	60	54
136	FANNY VALDEZ	2,306.00	0	10	0	0.17	14.0	60	36
138	ROBERTO SACA	1,074.00	0	3	23	0.06	14.0	60	12.18
140	ROBERTO SACA	3,062.00	0	9	40	0.16	14.0	60	34.8
141	NELSON ALDAZ	3,426.00	0	14	38	0.24	14.0	60	52.68
142	JOSE PRADO	1,034.00	0	12	38	0.21	14.0	60	45.48
143	JOSE PRADO	6,493.00	1	19	21	1.32	14.0	60	285.66
144	NELSON ALDAZ	3,595.00	0	15	21	0.26	14.0	60	55.26
145	JOSE RAMOS	6,111.00	1	0	0	1.00	14.0	60	216
146	PIEDAD SOLIS	5,344.00	0	11	56	0.20	14.0	60	42.96
147	JENOVEVA ELINA ORTIZ COBO	1,635.00	0	12	43	0.21	14.0	60	45.78
148	ERNESTO ORTIZ	4,429.00	0	34	27	0.57	14.0	60	124.02
150	DOLORES SOLIS	2,804.00	0	6	15	0.10	14.0	60	22.5
151	ANGEL SOLIS	6,832.00	0	15	15	0.25	14.0	60	54.9
152	DOLORES SOLIS	564.00	0	1	15	0.02	14.0	60	4.5
154	RUTH ORTIZ COBO	3,689.00	0	28	42	0.48	14.0	60	103.32
155	LETHY ORTIZ COBO	3,689.00	0	28	42	0.48	14.0	60	103.32
156	JIMENA ORTIZ COBO	3,689.00	0	28	42	0.48	14.0	60	103.32
157	SAUL ORTIZ COBO	3,689.00	0	28	42	0.48	14.0	60	103.32
158	ELINA FREIRE DE VELASCO	4,424.00	1	21	58	1.37	14.0	60	295.08
159	HEREDEROS ALONSO FREIRE	20,920.00	2	23	49	2.40	14.0	60	517.74
162	MANUEL BENITEZ	1,629.00	0	8	6	0.14	14.0	60	29.16
163	BLANCA MARLENE FREIRE	12,382.00	2	0	0	2.00	14.0	60	432
165	LUIS GARCIA	4,229.00	2	12	0	2.20	14.0	60	475.2
166	ALONSO FREIRE	7,445.00	0	51	10	0.85	14.0	60	184.2
167	MANUEL BENITEZ	8,827.00	0	43	53	0.73	14.0	60	157.98
168	HEREDEROS ELINA VELASCO FREIRE	25,797.00	7	58	1	7.97	14.0	60	1720.86
170	HEREDEROS CARMELINA MEJIA	3,889.00	0	30	42	0.51	14.0	60	110.52
171	AUGUSTO BAYAS	1,603.00	0	10	8	0.17	14.0	60	36.48
172	DOLORES VILLALVA	1,700.00	0	30	0	0.50	14.0	60	108
173	NARCISA BARONA	1,766.00	0	18	35	0.31	14.0	60	66.9
174	TOMAS BARONA	2,602.00	0	23	40	0.39	14.0	60	85.2
175	ANTONIO ZURITA	136.00	0	1	17	0.02	14.0	60	4.62
176	HUMBERTO NARANJO	1,854.00	0	20	0	0.33	14.0	60	72

Código	Nombres Apellidos	Área m ²	Tiempo			Tiempo h	FR días	Q l/s	VT m ³
			h.	min.	seg.				
177	MARGOT BARONA	1,656.00	0	20	33	0.34	14.0	60	73.98
178	FERNANDINA BARONA	2,040.00	0	16	44	0.28	14.0	60	60.24
179	CARMEN BARONA	1,783.00	0	18	9	0.30	14.0	60	65.34
180	MERCEDES BARONA	1,263.00	0	16	15	0.27	14.0	60	58.5
181	MARLENE BARONA	1,059.00	0	20	0	0.33	14.0	60	72
182	MERCEDES BARONA	1,287.00	0	16	34	0.28	14.0	60	59.64
183	NORMA BARONA	2,083.00	0	16	30	0.28	14.0	60	59.4
185	THOMAS BARONA	2,344.00	0	21	19	0.36	14.0	60	76.74
186	FAUSTO BARONA	2,280.00	0	21	7	0.35	14.0	60	76.02
187	GISELA BARONA ZURITA	728.00	0	14	30	0.24	14.0	60	52.2
188	HILDA BARONA	796.00	0	8	48	0.15	14.0	60	31.68
189	RENE NARCISA BARONA	2,087.00	0	21	58	0.37	14.0	60	79.08
190	CARMEN BARONA	2,144.00	0	21	50	0.36	14.0	60	78.6
191	MERCEDES BARONA	3,662.00	0	47	9	0.79	14.0	60	169.74
192	GALO IZURIETA	1,465.00	0	15	57	0.27	14.0	60	57.42
193	LUCILA BARONA	4,704.00	0	37	0	0.62	14.0	60	133.2
194	AMADA BARONA	329.00	0	5	17	0.09	14.0	60	19.02
196	HILDA BARONA	147.00	0	1	37	0.03	14.0	60	5.82
197	AMADA BARONA	292.00	0	4	42	0.08	14.0	60	16.92
198	HEREDEROS TOBIAS BARONA	1,013.00	0	9	23	0.16	14.0	60	33.78
199	HERNAN SACA	1,560.00	0	14	14	0.24	14.0	60	51.24
200	CARMELINA MEJIA	4,756.00	0	37	33	0.63	14.0	60	135.18
201	HERNAN SACA	1,726.00	0	15	45	0.26	14.0	60	56.7
203	MANUEL SACA	1,939.00	0	22	39	0.38	14.0	60	81.54
204	LUIS BARONA	4,729.00	0	40	33	0.68	14.0	60	145.98
205	HEREDEROS CARMELINA MEJIA	2,754.00	0	21	44	0.36	14.0	60	78.24
206	JUANA ROBALINO	1,536.00	0	4	22	0.07	14.0	60	15.72
207	REMIGIO ROBALINO	5,275.00	1	18	0	1.30	14.0	60	280.8
208	LUIS BARONA	518.00	0	4	26	0.07	14.0	60	15.96
210	SEGUNDO GUERRERO	2,941.00	0	8	22	0.14	14.0	60	30.12
212	HEREDEROS JOSE ROBALINO	11,963.00	2	15	54	2.27	14.0	60	489.24
213	ROMELIA SANCHEZ	8,221.00	0	43	59	0.73	14.0	60	158.34
214	FRANCISCO DARQUEA	6,043.00	0	7	30	0.13	14.0	60	27
215	PIEDAD PAZMINO	2,271.00	0	30	0	0.50	14.0	60	108
216	HUMBELINA PAZMINO	652.00	0	4	7	0.07	14.0	60	14.82
217	ANGEL IZURIETA	1,368.00	0	8	39	0.14	14.0	60	31.14
218	ANGEL IZURIETA	2,723.00	0	17	13	0.29	14.0	60	61.98
220	MANUEL SACA	1,849.00	0	21	36	0.36	14.0	60	77.76
221	NELY SACA	1,849.00	0	15	13	0.25	14.0	60	54.78
222	JULIA BARONA	3,034.00	0	15	0	0.25	14.0	60	54
223	LIGIA BARONA	1,658.00	0	15	0	0.25	14.0	60	54
224	FAUSTO BARONA	1,564.00	0	14	29	0.24	14.0	60	52.14
225	MARCO RODOLFO SACA	4,651.00	0	28	0	0.47	14.0	60	100.8
226	ALICIA SACA	5,127.00	0	28	0	0.47	14.0	60	100.8
227	JORGE TIMBELA	5,173.00	0	47	15	0.79	14.0	60	170.1
228	JUAN SISA	3,669.00	0	30	0	0.50	14.0	60	108
229	TERESA PAZMINO	3,219.00	0	51	0	0.85	14.0	60	183.6
230	ANGEL PAZMINO	1,524.00	0	20	19	0.34	14.0	60	73.14
231	GENARO PASTOR	4,538.00	0	14	7	0.24	14.0	60	50.82
232	GENARO PASTOR	3,835.00	0	11	56	0.20	14.0	60	42.96
233	CIRA ROBALINO	3,293.00	0	18	33	0.31	14.0	60	66.78
235	CRISTIAN NUÑEZ	934.00	0	7	43	0.13	14.0	60	27.78
236	GERMAN NUÑEZ	937.00	0	7	45	0.13	14.0	60	27.9
237	ABSALON MIRANDA	4,567.00	1	5	0	1.08	14.0	60	234
238	ADELA NUÑEZ	659.00	0	4	6	0.07	14.0	60	14.76
240	ADELA NUÑEZ	2,555.00	0	15	53	0.26	14.0	60	57.18
241	ISABEL NUÑEZ	1,872.00	0	20	0	0.33	14.0	60	72
242	MARIA VERONICA NUÑEZ	1,466.00	0	21	0	0.35	14.0	60	75.6
243	MARIA MAGDALENA NUÑEZ	1,922.00	0	21	0	0.35	14.0	60	75.6
244	MATILDE NUÑEZ	1,872.00	0	20	0	0.33	14.0	60	72
245	LUCIA NUÑEZ	2,183.00	0	30	0	0.50	14.0	60	108
246	HUMBERTO NUÑEZ	1,146.00	0	10	0	0.17	14.0	60	36
247	ANIBAL NUÑEZ	3,567.00	0	29	31	0.49	14.0	60	106.26
248	ANGEL PAZMINO	3,426.00	0	45	40	0.76	14.0	60	164.4
249	JOSE LOPEZ	1,611.00	0	10	33	0.18	14.0	60	37.98
250	HUMBERTO MAYORGА	3,017.00	0	25	0	0.42	14.0	60	90
251	VICENTE MAYORGА	2,234.00	0	26	44	0.45	14.0	60	96.24
252	PATRICIO REVELO	2,936.00	0	25	0	0.42	14.0	60	90
253	ANA OÑATE	981.00	0	26	0	0.43	14.0	60	93.6
254	VICENTE ANCHALUISA	926.00	0	17	30	0.29	14.0	60	63
255	GLADYS OÑATE	904.00	0	26	0	0.43	14.0	60	93.6
256	MAGDALENA MAYORGА	2,858.00	0	25	0	0.42	14.0	60	90

Código	Nombres Apellidos	Área m ²	Tiempo			Tiempo h	FR días	Q l/s	VT m ³
			h.	min.	seg.				
257	PATRICIA MAYORGA	2,391.00	0	25	0	0.42	14.0	60	90
258	FLAVIO VELASTEGUI	2,457.00	0	25	0	0.42	14.0	60	90
259	ARACELI POZO	137.00	0	3	19	0.06	14.0	60	11.94
260	ROSA ONATE	1,163.00	0	26	0	0.43	14.0	60	93.6
261	LUIS LLAMUCA	2,705.00	0	15	0	0.25	14.0	60	54
262	JUANA DELFINA CHAVEZ	4,568.00	0	44	0	0.73	14.0	60	158.4
263	ZOILA ACHUPALLA	1,097.00	0	30	0	0.50	14.0	60	108
264	ROBERTO LANDA	948.00	0	16	0	0.27	14.0	60	57.6
265	RAMON CASTRO	6,037.00	0	42	23	0.71	14.0	60	152.58
266	DIOMEDES SANCHEZ	677.00	0	10	20	0.17	14.0	60	37.2
267	OLGA POZO	2,039.00	0	30	0	0.50	14.0	60	108
268	DIOMEDES SANCHEZ	1,614.00	0	24	38	0.41	14.0	60	88.68
269	MIGUEL ROBALINO	1,568.00	0	24	53	0.41	14.0	60	89.58
270	ALFREDO SISA	514.00	0	3	36	0.06	14.0	60	12.96
271	ANGEL POZO BONILLA	1,097.00	0	26	40	0.44	14.0	60	96
272	EDGAR IVAN ORTIZ	1,092.00	0	23	0	0.38	14.0	60	82.8
273	JORGE JARRIN	745.00	0	8	17	0.14	14.0	60	29.82
274	POLIVIO MEDINA	487.00	0	6	0	0.10	14.0	60	21.6
275	HUGO ESPINOZA	5,978.00	0	32	0	0.53	14.0	60	115.2
276	CARMEN ESPINOZA	5,978.00	0	32	0	0.53	14.0	60	115.2
277	JUDHIT ESPINOZA	5,978.00	0	32	0	0.53	14.0	60	115.2
278	MARCO ESPINOZA	5,978.00	0	32	0	0.53	14.0	60	115.2
279	JORGE ESPINOZA	3,469.00	0	18	34	0.31	14.0	60	66.84
280	JORGE ESPINOZA	2,509.00	0	13	25	0.22	14.0	60	48.3
283	CARLOS LOPEZ	4,999.00	0	30	0	0.50	14.0	60	108
284	ELENA NUÑEZ	5,050.00	1	0	0	1.00	14.0	60	216
285	VILMA PAREDES	3,254.00	0	53	52	0.90	14.0	60	193.92
286	VICENTE IZURIETA	1,236.00	0	30	0	0.50	14.0	60	108
287	AUGUSTO BAYAS	1,865.00	0	11	47	0.20	14.0	60	42.42
288	OSWALDO IZQUIERDO	6,740.00	1	45	0	1.75	14.0	60	378
289	HILDA BARONA	1,326.00	0	14	40	0.24	14.0	60	52.8
290	FERNANDINA BARONA	1,896.00	0	15	33	0.26	14.0	60	55.98
291	NORMA BARONA	2,963.00	0	23	29	0.39	14.0	60	84.54
292	ONOFRE LLERENA	7,503.00	1	0	0	1.00	14.0	60	216
293	GALO IZURIETA	5,363.00	0	58	25	0.97	14.0	60	210.3
294	ERNESTINA MAYORGA	2,834.00	0	30	52	0.51	14.0	60	111.12
295	NELY SACA	3,615.00	0	29	46	0.50	14.0	60	107.16
296	ELSA SACA	3,658.00	0	18	0	0.30	14.0	60	64.8
297	ROMULO BARONA	1,835.00	0	9	28	0.16	14.0	60	34.08
298	HEREDEROS VIDAL VILLACIS	10,066.00	1	42	0	1.70	14.0	60	367.2
300	MANUEL SACA	2,287.00	0	26	43	0.45	14.0	60	96.18
301	FREDY IZQUIERDO	17,002.00	1	45	0	1.75	14.0	60	378
302	VILMA PAREDES	5,806.00	1	36	7	1.60	14.0	60	346.02
303	ROMULO BARONA	6,881.00	0	35	31	0.59	14.0	60	127.86
304	DIOMEDES SANCHEZ	3,079.00	0	47	0	0.78	14.0	60	169.2
305	JORGE TIMBELA	954.00	0	8	42	0.15	14.0	60	31.32
306	JORGE TIMBELA	441.00	0	4	1	0.07	14.0	60	14.46
309	UTA	10,859.00	4	0	0	4.00	14.0	60	864
310	EDUARDO MARTINEZ	8,302.00	0	30	0	0.50	14.0	60	108
312	HEREDEROS RAMON SANCHEZ	2,361.24	0	20	0	0.33	14.0	60	72
313	MANUEL RIVERA	14,160.00	3	0	0	3.00	14.0	60	648
314	VICTOR MANUEL BENITEZ	15,135.00	4	30	0	4.50	14.0	60	972
315	HEREDEROS RAMON SANCHEZ	19,039.58	2	40	0	2.67	14.0	60	576
316	HECTOR VICENTE VILLACIS	1,365.00	0	26	0	0.43	14.0	60	93.6
317	JOSE MAYORGA	7,906.00	0	53	5	0.88	14.0	60	191.1
318	JOSE MAYORGA	18,901.00	2	6	54	2.12	14.0	60	456.84
319	LUCILA VILLACIS	1,816.00	0	18	21	0.31	14.0	60	66.06
320	HEREDEROS FLORINDA BARONA	7,674.00	1	18	0	1.30	14.0	60	280.8
321	LUCILA VILLACIS	1,052.00	0	10	38	0.18	14.0	60	38.28
322	HEREDEROS TARJELIA GUERRERO	12,342.00	0	30	0	0.50	14.0	60	108
323	ORLANDO SACON	1,391.00	0	20	0	0.33	14.0	60	72
324	TELMO VLADIMIR VILLACIS	1,394.00	0	28	0	0.47	14.0	60	100.8
325	SARA VILLACIS	1,816.00	0	29	0	0.48	14.0	60	104.4
326	MIGUEL ANGEL VILLACIS	1,816.00	0	26	0	0.43	14.0	60	93.6
327	MARCO VILLACIS	1,401.00	0	29	0	0.48	14.0	60	104.4
328	HILDA MAYORGA	5,275.30	0	30	0	0.50	14.0	60	108
329	LAURA MAYORGA	5,275.30	0	30	0	0.50	14.0	60	108
330	JULIETA MAYORGA	5,275.30	0	30	0	0.50	14.0	60	108
331	FERNANDINA BARONA	936.00	0	7	41	0.13	14.0	60	27.66
332	RICARDO SUAREZ Y OTROS	514.00	0	6	0	0.10	14.0	60	21.6
333	VICENTE MAYORGA	355.00	0	4	15	0.07	14.0	60	15.3
334	MILTON FIERRO	101,789.00	4	0	0	4.00	14.0	60	864

ANEXO N° 6
BALANCE HÍDRICO DE LOS CULTIVOS

BALANCE HÍDRICO													
Cultivo:	Alfalfa	Prof. Radic :	1-2 m	Altura cult:	0.7 m	Kc ini:	0.75	Kcmed:	0.75	Kc fin:	0.75	Lini:	10 días
						Ldes:	20 días	Lmed:	20 días	Lfin:	10 días		
Mes	Días/Mes	Eto diaria [mm/día]	Etapa cultivo	Duración etapa [días]	Kc	Etc [mm/día]	Etc etapa [mm]	Etc [mm/mes]	Precipit [mm/mes]	P efect [mm/mes]	Balance Hídrico [mm/mes]	Necesidad riego [mm/día]	
Enero	31	4.35	Mediados	10	0.75	3.26	32.63	101.1375	13.30	10.64	90.50	2.92	
Febrero	28	4.37	Mediados	21	0.75	3.26	68.51						
			Final	19	0.75	3.28	62.27	91.77	19.10	15.28	76.49	2.73	
Marzo	31	4.30	Final	9	0.75	3.28	29.50						
			Final	10	0.7	3.01	30.10	97.825	33.90	27.12	70.71	2.28	
Abril	30	3.99	Final	21	0.75	3.23	67.73						
			Final	19	0.75	2.99	56.86	89.775	36.20	28.96	60.82	2.03	
Mayo	31	3.67	Inicial	10	0.75	2.99	32.92						
			Inicial	21	0.75	2.75	27.53	85.3275	35.00	28.00	57.33	1.85	
Junio	30	3.47	Inicial	19	0.75	2.75	57.80						
			Inicial	11	0.75	2.60	49.45	78.075	26.70	21.36	56.72	1.89	
Julio	31	3.47	Inicial	11	0.75	2.60	28.63						
			Inicial	20	0.75	2.60	28.63	80.6775	20.90	16.72	63.96	2.06	
Agosto	31	3.71	Desarrollo	20	0.75	2.78	55.65						
			Desarrollo	11	0.75	2.78	30.61	86.2575	17.30	13.84	72.42	2.34	
Septiembre	30	4.11	Desarrollo	10	0.75	3.08	30.83						
			Desarrollo	20	0.75	3.08	61.65	92.475	12.10	9.68	82.80	2.76	
Octubre	31	4.33	Desarrollo	21	0.75	3.25	68.20						
			Desarrollo	10	0.75	3.25	32.48	100.6725	23.20	18.56	82.11	2.65	
Noviembre	30	4.25	Mediados	10	0.75	3.19	31.88						
			Mediados	20	0.75	3.19	63.75	95.625	18.40	14.72	80.91	2.70	
Diciembre	31	4.18	Mediados	21	0.75	3.14	65.84						
			Mediados	10	0.75	3.14	31.35	97.185	10.80	8.64	88.55	2.86	

Evapotranspiración de cultivo máxima:
Mes más crítico:
3.28 mm/día
90.50 mm/mes

correspondiente a
correspondiente a
Febrero
Enero

BALANCE HÍDRICO

Cultivo: Maíz (Choclo) Kc ini: 0.7 Lini: 25 días
 Prof. Radic.: 0.8 - 1.2 m Ldes: 40 días
 Altura cult: >1.5 m Lmed: 70 días
 Mes más critico: Lfin: 15 días
 150

Mes	Días/Mes	Eto diaria [mm/día]	Etapa cultivo	Duración etapa [días]	Kc	Etc [mm/día]	Etc etapa [mm]	Etc [mm/mes]	Precipitación [mm/mes]	Efect [mm/mes]	Balance Hídrico [mm/mes]	Necesidad riego [mm/día]
Enero	31	4.35	Mediados	15	1.12	4.87	73.08	146.16	13.30	10.64	135.52	4.37
Febrero	28	4.37	Mediados	15	1.12	4.87	73.08	63.63	132.4547	19.10	15.28	117.17
Marzo*	31	4.30	Inicial	16	0.7	3.01	48.16	93.31	33.90	27.12	66.19	2.14
Abril	30	3.99	Inicial	15	0.7	3.01	45.15	69.83	87.9795	36.20	28.96	59.02
Mayo	31	3.67	Desarrollo	16	0.91	3.34	53.44	103.5307	35.00	28.00	75.53	2.44
Junio	30	3.47	Desarrollo	15	0.91	3.34	50.10	113.6772	26.70	21.36	92.32	3.08
Julio	31	3.47	Mediados	26	1.12	3.89	101.05	54.41	120.4784	20.90	16.72	103.76
Agosto	31	3.71	Mediados	14	1.12	4.16	58.17	124.3963	17.30	13.84	110.56	3.57
Septiembre*	30	4.11	Final	17	1.05	3.90	66.22	43.16	86.31	12.10	9.68	76.63
Octubre	31	4.33	Inicial	15	0.7	2.88	43.16	79.4168	23.20	18.56	80.86	2.61
Noviembre	30	4.25	Inicial	15	0.7	3.03	75.78	58.01	116.025	18.40	14.72	101.31
Diciembre	31	4.18	Desarrollo	4	0.91	3.80	15.22	141.6184	10.80	8.64	141.62	4.57
			Mediados	27	1.12	4.68	126.40					

*Meses con ** y etapa inicial corresponde a etapa de descanso
 Evapotranspiración de cultivo máxima: 4.89 mm/día
 Mes más critico: 141.62 mm/mes

correspondiente a Febrero
 correspondiente a Diciembre

BALANCE HÍDRICO

Cultivo: Papa
 Prof. Radic.: 0.4 - 0.6 m
 Altura cult: 0.6 m

Kc ini: 0.7
 Kcmed: 1.15
 Kc fin: 0.75

Lini: 30 días
 Ldes: 35 días
 Lmed: 55 días
 Lfin: 30 días

150

Mes	Días/Mes	Eto diaria [mm/día]	Etapa cultivo	Duración etapa [días]	Kc	Etc [mm/día]	Etc etapa [mm]	Etc	Precipitación [mm/mes]	P efect [mm/mes]	Balance Hídrico [mm/mes]	Necesidad riego [mm/día]
Enero*	31	4.35	Inicial	15	0.7	3.05	48.72	94.395	13.30	10.64	83.76	2.70
Febrero	28	4.37	Inicial	14	0.7	3.06	42.83	85.652	19.10	15.28	70.37	2.51
Marzo	31	4.30	Inicial	2	0.7	3.01	6.02	121.3675	33.90	27.12	94.25	3.04
Abri	30	3.99	Desarrollo	29	0.925	3.98	115.35					
			Desarrollo	4	0.925	3.69	14.76	134.064	36.20	28.96	105.10	3.50
			Mediados	26	1.15	4.59	119.30					
			Mediados	30	1.15	4.22	126.62	129.3675	35.00	28.00	101.37	3.27
			Final	1	0.75	2.75	2.75					
			Final	15	0.75	2.60	39.04	78.075	26.70	21.36	56.72	1.89
			Final	15	0.75	2.60	39.04					
Julio*	31	3.47	Inicial	15	0.7	2.43	36.44	75.299	20.90	16.72	58.58	1.89
Agosto	31	3.71	Inicial	16	0.7	2.43	38.86	81.34175	17.30	13.84	67.50	2.18
			Desarrollo	30	0.7	2.60	77.91					
			Desarrollo	1	0.925	3.43	3.43					
			Desarrollo	15	0.925	3.80	57.03	114.0525	12.10	9.68	104.37	3.48
			Desarrollo	15	0.925	3.80	57.03					
			Desarrollo	4	0.925	4.01	16.02	150.4675	23.20	18.56	131.91	4.26
Septiembre	30	4.11	Mediados	27	1.15	4.98	134.45					
			Desarrollo	15	0.925	3.80	57.03					
			Desarrollo	4	0.925	4.01	16.02					
			Mediados	27	1.15	4.98	134.45					
Octubre	31	4.33	Inicial	15	0.75	3.14	47.03	97.185	10.80	8.64	88.55	2.86
			Final	16	0.75	3.14	50.16					

Meses con "" y etapa inicial corresponde a etapa de descanso

Evapotranspiración de cultivo máxima:
 Mes más crítico:

4.98 mm/día
 131.91 mm/mes

correspondiente a
 correspondiente a

Octubre
 Octubre

BALANCE HÍDRICO

Cultivo: Árboles Frutales
 Prof. Radic.: 1 - 2 m
 Altura cult: 4 m

Kc ini: 0.65
 Kcmed: 0.95
 Kc fin: 0.7

Lini: 30 días
 Ldes: 50 días
 Lmed: 130 días
 Lfin: 30 días

Mes	Días/Mes	Eto diaria [mm/día]	Etapa cultivo	Duración etapa [días]	Kc	Etc [mm/día]	Etc etapa [mm]	Etc	Precipitació n [mm/mes]	P efect [mm/mes]	Balance Hídrico [mm/mes]	Necesidad riego [mm/día]
Enero	31	4.35	Mediados	15	0.95	4.13	61.99	66.12	128.1075	13.30	10.64	117.47
Febrero	28	4.37	Mediados	14	0.95	4.15	58.12	58.12	116.242	19.10	15.28	100.96
Marzo	31	4.30	Mediados	29	0.95	4.09	118.47	124.485	33.90	27.12	97.37	3.61
Abri*	30	3.99	Final	2	0.7	3.01	6.02					3.14
			Final	28	0.7	2.79	78.20					
			Inicial	2	0.65	2.59	5.19					
			Inicial	15	0.65	2.39	35.78					
			Inicial	16	0.65	2.39	38.17					
			Inicial	15	0.65	2.26	33.83					
			Inicial	15	0.65	2.26	33.83					
			Inicial	15	0.65	2.26	33.83					
			Inicial	16	0.65	2.26	36.09					
			Inicial	15	0.65	2.41	36.17					
			Inicial	16	0.65	2.41	38.58					
			Desarrollo	15	0.8	3.46	51.96					
			Desarrollo	16	0.8	3.46	55.42					
			Desarrollo	19	0.8	3.40	64.60					
			Desarrollo	11	0.95	4.04	44.41					
			Mediados	15	0.95	3.97	59.57					
			Mediados	16	0.95	3.97	63.54					

Meses con "" y etapa inicial corresponde a etapa de descanso

Evapotranspiración de cultivo máxima:

Mes más crítico:

4.15 mm/día
117.47 mm/mes

correspondiente a
correspondiente a

Febrero
Enero

BALANCE HÍDRICO

Cultivo: Frutilla
 Prof. Radic.: 0.2 - 0.3 m
 Altura cult: 0.2 m

Kc ini: 0.7
 Kcmed: 0.7 *
 Kc fin: 0.7

Mes	Días/Mes	Eto diaria [mm/día]	Etapa cultivo	Duración etapa [días]	Kc	Etc [mm/día]	Etc etapa [mm]	Etc [mm/mes]	P efect [mm/mes]	Balance Hídrico [mm/mes]	Necesidad riego [mm/día]
Enero	31	4.35	Mediados	15	0.7	3.05	45.68	94.395	13.30	10.64	83.76
Febrero	28	4.37	Mediados	16	0.7	3.05	48.72				2.70
			Mediados	14	0.7	3.06	42.83	85.652	19.10	15.28	
			Mediados	14	0.7	3.06	42.83				2.51
Marzo	31	4.30	Mediados	29	0.7	3.01	87.29	93.31	33.90	27.12	66.19
Abril	30	3.99	Mediados	2	0.7	3.01	6.02				2.14
			Mediados	28	0.7	2.79	78.20	83.79	36.20	28.96	
			Mediados	2	0.7	2.79	5.59				1.83
Mayo	31	3.67	Mediados	15	0.7	2.57	38.54	79.639	35.00	28.00	54.83
Junio	30	3.47	Mediados	16	0.7	2.57	41.10				1.67
			Mediados	15	0.7	2.43	36.44	72.87	26.70	21.36	
			Mediados	15	0.7	2.43	36.44				1.72
Julio	31	3.47	Mediados	15	0.7	2.43	36.44	75.299	20.90	16.72	58.58
			Mediados	16	0.7	2.43	38.86				1.89
Agosto	31	3.71	Mediados	15	0.7	2.60	38.96	80.507	17.30	13.84	66.67
Septiembre	30	4.11	Mediados	15	0.7	2.88	43.16	86.31	12.10	9.68	76.63
Octubre	31	4.33	Mediados	15	0.7	3.03	45.47	93.961	23.20	18.56	75.40
			Mediados	16	0.7	3.03	48.50				2.43
			Mediados	19	0.7	2.98	56.53	89.25	18.40	14.72	
			Mediados	11	0.7	2.98	32.73				2.48
Diciembre	31	4.18	Mediados	15	0.7	2.93	43.89	90.706	10.80	8.64	82.07
			Mediados	16	0.7	2.93	46.82				2.65

* Se considera un cultivo de producción constante
 Evapotranspiración de cultivo máxima:
 Mes más crítico:

3.06 mm/día
 83.76 mm/mes
 correspondiente a
 correspondiente a
 Febrero
 Enero

BALANCE HÍDRICO

Cultivo: Mora
 Prof. Radic.: 0.6 - 1.2 m
 Altura cult: 1.5 m

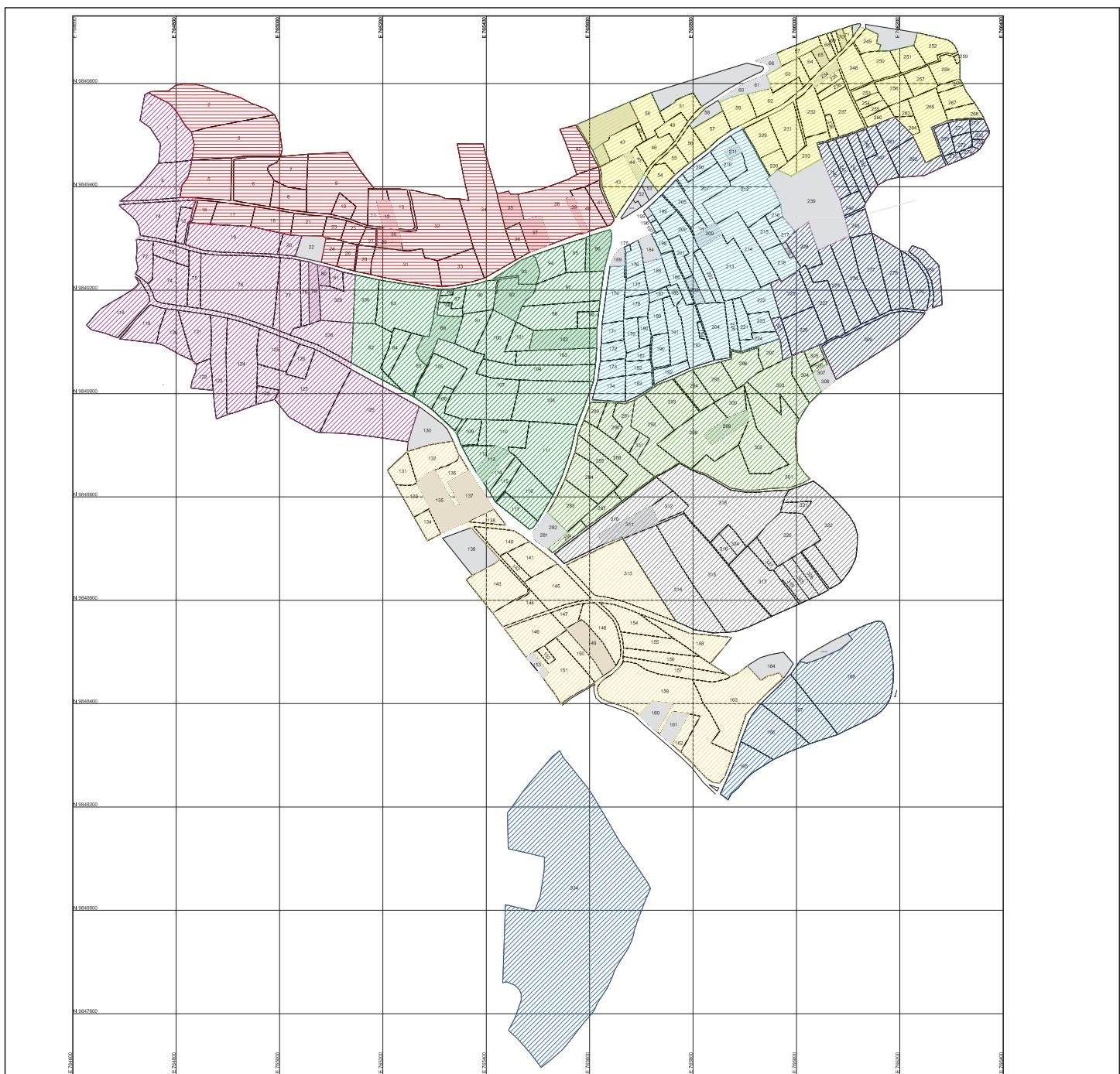
Kc ini: 0.68
 Kcmed: 0.68 *
 Kc fin: 0.68

Mes	Días/Mes	Eto diaria [mm/día]	Eta etapa cultivo	Duración etapa [días]	Kc	Etc [mm/día]	Etc etapa [mm]	Etc etapa [mm/mes]	Precipitación [mm/mes]	Efecto [mm/mes]	Balance Hídrico [mm/mes]	Necesidad riego [mm/día]
Enero	31	4.35	Mediados	15	0.68	2.96	44.37	91.698	13.30	10.64	81.06	2.61
Febrero	28	4.37	Mediados	16	0.68	2.96	47.33					
			Mediados	14	0.68	2.97	41.60	83.2048	19.10	15.28	67.92	2.43
Marzo	31	4.30	Mediados	29	0.68	2.92	84.80	90.644	33.90	27.12	63.52	2.05
Abril	30	3.99	Mediados	28	0.68	2.71	75.97	81.396	36.20	28.96	52.44	1.75
Mayo	31	3.67	Mediados	15	0.68	2.50	37.43	77.3636	35.00	28.00	49.36	1.59
Junio	30	3.47	Mediados	16	0.68	2.50	39.93					
			Mediados	15	0.68	2.36	35.39	70.788	26.70	21.36	49.43	1.65
Julio	31	3.47	Mediados	15	0.68	2.36	35.39	73.1476	20.90	16.72	56.43	1.82
Agosto	31	3.71	Mediados	16	0.68	2.52	40.36	78.2068	17.30	13.84	64.37	2.08
Septiembre	30	4.11	Mediados	15	0.68	2.79	41.92	83.844	12.10	9.68	74.16	2.47
Octubre	31	4.33	Mediados	16	0.68	2.94	44.17	91.2764	23.20	18.56	72.72	2.35
Noviembre	30	4.25	Mediados	19	0.68	2.89	54.91					
			Mediados	11	0.68	2.89	31.79	86.7	18.40	14.72	71.98	2.40
Diciembre	31	4.18	Mediados	15	0.68	2.84	42.64	88.1144	10.80	8.64	79.47	2.56
			Mediados	16	0.68	2.84	45.48					

* Se considera un cultivo de producción constante
 Evapotranspiración de cultivo máxima:
 Mes más crítico:

correspondiente a Febrero
 2.97 mm/día
 81.06 mm/mes
 correspondiente a Enero

ANEXO N° 7
SECTORES DE RIEGO



LEYENDA

Con derecho de agua

SIn derecho de agua

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

Diseño de alternativas técnicas en la transformación del riego superficial por inundación a riego tecnificado modular. Caso de análisis: óvalo Tunga, sistema de riego Mocha-Huachi.

Sectores de riego del óvalo Tunqa, ramal San Pedro

Carlos Sánchez

Escala: SE Fecha: Sept. 2012

N° Piano: 3

ANEXO N° 8

HORARIOS CON ALTERNATIVAS DE CAUDALES FIJOS

Horarios de riego

SECTOR 1

Sector	Día	Código	Nombre	Área Tot (m2)	Vol NFR m3	T Riego Ante (h)	T Riego Ante (m)	TRA (h)	Q (l/s)	Nuevo TR (h)	NTR (h)	Inicio	Fin
1	Lunes	2	JUAN ONOFRE IZURIETA	11456	204.06	1.89	113.37	1:53:22	4	14.17	14:10:15	6:00:00	20:10:15
1	Lunes	8	MARIANA IZURETA	3077	108	1.00	60.00	1:00:00	2	15.00	15:00:00	6:00:00	21:00:00
1	Martes	5	JUAN ONOFRE IZURIETA	6732	119.91	1.11	66.62	1:06:37	3	11.10	11:06:10	6:00:00	17:06:10
1	Martes	6	CECILIA IZURIETA	6798	89.67	0.83	49.82	0:49:49	3	8.30	8:18:10	6:00:00	14:18:10
1	Martes	7	HERMELINDA IZURIETA	3980	72	0.67	40.00	0:40:00	3	6.67	6:40:00	14:18:10	20:58:10
							0.00						
1	Miércoles	16	JOSE ENRIQUE MAYORGA	1646	9.63	0.09	5.35	0:05:21	1	2.68	2:40:30	6:00:00	8:40:30
1	Miércoles	17	WILSON BAYAS	3183	38.43	0.36	21.35	0:21:21	1	10.68	10:40:30	8:40:30	19:21:00
1	Miércoles	24	MARGARITA MAYORGA	1627	7.86	0.07	4.37	0:04:22	1	2.18	2:11:00	19:21:00	21:32:00
1	Miércoles	11	CECILIA IZURIETA	2069	27.3	0.25	15.17	0:15:10	1	7.58	7:35:00	6:00:00	13:35:00
1	Miércoles	21	MARIA ALLAICO	2556	26.79	0.25	14.88	0:14:53	1	7.44	7:26:30	13:35:00	21:01:30
1	Miércoles	18	MERCEDES MAYORGA	3199	37.05	0.34	20.58	0:20:35	1	10.29	10:17:30	6:00:00	16:17:30
1	Miércoles	23	CIRA ROBALINO	1496	15.18	0.14	8.43	0:08:26	1	4.22	4:13:00	16:17:30	20:30:30
1	Miércoles	32	HEREDEROS GONZALO IZURIETA	12673	167.58	1.55	93.10	1:33:06	3	15.52	15:31:00	6:00:00	21:31:00
							0.00						
1	Jueves	25	ERNESTO ROBALINO	1468	49.35	0.46	27.42	0:27:25	1	13.71	13:42:30	6:00:00	19:42:30
1	Jueves	27	JOSE LOPEZ	939	11.07	0.10	6.15	0:06:09	1	3.08	3:04:30	6:00:00	9:04:30
1	Jueves	28	JULIO MAYORGA	1615	32.16	0.30	17.87	0:17:52	1	8.93	8:56:00	9:04:30	18:00:30
1	Jueves	38	SALVINO VILLACIS	10154	230.4	2.13	128.00	2:08:00	4	16.00	16:00:00	6:00:00	22:00:00
							0.00						
1	Viernes	9	MARIA ALLAICO	12209	127.98	1.19	71.10	1:11:06	3	11.85	11:51:00	6:00:00	17:51:00
1	Viernes	10	ERNESTO ROBALINO	1423	47.82	0.44	26.57	0:26:34	1	13.28	13:17:00	6:00:00	19:17:00
1	Viernes	40	MARUJA NARANJO	2861	36	0.33	20.00	0:20:00	2	5.00	5:00:00	6:00:00	11:00:00
1	Viernes	13	HEREDEROS GONZALO IZURIETA	2887	38.16	0.35	21.20	0:21:12	2	5.30	5:18:00	11:00:00	16:18:00
1	Viernes	42	HEREDEROS JOSE RODRIGUEZ	3486	40.59	0.38	22.55	0:22:33	2	5.64	5:38:15	16:18:00	21:56:15
1	Viernes	31	LUCRECIA SANCHEZ	7503	35.7	0.33	19.83	0:19:50	2	4.96	4:57:30	7:00:00	11:57:30
							0.00						
1	Sábado	41	ARMANDO NARANJO	1907	27	0.25	15.00	0:15:00	1	7.50	7:30:00	6:00:00	13:30:00
1	Sábado	33	ROSA MAYORGA	4549	38.43	0.36	21.35	0:21:21	2	5.34	5:20:15	13:30:00	18:50:15
1	Sábado	34	FERNANDO DURAN	15710	189	1.75	105.00	1:45:00	4	13.13	13:07:30	6:00:00	19:07:30
							0.00						
1	Domingo	3	HERMELINDA IZURIETA	11504	180	1.67	100.00	1:40:00	4	12.50	12:30:00	6:00:00	18:30:00
1	Domingo	26	VINICIO MAYORGA	1565	7.56	0.07	4.20	0:04:12	1	2.10	2:06:00	6:00:00	8:06:00
1	Domingo	36	ROSA MAYORGA	1843	15.54	0.14	8.63	0:08:38	1	4.32	4:19:00	8:06:00	12:25:00

SECTOR 2

Sector	Día	Código	Nombre	Área Tot (m2)	Vol NFR m3	T Riego Ante (h)	T Riego Ante (m)	TRA (h)	Q (l/s)	Nuevo TR (h)	NTR (h)	Inicio	Fin
2	Lunes	83	EFRAIN IZURIETA	10141	241.08	2.23	133.93	2:13:56	5	13.39	13:23:36	6:00:00	19:23:36
2	Lunes	82	LUZ AMERICA MAYORGA	5275.3	54	0.50	30.00	0:30:00	1	15.00	15:00:00	6:00:00	21:00:00
2	Martes	330	JULIETA MAYORGA	5275.3	54	0.50	30.00	0:30:00	2	7.50	7:30:00	6:00:00	13:30:00
2	Martes	85	OLGER VILLACIS	4674	15.6	0.14	8.67	0:08:40	2	2.17	2:10:00	13:30:00	15:40:00
2	Martes	91	SEGUNDO ORTIZ	3410	32.4	0.30	18.00	0:18:00	2	4.50	4:30:00	15:40:00	20:10:00
2	Martes	86	OLGER VILLACIS	280	0.93	0.01	0.52	0:00:31	1	0.26	0:15:30	13:06:30	13:22:00
2	Martes	87	WALTER BAYAS	1289	15.54	0.14	8.63	0:08:38	1	4.32	4:19:00	13:06:30	17:25:30
2	Martes	88	OLGER VILLACIS	1038	3.45	0.03	1.92	0:01:55	1	0.96	0:57:30	18:59:00	19:56:30
2	Martes	90	ROMELIA SANCHEZ	3336	32.13	0.30	17.85	0:17:51	1	8.93	8:55:30	6:00:00	14:55:30
2	Martes	94	LIZARDO MAYORGA	2995	25.59	0.24	14.22	0:14:13	1	7.11	7:06:30	6:00:00	13:06:30
2	Martes	95	FAUSTO MAYORGA	2443	14.61	0.14	8.12	0:08:07	1	4.06	4:03:30	14:55:30	18:59:00
2	Martes	98	ANTONIO ZURITA	6207	105.66	0.98	58.70	0:58:42	2	14.68	14:40:30	6:00:00	20:40:30
2	Miércoles	97	MARINA ZURITA	7330	162	1.50	90.00	1:30:00	3	15.00	15:00:00	6:00:00	21:00:00
2	Miércoles	103	OLMEDO PEREZ	4639	108	1.00	60.00	1:00:00	3	10.00	10:00:00	6:00:00	16:00:00
2	Miércoles	100	ROMELIA SANCHEZ	5262	50.67	0.47	28.15	0:28:09	3	4.69	4:41:30	16:00:00	20:41:30
2	Jueves	107	ESTADIO	13532	216	2.00	120.00	2:00:00	6	10.00	10:00:00	6:00:00	16:00:00
2	Jueves	108	PATRICIO RAMOS	10986	108	1.00	60.00	1:00:00	6	5.00	5:00:00	16:00:00	21:00:00
2	Viernes	99	CESAR BAYAS	1277	14.52	0.13	8.07	0:08:04	1	4.03	4:02:00	6:00:00	10:02:00
2	Viernes	101	FAUSTO MAYORGA	2068	12.36	0.11	6.87	0:06:52	1	3.43	3:26:00	10:02:00	13:28:00
2	Viernes	104	HEREDEROS LUCRECIA SANCHEZ	6909	32.88	0.30	18.27	0:18:16	1	9.13	9:08:00	6:00:00	15:08:00
2	Viernes	106	ELVIA PUNINA	1841	21.66	0.20	12.03	0:12:02	1	6.02	6:01:00	15:08:00	21:09:00
2	Viernes	109	BOLIVAR BARONA	1825	25.2	0.23	14.00	0:14:00	1	7.00	7:00:00	13:28:00	20:28:00
2	Viernes	111	PABLO NUÑEZ	10260	100.8	0.93	56.00	0:56:00	3	9.33	9:20:00	6:00:00	15:20:00
2	Viernes	115	MARTHA PUNINA	1809	21.27	0.20	11.82	0:11:49	1	5.91	5:54:30	15:20:00	21:14:30
2	Viernes	112	MANUELA SISILEMA QUILLAGANA	1678	32.46	0.30	18.03	0:18:02	1	9.02	9:01:00	6:00:00	15:01:00
2	Sábado	110	MANUELA SISILEMA QUILLAGANA	4835	93.51	0.87	51.95	0:51:57	2	12.99	12:59:15	6:00:00	18:59:15
2	Sábado	116	JUAN ALCIVAR GUAYTA	5127	56.91	0.53	31.62	0:31:37	2	7.90	7:54:15	6:00:00	13:54:15
2	Sábado	114	OLGER VILLACIS	1486	4.95	0.05	2.75	0:02:45	1	1.38	1:22:30	18:59:15	20:21:45
2	Sábado	117	JUANA GUAYTA	2169	24.06	0.22	13.37	0:13:22	1	6.68	6:41:00	13:54:15	20:35:15
2	Sábado	105	MARTHA PUNINA	5524	65.01	0.60	36.12	0:36:07	3	6.02	6:01:10	13:54:15	19:55:25
2	Sábado	84	FLERIDA IZURIETA	2346	42.84	0.40	23.80	0:23:48	2	5.95	5:57:00	6:00:00	11:57:00

SECTOR 3

Sector	Día	Código	Nombre	Área Tot (m2)	Vol NFR m3	T Riego Ante (h)	T Riego Ante (m)	TRA (h)	Q (l/s)	Nuevo TR (h)	NTR (h)	Inicio	Fin
3	Lunes	168	HEREDEROS ELINA VELASCO FREIRE	25797	860.43	7.97	478.02	7:58:01	6	39.83	13:00:00	6:00:00	19:00:00
3	Martes	168	HEREDEROS ELINA VELASCO FREIRE	25797	860.43	7.97	478.02	7:58:01	6	39.83	13:00:00	6:00:00	19:00:00
3	Miércoles	168	HEREDEROS ELINA VELASCO FREIRE	25797	860.43	7.97	478.02	7:58:01	6	39.83	13:50:05	6:00:00	19:50:05
3	Jueves	166	ALONSO FREIRE	7445	92.1	0.85	51.17	0:51:10	3	8.53	8:31:40	6:00:00	14:31:40
3	Jueves	167	MANUEL BENITEZ	8827	78.99	0.73	43.88	0:43:53	3	7.31	7:18:50	6:00:00	13:18:50
3	Viernes	334	MILTON FIERRO	101789	432	4.00	240.00	4:00:00	6	20.00	13:00:00	6:00:00	19:00:00
3	Sábado	334	MILTON FIERRO	101789	432	4.00	240.00	4:00:00	6	20.00	7:00:00	6:00:00	13:00:00
3	Sábado	165	LUIS GARCIA	4229	237.6	2.20	132.00	2:12:00	6	11.00	5:00:00	13:00:00	18:00:00
3	D	165	LUIS GARCIA	4229	237.6	2.20	132.00	2:12:00	6	11.00	6:00:00	6:00:00	12:00:00

SECTOR 4

Sector	Día	Código	Nombre	Área Tot (m2)	Vol NFR m3	T Riego Ante (h)	T Riego Ante (m)	TRA (h)	Q (l/s)	Nuevo TR (h)	NTR (h)	Inicio	Fin
4	Lunes	131	ROBERTO SACA	2198	12.48	0.12	6.93	0:06:56	1	3.47	3:28:00	6:00:00	9:28:00
4	Lunes	133	MIGUEL GUAYTA	2248	18	0.17	10.00	0:10:00	1	5.00	5:00:00	9:28:00	14:28:00
4	Lunes	134	BEATRIZ GUAYTA	1618	27	0.25	15.00	0:15:00	1	7.50	7:30:00	12:55:15	20:25:15
4	Lunes	132	JUSTO CACERES	4504	49.83	0.46	27.68	0:27:41	2	6.92	6:55:15	6:00:00	12:55:15
4	Lunes	136	FANNY VALDEZ	2306	18	0.17	10.00	0:10:00	1	5.00	5:00:00	14:28:00	19:28:00
4	Lunes	138	ROBERTO SACA	1074	6.09	0.06	3.38	0:03:23	1	1.69	1:41:30	19:28:00	21:09:30
4	Lunes	140	ROBERTO SACA	3062	17.4	0.16	9.67	0:09:40	1	4.83	4:50:00	14:28:00	19:18:00
4	Lunes	143	JOSE PRADO	6493	142.83	1.32	79.35	1:19:21	3	13.23	13:13:30	6:00:00	19:13:30
4	Martes	141	NELSON ALDAZ	3426	26.34	0.24	14.63	0:14:38	1	7.32	7:19:00	6:00:00	13:19:00
4	Martes	142	JOSE PRADO	1034	22.74	0.21	12.63	0:12:38	1	6.32	6:19:00	13:19:00	19:38:00
4	Martes	145	JOSE RAMOS	6111	108	1.00	60.00	1:00:00	3	10.00	10:00:00	6:00:00	16:00:00
4	Martes	144	NELSON ALDAZ	3595	27.63	0.26	15.35	0:15:21	1	7.68	7:40:30	6:00:00	13:40:30
4	Martes	146	PIEDAD SOLIS	5344	21.48	0.20	11.93	0:11:56	1	5.97	5:58:00	13:40:30	19:38:30
4	Martes	150	DOLORES SOLIS	2804	11.25	0.10	6.25	0:06:15	1	3.13	3:07:30	16:00:00	19:07:30
4	Martes	147	JENOVEVA ELINA ORTIZ COBO	1635	22.89	0.21	12.72	0:12:43	1	6.36	6:21:30	6:00:00	12:21:30
4	Martes	151	ANGEL SOLIS	6832	27.45	0.25	15.25	0:15:15	1	7.63	7:37:30	12:21:30	19:59:00
4	Miércoles	148	ERNESTO ORTIZ	4429	62.01	0.57	34.45	0:34:27	2	8.61	8:36:45	6:00:00	14:36:45
4	Miércoles	154	RUTH ORTIZ COBO	3689	51.66	0.48	28.70	0:28:42	2	7.18	7:10:30	14:36:45	21:47:15
4	Miércoles	155	LETHY ORTIZ COBO	3689	51.66	0.48	28.70	0:28:42	2	7.18	7:10:30	6:00:00	13:10:30
4	Miércoles	156	JIMENA ORTIZ COBO	3689	51.66	0.48	28.70	0:28:42	2	7.18	7:10:30	13:10:30	20:21:00
4	Miércoles	157	SAUL ORTIZ COBO	3689	51.66	0.48	28.70	0:28:42	2	7.18	7:10:30	6:00:00	13:10:30
4	Miércoles	162	MANUEL BENITEZ	1629	14.58	0.14	8.10	0:08:06	1	4.05	4:03:00	13:10:30	17:13:30
4	Miércoles	152	DOLORES SOLIS	564	2.25	0.02	1.25	0:01:15	1	0.63	0:37:30	13:10:30	13:48:00
4	Jueves	159	HEREDEROS ALONSO FREIRE	20920	258.87	2.40	143.82	2:23:49	6	11.98	11:59:05	6:00:00	17:59:05
4	Viernes	313	MANUEL RIVERA	14160	324	3.00	180.00	3:00:00	6	15.00	15:00:00	6:00:00	21:00:00
4	Sábado	163	BLANCA MARLENE FREIRE	12382	216	2.00	120.00	2:00:00	6	10.00	10:00:00	6:00:00	16:00:00
4	Domingo	158	ELINA FREIRE DE VELASCO	4424	147.54	1.37	81.97	1:21:58	3	13.66	13:39:40	6:00:00	19:39:40

SECTOR 5

Sector	Día	Código	Nombre	Área Tot (m2)	Vol NFR m3	T Riego Ante (h)	T Riego Ante (m)	TRA (h)	Q (l/s)	Nuevo TR (h)	NTR (h)	Inicio	Fin
5	Lunes	317	JOSE MAYORGA	7906	95.55	0.88	53.08	0:53:05	6	4.42	4:25:25	6:00:00	10:25:25
5	Lunes	314	VICTOR MANUEL BENITEZ	15135	486	4.50	270.00	4:30:00	6	22.50	9:00:00	10:25:25	19:25:25
5	Martes	314	VICTOR MANUEL BENITEZ	15135	486	4.50	270.00	4:30:00	6	22.50	13:30:00	6:00:00	19:30:00
5	Miércoles	318	JOSE MAYORGA	18901	228.42	2.12	126.90	2:06:54	6	10.58	10:34:30	6:00:00	16:34:30
5	Jueves	320	HEREDEROS FLORINDA BARONA	7674	140.4	1.30	78.00	1:18:00	6	6.50	6:30:00	6:00:00	12:30:00
5	Jueves	315	HEREDEROS RAMON SANCHEZ	19039.584	288	2.67	160.00	2:40:00	6	13.33	7:00:00	12:30:00	19:30:00
5	Viernes	315	HEREDEROS RAMON SANCHEZ	19039.584	288	2.67	160.00	2:40:00	6	13.33	6:20:00	6:00:00	12:20:00
5	Viernes	310	EDUARDO MARTINEZ	8302	54	0.50	30.00	0:30:00	2	7.50	7:30:00	12:20:00	19:50:00
5	Viernes	322	HEREDEROS TARJELIA GUERRERO	12342	54	0.50	30.00	0:30:00	2	7.50	7:30:00	12:20:00	19:50:00
5	Sábado	312	HEREDEROS RAMON SANCHEZ	2361.236	36	0.33	20.00	0:20:00	3	3.33	3:20:00	6:00:00	9:20:00
5	Sábado	319	LUCILA VILLACIS	1816	33.03	0.31	18.35	0:18:21	3	3.06	3:03:30	6:00:00	9:03:30
5	Sábado	316	HECTOR VICENTE VILLACIS	1365	46.8	0.43	26.00	0:26:00	3	4.33	4:20:00	9:20:00	13:40:00
5	Sábado	324	TELMO VLADIMIR VILLACIS	1394	50.4	0.47	28.00	0:28:00	3	4.67	4:40:00	13:40:00	18:20:00
5	Sábado	325	SARA VILLACIS	1816	52.2	0.48	29.00	0:29:00	3	4.83	4:50:00	9:03:30	13:53:30
5	Sábado	326	MIGUEL ANGEL VILLACIS	1816	46.8	0.43	26.00	0:26:00	3	4.33	4:20:00	13:53:30	18:13:30
5	Domingo	327	MARCO VILLACIS	1401	52.2	0.48	29.00	0:29:00	3	4.83	4:50:00	6:00:00	10:50:00
5	Domingo	321	LUCILA VILLACIS	1052	19.14	0.18	10.63	0:10:38	2	2.66	2:39:30	10:50:00	13:29:30

SECTOR 6

Sector	Día	Código	Nombre	Área Tot (m2)	Vol NFR m3	T Riego Ante (h)	T Riego Ante (m)	TRA (h)	Q (l/s)	Nuevo TR (h)	NTR (h)	Inicio	Fin
6	Lunes	283	CARLOS LOPEZ	4999	54	0.50	30.00	0:30:00	3	5.00	5:00:00	6:00:00	11:00:00
6	Lunes	284	ELENA NUÑEZ	5050	108	1.00	60.00	1:00:00	3	10.00	10:00:00	6:00:00	16:00:00
6	Lunes	285	VILMA PAREDES	3254	96.96	0.90	53.87	0:53:52	3	8.98	8:58:40	11:00:00	19:58:40
6	Lunes	288	OSWALDO IZQUIERDO	6740	189	1.75	105.00	1:45:00	3	17.50	4:00:00	16:00:00	20:00:00
6	Martes	288	OSWALDO IZQUIERDO	6740	189	1.75	105.00	1:45:00	3	17.50	13:30:00	6:00:00	19:30:00
6	Martes	286	VICENTE IZURIETA	1236	54	0.50	30.00	0:30:00	3	5.00	5:00:00	6:00:00	11:00:00
6	Martes	331	FERNANDINA BARONA	936	13.83	0.13	7.68	0:07:41	2	1.92	1:55:15	11:00:00	12:55:15
6	Martes	294	ERNESTINA MAYORGA	2834	55.56	0.51	30.87	0:30:52	2	7.72	7:43:00	12:55:15	20:38:15
6	Martes	289	HILDA BARONA	1326	26.4	0.24	14.67	0:14:40	1	7.33	7:20:00	11:00:00	18:20:00
6	Miércoles	292	ONOFRE LLERENA	7503	108	1.00	60.00	1:00:00	3	10.00	10:00:00	6:00:00	16:00:00
6	Miércoles	293	GALO IZURIETA	5363	105.15	0.97	58.42	0:58:25	2	14.60	14:36:15	6:00:00	20:36:15
6	Miércoles	296	ELSA SACÀ	3658	32.4	0.30	18.00	0:18:00	1	9.00	9:00:00	6:00:00	15:00:00
6	Miércoles	297	ROMULO BARONA	1835	17.04	0.16	9.47	0:09:28	1	4.73	4:44:00	15:00:00	19:44:00
6	Jueves	298	HEREDEROS VIDAL VILLACIS	10066	183.6	1.70	102.00	1:42:00	6	8.50	8:30:00	6:00:00	14:30:00
6	Jueves	295	NELY SACÀ	3615	53.58	0.50	29.77	0:29:46	3	4.96	4:57:40	14:30:00	19:27:40
6	Jueves	300	MANUEL SACÀ	2287	48.09	0.45	26.72	0:26:43	3	4.45	4:27:10	14:30:00	18:57:10
6	Viernes	301	FREDY IZQUIERDO	17002	189	1.75	105.00	1:45:00	6	8.75	8:45:00	6:00:00	14:45:00
6	Viernes	303	ROMULO BARONA	6881	63.93	0.59	35.52	0:35:31	3	5.92	5:55:10	14:45:00	20:40:10
6	Sábado	302	VILMA PAREDES	5806	173.01	1.60	96.12	1:36:07	6	8.01	8:00:35	6:00:00	14:00:35
6	Sábado	304	DIOMEDES SANCHEZ	3079	84.6	0.78	47.00	0:47:00	4	5.88	5:52:30	14:00:35	19:53:05
6	Sábado	305	JORGE TIMBELA	954	15.66	0.15	8.70	0:08:42	1	4.35	4:21:00	14:00:35	18:21:35
6	Sábado	306	JORGE TIMBELA	441	7.23	0.07	4.02	0:04:01	1	2.01	2:00:30	14:00:35	16:01:05
6	Domingo	287	AUGUSTO BAYAS	1865	21.21	0.20	11.78	0:11:47	2	2.95	2:56:45	6:00:00	8:56:45
6	Domingo	291	NORMA BARONA	2963	42.27	0.39	23.48	0:23:29	2	5.87	5:52:15	6:00:00	11:52:15
6	Domingo	290	FERNANDINA BARONA	1896	27.99	0.26	15.55	0:15:33	1	7.78	7:46:30	6:00:00	13:46:30

SECTOR 7

Sector	Día	Código	Nombre	Área Tot (m2)	Vol NFR m3	T Riego Ante (h)	T Riego Ante (m)	TRA (h)	Q (l/s)	Nuevo TR (h)	NTR (h)	Inicio	Fin
7	Lunes	170	HEREDEROS CARMELINA MEJIA	3889	55.26	0.51	30.70	0:30:42	2	7.68	7:40:30	6:00:00	13:40:30
7	Lunes	174	TOMAS BARONA	2602	42.6	0.39	23.67	0:23:40	2	5.92	5:55:00	13:40:30	19:35:30
7	Lunes	176	HUMBERTO NARANJO	1854	36	0.33	20.00	0:20:00	2	5.00	5:00:00	6:00:00	11:00:00
7	Lunes	172	DOLORES VILLALVA	1700	54	0.50	30.00	0:30:00	2	7.50	7:30:00	11:00:00	18:30:00
7	Lunes	171	AUGUSTO BAYAS	1603	18.24	0.17	10.13	0:10:08	1	5.07	5:04:00	15:04:30	20:08:30
7	Lunes	173	NARCISA BARONA	1766	33.45	0.31	18.58	0:18:35	1	9.29	9:17:30	6:00:00	15:17:30
7	Lunes	179	CARMEN BARONA	1783	32.67	0.30	18.15	0:18:09	1	9.08	9:04:30	6:00:00	15:04:30
7	Martes	180	MERCEDES BARONA	1263	29.25	0.27	16.25	0:16:15	2	4.06	4:03:45	6:00:00	10:03:45
7	Martes	178	FERNANDINA BARONA	2040	30.12	0.28	16.73	0:16:44	2	4.18	4:11:00	10:03:45	14:14:45
7	Martes	177	MARGOT BARONA	1656	36.99	0.34	20.55	0:20:33	1	10.28	10:16:30	6:00:00	16:16:30
7	Martes	181	MARLENE BARONA	1059	36	0.33	20.00	0:20:00	1	10.00	10:00:00	6:00:00	16:00:00
7	Martes	183	NORMA BARONA	2083	29.7	0.28	16.50	0:16:30	2	4.13	4:07:30	16:16:30	20:24:00
7	Martes	187	GISELA BARONA ZURITA	728	26.1	0.24	14.50	0:14:30	3	2.42	2:25:00	19:34:30	21:59:30
7	Martes	185	THOMAS BARONA	2344	38.37	0.36	21.32	0:21:19	2	5.33	5:19:45	14:14:45	19:34:30
7	Martes	191	MERCEDES BARONA	3662	84.87	0.79	47.15	0:47:09	2	11.79	11:47:15	6:00:00	17:47:15
7	Miércoles	182	MERCEDES BARONA	1287	29.82	0.28	16.57	0:16:34	1	8.28	8:17:00	6:00:00	14:17:00
7	Miércoles	188	HILDA BARONA	796	15.84	0.15	8.80	0:08:48	1	4.40	4:24:00	14:17:00	18:41:00
7	Miércoles	194	AMADA BARONA	329	9.51	0.09	5.28	0:05:17	1	2.64	2:38:30	18:41:00	21:19:30
7	Miércoles	196	HILDA BARONA	147	2.91	0.03	1.62	0:01:37	1	0.81	0:48:30	13:58:30	14:47:00
7	Miércoles	192	GALO IZURIETA	1465	28.71	0.27	15.95	0:15:57	1	7.98	7:58:30	6:00:00	13:58:30
7	Miércoles	193	LUCILA BARONA	4704	66.6	0.62	37.00	0:37:00	2	9.25	9:15:00	6:00:00	15:15:00
7	Miércoles	198	HEREDEROS TOBIAS BARONA	1013	16.89	0.16	9.38	0:09:23	1	4.69	4:41:30	14:47:00	19:28:30
7	Miércoles	199	HERNAN SACA	1560	25.62	0.24	14.23	0:14:14	2	3.56	3:33:30	15:15:00	18:48:30
7	Miércoles	200	CARMELINA MEJIA	4756	67.59	0.63	37.55	0:37:33	2	9.39	9:23:15	6:00:00	15:23:15
7	Miércoles	203	MANUEL SACA	1939	40.77	0.38	22.65	0:22:39	2	5.66	5:39:45	15:15:00	20:54:45
7	Jueves	197	AMADA BARONA	292	8.46	0.08	4.70	0:04:42	1	2.35	2:21:00	6:00:00	8:21:00
7	Jueves	201	HERNAN SACA	1726	28.35	0.26	15.75	0:15:45	2	3.94	3:56:15	16:08:15	20:04:30
7	Jueves	207	REMIGIO ROBALINO	5275	140.4	1.30	78.00	1:18:00	3	13.00	13:00:00	6:00:00	19:00:00
7	Jueves	204	LUIS BARONA	4729	72.99	0.68	40.55	0:40:33	2	10.14	10:08:15	6:00:00	16:08:15
7	Jueves	205	HEREDEROS CARMELINA MEJIA	2754	39.12	0.36	21.73	0:21:44	1	10.87	10:52:00	8:21:00	19:13:00
7	Jueves	206	JUANA ROBALINO	1536	7.86	0.07	4.37	0:04:22	1	2.18	2:11:00	19:00:00	21:11:00
7	Viernes	212	HEREDEROS JOSE ROBALINO	11963	244.62	2.27	135.90	2:15:54	6	11.33	11:19:30	6:00:00	17:19:30
7	Viernes	208	LUIS BARONA	518	7.98	0.07	4.43	0:04:26	1	2.22	2:13:00	17:19:30	19:32:30
7	Viernes	210	SEGUNDO GUERRERO	2941	15.06	0.14	8.37	0:08:22	2	2.09	2:05:30	17:19:30	19:25:00
7	Viernes	214	FRANCISCO DARQUEA	6043	13.5	0.13	7.50	0:07:30	1	3.75	3:45:00	17:19:30	21:04:30
7	Viernes	217	ANGEL IZURIETA	1368	15.57	0.14	8.65	0:08:39	2	2.16	2:09:45	17:19:30	19:29:15
7	Sábado	215	PIEDAD PAZMIÑO	2271	54	0.50	30.00	0:30:00	2	7.50	7:30:00	6:00:00	13:30:00
7	Sábado	213	ROMELIA SANCHEZ	8221	79.17	0.73	43.98	0:43:59	2	11.00	10:59:45	6:00:00	16:59:45
7	Sábado	220	MANUEL SACA	1849	38.88	0.36	21.60	0:21:36	1	10.80	10:48:00	6:00:00	16:48:00
7	Sábado	218	ANGEL IZURIETA	2723	30.99	0.29	17.22	0:17:13	1	8.61	8:36:30	6:00:00	14:36:30
7	Sábado	216	HUMBELINA PAZMIÑO	652	7.41	0.07	4.12	0:04:07	1	2.06	2:03:30	13:30:00	15:33:30
7	Sábado	224	FAUSTO BARONA	1564	26.07	0.24	14.48	0:14:29	2	3.62	3:37:15	16:59:45	20:37:00
7	Sábado	222	JULIA BARONA	3034	27	0.25	15.00	0:15:00	2	3.75	3:45:00	16:59:45	20:44:45
7	Domingo	186	FAUSTO BARONA	2280	38.01	0.35	21.12	0:21:07	2	5.28	5:16:45	6:00:00	11:16:45
7	Domingo	223	LIGIA BARONA	1658	27	0.25	15.00	0:15:00	2	3.75	3:45:00	6:00:00	9:45:00
7	Domingo	221	NELY SACA	1849	27.39	0.25	15.22	0:15:13	2	3.80	3:48:15	11:16:45	15:05:00
7	Domingo	189	RENE NARCISA BARONA	2087	39.54	0.37	21.97	0:21:58	2	5.49	5:29:30	6:00:00	11:29:30
7	Domingo	190	CARMEN BARONA	2144	39.3	0.36	21.83	0:21:50	2	5.46	5:27:30	9:45:00	15:12:30

SECTOR 8

Sector	Día	Código	Nombre	Área Tot (m2)	Vol NFR m3	T Riego Ante (h)	T Riego Ante (m)	TRA (h)	Q (l/s)	Nuevo TR (h)	NTR (h)	Inicio	Fin
8	Lunes	46	MERCEDES PALACIOS	2461	70.29	0.65	39.05	0:39:03	2	9.76	9:45:45	6:00:00	15:45:45
8	Lunes	43	VITERBO LEON	5287	72	0.67	40.00	0:40:00	2	10.00	10:00:00	6:00:00	16:00:00
8	Lunes	45	HEREDEROS JOSE RODRIGUEZ	715	8.31	0.08	4.62	0:04:37	1	2.31	2:18:30	6:00:00	8:18:30
8	Lunes	47	HEREDEROS JOSE RODRIGUEZ	3058	35.58	0.33	19.77	0:19:46	1	9.88	9:53:00	6:00:00	15:53:00
8	Lunes	48	CLEMENTE RODRIGUEZ	304	3.51	0.03	1.95	0:01:57	1	0.98	0:58:30	8:18:30	9:17:00
8	Lunes	49	SEGUNDO GUERRERO	1740	8.91	0.08	4.95	0:04:57	1	2.48	2:28:30	9:17:00	11:45:30
8	Lunes	50	OLGER VILLACIS	3304	11.01	0.10	6.12	0:06:07	1	3.06	3:03:30	16:00:00	19:03:30
8	Lunes	54	HEREDEROS JOSE RODRIGUEZ	1712	19.92	0.18	11.07	0:11:04	1	5.53	5:32:00	15:45:45	21:17:45
8	Lunes	51	ROSA JARRIN	2385	18	0.17	10.00	0:10:00	1	5.00	5:00:00	15:45:45	20:45:45
8	Lunes	69	ROGELIO JARRIN	333	6.66	0.06	3.70	0:03:42	1	1.85	1:51:00	16:00:00	17:51:00
8	Lunes	56	SEGUNDO GUERRERO	2213	11.34	0.11	6.30	0:06:18	1	3.15	3:09:00	16:00:00	19:09:00
8	Martes	62	GEORGINA PAZMIÑO	3580	108	1.00	60.00	1:00:00	3	10.00	10:00:00	6:00:00	16:00:00
8	Martes	57	BLANCA MERCEDES RAMOS	2824.89	57.75	0.53	32.08	0:32:05	2	8.02	8:01:15	6:00:00	14:01:15
8	Martes	63	CARMEN TIRADO	2874	54	0.50	30.00	0:30:00	2	7.50	7:30:00	14:01:15	21:31:15
8	Martes	55	MERCEDES PALACIOS	1641	46.86	0.43	26.03	0:26:02	1	13.02	13:01:00	6:00:00	19:01:00
8	Martes	67	LUCILA JARRIN	1993	8.01	0.07	4.45	0:04:27	1	2.23	2:13:30	19:01:00	21:14:30
8	Martes	59	VICTOR PASTOR	3287.94	30.6	0.28	17.00	0:17:00	2	4.25	4:15:00	16:00:00	20:15:00
8	Martes	64	JOSE LOPEZ	1262	14.88	0.14	8.27	0:08:16	1	4.13	4:08:00	16:00:00	20:08:00
8	Martes	68	MERCEDES SOLIS	842	3.36	0.03	1.87	0:01:52	1	0.93	0:56:00	20:15:00	21:11:00
8	Martes	71	MARIA LUCILA JARRIN	425	1.68	0.02	0.93	0:00:56	1	0.47	0:28:00	20:15:00	20:43:00
8	Miércoles	229	TERESA PAZMIÑO	3219	91.8	0.85	51.00	0:51:00	2	12.75	12:45:00	6:00:00	18:45:00
8	Miércoles	230	ANGEL PAZMIÑO	1524	36.57	0.34	20.32	0:20:19	1	10.16	10:09:30	6:00:00	16:09:30
8	Miércoles	232	GENARO PASTOR	3835	21.48	0.20	11.93	0:11:56	2	2.98	2:59:00	18:45:00	21:44:00
8	Miércoles	233	CIRA ROBALINO	3293	33.39	0.31	18.55	0:18:33	2	4.64	4:38:15	16:09:30	20:47:45
8	Miércoles	237	ABDALON MIRANDA	4567	117	1.08	65.00	1:05:00	3	10.83	10:50:00	6:00:00	16:50:00
8	Miércoles	231	GENARO PASTOR	4538	25.41	0.24	14.12	0:14:07	2	3.53	3:31:45	16:50:00	20:21:45
8	Jueves	248	ANGEL PAZMIÑO	3426	82.2	0.76	45.67	0:45:40	2	11.42	11:25:00	6:00:00	17:25:00
8	Jueves	235	CRISTIAN NUÑEZ	934	13.89	0.13	7.72	0:07:43	1	3.86	3:51:30	17:25:00	21:16:30
8	Jueves	250	HUMBERTO MAYORGA	3017	45	0.42	25.00	0:25:00	1	12.50	12:30:00	6:00:00	18:30:00
8	Jueves	236	GERMAN NUÑEZ	937	13.95	0.13	7.75	0:07:45	1	3.88	3:52:30	17:25:00	21:17:30
8	Jueves	238	ADELA NUÑEZ	659	7.38	0.07	4.10	0:04:06	1	2.05	2:03:00	18:30:00	20:33:00
8	Jueves	251	VICENTE MAYORGA	2234	48.12	0.45	26.73	0:26:44	2	6.68	6:41:00	6:00:00	12:41:00
8	Jueves	252	PATRICIO REVELO	2936	45	0.42	25.00	0:25:00	2	6.25	6:15:00	12:41:00	18:56:00
8	Jueves	249	JOSE LOPEZ	1611	18.99	0.18	10.55	0:10:33	1	5.28	5:16:30	6:00:00	11:16:30
8	Jueves	254	VICENTE ANCHALUISA	926	31.5	0.29	17.50	0:17:30	1	8.75	8:45:00	11:16:30	20:01:30
8	Viernes	253	ANA OÑATE	981	46.8	0.43	26.00	0:26:00	1	13.00	13:00:00	6:00:00	19:00:00
8	Viernes	255	GLADYS OÑATE	904	46.8	0.43	26.00	0:26:00	1	13.00	13:00:00	6:00:00	19:00:00
8	Viernes	256	MAGDALENA MAYORGA	2858	45	0.42	25.00	0:25:00	1	12.50	12:30:00	7:39:30	20:09:30
8	Viernes	257	PATRICIA MAYORGA	2391	45	0.42	25.00	0:25:00	1	12.50	12:30:00	6:00:00	18:30:00
8	Viernes	258	FLAVIO VELASTEGUI	2457	45	0.42	25.00	0:25:00	1	12.50	12:30:00	6:00:00	18:30:00
8	Viernes	259	ARACELI POZO	137	5.97	0.06	3.32	0:03:19	1	1.66	1:39:30	6:00:00	7:39:30
8	Viernes	260	ROSA ONATE	1163	46.8	0.43	26.00	0:26:00	1	13.00	13:00:00	6:00:00	19:00:00
8	Sabado	263	ZOILA ACHUPALLA	1097	54	0.50	30.00	0:30:00	2	7.50	7:30:00	6:00:00	13:30:00
8	Sabado	264	ROBERTO LANDA	948	28.8	0.27	16.00	0:16:00	1	8.00	8:00:00	6:00:00	14:00:00
8	Sabado	266	DIOMEDES SANCHEZ	677	18.6	0.17	10.33	0:10:20	1	5.17	5:10:00	14:00:00	19:10:00
8	Sabado	265	RAMON CASTRO	6037	76.29	0.71	42.38	0:42:23	2	10.60	10:35:45	6:00:00	16:35:45
8	Sabado	267	OLGA POZO	2039	54	0.50	30.00	0:30:00	2	7.50	7:30:00	13:30:00	21:00:00
8	Sabado	268	DIOMEDES SANCHEZ	1614	44.34	0.41	24.63	0:24:38	1	12.32	12:19:00	6:00:00	18:19:00

SECTOR 9

Sector	Dia	Código	Nombre	Área Tot (m2)	Vol NFR m3	T Riego Ante (h)	T Riego Ante (m)	TRA (h)	Q (l/s)	Nuevo TR (h)	NTR (h)	Inicio	Fin
9	Lunes	309	UTA	10859	432	4.00	240.00	4:00:00	6	20.00	14:00:00	6:00:00	20:00:00
9	Martes	309	UTA	10859	432	4.00	240.00	4:00:00	6	20.00	6:00:00	6:00:00	12:00:00
9	Martes	275	HUGO ESPINOZA	5978	57.6	0.53	32.00	0:32:00	2	8.00	8:00:00	12:00:00	20:00:00
9	Martes	276	CARMEN ESPINOZA	5978	57.6	0.53	32.00	0:32:00	2	8.00	8:00:00	12:00:00	20:00:00
9	Martes	278	MARCO ESPINOZA	5978	57.6	0.53	32.00	0:32:00	2	8.00	8:00:00	12:00:00	20:00:00
9	Miércoles	323	ORLANDO SACON	1391	36	0.33	20.00	0:20:00	1	10.00	10:00:00	6:00:00	16:00:00
9	Miércoles	227	JORGE TIMBELA	5173	85.05	0.79	47.25	0:47:15	2	11.81	11:48:45	6:00:00	17:48:45
9	Miércoles	226	ALICIA SACA	5127	50.4	0.47	28.00	0:28:00	1	14.00	14:00:00	6:00:00	20:00:00
9	Miércoles	225	MARCO RODOLFO SACA	4651	50.4	0.47	28.00	0:28:00	1	14.00	14:00:00	6:00:00	20:00:00
	Miércoles	280	JORGE ESPINOZA	2509	24.15	0.22	13.42	0:13:25	1	6.71	6:42:30	6:00:00	12:42:30
9	Miércoles	240	ADELA NUÑEZ	2555	28.59	0.26	15.88	0:15:53	1	7.94	7:56:30	12:42:30	20:39:00
9	Jueves	277	JUDHIT ESPINOZA	5978	57.6	0.53	32.00	0:32:00	2	8.00	8:00:00	6:00:00	14:00:00
9	Jueves	279	JORGE ESPINOZA	3469	33.42	0.31	18.57	0:18:34	1	9.28	9:17:00	6:00:00	15:17:00
9	Jueves	241	ISABEL NUÑEZ	1872	36	0.33	20.00	0:20:00	1	10.00	10:00:00	6:00:00	16:00:00
9	Jueves	242	MARIA VERONICA NUÑEZ	1466	37.8	0.35	21.00	0:21:00	1	10.50	10:30:00	6:00:00	16:30:00
9	Jueves	243	MARIA MAGDALENA NUÑEZ	1922	37.8	0.35	21.00	0:21:00	1	10.50	10:30:00	6:00:00	16:30:00
9	Jueves	246	HUMBERTO NUÑEZ	1146	18	0.17	10.00	0:10:00	1	5.00	5:00:00	14:00:00	19:00:00
9	Jueves	332	RICARDO SUAREZ Y OTROS	514	10.8	0.10	6.00	0:06:00	1	3.00	3:00:00	15:17:00	18:17:00
9	Viernes	228	JUAN SISA	3669	54	0.50	30.00	0:30:00	2	7.50	7:30:00	6:00:00	13:30:00
9	Viernes	245	LUCIA NUÑEZ	2183	54	0.50	30.00	0:30:00	2	7.50	7:30:00	6:00:00	13:30:00
9	Viernes	244	MATILDE NUÑEZ	1872	36	0.33	20.00	0:20:00	1	10.00	10:00:00	6:00:00	16:00:00
9	Viernes	272	EDGAR IVAN ORTIZ	1092	41.4	0.38	23.00	0:23:00	1	11.50	11:30:00	6:00:00	17:30:00
9	Sábado	262	JUANA DELFINA CHAVEZ	4568	79.2	0.73	44.00	0:44:00	2	11.00	11:00:00	6:00:00	17:00:00
9	Sábado	247	ANIBAL NUÑEZ	3567	53.13	0.49	29.52	0:29:31	1	14.76	14:45:30	6:00:00	20:45:30
9	Sábado	270	ALFREDO SISA	514	6.48	0.06	3.60	0:03:36	1	1.80	1:48:00	13:30:00	15:18:00
9	Sábado	261	LUIS LLAMUCA	2705	27	0.25	15.00	0:15:00	1	7.50	7:30:00	6:00:00	13:30:00
9	Sábado	273	JORGE JARRIN	745	14.91	0.14	8.28	0:08:17	1	4.14	4:08:30	15:18:00	19:26:30
9	Sábado	274	POLIVIO MEDINA	487	10.8	0.10	6.00	0:06:00	1	3.00	3:00:00	17:00:00	20:00:00
9	Sábado	269	MIGUEL ROBALINO	1568	44.79	0.41	24.88	0:24:53	1	12.44	12:26:30	6:00:00	18:26:30
9	Sábado	271	ANGEL POZO BONILLA	1097	48	0.44	26.67	0:26:40	1	13.33	13:20:00	6:00:00	19:20:00
9	Sábado	333	VICENTE MAYORGA	355	7.65	0.07	4.25	0:04:15	1	2.13	2:07:30	17:00:00	19:07:30

SECTOR BOMBEO

Sector	Dia	Código	Nombre	Área Tot (m2)	Vol NFR m3	T Riego Ante (h)	T Riego Ante (m)	TRA (h)	Q (l/s)	Nuevo TR (h)	NTR (h)	Inicio	Fin
B	Lunes	14	HECTOR EFRAIN IZURIETA	6515	154.89	1.43	86.05	1:26:03	3	14.34	14:20:30	6:00:00	20:20:30
B	Lunes	1	HEREDEROS JULIO CESAR IZURIETA	8274	39.36	0.36	21.87	0:21:52	1	10.93	10:56:00	6:00:00	16:56:00
B	Lunes	4	HUGO ENRIQUE SANCHEZ	6002	54.69	0.51	30.38	0:30:23	2	7.60	7:35:45	6:00:00	13:35:45
B	Lunes	15	JOSE ENRIQUE MAYORGA	1428	8.34	0.08	4.63	0:04:38	1	2.32	2:19:00	16:56:00	19:15:00
B	Lunes	75	MANUEL OÑATE	2572	24.3	0.23	13.50	0:13:30	1	6.75	6:45:00	13:35:45	20:20:45
B	Lunes	20	MILTON HERMEL MAYORGA	1441	6.96	0.06	3.87	0:03:52	1	1.93	1:56:00	13:35:45	15:31:45
				288.54									
B	Martes	19	MERCEDES MAYORGA	8900	103.08	0.95	57.27	0:57:16	2	14.32	14:19:00	6:00:00	20:19:00
B	Martes	72	MERCEDES MAYORGA	2390	27.66	0.26	15.37	0:15:22	1	7.68	7:41:00	6:00:00	13:41:00
B	Martes	73	AUGUSTO OÑATE	2134	28.2	0.26	15.67	0:15:40	1	7.83	7:50:00	13:41:00	21:31:00
B	Martes	76	HUGO ENRIQUE SANCHEZ	17695	161.28	1.49	89.60	1:29:36	3	14.93	14:56:00	6:00:00	20:56:00
				320.22									
B	Miércoles	74	SIXTO CACERES	5788	50.4	0.47	28.00	0:28:00	1	14.00	14:00:00	6:00:00	20:00:00
B	Miércoles	77	LIZARDO MAYORGA MAYORGA	6479	55.38	0.51	30.77	0:30:46	2	7.69	7:41:30	6:00:00	13:41:30
B	Miércoles	78	GALO IZURIETA	1996	39.12	0.36	21.73	0:21:44	1	10.87	10:52:00	6:00:00	16:52:00
B	Miércoles	81	LUIS MAYORGA	947	4.56	0.04	2.53	0:02:32	1	1.27	1:16:00	13:41:30	14:57:30
B	Miércoles	329	LAURA MAYORGA	5275.3	54	0.50	30.00	0:30:00	2	7.50	7:30:00	6:00:00	13:30:00
B	Miércoles	119	JOSE TARQUINO CACERES MAYORGA	3664	21.6	0.20	12.00	0:12:00	1	6.00	6:00:00	13:41:30	19:41:30
B	Miércoles	328	HILDA MAYORGA	5275.3	54	0.50	30.00	0:30:00	2	7.50	7:30:00	13:30:00	21:00:00
				279.06									
B	Jueves	118	MERCEDES MAYORGA	6179	71.55	0.66	39.75	0:39:45	2	9.94	9:56:15	6:00:00	15:56:15
B	Jueves	120	JOSE PAREDES	3726	72	0.67	40.00	0:40:00	2	10.00	10:00:00	6:00:00	16:00:00
B	Jueves	121	JUSTO CACERES	4605	50.94	0.47	28.30	0:28:18	1	14.15	14:09:00	6:00:00	20:09:00
B	Jueves	125	ESTELA SANCHEZ	4571	43.71	0.40	24.28	0:24:17	1	12.14	12:08:30	6:00:00	18:08:30
B	Jueves	123	CARLOS HERNAN CACERES SANCHEZ	5449	36	0.33	20.00	0:20:00	2	5.00	5:00:00	16:00:00	21:00:00
B	Jueves	126	GENARO PASTOR	2225	12.45	0.12	6.92	0:06:55	2	1.73	1:43:45	18:08:30	19:52:15
B	Jueves	128	ESTELA SANCHEZ	1073	10.26	0.10	5.70	0:05:42	1	2.85	2:51:00	16:00:00	18:51:00
				296.91									
B	Jueves	127	ROSA CASTRO	14516	394.2	3.65	219.00	3:39:00	6	18.25	13:00:00	6:00:00	19:00:00
B	Sábado	127	ROSA CASTRO	14516	394.2	3.65	219.00	3:39:00	6	18.25	5:15:00	6:00:00	11:15:00
B	Sábado	129	FLERIDA IZURIETA	15987	291.93	2.70	162.18	2:42:11	6	13.52	9:00:00	11:15:00	20:15:00
B	Domingo	129	FLERIDA IZURIETA	15987	291.93	2.70	162.18	2:42:11	6	13.52	4:30:55	6:00:00	10:30:55
B	Domingo	122	RESERVORIO	1863	32.4	0.30	18.00	0:18:00	1	9.00	9:00:00	10:30:55	19:30:55
B	Domingo	124	ROBERTO VICENTE SUPE NAVARRETE	10045	68.4	0.63	38.00	0:38:00	2	9.50	9:30:00	10:30:55	20:00:55

ANEXO № 9
HORARIOS CON ALTERNATIVAS DE PERÍODOS-
POSICIÓN

Horarios de riego

SECTOR 1

Sector	Dia	Código	Nombre	Área Tot (m2)	Vol FRAnte m3	T Riego min	Posición-Aspersores						Opción Asp	Nº Pos	Fos-Asp	Tiempo-Posición [h]	Caudal/Posición	Tiempo riego [h]	Vol recib m3	Balance Vol m3	Inicio	Fin			
							OP1 150.00	OP2 166.5	OP3 166.5	OP4 173.3	OP5 173.3	OP6 173.3	OP7 173.3												
1	Lunes	5	JUAN ONOFRE ZURIETA	6732	239.82	119.91	0.04	0.11	0.19	0.29	0.54	0.46	2.72	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.3	35	124.80	4.9	6:00	21:00	
1	Martes	3	HERMELINDA ZURIETA	11504	360	180	250.0	85.0	35.0	20.0	25.0	3.3	6	11	2	22	5.00	5.0	10	180.29	0.3	6:00	16:00		
1	Martes	11	CECILIA ZURIETA	2069	54.6	27.3	15	37.9	12.9	7.6	5.3	3.0	3.8	0.5	5	3	1	3	5.00	1.6	5	29.25	2.0	16:00	21:00
1	Martes	13	HEREDEROS GONZALO ZURIETA	2887	76.32	38.16	21	53.0	18.0	10.6	7.4	4.2	5.3	0.7	2	9	2	18	5.00	10	30	35.64	-2.5	6:00	16:00
1	Martes	21	MARIA ALAIACO	2556	53.58	26.79	15	37.2	12.7	7.4	5.2	3.0	3.7	0.5	5	3	1	3	5.00	1.6	5	29.25	2.5	16:00	21:00
1	Martes	41	ARMANDO NARANJO	1907	54	27	15	37.5	12.8	7.5	5.3	3.0	3.8	0.5	3	8	1	8	5.00	1.5	5	27.40	0.4	16:00	21:00
1	Martes	36	ROSA MAYORGA	1843	31.08	15.54	9	21.6	7.3	4.3	3.0	1.7	2.2	0.3	4	3	1	3	5.00	0.9	5	15.60	0.1	16:00	21:00
1	Miércoles	6	CECILIA ZURIETA	6798	179.34	89.67	50	124.5	42.3	24.9	17.4	10.0	12.5	1.7	4	9	2	18	5.00	2.6	30	93.60	3.9	6:00	16:00
1	Miércoles	7	HERMELINDA ZURIETA	3980	144	72	40	100.0	34.0	20.0	14.0	8.0	10.0	1.3	3	7	3	21	5.00	1.3	35	71.93	-0.1	6:00	21:00
1	Miércoles	8	MARIANA ZURIETA	3077	216	108	60	150.0	51.0	30.0	21.0	12.0	15.0	2.0	4	7	3	21	5.00	2.0	35	109.20	1.2	6:00	21:00
1	Miércoles	31	LUCRECIA SANCHEZ	7503	71.4	35.7	20	49.6	16.9	9.9	6.9	4.0	5.0	0.7	5	3	1	3	5.00	1.6	5	29.25	-6.4	16:00	21:00
1	Miércoles	26	VINICIO MAYORGA	1565	15.12	7.56	4	10.5	3.6	2.1	1.5	0.8	1.1	0.1	1	12	1	12	5.00	0.5	5	8.42	0.9	16:00	21:00
1	Miércoles	24	MARGARITA MAYORGA	1627	15.72	7.86	4	10.9	3.7	2.2	1.5	0.9	1.1	0.1	1	12	1	12	5.00	0.5	5	8.42	0.6	16:00	21:00
1	Jueves	9	MARIA ALAIACO	12209	255.96	127.98	71	177.8	60.4	35.6	24.9	14.2	17.8	2.4	4	8	3	24	5.00	2.3	35	124.80	-3.2	6:00	21:00
1	Jueves	10	ENNESTO ROBALINO	1423	95.64	47.82	27	66.4	22.6	13.3	9.3	5.3	6.6	0.9	3	4	3	12	5.00	0.8	35	41.10	-6.7	6:00	21:00
1	Jueves	17	WILSON NAYAS	3183	76.86	38.43	21	53.4	18.1	10.7	7.5	4.3	5.3	0.7	2	6	3	18	5.00	0.7	35	35.64	-2.8	6:00	21:00
1	Jueves	18	MERCEDES MAYORGA	3199	74.1	37.05	21	51.5	17.5	10.3	7.2	4.1	5.1	0.7	2	6	3	18	5.00	0.7	35	35.64	-1.4	6:00	21:00
1	Jueves	23	CIRI ROBALINO	1496	30.36	15.18	8	21.1	7.2	4.2	3.0	1.7	2.1	0.3	1	7	3	21	5.00	0.3	35	14.74	-0.4	6:00	21:00
1	Jueves	25	ENNESTO ROBALINO	1468	98.7	49.35	27	68.5	23.3	13.7	9.6	5.5	6.9	0.9	3	5	3	15	5.00	2.0	35	51.30	-0.8	6:00	21:00
1	Jueves	27	JOSÉ LOPEZ	939	22.14	11.07	6	15.4	5.2	3.1	2.2	1.2	1.5	0.2	3	1	3	3	5.00	0.2	35	10.28	-0.8	6:00	21:00
1	Viernes	40	MARIA NARANJO	2861	72	36	20	50.0	17.0	10.0	7.0	4.0	5.0	0.7	2	9	2	18	5.00	1.0	35	35.64	-0.4	6:00	16:00
1	Viernes	38	SALVINO VILLACIS	10154	460.8	230.4	128	320.0	108.8	64.0	44.8	25.6	32.0	4.3	5	8	3	24	5.00	4.3	35	234.00	3.6	6:00	21:00
1	Viernes	16	JOSE ENRIQUE MAYORGA	1646	19.26	9.63	5	13.4	4.5	2.7	1.9	1.1	1.3	0.2	2	6	1	6	5.00	0.7	35	11.88	2.3	16:00	21:00
1	Viernes	33	ROSA MAYORGA	4549	76.86	38.43	21	53.4	18.1	10.7	7.5	4.3	5.3	0.7	2	6	3	18	5.00	0.7	35	35.64	-2.8	6:00	21:00
1	Sábado	42	HEREDEROS JOSE RODRIGUEZ	3486	81.18	40.59	23	56.4	19.2	11.3	7.9	4.5	5.6	0.8	3	4	3	12	5.00	0.8	35	41.10	0.5	6:00	21:00
1	Sábado	34	FERNANDO DURAN	15710	378	105	262.5	89.3	52.5	36.8	21.0	3.5	4	12	3	36	5.00	3.5	187.20	-1.8	6:00	21:00			
1	Sábado	28	JULIO MAYORGA	1615	64.32	32.16	18	44.7	15.2	8.9	6.3	4.5	0.6	5	1	3	3	5.00	0.5	35	29.25	-2.9	6:00	21:00	
1	Domingo	32	HEREDEROS GONZALO ZURIETA	12673	335.16	167.58	93	232.8	79.1	46.6	32.6	18.6	23.3	3.1	4	11	3	33	5.00	3.2	35	171.60	4.0	6:00	21:00

SECTOR 2

Sector	Día	Código	Nombre	Área Tot (m2)	Vol FR Ante	Vol NFR m3	T Riego min	Posición-Aspesores							Tiempo Pos-Asp [h]	Caudal-Posición [h]	Tiempo riego [h]	Vol recib m3	Balance Vol m3	Inicio	Fin				
								OP1	OP2	OP3	OP4	OP5	OP6	OP7	Opción	Nº Asp	Nº Pos	Nº Pos-Asp	Nº Pos						
2	Lunes	95	FAUSTO MAYORGÀ	2443	29.22	14.61	8	0.04	0.11	0.19	0.29	0.54	0.46	2.72	2.0	0.3	4	3	5.00	0.9	5.00	15.60	1.0	6:00	17:00
2	Lunes	94	LUZARIO MAYORGÀ	2995	51.18	25.59	14	35.5	12.1	7.1	5.0	2.8	3.6	0.5	2	4	3	12	5.00	0.4	15.00	23.76	-1.8	6:00	21:00
2	Lunes	97	MARINA ZURITA	7330	324	162	90	25.0	76.5	45.0	31.5	18.0	22.5	3.0	6	10	2	20	5.00	4.6	10.00	163.90	1.9	6:00	16:00
2	Lunes	99	CÉSAR BAYAS	1277	29.04	14.52	8	20.2	6.9	4.0	2.8	1.6	2.0	0.3	4	3	1	3	5.00	0.9	5.00	15.60	1.1	11:00	16:00
2	Lunes	104	HEREDEROS LUCRECIA SANCHEZ	6909	65.76	32.88	18	45.7	15.5	9.1	6.4	3.7	4.6	0.6	3	10	1	10	5.00	1.9	5.00	34.25	1.4	16:00	21:00
2	Lunes	91	SEGUNDO ORTIZ	3410	64.8	32.4	18	45.0	15.3	9.0	6.3	3.6	4.5	0.6	3	10	1	10	5.00	1.9	5.00	34.25	1.9	16:00	21:00
2	Lunes	90	RONELIA SANCHEZ	3336	64.26	32.13	18	44.6	15.2	8.9	6.2	3.6	4.5	0.6	3	10	1	10	5.00	1.9	5.00	34.25	2.1	16:00	21:00
2	Martes	98	ANTONIO ZURITA	6207	211.32	105.66	59	146.8	49.9	29.4	20.5	11.7	14.7	2.0	4	7	3	21	5.00	2.0	15.00	109.20	3.5	6:00	21:00
2	Martes	108	PATRICIO RAMOS	10986	216	108	60	150.0	51.0	30.0	21.0	12.0	15.0	2.0	4	7	3	21	5.00	2.0	15.00	109.20	1.2	6:00	21:00
2	Martes	103	OLMEDO PEREZ	4639	216	108	60	150.0	51.0	30.0	21.0	12.0	15.0	2.0	4	7	3	21	5.00	2.0	15.00	109.20	1.2	6:00	21:00
2	Miércoles	100	RONELIA SANCHEZ	5262	101.34	50.67	28	14.1	9.9	5.6	5.0	4.0	4.0	4	4	3	3	9	5.00	0.9	15.00	46.80	-3.9	6:00	21:00
2	Miércoles	107	ESTADIO OLÉ	13532	432	216	120	30.0	102.0	60.0	42.0	24.0	30.0	4.0	4	14	3	42	5.00	0.9	15.00	218.40	2.4	6:00	21:00
2	Miércoles	88	OLGER VILLACIS	1038	6.9	3.45	2	4.8	1.6	1.0	0.7	0.4	0.5	0.1	1	3	2	6	5.00	0.1	10.00	4.21	0.8	6:00	16:00
2	Miércoles	86	OLGER VILLACIS	280	1.86	0.93	1	1.3	0.4	0.3	0.2	0.1	0.1	0.0	1	2	1	2	5.00	0.1	5.00	1.40	0.5	6:00	11:00
2	Miércoles	85	OLGER VILLACIS	4674	31.2	15.6	9	21.7	7.4	4.3	3.0	2.2	2.2	0.3	1	22	1	22	5.00	0.1	5.00	15.44	0.2	16:00	21:00
2	Miércoles	87	WALTER BAYAS	1289	31.08	15.54	9	21.6	7.3	4.3	3.0	1.7	2.2	0.3	4	3	1	3	5.00	0.9	5.00	15.60	0.1	6:00	11:00
2	Miércoles	101	FAUSTO MAYORGÀ	2068	24.72	12.36	7	17.2	5.8	3.4	2.4	1.4	1.7	0.2	2	6	1	6	5.00	0.7	5.00	11.88	-0.5	11:00	16:00
2	Jueves	83	EFRAIN ZURITA	10141	482.16	241.08	134	334.8	113.8	67.0	46.9	26.8	33.5	4.5	6	10	3	30	5.00	4.6	15.00	245.85	4.8	6:00	21:00
2	Jueves	117	JUANA GUAYTA	2169	48.12	24.06	13	33.4	11.4	6.7	4.7	2.7	3.3	0.4	1	11	3	33	5.00	0.4	15.00	23.17	-0.9	6:00	21:00
2	Jueves	116	JUAN ALIVAR GUAYTA	5127	113.82	56.91	32	79.0	26.9	15.8	11.1	6.3	7.9	1.1	3	5	3	15	5.00	1.0	15.00	51.38	-5.5	6:00	21:00
2	Viernes	330	JULIETA MAYORGÀ	5275.3	108	54	30	75.0	25.5	15.0	10.5	6.0	7.5	1.0	5	2	3	6	5.00	1.1	15.00	58.50	4.5	6:00	21:00
2	Viernes	115	MARTHA PUNINA	1809	42.54	21.27	12	29.5	10.0	5.9	4.1	2.4	3.0	0.4	1	10	3	30	5.00	0.4	15.00	21.06	-0.2	6:00	21:00
2	Viernes	114	OLGER VILLACIS	1486	9.9	4.95	3	6.9	2.3	1.4	1.0	0.6	0.7	0.1	1	2	3	6	5.00	0.1	15.00	4.21	-0.7	6:00	21:00
2	Viernes	111	PABLO NUÑEZ	10260	201.6	100.8	56	140.0	47.6	28.0	19.6	11.2	14.0	1.9	4	7	3	21	5.00	2.0	15.00	109.20	8.4	6:00	21:00
2	Viernes	110	MARQUELA SISIEMA QUILLAGANA	4835	187.02	93.51	52	129.9	44.2	26.0	18.2	13.0	10.4	1.7	3	9	3	27	5.00	1.7	15.00	92.48	-1.0	6:00	21:00
2	Viernes	112	MARQUELA SISIEMA QUILLAGANA	1678	64.92	32.46	18	45.1	15.3	9.0	6.3	3.6	4.5	0.6	3	3	3	9	5.00	0.6	15.00	30.83	-1.6	6:00	21:00
2	Sábado	109	BOLIVAR BARONA	1825	50.4	25.2	14	35.0	11.9	7.0	4.9	2.8	3.5	0.5	1	12	3	36	5.00	0.5	15.00	25.27	0.1	6:00	21:00
2	Sábado	106	ELVIA PUNINA	1841	43.32	21.66	12	30.1	10.2	6.0	4.2	2.4	3.0	0.4	1	10	3	30	5.00	0.4	15.00	21.06	-0.6	6:00	21:00
2	Sábado	105	MARTHA PUNINA	5524	130.02	65.01	36	90.3	30.7	18.1	12.6	7.2	9.0	1.2	2	10	3	30	5.00	1.1	15.00	59.40	-5.6	6:00	21:00
2	Sábado	84	FLEIDA ZURITA	2346	85.68	42.84	24	59.5	20.2	11.9	8.3	4.8	6.0	0.8	2	7	3	21	5.00	0.8	15.00	41.58	-1.3	6:00	21:00
2	Sábado	82	LUZ AMERICA MAYORGÀ	5275.3	108	54	30	75.0	25.5	15.0	10.5	6.0	7.5	1.0	5	2	3	6	5.00	1.1	15.00	58.50	4.5	6:00	21:00

SECTOR 3

Posición-Aspersores											
Sector	Día	Código	Nombre	Área Tot (m2)	Vol FRAnte	T Riego min	Nº Pos	Pos-Asp	Tiempo-Posición [h]	Caudal-Posición	Vol recib m3
3	Lunes	334	MILTON FIERRO	101789	864	432	240	600.0	20.00	12.00	15.00
3	Martes	334	MILTON FIERRO	101789	864	432	240	600.0	20.00	12.00	15.00
3	Martes	167	MANUEL BENITEZ	8827	157.98	44	109.7	37.3	21.9	15.4	8.8
3	Miércoles	165	LUIS GARCIA	4229	475.2	132	330.0	112.2	66.0	46.2	26.4
3	Miércoles	166	ALONSO FREIRE	7445	184.2	92.1	51	127.9	43.5	25.6	17.9
3	Jueves	168	HEREDEROS ELINA VELASCO FREIRE	25797	1720.86	860.43	478	1195.0	406.3	239.0	167.3
3	Viernes	168	HEREDEROS ELINA VELASCO FREIRE	25797	1720.86	860.43	478	1195.0	406.3	239.0	167.3
3	Sábado	168	HEREDEROS ELINA VELASCO FREIRE	25797	1720.86	860.43	478	1195.0	406.3	239.0	167.3

SECTOR 4

Posición-Aspersores											
Sector	Día	Código	Nombre	Área Tot (m2)	Vol FRAnte	T Riego min	Nº Pos	Pos-Asp	Tiempo-Posición [h]	Caudal-Posición	Vol recib m3
4	Lunes	163	BLANCA MARILENE FREIRE	12382	432	216	120	300.0	51.00	30.00	21.00
4	Lunes	157	SAU ORTIZ COBO	3689	103.32	51.66	29	71.8	24.4	14.4	10.0
4	Lunes	156	JIMINA ORTIZ COBO	3689	103.32	51.66	29	71.8	24.4	14.4	10.0
4	Martes	159	HEREDEROS ALONSO FREIRE	20920	517.74	258.87	144	359.5	122.2	71.9	50.3
4	Martes	155	LETHY ORTIZ COBO	3689	103.32	51.66	29	71.8	24.4	14.4	10.0
4	Miércoles	162	MANUEL BENITEZ	1629	29.16	14.53	8	20.3	6.9	4.1	2.8
4	Miércoles	154	RUTH ORTIZ COBO	3689	103.32	51.66	29	71.8	24.4	14.4	10.0
4	Miércoles	158	ELINA FREIRE DE VELASCO	4424	296.08	141.54	82	204.9	69.7	41.0	28.7
4	Miércoles	152	DOLORES SOLIS	564	4.5	2.25	1	3.1	1.1	0.6	0.4
4	Miércoles	151	ANGEL SOLIS	6832	54.9	27.45	15	38.1	13.0	7.6	5.3
4	Miércoles	150	DOLORES SOLIS	2804	22.5	11.25	6	15.6	5.3	3.1	2.0
4	Miércoles	147	JENOVEVA ELINA ORTIZ COBO	1635	45.78	22.89	13	31.8	10.8	6.4	4.5
4	Miércoles	146	PIEDAD SOLIS	5344	42.96	21.43	12	29.8	10.1	6.0	4.2
4	Jueves	313	MANUEL RIVERA	14160	648	324	180	450.0	153.0	90.0	36.0
4	Viernes	148	ERNESTO ORTIZ	4429	124.02	62.01	34	86.1	29.3	17.2	12.1
4	Viernes	145	JOSÉ RAMOS	6111	21.6	108	60	150.0	51.0	30.0	21.0
4	Viernes	143	JOSÉ PRADO	6493	285.66	142.83	79	198.4	67.4	39.7	27.8
4	Sábado	142	JOSÉ PRADO	1034	45.48	22.74	13	31.6	10.7	6.3	4.4
4	Sábado	140	ROBERTO SACA	3062	34.8	17.4	10	24.2	8.2	4.8	3.4
4	Sábado	138	ROBERTO SACA	1074	12.18	6.09	3	8.5	2.9	1.7	1.2
4	Sábado	134	BEATRIZ GUAYTA	1618	54	27	15	37.5	12.8	5.3	3.0
4	Sábado	136	FANNY VALDEZ	2306	36	18	10	25.0	8.5	5.0	3.5
4	Sábado	141	NELSON ALDAZ	3426	52.68	26.34	15	36.6	12.4	7.3	5.1
4	Sábado	144	NELSON ALDAZ	3595	55.26	27.63	15	38.4	13.0	7.7	5.4
4	Sábado	133	MIGUEL GUAYTA	2248	36	18	10	25.0	8.5	5.0	3.5
4	Sábado	131	ROBERTO SACA	2198	24.96	12.43	7	17.3	5.9	3.5	2.4
4	Sábado	132	JUSTO CACERES	4504	99.66	49.83	28	138	9.7	5.5	3.9

SECTOR 5

Sector	Día	Código	Nombre	Área Tot (m2)	Vol FRAnie	Vol NFR m3	Posición-Asperadores						Opción OP7	Tiempo- Pos-Asp [h]	Caudal- posición m3	Tiempo- riego [h]	Vol recib m3	Balance Vol m3	Inicio	Fin		
							OP1	OP2	OP3	OP4	OP5	OP6										
5	Lunes	322	HEREDEROS TARIELIA GUERRERO	12342	108	54	0.11	0.19	0.29	0.54	0.46	2.72				1.4	10.00	52.00	-2.0	6:00	16:00	
5	Lunes	321	LUCILA VILLACIS	1052	38.28	19.14	11	26.6	9.0	15.0	6.0	7.5	1.0	4	5	2	10	5.00	0.3	15.00	17.82	
5	Lunes	312	HEREDEROS RAMON SANCHEZ	2361.236	72	36	20	50.0	17.0	10.0	7.0	4.0	2.7	0.4	2	3	9	5.00	1.9	5.00	34.25	
5	Lunes	310	EDUARDO MARTINEZ	8302	108	54	30	75.0	25.5	15.0	10.5	6.0	7.5	1.0	7	3	10	1	10	5.00	16:00	
5	Lunes	320	HEREDEROS FLORINDA BARONA	7674	280.8	140.4	78	195.0	66.3	39.0	27.3	19.5	15.6	2.6	4	14	2	28	5.00	3.3	5.00	58.50
5	Martes	326	MIGUEL ANGEL VILLACIS	1816	93.6	46.8	26	65.0	22.1	13.0	9.1	5.2	6.5	0.9	1	22	3	66	5.00	0.9	15.00	46.33
5	Martes	325	SARA VILLACIS	1816	104.4	52.2	29	72.5	24.7	14.5	10.2	5.8	7.3	0.6	1	24	3	72	5.00	0.9	15.00	50.54
5	Martes	319	LUCILA VILLACIS	1816	66.06	33.03	18	45.9	15.6	9.2	6.4	3.7	4.6	0.6	1	15	3	45	5.00	0.6	15.00	31.59
5	Martes	327	MARICO VILLACIS	1401	104.4	52.2	29	72.5	24.7	14.5	10.2	5.8	7.3	10	1	24	3	72	5.00	0.9	15.00	50.54
5	Martes	317	JOSÉ MAYORGA	7906	191.1	95.55	53	132.7	45.1	26.5	18.6	10.6	13.3	1.8	4	6	3	18	5.00	1.7	15.00	93.50
5	Martes	324	TELMO VLADIMIR VILLACIS	1394	100.8	50.4	28	70.0	23.8	14.0	9.8	5.6	7.0	0.9	2	8	3	24	5.00	0.9	15.00	47.52
5	Miércoles	314	VICTOR MANUEL BENITEZ	15135	972	486	270	675.0	229.5	135.0	94.5	54.0	67.5	9.0	7	2	3	6	5.00	5.4	15.00	294.00
5	Jueves	314	VICTOR MANUEL BENITEZ	15135	972	486	270	675.0	229.5	135.0	94.5	54.0	67.5	9.0	7	2	4	5.00	5.4	10.00	196.00	
5	Viernes	315	HEREDEROS RAMON SANCHEZ	19039.584	576	288	160	400.0	136.0	80.0	56.0	32.0	40.0	5.3	7	2	3	6	5.00	5.4	15.00	294.00
5	Sábado	316	HECTOR VICENTE VILLACIS	1365	93.6	46.8	26	65.0	22.1	13.0	9.1	5.2	6.5	0.9	2	12	2	24	5.00	1.3	10.00	47.52
5	Sábado	318	JOSÉ MAYORGA	18501	456.84	228.42	127	317.3	107.9	63.5	44.4	25.4	31.7	4.2	5	8	3	24	5.00	4.3	15.00	234.00

SECTOR 6

Sector	Día	Código	Nombre	Área Tot (m2)	Vol FRAnie	Vol NFR m3	T Riego min	Posición-Asperadores							Opción [h]	Tiempo Pos-Asp [h]	Caudal-Posición [l/s]	Tiempo riego [h]	Vol recib m3	Balance Vol m3	Inicio	Fin			
								OP1	OP2	OP3	OP4	OP5	OP6	OP7											
6	Lunes	306	JORGE TIMBELA	441	14.46	7.23	4	0.11	0.19	0.29	0.54	0.46	2.72			10	5.00	0.2	10.00	7.02	-0.2	6:00	16:00		
6	Lunes	305	JORGE TIMBELA	954	31.32	15.66	9	21.8	3.4	2.0	1.4	0.8	0.1	1	5	2	5.00	0.4	10.00	15.54	-0.2	6:00	16:00		
6	Lunes	304	DIÓMEDES SÁNCHEZ	3079	169.2	84.6	47	117.5	40.0	23.5	16.5	9.4	11.8	1.6	5	3	9	5.00	1.6	15.00	87.75	3.2	6:00	21:00	
6	Lunes	303	RONALDO BARONA	6881	127.86	63.93	36	88.8	30.2	17.8	12.4	7.1	8.9	1.2	4	3	12	5.00	1.2	15.00	62.40	-1.5	6:00	21:00	
6	Lunes	300	MANUEL SACÁ	2287	96.18	48.09	27	66.8	22.7	13.4	9.4	5.3	6.7	0.9	4	3	9	5.00	0.9	10.00	46.80	-1.3	6:00	21:00	
6	Lunes	297	RONALDO BARONA	1835	34.08	17.04	9	23.7	8.0	4.7	3.3	1.9	2.4	0.3	2	5	2	10	5.00	0.6	10.00	19.80	2.8	6:00	16:00
6	Lunes	294	ERNESTINA MAYORIGA	2834	111.12	55.56	31	77.2	26.2	15.4	10.8	6.2	7.7	1.0	5	2	3	6	5.00	1.1	15.00	58.50	2.9	6:00	21:00
6	Martes	301	FREDDY IZQUIERDO	17002	378	189	105	262.5	89.3	52.5	36.8	21.0	26.3	3.5	4	12	3	36	5.00	3.5	15.00	187.20	-1.8	6:00	21:00
6	Martes	295	NELIS SACÁ	3615	107.16	53.53	30	74.4	25.3	14.9	10.4	6.0	7.4	1.0	3	8	2	15	5.00	1.4	10.00	51.38	-2.2	6:00	16:00
6	Martes	289	HILDA BARONA	1326	52.8	26.4	15	36.7	12.5	7.3	5.1	2.9	3.7	0.5	5	3	1	3	5.00	1.6	5.00	29.25	2.9	6:00	16:00
6	Miércoles	291	NORMA BARONA	2953	84.54	42.27	23	58.7	20.0	11.7	8.2	4.7	5.9	0.8	5	4	1	4	5.00	2.2	5.00	39.00	-3.3	6:00	11:00
6	Miércoles	302	VILMA PAREDES	5806	346.02	173.01	96	240.3	81.7	48.1	33.6	19.2	24.0	3.2	6	7	3	21	5.00	3.2	15.00	172.10	-0.9	6:00	21:00
6	Miércoles	331	FERNANDINA BARONA	936	27.66	13.83	8	19.2	6.5	3.8	2.7	1.5	1.9	0.3	2	4	2	8	5.00	0.4	10.00	15.84	2.0	11:00	21:00
6	Miércoles	290	FERNANDINA BARONA	1896	55.98	27.99	16	38.9	13.2	7.8	5.4	3.1	3.9	0.5	2	7	2	14	5.00	0.8	10.00	27.72	-0.3	11:00	21:00
6	Miércoles	296	ELSA SACÁ	3658	64.8	32.4	18	45.0	15.3	9.0	6.3	3.6	4.5	0.6	3	3	3	9	5.00	0.6	15.00	30.83	-1.6	6:00	21:00
6	Jueves	298	HEREDEROS VIDAL VILLACÍS	10066	367.2	183.6	102	255.0	86.7	51.0	35.7	20.4	25.5	3.4	4	12	3	36	5.00	3.5	15.00	187.20	3.6	6:00	21:00
6	Jueves	293	GAUDI ZURRIETA	5363	210.3	105.15	58	146.0	49.7	29.2	20.4	11.7	14.6	1.9	3	10	3	30	5.00	1.9	15.00	102.75	-2.4	6:00	21:00
6	Viernes	292	ONGRÉ LLERENA	7503	216	108	60	150.0	51.0	30.0	21.0	12.0	15.0	2.0	4	7	3	21	5.00	2.0	15.00	109.20	1.2	6:00	21:00
6	Viernes	288	COSMALDO IZQUIERDO	6740	378	189	105	263.5	89.3	52.5	36.8	21.0	26.3	3.5	4	12	3	36	5.00	3.5	15.00	187.20	-1.8	6:00	21:00
6	Sábado	285	VILMA PAREDES	3254	193.92	96.96	54	134.7	45.8	26.9	18.9	10.8	13.5	1.8	2	16	3	48	5.00	1.8	15.00	95.04	-1.9	6:00	21:00
6	Sábado	284	ELENA NÚÑEZ	5050	216	108	60	150.0	51.0	30.0	21.0	12.0	15.0	2.0	4	11	2	21	5.00	3.0	10.00	109.20	1.2	6:00	16:00
6	Sábado	286	VICENTE ZURRIETA	1236	108	54	30	75.0	25.5	15.0	10.5	6.0	7.5	1.0	2	9	3	27	5.00	1.0	15.00	53.46	-0.5	6:00	21:00
6	Domingo	287	AUGUSTO BAYAS	1865	42.42	21.21	12	29.5	10.0	5.9	4.1	2.4	2.9	0.4	1	15	2	30	5.00	0.6	10.00	21.06	-0.2	6:00	16:00
6	Domingo	291	NORMA BARONA	2963	84.54	42.27	23	58.7	20.0	11.7	8.2	4.7	5.9	0.8	3	6	2	12	5.00	1.1	10.00	41.10	-1.2	6:00	16:00
6	Domingo	283	CARLOS LOPEZ	4999	108	54	30	75.0	15.0	10.5	6.0	7.5	10.0	2	14	2	28	5.00	1.5	10.00	55.44	1.4	6:00	16:00	

SECTOR 7

Posición-Aspersores																									
Sector	Dia	Código	Nombre	Área Tot (m ²)	Vol FR Ante	Vol NFR m ³	T Riego min	OP1 150.00	OP2 51.00	OP3 30.00	OP4 21.00	OP5 12.00	OP6 15.00	OP7 2.00	Opción	Nº Asp	Nº Pos	Pos-Asp	Tiempo Posición [h]	Caudal-posición	Volumen m ³	Balance Vol m ³	Inicio	Fin	
7	Lunes	218	ANGEL ZURETA	2723	61.98	30.99	17	43.0	14.6	8.6	6.0	3.4	4.3	0.6	3	3.00	3	9	5.00	0.6	15.00	30.83	-0.2	6:00	21:00
7	Lunes	217	ANGEL ZURETA	1368	31.14	15.57	9	21.6	7.4	4.3	3.0	1.7	2.2	0.3	4	3.00	1	3	5.00	0.9	5.00	15.60	0.0	6:00	11:00
7	Lunes	215	PIEDAD PAZMINO	2271	108	54	30	75.0	25.5	15.0	10.5	6.0	7.5	1.0	3	5.00	3	15	5.00	1.0	15.00	51.38	-2.6	6:00	21:00
7	Lunes	216	HUNIBELINA PAZMINO	652	14.82	4	10.3	3.5	2.1	1.4	0.8	1.0	0.1	1	6.00	2	12	5.00	0.2	10.00	8.42	1.0	6:00	16:00	
7	Lunes	214	FRANCISCO DARGUEA	6043	27	13.5	8	18.8	6.4	3.8	2.6	1.5	1.9	0.3	3	4.00	1	4	5.00	0.8	5.00	13.70	0.2	11:00	16:00
7	Lunes	207	RENILIO ROBALINO	78	140.4	78	155.0	66.3	39.0	27.3	15.6	19.5	2.6	4	9.00	3	27	5.00	2.6	15.00	140.40	0.0	6:00	21:00	
7	Lunes	210	SEGUNDO GUERRERO	2941	30.12	15.06	8	20.9	7.1	4.2	2.9	1.7	2.1	0.3	4	3.00	1	3	5.00	0.9	5.00	15.60	0.5	6:00	21:00
7	Lunes	206	JUANA ROBALINO	1536	15.72	7.86	4	10.9	3.7	2.2	1.5	0.9	1.1	0.1	1	6.00	2	12	5.00	0.2	10.00	8.42	0.6	6:00	16:00
7	Martes	212	HEREDEROS JOSE ROBALINO	11963	489.24	244.62	136	339.8	115.5	68.0	47.6	27.2	34.0	4.5	6	10.00	3	30	5.00	4.6	15.00	245.85	1.2	6:00	21:00
7	Martes	205	HEREDEROS CARMELINA MEJIA	2754	78.24	39.12	22	54.3	18.5	10.9	7.6	4.3	5.4	0.7	1	18.00	3	54	5.00	0.7	15.00	37.91	-1.2	6:00	21:00
7	Martes	208	LUIS BARONA	518	15.96	7.98	4	11.1	3.8	2.2	1.6	0.9	1.1	0.1	1	4.00	3	12	5.00	0.2	15.00	8.42	0.4	6:00	21:00
7	Miercoles	213	RONELIA SANCHEZ	8221	156.34	79.17	44	110.0	37.4	22.0	15.4	8.8	11.0	1.5	4	5.00	3	15	5.00	1.4	15.00	78.00	-1.2	6:00	21:00
7	Miercoles	203	MANUEL SACA	1939	81.54	40.77	23	56.6	19.3	11.3	7.9	4.5	5.7	0.8	3	6.00	2	12	5.00	1.1	10.00	41.10	0.3	6:00	16:00
7	Miercoles	196	HILDA BARONA	147	5.82	2.91	2	4.0	1.4	0.8	0.6	0.3	0.4	0.1	1	2.00	2	4	5.00	0.1	10.00	2.81	-0.1	6:00	16:00
7	Miercoles	199	HERNAN SACA	1560	51.24	25.62	14	35.6	12.1	7.1	5.0	2.8	3.6	0.5	2	13.00	1	13	5.00	1.4	5.00	25.74	0.1	16:00	21:00
7	Miercoles	197	AMANDA BARONA	292	16.92	8.46	5	11.8	4.0	2.4	1.6	0.9	1.2	0.2	1	6.00	2	12	5.00	0.2	10.00	8.42	0.0	6:00	16:00
7	Miercoles	198	HEREDEROS TOBIAS BARONA	1013	33.78	16.89	9	23.5	8.0	4.7	3.3	1.9	2.3	0.3	1	12.00	2	24	5.00	0.5	10.00	16.85	0.0	6:00	16:00
7	Miercoles	200	CARMELINA MEJIA	4756	135.18	67.59	38	93.9	31.9	18.8	13.1	7.5	9.4	1.3	3	10.00	2	20	5.00	1.9	10.00	68.50	0.9	6:00	16:00
7	Miercoles	187	GISELLA BARONA/ZURITA	728	52.2	26.1	15	36.3	12.3	7.3	5.1	2.9	3.6	0.5	1	12.00	3	36	5.00	0.5	15.00	25.27	-0.8	6:00	21:00
7	Jueves	201	HERNAN SACA	1726	56.7	28.35	16	39.4	13.4	7.9	5.5	3.2	3.9	0.5	1	20.00	2	40	5.00	0.8	10.00	28.08	-0.3	6:00	16:00
7	Jueves	186	FAUSTO BARONA	2280	76.02	38.01	21	52.8	17.9	10.6	7.4	4.2	5.3	0.7	2	10.00	2	20	5.00	1.1	10.00	39.60	1.6	6:00	16:00
7	Jueves	185	THOMAS BARONA	2344	76.37	33.37	21	53.3	18.1	11.3	7.5	4.3	5.3	0.7	2	10.00	2	20	5.00	1.1	10.00	39.60	1.2	6:00	16:00
7	Jueves	188	HILDA BARONA	796	31.68	15.84	9	22.0	7.5	4.4	3.1	2.2	0.3	1	12.00	2	24	5.00	0.5	10.00	16.85	0.0	6:00	16:00	
7	Jueves	176	HUMBERTO NARANJO	1854	72	36	20	50.0	17.0	10.0	7.0	4.0	5.0	0.7	3	5.00	2	10	5.00	1.0	10.00	34.25	-1.8	6:00	16:00
7	Jueves	170	HEREDEROS CARMELINA MEJIA	11052	55.26	31	76.8	26.1	15.4	10.7	6.1	7.7	1.0	5	3.00	2	6	5.00	1.6	10.00	58.50	3.2	6:00	16:00	
7	Jueves	178	FIRMIANDINA BARONA	2040	60.12	30.12	17	41.8	14.2	8.4	5.9	3.3	4.2	0.6	5	3.00	1	3	5.00	1.6	5.00	29.25	-0.9	6:00	21:00
7	Jueves	182	MERCEDES BARONA	1287	59.64	29.82	17	41.4	14.1	8.3	5.8	3.3	4.1	0.6	5	3.00	1	3	5.00	1.6	5.00	29.25	-0.6	6:00	21:00
7	Jueves	183	NORMA BARONA	2083	59.4	29.7	17	41.3	14.0	8.3	5.8	3.3	4.1	0.6	5	3.00	1	3	5.00	1.6	5.00	29.25	-0.4	6:00	21:00
7	Viernes	177	MARGOT BARONA	1656	73.98	36.99	21	51.4	17.5	10.3	7.2	4.1	5.1	0.7	3	5.00	2	10	5.00	1.0	10.00	34.25	-2.7	11:00	21:00
7	Viernes	179	CARMEN BARONA	1783	65.34	32.67	18	45.4	15.4	9.1	6.4	3.6	4.5	0.6	1	16.00	3	48	5.00	0.6	15.00	33.70	1.0	6:00	16:00
7	Viernes	189	RENE MARICSA BARONA	2087	79.08	39.54	22	54.9	18.7	11.0	7.7	4.4	5.5	0.7	5	4.00	1	4	5.00	2.2	10.00	39.00	-0.5	6:00	16:00
7	Viernes	190	CARMEN BARONA	2144	78.6	39.3	22	54.6	18.6	10.9	7.6	4.4	5.5	0.7	5	2.00	2	4	5.00	1.1	10.00	39.00	-0.3	6:00	16:00
7	Viernes	180	MERCEDES BARONA	1263	58.5	29.25	16	40.6	13.8	8.1	5.7	3.3	4.1	0.5	1	14.00	3	42	5.00	0.5	15.00	29.48	0.2	6:00	21:00
7	Viernes	181	MARIELENE BARONA	1059	72	36	20	50.0	17.0	7.0	4.0	5.0	0.7	1	26.00	2	52	5.00	0.5	10.00	36.50	0.5	11:00	21:00	
7	Viernes	222	JULIA BARONA	3034	54	27	15	37.5	12.8	7.5	5.3	3.0	3.8	0.5	5	3.00	1	3	5.00	1.6	5.00	29.25	2.3	6:00	11:00
7	Viernes	223	LIGIA BARONA	1658	54	27	15	37.5	12.8	7.5	5.3	3.0	3.8	0.5	3	8.00	1	8	5.00	1.5	5.00	27.40	0.4	11:00	16:00
7	Sabado	221	NEY SACA	1849	54.78	27.39	15	38.0	12.9	7.6	5.3	3.0	3.8	0.5	1	13.00	3	39	5.00	0.5	15.00	27.38	0.0	6:00	21:00
7	Sabado	224	FAUSTO BARONA	1564	52.14	26.07	14	36.2	12.3	7.2	5.1	2.9	3.6	0.5	1	12.00	3	36	5.00	0.5	15.00	25.27	-0.8	6:00	21:00
7	Sabado	220	MANUEL SACA	1849	57.76	38.88	22	54.0	18.4	10.8	7.6	4.3	5.4	0.7	3	18.00	3	54	5.00	0.7	15.00	37.91	-1.0	6:00	21:00
7	Sabado	204	LUIS BARONA	4729	145.98	72.99	41	101.4	34.5	20.3	14.2	8.1	10.1	1.4	4	7.00	2	14	5.00	2.0	10.00	72.80	-0.2	6:00	16:00
7	Sabado	194	AMADA BARONA	329	19.02	5	13.2	4.5	2.6	1.8	1.1	1.3	0.2	1	5.00	3	15	5.00	0.2	15.00	10.53	1.0	6:00	21:00	
7	Sabado	192	GAUDI ZURETA	1465	57.42	28.71	16	39.9	13.6	8.0	5.6	3.2	4.0	0.5	1	14.00	3	42	5.00	0.5	15.00	29.48	0.8	6:00	21:00
7	Sabado	173	CARMICIA BARONA	1766	66.9	33.45	19	46.5	15.8	9.3	6.5	3.7	4.6	0.6	2	6.00	3	18	5.00	0.7	15.00	35.64	2.2	6:00	21:00
7	Sabado	171	AUGUSTO BAYAS	1603	36.48	18.24	10	25.3	8.6	5.1	3.5	2.0	2.5	0.3	2	3.00	3	9	5.00	0.3	15.00	17.82	-0.4	6:00	21:00
7	Domingo	193	LUCILA BARONA	4704	133.2	66.6	37	92.5	31.5	18.5	13.0	7.4	9.3	1.2	3	10.00	2	20	5.00	1.9	10.00	68.50	1.9	6:00	16:00
7	Domingo	191	MERCEDES BARONA	3662	169.74	84.87	47	117.9	40.1	23.6	16.5	9.4	11.8	1.6	4	8.00	2	16	5.00	2.3	10.00	83.20	-1.7	6:00	16:00
7	Domingo	174	TOMAS BARONA	2602	85.2	4																			

SECTOR 8

Sector	Día	Código	Nombre	Área Tot (m2)	Vol FRAnit	Vol NFR m3	Posición-Aspersores						Opción [h]	Tiempo Pos-Asp [h]	Caudal-Posición [l/s]	Tiempo riego [h]	Vol recib m3	Balance Vol m3	Inicio	Fin				
							OP1	OP2	OP3	OP4	OP5	OP6												
8	Lunes	268	DIOIMIDES SANCHEZ	1614	88.68	44.34	25	61.6	20.9	12.3	8.6	4.9	6.2	0.8	1	21.00	3	63	0.8	15.00	44.23	-0.1		
8	Lunes	267	OGLA POZO	2039	108	54	30	75.0	25.5	15.0	10.5	6.0	7.5	1.0	1	26.00	3	78	5.00	1.0	15.00	54.76	0.8	
8	Lunes	266	DIOIMIDES SANCHEZ	677	37.2	18.6	10	25.8	8.8	5.2	3.6	2.1	2.6	0.3	1	9.00	3	27	5.00	0.4	15.00	38.95	0.4	
8	Lunes	265	RAMON CASTRO	6037	152.58	76.29	42	106.0	36.0	21.2	14.8	8.5	10.6	1.4	2	13.00	3	39	5.00	1.4	15.00	77.22	0.9	
8	Lunes	264	ROBERTO LANDA	948	57.6	28.8	16	40.0	13.6	8.0	5.6	3.2	4.0	0.5	1	14.00	3	42	5.00	0.5	15.00	20.48	0.7	
8	Lunes	263	ZOLIA ACUTUPALA	1097	108	54	30	75.0	25.5	15.0	10.5	6.0	7.5	1.0	1	26.00	3	78	5.00	1.0	15.00	54.76	0.8	
8	Lunes	260	ROSA ONATE	1163	93.6	46.8	26	65.0	22.1	13.0	9.1	5.2	6.5	0.9	1	22.00	3	66	5.00	0.9	15.00	46.33	-0.5	
8	Martes	265	GLADYS ONATE	904	93.6	46.8	26	65.0	22.1	13.0	9.1	5.2	6.5	0.9	1	22.00	3	66	5.00	0.9	15.00	46.33	-0.5	
8	Martes	254	VICENTE ANCHALUISA	926	63	31.5	18	43.8	14.9	8.8	6.1	3.5	4.4	0.6	1	15.00	3	45	5.00	0.6	15.00	31.59	0.1	
8	Martes	253	ANNA ONATE	981	46.8	26	65.0	22.1	13.0	9.1	5.2	6.5	0.9	1	22.00	3	66	5.00	0.9	15.00	46.33	-0.5		
8	Martes	259	AREBALDO POZO	137	11.94	5.97	3	8.3	2.8	1.7	1.2	0.7	0.8	0.1	1	3.00	3	9	5.00	0.1	15.00	6.32	0.3	
8	Martes	258	FLAVIO VELASQUEZ	2457	90	45	25	62.5	21.3	12.5	8.8	5.0	6.3	0.8	1	21.00	3	63	5.00	0.8	15.00	44.23	-0.8	
8	Martes	257	PATRICIA MAYORGA	2391	90	45	25	62.5	21.3	12.5	8.8	5.0	6.3	0.8	1	21.00	3	63	5.00	0.8	15.00	44.23	-0.8	
8	Martes	256	MAGDALENA MAYORGA	2858	90	45	25	62.5	21.3	12.5	8.8	5.0	6.3	0.8	1	21.00	3	63	5.00	0.8	15.00	44.23	-0.8	
8	Martes	252	PATRICIO REVELO	2936	90	45	25	62.5	21.3	12.5	8.8	5.0	6.3	0.8	1	21.00	3	63	5.00	0.8	15.00	44.23	-0.8	
8	Miercoles	251	VICENTE MAYORGA	2234	96.24	48.12	27	66.8	22.7	13.4	9.4	5.3	6.7	0.9	2	12.00	2	24	5.00	1.3	10.00	47.52	-0.6	
8	Miercoles	250	HUMBERTO MAYORGA	3017	90	45	25	62.5	21.3	12.5	8.8	5.0	6.3	0.8	2	11.00	2	22	5.00	1.2	10.00	43.56	-1.4	
8	Miercoles	249	JOSÉ LOPEZ	1611	37.98	18.99	11	26.4	9.0	5.3	3.7	2.1	2.6	0.4	1	9.00	3	27	5.00	0.4	15.00	18.95	0.0	
8	Miercoles	248	ANGEL PAZMINO	3426	164.4	82.2	46	114.2	36.8	22.8	16.0	9.1	11.4	1.5	4	8.00	2	16	5.00	2.3	10.00	83.20	1.0	
8	Miercoles	238	ADELA NUÑEZ	659	147.6	7.38	4	10.3	3.5	2.1	1.4	0.8	1.0	0.1	1	10.00	1	10	5.00	0.4	5.00	7.02	-0.4	
8	Miercoles	236	GERMÁN NUÑEZ	937	27.9	13.95	8	19.4	6.6	3.9	2.7	1.6	1.9	0.3	1	10.00	2	20	5.00	0.4	10.00	14.04	0.1	
8	Miercoles	235	CHRISTIAN NUÑEZ	934	27.78	13.89	8	19.3	6.6	3.9	2.7	1.5	1.9	0.3	1	10.00	2	20	5.00	0.4	10.00	14.04	0.2	
8	Miercoles	232	GENARO PASTOR	3835	42.96	21.43	12	29.8	10.1	6.0	4.2	2.4	3.0	0.4	2	11.00	1	11	5.00	1.2	5.00	21.78	0.3	
8	Jueves	237	ABDALON MIRANDA	4567	234	117	65	162.5	55.3	32.5	22.8	13.0	16.3	2.2	5	6.00	2	12	5.00	3.3	10.00	117.00	0.0	
8	Jueves	231	GENARO PASTOR	4538	50.82	25.41	14	35.3	12.0	7.1	4.9	2.8	3.5	0.5	2	6.00	2	12	5.00	0.7	10.00	23.76	-1.7	
8	Jueves	233	CIRIACOBALINO	3233	66.78	33.39	19	46.4	15.8	9.3	6.5	3.7	4.6	0.6	2	8.00	2	16	5.00	0.9	10.00	31.68	-1.7	
8	Jueves	230	ANGEL PAZMINO	1524	73.14	36.57	20	50.8	17.3	10.2	7.1	4.1	5.1	0.7	1	26.00	2	52	5.00	1.0	10.00	36.50	-0.1	
8	Viernes	229	TERESA PAZMINO	3219	183.6	91.8	51	127.5	43.4	25.5	17.9	10.2	12.8	1.7	3	9.00	3	27	5.00	1.7	15.00	92.48	0.7	
8	Viernes	71	MARIA LUCILA JARRIN	425	3.36	1.68	1	2.3	0.8	0.5	0.3	0.2	0.2	0.0	1	3.00	1	3	5.00	0.1	5.00	2.11	0.4	
8	Viernes	69	ROQUELLO JARRIN	333	13.32	6.66	4	9.3	3.1	1.9	1.3	0.9	0.1	1	4.50	2	9	5.00	0.2	10.00	6.32	-0.3		
8	Viernes	68	MERCEDES SOLIS	842	6.72	3.36	2	4.7	1.6	0.9	0.7	0.4	0.5	0.1	1	3.00	2	6	5.00	0.1	10.00	4.21	0.9	
8	Viernes	64	JOSÉ LOPEZ	1262	29.76	14.83	8	20.7	7.0	4.1	2.9	1.7	2.1	0.3	4	3.00	1	3	5.00	0.9	5.00	15.60	0.7	
8	Viernes	67	LUCILA JARRIN	1993	16.02	8.01	4	11.1	3.8	2.2	1.6	0.9	1.1	0.1	2	4.00	1	4	5.00	0.4	5.00	7.92	-0.1	
8	Viernes	63	CARMEN TIRADO	2874	108	54	30	75.0	15.0	10.5	6.0	7.5	10	1	3.00	2	76	5.00	1.5	10.00	53.35	-0.6		
8	Viernes	62	GEORGINA PAZMINO	3580	216	108	60	150.0	51.0	30.0	21.0	12.0	15.0	2.0	3	16.00	2	32	5.00	3.0	10.00	109.60	1.6	
8	Viernes	66	SEGUNDO GUERRERO	2213	22.68	11.34	6	15.8	5.4	3.2	2.2	1.3	1.6	0.2	3	3.00	1	3	5.00	0.6	5.00	10.28	1.1	
8	Viernes	54	HEREDEROS JOSE RODRIGUEZ	1712	39.84	19.92	11	27.7	9.4	5.5	3.9	2.2	2.8	0.4	2	10	5.00	2	16	5.00	0.6	10.00	19.80	-0.1
8	Viernes	49	SEGUNDO GUERRERO	1740	17.82	8.91	5	12.4	4.2	2.5	1.7	1.0	1.2	0.2	2	5.00	1	5	5.00	0.6	5.00	9.90	1.0	
8	Viernes	48	CLEMENTE RODRIGUEZ	304	7.02	3.51	2	4.9	1.7	1.0	0.7	0.4	0.5	0.1	1	6.00	1	6	5.00	0.2	5.00	4.21	0.7	
8	Viernes	45	HEREDEROS JOSE RODRIGUEZ	715	16.62	8.31	5	11.5	3.9	2.3	1.6	0.9	1.2	0.2	1	12.00	1	12	5.00	0.5	5.00	8.42	0.1	
8	Sabado	59	VICTOR PASTOR	3287.94	61.2	30.6	17	42.5	14.5	8.5	6.0	4.3	6.0	0.6	2	8.00	2	16	5.00	0.9	10.00	31.68	1.1	
8	Sabado	57	BLANCA MERCEDES RAMOS	2824.89	115.5	57.75	32	80.2	27.3	16.0	11.2	6.4	8.0	1.1	3	8.00	2	16	5.00	1.5	10.00	54.80	3.0	
8	Sabado	56	MERCEDES PALACIOS	1641	93.72	46.86	26	65.1	22.1	13.0	9.1	5.2	6.5	0.9	4	3.00	3	9	5.00	0.9	15.00	46.80	-0.1	
8	Sabado	51	ROSA JARRIN	2385	36	18	10	25.0	8.5	5.0	3.5	2.0	2.5	0.3	2	9.00	1	9	5.00	1.0	5.00	17.82	-0.2	
8	Sabado	50	OLGER VILLACIS	3304	22.02	11.01	6	15.3	5.2	3.1	2.1	1.2	1.5	0.2	2	6.00	1	6	5.00	0.7	5.00	11.88	0.9	
8	Sabado	47	HEREDEROS JOSE RODRIGUEZ	3058	71.16	35.58	20	49.4	16.8	9.9	6.0	4.9	4.9	0.7	3	5.00	2	10	5.00	1.0	10.00	34.25	-1.3	
8	Sabado	46	MERCEDES PALACIOS	2461	140.58	70.29	39	97.6	33.2	19.5	13.7	7.8	9.8	1.3	4	7.00	2	14	5.00	2.0	10.00	72.80	2.5	
8	Sabado	43	VITERBO LEON	5287	144	72	40	100.0	34.0	20.0	14.0	8.0	10.0	1.3	3	7.00	3	21	5.00	1.3	15.00	71.93	-0.1	

SECTOR 9

Sector	Dia	Codigo	Nombre	Área Tot (m2)	Vol FRAnte	Vol NFR m3	Posición-Aspersores							Nº Pos	Pos-Asp	Tiempo- [h]	Caudal- posición	Tiempo- riego [h]	Vol recib m3	Balance Vol m3	Inicio	Fin			
							OP1	OP2	OP3	OP4	OP5	OP6	OP7												
9	Lunes	274	POLIVID MEDINA	487	21.6	10.8	6	15.0	5.1	3.0	2.1	1.2	0.2	1	5.00	3	15	0.2	15.00	10.53	-0.3	6:00	21:00		
9	Lunes	333	VICENTE MAYORGА	355	15.3	7.65	4	10.6	3.6	2.1	1.5	0.9	1.1	0.1	1	6.00	2	12	5.00	0.2	16:00	8.42	6:00	16:00	
9	Lunes	332	RICARDO SUAREZ Y OTROS	514	21.6	10.8	6	15.0	5.1	3.0	2.1	1.2	1.5	0.2	1	5.00	3	15	5.00	0.2	15:00	10.53	-0.3	6:00	21:00
9	Lunes	273	JORGE JARRIN	745	29.82	14.91	8	20.7	7.0	4.1	2.9	1.7	2.1	0.3	1	11.00	2	22	5.00	0.4	16:00	15.44	0.5	6:00	16:00
9	Lunes	272	EDGAR IVAN ORTIZ	1092	82.8	41.4	23	57.5	19.6	11.5	8.1	4.6	5.8	0.8	1	20.00	3	60	5.00	0.8	15:00	42.12	0.7	6:00	21:00
9	Lunes	270	ALFREDO SESA	514	12.96	6.48	4	9.0	3.1	1.8	1.3	0.7	0.9	0.1	1	3.00	3	9	5.00	0.1	15:00	6.32	-0.2	6:00	21:00
9	Lunes	271	ANGEL POZO BONILLA	1097	96	48	27	66.7	22.7	13.3	9.3	5.3	6.7	0.9	1	23.00	3	69	5.00	0.9	15:00	48.44	0.4	6:00	21:00
9	Lunes	269	MIGUEL ROBALINO	1568	89.58	44.79	25	62.2	21.2	12.4	8.7	5.0	6.2	0.8	1	21.00	3	63	5.00	0.8	15:00	44.23	-0.6	6:00	21:00
9	Lunes	262	JUANA DELENA CHAVEZ	4568	158.4	79.2	44	110.0	37.4	22.0	15.4	8.8	11.0	1.5	2	20.00	2	40	5.00	2.2	16:00	79.20	0.0	6:00	16:00
9	Martes	261	LUIS LLANUCA	2705	54	27	37.5	12.8	7.5	5.3	3.0	3.8	0.5	2	7.00	2	14	5.00	0.8	16:00	27.72	0.7	6:00	16:00	
9	Martes	247	ANIBAL NUÑEZ	3567	106.26	53.13	30	73.8	25.1	14.8	10.3	5.9	7.4	1.0	2	9.00	3	27	5.00	1.0	15:00	53.46	0.3	6:00	21:00
9	Martes	246	HUMBERTO NUÑEZ	1146	36	18	10	25.0	8.5	5.0	3.5	2.0	2.5	0.3	1	13.00	2	26	5.00	0.5	16:00	18.25	0.3	6:00	16:00
9	Martes	245	LUCIA NUÑEZ	2183	108	54	30	75.0	25.5	15.0	10.5	6.0	7.5	1.0	1	26.00	3	78	5.00	1.0	15:00	54.76	0.8	6:00	21:00
9	Martes	244	MARILDE NUÑEZ	1872	72	36	20	50.0	17.0	10.0	7.0	4.0	5.0	0.7	1	17.00	3	51	5.00	0.7	15:00	35.90	-0.2	6:00	21:00
9	Martes	241	ISABEL NUÑEZ	1872	72	36	20	50.0	17.0	10.0	7.0	4.0	5.0	0.7	1	26.00	2	52	5.00	1.0	16:00	36.50	0.5	6:00	16:00
9	Martes	240	ANELA NUÑEZ	2555	57.18	28.59	16	39.7	13.5	7.9	5.6	3.2	4.0	0.5	1	20.00	2	40	5.00	0.8	16:00	28.08	-0.5	6:00	16:00
9	Miercoles	242	MARIA VERONICA NUÑEZ	1466	75.6	37.8	21	52.5	17.9	10.5	7.4	4.2	5.3	0.7	1	18.00	3	54	5.00	0.7	15:00	37.91	0.1	6:00	21:00
9	Miercoles	243	MARIA MAGDALENA NUÑEZ	1922	75.6	37.8	21	52.5	17.9	10.5	7.4	4.2	5.3	0.7	1	18.00	3	54	5.00	0.7	15:00	37.91	0.1	6:00	21:00
9	Miercoles	228	JUANISA	3669	70.5	35.0	25.5	15.0	10.5	7.5	1.0	7.5	1.0	1	26.00	3	78	5.00	1.0	15:00	54.76	0.8	6:00	21:00	
9	Miercoles	280	JORGE ESPINOZA	2509	48.3	24.15	13	33.5	11.4	6.7	4.7	2.7	3.4	0.4	1	11.00	3	33	5.00	0.4	15:00	23.17	-1.0	6:00	21:00
9	Miercoles	279	JORGE ESPINOZA	3469	66.84	33.42	19	46.4	15.8	9.3	6.5	3.7	4.6	0.6	2	6.00	3	18	5.00	0.7	15:00	35.64	2.2	6:00	21:00
9	Miercoles	278	MARCO ESPINOZA	5978	115.2	57.6	32	80.0	27.2	16.0	11.2	6.4	8.0	1.1	2	10.00	3	30	5.00	1.1	15:00	59.40	1.8	6:00	21:00
9	Miercoles	277	JUDITH ESPINOZA	5978	115.2	57.6	32	80.0	27.2	16.0	11.2	6.4	8.0	1.1	3	8.00	2	16	5.00	1.5	16:00	54.80	-2.8	6:00	16:00
9	Jueves	276	CARMEN ESPINOZA	5978	115.2	57.6	32	80.0	27.2	16.0	11.2	6.4	8.0	1.1	3	8.00	2	16	5.00	1.5	16:00	54.80	-2.8	6:00	16:00
9	Jueves	275	HUGO ESPINOZA	5978	115.2	57.6	32	80.0	27.2	16.0	11.2	6.4	8.0	1.1	3	8.00	2	16	5.00	1.5	16:00	54.80	-2.8	6:00	16:00
9	Jueves	227	JORGE TIMBELA	5173	170.1	85.05	47	118.1	40.2	23.6	16.5	9.5	11.8	1.6	2	14.00	3	42	5.00	1.5	15:00	83.16	-1.9	6:00	21:00
9	Jueves	309	UTA	10859	864	432	240	600.0	204.0	120.0	84.0	48.0	60.0	8.0	6	13.00	3	39	5.00	5.9	15:00	319.61	-1.14	6:00	21:00
9	Sabado	309	UTA	10859	864	432	240	600.0	204.0	120.0	84.0	48.0	60.0	8.0	6	13.00	3	39	5.00	5.9	15:00	319.61	-1.14	6:00	21:00
9	Sabado	226	AULIA SACA	5127	100.8	50.4	28	70.0	23.8	14.0	9.8	5.6	7.0	0.9	2	8.00	3	24	5.00	0.9	15:00	47.52	-2.9	6:00	21:00
9	Sabado	225	MARCO RODOLFO SACA	4651	100.8	50.4	28	70.0	23.8	14.0	9.8	5.6	7.0	0.9	2	8.00	3	24	5.00	0.9	15:00	47.52	-2.9	6:00	21:00
9	Sabado	323	ORLANDO SACON	1391	72	36	20	50.0	17.0	10.0	7.0	4.0	5.0	0.7	1	26.00	2	52	5.00	1.0	16:00	36.50	0.5	6:00	16:00

SECTOR BOMBEO

Sector	Día	Código	Nombre	Área Tot (m2)	Vol FRAnie	Vol NFR m3	T Riego min	Posición-Aspersores						Opción [h]	Tiempo Pos-Asp [h]	Caudal-Posición [l/s]	Tiempo riego [h]	Vol recib m3	Balance Vol m3	Inicio	Fin		
								OP1	OP2	OP3	OP4	OP5	OP6	OP7									
B	Lunes	1	HEREDEROS JULIO CESAR ZURIETA	8274	78.72	39.36	22	54.7	18.6	10.9	7.7	4.4	5.5	0.7	3	4.00	3	12	0.8	15.00	41.10	1.7	
B	Lunes	4	HUGO ENRIQUE SANCHEZ	6002	109.38	54.69	30	76.0	25.8	15.2	10.6	6.1	7.6	1.0	3	5.00	3	15	1.0	15.00	51.38	-3.3	
B	Lunes	14	HECTOR EFRAIN ZURIETA	6515	308.78	154.89	86	215.1	73.1	43.0	30.1	17.2	21.5	2.9	4	10.00	3	30	5.00	15.00	156.00	1.1	
B	Lunes	15	JOSE ENRIQUE MAYORGА	1428	16.68	8.34	5	11.6	3.9	2.3	1.6	0.9	1.2	0.2	1	4.00	3	12	5.00	0.2	15.00	8.42	
B	Lunes	20	MILTON HENRYEL MAYORGА	1441	13.92	6.96	4	9.7	3.3	1.9	1.4	0.8	1.0	0.1	1	3.00	3	9	5.00	0.1	15.00	6.32	
B	Lunes	329	LAURA MAYORGА	5275.3	108	54	30	75.0	25.5	15.0	10.5	6.0	7.5	1.0	2	9.00	3	27	5.00	1.0	15.00	53.46	
B	Martes	19	MERCEDES MAYORGА	8900	206.16	103.08	57	143.2	48.7	28.6	20.0	11.5	14.3	1.9	3	10.00	3	30	5.00	1.9	15.00	102.75	
B	Martes	81	LUIS MAYORGА	947	9.12	4.56	3	6.3	2.2	1.3	0.9	0.5	0.6	0.1	1	2.00	3	6	5.00	0.1	15.00	4.21	
B	Martes	328	HILDA MAYORGА	5275.3	108	54	30	75.0	25.5	15.0	10.5	6.0	7.5	1.0	1	26.00	3	78	5.00	1.0	15.00	54.76	
B	Martes	78	GALO ZURIETA	1996	78.24	39.12	22	54.3	18.5	10.9	7.6	4.3	5.4	0.7	1	18.00	3	54	5.00	0.7	15.00	37.91	
B	Martes	77	LUZARDO MAYORGА MAYORGА	6479	110.76	55.33	31	76.9	26.2	15.4	10.8	6.2	7.7	1.0	2	9.00	3	27	5.00	1.0	15.00	53.46	
B	Martes	73	AUGUSTO ORNATE	2134	56.4	28.2	16	39.2	13.3	7.8	5.5	3.1	3.9	0.5	1	14.00	3	42	5.00	0.5	15.00	29.48	
B	Martes	72	MERCEDES MAYORGА	2390	55.32	27.66	15	38.4	13.1	7.7	5.4	3.1	3.8	0.5	1	13.00	3	39	5.00	0.5	15.00	27.38	
B	Miércoles	75	MANUEL ORNATE	2572	48.6	24.3	14	33.8	11.5	6.8	4.7	2.7	3.4	0.5	1	11.00	3	33	5.00	0.4	15.00	23.17	
B	Miércoles	74	SIXTO CACERES	5788	100.8	50.4	28	70.0	23.8	14.0	9.8	5.6	7.0	0.9	3	15	5.00	3	15	1.0	15.00	51.38	1.0
B	Miércoles	76	HUGO ENRIQUE SANCHEZ	17695	322.56	161.28	90	224.0	76.2	44.8	31.4	17.9	22.4	3.0	6	7.00	3	21	5.00	3.2	15.00	172.10	
B	Miércoles	118	MERCEDES MAYORGА	6179	143.1	71.55	40	99.4	33.8	19.9	13.9	8.0	9.9	1.3	3	7.00	3	21	5.00	1.3	15.00	71.93	
B	Jueves	129	FLERIDIA ZURIETA	15587	583.86	291.93	162	405.5	137.9	56.8	32.4	40.5	54	6	12.00	3	36	5.00	5.5	15.00	295.02	3.1	
B	Viernes	121	JUSTO CACERES	4605	101.88	50.94	28	70.8	24.1	14.2	9.9	5.7	7.1	0.9	3	5.00	3	15	5.00	1.0	15.00	51.38	
B	Viernes	120	JOSÉ PAREDES	3726	144	72	40	100.0	34.0	20.0	14.0	8.0	10.0	1.3	3	7.00	3	21	5.00	1.3	15.00	71.93	
B	Viernes	128	ESTELA SANCHEZ	1073	20.52	10.26	6	14.3	4.8	2.9	2.0	1.1	1.4	0.2	1	5.00	3	15	0.2	15.00	10.53	0.3	
B	Viernes	127	ROSA CASTRO	14516	788.4	394.2	219	547.5	186.2	109.5	76.7	43.8	54.8	7.3	6	8.00	3	24	5.00	3.6	15.00	196.68	
B	Sábado	127	ROSA CASTRO	14516	788.4	394.2	219	547.5	186.2	109.5	76.7	43.8	54.8	7.3	6	8.00	3	24	5.00	3.6	15.00	196.68	
B	Sábado	126	GENARO PASTOR	2225	24.9	12.45	7	17.3	5.9	3.5	2.4	1.4	1.7	0.2	1	6.00	3	18	5.00	0.2	15.00	12.64	
B	Sábado	125	ESTELA SANCHEZ	4571	87.42	43.71	24	60.7	20.6	12.1	8.5	4.9	6.1	0.8	4	3.00	3	9	5.00	0.9	15.00	46.80	
B	Domingo	119	JOSE TARQUINO CACERES MAYORGА	3664	43.2	21.6	12	30.0	10.2	6.0	4.2	2.4	3.0	0.4	2	4.00	3	12	5.00	0.4	15.00	23.76	
B	Domingo	124	ROBERTO VICENTE SUPE NAVARRETE	10045	136.8	68.4	38	95.0	32.3	19.0	13.3	9.5	1.3	2	12.00	3	36	5.00	1.3	15.00	71.28		
B	Domingo	122	REFIORIO	1853	64.8	32.4	18	45.0	15.3	9.0	6.3	3.6	4.5	0.6	1	15.00	3	45	5.00	0.6	15.00	31.59	
B	Domingo	123	CARLOS HERNAN CACERES SANCHEZ	5449	72	36	20	50.0	17.0	10.0	7.0	4.0	5.0	0.7	1	17.00	3	51	5.00	0.7	15.00	35.80	

SECTOR BOMBEO

Sector	Dia	Codigo	Nombre	Area Tot (m2)	Vol FRAnite	Vol NFR m3	T Riego min	Posición-Aspersores						Opción	OP7	Tiempo Pos-Asp [h]	Caudal-Posición	Tiempo riego [h]	Vol recib m3	Balance Vol m3	Inicio	Fin				
								OP1	OP2	OP3	OP4	OP5	OP6													
B	Lunes	1	HEREDEROS JULIO CESAR ZURIETA	8274	78.72	39.36	22	54.7	18.6	10.9	0.19	0.29	0.54	0.46	2.72	0.8	12	4.00	3	15.00	41.10	1.7	6:00	21:00		
B	Lunes	4	HUGO ENRIQUE SANCHEZ	6002	109.38	54.69	30	76.0	25.8	15.2	10.6	6.1	4.4	5.5	0.7	3	15	5.00	1.0	15.00	51.38	-3.3	6:00	21:00		
B	Lunes	120	JOSÉ PAREDES	3726	144	100.00	40	100.0	34.0	20.0	14.0	8.0	10.0	1.3	3	21	7.00	3	1.3	15.00	71.93	-0.1	6:00	21:00		
B	Lunes	15	JOSÉ ENRIQUE MAYORGА	1428	16.68	8.34	5	11.6	3.9	2.3	1.6	0.9	1.2	0.2	1	12	4.00	3	27	5.00	0.2	15.00	8.42	0.1	6:00	21:00
B	Lunes	329	LAURA MAYORGА	5235.3	30	75.0	25.5	10.5	6.0	4.7	3.4	2.7	3.4	0.5	1	21	9.00	3	33	5.00	0.4	15.00	53.46	-0.5	6:00	21:00
B	Lunes	75	MANUEL ONATE	2572	48.6	24.3	14	33.8	11.5	6.8	4.7	3.4	2.7	3.4	0.5	1	11.00	3	33	5.00	1.3	15.00	23.17	-1.1	6:00	21:00
B	Lunes	118	MERCEDIS MAYORGА	6179	143.1	71.55	40	99.4	33.8	19.9	13.9	8.0	9.9	1.3	3	21	7.00	3	21	5.00	1.3	15.00	71.93	0.4	6:00	21:00
B	Martes	14	HECTOR EFRAIN ZURIETA	6515	309.78	154.89	86	215.1	73.1	43.0	30.1	17.2	14.3	21.5	2.9	4	10.00	3	30	5.00	2.9	15.00	156.00	1.1	6:00	21:00
B	Martes	20	MILTON HERMEL MAYORGА	1441	13.92	6.96	4	9.7	3.3	1.9	1.4	0.8	1.0	0.1	1	3.00	3	9	5.00	0.1	15.00	6.32	-0.6	6:00	21:00	
B	Martes	121	JUSTO CACERES	4605	101.88	50.94	28	70.8	24.1	14.2	9.9	5.7	7.1	0.9	3	15	5.00	3	15	5.00	1.0	15.00	51.38	0.4	6:00	21:00
B	Martes	124	ROBERTO VICENTE SUPE NAVARRETE	10045	136.8	68.4	38	95.0	32.3	19.0	13.3	7.6	9.5	1.3	2	12.00	3	36	5.00	1.3	15.00	71.28	2.9	6:00	21:00	
B	Martes	122	RESERVORIO	1863	64.8	37.4	18	45.0	15.3	9.0	6.3	3.6	4.5	0.6	1	15.00	3	45	5.00	0.6	15.00	31.59	-0.8	6:00	21:00	
B	Miércoles	19	MERCEDIS MAYORGА	8900	206.16	103.08	57	143.2	48.7	28.6	20.0	11.5	14.3	1.9	3	10.00	3	30	5.00	1.9	15.00	102.75	-0.3	6:00	21:00	
B	Miércoles	328	HILDA MAYORGА	5275.3	108	54	30	75.0	25.5	15.0	10.5	6.0	7.5	1.0	1	26.00	3	78	5.00	1.0	15.00	54.76	0.8	6:00	21:00	
B	Miércoles	126	GÉNARO PASTOR	2225	24.9	12.45	7	17.3	5.9	3.5	2.4	1.4	1.7	0.2	1	6.00	3	18	5.00	0.23	15.00	12.64	0.2	6:00	21:00	
B	Miércoles	125	ESTELA SANCHEZ	4571	87.42	43.71	24	60.7	20.6	12.1	8.5	4.9	6.1	0.8	4	3.00	3	9	5.00	0.9	15.00	46.80	3.1	6:00	21:00	
B	Miércoles	119	JOSÉ TARIQUINO CACERES MAYORGА	3664	43.2	21.6	12	30.0	10.2	6.0	4.2	2.4	3.0	0.4	2	4.00	3	12	5.00	0.4	15.00	23.76	2.2	6:00	21:00	
B	Miércoles	17	WILSON JAYAS	3183	76.86	38.43	21	53.4	18.1	10.7	7.5	4.3	5.3	0.7	2	6.00	3	18	5.00	0.7	15.00	35.64	-2.8	6:00	21:00	
B	Miércoles	18	MERCEDIS MAYORGА	3199	74.1	37.05	21	51.5	17.5	10.3	7.2	4.1	5.1	0.7	2	6.00	3	18	5.00	0.7	15.00	35.64	-1.4	6:00	21:00	
B	Jueves	81	LUIS MAYORGА	947	9.12	4.56	3	6.3	2.2	1.3	0.9	0.5	0.6	0.1	1	2.00	3	6	5.00	0.1	15.00	4.21	-0.3	6:00	21:00	
B	Jueves	77	UZARIO MAYORGА MAYORGА	6479	110.76	55.38	31	76.9	26.2	15.4	10.8	6.2	7.7	1.0	2	9.00	3	27	5.00	0.2	15.00	53.46	-1.9	6:00	21:00	
B	Jueves	128	ESTELA SANCHEZ	1073	20.52	10.26	6	14.3	4.8	2.9	2.0	1.1	1.4	0.2	1	5.00	3	15	5.00	0.2	15.00	10.53	0.3	6:00	21:00	
B	Jueves	74	SIXTO CACERES	5788	100.8	50.4	28	70.0	23.8	14.0	9.8	5.6	7.0	0.9	3	5.00	3	15	5.00	1.0	15.00	51.38	1.0	6:00	21:00	
B	Jueves	127	ROSA CASTRO	14516	788.4	394.2	219	547.5	186.2	109.5	76.7	43.8	54.8	7.3	6	8.00	3	24	5.00	3.6	15.00	196.68	-197.5	6:00	21:00	
B	Viernes	78	GALO ZURIETA	1996	78.24	39.12	22	54.3	18.5	10.9	7.6	4.3	5.4	0.7	1	18.00	3	54	5.00	0.7	15.00	37.91	-1.2	6:00	21:00	
B	Viernes	72	MERCEDIS MAYORGА	2390	55.32	27.66	15	38.4	13.1	7.7	5.4	3.1	3.8	0.5	1	13.00	3	39	5.00	0.5	15.00	27.38	-0.3	6:00	21:00	
B	Viernes	127	ROSA CASTRO	14516	788.4	394.2	219	547.5	186.2	109.5	76.7	43.8	54.8	7.3	6	8.00	3	24	5.00	3.6	15.00	196.68	-0.8	6:00	21:00	
B	Viernes	123	CARLOS HERNAN CACERES SANCHEZ	5449	72	36	20	50.0	17.0	10.0	7.0	4.0	5.0	0.7	1	17.00	3	51	5.00	0.7	15.00	35.80	-0.2	6:00	21:00	
B	Sábado	129	FLEIDA ZURIETA	15987	583.86	291.93	162	405.5	137.9	81.1	56.8	32.4	40.5	5.4	6	12.00	3	36	5.00	5.5	15.00	295.02	3.1	6:00	21:00	
B	Sábado	73	AUGUSTO ONATE	2134	56.4	28.2	16	39.2	13.3	7.8	5.5	3.1	3.9	0.5	1	14.00	3	42	5.00	0.5	15.00	29.48	1.3	6:00	21:00	
B	Domingo	76	HUGO ENRIQUE SANCHEZ	17695	322.56	161.28	90	24.0	76.2	44.8	31.4	17.9	22.4	3.0	6	7.00	3	21	5.00	3.2	15.00	172.10	10.8	6:00	21:00	
B	Domingo	16	JOSÉ ENRIQUE MAYORGА	1646	19.26	9.63	5	13.4	4.5	2.7	1.9	1.1	1.3	0.2	2	2.00	3	6	5.00	0.2	15.00	11.88	2.3	6:00	21:00	

ANEXO № 10
CÁLCULOS DEL RESERVORIO

Diseño del reservorio

Datos:

Caudal=	60 l/s
Frecuencia riego ant=	14.00 días
Nueva Frec riego=	7.00 días
Factor de seguridad=	1.2
Pendiente paredes=	2.00
Diámetro de tubería=	299.6 mm
Largo/ancho=	1.5
Pendiente longitud=	1 %
Pendiente transver=	2 %

Cálculos:

Días	Tiempo (h)	Q ingreso (l/s)	Vol ingreso (m3)	Vol salida (m3)	Vol ing - sal (m3)	Vol reservorio (m3)
Lunes	6.00	60	1296.00	3075.20	-1779.20	889.72
Martes	18.00	60	3888.00	2954.96	933.04	1822.76
Miércoles	4.48	60	968.40	2965.10	-1996.70	-173.94
Jueves	19.00	60	4104.00	2737.02	1366.98	1366.98
Viernes	19.15	60	4136.40	3098.58	1037.82	2404.80
Sábado	17.00	60	3672.00	2619.58	1052.42	3457.22
Domingo	0.47	60	100.80	659.93	-559.13	2898.09
Lunes	5.88	60	1270.80	3075.20	-1804.40	1093.69
Martes	12.33	60	2664.00	2954.96	-290.96	802.73
Miércoles	16.25	60	3510.00	2965.10	544.90	1347.63
Jueves	11.87	60	2563.20	2737.02	-173.82	1173.81
Viernes	18.67	60	4032.00	3098.58	933.42	2107.23
Sábado	12.20	60	2635.20	2619.58	15.62	2122.85
Domingo	5.6	60	1206.00	659.93	546.07	2668.92
			36046.80	36220.74		

Volumen: 3457.22 m^3

Volumen* FS : 4148.66 m^3

$$h_{\min} = \left(\frac{Q}{CA} \right)^2 \frac{1}{2g}$$

Altura mínima h_{\min} : 0.23 m

Altura diseño h: 3.50 m Altura de seguridad: 0.3 m

Largo fondo: 32.57 m Largo espejo de agua: 46.57 m

Ancho fondo: 21.72 m Ancho espejo agua: 35.72 m

Área del fondo: 707.32 m^2 Área espejo de agua: 1663.35 m^2

Volumen 4148.66 m^3

Largo fondo diseño: 35 m Largo superficie final: 49.00 m

Ancho fondo diseño: 20 m Ancho superficie final: 34.00 m

Área final fondo: 700 m^2 Área superficie final: 1666 m^2

Volumen real: 4140.50 m^3

Almacenamiento de sedimentos.

h longitudinal: 0.50 m h transversal: 0.4 m

Rejilla

Ancho de platinas= 0.038 m
 Ancho de separación= 0.050 m
 Angulo de la rejilla= 50 °
 Velocidad flujo= 0.8 m/s
 Altura del agua = 0.38 m

Cálculos:

Área contraida: 0.098 m²Área real: 0.131 m²Área espaciamiento: 0.014 m²Área espac perpend: 0.019 m²

Número de espacios: 7.00

Número de platinas: 8.00

Ancho de la rejilla: 0.654 m

Altura de la rejilla: 0.627 m

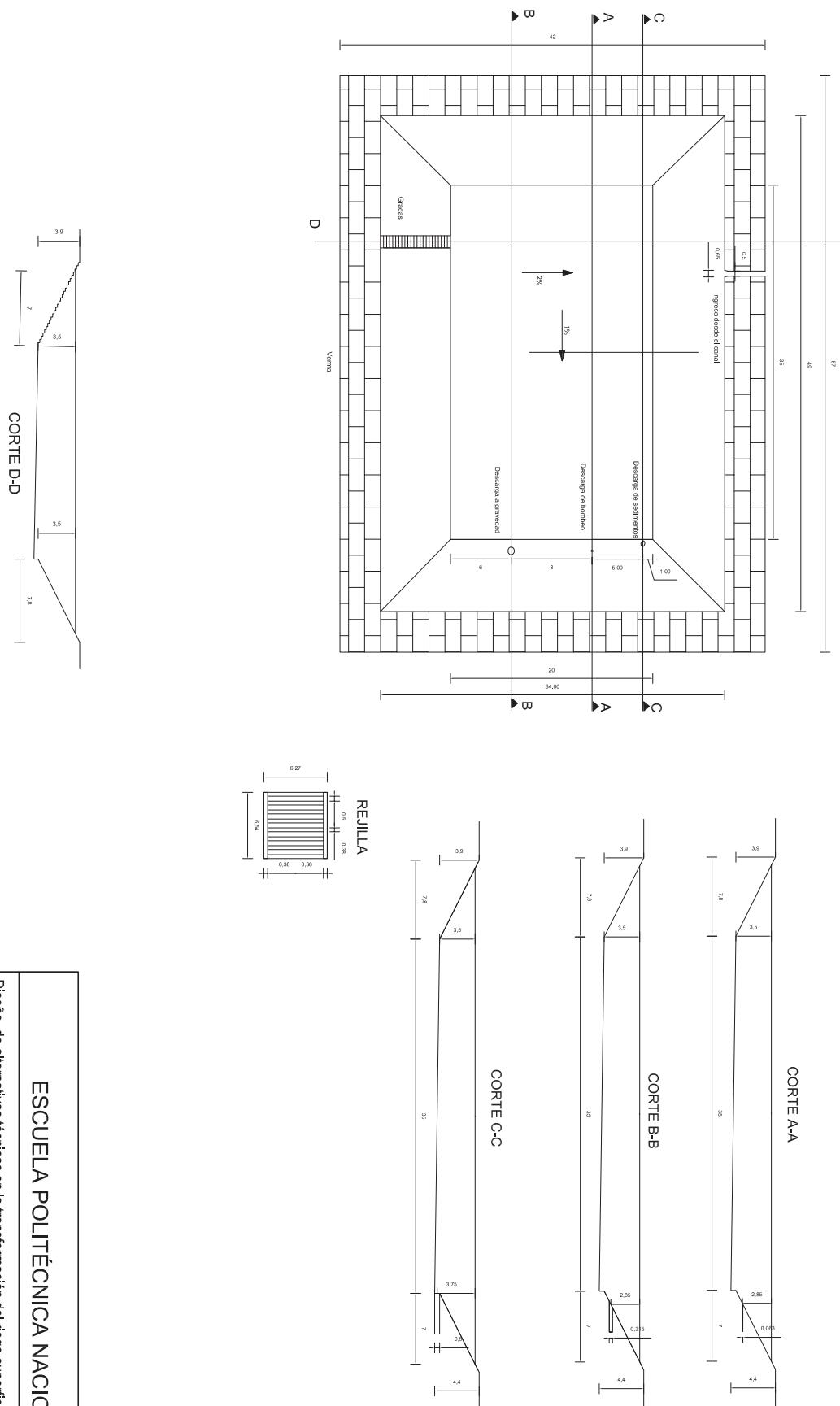
Ensanchamiento:

Ancho inicial= 0.5 m
 Ancho final= 0.654 m
 Largo/ancho= 4

Cálculos:

Largo: 0.308

ANEXO № 11
PLANO DEL RESERVORIO



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

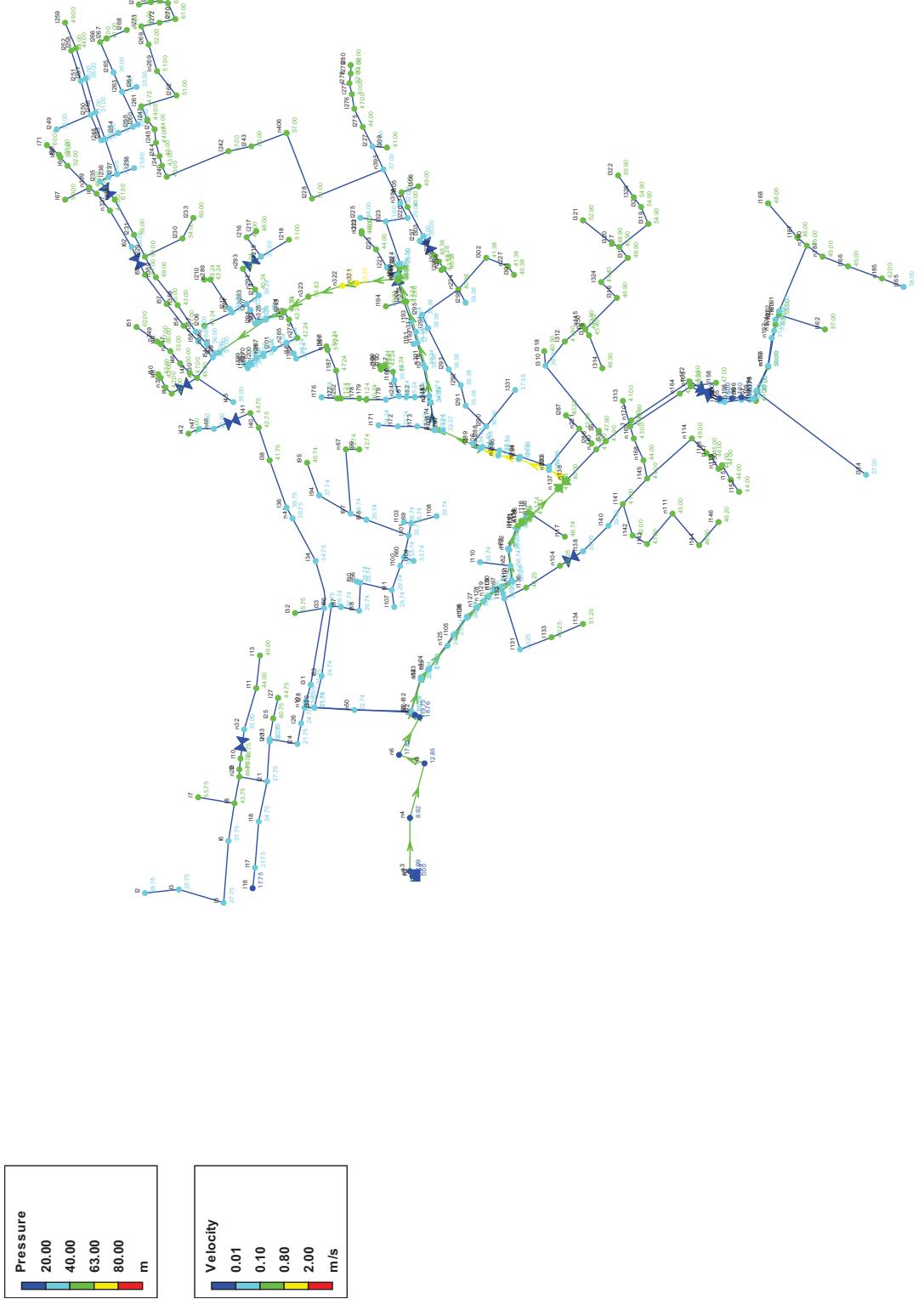
Diseño de alternativas técnicas en la transformación del riego superficial por inundación a riego tecnificado modular. Caso de análisis: óvalo Tunga, sistema de riego Mocha-Huachí.

Reservorio del ramal San Pedro

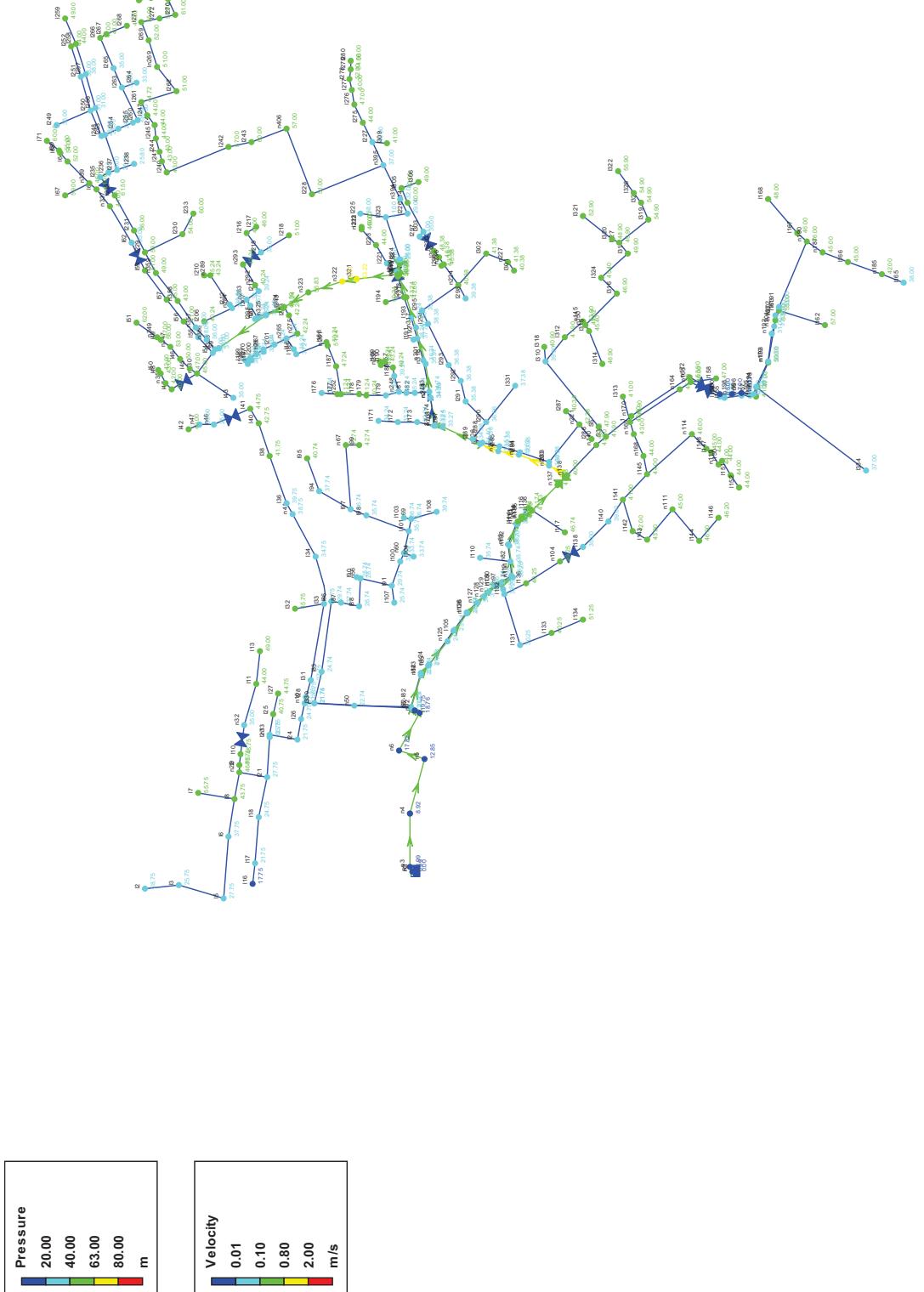
Carlos Sánchez	Escal&E	Fecha: Sept 2012	Nº Planap:
----------------	---------	------------------	------------

ANEXO N° 12
REPORTES DE LA MODELIZACIÓN DE LA RED
PRINCIPAL

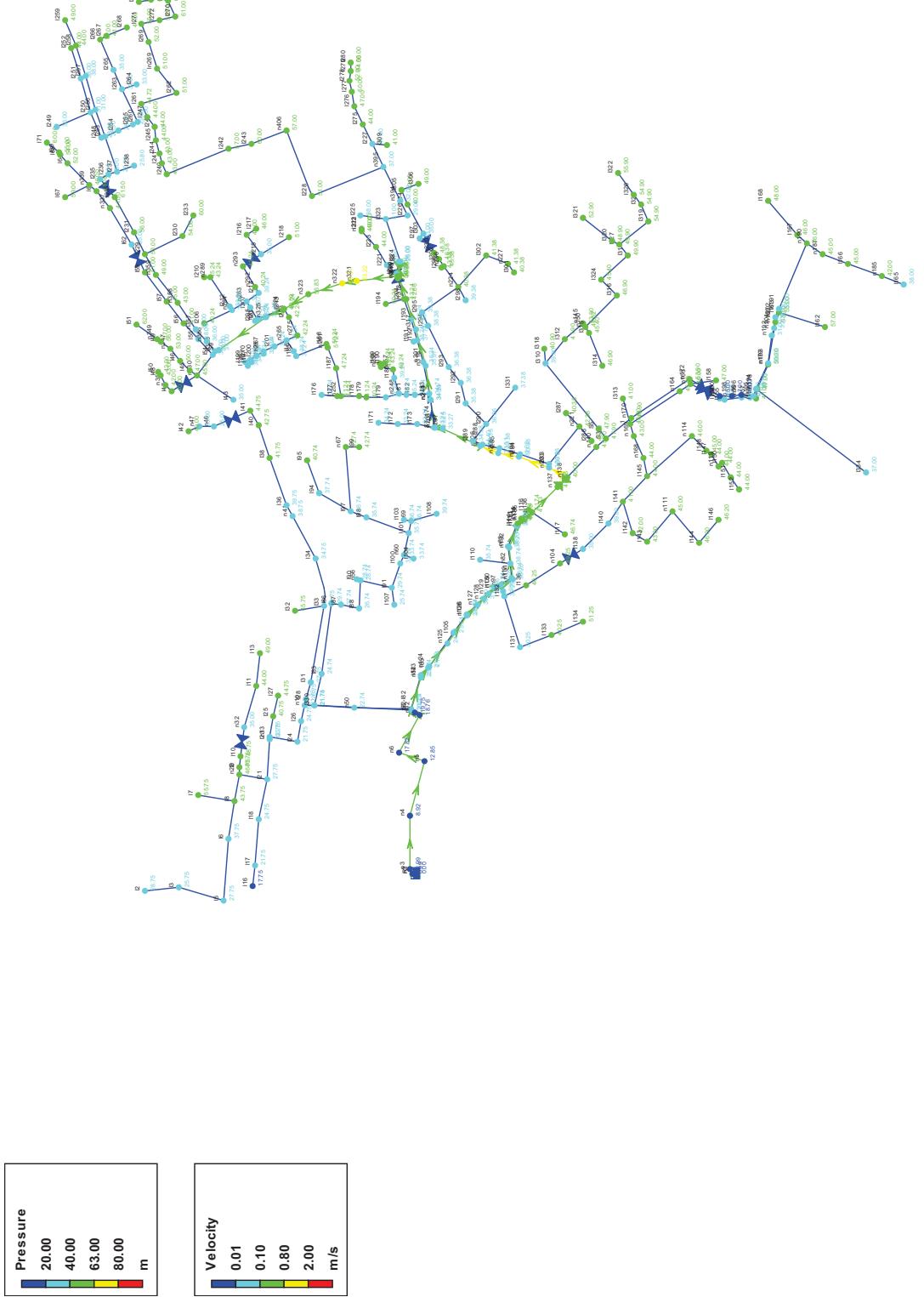
Red Principal-San Pedro Lunes 6:00 a.m. - 11:00 a.m.



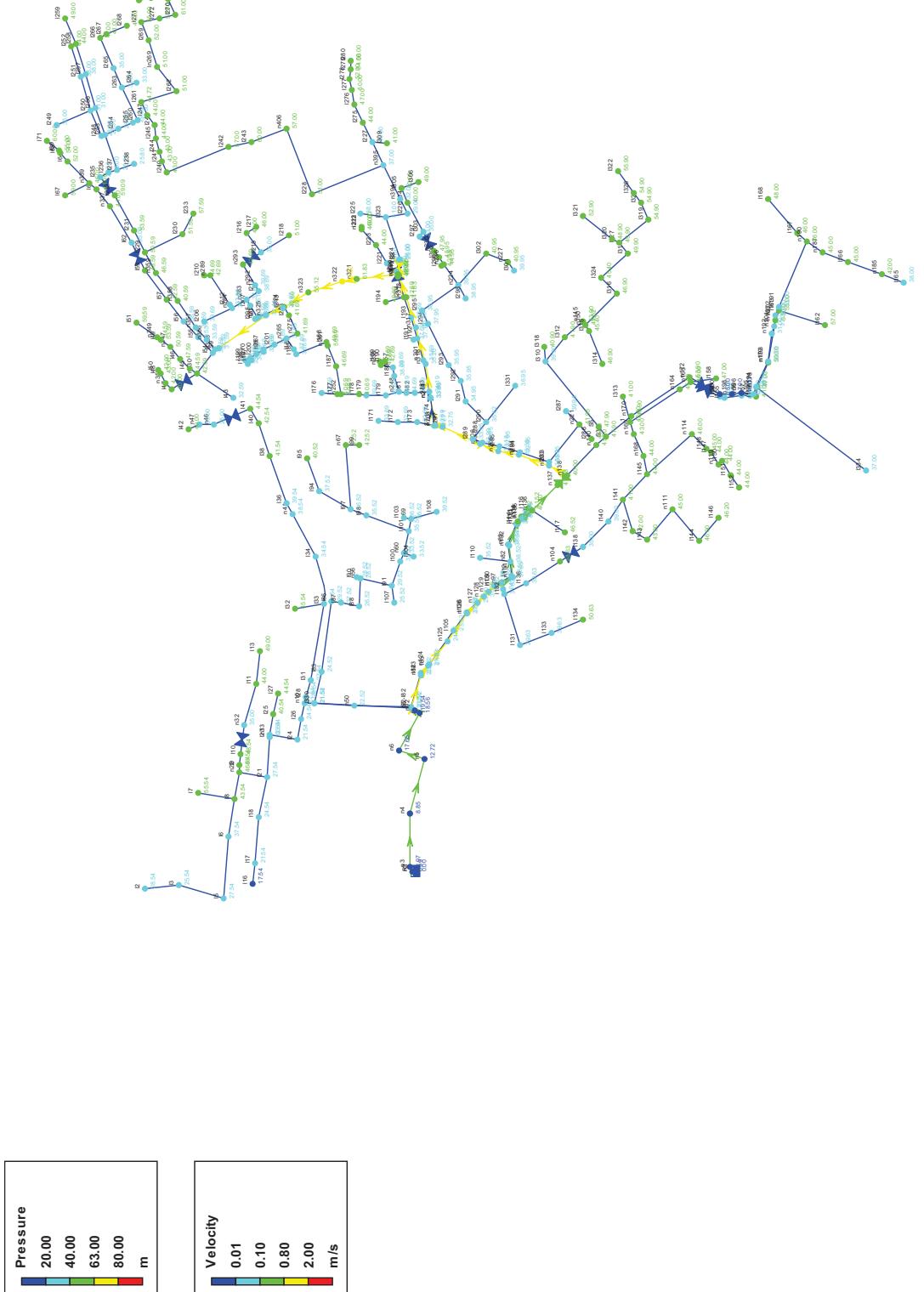
Red Principal-San Pedro Lunes 11:00 a.m. - 4:00 p.m.



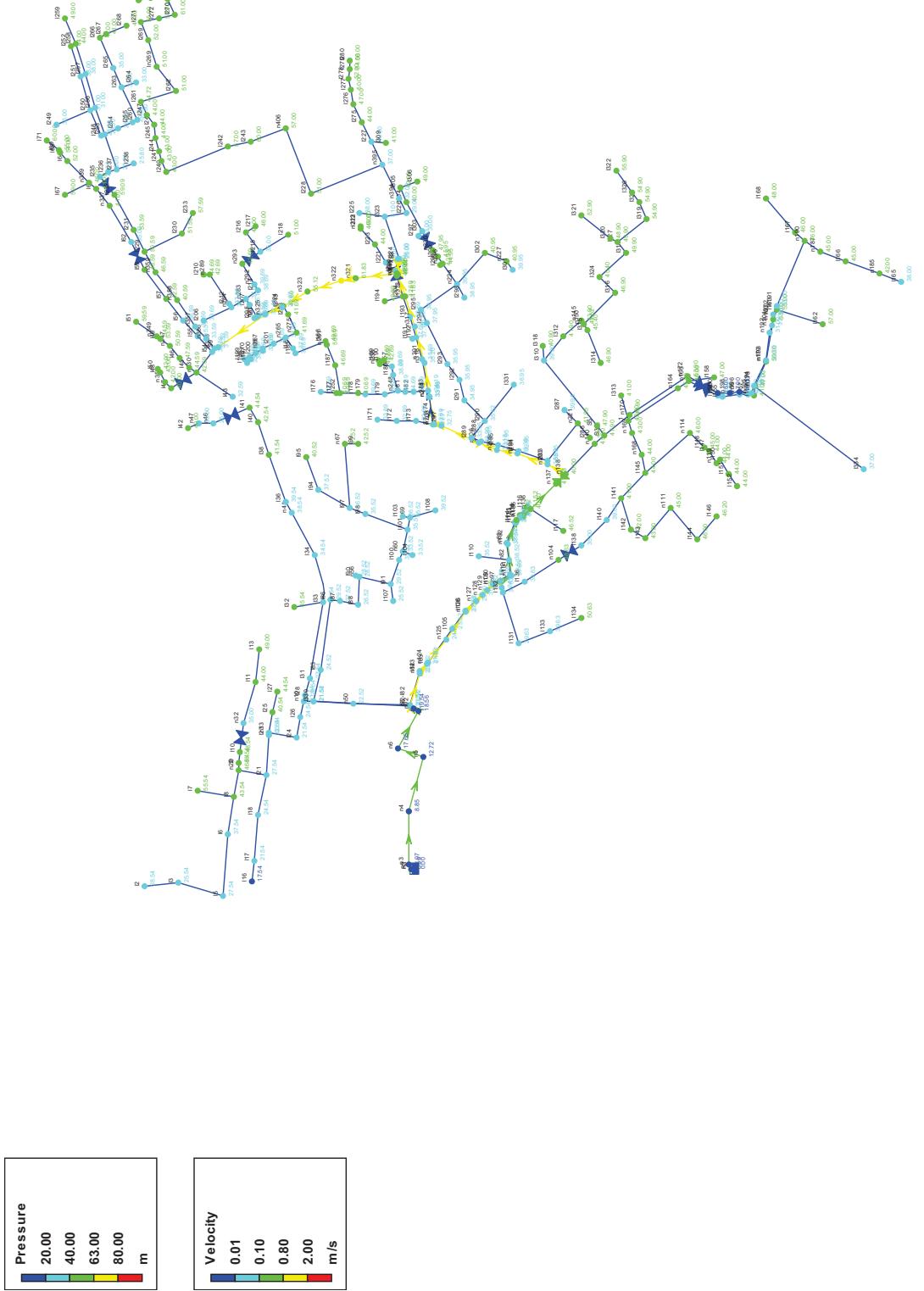
Red Principal-San Pedro Lunes 4:00 p.m. - 9:00 p.m.



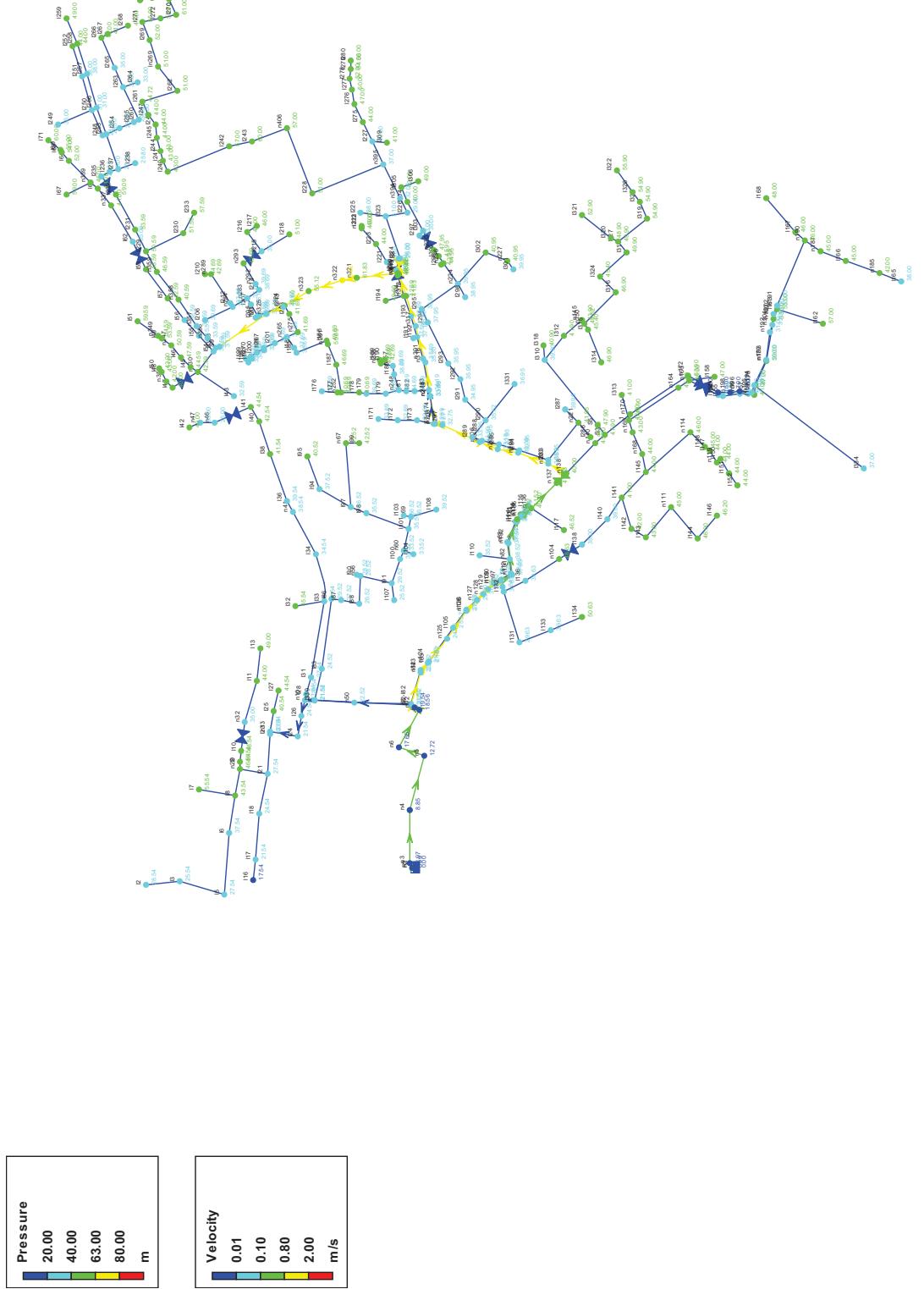
Red Principal-San Pedro Q max: 1.4Q Lunes 6:00 a.m. - 11:00 a.m.



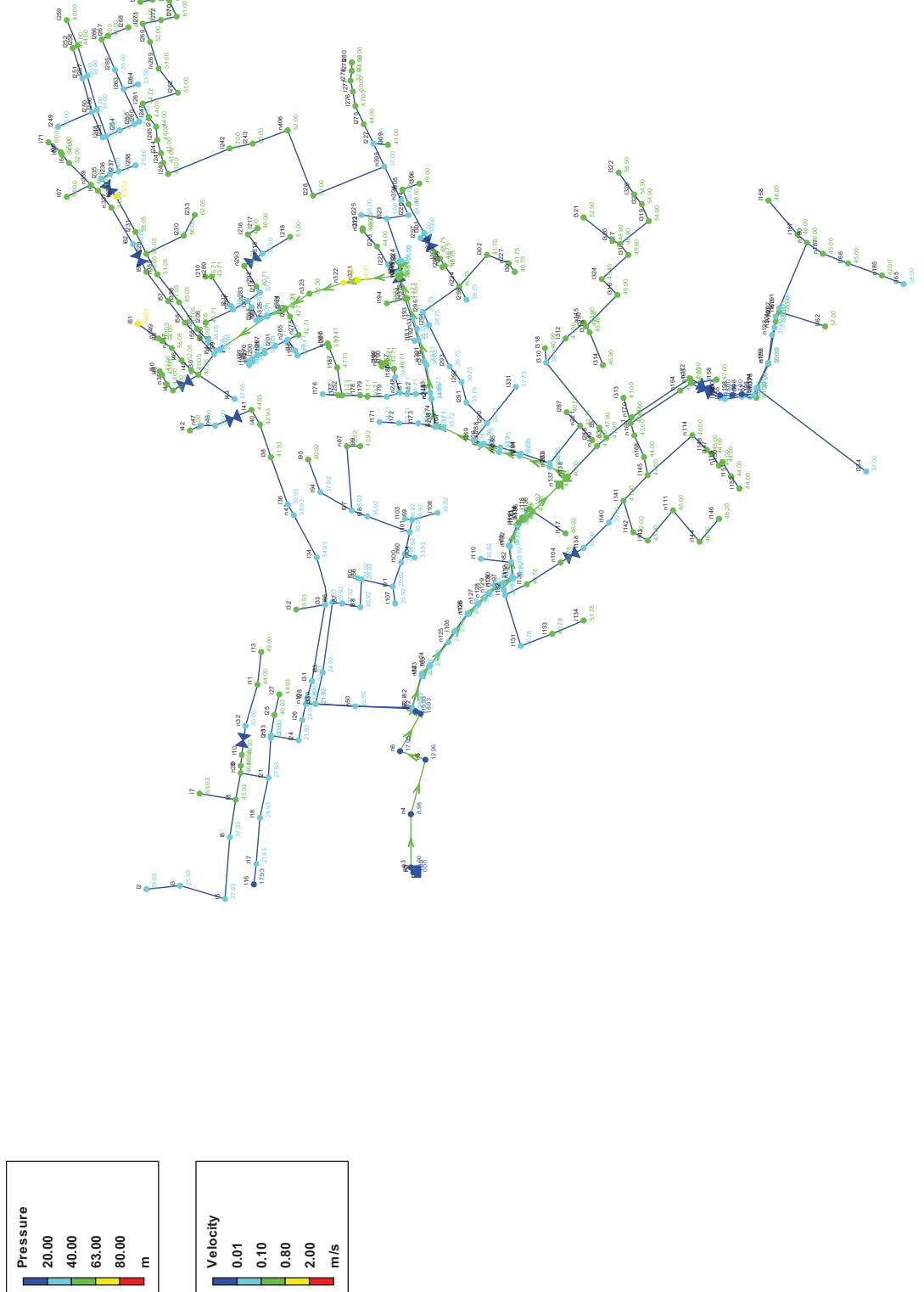
Red Principal-San Pedro Q max Lunes 11:00 a.m. - 4:00 p.m.



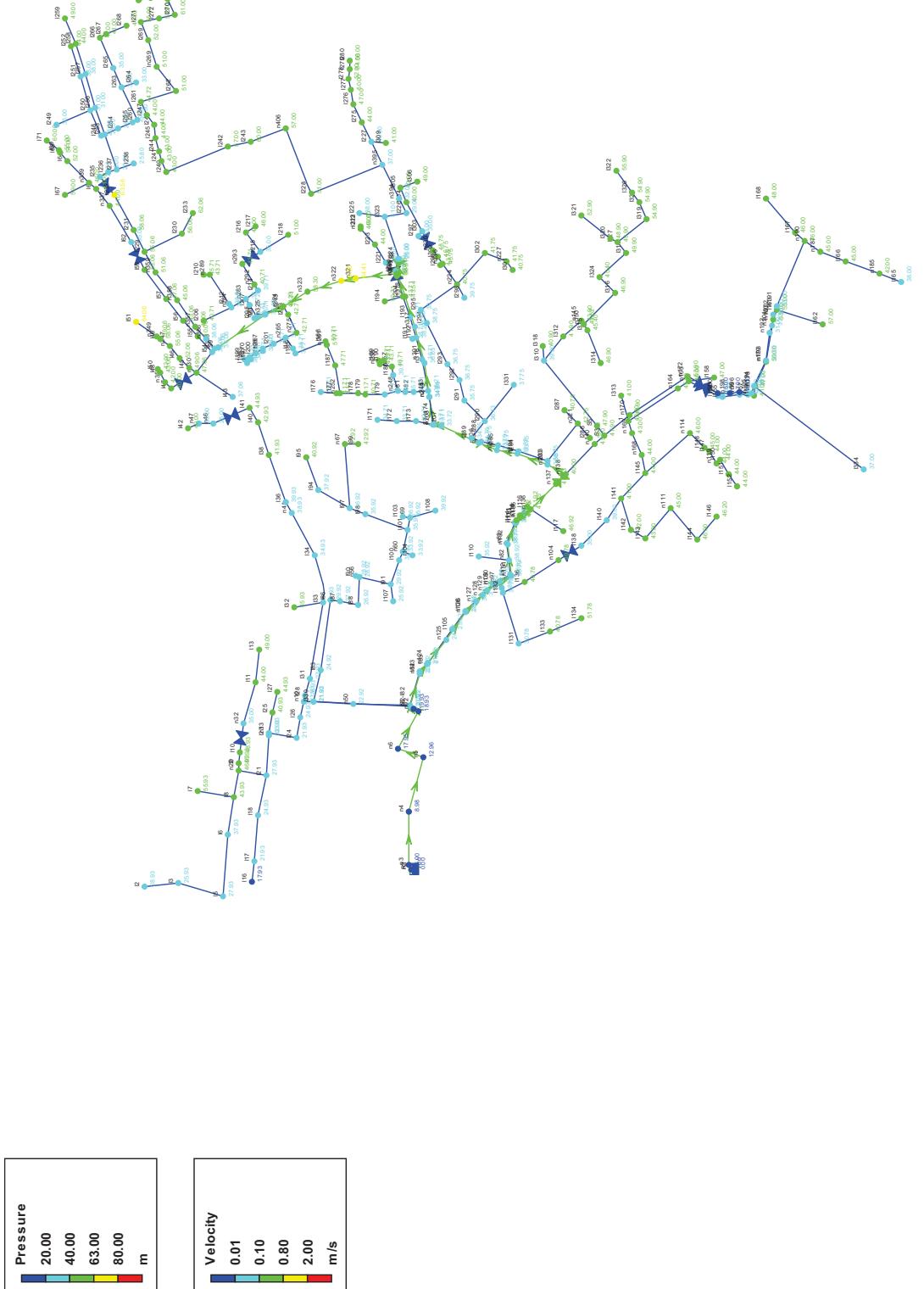
Red Principal-San Pedro Q max Lunes 4:00 p.m. - 9:00 p.m.



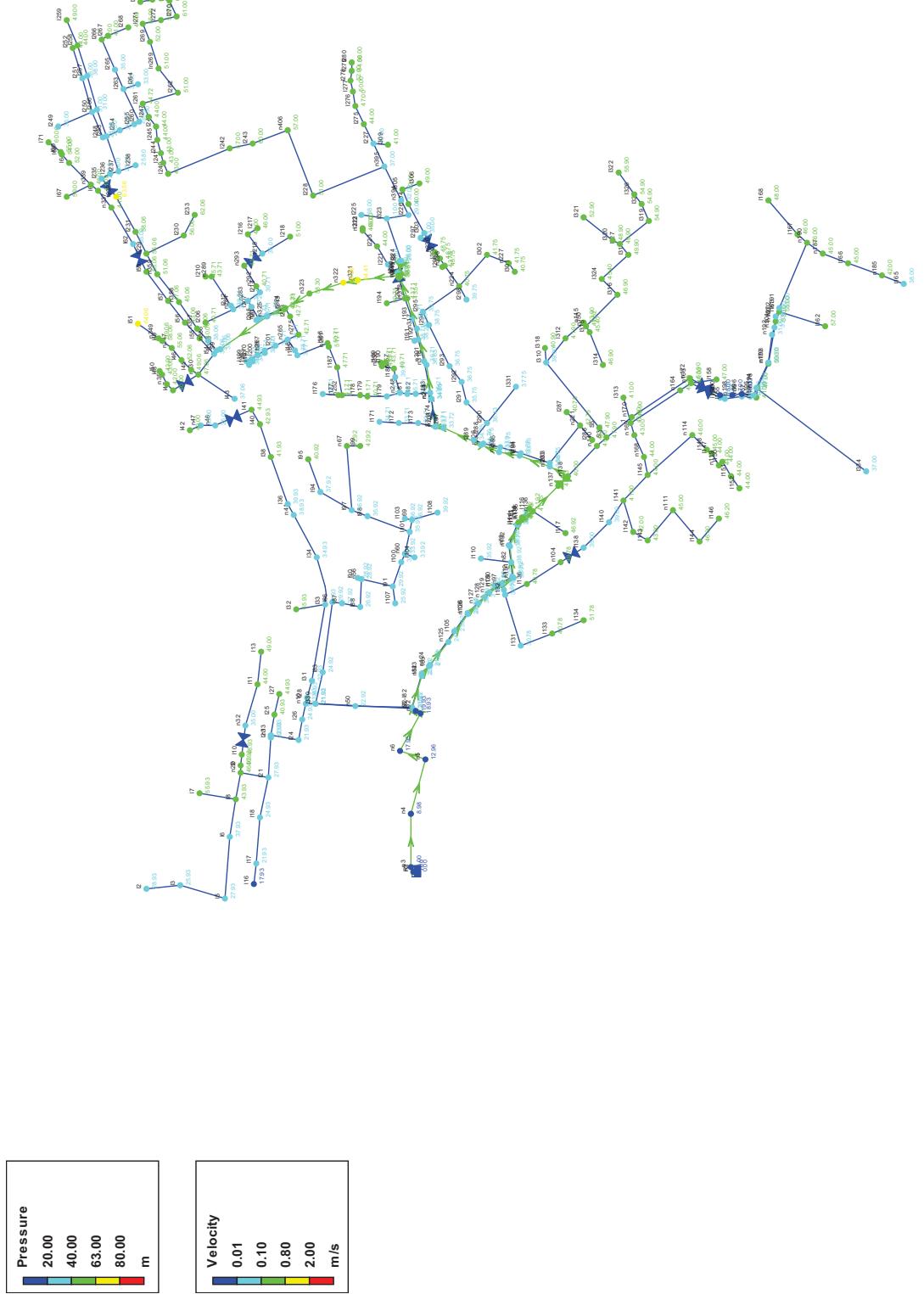
Red Principal-San Pedro uso reducido 50%Q Lunes 6:00 a.m. - 11:00 a.m.



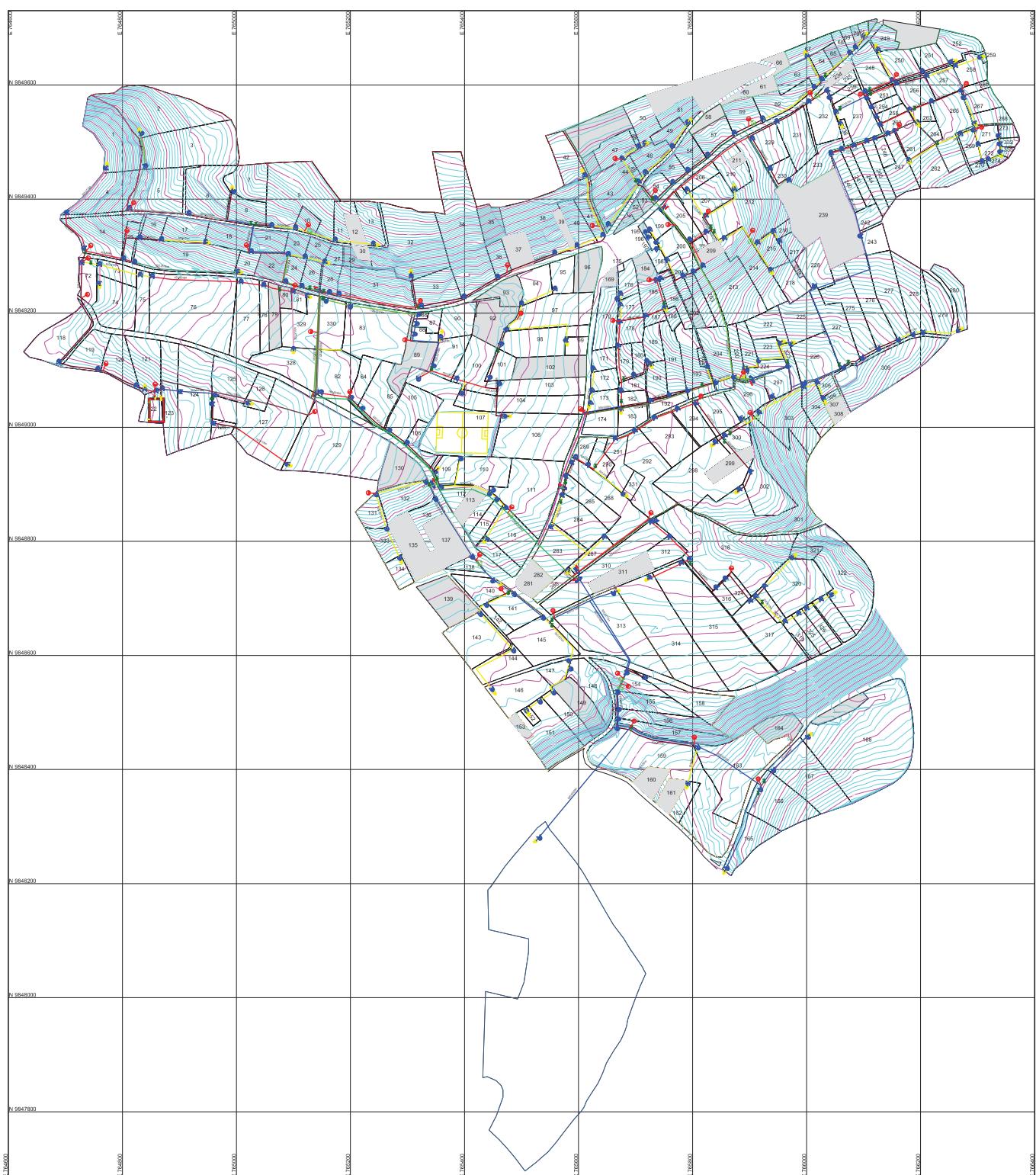
Red Principal-San Pedro uso reducido Lunes 11:00 a.m. - 4:00 p.m.



Red Principal-San Pedro uso reducido Lunes 4:00 p.m. - 9:00 p.m.



ANEXO № 13
PLANO DE LA RED



LEYENDA	
~	CURVAS DE NIVEL
~	LÍNEA DE CONDUCCIÓN
~	VIA
蝶阀	VÁLVULA MARIPOSA
压力表	VÁLVULA ENTREGA
压力减压阀	VÁLVULA REDUCTORA PRESIÓN
管道	90US320m (Tubos Pn16)
洗涤	DIMETRICOASELONNITUTO
插板阀	
气动球阀	
气动蝶阀	
气动减压阀	

DIÁMETRO DE LAS TUBERÍAS		CLASE			
DIÁMETRO	0.63	0.8	1.0	1.25	
315 mm					
250 mm					
200 mm					
160 mm					
125 mm					
100 mm					
90 mm					
75 mm					
63 mm					
50 mm					
40 mm					
32 mm					
25 mm					

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

Diseño de alternativas técnicas en la transformación del riego superficial por inundación a riego tecnificado modular. Caso de análisis: óvalo Tunga, sistema de riego Mocha-Huachi.

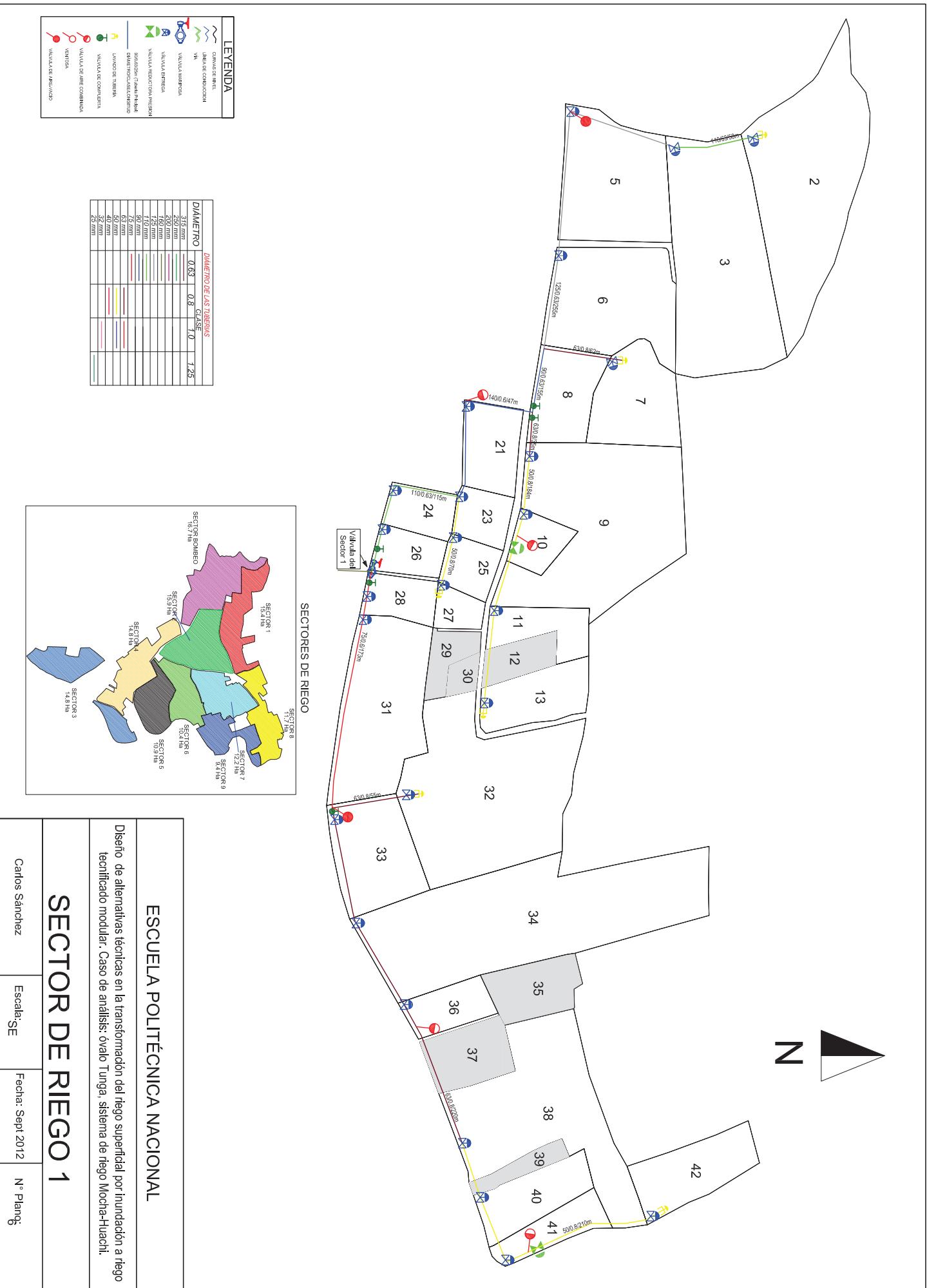
Red de tuberías

Carlos Sánchez

Escala: SE

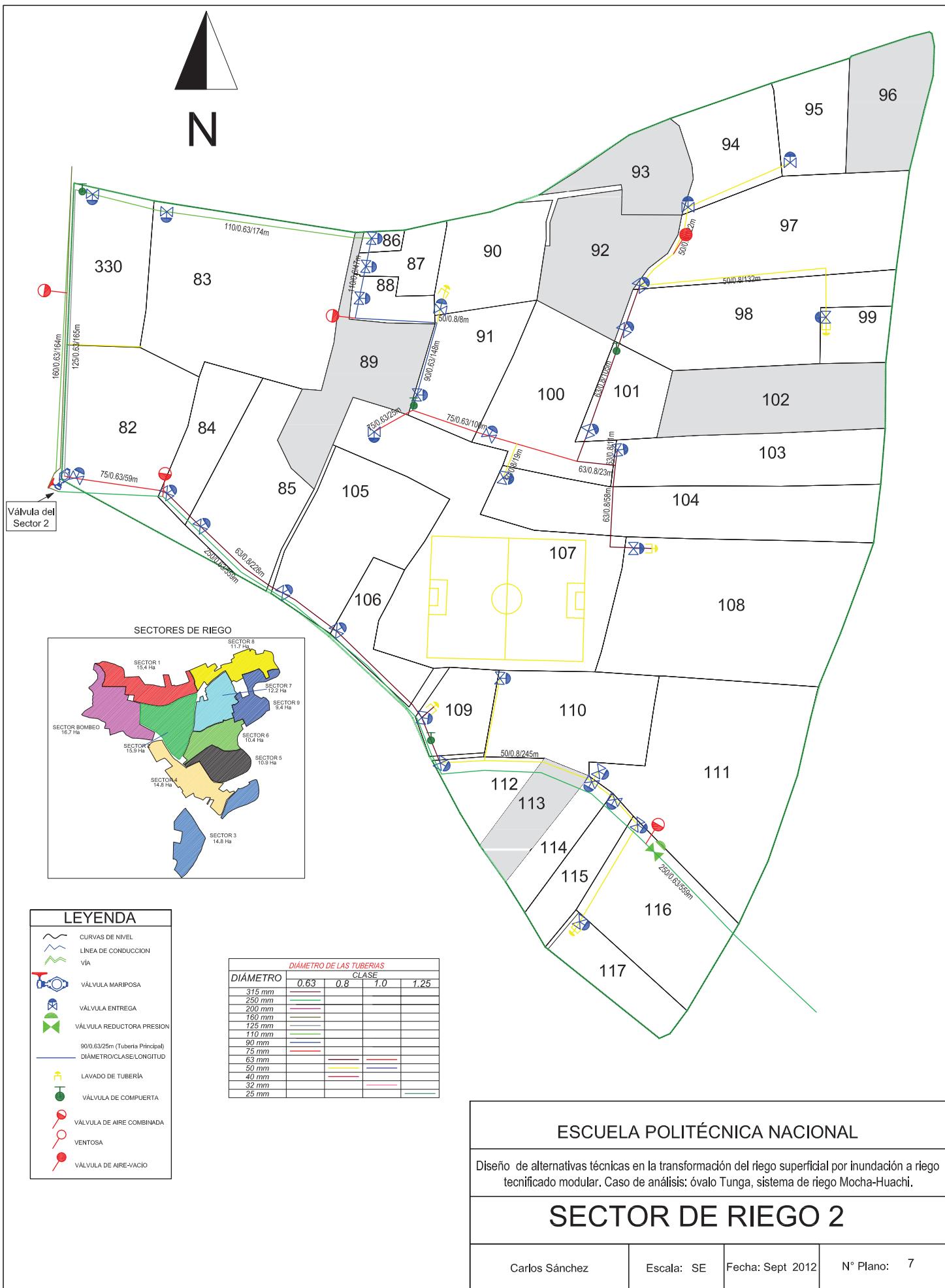
Fecha: Sept 2012

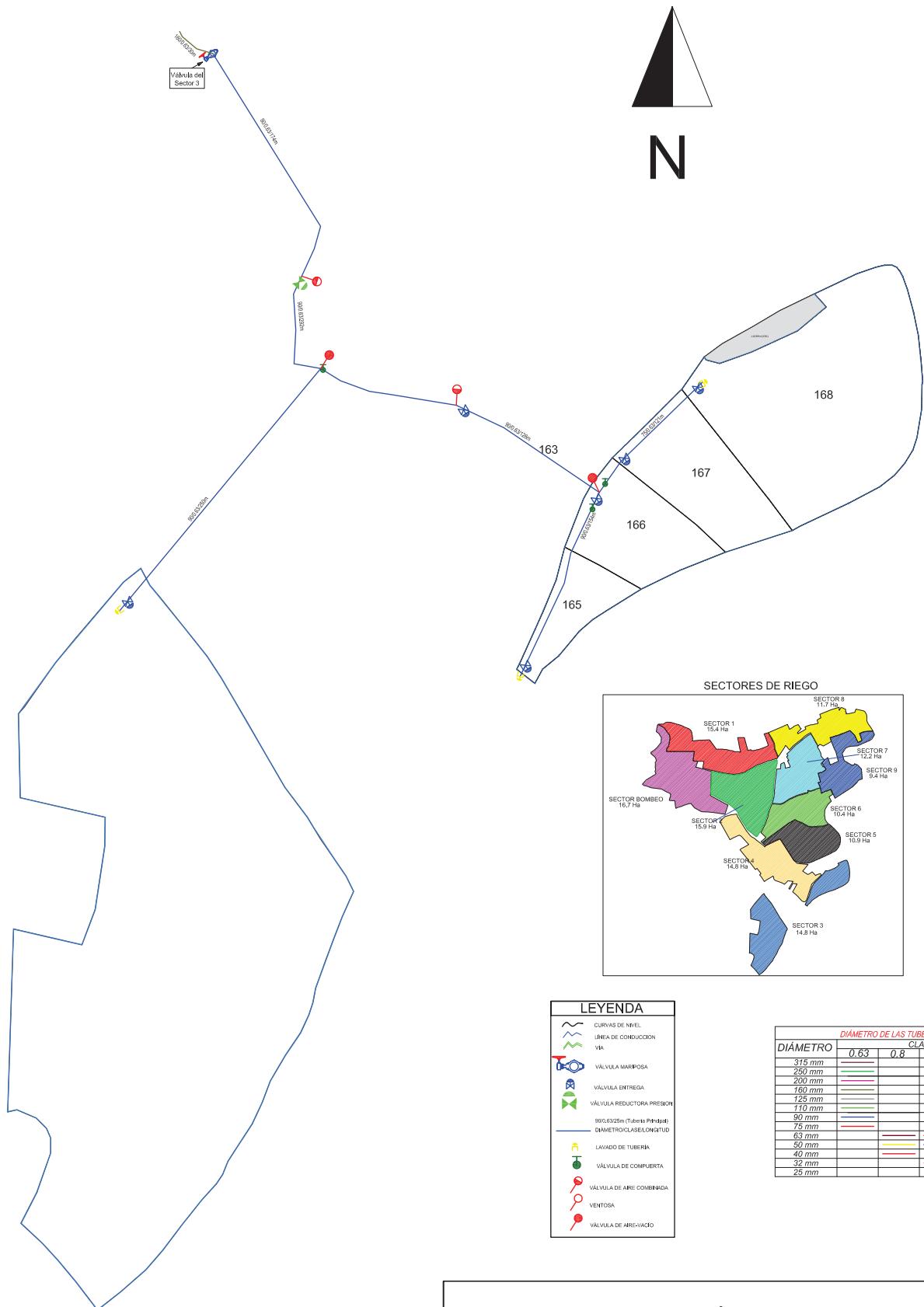
Nº Plano: 5





N





LEYENDA

- CURVAS DE NIVEL
- LÍNEA DE CONDUCCIÓN
- VIA
- VÁLVULA MARIPOSA
- VÁLVULA ENTREGA
- VÁLVULA REDUCTORA PRESIÓN
- 800/63/25m (Tubo Pnfd/pb)
- DÍAMETRO CLASE LONGITUD
- LAVADO DE TUBERIA
- VÁLVULA DE CERRAJE
- VÁLVULA DE ARTE COMBINADA
- VENTOSA
- VÁLVULA DE AIRE-VACUO

DIÁMETRO	CLASE			
	0.63	0.8	1.0	1.25
315 mm				
250 mm				
200 mm				
150 mm				
125 mm				
110 mm				
90 mm				
75 mm				
63 mm				
50 mm				
40 mm				
32 mm				
25 mm				

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

Diseño de alternativas técnicas en la transformación del riego superficial por inundación a riego tecnificado modular. Caso de análisis: óvalo Tunga, sistema de riego Mocha-Huachi.

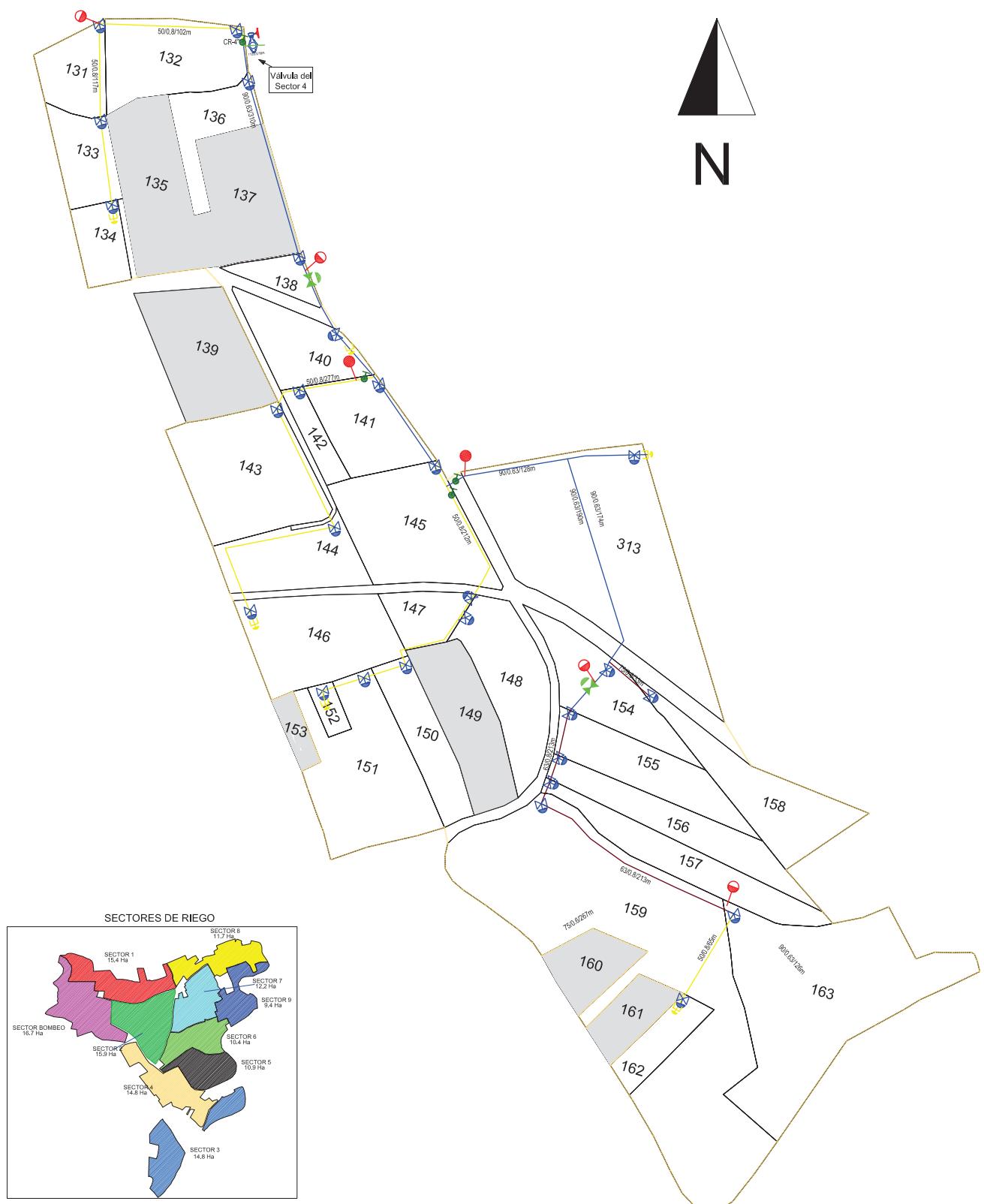
SECTOR DE RIEGO 3

Carlos Sánchez

Escala: SE

Fecha: Sept 2012

Nº Plano: 8



LEYENDA	
	CURVA DE NIEBLA
	LÍNEA DE CONDUCCIÓN
	VÍA
	VÁLVULA MARIPOSA
	VÁLVULA ENTREGA
	VÁLVULA REDUCTORA PRESIÓN
	DIÁMETRO CLASE LONGITUD
	LAVADO DE TUBERÍA
	VÁLVULA DE COMPUERTA
	VÁLVULA DE AIRE COMBINADA
	VENTOSA
	VÁLVULA DE AIRE-VACÍO

DIÁMETRO DE LAS TUBERÍAS		CLASE
0.63	0.8	
315 mm		
250 mm		
200 mm		
160 mm		
125 mm		
110 mm		
90 mm		
75 mm		
63 mm		
50 mm		
40 mm		
32 mm		
25 mm		

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

Diseño de alternativas técnicas en la transformación del riego superficial por inundación a riego tecnificado modular. Caso de análisis: óvalo Tunga, sistema de riego Mocha-Huachi.

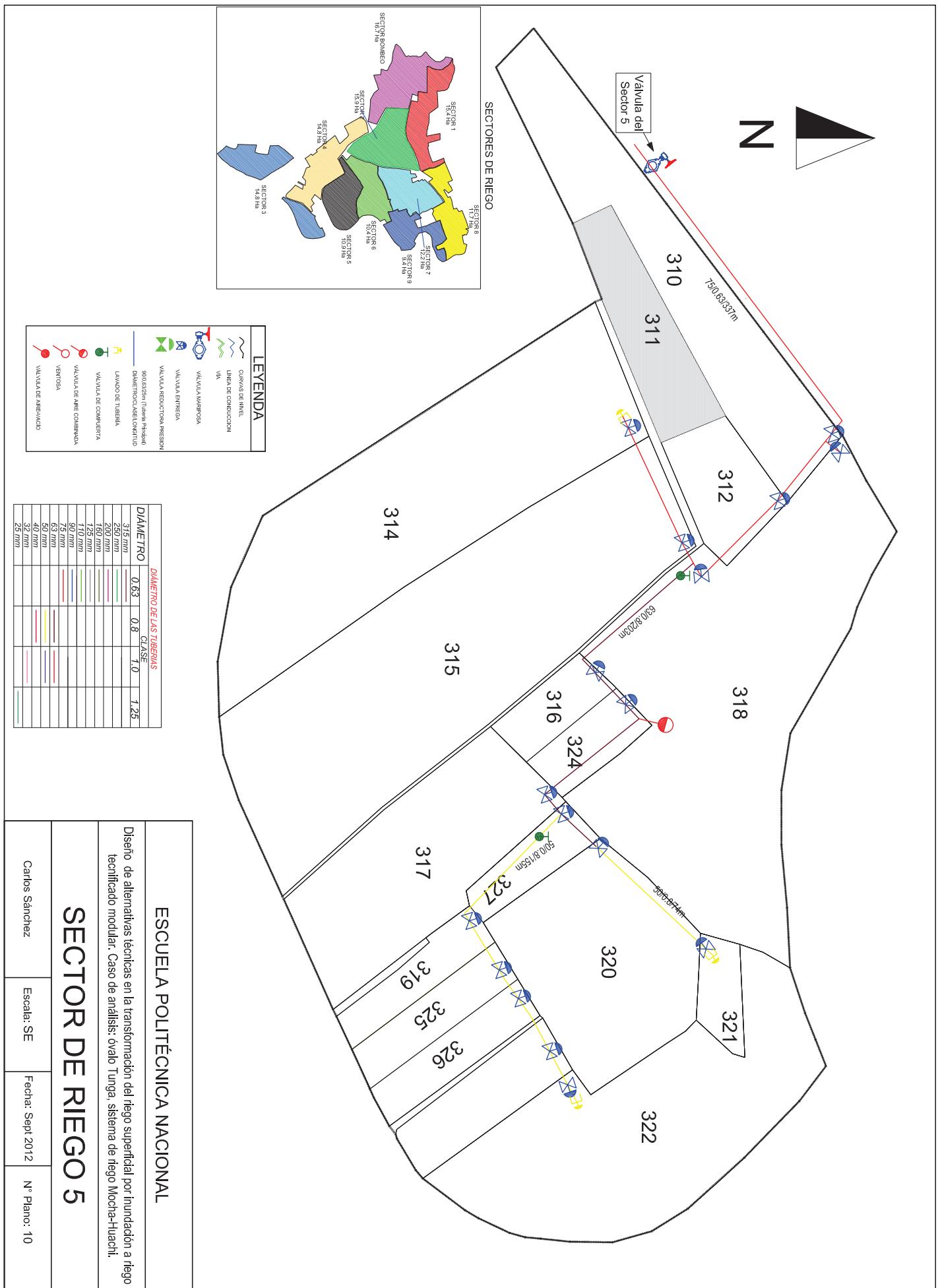
SECTOR DE RIEGO 4

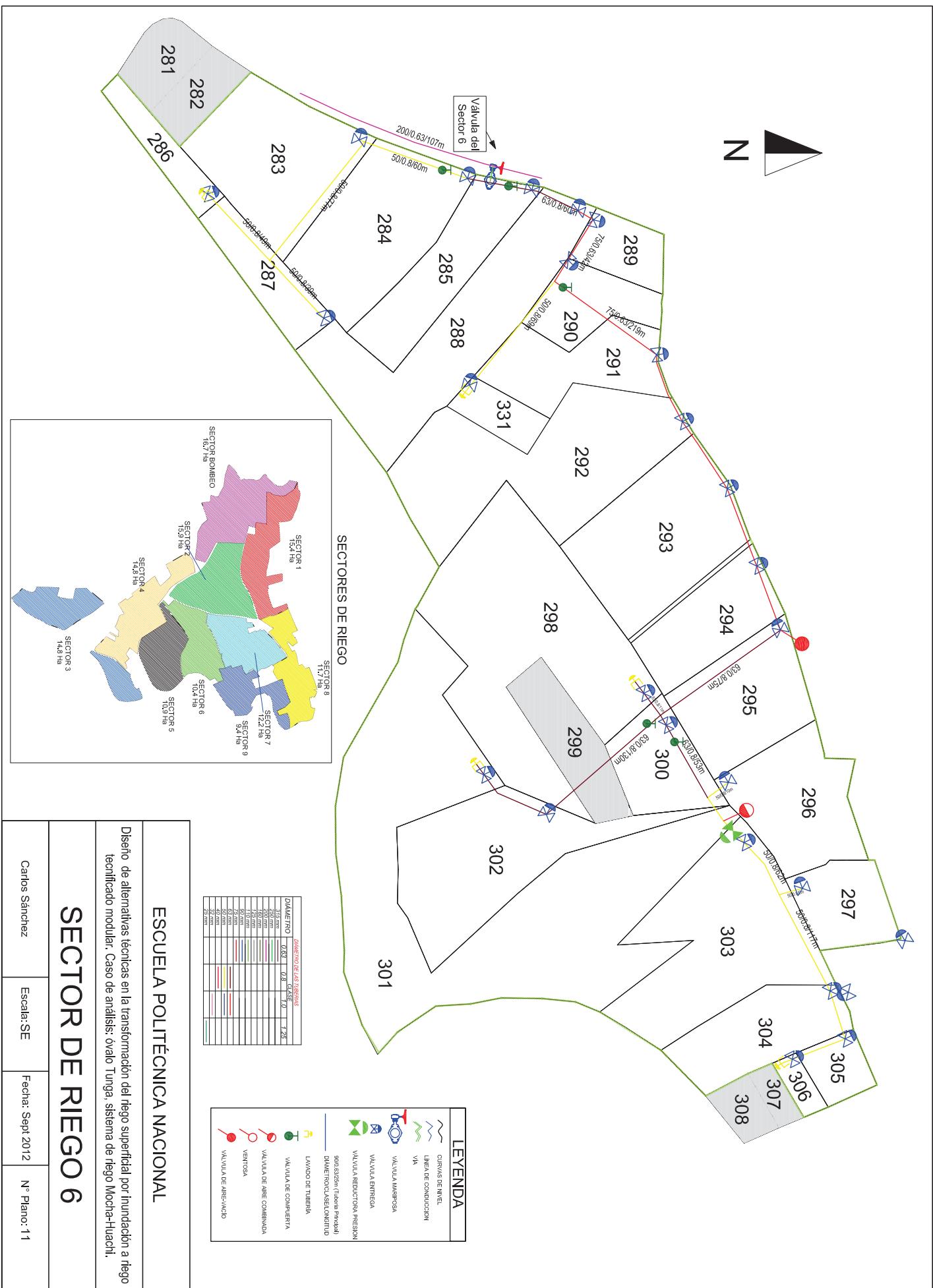
Carlos Sánchez

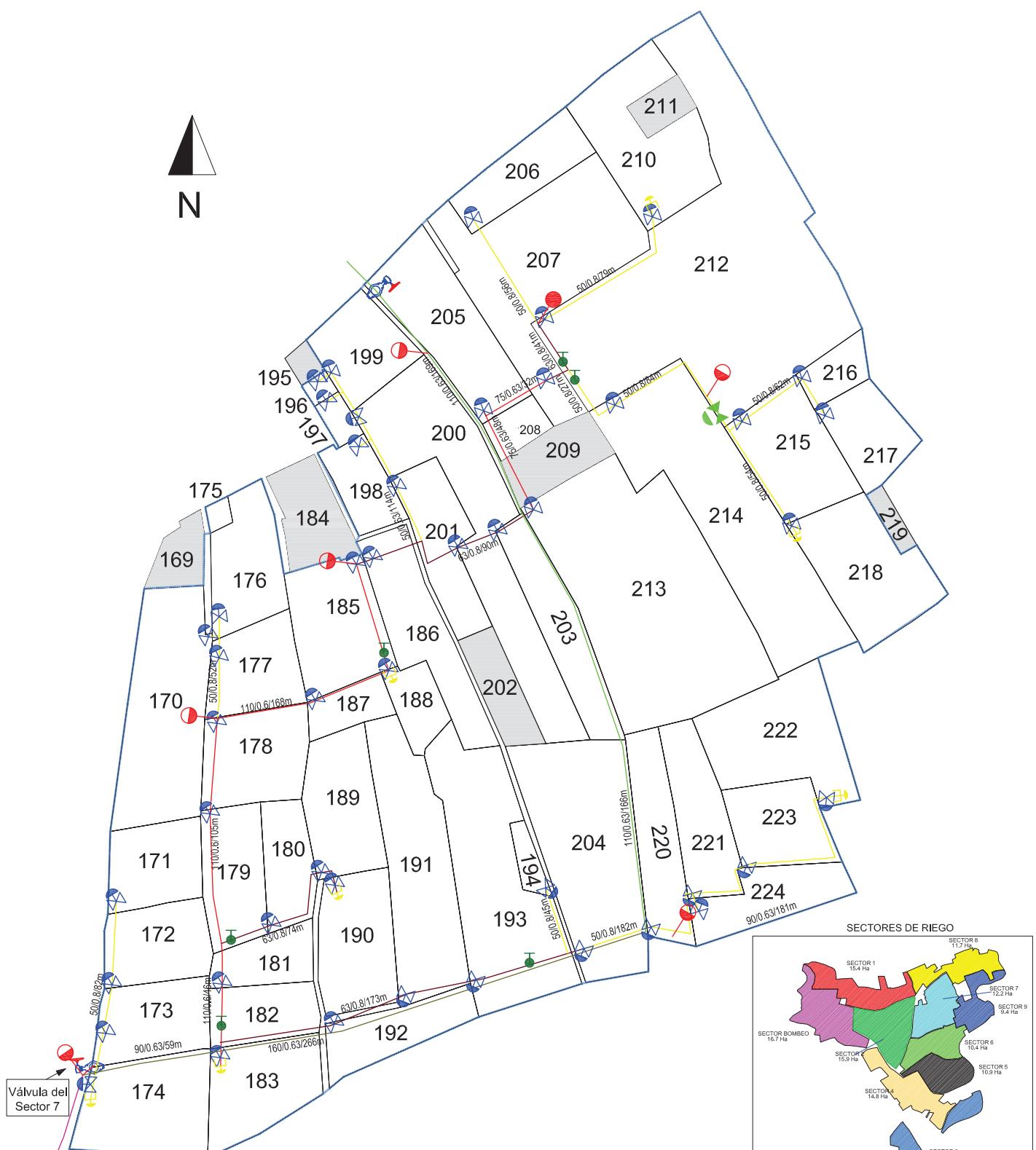
Escala: SE

Fecha: Sept 2012

Nº Plano: 9







ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
Diseño de alternativas técnicas en la transformación del riego superficial por inundación a riego tecnificado modular. Caso de análisis: óvalo Tunga, sistema de riego Mocha-Huachi.

SECTOR DE RIEGO 7

Carlos Sánchez

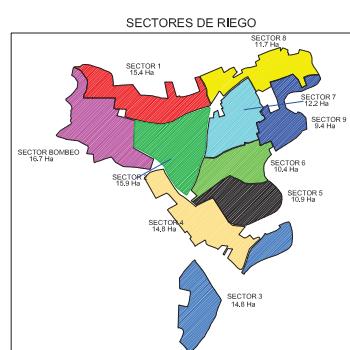
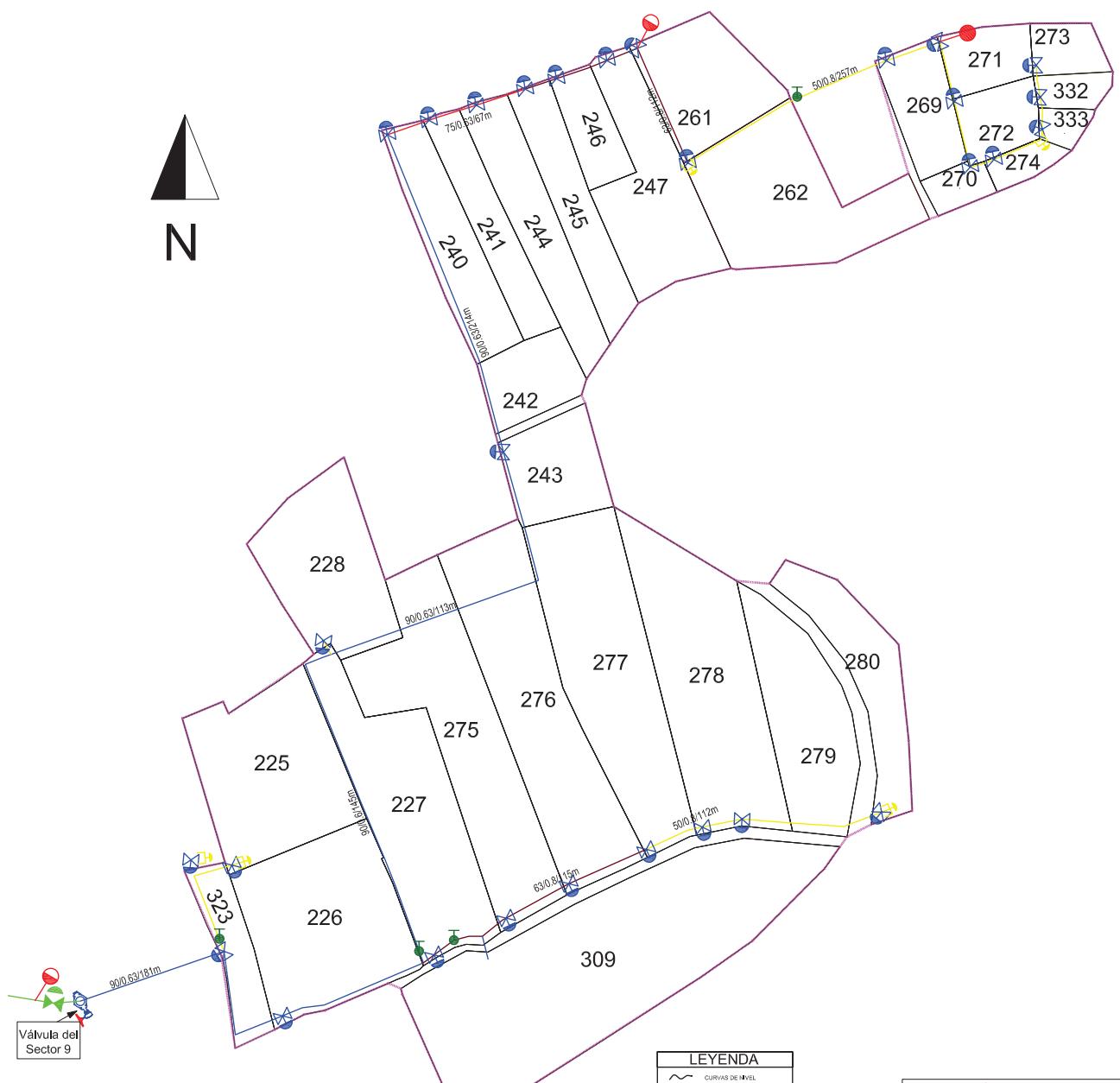
Escala: SE

Fecha: Sept 2012

Nº Plano: 12



Carlos Sánchez	Escala: SE	Fecha: Sept 2012	Nº Plano: 13
----------------	------------	------------------	--------------



LEYENDA				
CURVAS DE NIVEL	LINEA DE CONDUCCION	VIA		
VALVULA MARIPOSA	VALVULA ENTRADA	VALVULA REDUCTORA PRESION		
90/0.63/25m (Tuberia Principal)	DIADEMO/CLASE/CONSTITUD			
LAVADO DE TUBERIA	VALVULA DE COMPUESTA			
VALVULA DE AIRE COMBINADA	VENTA			
VALVULA DE ARREVIACIO				

DIÁMETRO	DIÁMETRO DE LAS TUBERIAS			
	0.63	0.8	1.0	1.25
315 mm				
250 mm				
200 mm				
160 mm				
125 mm				
110 mm				
90 mm				
75 mm				
63 mm				
50 mm				
40 mm				
32 mm				
25 mm				

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

Diseño de alternativas técnicas en la transformación del riego superficial por inundación a riego tecnificado modular. Caso de análisis: óvalo Tunga, sistema de riego Mocha-Huachi.

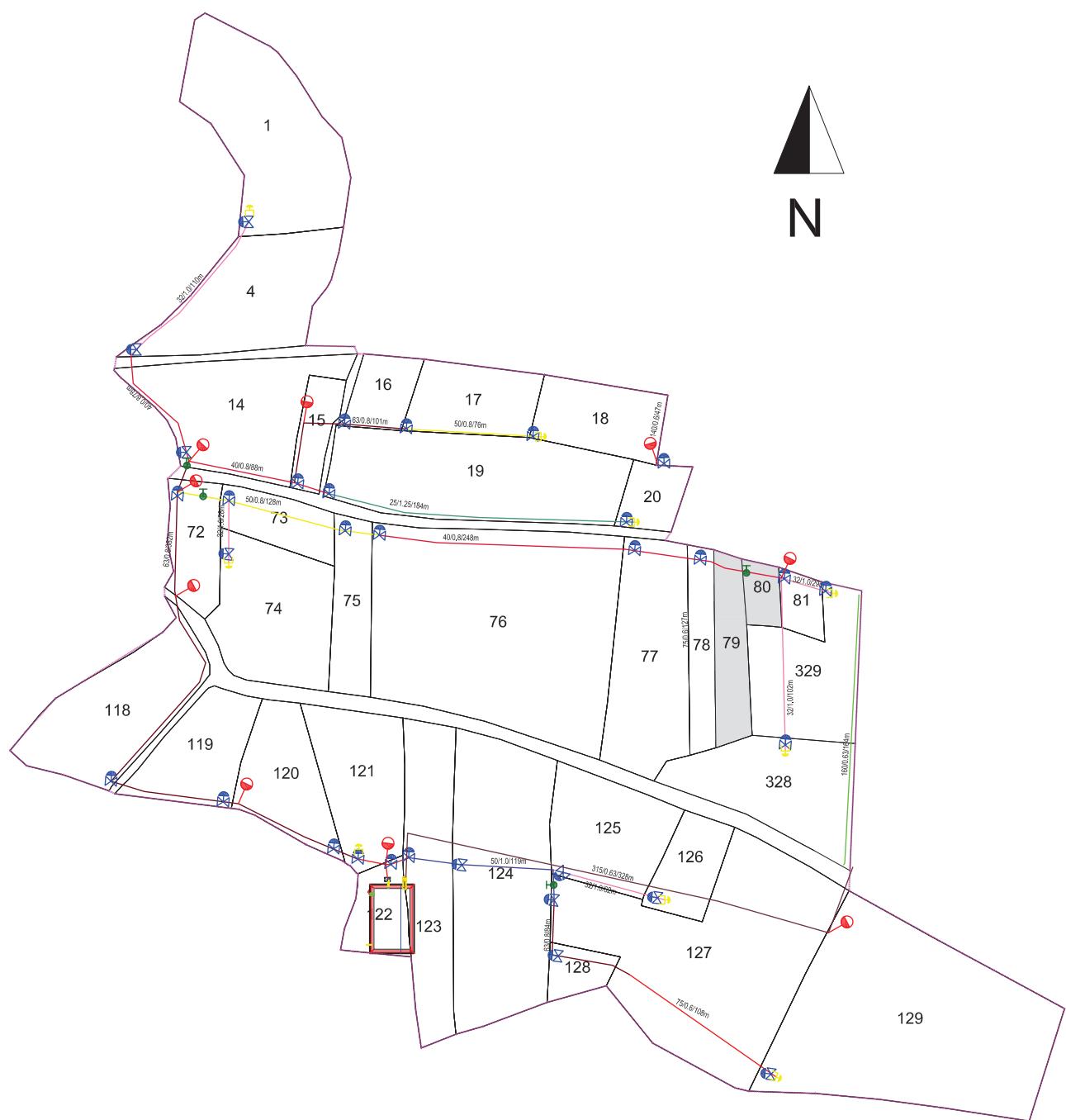
SECTOR DE RIEGO 9

Carlos Sánchez

Escala: SE

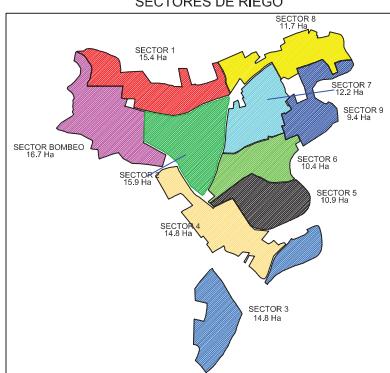
Fecha: Sept 2012

Nº Plano: 14



DIÁMETRO DE LAS TUBERÍAS		
DIÁMETRO	0.63	0.8
375 mm		
250 mm		
200 mm		
160 mm		
125 mm		
110 mm		
100 mm		
75 mm		
63 mm		
50 mm		
40 mm		
32 mm		
25 mm		

SECTORES DE RIEGO



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

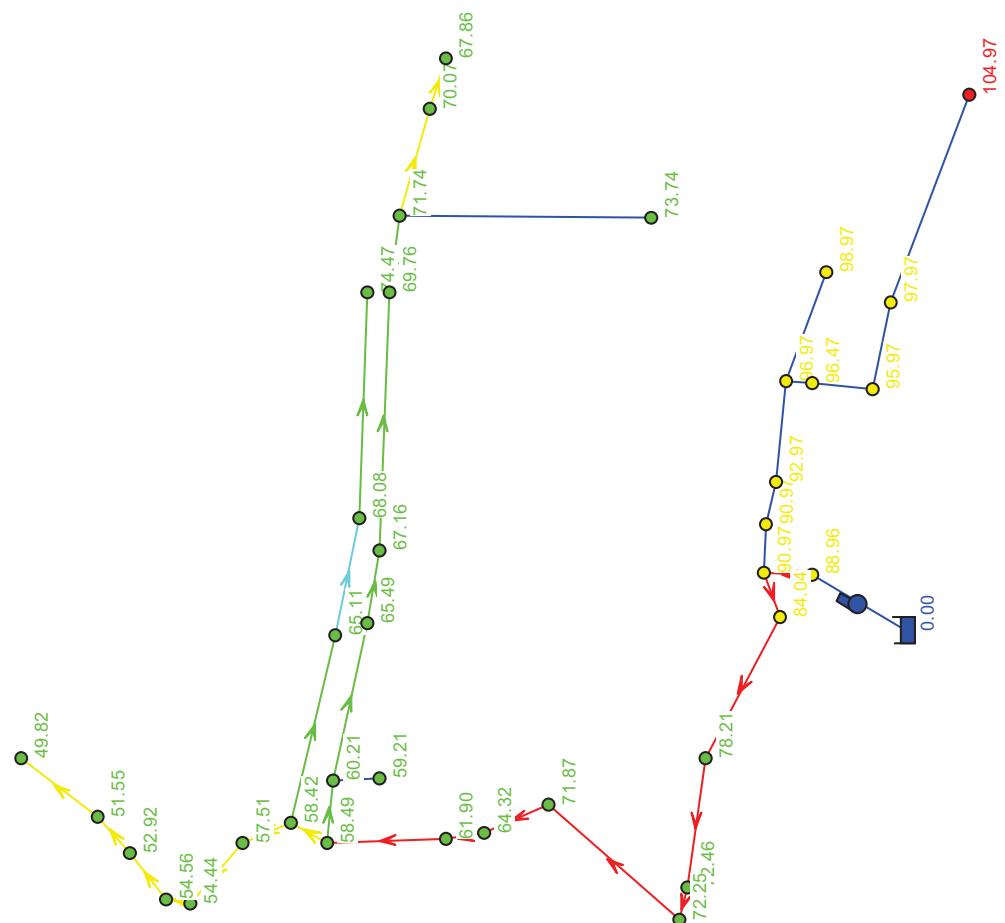
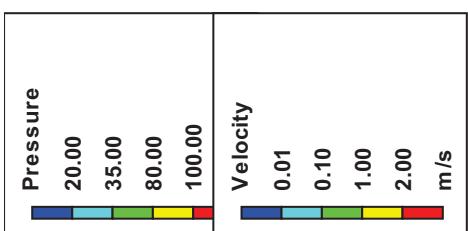
Diseño de alternativas técnicas en la transformación del riego superficial por inundación a riego tecnificado modular. Caso de análisis: óvalo Tunga, sistema de riego Mocha-Huachi.

SECTOR DE RIEGO CON BOMBEO

Carlos Sánchez	Escala: SE	Fecha: Sept 2012	Nº Plano: 15
----------------	------------	------------------	--------------

ANEXO N° 14
RESULTADOS DE LA MODELIZACIÓN CON BOMBEO DE
10 HP

Red con bombeo San Pedro Potencia = 10 HP



ANEXO N° 15
CÁLCULO DE LA ALTURA DE BOMBEO DE 10 HP

Cálculo de la altura de bombeo

Datos del agua	Datos de la tubería.
T = 16 °C	€ = 0.002 mm
ρ = 1000 Kg/m ³	
η = 0.00011622 Kg/ms	

$$h_R = f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} \quad f = \frac{0.25}{\left[\log \left(\frac{1}{3.7(D/e)} + \frac{5.74}{Re^{0.9}} \right) \right]^2} \quad Re = \frac{vD\rho}{\eta}$$

TUBERÍA PRINCIPAL

Pérdidas en la descarga

Pérdidas por fricción										
Caudal [l/s]	Diámetro [mm]	Velocidad [m/s]	N Reynolds	Régimen	f	L [m]	f L/D	v^2/2g [m]	hR [m]	
6	59	2.19	1114068.02	Turbulento	0.012213	428.85	88.77	0.25	21.79	
6	46.2	3.58	1422727.56	Turbulento	0.012088	79.36	20.76	0.65	13.56	
1.8	37.4	1.64	527246.097	Turbulento	0.013784	0	0.00	0.14	0.00	
0.8	29.4	1.18	298095.299	Turbulento	0.015137	104.08	53.59	0.07	3.79	
								TOTAL	39.14	

Pérdidas Locales			
Accesorios	Cantidad	K	K total
Codos	10	0.6	6
Ampliaciones	1	0.5	0.5
Reducciones	3	0.7	2.1
Válvula check	1	2.5	2.5
Válvula compuerta	1	0.2	0.2
TOTAL			11.3

Pérdidas por fricción:	39.14 m
Pérdidas locales:	1.55 m
Total pérdidas descarga:	40.69 m

Pérdidas en la succión

Pérdidas por fricción									
Caudal [l/s]	Diametro [mm]	Velocidad [m/s]	N Reynolds	Régimen	f	L [m]	f L/D	$v^2/2g$ [m]	hR [m]
6	71.4	1.50	920588.423	Turbulento	0.012388	15	2.60	0.11	0.30
								TOTAL	0.30

Pérdidas Locales			
Accesorios:	Cantidad	K	K total
Codos	2	0.6	1.2
Válvula de pie	1	2.5	2.5
TOTAL			3.7

Pérdidas por fricción:	0.30 m
Pérdidas locales:	0.42 m
Total pérdidas succión:	0.72 m

Total pérdidas descarga:	40.69 m
Total pérdidas succión:	0.72 m
Total pérdidas tub princ:	41.41 m

PÉRDIDAS EN LA PARCELA

Presión de entrega en el cabezal:	35 m
Pérdidas por fricción en la parcela:	5 m
Pérdidas locales en la parcela:	0.75 m
Pérdidas en el cabezal de riego:	2 m
Total de pérdidas en la parcela	42.75 m

→ H est

PERDIDAS TOTALES

Total pérdidas en la tubería principal: 41.41 m
 Total pérdidas en la parcela: 42.75 m

ALTURA TOTAL DE BOMBEO	84.16 m
-------------------------------	----------------

POTENCIA DE LA BOMBA

$$\begin{aligned}
 Q &= 6 \text{ l/s} \\
 H &= 84.16 \text{ m} \\
 \rho &= 1000 \text{ kg/m}^3 \\
 g &= 9.8 \text{ m/s}^2 \\
 \eta &= 0.7
 \end{aligned}$$

$$P [HP] = \frac{\gamma * Q * H}{\eta * 1000} * 1.341$$

$$\begin{aligned}
 P &= 9.48 \text{ HP} \\
 P &= 7.07 \text{ Kw}
 \end{aligned}$$

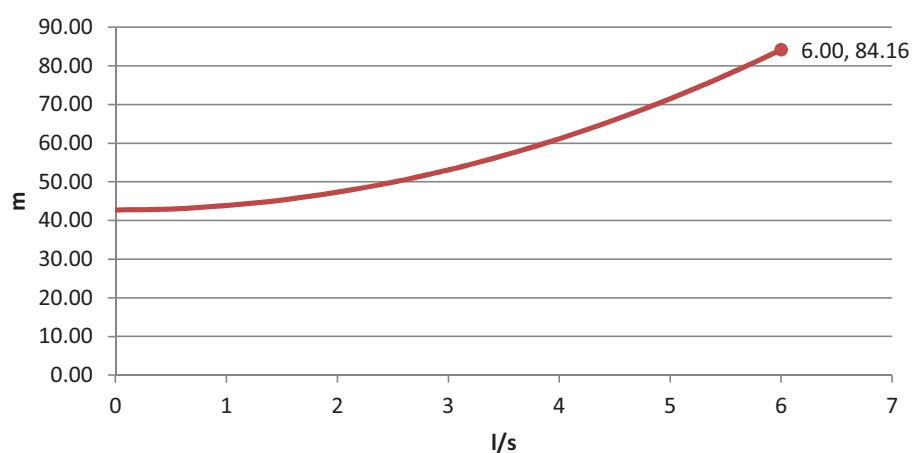
Ecuación del sistema

$$H = H_{est} + CQ^2$$

H est =	42.75 m
CQ ² =	41.41 m
Q =	6 l/s
C =	1150270.7

Q [l/s]	CQ^2	H
0	0.00	42.75
0.5	0.29	43.04
1	1.15	43.90
1.5	2.59	45.34
2	4.60	47.35
2.5	7.19	49.94
3	10.35	53.10
3.2	11.78	54.53
3.4	13.30	56.05
3.6	14.91	57.66
3.8	16.61	59.36
4	18.40	61.15
4.2	20.29	63.04
4.4	22.27	65.02
4.6	24.34	67.09
4.8	26.50	69.25
5	28.76	71.51
5.2	31.10	73.85
5.4	33.54	76.29
5.6	36.07	78.82
5.8	38.70	81.45
6	41.41	84.16

Curva del sistema



ANEXO N° 16
CÁLCULO DE LA ALTURA Y COSTO DEL BOMBEO
DESPUÉS DEL REORDENAMIENTO

Cálculo de la altura de bombeo

Datos del agua

$$\begin{aligned} T &= 16 \text{ } ^\circ\text{C} \\ \rho &= 1000 \text{ Kg/m}^3 \\ \eta &= 0.00011622 \text{ Kg/ms} \end{aligned}$$

Datos de la tubería.

$$\epsilon = 0.002 \text{ mm}$$

$$h_R = f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g}$$

$$f = \frac{0.25}{\left[\log \left(\frac{1}{3.7(D/\epsilon)} + \frac{5.74}{Re^{0.9}} \right) \right]^2}$$

$$Re = \frac{vD\rho}{\eta}$$

TUBERÍA PRINCIPAL

Pérdidas en la descarga

Pérdidas por fricción									
Caudal [l/s]	Diámetro [mm]	Velocidad [m/s]	N Reynolds	Régimen	f	L [m]	f L/D	v^2/2g [m]	hR [m]
6	58.2	2.26	1129381.67	Turbulento	0.012203	38.09	7.99	0.26	2.07
3.4	59	1.24	631305.213	Turbulento	0.013156	390.76	87.13	0.08	6.87
1.8	37.4	1.64	527246.097	Turbulento	0.013784	79.36	29.25	0.14	4.00
0.8	29.4	1.18	298095.299	Turbulento	0.015137	0	0.00	0.07	0.00
TOTAL								12.94	

Pérdidas Locales			
Accesorios	Cantidad	K	K total
Codos	10	0.6	6
Ampliaciones	1	0.5	0.5
Reducciones	3	0.7	2.1
Válvula check	1	2.5	2.5
Válvula compuerta	1	0.2	0.2
TOTAL			11.3

Pérdidas por fricción:	12.94 m
Pérdidas locales:	1.55 m
Total pérdidas descarga:	14.49 m

Pérdidas en la succión

Pérdidas por fricción									
Caudal [l/s]	Diámetro [mm]	Velocidad [m/s]	N Reynolds	Régimen	f	L [m]	f L/D	v^2/2g [m]	hR [m]
6	71.4	1.50	920588.423	Turbulento	0.012388	15	2.60	0.11	0.30
TOTAL								0.30	

Pérdidas Locales			
Accesorios:	Cantidad	K	K total
Codos	2	0.6	1.2
Válvula de pie	1	2.5	2.5
TOTAL			3.7

Pérdidas por fricción:	0.30 m
Pérdidas locales:	0.42 m
Total pérdidas succión:	0.72 m

Total pérdidas descarga:	14.49 m
Total pérdidas succión:	0.72 m
Total pérdidas tub princ:	15.21 m

PÉRDIDAS EN LA PARCELA

Presión de entrega en el cabezal:	35 m
Pérdidas por fricción en la parcela:	5 m
Pérdidas locales en la parcela:	0.75 m
Pérdidas en el cabezal de riego:	2 m
Total de pérdidas en la parcela	42.75 m

→ H est

PERDIDAS TOTALES

Total pérdidas en la tubería principal: 15.21 m
 Total pérdidas en la parcela: 42.75 m

ALTURA TOTAL DE BOMBEO	57.96 m
-------------------------------	----------------

POTENCIA DE LA BOMBA

$$\begin{aligned} Q &= 6 \text{ l/s} \\ H &= 57.96 \text{ m} \\ \rho &= 1000 \text{ kg/m}^3 \\ g &= 9.8 \text{ m/s}^2 \\ \eta &= 0.7 \end{aligned}$$

$$P [HP] = \frac{\gamma * Q * H}{\eta * 1000} * 1.341$$

$$\begin{aligned} P &= 6.53 \text{ HP} \\ P &= 4.87 \text{ Kw} \end{aligned}$$

Costo de bombeo:

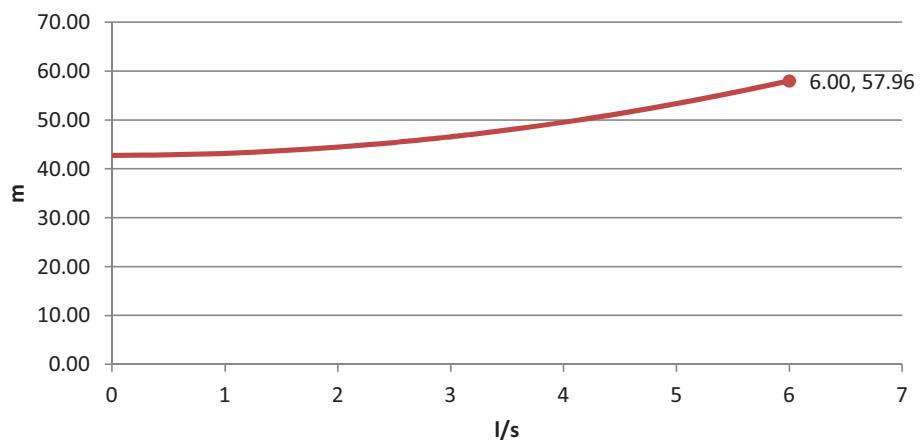
Costo Kw/hora: 0.08 USD/Kw/h
 Horas funcionamiento/día: 15 h/dia
 Días de funcionamiento/año: 365 días/año
 Costo bombeo anual: 2132.41 USD/año

Ecuación del sistema

$$H = H_{est} + CQ^2$$

H est =	42.75 m
CQ ² =	15.21 m
Q =	6 l/s
C =	422456.733

Q [l/s]	CQ ²	H
0	0.00	42.75
0.5	0.11	42.86
1	0.42	43.17
1.5	0.95	43.70
2	1.69	44.44
2.5	2.64	45.39
3	3.80	46.55
3.2	4.33	47.08
3.4	4.88	47.63
3.6	5.48	48.23
3.8	6.10	48.85
4	6.76	49.51
4.2	7.45	50.20
4.4	8.18	50.93
4.6	8.94	51.69
4.8	9.73	52.48
5	10.56	53.31
5.2	11.42	54.17
5.4	12.32	55.07
5.6	13.25	56.00
5.8	14.21	56.96
6	15.21	57.96

Curva del sistema

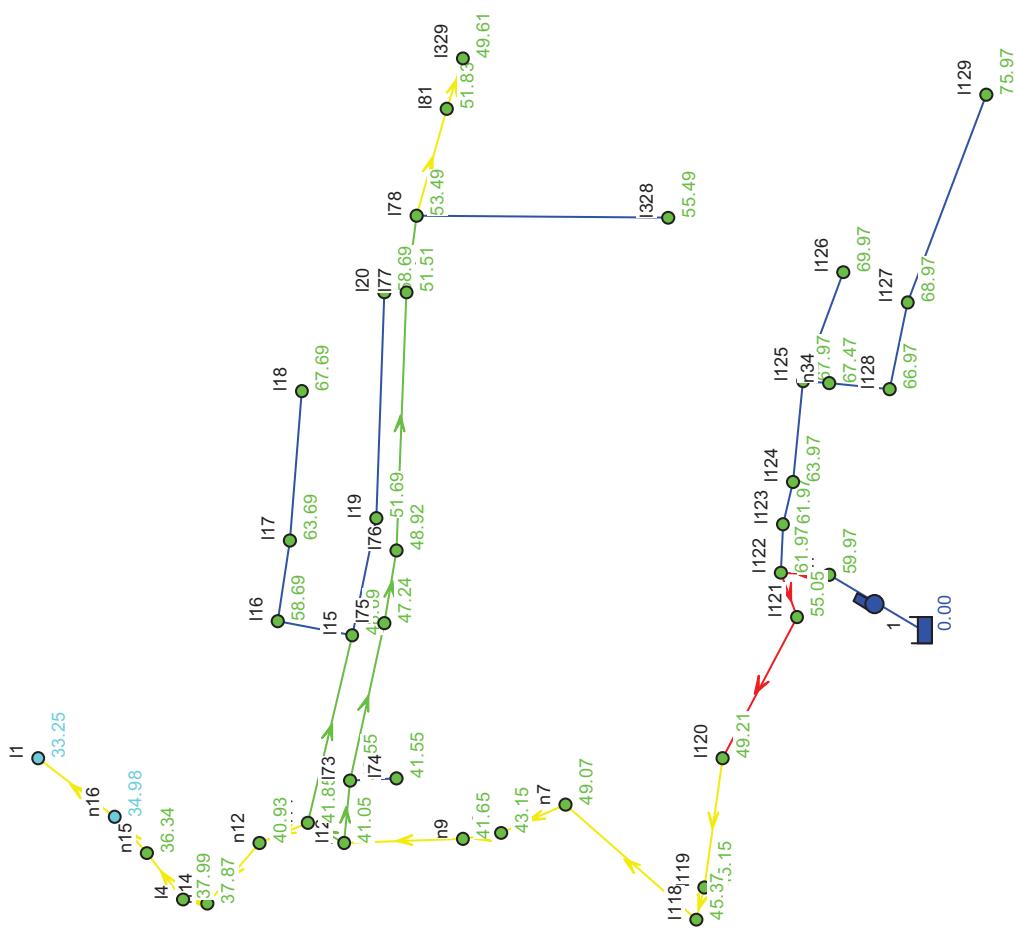
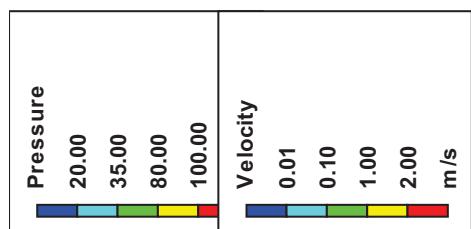
COSTO DEL BOMBEO

Código	Nombre	Vol recib en 14 días	% del volumen	Costo anual energía
1	HEREDEROS JULIO CESAR IZURIETA	78.72	1.61%	34.24
4	HUGO ENRIQUE SANCHEZ	109.38	2.23%	47.58
120	JOSE PAREDES	144	2.94%	62.64
15	JOSE ENRIQUE MAYORGA	16.68	0.34%	7.26
329	LAURA MAYORGA	108	2.20%	46.98
75	MANUEL OÑATE	48.6	0.99%	21.14
118	MERCEDES MAYORGA	143.1	2.92%	62.25
14	HECTOR EFRAIN IZURIETA	309.78	6.32%	134.76
20	MILTON HERMEL MAYORGA	13.92	0.28%	6.06
121	JUSTO CACERES	101.88	2.08%	44.32
124	ROBERTO VICENTE SUPE NAVARRETE	136.8	2.79%	59.51
122	RESERVORIO	64.8	1.32%	28.19
19	MERCEDES MAYORGA	206.16	4.21%	89.68
328	HILDA MAYORGA	108	2.20%	46.98
126	GENARO PASTOR	24.9	0.51%	10.83
125	ESTELA SANCHEZ	87.42	1.78%	38.03
119	JOSE TARQUINO CACERES MAYORGA	43.2	0.88%	18.79
17	WILSON BAYAS	76.86	1.57%	33.44
18	MERCEDES MAYORGA	74.1	1.51%	32.23
81	LUIS MAYORGA	9.12	0.19%	3.97
77	LIZARDO MAYORGA MAYORGA	110.76	2.26%	48.18
128	ESTELA SANCHEZ	20.52	0.42%	8.93
74	SIXTO CACERES	100.8	2.06%	43.85
127	ROSA CASTRO	788.4	16.08%	342.96
78	GALO IZURIETA	78.24	1.60%	34.04
72	MERCEDES MAYORGA	55.32	1.13%	24.06
127	ROSA CASTRO	788.4	16.08%	342.96
123	CARLOS HERNAN CACERES SANCHEZ	72	1.47%	31.32
129	FLERIDA IZURIETA	583.86	11.91%	253.99
73	AUGUSTO OÑATE	56.4	1.15%	24.53
76	HUGO ENRIQUE SANCHEZ	322.56	6.58%	140.32
16	JOSE ENRIQUE MAYORGA	19.26	0.39%	8.38
	TOTAL	4901.94		2132.4

ANEXO № 17

**RESULTADO DE LA ODELIZACION DE LA RED CON
BOMBEO DE 7 HP**

Red con bombeo San Pedro Lunes Potencia = 7 HP



ANEXO N° 18
CÁLCULOS DEL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN

DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN

DATOS DE LA PARCELA:

Código:	302
Sector:	6
Propietario:	VILMA PAREDES
Derecho ante:	1.60 horas
Área:	5806 m ²
Área construcc.	0 m ²
Área regable:	5806 m ²

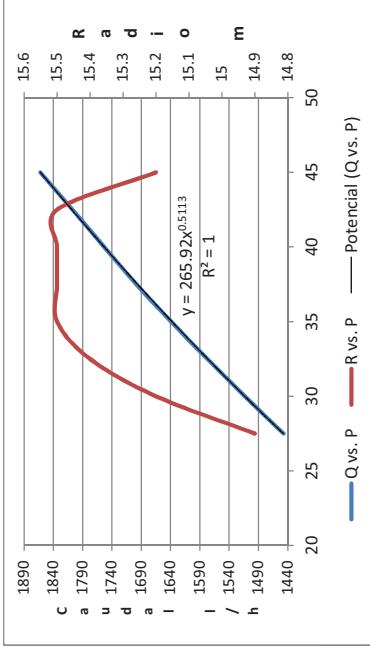
DATOS DE ENTREGA:

Opción:	6
Tiempo riego:	15 horas
Miércoles	
Día de riego:	
Inicio de turno:	6:00
Fin de turno:	21:00
Nº pos-asp:	21
Nº posiciones:	3
Nº aspersores:	7
Caudal:	3.2 l/s
Presión cabecera:	45 m.c.a

DATOS DEL ASPERSOR:

Aspersor:	NELSON R33 verde 24
Presiones [m]	Caudal [l/h]
27.5	1447
30	1513
32.5	1577
35	1639
37.5	1698
40	1753
42.5	1807
45	1862

DATOS DEL ASPIADOR:



DISEÑO

- PÉRDIDAS EN EL CABEZAL:**
Válvula reguladora de caudal:
Filtro:
Presión al final del cabezal:
TUBERIA SECUNDARIA:
Factor de corrección de la distancia:
Material:
Rugosidad absoluta:

1 m.c.a
1.8 m.c.a
40 m.c.a
1.3
PVC
0.0015 mm

Tramo	Presión ini [m.c.a]	Caudal [l/s]	Diámetro [mm]	Velocidad [m/s]	N Reynolds	Régimen	f	Long proyect [m]	Long real [m]	Pérdidas fricción [m]	Pérdidas menores [m]	Cota ini	Cota fin [m]	Presión final [m]
C-A	40.00	3.2	85.6	0.56	40954.861	Turbulento	0.0218	22.6	29.38	0.1178646	0.02357	2987	2987	39.86
C-E	40.00	3.2	85.6	0.56	40954.861	Turbulento	0.0218	22.16	28.81	0.1155699	0.02311	2987	2985	41.86
E-F	41.86	0.91	47	0.52	21211.568	Turbulento	0.0255	37.55	48.82	0.371656	0.07433	2985	2984	42.42
C-B	40.00	3.2	85.6	0.56	40954.861	Turbulento	0.0218	11.3	14.69	0.0589323	0.01179	2987	2987	39.93
C-D	40.00	3.2	85.6	0.56	40954.861	Turbulento	0.0218	9.57	12.44	0.0499099	0.00998	2987	2986.5	40.44

LATERALES

LATERAL N°1
POSICIÓN N°1
Hora inicio: 6:00 AM Hora fin: 11:00 AM

Nº aspersores:

5

2

63.33 m

33.78 m

1.4

1.4

47.292 m

47.292 m

10.6 m

10.6 m

15.8 m

15.8 m

0.0015

0.0015

Tramo	Presión ini [m.c.a]	Caudal [l/s]	Diámetro [mm]	Velocidad [m/s]	N Reynolds	Régimen	f	Long proyect [m]	Long real [m]	Cota ini	Cota fin [m]	Pendien	Long real	Pérdidas fricción [m]	Pérdidas menores [m]	Cota ini	Presión final [m]	Cauda [l/s]	Radio [m]	Diam efect [m]	Sobrep áreas [m]	Área efect [m²]	Eficien %	Lám ap net [mm/h]
A-a	39.86	2.28	71.4	0.57	34983.711	Turbulento	0.0226	10.6	2987.0	2986.5	0.04717	10.61	0.055534	0.01111	2987.5	39.28	0.483	15.5	20.4	43%	326.851	85%	4.52	
a-b	39.28	1.80	59	0.66	33376.334	Turbulento	0.0229	10.6	2988.5	2985.7	0.07547	10.63	0.090789	0.01816	2986.7	38.94	0.483	15.5	20.4	43%	326.851	85%	4.50	
b-c	38.94	1.32	59	0.48	24455.254	Turbulento	0.0246	10.6	2985.7	2984.7	0.09434	10.65	0.052568	0.01051	2985.7	39.88	0.486	15.5	20.4	43%	326.851	85%	4.55	
c-d	39.88	0.83	47	0.48	19363.316	Turbulento	0.0261	10.6	2984.7	2983.8	0.08491	10.64	0.06904	0.01381	2984.8	40.70	0.491	15.5	20.4	43%	326.851	85%	4.60	
d-e	40.70	0.34	47	0.20	7099.314	Turbulento	0.0331	10.6	2983.8	2982.5	0.12264	10.68	0.014673	0.0293	2983.5	41.98	0.34	15.5	20.4	43%	326.851	85%	3.18	
E-f	42.42	1.00	47	0.58	23099.416	Turbulento	0.0249	18.8	2984.0	2984.5	0.02666	18.81	0.168954	0.03379	2985.5	41.71	0.498	15.5	10	42%	314.159	85%	4.85	
f-g	41.71	0.50	47	0.29	11654.708	Turbulento	0.0298	15	2984.5	2984.2	0.02	15.0	0.040226	0.00805	2985.2	41.96	0.499	15.5	10	42%	314.159	85%	4.86	
SUMA															SUMA 3.277									

Análisis de uniformidad

Nº aspersores: 5

Aspersor N°	Lámina	Media	Lam-med
1	4.52	0.25	
2	4.50	0.23	
3	4.55	0.28	
4	4.60	0.33	
5	3.18	1.09	2.17
SUMA			

LATERAL N°2
POSICIÓN N° 2
Hora inicio: 11:00 AM Hora fin: 4:00 PM

Nº aspersores:

7

80.62 m

1.4

factor de corrección de la distancia:

112.868 m

$$Cu = 100 * \left(1 - \frac{\sum X_i - \bar{X}}{n * \bar{X}} \right)$$

Cu =	89.82	Ok
------	-------	----

Espaciamiento proyect entre aspersores: 10.1 m
 Espaciamiento real entre aspersores: 14.1 m
 Rulosidad de la tubería: 0.0015

Tramo	Presión ini [m.c.a]	Caudal [l/s]	Diametro [mm]	Velocidad [m/s]	N Reynolds	Régimen	f	Long proyect [m]	Cota ini [m]	Cota fin [m]	Pendien	Long real fricción [m]	Pérdidas menores [m]	Cota asp [m]	Presión final [m]	Caudal [l/s]	Radio efect [m]	Diámetros áreas [%]	Área efect [m²]	Efficien	Lám apl net [mm/h]	
B-h	39.93	3.2	71.4	0.80	49099.946	Turbulento	0.0209	10.0775	2987.0	2986.5	0.04962	10.09	0.096299	0.01926	2987.5	39.28	0.483	15	19.92	4.4%	311.729	85%
h-i	39.28	2.72	59	0.99	50458.757	Turbulento	0.0208	10.0775	2986.5	2985.8	0.06946	10.10	0.179526	0.03591	2986.8	38.72	0.479	15	19.92	4.4%	311.729	85%
i-j	38.72	2.24	59	0.82	41564.481	Turbulento	0.0217	10.0775	2985.8	2985.2	0.05954	10.10	0.127138	0.02543	2986.2	39.16	0.482	15	19.92	4.4%	311.729	85%
j-k	39.16	1.76	59	0.64	32617.796	Turbulento	0.023	10.0775	2985.2	2984.5	0.06946	10.10	0.083842	0.01657	2985.5	39.76	0.486	15	19.92	4.4%	311.729	85%
k-l	39.76	1.27	47	0.73	29627.062	Turbulento	0.0235	10.0775	2984.5	2983.7	0.07938	10.11	0.138516	0.0277	2984.7	40.40	0.49	15	19.92	4.4%	311.729	85%
l-m	40.40	0.78	47	0.45	18216.495	Turbulento	0.0265	10.0775	2983.7	2982.5	0.11908	10.15	0.059193	0.01184	2983.5	41.53	0.496	15	19.92	4.4%	311.729	85%
m-n	41.53	0.29	47	0.16	6643.979	Turbulento	0.0348	10.0775	2982.5	2981.3	0.11908	10.15	0.010344	0.00207	2982.3	42.71	0.28	15	19.92	4.4%	311.729	85%
															SUMA	3.193						

$$Cu = 100 * \left(1 - \frac{\sum X_i - \bar{X}}{n * \bar{X}} \right)$$

$$Cu = 88.96 \text{ Ok}$$

Nº aspersores: 7

Aspersor N°	Lámina	Media Lam-med
1	4.74	0.26
2	4.70	0.22
3	4.73	0.25
4	4.77	0.29
5	4.81	0.32
6	4.87	0.39
7	2.75	1.73
	SUMA	3.46

Análisis de uniformidad

Espaciamiento aspersore e	<	r	Ok
Espaciamiento aspersore	10.1	<	15
Espaciamiento ramales:	—	<	1.3 r
Espaciamiento ramales:	11.3	<	19.5

LATERAL N°3
 POSICION N°3
 Hora inicio: 4:00 PM Hora fin: 9:00 PM

Nº aspersores: 7

Longitud proyectada del ramal: 86.3 m
 factor de corrección de la distancia: 1.4
 Longitud real del ramal: 120.82 m
 Espaciamiento proyect entre aspersores: 12.3 m
 Espaciamiento real entre aspersores: 17.3 m
 Rulosidad de la tubería: 0.0015

Tramo	Presión ini [m.c.a]	Caudal [l/s]	Diametro [mm]	Velocidad [m/s]	N Reynolds	Régimen	f	Long proyect [m]	Cota ini [m]	Cota fin [m]	Pendien	Long real fricción [m]	Pérdidas menores [m]	Cota asp [m]	Presión final [m]	Caudal [l/s]	Radio efect [m]	Diámetros áreas [%]	Área efect [m²]	Efficien	Lám apl net [mm/h]	
D-o	40.44	3.2	71.4	0.80	49099.946	Turbulento	0.0209	12.2.28571	2986.5	2985.8	0.05678	12.35	0.117854	0.02357	2986.8	39.97	0.487	15	17.67	35%	245.264	85%
o-p	39.97	2.71	59	0.99	50379.205	Turbulento	0.0208	12.2.28571	2985.8	2984.8	0.08111	12.37	0.219203	0.04384	2985.8	39.65	0.485	15	17.67	35%	245.264	85%
p-q	39.65	2.23	59	0.82	41375.451	Turbulento	0.0218	12.2.28571	2984.8	2983.5	0.10545	12.40	0.154866	0.03097	2984.5	40.77	0.492	15	17.67	35%	245.264	85%
q-r	40.77	1.74	59	0.64	32243.222	Turbulento	0.0231	12.2.28571	2983.5	2982.6	0.073	12.36	0.099326	0.01987	2983.6	41.55	0.497	15	17.67	35%	245.264	85%
r-s	41.55	1.24	47	0.71	28899.924	Turbulento	0.0237	12.2.28571	2983.6	2981.8	0.06489	12.35	0.162023	0.0374	2982.8	42.15	0.5	15	17.67	35%	245.264	85%
s-t	42.15	0.74	47	0.43	17238.355	Turbulento	0.0269	12.2.28571	2981.8	2980.7	0.08922	12.38	0.065557	0.01311	2981.7	43.17	0.506	15	17.67	35%	245.264	85%
t-u	43.17	0.23	47	0.13	5433.1657	Turbulento	0.0369	12.2.28571	2980.7	2979.4	0.10545	12.40	0.08956	0.00179	2980.4	44.46	0.233	15	17.67	35%	245.264	85%
															SUMA	3.2						

$$Cu = 100 * \left(1 - \frac{\sum X_i - \bar{X}}{n * \bar{X}} \right)$$

Cu = 86 Ok

Nº aspersores: 7

Aspersor Nº	Lámina	Media	Lam-med
1	6.07	0.37	
2	6.05	0.35	
3	6.14	0.43	
4	6.20	0.49	
5	6.24	0.54	
6	6.32	0.62	
7	2.91	2.80	
SUMA			5.59

Análisis de uniformidad			
Espaciamiento aspersore e	<	r	Ok
Espaciamiento aspersore 12,3	<	15	Ok
Espaciamiento ramales:	19	<	1.3 r
Espaciamiento ramales:	19	<	19.5

ANEXO N° 19
PLANOS DEL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN

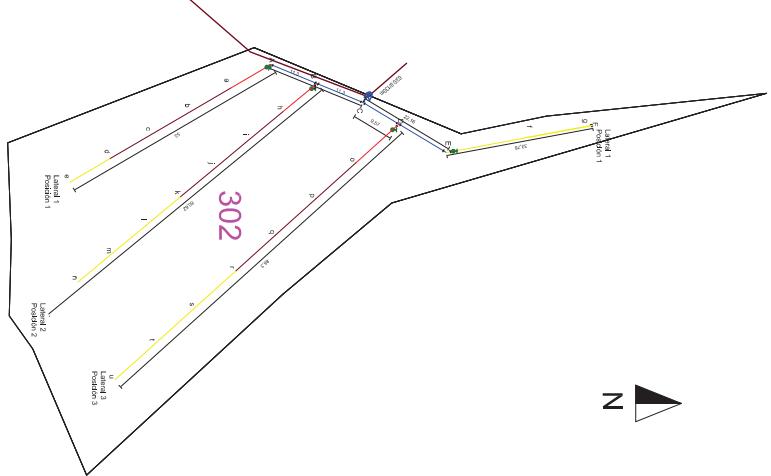
Aspersor



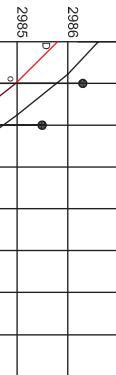
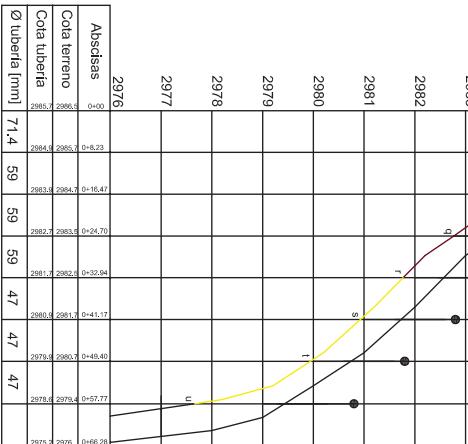
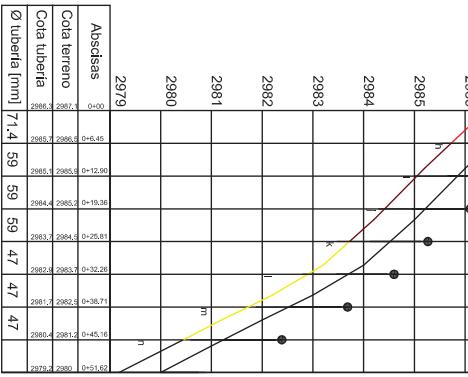
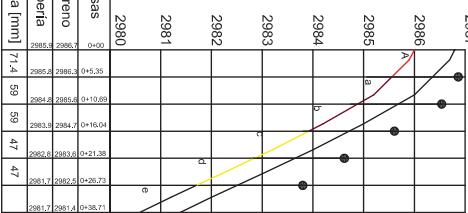
Nelson R33 plato verde

LEYENDA	
	CURVAS DE SPAL.
	VALORES DE SPAL.
	VALORES DE SPAL. (TOMANDO EN CONSIDERACION EL DIAFRAGMA)
	LAMINA DE SPAL.
	VALORES DE CONVERGENZA

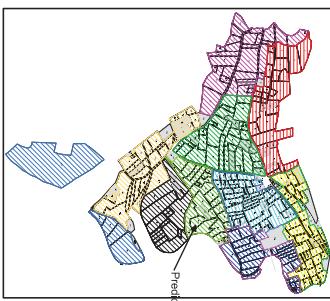
DATOS DE ENTREGA:	
Opción:	6
Tiempo riego:	15 horas
Día de riego:	Miércoles
Inicio de turno:	6:00
Fin de turno:	21:00
Nº pos-aspi:	21
Nº posiciones:	3
Nº aspersores:	7
Caudal:	3.2 l/s → 11.473 m³/h
Presión cabecera:	45 m.c.a



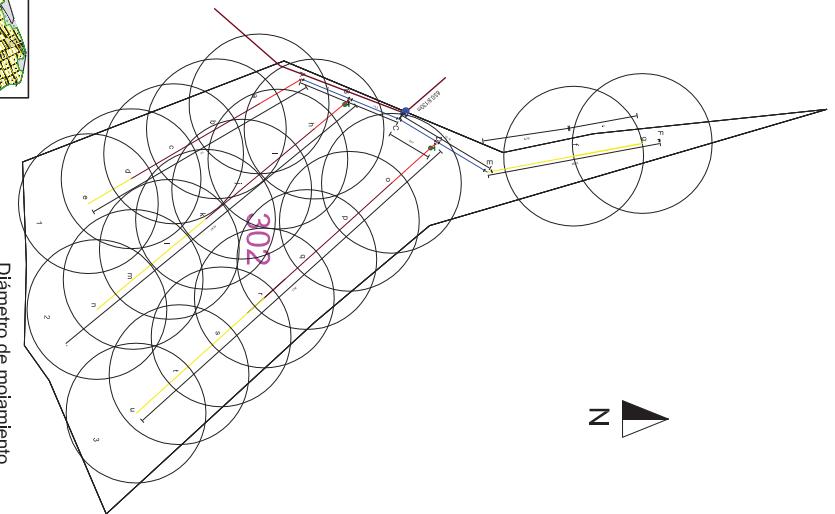
Tuberías



Ubicación



Diámetro de mojamiento



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

Diseño de alternativas técnicas en la transformación del riego superficial por inundación a riego tecnificado modular. Caso de análisis: ñaval Tunga, sistema de riego Mocha-Huachi.

Sistema de riego por aspersión

Corte A-e

Abscisas	0+00
Cola terreno	2985,0 2986,0 +0+0,69
Cola tubería	2984,0 2985,0 +0+1,38
Ø tubería [mm]	71,4 59 59 47 47 47 47

Abscisas	0+00
Cola terreno	2985,0 2986,0 +0+0,69
Cola tubería	2984,0 2985,0 +0+1,38
Ø tubería [mm]	71,4 59 59 47 47 47 47

Abscisas	0+00
Cola terreno	2985,0 2986,0 +0+0,69
Cola tubería	2984,0 2985,0 +0+1,38
Ø tubería [mm]	71,4 59 59 47 47 47 47

Corte B-n

Abscisas	0+00
Cola terreno	2985,0 2986,0 +0+0,69
Cola tubería	2984,0 2985,0 +0+1,38
Ø tubería [mm]	71,4 59 59 47 47 47 47

Corte D-U

Abscisas	0+00
Cola terreno	2985,0 2986,0 +0+0,69
Cola tubería	2984,0 2985,0 +0+1,38
Ø tubería [mm]	71,4 59 59 47 47 47 47

Carlos Sánchez Escala: SE Fecha: Sept 2012 N° Plano: SE

ANEXO N° 20
CÁLCULOS DEL SISTEMA DE RIEGO POR MICRO
ASPERSIÓN

DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO POR MICROASPERSIÓN

DATOS DE LA PARCELA:		
Código:	126	Sector: B
Propietario:	GENARO PASTOR	Derecho ante: 0.12 horas
Área:	2225 m ²	Área construcc.: 48.52 m ²
Área regable:	2176.5 m ²	Área regable: 126

DATOS DE ENTRÉGA:		
Opción:	1	Opción:
Tiempo riego:	15 horas	Tiempo riego:
Día de riego:	Miércoles	Día de riego:
Inicio de turno:	6:00	Inicio de turno:
Fin de turno:	21:00	Fin de turno:
Nº pos-asp:	18	Nº pos-asp:
Nº posiciones:	3	Nº posiciones:
Nº aspersores:	6	Nº aspersores:
Caudal:	0.23 l/s	Caudal:
Presión cabecera:	70 m.c.a	Presión cabecera:

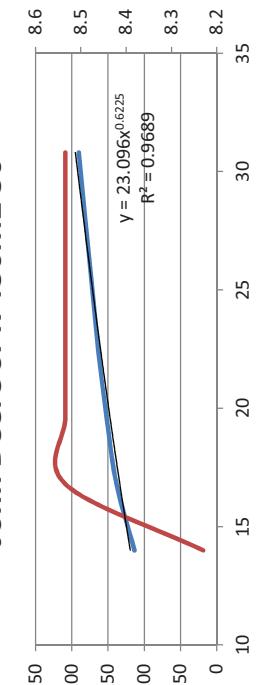
DATOS DEL ASPIRADOR DE LA OPCIÓN DE LA LLAVE DE CONVERSIÓN
Aspersor: John Deere SPK 436M2 50

Presiones [mca]	Caudal [l/h]	Φ[m]
14	113.4	8.2296
16.8	138.348	8.5344
19.6	151.956	8.5344
22.4	163.296	8.5344
25.2	172.368	8.5344
28	181.44	8.5344
30.8	190.512	8.5344

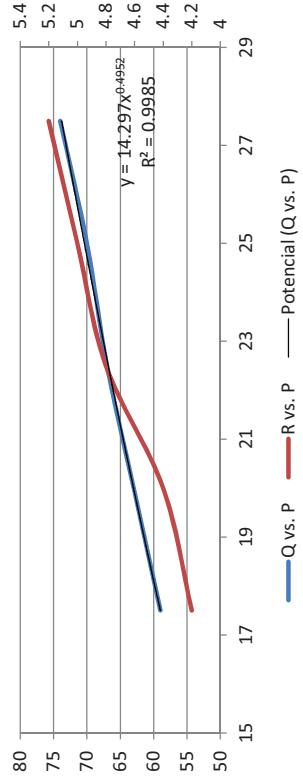
Q escojido aspersor: 0.04 l/s → 140.4 l/h

Microaspersor escogido: Nelson R5 plato verde, boquilla púrpura.

John Deere SPK 436M2 50



R5 verde, boquilla púrpura



DISEÑO

PÉRDIDAS EN EL CABEZAL:

Válvula reguladora de caudal: 1 m.c.a
 Filtro: 1 m.c.a
 Válvula reductora de presión: 49 m.c.a
 Presión al final del cabezal: 19 m.c.a

TUBERÍA PRINCIPAL

Factor de corrección de la distancia: 1.3
 Material: PVC
 Rugosidad absoluta: 0.0015 mm

TUBERÍA SECUNDARIA

Factor de corrección de la distancia: 1.1
 Longitud de la tubería: 30.2 m
 Número de espaciamiento: 5
 Material: PVC
 Rugosidad absoluta: 0.0015 mm

Tramo	Presión ini [m.c.a]	Caudal [l/s]	Φ [mm]	Vel [m/s]	N Reynolds	Régimen	f	Long proyecto [m]	Long real [m]	Pérdida fricción menores [m]	Pérdida menores [m]	Cota ini [m]	Cota fin [m]	Pres final [m]
Cabecera-A	19.00	0.23	29.4	0.34	8719.624	Turbulento	0.03226	6.04	6.64	0.04415	0.00883	3027.5	3027.2	19.25
A-B	19.25	0.117	29.4	0.17	4359.812	Turbulento	0.03954	6.04	6.64	0.01353	0.00271	3027.2	3027.1	19.33
A-C	19.25	0.23	29.4	0.34	8719.624	Turbulento	0.03226	12.08	13.29	0.01766	0.008829	3027.2	3026.9	19.44
C-D	19.44	0.117	29.4	0.17	4359.812	Turbulento	0.03954	6.04	6.64	0.01353	0.00271	3026.9	3026.8	19.52
A-E	19.25	0.23	29.4	0.34	8719.624	Turbulento	0.03226	24.16	26.58	0.17658	0.02532	3027.2	3026.6	19.64
E-F	19.64	0.117	29.4	0.17	4359.812	Turbulento	0.03954	6.04	6.64	0.01353	0.00271	3026.6	3026.4	19.82

POSICIÓN 1 Hora inicio: 6:00 AM Hora fin: 11:00 AM

LATERAL N°1

Nº aspersores: 6
 Longitud proyectada del ramal: 49.3 m
 factor de corrección de la distancia: 1.3
 Longitud real del ramal: 64.09 m
 Espaciamiento real entre aspersores: 7.3 m
 Espaciamiento real entre aspersores: 9.5 m
 Rugosidad de la tubería: 0.0015

Tramo	Presión ini [m.c.a]	Caudal [l/s]	Φ [mm]	Vel [m/s]	N Reynolds	Régimen f	Long proyect [m]	Cota ini [m]	Cota fin e [m]	Pendiente	Long real [m]	Pérdidas fricción [m]	Cota aspersor [m]	Presión final [m]	Caudal [l/s]	Radio efecto de aspersor [m]	Sobrepo áreas %	Área efectiva [m²]	Lám apl net [mm/h]
A-a	19.52	0.117	29.4	0.17	4359.812	Turbulento	0.03954	5.6	3027.2	3026.8	0.07143	5.61	0.01143	0.0023	3027.25	19.46	0.0117	5	15% 11.8 90%
a-b	19.46	0.100	22.4	0.25	4877.553	Turbulento	0.03822	7.3	3026.8	3026.4	0.05492	7.29	0.040623	0.0081	3026.85	19.36	0.0117	5	15% 11.8 90%
b-c	19.36	0.083	22.4	0.21	4035.047	Turbulento	0.04052	7.3	3026.4	3025.8	0.08238	7.31	0.02953	0.0059	3026.25	19.92	0.0117	5	15% 11.8 90%
c-d	19.92	0.065	17.4	0.27	4094.389	Turbulento	0.04036	7.3	3025.8	3025.0	0.10984	7.33	0.06478	0.013	3025.45	20.64	0.0118	5	15% 11.8 90%
d-e	20.64	0.047	17.4	0.20	2974.66	Laminar	0.02152	7.3	3025.0	3024.9	0.01373	7.28	0.018122	0.0036	3025.35	20.72	0.0118	5	15% 11.8 90%
e-f	20.72	0.029	17.4	0.12	1852.832	Laminar	0.03454	7.3	3024.9	3022.8	0.28833	7.58	0.011746	0.0023	3023.25	22.81	0.0119	5	15% 11.8 90%
f-g	22.81	0.011	17.4	0.05	676.4377	Laminar	0.09461	7.3	3022.8	3021.7	0.15103	7.37	0.004167	0.0008	3022.15	23.90	0.0119	5	15% 11.8 90%
													SUMA	0.125					

Coeficiente de uniformidad de Christiansen

$$Cu = 100 * \left(1 - \frac{\sum X_i - \bar{X}}{n * \bar{X}} \right)$$

$$Cu = 36.83 \text{ Ok}$$

Nº aspersores: 7

Análisis de uniformidad						
Espaciamiento ramales:	1	<	1.3 r	Ok	6.04	< 6.5

Aspersor	Lámina	Media	Lam-med
1	4.75	0.18	
2	4.74	0.19	
3	4.81	0.12	
4	4.89	0.03	
5	4.90	0.03	
6	5.14	0.21	
7	5.26	0.33	
SUMA	1.09		

LATERAL N°2

Nº aspersores: 6

Longitud proyectada del ramal: 49.25 m

factor de corrección de la distancia: 1.3

Longitud real del ramal: 64.025 m

Espaciamiento proyectado entre aspersores: 7.3 m

Espaciamiento real entre aspersores: 9.5 m

Rugosidad de la tubería: 0.0015

Tramo	Presión ini [m.c.a]	Caudal [l/s]	Φ [mm]	Vel [m/s]	N Reynolds	Régimen f	Long proyect [m]	Cota ini [m]	Cota fin e [m]	Pendiente	Long real [m]	Pérdidas fricción [m]	Cota aspersor [m]	Presión final [m]	Caudal [l/s]	Radio efecto de aspersor [m]	Sobrepo áreas %	Área efectiva [m²]	Lám apl net [mm/h]
B-h	19.33	0.117	29.4	0.17	4359.812	Turbulento	0.03954	5.6	3027.1	3026.7	0.07143	5.61	0.01143	0.0023	3027.15	19.27	0.0117	5	15% 11.8 90%
h-i	19.27	0.100	22.4	0.25	4881.734	Turbulento	0.03821	7.3	3026.7	3026.3	0.05455	7.34	0.040961	0.0082	3026.75	19.16	0.0117	5	15% 11.8 90%
i-j	19.16	0.083	22.4	0.21	4043.431	Turbulento	0.04049	7.3	3026.3	3025.7	0.08182	7.36	0.029836	0.0016	3026.15	19.73	0.0117	5	15% 11.8 90%
j-k	19.73	0.065	17.4	0.27	4110.533	Turbulento	0.04031	7.3	3025.7	3025.0	0.09545	7.37	0.065564	0.0131	3025.45	20.35	0.0118	5	15% 11.8 90%
k-l	20.35	0.048	17.4	0.20	2998.767	Laminar	0.02134	7.3	3025.0	3024.0	0.13636	7.40	0.018563	0.0037	3024.45	21.33	0.0118	5	15% 11.8 90%
l-m	21.33	0.030	17.4	0.12	1850.872	Laminar	0.03439	7.3	3024.0	3022.8	0.16364	7.43	0.011565	0.0023	3023.25	22.51	0.0119	5	15% 11.8 90%
m-n	22.51	0.011	17.4	0.05	692.069	Laminar	0.09248	7.3	3022.8	3021.7	0.15	7.42	0.004292	0.0009	3022.15	23.61	0.0119	5	15% 11.8 90%
													SUMA	0.117					

LATERAL N°4

Nº aspersores:	6
Longitud proyectada del ramal:	49.38 m
factor de corrección de la distancia:	1.3
Longitud real del ramal:	64.194 m
Espaciamiento project entre aspersores:	7.3 m
Espaciamiento real entre aspersores:	9.6 m
Rugosidad de la tubería:	0.0015

Tramo	Presión ini [m.c.a]	Caudal [l/s]	Φ [mm]	Vel [m/s]	N Reynolds	Régimen f	Long proyecto [m]	Cota ini [m]	Cota fin [m]	Pendiente e	Long real [m]	Pérdidas fricción [m]	Cota aspersor [m]	Presión final [m]	Caudal [l/s]	Radio [m]	Sobrepo áreas %	Área efect [m²]	Efficienc ia	Lám ap net [mm/h]
D-y	19.52	0.117	29.4	0.17	4359.812	Turbulento	0.03954	5.6	3026.9	0.08929	5.62	0.011446	0.0023	3026.85	19.56	0.017	5	15%	11.8	90%
V-w	19.56	0.100	22.4	0.25	4875.406	Turbulento	0.03822	7.3	3026.4	0.08167	7.37	0.04102	0.0082	3026.25	19.66	0.017	5	15%	11.8	90%
W-x	19.66	0.082	22.4	0.21	4026.471	Turbulento	0.04055	7.3	3025.8	0.08167	7.37	0.029679	0.0059	3025.65	20.22	0.018	5	15%	11.8	90%
X-y	20.22	0.065	17.4	0.27	4075.193	Turbulento	0.04042	7.3	3025.2	0.10889	7.39	0.064821	0.0113	3024.85	20.94	0.018	5	15%	11.8	90%
Y-z	20.94	0.047	17.4	0.20	2947.455	Laminar	0.02171	7.3	3024.4	0.09528	7.38	0.018193	0.0036	3024.15	21.62	0.018	5	15%	11.8	90%
Z-1	21.62	0.029	17.4	0.12	1801.78	Laminar	0.03552	7.3	3023.7	0.12225	7.40	0.011154	0.0022	3023.25	22.51	0.019	5	15%	11.8	90%
1-2	22.51	0.010	17.4	0.04	633.076	Laminar	0.10109	7.3	3022.8	0.13612	7.41	0.003926	0.0008	3022.25	23.50	0.010	5	15%	11.8	90%
										SUMA	0.117									

Análisis de uniformidad						
Espaciamiento ramales:	1	<	1.3 r	Ok		
Espaciamiento ramales:	6.04	<	6.5	Ok		

Nº aspersores: 7

Coeficiente de uniformidad de Christiansen

$$Cu = 100 \left(1 - \frac{\sum X_i - \bar{X}}{n * \bar{X}} \right)$$

Cu = 88.6 Ok

Aspersor	Lámina	Media	Lam-med
1	4.76		0.17
2	4.77	0.18	
3	4.84	0.24	
4	4.93	0.33	
5	5.00	0.41	
6	5.10	0.51	
7	2.77	1.83	
		SUMA	3.66

POSICIÓN 3 Hora inicio: 4:00 PM Hora fin: 9:00 PM

LATERAL N°5

Nº aspersores:	6
Longitud proyectada del ramal:	49.6 m
factor de corrección de la distancia:	1.3
Longitud real del ramal:	64.48 m
Espaciamiento project entre aspersores:	7.3 m
Espaciamiento real entre aspersores:	9.5 m
Rugosidad de la tubería:	0.0015

Coefficiente de uniformidad de Christiansen

$$Cu = 100 * \left(1 - \frac{\sum X_i - \bar{X}}{n * \bar{X}} \right)$$

Cu = 87.3 Ok

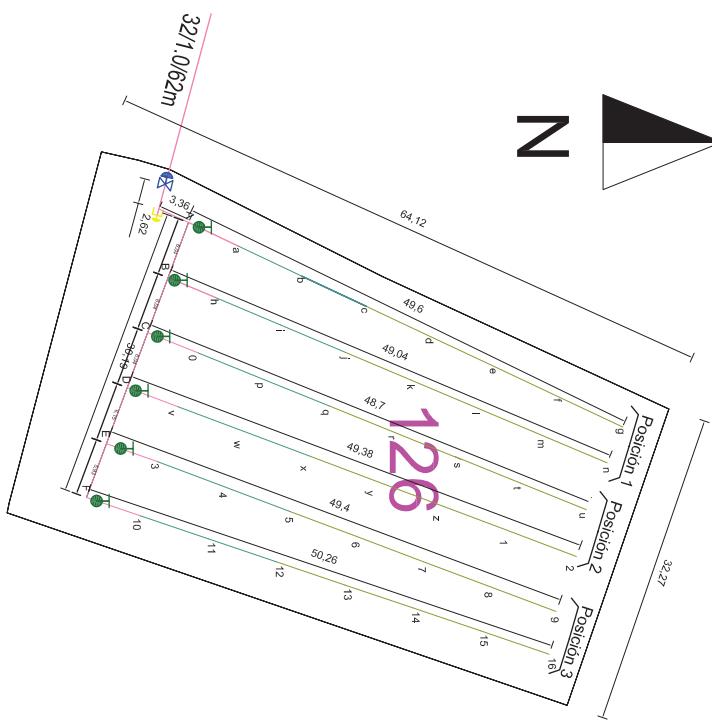
Nº aspersores: 7				
Aspersor	Lámina	Media	Lam-med	
1	4.79		0.19	
2	4.81		0.21	
3	4.90		0.30	
4	4.97	4.60	0.37	
5	5.04		0.44	
6	5.13		0.53	
7	2.55	2.05		
SUMA		4.10		

Análisis de uniformidad				
Espaciamiento ramales:	1	<	1.3 r	Ok
Espaciamiento ramales:	6.04	<	6.5	Ok

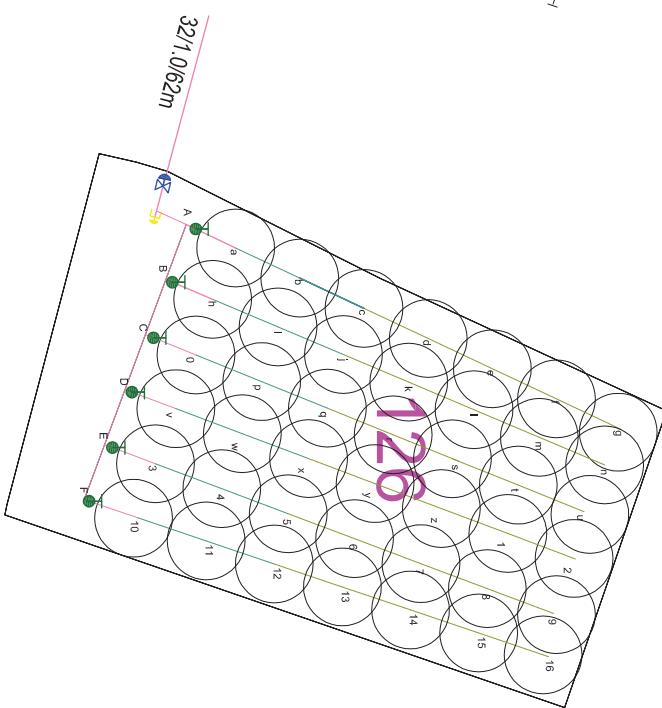
ANEXO N° 21
PLANO DEL SISTEMA DE RIEGO POR MICRO
ASPERSIÓN



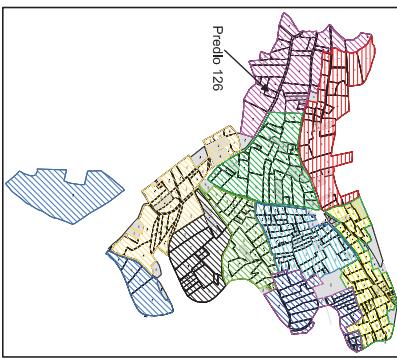
Tuberías



Diámetro de mojamiento



Ubicación



Microaspersor Nelson R5



DIÁMETRO DE LAS TUBERÍAS		
DIÁMETRO	CLASE	
32mm	1.0	1.6
25mm		
20mm		

LEYENDA	
	CURVAS DE NIVEL
	VÁLVULA ENTRÉGA 900.6325m (Tubos en la parcela)
	DIADEMA (CLASE LONGITUD)
	LAVADO DE TUBERÍAS
	VÁLVULA DE COMPUERTA

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

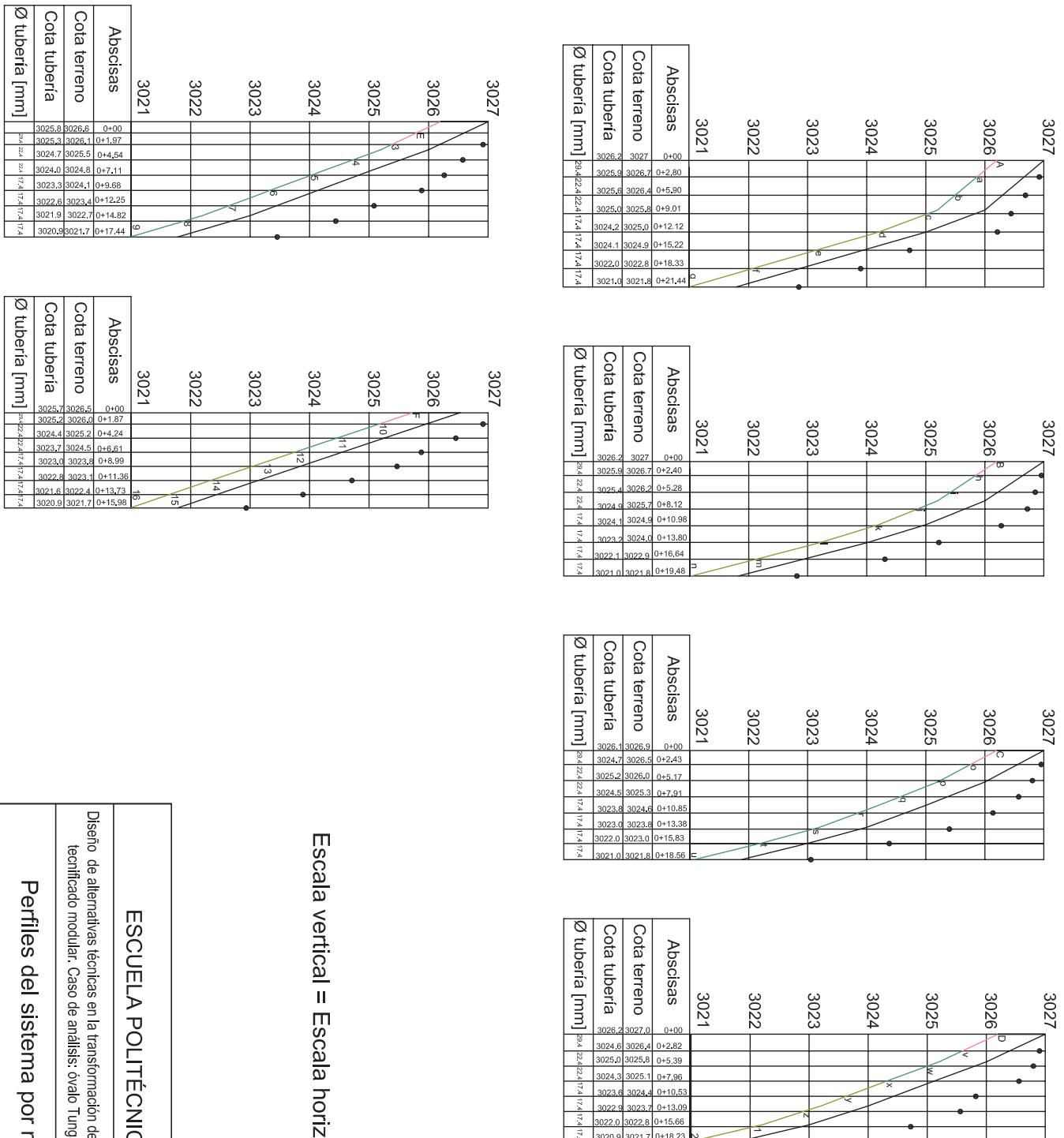
Diseño de alternativas técnicas en la transformación del riego superficial por inundación a riego tecnificado modular. Caso de análisis: óvalo Tunga; sistema de riego Mocha-Huachí.

Sistema de riego por micro aspersión

Sector:	B
Propietario:	GENARO PASTOR
Derecho ante:	0.12 horas
Área:	2225 m ²
Área construcc:	48.52 m ²
Área regable:	2176 m ²

Opción: 1
Tiempo riego: 15 horas
Día de riego: Miércoles
Inicio de turno: 6:00
Fin de turno: 21:00
Nº pos-asp: 18
Nº posiciones: 3
Nº aspersores: 6
Caudal: 0.23 l/s ➔ 0.8424 m³/h
Presión cabecera: 70 m.c.a

Carlos Sánchez	Escala:	Fecha: Sept 2012	Nº Plano:
----------------	---------	------------------	-----------



Escala vertical = Escala horizontal * 100

Diseño de alternativas técnicas en la transformación del riego superficial por inundación a riego tecnificado modular. Caso de análisis: óvalo Tunga, sistema de riego Mocha-Huachi.

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

Carlos Sánchez	Escala:	Fecha: Sept 2012	Nº Plano:
----------------	---------	------------------	-----------

ANEXO N° 22
CÁLCULOS DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

DATOS DE LA PARCELA:

Código:	255
Sector:	8
Propietario:	GLADYS OÑATE
Derecho ante:	0.43 horas
Área:	904 m ²
Área construcc:	0 m ²
Área regable:	904 m ²
Cota superior:	2058.5 m.s.n.m.
Cota inferior:	2055.2 m.s.n.m.
Desnivel:	-3.3 m
Lado mayor:	53.81 m
Lado menor:	16.11 m
Pendiente :	6.13%

DATOS DE ENTREGA:

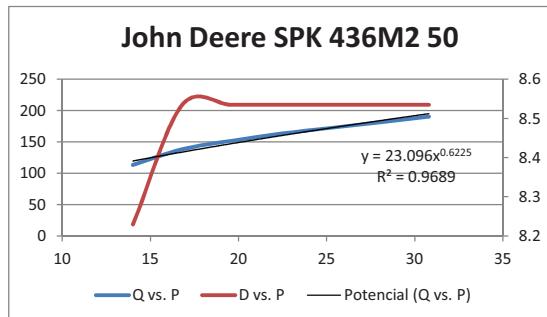
Opción:	1
Tiempo riego:	15 horas
Día de riego:	Martes
Inicio de turno:	6:00
Fin de turno:	21:00
Nº pos-asp:	66
Nº posiciones:	3
Nº aspersores:	22
Caudal:	0.86 l/s → 3.0888 m ³ /h
Presión cabecera:	35 m.c.a

DATOS DEL ASPERSOR DE LA OPCIÓN DE LA LLAVE DE CONVERSIÓN

Aspersor: John Deere SPK 436M2 50

Presiones [m.c.a]	Caudal [l/h]	Diámetro [m]
14	113.4	8.2296
16.8	138.348	8.5344
19.6	151.956	8.5344
22.4	163.296	8.5344
25.2	172.368	8.5344
28	181.44	8.5344
30.8	190.512	8.5344

Q escojido aspersor: 0.04 l/s → 140.4 l/h



Número de camas: 16
Número de laterales: 32
Longitud prom lateral: 52 m
Q en c/ lateral: 0.026813 l/s → 96.53 l/h
Q en c/ latera/m: 1.86 l/h/m
Separación entre goteros: 0.3 m
Caudal teórico calculado del gotero: 0.56 l/h/gotero
Número de goteros/lateral calculado: 173.3
Número de goteros/lateral real: 156
Caudal real calculado del gotero: 0.62 l/h/gotero

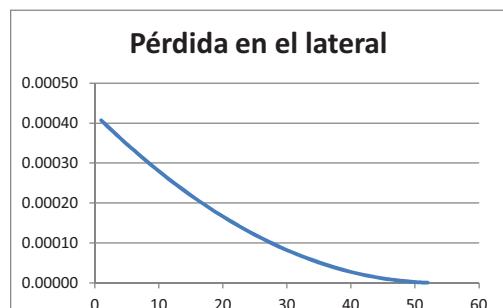
Gotero escogido: DRIPNET PC DE NETAFIM
Línea de goteo escogida: NETAFIM 16250
Presión de trabajo gotero: 4 - 25 m.c.a.
Caudal del gotero: 0.6 l/h
Presión máx trab.línea goteo: 20 m.c.a.
Diámetro interior línea: 15.4 mm
Largo máximo del lateral gotero c/30cm: 312 m
KD: 0.4
Diámetro de mojamiento: 0.77 m

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN EL LATERAL.

Número de goteros/m 3
Caudal/m 1.8 l/h

Longitud [m]	Nº goteros	Q lateral [l/h]	Q emitido [l/h]	Q queda [l/h]	Vel [m/s]	Pérdida [m]	Pérdida acum [m]
1	3	96.53	1.8	94.73	0.141264	0.00041	0.00041
5	15	96.53	9	87.53	0.130526	0.00035	0.00075
10	30	96.53	18	78.53	0.117105	0.00028	0.00103
15	45	96.53	27	69.53	0.103683	0.00022	0.00125
20	60	96.53	36	60.53	0.090261	0.00017	0.00142
25	75	96.53	45	51.53	0.076839	0.00012	0.00154
30	90	96.53	54	42.53	0.063418	0.00008	0.00162
35	105	96.53	63	33.53	0.0500	0.00005	0.00167
40	120	96.53	72	24.53	0.036574	0.00003	0.00170
45	135	96.53	81	15.53	0.023152	0.00001	0.00171
50	150	96.53	90	6.53	0.009731	0.00000	0.00171
52	156	96.53	93.6	2.93	0.004362	0.00000	0.00171

Pérdida total: 0.00171 m



CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN LA TUBERÍA SECUNDARIA.

Longitud del secundario: 16.91 m
 Cota inicial: m.s.n.m.
 Cota fina: m.s.n.m.
 Caudal: l/s
 Material:
 Rugosidad absoluta: 0.0015 mm
 Caudal real en c/lateral: 93.60 l/h \rightarrow 0.026 l/s
 Separación lateral 0.60 m
 0.40 m
 Caudal en secundario/m: 5.54 l/h/m \rightarrow 0.00154 l/s/m

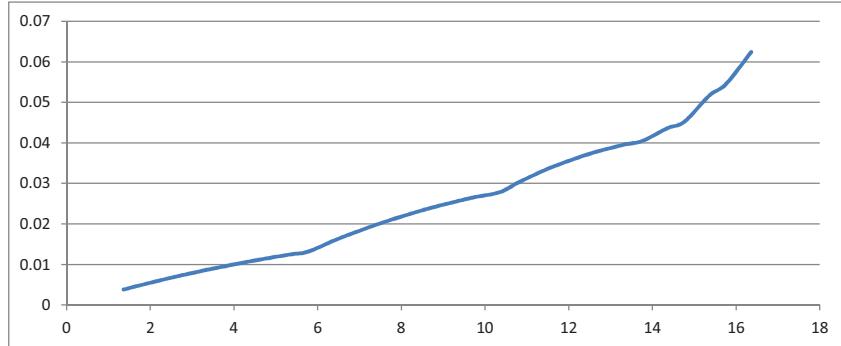
$$f = \frac{0.25}{\left[\log \left(\frac{1}{3.7(D/e)} + \frac{5.74}{Re^{0.9}} \right) \right]^2}$$

$$hf_i = \frac{8f_T}{\pi^2 g d^5} \left(Q_{li}^2 - Q_{hi} q l + \frac{q^2 l^3}{3} \right)$$

Pendiente calculada:

Tramo	Longitud [m]	Abscisa	Caudal [l/s]	Φ [mm]	Vel [m/s]	N Reynolds	Régimen	f_i	f_{i+1}	f_T	Pérdidas fricción [m]	Pérdidas menores [m]	Pérdidas totales [m]	Pérdidas acumuladas [m]
Cabecera-1	1.36	1.36	0.86	59	0.31	15926.307	Turbulento	0.027	0.028	0.0275	0.003177	0.000635	0.003812	0.00381
1-2	0.4	1.76	0.83	59	0.30	15443.691	Turbulento	0.028	0.028	0.0277	0.000887	0.000177	0.001065	0.00488
2-3	0.6	2.36	0.81	59	0.29	14961.076	Turbulento	0.028	0.028	0.028	0.001259	0.000252	0.001511	0.00639
3-4	0.4	2.76	0.78	59	0.29	14478.461	Turbulento	0.028	0.028	0.0282	0.000793	0.000159	0.000952	0.00734
4-5	0.6	3.36	0.75	59	0.28	13995.845	Turbulento	0.028	0.029	0.0285	0.001121	0.000224	0.001346	0.00869
4-6	0.4	3.76	0.73	59	0.27	13513.23	Turbulento	0.029	0.029	0.0287	0.000704	0.000141	0.000844	0.00953
6-7	0.6	4.36	0.70	59	0.26	13030.615	Turbulento	0.029	0.029	0.029	0.000991	0.000198	0.001189	0.01072
7-8	0.4	4.76	0.68	59	0.25	12547.999	Turbulento	0.029	0.029	0.0293	0.000619	0.000124	0.000743	0.01146
8-9	0.6	5.36	0.65	59	0.24	12065.384	Turbulento	0.029	0.03	0.0296	0.000867	0.000173	0.001041	0.0125
9-10	0.4	5.76	0.62	59	0.23	11582.769	Turbulento	0.03	0.028	0.0291	0.000523	0.000105	0.000628	0.01313
10-11	0.6	6.36	0.60	47	0.34	13934.235	Turbulento	0.028	0.029	0.0286	0.002204	0.000441	0.002645	0.01578
11-12	0.4	6.76	0.57	47	0.33	13328.399	Turbulento	0.029	0.029	0.0289	0.001361	0.000272	0.001634	0.01741
12-13	0.6	7.36	0.55	47	0.31	12722.562	Turbulento	0.029	0.029	0.0293	0.001883	0.000377	0.00226	0.01967
13-14	0.4	7.76	0.52	47	0.30	12116.726	Turbulento	0.029	0.03	0.0297	0.001155	0.000231	0.001385	0.02105
14-15	0.6	8.36	0.49	47	0.28	11510.89	Turbulento	0.03	0.03	0.0301	0.001584	0.000317	0.001901	0.02296
15-16	0.4	8.76	0.47	47	0.27	10905.053	Turbulento	0.03	0.031	0.0305	0.000963	0.000193	0.001155	0.02411
16-17	0.6	9.36	0.44	47	0.25	10299.217	Turbulento	0.031	0.031	0.031	0.001308	0.000262	0.00157	0.02568
17-18	0.4	9.76	0.42	47	0.24	9693.3808	Turbulento	0.031	0.032	0.0316	0.000786	0.000157	0.000944	0.02662
18-19	0.6	10.36	0.39	47	0.22	9087.5445	Turbulento	0.032	0.031	0.0312	0.001023	0.000205	0.001227	0.02785
19-20	0.4	10.76	0.36	37.4	0.33	10658.831	Turbulento	0.031	0.031	0.0308	0.001841	0.000368	0.00221	0.03006
20-21	0.6	11.36	0.34	37.4	0.31	9897.486	Turbulento	0.031	0.032	0.0315	0.00243	0.000486	0.002916	0.03298
21-22	0.4	11.76	0.31	37.4	0.28	9136.141	Turbulento	0.032	0.033	0.0322	0.001414	0.000283	0.001696	0.03467
22-23	0.6	12.36	0.29	37.4	0.26	8374.7959	Turbulento	0.033	0.033	0.0331	0.001826	0.000365	0.002191	0.03686
23-24	0.4	12.76	0.26	37.4	0.24	7613.4508	Turbulento	0.033	0.035	0.034	0.001036	0.000207	0.001243	0.03811
24-25	0.6	13.36	0.23	37.4	0.21	6852.1057	Turbulento	0.035	0.036	0.0351	0.001298	0.00026	0.001558	0.03966
25-26	0.4	13.76	0.21	37.4	0.19	6090.7606	Turbulento	0.036	0.035	0.0352	0.000686	0.000137	0.000823	0.04049
26-27	0.6	14.36	0.18	29.4	0.27	6779.5967	Turbulento	0.035	0.036	0.0354	0.002636	0.000527	0.003164	0.04365
27-28	0.4	14.76	0.16	29.4	0.23	5811.0829	Turbulento	0.036	0.035	0.0358	0.001305	0.000261	0.001566	0.04522
28-29	0.6	15.36	0.13	22.4	0.33	6355.8719	Turbulento	0.035	0.038	0.0365	0.005389	0.001078	0.006467	0.05168
29-30	0.4	15.76	0.10	22.4	0.26	5084.6975	Turbulento	0.038	0.038	0.038	0.002392	0.000478	0.00287	0.05455
30-31	0.6	16.36	0.08	17.4	0.33	4909.3631	Turbulento	0.038	0.032	0.0351	0.006566	0.001313	0.007879	0.06243

Pérdidas 0.062432 m

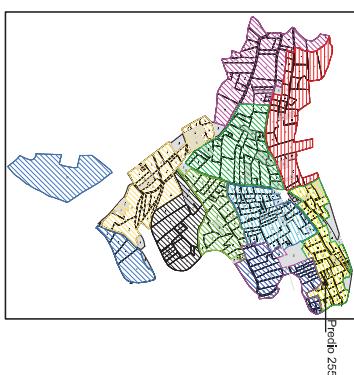
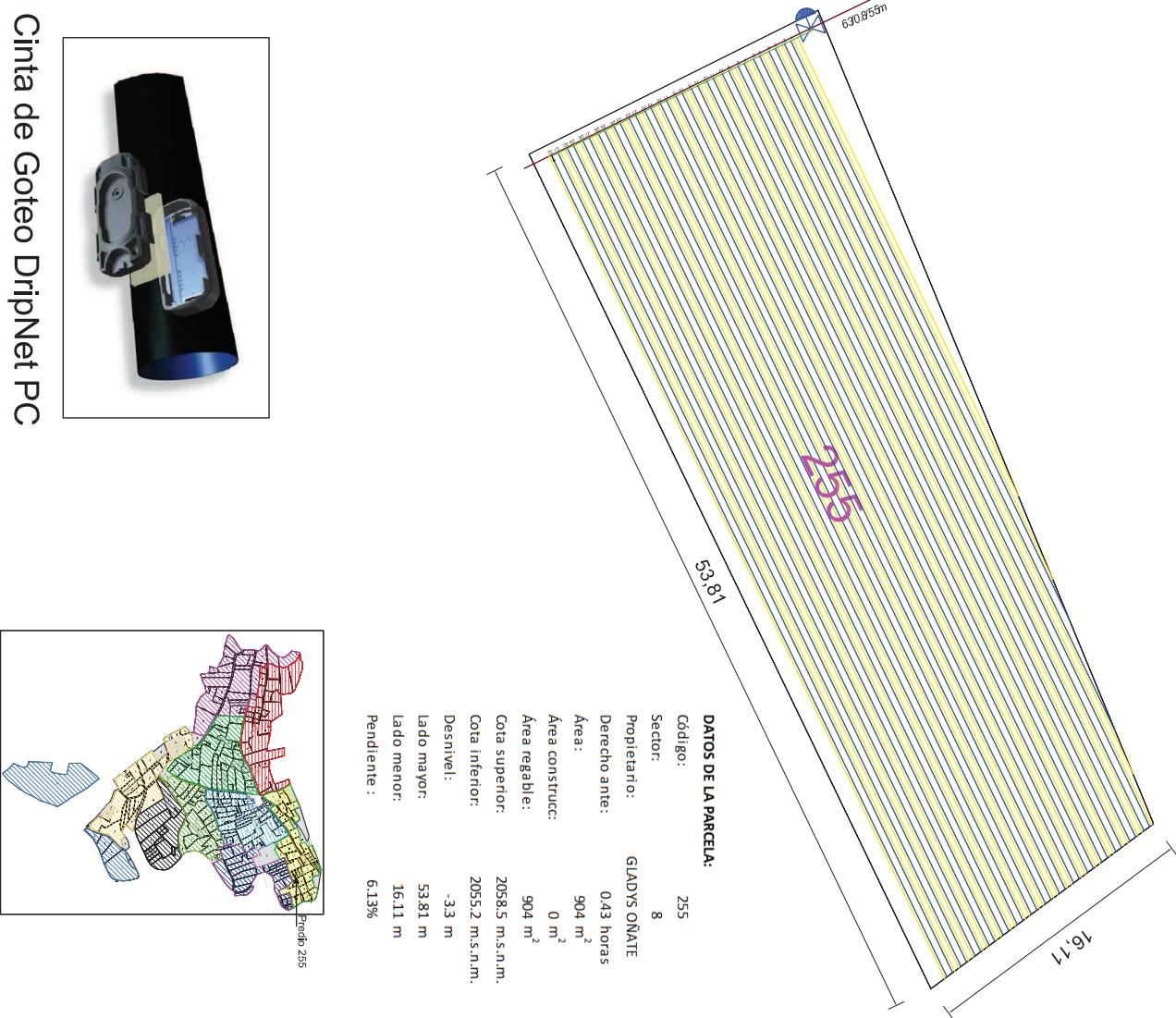


DISEÑO DEL CABEZAL DE RIEGO

FILTRO:
 Caudal filtrado: 2995.2 l/h \rightarrow 3.00 m³/h
 Pérdida en el filtro: 3 m.c.a
 Válvula reductora de presión: 20 m.c.a

ANEXO N° 23

PLANOS DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEÓ



Cinta de Goteo DripNet PC



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

Diseno de alternativas técnicas en la transformación del riego superficial por inundación a riego tecnificado modular. Caso de análisis: Óvalo Tunga, sistema de riego Mocha-Huachí.

Sistema de riego por goteo

Carlos Sánchez	Escala: SE	Fecha: Sept 2012	Nº Plano:
----------------	------------	------------------	-----------

ANEXO N° 24
COSTOS DE LOS SISTEMAS CON TECNIFICACIÓN
COLECTIVA

Costos de los sistemas de riego tecnificado

Sistema de riego por Goteo	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Filtro 120 mesh	u	1	90.00	90.00
Válvula de aire 1 1/2"	u	1	19.80	19.80
Válvula reductora de presión	u	1	25.00	25.00
Codo PVC EC 63 mm 90°	u	2	1.85	3.70
Tubería PVC EC 63mm x 0.8 Mpa	m	8	2.58	20.67
Tubería PVC EC 50mm x 0.8 Mpa	m	4	1.83	7.33
Tubería PVC EC 40mm x 0.8 Mpa	m	3	0.88	2.65
Tubería PVC EC 32mm x 1.0 Mpa	m	0.4	0.75	0.30
Tubería PVC EC 25mm x 1.25 Mpa	m	0.4	0.65	0.26
Tubería PVC EC 20mm x 1.6 Mpa	m	0.6	0.58	0.35
Reducor buje PVC EC 63*50mm	u	1	0.99	0.99
Reducor buje PVC EC 50*40mm	u	1	0.26	0.26
Reducor buje PVC EC 40*32mm	u	1	0.30	0.30
Reducor buje PVC EC 32*25mm	u	1	0.18	0.18
Reducor buje PVC EC 25*20mm	u	1	0.10	0.10
Tapon hembra 20mm	u	1	0.12	0.12
Cinta de riego Dripnet PC 16250 cada 30cm	m	1664	0.27	456.68
			TOTAL	628.68
			AREA	904
			USD/m2	0.70

Sistema de riego por micro-aspersión	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Filtro 120 mesh	u	1	90.00	90.00
Válvula reductora de presión	u	1	35.00	35.00
Codo PVC EC 32 mm 90°	u	2	0.40	0.80
Tubería PVC EC 32mm x 1.0 Mpa	m	64.6	0.75	48.13
Tubería PVC EC 25mm x 1.25 Mpa	m	89.1	0.65	57.74
Tubería PVC EC 20mm x 1.6 Mpa	m	175.2	0.58	102.20
Tee PVC EC 32mm	u	6	0.42	2.52
Reducor buje PVC EC 32*25mm	u	6	0.18	1.08
Reducor buje PVC EC 25*20mm	u	6	0.10	0.60
Tapon hembra 20mm	u	7	0.12	0.84
Micro aspersor Nelson R5 plato verde boquilla púrpura	u	14	9.50	133.00
Tubo de alimentación FT-01	u	14	6.70	93.80
Válvula de Bola 32 mm	u	6	4.35	26.10
			TOTAL	591.81
			AREA	2176.48
			USD/m2	0.27

Sistema de riego por aspersión	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Filtro 120 mesh	u	1	90.00	90.00
Válvula reductora de presión	u	1	25.00	25.00
Tee PVC EC 90mm	u	1	7.19	7.19
Codo PVC EC 90 mm 90°	u	4	3.98	15.92
Tubería PVC EC 90mm x 0.63 Mpa	m	44.7	3.83	171.35
Tubería PVC EC 75 mm x 0.63 Mpa	m	34	2.75	93.50
Tubería PVC EC 63 mm x 0.8 Mpa	m	88	2.58	227.33
Tubería PVC EC 50 mm x 0.8 Mpa	m	111.8	1.83	204.97
Reducor buje PVC EC 90*75mm	u	3	2.91	8.73
Reducor buje PVC EC 75*63mm	u	3	2.20	6.60
Reducor buje PVC EC 63*50mm	u	4	0.99	3.96
Reducor buje PVC EC 90*63mm	u	1	2.15	2.15
Válvula de bola 90 mm	u	2	40.00	80.00
Tapon hembra 50mm	u	4	0.55	2.20
Tee PVC EC 90mm	u	3	7.19	21.57
Aspersor Nelson R33 plato verde	u	7	26.00	182.00
Porta aspersor	u	7	4.00	28.00
			TOTAL	1170.47
			AREA	5806
			USD/m2	0.20

ANEXO N° 25
COSTOS DE LOS SISTEMAS CON TECNIFICACIÓN
INDIVIDUAL

Costo del sistema de riego por aspersión

DATOS DE LA PARCELA:

Código: 302
 Sector: 6
 Propietario: VILMA PAREDES
 Derecho ante: 1.60 horas
 Área: 5806 m²
 Área construcc: 0 m²
 Área regable: 5806 m²
 Volumen recibido: 346.02 m³

Reservorio:
 Volumen: 346.02 m³
 Costo reservorio/m³: 18 USD/m³
 Costo total reservorio: 6228.36 USD

Bombeo:
 Q = 3.2 l/s
 H = 40.00 m
 ρ = 1000 kg/m³
 g = 9.8 m/s²
 η = 0.7
 P calc= 2.40 HP
 P bomba = 2.5 HP → 1.86 Kw
 Costo sist bombeo/HP: 155 USD/HP
 Costo total sist bombeo: 387.5 USD

Costo de bombeo:
 Costo Kw/hora: 0.08 USD/Kw/h
 Horas funcionamiento/día: 15 h/días
 Días de funcionamiento/año: 40 días/año
 Costo bombeo anual: 89.49 USD/año

Sistema de riego
 Costo sist/m² : 0.2 USD/m²
 Área total: 5806 m²
 Costo del sistema: 1161.2 USD
 Costo total: 7777.06 USD

Costo del sistema de riego por micro aspersión

DATOS DE LA PARCELA:

Código:	126
Sector:	B
Propietario:	GENARO PASTOR
Derecho ante:	0.12 horas
Área:	2225 m ²
Área construcc:	48.52 m ²
Área regable:	2176.48 m ²
Volumen recibido:	24.90 m ³

Reservorio:	
Volumen:	24.90 m ³
Costo reservorio/m ³ :	18 USD/m ³
Costo total reservorio:	448.2 USD

Bombeo:	
Q =	0.23 l/s
H =	20.00 m
ρ =	1000 kg/m ³
g =	9.8 m/s ²
η =	0.7
P calc=	0.09 HP
P bomba =	0.25 HP → 0.19 Kw
Costo sist bombeo/HP:	155 USD/HP
Costo total sist bombeo:	38.75 USD

Costo de bombeo:	
Costo Kw/hora:	0.08 USD/Kw/h
Horas funcionamiento/día:	15 h/días
Días de funcionamiento/año:	40 días/año
Costo bombeo anual:	8.95 USD/año

Sistema de riego	
Costo sist/m ² :	0.26 USD/m ²
Área total:	2176.48 m ²
Costo del sistema:	565.88 USD
Costo total:	1052.83 USD

Costo del sistema de riego por goteo

DATOS DE LA PARCELA:

Código:	255
Sector:	8
Propietario:	GLADYS OÑATE
Derecho ante:	0.43 horas
Área:	904 m ²
Área construcc:	0 m ²
Área regable:	904 m ²
Volumen recibido:	93.60 m ³

Reservorio:

Volumen:	93.60 m ³
Costo reservorio/m ³ :	15 USD/m ³
Costo total reservorio:	1404 USD

Bombeo:

Q =	0.86 l/s
H =	5.00 m
ρ =	1000 kg/m ³
g =	9.8 m/s ²
η =	0.7
P calc=	0.08 HP
P bomba =	0.25 HP → 0.19 Kw
Costo sist bombeo/HP:	155 USD/HP
Costo total sist bombeo:	38.75 USD

Costo de bombeo:

Costo Kw/hora:	0.08 USD/Kw/h
Horas funcionamiento/día:	15 h/días
Días de funcionamiento/año:	40 días/año
Costo bombeo anual:	8.95 USD/año

Sistema de riego

Costo sist/m ² :	0.7 USD/m ²
Área total:	904 m ²
Costo del sistema:	632.80 USD
Costo total:	2075.55 USD