



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

POSTGRADO DE HIDROCIENCIAS

**ANÁLISIS TÉCNICO Y ECONÓMICO DEL DISEÑO DE
UN SISTEMA DE RIEGO A HIDRANTE PARCELARIO
UTILIZANDO DOS MÉTODOS, POR TURNOS Y CON
LA TÉCNICA DE CLEMENT**

BARTOLOMÉ ESPINOSA ESPINOSA

T E S I S

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:**

MAESTRO EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MÉXICO

2014

La presente tesis titulada: **Análisis Técnico y Económico del Diseño de un Sistema de Riego a Hidrante Parcelario Utilizando dos Métodos, por Turnos y con la Técnica de Clement** realizada por el alumno: **Bartolomé Espinosa Espinosa**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS

HIDROCIENCIAS

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO



DR. HÉCTOR FLORES MAGDALENO

ASESOR



DR. ROBERTO ASCENCIO HERNÁNDEZ

ASESOR



MC. GUILLERMO CARRILLO FLORES

Montecillo, Texcoco, Estado de México, Marzo de 2014

Análisis técnico y económico del diseño de un sistema de riego a hidrante parcelario
utilizando dos métodos, por Turnos y con la técnica de Clement

Espinosa Espinosa Bartolomé, M.C.

Colegio de Postgraduados, 2014

R E S U M E N

El uso óptimo y sostenible de los recursos hídricos disponibles para riego requiere que las instalaciones usadas para irrigar permitan administrar el agua con las estrategias de manejo adecuadas a cada situación. Este aspecto, al que en ocasiones no se le ha dado suficiente importancia, resulta hoy en día absolutamente imprescindible si se quieren rentabilizar las inversiones requeridas en infraestructura, estando condicionado por los cultivos que se adopten en la zona regable, así como por la evolución de las políticas y mercados agrícolas. Por ello, el presente estudio tuvo como objetivo realizar un análisis técnico y económico del diseño de un sistema de riego a hidrante parcelario empleando dos métodos de diseño, el método por Turnos y el método de Clement en un módulo del Distrito de Riego 087, con la finalidad de poder recomendar a los usuarios el mejor método de diseño. Como resultado se obtuvo que el diseño hidráulico por el método de Turnos requiere diámetros menores de tubería para su funcionamiento, en tanto que para el diseño empleando el método de Clement demanda diámetros mayores que le permiten mayor flexibilidad en el sistema de riego. El costo de inversión inicial del sistema de riego diseñado con el método de Clement resultó 28% mayor en comparación con el método de diseño por Turnos. Sin embargo, los costos de operación del sistema de riego al usar el método de Turnos, resultaron 12.5% mayores en comparación con el método de Clement.

Palabras claves: *Evaluación, métodos de diseño, sistemas de riego*

Technical and economic analysis of the design of an irrigation system at farm hydrant
using two methods: Turns and the Clement's Technique

Espinosa Espinosa Bartolomé, M.C.

Colegio de Postgraduados, 2014

A B S T R A C T

The optimal and sustainable utilization of water resources available for irrigation requires that the facilities used to irrigate can manage the water with appropriate strategies according to each situation. This aspect, which sometimes does not receive enough importance, it is now absolutely necessary if you want to monetize the investments required in infrastructure, which are conditioned by the crops that are chosen up in the irrigation area, as well as by the evolution of the policies and agricultural markets. For this reason, the objective of this study was to perform a technical and economic analysis of an irrigation system design to farm hydrant using two design methods, the Turns method and the Clement's method in a module of the Irrigation District 087, with the aim to recommend to the users the best design method. As a result, it was found that the hydraulic design by the Turns method requires smaller pipe diameters to operate, while the design using the Clement's method requires larger diameters that allow greater flexibility in the irrigation system. The initial investment cost of the irrigation system designed with the Clement's method was 28% higher compared to the Turns method design. Operating costs of the irrigation system using Turns method, were 12.5% higher compared to costs using the Clement's method.

Keywords: *Evaluation, design methods, irrigation systems*

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por haberme regalado la existencia.

A Bartolo Espinosa Ramírez y Martha Espinosa Vargas, por darme la oportunidad de vivir, responsables de mi educación, formación de valores y por su apoyo en cada instante.

A María Eleuteria Espinosa Ramírez por ser un ejemplo a seguir y por todo el apoyo incondicional brindado.

Especialmente a mis tres grandes tesoros, Yudexi, Naomi y Ximena por darme fuerza y valor para seguir adelante en el camino de la vida.

A Clementina del Carmen Mendoza Cruz por los buenos momentos pero sobre todo por aguantarme en los malos.

A mis hermanos, Gregorio, Casilda, Paula, Pedro Luis, Víctor Andrés, Felipe, Aida Cándida, Valente y Vicente por brindarme su apoyo cuando les fue posible.

Al pueblo de México, que a través del CONACYT, patrocinó mis estudios de postgrado.

Al Colegio de Postgraduados, por todos los conocimientos y habilidades adquiridas.

Al DR. Héctor Flores Magdaleno, por todo su apoyo en la realización de este trabajo.

Al DR. Roberto Ascencio Hernández, por su contribución en la culminación de esta investigación.

Al MC. Guillermo Carrillo Flores, por sus atinados consejos y aportaciones al presente trabajo.

Al Dr. Enrique Mejía Sáenz, por todo el apoyo brindado para llevar a cabo la culminación de mis estudios de maestría.

A la MC. María del Rayo Rivera Silva, por su invaluable apoyo, por sus sabios consejos y sobre todo por el esfuerzo otorgado desde el inicio al término de este trabajo.

A la Ing. Sandra Domínguez Deleon, por su enorme esfuerzo, dedicación, buen criterio y por todo el apoyo incondicional y decidido en el desarrollo y culminación del presente trabajo.

A todas las personas que participaron en el desarrollo de este trabajo, especialmente a Genaro Contreras, Andrés Paredes, Fernando Yescas y Juventino Guzmán.

A todos los compañeros de la oficina que me brindaron su apoyo y profesionalismo, Gracias.

CONTENIDO

Página

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	OBJETIVOS E HIPÓTESIS.....	3
2.1.	OBJETIVO GENERAL	3
2.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
2.3.	HIPÓTESIS	3
3.	REVISIÓN DE LITERATURA	4
3.1.	IMPORTANCIA DE LOS SISTEMAS DE RIEGO EN MÉXICO	4
3.2.	FACTORES PARA LA SELECCIÓN DE UN SISTEMA DE RIEGO	6
3.3.	CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE RIEGO	7
3.3.1.	<i>Sistema de riego superficial.....</i>	<i>8</i>
3.3.2.	<i>Sistema de riego presurizado.....</i>	<i>10</i>
3.4.	ESTUDIO TOPOGRÁFICO PARA LOS SISTEMAS DE RIEGO	11
3.5.	DISEÑO AGRONÓMICO.....	13
3.5.1.	<i>Cálculos de requerimientos de riego.....</i>	<i>14</i>
3.5.2.	<i>Capacidad del sistema de riego</i>	<i>15</i>
3.6.	DISEÑO DE REDES HIDRÁULICAS EN LOS SISTEMAS DE RIEGO.....	16
3.6.1.	<i>Métodos de diseño de las redes hidráulicas en los sistemas de riego</i>	<i>18</i>
3.6.1.1.	Método por turnos o tandeo riguroso	20
3.6.1.2.	Riego a la demanda	20
3.6.2.	<i>Diseño de redes en los sistemas de riego.....</i>	<i>23</i>
3.6.2.1.	Ubicación de los hidrantes	23
3.6.2.2.	Trazado de la red.....	24
3.6.2.3.	Determinación de los gastos circulantes por las líneas	24
3.6.2.4.	Determinación de los diámetros de las tuberías	25
3.7.	PROGRAMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE RIEGO	25
3.7.1.	<i>WCADI (Weizman Computer Aided Design Irrigation).....</i>	<i>26</i>
3.7.1.1.	Características hidráulicas del programa WCADI	27
3.7.1.2.	Parámetros para el diseño de la tubería principal	29
3.8.	CONCEPTOS IMPORTANTES SOBRE BOMBEO	30
3.9.	EVALUACIÓN ECONÓMICA DE PROYECTOS	31
3.9.1.	<i>Identificación, cuantificación y valoración de costos.....</i>	<i>31</i>
3.9.2.	<i>Identificación, cuantificación y valoración de beneficios.....</i>	<i>32</i>

3.9.3.	<i>Indicadores de rentabilidad</i>	33
3.9.3.1.	Valor Presente Neto	33
3.9.3.2.	Tasa Interna de Retorno.....	34
3.9.3.3.	Relación Beneficio Costo	34
3.9.4.	<i>Análisis de sensibilidad</i>	34
3.9.5.	<i>Costo anual equivalente</i>	34
4.	MATERIALES Y MÉTODOS	36
4.1.	MATERIALES	36
4.2.	METODOLOGÍA	36
4.3.	LOCALIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	37
4.4.	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	38
4.5.	DISEÑO AGRONÓMICO.....	39
4.6.	DISEÑO HIDRÁULICO.....	41
4.6.1.	<i>Consideraciones para el diseño del sistema de riego con el método por Turnos</i>	42
4.6.2.	<i>Consideraciones para el diseño del sistema de riego con el método de Clement</i>	43
4.6.3.	<i>Planeación general de la zona de riego</i>	44
4.6.4.	<i>Diseño hidráulico por los métodos de Turnos y Clement con WCADI 08</i>	45
4.7.	IDENTIFICACIÓN DE COSTOS	47
4.7.1.	<i>Costos de inversión</i>	47
4.7.2.	<i>Costos de bombeo del sistema de riego</i>	48
4.7.2.1.	Costo directo	49
4.7.2.2.	Costos de operación.....	49
4.7.2.3.	Costos de mantenimiento y reparaciones.....	51
4.8.	IDENTIFICACIÓN DE BENEFICIOS	53
4.8.1.	<i>Situación actual</i>	53
4.8.2.	<i>Situación actual optimizada</i>	53
4.8.3.	<i>Situación con proyecto</i>	53
4.8.4.	<i>Situación incremental</i>	54
4.9.	EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	54
4.9.1.	<i>Indicadores de rentabilidad y su cálculo</i>	54
4.9.1.1.	Valor Presente Neto	54
4.9.1.2.	Tasa Interna de Retorno.....	55
4.9.1.3.	Relación Beneficio Costo	55
4.9.2.	<i>Análisis de sensibilidad</i>	56
4.9.3.	<i>Costo Anual Equivalente</i>	57

5.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	59
5.1.	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	59
5.2.	DISEÑO AGRONÓMICO.....	60
5.3.	DISEÑO HIDRÁULICO.....	61
5.3.1.	<i>Método por Turnos</i>	61
5.3.2.	<i>Método de Clement</i>	62
5.3.3.	<i>Resumen del diseño hidráulico</i>	63
5.4.	CUANTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE COSTOS.....	64
5.4.1.	<i>Método por Turnos</i>	64
5.4.1.1.	Costos de inversión en el diseño del sistema de riego con el método por Turnos	64
5.4.1.2.	Costos de bombeo en el diseño del sistema de riego con el método por Turnos.....	65
5.4.2.	<i>Método de Clement</i>	69
5.4.2.1.	Costos de inversión en el diseño del sistema de riego con el método de Clement	69
5.4.2.2.	Costos de bombeo en el diseño del sistema de riego con el método de Clement.....	70
5.4.3.	<i>Resumen de costos</i>	73
5.5.	CUANTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE BENEFICIOS.....	74
5.5.1.	<i>Situación actual</i>	74
5.5.2.	<i>Situación actual optimizada</i>	75
5.5.3.	<i>Situación con proyecto</i>	75
5.5.4.	<i>Situación incremental</i>	76
5.6.	EVALUACIÓN ECONÓMICA	77
5.6.1.	<i>Método por Turnos</i>	77
5.6.1.1.	Indicadores de rentabilidad	77
5.6.1.2.	Análisis de sensibilidad.....	78
5.6.1.3.	Costo Anual Equivalente	80
5.6.2.	<i>Método de Clement</i>	82
5.6.2.1.	Indicadores de rentabilidad	82
5.6.2.2.	Análisis de sensibilidad.....	84
5.6.2.3.	Costo Anual Equivalente	85
5.6.3.	<i>Resumen de la evaluación económica</i>	88
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	89
6.1.	CONCLUSIONES	89
6.2.	RECOMENDACIONES.....	90
7.	LITERATURA CITADA.....	91
8.	ANEXOS	96

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Patrón de cultivos.....	39
Cuadro 2. Resultados obtenidos del programa Cropwat 8.0.....	60
Cuadro 3. Resumen del diseño hidráulico.....	63
Cuadro 4. Costos para el sistema de riego diseñado con el método por Turnos.....	64
Cuadro 5. Costos para el sistema de riego diseñado con el método de Clement.....	69
Cuadro 6. Resumen de costos.....	73
Cuadro 7. Valor neto de la producción agrícola a precios sociales de 2013 situación actual.....	74
Cuadro 8. Valor neto de la producción agrícola a precios sociales de 2013 situación actual optimizada.....	75
Cuadro 9. Valor neto de la producción agrícola a precios sociales de 2013 situación con proyecto.....	76
Cuadro 10. Valor neto de la producción agrícola a precios sociales de 2013 situación incremental.....	76
Cuadro 11. Flujo neto de efectivo actualizado para el sistema de riego diseñado con el método por Turnos.....	77
Cuadro 12. Indicadores de rentabilidad para el sistema de riego diseñado con el método por Turnos.....	78
Cuadro 13. Análisis de sensibilidad de la variación en los beneficios netos para el sistema de riego diseñado con el método por Turnos.....	79
Cuadro 14. Análisis de sensibilidad de la variación en los montos de inversión para el sistema de riego diseñado con el método por Turnos.....	79
Cuadro 15. Cálculo del VPC considerando el costo de la inversión inicial para el sistema de riego diseñado con el método por Turnos.....	80
Cuadro 16. Cálculo del VPC sin considerar el costo de la inversión inicial para el sistema de riego diseñado con el método por Turnos.....	81
Cuadro 17. Flujo neto de efectivo actualizado para el sistema de riego diseñado con el método de Clement.....	83
Cuadro 18. Indicadores de rentabilidad para el sistema de riego diseñado con el método de Clement.....	84
Cuadro 19. Análisis de sensibilidad de la variación en los beneficios netos para el sistema de riego diseñado con el método de Clement.....	84
Cuadro 20. Análisis de sensibilidad de la variación en los montos de inversión para el sistema de riego diseñado con el método de Clement.....	85
Cuadro 21. Cálculo del VPC considerando el costo de la inversión inicial para el sistema de riego diseñado con el método de Clement.....	85
Cuadro 22. Cálculo del VPC sin considerar el costo de la inversión inicial para el sistema de riego diseñado con el método de Clement.....	87
Cuadro 23. Resumen de la evaluación económica.....	88

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Elementos de una red de riego parcelaria en WCADI	27
Figura 2. Localización de la zona de estudio	37
Figura 3. Vista del programa Cropwat 8.0.....	40
Figura 4. Introducción de datos al programa Cropwat 8.0.....	41
Figura 5. Vista del software WCADI 2008.....	42
Figura 6. Introducción de datos en WCADI 2008 para el diseño del sistema de riego con el método por Turnos	46
Figura 7. Introducción de datos en WCADI 2008 para el diseño del sistema de riego con el método de Clement	46
Figura 8. Plano topográfico de la zona estudio	59
Figura 9. Diseño hidráulico del sistema de riego con el método por Turnos	62
Figura 10. Diseño hidráulico del sistema de riego con el método de Clement	63

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Tarifa 9-CU.....	50

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente, el recurso natural agua se encuentra en condiciones críticas, debido a su escasa disponibilidad y al deterioro en su calidad. Este hecho es en gran parte por la demanda de sus múltiples usuarios: industrias, ciudades, generación de energía y agricultura; siendo en esta última actividad donde se utiliza un mayor porcentaje y de forma consuntiva. El agua es un recurso que presenta cada día deterioro en su calidad debido a la contaminación que ocasionan dichos usuarios, por lo que surge la necesidad de perfeccionar el manejo y el diseño de los sistemas de riego (Holzapfel *et al.*, 2007), para mejorar la eficiencia en su uso.

En México se cultivan 20 millones de hectáreas, de las cuales 6.4 millones son de riego, lo que coloca al país entre los primeros del mundo en superficie irrigada. El sector agrícola consume 77% del volumen de agua utilizada en el país (61.2 km³), con una eficiencia global del orden de 45%. Los sistemas de producción bajo riego generan 55% de la producción agrícola nacional y 70% de los productos agrícolas de exportación (Tun *et al.*, 2011).

El uso óptimo y sostenible de los cada vez más limitados recursos hídricos disponibles para riego requiere que las instalaciones de riego tanto a nivel de parcela como de red general de distribución, permitan gestionar el agua de riego con las estrategias de manejo más adecuadas a cada situación. Este aspecto, al que en ocasiones no se le ha dado suficiente importancia, resulta hoy en día absolutamente imprescindible si se quieren rentabilizar las inversiones necesarias en infraestructura, estando condicionado por los cultivos que se adopten en la zona de riego, así como por la evolución de las políticas y mercados agrícolas (Planells *et al.*, 1999).

Un sistema de riego tiene como objetivo central satisfacer las necesidades hídricas de los cultivos, en el momento adecuado y con la cantidad necesaria al aplicar el agua de manera eficiente y uniforme, es decir, que la mayor cantidad de ésta quede almacenada en la zona radicular a disposición del cultivo. Lo anterior se debe alcanzar sin alterar la fertilidad del suelo y con una mínima interferencia sobre el resto de las labores del cultivo. Todo esto implica utilizar nuevas estrategias en el proyecto y en el manejo del sistema de riego (Ángeles, 2000).

Invertir en un sistema de riego resulta muy costoso, sin embargo, los costos por funcionamiento u operación son insignificantes, en comparación con aquellos costos que son derivados de la reparación de maquinaria, combustible, gastos de agua y mano de obra si no se tiene un sistema de riego. Es el agricultor quien tiene que calcular el rendimiento probable adicional que puede obtener al emplear un sistema de riego, mejor calidad en sus productos y el aumento en el valor de la cosecha debido al suministro oportuno de agua a los cultivos (Herwin 1981).

En general podemos decir que existen dos tendencias a seguir en los diseños hidráulicos de los sistemas de riego:

- Realizar el dimensionamiento más económico en cuanto al tamaño de diámetro de la red. Si bien este tipo de método resulta ser de los más económicos, también implica un consumo de energía mayor al tener menor capacidad de conducción en la red; además de restringir la flexibilidad de operación, obligando a los usuarios a tener una estricta organización en cuanto a los tiempos de operación de la red para el suministro de agua.
- Procurar la máxima flexibilidad en el manejo de la red, entendiendo por flexibilidad la capacidad que el sistema tiene de poder entregar el agua a los usuarios en tiempos relativamente cortos. Lograr una mayor flexibilidad implica realizar un sobredimensionamiento de la red y por lo tanto un mayor costo inicial. Si bien, este tipo de sistemas tienen un mayor costo de inversión inicial, tienen la ventaja de abatir los costos de operación por consumo de energía al tener una mayor capacidad de conducción en la red hidráulica.

Con base a lo planteado anteriormente, el objetivo del presente estudio es realizar un análisis técnico y económico del diseño de un sistema de riego a hidrante parcelario empleando dos métodos de diseño, el método por Turnos y el método de Clement, todo esto con la finalidad de poder recomendar a los usuarios una mejor solución de diseño para los sistemas de riego.

2. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1. Objetivo general

- Realizar un análisis técnico y económico del diseño de un sistema de riego a hidrante parcelario utilizando dos métodos de diseño, el método por Turnos y el método de Clement.

2.2. Objetivos específicos

- Identificar los factores técnicos y económicos que influyen en la adopción del diseño de un sistema de riego a hidrante parcelario empleando el método por Turnos y el método de Clement.
- Identificar cuál de los dos métodos empleados en el diseño de un sistema de riego a hidrante parcelario tiene menor costo.

2.3. Hipótesis

- El diseño hidráulico empleando el método de Clement, resulta en un sistema con mayor flexibilidad en su operación con respecto al método por Turnos.
- El diseño hidráulico de un sistema de riego a hidrante parcelario utilizando el método por Turnos requiere menor inversión inicial con respecto al método de Clement.
- Los costos de operación son mayores en el método por Turnos en relación al método de Clement.

3. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Importancia de los sistemas de riego en México

En cuanto al diseño y utilización de los sistemas de riego, México es un país que ha servido como modelo para otros países que consideran la gestión del riego como programas de transferencia; los cuales se iniciaron en 1988, a raíz de una serie de amplias reformas económicas. Cambios en la producción agrícola bajo riego han sido evidentes antes y después del periodo de transferencia, incluyendo una notable reducción en la producción de semillas oleaginosas, aumento en la producción de granos y mejora en la productividad de la tierra (Palacios, 1999).

En México existen grandes diferencias climáticas y de distribución de la lluvia. En dos terceras partes del país el clima es árido y semiárido con precipitaciones medias inferiores a 500 mm, mientras que en la tercera parte restante las precipitaciones son mayores a 1,600 mm anuales. Esta irregular distribución de la lluvia ha obligado a construir obras de riego aprovechando los recursos hidráulicos locales, para asegurar el desarrollo de los cultivos (Rendón, 2006).

Las condiciones climáticas y de suelo en la mayor parte de México no son aptas para la agricultura de secano. Un análisis de la precipitación con 47 años de datos, muestra que el promedio anual de precipitaciones esperadas con una probabilidad del 50% es 684 mm, mientras que la demanda evapotranspirativa promedio es de alrededor de 1,400 mm, el doble de las precipitaciones. Las precipitaciones se distribuyen generalmente en el verano y los primeros meses de otoño. En estas condiciones, el riego es fundamental para obtener cosechas económicamente productivas (Palacios, 1999).

Tun *et al.*, (2011) mencionan que en México se cultivan 20 millones de hectáreas de las cuales 6.4 millones son de riego, lo que coloca al país entre los primeros del mundo en superficie irrigada. El sector agrícola consume 77% del volumen de agua utilizada en el país (61.2 km³), con una eficiencia global del orden de 45%. Los sistemas de producción bajo riego generan 55% de la producción agrícola nacional y 70% de los productos agrícolas de exportación.

La limitante principal para garantizar una producción agrícola suficiente en México es la poca disponibilidad que se tiene del agua en las zonas áridas y semiáridas del país; asociado a esto se encuentran también la explosión demográfica y la demanda de los sectores económicos en dichas zonas. Por tal motivo, es necesario impulsar programas que promuevan la conservación y uso eficiente del agua en el sector agropecuario, mediante el mejoramiento de métodos e instrumentos para conducir, distribuir y aplicar el agua de riego; así como para diseñar, revisar y evaluar los sistemas de riego.

El uso óptimo y sostenible de los cada vez más limitados recursos hídricos disponibles para el riego requiere que las instalaciones, tanto a nivel de parcela como de red general de distribución, permitan gestionar el agua con las estrategias de manejo más adecuadas a cada situación. Este aspecto, al que en ocasiones no se le ha dado suficiente importancia, resulta hoy en día absolutamente imprescindible si se quieren rentabilizar las inversiones necesarias en infraestructura, estando condicionado dicho aspecto a los cultivos que se adopten en la zona regable, así como a la evolución de las políticas y mercados agrícolas (Planells *et al.*, 1999).

Hoy en día el desarrollo de nuevas tecnologías referidas al control de riego agrícola, que sean apropiadas para realizar la gestión eficiente del suministro de agua, se presentan como una herramienta altamente necesaria para superar las limitaciones que surgen de la demanda creciente de agua y/o por falta de la misma. Utilizar un adecuado control del sistema de riego no solo permite aumentar la eficiencia del uso del agua reduciendo o eliminando las pérdidas por lixiviación, escorrentía u otros, sino que también, consecuentemente, hace un mejor manejo y aprovechamiento de este recurso. Por tal motivo, es necesario conocer el contenido del agua en el suelo de forma continua y en tiempo real, a fin de programar en línea los periodos y dosis de riego necesarios para cubrir el consumo hídrico real del cultivo (Capraro *et al.*, 2008).

Tun *et al.*, (2011), señala que “el objetivo fundamental de los sistemas de riego es garantizar las mejores condiciones de utilización del agua y el óptimo aprovechamiento por parte de la planta, que se logra a través de su aplicación en las cantidades necesarias, de una manera oportuna y homogénea en el suelo, de acuerdo a los

requerimientos de la planta. La tecnificación del riego no implica que se alcancen altas eficiencias, si estos sistemas no se operan adecuadamente bajo las premisas de su diseño. Por lo tanto, la evaluación de los sistemas de riego debe ser un procedimiento rutinario con la finalidad de detectar fallas de manera oportuna para su solución”. Ante esta situación, se propone evaluar los sistemas de riego para determinar su funcionamiento y su efecto en los rendimientos de los cultivos.

3.2. Factores para la selección de un sistema de riego

Se debe destacar que no existe un sistema de riego ideal, ni tampoco se puede señalar que un sistema es mejor que otro si no se especifican variables como: cultivo a regar, características topográficas y del suelo, abastecimiento de agua (cantidad y calidad), así como aspectos económicos. Es decir, cada sistema de riego tiene sus condiciones particulares de operación y manejo. Cisneros (2003) menciona que para diseñar un sistema de riego en sistemas de producción agrícola, se deben responder tres incógnitas fundamentales: *cuánto*, *cuándo* y *cómo regar*, con la finalidad de hacer un aprovechamiento integral del agua para que sea aplicada en oportunidad y con la mayor eficiencia posible, obteniendo el máximo de los rendimientos en la producción.

Camacho *et al.* (2004), mencionan que el término *cuánto* regar se refiere a la cantidad necesaria de agua que requiere el cultivo para tener el óptimo rendimiento. Para ello, es necesario realizar algunos cálculos matemáticos que involucran características físicas, químicas y físico-químicas de los suelos. Por otro lado, el término *cuándo* regar define el momento del riego y, para ello, es necesario conocer hasta qué punto puede dejarse secar el suelo antes de regar, de manera que no se castigue el cultivo ni se desperdicie agua. Finalmente, el término *cómo* regar precisa el sistema de riego más adecuado según las condiciones del tipo de suelo, topografía, cultivo y otros factores involucrados. Los sistemas de riego se clasifican de acuerdo a la forma de aplicación del agua al suelo y según el mecanismo de distribución del agua en el suelo.

Diferentes autores coinciden en cuanto a los factores que se deben tomar en cuenta para la elección de algún sistema de riego. Por ejemplo, Leitón (1985) menciona que para establecer un sistema de riego, cualquiera que sea, es preciso conocer una serie de factores que inciden en su elección, entre los que se citan los siguientes:

1. La fuente de agua y su disponibilidad, ya que en algunos casos no sólo permite aplicar el agua en toda la parcela a la vez, o bien por sección de acuerdo al caudal disponible, sino que en muchas ocasiones el sistema se establece en función de la disponibilidad de agua, porque algunos operan con grandes cantidades de agua, mientras que a falta de agua, hay que trabajar con sistemas que aprovechan al máximo la poca agua disponible.
2. El área superficial de la parcela en cuanto a tamaño, forma y condiciones topográficas debe tomarse en cuenta al definirse por determinado sistema de riego, ya sea porque algunos no se adaptan a las parcelas pequeñas e irregulares, o que, por su condición topográfica, no acepta la nivelación que requiere el sistema.
3. El tipo de suelo, por su efecto de permeabilidad e infiltración, puede influenciar el sistema de riego a instalar, por ejemplo los suelos arenosos no son recomendados para riego por gravedad, al que sí se adaptan mejor los suelos moderadamente pesados.
4. El cultivo a establecer también puede influir en el sistema a elegir, ya sea que se trate de cultivos en hileras, surcos, etc.

La FAO (1990) menciona que para la elección de un sistema de riego es preciso conocer las ventajas y desventajas que cada uno posee, tomando en cuenta cual es el sistema que mejor se adapta a las condiciones locales del lugar. La capacidad de los sistemas de riego depende principalmente de los siguientes factores: condiciones naturales, tipo de cultivo, tipo de tecnología, experiencia previa con riego, insumos de trabajo, costos y beneficios.

3.3. Clasificación de los sistemas de riego

El agua que requieren los cultivos es aportada en forma natural por las precipitaciones, pero cuando ésta es escasa o su distribución no coincide con los períodos de máxima demanda de las plantas, es necesario aportarla artificialmente, es decir a través del riego. Por tal motivo, el riego tiene dos objetivos fundamentales: suministrar la humedad necesaria para el desarrollo de los cultivos y asegurar un abasto suficiente

de agua durante sequías de corta duración y clima impredecible. Un sistema de riego es la forma en que se aplica el agua al suelo para que sea utilizada por la planta. Una forma de clasificar los sistemas de riego son: riego superficial y riego presurizado (Cisneros, 2003).

Tradicionalmente, el riego desarrollado en México ha sido el superficial en su característica de surcos y melgas para la irrigación de granos básicos, hortalizas y frutales. Se estima que el riego superficial se practica en 5.8 millones de hectáreas. En lo que respecta al uso de sistemas de riego presurizado, se reportan en el país 372 mil hectáreas (6% de la superficie total bajo riego), destinadas principalmente a la producción de hortalizas y frutales. En términos generales, la eficiencia global del riego a nivel parcelario en el país es del orden de 45%, lo que significa un nivel bajo de aprovechamiento del recurso agua. Tomando en cuenta que 94% del riego se aplica en forma superficial, existe un alto potencial para incrementar la productividad mediante el mejoramiento de la eficiencia en el uso del agua en los diversos sistemas de riego superficial, con la introducción de sistemas de riego presurizado (Palacios, 2010).

Evidentemente, un sistema de riego bien diseñado y operado correctamente tendrá una alta eficiencia y adecuados niveles de distribución en el área irrigada, lo que debe dar como resultado una gran producción con productos de alta calidad. “Para un adecuado diseño, manejo y operación de los sistemas de riego superficiales se han desarrollado una serie de elementos de soporte que incluyen modelos de simulación, control y automatización con estructuras de aducción. En el caso de riego presurizado, existe un enorme avance en modelos para diseño, automatización y regulación de su operación, precisión de los emisores en su aplicación y la incorporación de aplicación de químicos en el riego” (Fernández, 2009).

3.3.1. Sistema de riego superficial

Los sistemas de riego superficial conducen el agua por canales abiertos, esto es, sin presión. El agua se aplica directamente a la superficie del suelo, ya sea por inundación total controlada por bordos o a través de surcos donde la inundación es parcial. En general se usa el riego por inundación en el caso de cultivos que cubren el terreno de

un modo continuo, y el riego por surcos cuando se trata de cultivos sembrados en líneas o de escarda. El diseño de un sistema de riego superficial dependerá principalmente de la topografía, la infiltración, el gasto y la erodabilidad; la infiltración y la erodabilidad están en función de la textura. Los sistemas de riego superficial tienen en común que la energía necesaria para el movimiento del agua se logra por la utilización de la diferencia de altura del terreno, por tal motivo se le conoce como riego por gravedad (Cisneros, 2003).

Existen distintas variantes en el sistema de riego superficial, pero en general se pueden resumir en tres sistemas básicos (Cisneros, 2003):

- *Riego por surcos.* Los surcos son canales pequeños en los que el agua se infiltra en dirección vertical y lateral, al mismo tiempo que se mueve en sentido de la pendiente. La superficie no se moja en su totalidad sino solamente se humedece por infiltración. La duración del tiempo que el agua debe correr entre ellos dependerá de la cantidad de agua que se necesite para saturar la zona ocupada por las raíces, de la velocidad de infiltración en el suelo y la rapidez con que el agua se desplace lateralmente en el suelo.
- *Riego por melgas.* En este tipo de riego, la superficie del terreno se riega en forma dirigida o controlada, guiando el agua en sentido, caudal y tiempo, de manera que al final se aplica la lámina requerida. Se adapta para el riego de todos los cultivos que cubren el suelo totalmente y que no reciben labores de cultivo. Se suelen regar por este sistema los pastos y los cereales menores.
- *Riego por inundación.* En el riego por inundación, el agua se aplica a la superficie y se regula por medio de bordos y regaderas. Es recomendable para suelos de baja permeabilidad y/o en terrenos con micro relieve mucho muy irregular. También son utilizados en frutales y en el arroz cuando existen caudales grandes. Para otros cultivos no es recomendado por el gran gasto de agua que manejan.

Fernández (2009), menciona que “durante las últimas tres décadas se han desarrollado técnicas de riego superficial que hoy están disponibles para su uso, para lo cual se han establecido criterios y procedimientos para el diseño óptimo, manejo y

operación eficiente de la aplicación de agua a los cultivos para obtener su máxima producción y evitar efectos ambientales asociados a lixiviación y escorrentía”. Los sistemas de riego superficial últimamente han tomado mayor importancia en las zonas de riego, por el aumento en el costo de la energía que se asocian a los sistemas de riego presurizado, siendo el riego por surcos el de mayor importancia por la incorporación de una mayor automatización para su operación.

3.3.2. Sistema de riego presurizado

En la agricultura de riego, es necesaria una transformación tecnológica para mejorar su productividad y rentabilidad. En México, los sistemas de riego presurizados tienen mucha importancia debido a la presión creciente sobre la disponibilidad del agua. En consecuencia, el diseño y funcionamiento de estos sistemas tiene una importante función en la producción de los cultivos. Se denomina riego presurizado porque requiere de una determinada presión para operar. El agua puede ser obtenida por una diferencia de cota entre la fuente de agua y el sector a regar, o por un equipo de bombeo (Buendía *et al.*, 2004).

Pérez (2011), menciona que los sistemas de riego presurizado tienen algunas ventajas, entre las que destacan las siguientes: mayor eficiencia de aplicación, la medida de los caudales consumidos es relativamente sencilla y económica pudiendo medir en la red general o a nivel de parcela, la regulación es más sencilla y económica, y finalmente se pueden aplicar fertilizantes directamente en el agua de riego desde el cabezal. Existen diferentes maneras para el manejo de caudales entregados dentro de los sistemas de riego presurizado, entre los que destacan:

- *Riego libre (simultaneidad de consumos)*: Se diseña la red para que cualquier regante (parcela, o toma) pueda regar en cualquier instante con plenas garantías. Hay que contemplar el caso de que todas las tomas funcionen de forma simultánea (Garantía de suministro = 100%)
- *Riego a la demanda*: Se diseña la red para que cualquier regante (parcela, o toma) pueda regar en cualquier instante con una garantía lo suficientemente grande (Garantía de suministro < 100%).

- *Riego por turnos*: Se diseña la red para que cualquier regante (parcela, o toma) pueda regar en el turno de tiempo que le corresponda, con garantías plenas (Garantía de suministro = 100% dentro del turno asignado).

3.4. Estudio topográfico para los sistemas de riego

La topografía es la ciencia que estudia el conjunto de procedimientos para determinar las posiciones relativas de los puntos de la superficie terrestre, por medio de medidas, y usando los tres elementos del espacio. Estos elementos pueden ser: dos distancias y una elevación; o una distancia, una dirección y una elevación (Montes de Oca, 1989).

Al conjunto de operaciones necesarias para determinar las posiciones de puntos y posteriormente su representación en un plano es lo que comúnmente se llama levantamiento topográfico. La topografía define la posición y las formas circunstanciales del suelo; es decir, estudia en detalle la superficie terrestre y los procedimientos por los cuales se pueden representar todos los accidentes que en ella existen, sean naturales o debidos a la mano del hombre. El medio usual de expresión es el dibujo (Montes de Oca, 1989).

El levantamiento topográfico es una actividad muy importante, previa a la realización del diseño de la red, en esta se debe ser preciso ya que un error afectaría las etapas siguientes. El levantamiento topográfico nos permite conocer las elevaciones de los nodos de la red de riego, y nos ayuda a elegir el punto donde será colocada la válvula hidrante. Además de los datos altimétricos, los estudios topográficos permiten visualizar los posibles obstáculos que se deberán sortear en una red de conducción entubada, tales como: canales, caminos, vías férreas, barrancas, etc., (García, 2003).

El levantamiento topográfico consta de dos partes principales (García, 2003):

- La primera consiste en el conjunto de operaciones necesarias para llegar a obtener la proyección horizontal, operaciones que constituyen la planimetría del trabajo o levantamiento planímetro. En ella se sitúan los instrumentos en los puntos elegidos, lo que se denomina hacer estación, y se anotan las observaciones en impresos especiales llamados registros o libretas.

- La segunda, consiste en determinar la cota de los puntos necesarios o las curvas de nivel, lo que constituye la altimetría, nivelación o levantamiento altimétrico. Los datos son procesados y representados en un plano que se puede emplear para los fines que fue realizado el levantamiento topográfico.

Los principales instrumentos que permiten realizar levantamientos topográficos son: la estación total y el Global Positioning System (GPS).

El funcionamiento de la estación total se apoya en la tecnología electrónica. Consiste en la incorporación de un distanciómetro y un microprocesador a un teodolito electrónico. Las características de una estación total son: una pantalla alfanumérica de cristal líquido (LCD), leds de avisos, iluminación independiente de la luz solar, calculadora, distanciómetro, trackeador (seguidor de trayectoria) y la posibilidad de guardar información en formato electrónico, lo cual permite utilizarla posteriormente en ordenadores personales.

La estación total, evita las incidencias negativas del factor humano durante la medición y cálculo, con un incremento sustancial de la eficiencia y de la eficacia en las operaciones de campo; puede decirse entonces que la estación total constituye el instrumento universal moderno en la práctica de la Topografía, que se puede utilizar para cualquier tipo de levantamiento topográfico de una manera rápida y precisa y el vaciado de datos de campo libre de error (Padilla, 2001).

El Global Positioning System (GPS) “es un sistema de posicionamiento por satélites desarrollado por el Departamento de la Defensa de los E.U.” De acuerdo con Wells *et al.*, (1986), una ventaja importante al realizar un levantamiento con GPS es que en este tipo de levantamiento no se requiere intervisibilidad entre los puntos, no se requiere de un azimut de referencia y como una de las más importantes ventajas de esta tecnología es que las coordenadas que se obtienen están referidas a un sistema único de referencia como lo es el WGS84. Los levantamientos con GPS ofrecen ventajas sobre los métodos tradicionales entre las que se incluyen rapidez, precisión y capacidad operativa de día o de noche y en cualquier estado del tiempo (Wolf y Brinker, 1997).

3.5. Diseño agronómico

El diseño agronómico, es un componente fundamental en el diseño de sistemas de riego. El diseño agronómico se define como el proceso que ha de garantizar que la red hidráulica del sistema sea capaz de suministrar, con una óptima eficiencia de aplicación, las necesidades hídricas del cultivo durante el período de máximo consumo, humedeciendo el volumen de suelo necesario para su desarrollo (Villafáfila y Wyss, 2009). El diseño agronómico se compone de dos fases (IMTA, 2007):

1. *Cálculo de las necesidades de agua de las plantas.* Se refiere a la cuantificación de la cantidad de agua requerida por las plantas para reponer el consumo producido por la evapotranspiración y el agua retenida en las plantas. Es importante conocer estas necesidades a efecto de diseñar los sistemas de captación, distribución, aplicación de agua y poder así planificar cuánto se puede regar y en qué tiempo se puede hacer. La evapotranspiración como tal, se entiende como la evaporación que se produce desde una superficie extendida, cubierta por una vegetación herbácea cuyo suelo se encuentra bien dotado de agua.
2. *Determinación de la dosis, frecuencia y tiempo de riego.* Los requerimientos de riego se expresan usualmente en términos de lámina de agua por unidad de tiempo, por ejemplo mm por día. Una variable esencial en el diseño de los sistemas de riego es la estimación de la cantidad de agua que debe aplicarse a lo largo del ciclo de un cultivo y más específicamente, la demanda máxima o pico para dimensionar la red hidráulica en condiciones críticas. Un deficiente conocimiento de las necesidades hídricas de los cultivos puede producir un sobre dimensionamiento de dicha red con un incremento innecesario en los costos del sistema, o un sub dimensionamiento de la red con problemas para cumplir con las demandas hídricas de los cultivos en el periodo de máxima demanda. Existe una relación directa entre la lámina y el intervalo del riego. A medida que la frecuencia aumenta o el intervalo del riego se acorta, la lámina de riego requerida también disminuye, ya que en el periodo de consumo de agua de los cultivos considerados es menor.

3.5.1. Cálculos de requerimientos de riego

La FAO ha desarrollado el software CROPWAT 8.0 (FAO, 2010a) que puede ser utilizado para el cálculo de los requerimientos de agua de los cultivos, basado en las directrices de la FAO tal como se establece en la publicación No. 56 de la Serie Riego y Drenaje de la FAO "Evapotranspiración del Cultivo - Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos".

CROPWAT 8.0 (FAO, 2010b), "es un programa que utiliza el método de la FAO Penman-Monteith para determinar la evapotranspiración de los cultivos (ET). Los valores de ET son utilizados posteriormente para estimar los requerimientos de agua de los cultivos y el calendario de riego". El principal propósito del CROPWAT 8.0 es calcular los requerimientos de agua y la programación de riego de los cultivos en base a datos introducidos por el usuario. Para el cálculo de los Requerimientos de Agua del Cultivo (RAC), se requieren datos de:

- **Evapotranspiración de referencia (ET_0)**. El programa permite al usuario ingresar valores de ET_0 , o ingresar datos de temperatura, humedad, velocidad del viento y radiación solar, lo cual permite calcular la ET_0 aplicando la ecuación de Penman-Monteith.
- **Precipitación**. Los datos de precipitación son utilizados por el programa para calcular la precipitación efectiva como datos de entrada (previamente definiendo algún método para los cálculos).
- **Datos de cultivo**. Fecha de siembra, coeficiente de cultivo (K_c), etapas de crecimiento, profundidad radicular, fracción de agotamiento crítico (p), y factor de respuesta del rendimiento (K_y).

El requerimiento de riego expresado en mm y calculado durante un cierto período de tiempo, expresa la diferencia entre la Evapotranspiración de cultivo en condiciones estándar (ET_c), y la Precipitación Efectiva durante ese periodo. El requerimiento de riego, representa la fracción de los requerimientos de agua del cultivo que necesita ser satisfecha a través del riego a fin de garantizar óptimas condiciones de desarrollo del cultivo y se expresa en $mm\ d^{-1}$ (FAO, 2006).

3.5.2. Capacidad del sistema de riego

Los datos de requerimientos de riego diarios se emplean para calcular los volúmenes de agua necesarios considerando las eficiencias de conducción, distribución y aplicación; usualmente se recurre a las siguientes fórmulas empíricas (Ángeles, 2000):

- **Coeficiente Unitario de Riego (CUR):** es el valor correspondiente a la capacidad del sistema por hectárea, y se calcula con la expresión (1).

$$CUR = \frac{K \times Lr_b}{T_r} \quad (1)$$

donde:

CUR = Coeficiente unitario de riego ($L \text{ s}^{-1} \text{ ha}^{-1}$)

K = Constante con un valor de 2.778 para las unidades usadas

Lr_b = Lámina de riego bruta (mm d^{-1})

T_r = Tiempo de riego (h)

Usualmente se calcula el valor de CUR y al multiplicarlo por la superficie total de proyecto se obtiene un gasto máximo.

- **Lámina de riego bruta:** representa la cantidad de agua que será necesario transportar considerando las pérdidas que habrá desde la conducción hasta la aplicación y se calcula con la expresión (2).

$$Lr_b = \frac{RRdd}{E_a * E_c} \quad (2)$$

donde:

RRdd = Corresponde a los requerimientos de riego diarios (mm d^{-1})

E_a = Es la eficiencia de aplicación (decimal)

E_c = Es la eficiencia de conducción (incluyendo conducción y distribución) (decimal)

Por otra parte, puede optarse por otra fórmula para determinar el gasto máximo del sistema, misma que engloba los mismos componentes que las expresiones (1) y (2); así finalmente se obtiene la expresión (3).

- **Gasto máximo requerido ($Q_{m\acute{a}x}$):** es el gasto que el sistema de riego debe suministrar en la temporada de máxima demanda.

$$Q_{m\acute{a}x} = K \frac{(RRdd)_{ZR} A_T}{E_g HPD} \quad (3)$$

donde:

$Q_{m\acute{a}x}$ = Gasto máximo requerido en el sistema ($L s^{-1}$)

K = Constante con un valor de 2.778 para las unidades usadas

$(RRdd)_{ZR}$ = Requerimiento de riego diario de diseño de la zona de riego ($mm d^{-1}$)

A_T = Área total máxima (ha)

E_g = Eficiencia global de riego desde la fuente a la zona radical (porcentaje)

HPD = Horas por día que opera el sistema (h)

3.6. Diseño de redes hidráulicas en los sistemas de riego

El diseño hidráulico de la red de conducción y distribución de un sistema de riego constituye una etapa esencial, consiste en determinar los diámetros y longitudes de la tubería de conducción, de tal forma que las condiciones hidráulicas de funcionamiento sean satisfechas. Esto es, que el agua se distribuya en los diferentes puntos de la red con los gastos y cargas de presión impuestos por el proyectista (CNA, 2002).

Rodríguez *et al.*, (2006) menciona que el diseño óptimo de una red de distribución tiene varios aspectos relevantes de tipo hidráulico, rentabilidad, disponibilidad de tuberías, calidad del agua y distribución de la demanda. Aunque cada uno de estos factores tiene su importancia en la planeación, diseño y operación del sistema, y a pesar de su dependencia inherente, es difícil llevar a cabo un análisis integral que contenga todos ellos. Por lo tanto, obtener diseños que cumplan con estos requisitos y además sean

económicos, permitiría atender un mayor número de aspectos ingenieriles con un menor presupuesto.

En la actualidad, para aumentar la sustentabilidad de la agricultura, un aspecto importante que ha sido considerado por numerosos investigadores es el eficiente diseño de los sistemas de riego. El diseño y manejo de los sistemas de riego afecta en forma sustantiva la eficiencia de aplicación e involucra numerosas variables y restricciones cuyo principal objetivo es maximizar beneficios y minimizar costos. En un sistema de riego exitoso, los recursos utilizados deben producir el máximo retorno. Para obtener lo expresado anteriormente, el diseño y manejo de los métodos de aplicación de agua requieren el soporte de un proceso de optimización debido a la gran cantidad de combinaciones posibles de variables que satisfacen las condiciones de riego establecidas (Fernández, 2009).

El diseño de sistemas de riego es un tema muy importante en el proceso para mejorar la aplicación de agua, la eficiencia y la rentabilidad económica en el proceso de producción. Para desarrollar el diseño de ingeniería adecuada, el uso de criterios bien conocidos es un componente básico, lo que sólo se puede obtener con un profundo conocimiento de la irrigación y los parámetros técnicos asociados a los cultivos, características del suelo, el agua, la energía y el medio ambiente. Para mejorar los sistemas de riego, se requiere la consideración de los factores que influyen en los procesos hidráulicos, la infiltración de agua y la uniformidad de aplicación del agua a todo el campo (Holzapfel *et al.*, 2009).

El diseño hidráulico implica elaborar un esquema de la futura gestión del agua y de la infraestructura hidráulica, orientados a crear condiciones favorables para la producción agrícola, tomando en cuenta sus interdependencias a través del análisis de requerimientos y delimitación de alternativas (Vega, 2002). Montiel *et al.*, (2012) mencionan que el diseño hidráulico de los sistemas de riego comprende el trazo de las secciones de riego, la ubicación de los hidrantes, el trazado de la red de conducción y la presión requerida en la sección de riego o hidrante.

“En los años 60's, en el sureste de Francia se desarrolló un nuevo concepto de distribución mediante tuberías a presión y con una organización a la demanda en que

el agricultor podía regar en el momento que le pareciese más conveniente con una alta probabilidad y en condiciones adecuadas. La organización a la demanda en redes de distribución a presión ha tenido una amplia aceptación debido a que da una gran autonomía al agricultor para decidir el momento y la dosis de riego. No obstante, este tipo de organización presenta el inconveniente de que el costo de la red es mayor, ya que es necesario dimensionarla para caudales mayores” (Montserrat *et al.*, 2012).

Debido a la baja disponibilidad de agua en las presas del país en los últimos años y en consecuencia la sobreexplotación de los acuíferos, surge la necesidad de establecer estrategias para un mayor control en la administración de los recursos hídricos. Entre estas estrategias, destaca la tecnificación del riego que implica la incorporación de técnicas y métodos racionales y cuantitativos que permitan ejercer un mayor control de esta importante práctica agrícola. A nivel parcelario destacan la programación y el diseño de los sistemas de riego (Catalán y Villa, 2009).

La creciente dependencia de la agricultura de riego, coincide con una competencia acelerada por el agua y el aumento de consecuencias negativas de un mal diseño y gestión. Los sistemas de riego son diseñados y operados para abastecer las necesidades de riego de cada cultivo, mientras se controla la percolación profunda, escorrentía, evaporación y las pérdidas operacionales para establecer un proceso de producción sostenible. En los últimos años, varios sistemas de riego han mejorado significativamente la eficiencia de aplicación optimizando la gestión del agua de riego. Por ejemplo, en los distritos de riego principales de México, la introducción de nuevas tecnologías eficientes asociadas con la programación de riego en tiempo real, han demostrado ahorros de agua en el orden de al menos 20%, sin ninguna disminución apreciable en rendimientos de los cultivos (Holzapfel *et al.*, 2009).

3.6.1. Métodos de diseño de las redes hidráulicas en los sistemas de riego

El diseño de sistemas de riego afecta sustancialmente la eficiencia de aplicación e implica numerosas variables y restricciones. En un sistema de riego con éxito, un conjunto de recursos produce el máximo rendimiento. Para lograr esto, es necesario un proceso de optimización que apoye el diseño y operación de los sistemas de

aplicación de agua en la agricultura, debido a combinaciones de las variables de diseño que satisfacen las condiciones de riego (Holzapfel *et al.*, 2009).

En los sistemas de riego modernos, es necesaria la selección apropiada de los métodos de riego y de estrategias relacionadas con la disponibilidad de agua, las características del clima, suelo y cultivo, las condiciones sociales y económicas y las restricciones de distribución del sistema.

La utilidad de un método de riego se puede evaluar mediante la determinación de lo bien que el riego cumple con los requerimientos de agua y lo bien que el agua aplicada se distribuye por toda la superficie. Las condiciones del agua aplicada para riego deben ser (Holzapfel *et al.*, 2009):

1. Satisfacer las necesidades de agua de las plantas en el momento en que se esté regando.
2. El agua disponible no debe exceder la capacidad de almacenamiento del perfil del suelo.
3. Evitar la lixiviación en exceso, para impedir la salinización del suelo y el escurrimiento excesivo.
4. Minimizar la erosión y el deterioro de la estructura del suelo.

Por otro lado, la utilidad de un método de riego se ve afectada por la tasa de infiltración de agua en el suelo, la tasa de entrada del flujo de agua, la pendiente del terreno, el tiempo de riego, el tiempo de recesión de agua desde la superficie del suelo, la humedad del suelo antes del riego y las condiciones climáticas (Holzapfel *et al.*, 2010).

Dentro de la fase de diseño, uno de los principales pasos es la determinación del caudal. Éste es muy variable a lo largo de la campaña de riego y depende de la distribución de cultivos en la zona regable, de la fase de crecimiento de los cultivos, de las condiciones meteorológicas, de la eficiencia de aplicación de los sistemas de riego y de los hábitos de los agricultores. Cualquiera que sea la metodología elegida para el cálculo del caudal de diseño, se debe aplicar una calidad o garantía de funcionamiento (CF), que es el valor, en porcentaje, de la probabilidad estadística de que los caudales circulantes por la red durante el periodo punta de consumo no superen a los de diseño.

Este es un factor que fija el proyectista buscando un equilibrio entre la garantía de suministro a la red y su costo, tratando de evitar su sobredimensionamiento (Tarjuelo, 2006). Entre los métodos de diseño hidráulico destacan los que a continuación se describen.

3.6.1.1. Método por turnos o tandeo riguroso

En la organización por turnos, los caudales son pequeños debido a que el riego está organizado de manera que no se produzcan “picos” de demanda. Y aunque este tipo de organización había ido cayendo en desuso por su rigidez, y por requerir una alta coordinación entre los hidrantes, actualmente vuelve a ser una alternativa factible gracias a la gestión automática aplicada a las redes de distribución a presión que permite superar el inconveniente de la coordinación. La automatización de la gestión permite programar que determinados hidrantes puedan abrir y regar durante un lapso de tiempo limitado (Monserrat *et al.*, 2012).

3.6.1.2. Riego a la demanda

La organización a la demanda en redes de distribución a presión, ha tenido una amplia aceptación debido a que da una gran autonomía al agricultor para decidir el momento y la dosis de riego. No obstante este tipo de organización presenta el inconveniente de que el costo de la red es mayor, ya que es necesario dimensionarla para caudales mayores.

Tarjuelo *et al.*, (2006) ha descrito la metodología usada para calcular el riego a la demanda, es decir, la fórmula de Clement (Clément R., 1966), la cual propone una solución probabilística para determinar el caudal de línea en una red de riego a la demanda basada en dos hipótesis iniciales:

1. La apertura de hidrantes se ajusta a una distribución binomial, y si el número de hidrantes aguas debajo de la línea es suficientemente grande, sigue una distribución normal;
2. Todos los hidrantes de la red tienen la misma probabilidad de apertura a cada hora del día y cada día de la semana en periodo punta.

“Esta metodología supone una distribución aleatoria de caudales, de manera que si una red tiene n tomas con una dotación qd, que pueden estar abiertas o cerradas en un momento dado, es improbable que todas estén abiertas a la vez”, y por tanto, que el caudal en cabecera se define con la expresión (4).

$$Qt = n * qd \quad (4)$$

El caudal que puede circular por una línea es una variable aleatoria, obtenida como suma de las variables aleatorias binomiales asociadas a cada uno de los hidrantes aguas abajo de la línea en cuestión. Si este número de hidrantes es elevado, se puede considerar que el caudal que circula por la línea sigue una distribución Normal de media μ , como lo indica la expresión (5).

$$\mu = \sum_{i:1}^n P_i Q_{di} \quad (5)$$

Y varianza, como lo indica la expresión (6).

$$\sigma^2 = \sum_{i=1}^n p_i(1 - p_i)q_{di}^2 \quad (6)$$

donde:

n = Número de hidrantes existentes aguas abajo de la línea en cuestión

p_i = La probabilidad de que el hidrante “i” esté funcionando

(1-p_i) = La probabilidad de que no funcione

La probabilidad media de apertura de hidrantes está dada por la expresión (7).

$$p = \frac{N_s \cdot t_r}{JER \cdot Ir} = \frac{t_d}{JER} \quad (7)$$

donde:

N_s = Número de sectores de riego por parcela

t_r = Tiempo de riego de un sector para satisfacer las necesidades del cultivo

JER = jornada efectiva de riego (h día^{-1}), Ir el intervalo entre riegos

t_d = Tiempo diario medio de riego del hidrante

Ir = Intervalo de riego (días)

El caudal de diseño, que representa el límite superior del intervalo de confianza cuyo coeficiente de confianza viene dado por el parámetro CF (calidad de funcionamiento o garantía de suministro), y donde los valores de U son los percentiles de la función de distribución normal asociados a los coeficientes CF, mediante la expresión (8).

$$Q = \mu \cdot U\sigma \quad (8)$$

donde:

μ = La media de la función de densidad normal

σ = La desviación estándar

El valor de CF lo fija el proyectista en función del nivel de garantía que se quiera dar a la red, adoptando normalmente CF = 95 % para $n > 50$, y CF = 99% para n entre 10 y 50, considerando todas las tomas abiertas para $n < 10$.

La ecuación de Clement generalizada (Clement y Galand, 1986) citados por Tarjuelo (2006) para n hidrantes diferentes está dada por la expresión (9).

$$Q = Q_r + U + \sqrt{\sum_{i=1}^n p_i (1 - p_i) q_{di}^2} = \frac{N_s \cdot t_r}{JER \cdot Ir} = \frac{t_d}{JER} \quad (9)$$

donde:

Q_r = Caudal continuo por una línea que tiene aguas abajo

n = Tomas de distinto tipo, cada una de ellas con dotación q_{di}

Asimismo Q_r , se calcula con la expresión (10).

$$Q_r = \sum_{i=1}^n Q_{ri} = \sum_{i=1}^n p_i q_{di} \quad (10)$$

donde:

p_i = Es la probabilidad de que el hidrante "i" esté funcionando

q_{di} = Es la dotación de agua del hidrante i

Finalmente el caudal total Q_t , con todas las tomas abiertas al mismo tiempo, se define con la expresión (11).

$$Q_t = \sum_{i=1}^n q_{di} \quad (11)$$

3.6.2. Diseño de redes en los sistemas de riego

Una vez que se cuenta con información topográfica y climatológica, el proceso para el diseño y dimensionado de la red contiene las siguientes etapas (González, 2010):

- Ubicación de los hidrantes
- Trazado de la red
- Determinación de los gastos que circularán por cada una de las líneas
- Y finalmente la determinación de los diámetros de las tuberías

Se advierte que el diseño de las redes hidráulicas ha estado impregnado de una base fuertemente intuitiva; normalmente el proceso de diseño se basa en la experiencia y en el juicio personal del proyectista, de lo que a él parece razonable.

3.6.2.1. Ubicación de los hidrantes

Los hidrantes suelen colocarse a pie de parcela o para suministrar el agua a varias parcelas. No existe literatura científica o documentación que aborde con rigor la ubicación de los hidrantes en la red de distribución. Es posible que el motivo esté relacionado con dos principales condicionantes que afectan a dicha tarea: la configuración parcelaria y el sistema de riego empleado.

No existe una norma que pueda regir la colocación de los hidrantes. Se han realizado algunas observaciones con base en la experimentación, citado por González (2010) las cuales sugieren tomar en cuenta las siguientes recomendaciones para la colocación de los mismos:

- A fin de evitar excesivas pérdidas de carga en la toma individual del usuario, se dispondrá a una distancia máxima de 200 m para parcelas de unas pocas hectáreas y 500 m para los que superan 10 ha.
- Las tomas serán colectivas para pequeñas parcelas, menores a 3 hectáreas, e individuales para las superiores a 5 ha.
- En parcelas muy pequeñas, se plantea una solución colectiva con hidrantes más o menos alejadas de la zona que riegan.

Finalmente, se puede decir que la colocación de hidrantes se sustenta en una serie de criterios y recomendaciones prácticas y empíricas, en la que la componente de experiencia previa del proyectista, su inteligencia espacial y el azar, conducen a mejores o peores soluciones.

3.6.2.2. Trazado de la red

El elemento fundamental de la red de riego a presión es la propia red, la cual está constituida por las conducciones que distribuyen el agua desde el punto de inyección a la totalidad de puntos de consumo o hidrantes que ya se habrían definido. El trazado de las conducciones está principalmente condicionado por la facilidad de ejecución, así como de detección de averías y de acceso para reparación y mantenimiento. Como consecuencia el trazado de conducciones, en la mayoría de los casos se realiza siguiendo los márgenes de caminos, límites de parcelas, etc. (González, 2010).

3.6.2.3. Determinación de los gastos circulantes por las líneas

La fijación de caudales por turnos no es más que aplicar la ecuación de continuidad en cada uno de los nodos de la red en los que se produce consumo en un momento determinado, y acumular los caudales desde los nodos finales hasta los primeros, así se tendrán tantos estados de carga como sectores en lo que se divida la red.

El cálculo de caudales a la demanda precisa de un proceso mucho más laborioso, cuyo cálculo se basa en el fundamento de que como el usuario puede disponer del caudal a cualquier hora, y que una vez que se ha regado en un día no vuelve a hacerlo, la probabilidad de que una cierta toma esté abierta o cerrada se distribuye según una binomial, la cual para un número importante de tomas puede transformarse en una distribución normal. Para los tramos finales (número de tomas acumuladas inferior a un número dado), la fórmula no se aplica y se supone que la probabilidad de apertura de una toma es del 100%, por lo que el caudal resultante es equivalente al total del hidrante (González, 2010).

3.6.2.4. Determinación de los diámetros de las tuberías

Esta es la última etapa del proceso y de acuerdo con González (2010), el dimensionamiento de la red “básicamente consiste en formular matemáticamente el problema de optimización del total de los costos anuales en los que se incurre, tanto de instalación como su posterior utilización, cumpliendo las restricciones siguientes”:

- Ecuación de continuidad (no si el caudal proviene de la fórmula de Clement)
- Ecuación de la energía
- Presiones máximas y mínimas en los nodos dentro de un rango
- Los diámetros máximos y mínimos posibles a adoptar dentro de un rango
- Velocidad máxima de circulación en las líneas

3.7. Programas de diseño para sistemas de riego

El riego ha cobrado una gran relevancia para la agricultura moderna y con ello la necesidad de mejorar la calidad del agua suministrada y de optimizar las operaciones implicadas para ello. Esta es una de las razones por la cual ha sido necesaria la incorporación y uso de nuevas tecnologías informáticas, que nos permitan modelar el comportamiento de los sistemas de riego basados en los criterios necesarios previstos para su funcionamiento, y de esta manera tomar las decisiones adecuadas.

Así, la ingeniería de las últimas décadas ha visto la irrupción de numerosos paquetes informáticos destinados a facilitar el diseño y el cálculo de sistemas físicos. El diseño

de las redes de conducción y distribución de agua a presión, cuyo análisis anteriormente suponía complejos y tediosos cálculos, se han visto beneficiado de ello (García, 2006).

Entre los programas más usados actualmente, se encuentran WCADI, EPANET, WATERCAD, GESTAR, IRRIPRO, AQUA-FLOW, IRRICAD, etc. Para el caso del presente estudio se usará el software WCADI, por lo que a continuación se describen las generalidades del mismo.

3.7.1. WCADI (Weizman Computer Aided Design Irrigation)

WCADI es un programa para el diseño hidráulico el cual dimensiona y optimiza tuberías principales y secundarias en redes abiertas o cerradas con base en datos proporcionados por el usuario, tales como trayectoria de la red, topografía, ubicación de las tomas parcelarias y presión requerida en la salida de las mismas. Dimensiona tuberías secundarias en sistemas de riego localizado con base en el tipo y acomodo de los emisores, parámetros de operación del emisor (presiones mínimas y máximas). El sistema calcula el gasto por sección a partir de la curva Carga-Gasto del emisor, proporcionada por el fabricante y a la presión suministrada en el emisor ya sea por presión de un equipo de bombeo, por la diferencia de alturas del terreno o ambas.

Para el cálculo de las pérdidas de carga por fricción el programa tiene la opción de utilizar la fórmula de Hazen-Williams, la de Chezy-Manning o la de Darcy-Weisbach. (WCADI, 2008).

Para una red de riego parcelaria, el programa WCADI maneja los siguientes conceptos:

- *Fuente de abastecimiento.* Es la fuente de abastecimiento para la red hidráulica, esta puede ser un cárcamo de bombeo, pozo, obra de toma, tanque elevado, etc.
- *Línea principal.* Es la línea de conducción que va desde la fuente de abastecimiento, hasta la toma parcelaria o hidrante parcelario.
- *Sub-lateral.* Es la línea de distribución desde la toma parcelaria o hidrante parcelario hasta la planta o cultivo.

- *Nodos*. Son los puntos donde existen cambios de dirección o válvulas de control.
- *Hidrantes*. Son los puntos de la red de distribución que tienen una demanda de agua, es decir un gasto de operación.
- *Bloque*. Se refiere a una superficie que es abastecida por un hidrante.
- *Sub-áreas*. Son elementos que conforman un bloque, están definidos por la superficie que abastece un sub-lateral.

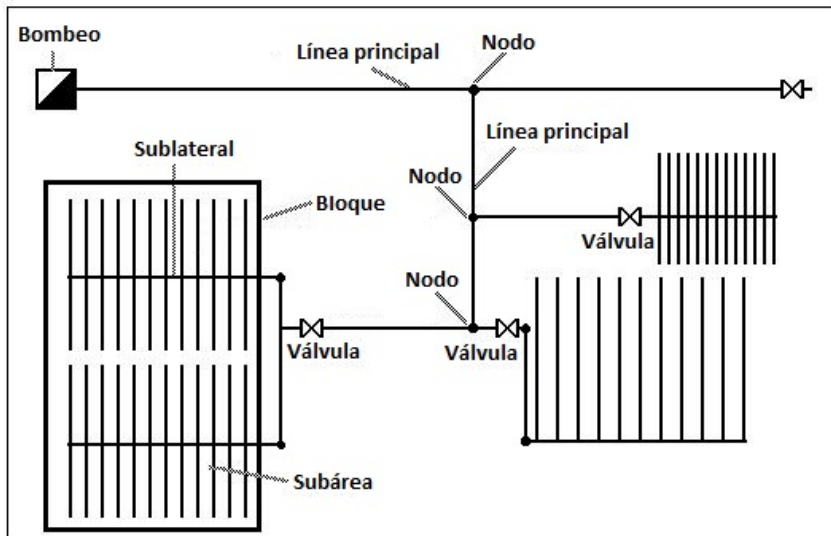


Figura 1. Elementos de una red de riego parcelaria en WCADI

3.7.1.1. Características hidráulicas del programa WCADI

Algunas de las características del programa WCADI son (WCADI, 2008):

1. No existe límite en cuanto al tamaño y el tipo de la red (red abierta o red cerrada) a procesar. Las pérdidas de carga pueden calcularse mediante las fórmulas de Hazen-Williams, de Darcy-Weisbach y de Chezy-Manning.
2. Considera pérdidas localizadas de piezas y accesorios, pueden introducirse manualmente para cada uno.
3. Optimiza el diseño de las redes principales, tomando en cuenta el costo por consumo de energía o bien por la presión requerida en el sistema.
4. Optimiza redes secundarias en los sistemas de riego localizado tomando en cuenta la presión y gasto del emisor.

5. Permite considerar diferentes tipos de demanda en los nodos, por lo tanto, revisar varios escenarios para la operación de la red.

Una de las cualidades de este programa, es que permite el diseño completo de un sistema de riego localizado, es decir, desde el emisor hasta la tubería principal.

La red de tuberías es construida esencialmente de tramos de tuberías (secciones) e intersecciones de éstos (nodos). Las secciones de tuberías se subdividen en principales, secundarias o laterales.

La carga total del sistema es determinada a partir de las entradas en los bloques, la cual se calcula a partir de la elevación que se presenta, así como la pérdida de carga en la sección al inicio de la misma.

La pérdida de carga en el inicio de cada sección se determina por separado en cada bloque; una vez que se haya determinado, se calculan las pérdidas en las secciones principales.

El costo por unidad de longitud de tubería (C) depende del diámetro de la tubería. El costo de una tubería de longitud X es entonces $C * X$. El costo a lo largo de una determinada sección de la tubería, es entonces la suma de los costos de todas las longitudes de la tubería. La determinación de la solución mínima de esta ecuación es un objetivo primordial de la optimización del sistema.

Antes de la optimización del sistema se determinan tres restricciones del mismo, las cuales son:

1. Presión mínima requerida por el nodo o emisor.
2. La suma de las longitudes de tubería que tiene un diámetro dado en una sección es igual a la longitud total L .
3. La no negatividad de las secciones de tubería, es decir todos los valores de longitud son positivos.

3.7.1.2. Parámetros para el diseño de la tubería principal

Existen trece parámetros para el diseño de la tubería principal que se pueden modificar por el usuario, éstos se almacenan en las tablas para el ingreso de datos con las que cuenta el programa (WCADI, 2008).

1. Número de nodos. Cuando no se ingresan, éstos se determinan internamente en el programa según los trazos realizados.
2. Número de turnos con los que operará el sistema.
3. Velocidad límite. Permite seleccionar si ésta se determinará a través de la base de datos de las tuberías, o bien de la determinada el usuario.
4. Cambios de los flujos de cálculo a partir de: 0-1 bloques de nodos. Si el usuario introduce 1 en este parámetro, todos los flujos y las presiones serán transferidos automáticamente a partir del diseño de bloques a la tubería principal (de los bloques de válvulas), 0 de los nodos.
5. Para ordenar los diámetros en un ramal (con la opción de no ordenar (N-0), o si ordenar (Y-1)). Este parámetro permite al usuario indicar al programa que seleccione los diámetros de diseño del diámetro mayor al menor, es decir que telescopie los diámetros.
6. Optimizar según presiones (opción 1) o costo de la energía (opción 2).
7. Pérdidas por filtración. En este concepto el usuario puede ingresar las pérdidas de carga si existiera un filtrado, la cual se añadirá a la presión requerida en el sistema.
8. Pérdida de carga de la válvula de control. En este parámetro el usuario puede introducir la pérdida de carga de las válvulas.
9. Porcentaje de flujo que se añadirán durante la optimización (%).
10. Todas las válvulas de bloques como nodos (con las opciones: N-0, Y-1). Todos los puntos de partida de la línea secundaria, que se han definido en el proceso de diseño de bloque, automáticamente pueden definirse como válvulas en la red.

11. Optimización mencionando el tipo de tubería (N-0, Y-1). Este parámetro le ofrece la posibilidad de optimizar la red y al mismo tiempo determinar la clase de tubería que se utilizará en cada sección. Se debe asegurar tener archivos con suficientes clases de tuberías definidas.
12. Clases de tubería para presiones, golpe de ariete, carga estática (con las opciones respectivas de 0, 1, 2). El usuario debe seleccionar el tipo de presiones de diseño para el análisis de clases de tubería.
13. Diseño de red utilizando la técnica de Clement.

3.8. Conceptos importantes sobre bombeo

Según Martínez (1995), bombeo es la adición de energía a un fluido para moverlo de un punto a otro y no como frecuentemente se indica el agregarle presión.

Puesto que energía es la capacidad para efectuar trabajo, la adición de energía a un fluido es lo que origina que éste realice un trabajo, tal como el escurrimiento a través de un tubo, su elevación a un nivel superior o incluso su inyección a sitios ubicados en un nivel inferior.

- **Caudal desalojado:** es el caudal o gasto en litros por segundo ($L s^{-1}$) que una bomba determinada mueve cuando está trabajando. Depende de las necesidades que se tratan de servir mediante un equipo de bombeo, sean éstas abastecimiento de agua a poblaciones, requisitos de abrevadero o riego, drenajes de zonas inundables y otras.

- **Carga de bombeo:** es la cantidad de energía en forma de columna de agua que debe entregar el equipo de bombeo a fin de efectuar el trabajo que se requiere.

- **Sistema entubado:** en general, un sistema de bombeo siempre funciona en un sistema entubado, obligando a un líquido a moverse a través de él, lo que requiere energía, originándose además fricción contra las paredes del tubo, por lo que se necesita más energía. Estas condiciones deben tomarse en cuenta al estimar la carga de bombeo.

- **Equipo de bombeo:** está constituido siempre por algún tipo de bomba accionada por algún tipo de motor. Es decir, está constituido por dos elementos

diferentes entre ellos, cada uno con sus propias características tanto físicas como de funcionamiento que no deben confundirse ni mal interpretarse.

3.9. Evaluación económica de proyectos

La metodología de evaluación de proyectos de construcción de infraestructura hidroagrícola, proporciona un marco conceptual específico para la evaluación de proyectos de inversión de este tipo. Los proyectos de construcción de infraestructura hidroagrícola tienen como objetivo satisfacer la demanda de agua para la producción agrícola considerando la extensión de tierra cultivable y los requerimientos de agua para riego según el tipo de cultivo.

En el caso de los proyectos de construcción de infraestructura hidroagrícola se analiza la interacción de la oferta y la demanda. La oferta de agua para riego se compone del volumen de agua aprovechable proveniente de las fuentes superficiales y subterráneas de la zona y de la infraestructura existente al momento del análisis. La demanda de agua para riego, se calcula como el volumen requerido para la producción de cultivos en la superficie incluida en el proyecto, considerando las restricciones impuestas por la extensión de la superficie cultivable, el tipo de suelo, las características topográficas y las condiciones climatológicas (SHCP, 2012).

3.9.1. Identificación, cuantificación y valoración de costos

“Los costos que deben considerarse para la evaluación de proyectos de construcción de infraestructura hidroagrícola son” (SHCP, 2012):

- a) Inversión.** Los costos de inversión son las erogaciones relacionadas con la construcción del proyecto y las obras complementarias para ponerlo en operación. Adicionalmente, se debe considerar como parte del proyecto los costos relacionados con la pre-inversión.
- b) Operación y mantenimiento.** Los costos de operación se refieren a aquellos en los que se incurrirá como parte de la operación y administración de la infraestructura construida. Dentro de estos costos se incluye el paquete

tecnológico, que se refiere al conjunto de insumos, procesos y conocimientos necesarios para llevar a cabo la producción de un bien final.

c) Costos de oportunidad del agua. Es el costo asociado a la utilización del agua en el riego de cultivos de la zona relevante, estimado con base al valor que generaría en la segunda mejor alternativa de uso.

d) Costo por molestias. Es la disminución temporal de los beneficios dentro del área de influencia, durante el periodo de construcción del proyecto, debido a la restricción generada a los factores productivos. Se calcula como la diferencia entre el beneficio neto de la zona relevante con construcción y sin construcción durante los años de ejecución.

3.9.2. Identificación, cuantificación y valoración de beneficios

“Los beneficios identificados en los proyectos de infraestructura hidroagrícola son el incremento social agrícola y el valor residual de la infraestructura construida” (SHCP, 2012).

a) Incremento en el excedente social agrícola. Se obtiene por tres fuentes, resultado de la disponibilidad adicional de agua para riego. Para la cuantificación del beneficio por incremento en el excedente social agrícola, se debe estimar el diferencial entre el valor neto de la producción en la situación con proyecto y sin proyecto.

I.- Incremento en la superficie productiva. Se genera como resultado del incremento de utilización de hectáreas cultivables, principalmente en la época de seca, debiéndose considerar que existe un costo de oportunidad por el cambio de actividad en las tierras de uso no agrícola. Para el cálculo se debe estimar el valor neto de la producción total en la superficie incorporada como resultado de la ejecución del proyecto, descontando el excedente de la situación sin proyecto.

II.- Incremento en el rendimiento de la producción. Los rendimientos dependen de la disponibilidad de agua, por lo que los riegos de auxilio en ciertas etapas del cultivo contribuyen a su incremento. Para el cálculo se

debe estimar el valor neto de la producción adicional en la situación con proyecto, tomando como referencia la superficie cultivada en la situación sin proyecto.

III.- Cambio de cultivos. Al asegurar la disponibilidad de agua para riego de una superficie determinada los agricultores pueden optar por sembrar cultivos más rentables. Se debe estimar el diferencial del valor neto de la producción sustituida de la situación sin proyecto a la situación con proyecto.

b) Cuantificación y valoración del valor residual. Debido a que la vida útil de la infraestructura construida supera el horizonte de evaluación del proyecto, el valor de rescate de la infraestructura, debe considerarse como un beneficio adicional. Este beneficio es equivalente al 100% del costo total de inversión de la infraestructura de captación, del terreno, de la presa y otros gastos de capital. De este modo, al realizar el cálculo de los indicadores de rentabilidad, el valor residual será descontado por el número de periodos totales del horizonte de evaluación.

3.9.3. Indicadores de rentabilidad

Una vez obtenidos los costos y los beneficios para cada año del horizonte de evaluación del proyecto de inversión, se debe realizar la evaluación del proyecto a través del cálculo de sus indicadores de rentabilidad.

Para proyectos de construcción de infraestructura hidroagrícola, los indicadores de rentabilidad más importantes son: el Valor Presente Neto (VPN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y la Relación Beneficio/Costo (B/C) (SHCP, 2012).

3.9.3.1. Valor Presente Neto

El Valor Presente Neto (VPN) es la suma de los flujos netos anuales, descontados por la tasa social. Para el cálculo del VPN, tanto los costos como los beneficios futuros del Programa o Proyecto de Inversión (PPI) son descontados, utilizando la tasa social para su comparación en un punto en el tiempo o en el “presente”. Si el resultado del VPN

es positivo, significa que los beneficios derivados del PPI son mayores a sus costos. Alternativamente, si el resultado del VPN es negativo, significa que los costos del PPI son mayores a sus beneficios (SHCP, 2012).

3.9.3.2. Tasa Interna de Retorno

“La Tasa Interna de Retorno (TIR) se define como la tasa de descuento que hace que el VPN de un PPI sea igual a cero. Es decir, el valor presente de los beneficios netos del PPI son iguales a cero y se debe comparar contra una tasa interna de retorno deseada” (SHCP, 2012).

3.9.3.3. Relación Beneficio Costo

La relación Beneficio Costo (B/C) es un coeficiente, que mide la relación numérica entre el valor actual de los beneficios y el valor actual de los costos atribuibles a la realización de un proyecto. Por ejemplo, si en un determinado proyecto esta relación es de uno, quiere decir que los beneficios son exactamente iguales a los costos. Por lo contrario, si el coeficiente es de dos, esto significará que los beneficios derivados de un proyecto son exactamente el doble de los costos (CEPEP, 2004).

3.9.4. Análisis de sensibilidad

El análisis de sensibilidad tiene el objetivo de identificar aquellas variables que, en caso de presentar cambios significativos durante la ejecución u operación, provocarían cambios en los indicadores de rentabilidad y de esta manera determinar si el VPN podría ser negativo y la TIR menor a la tasa social de descuento (SHCP, 2012).

3.9.5. Costo anual equivalente

El costo anual equivalente (CAE) es el costo equivalente por año de poseer un activo durante toda su vida (Emery, Finnerty y Stowe 2000).

El CAE es utilizado frecuentemente para evaluar alternativas del programa o proyecto de inversión que brindan los mismos beneficios; pero que poseen distintos costos y/o distinta vida útil. El CAE es la anualidad del valor presente de los costos relevantes

menos el valor presente del valor de rescate de un programa o proyecto de inversión, considerando el horizonte de evaluación de cada una de las alternativas (DOF, 2012).

El costo anual equivalente es una medida que estandariza los costos para seleccionar la alternativa más barata que alcanzan el mismo beneficio, pero que pueden tener diferentes costos de operación y mantenimiento, adquisición, vida útil, etc. El CAE significa precisamente un gasto anual “equivalente” para comparar alternativas y decidir por la más barata que entrega el mismo beneficio deseado (CEPEP, 2004).

4. MATERIALES Y MÉTODOS

El análisis técnico y económico del diseño de un sistema de riego a hidrante parcelario mediante los dos métodos por Turnos y Clement fue realizado dentro de la zona del módulo Yurécuaro del Distrito de Riego 087 “Rosario-Mezquite”, Michoacán.

4.1. Materiales

Para llevar a cabo el análisis del diseño del sistema de riego a hidrante parcelario se utilizó la siguiente información:

- Información climática de la estación meteorológica No. 16141 en el periodo comprendido de 1923 a 2008, obtenidas del Extractor Rápido de Información Climatológica ERIC III, versión 2.0.
- Información del patrón de cultivos en la zona de estudio (datos de campo proporcionados por personal del módulo Yurécuaro del Distrito de Riego 087).
- Software Cropwat 8.0 para el diseño agronómico (FAO, 2010a).
- Información topográfica generada a partir del levantamiento en campo con estación total.
- Software WCADI 08 para el diseño hidráulico.
- Metodología para la evaluación económica (SHCP, 2012).

4.2. Metodología

El análisis técnico y económico del diseño de un sistema de riego a hidrante parcelario se realizó considerando lo siguiente:

- Visitas de campo al módulo de riego Yurécuaro para delimitación de la zona de estudio.
- Recopilación de información climática y de patrón de cultivos de la zona de estudio.
- Levantamiento topográfico para identificación de planimetría y altimetría de la zona de estudio.
- Diseño agronómico para determinar la capacidad del sistema de riego.

- Ubicación de hidrantes parcelarios y trazo de la red hidráulica del sistema de riego.
- Diseño hidráulico del sistema de riego.
- Evaluación económica del sistema de riego.

4.3. Localización de la zona de estudio

El análisis técnico y económico, para el diseño del sistema de riego a hidrante parcelario empleando el método por Turnos y el método de Clement, se realizó dentro de la zona del módulo Yurécuaro, del Distrito de Riego 087 “Rosario-Mezquite”, Michoacán.

El módulo de riego Yurécuaro, que forma parte del Distrito de Riego 087, se encuentra localizado dentro de la cuenca Lerma-Chapala, tiene una superficie de riego de 4,234.61 ha, de 770 usuarios y con una distribución promedio de 5.5 hectáreas por usuario. Geográficamente se encuentra asentado entre los paralelos 19°45' y 20°30' de latitud norte y entre los meridianos 101°25' y 102°30' de longitud oeste, a una altura media de 1,690 msnm. Al norte limita con el río Lerma; al sur con la carretera Yurécuaro-Tanhuato; al oriente con el canal principal margen derecha y al poniente con la Presa Gonzalo (Figura 2).

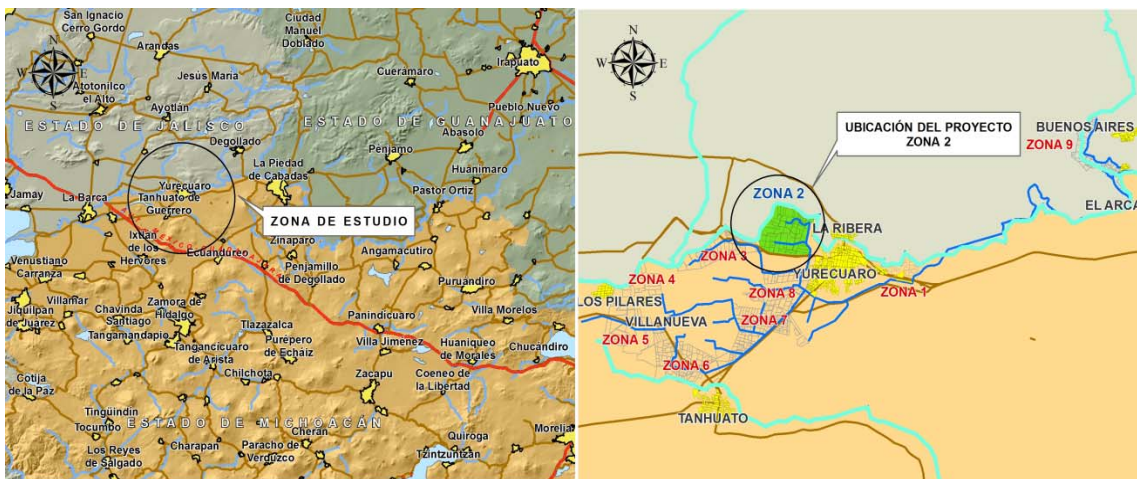


Figura 2. Localización de la zona de estudio

El clima, según la clasificación de Köppen y modificado por Enriqueta García (1973), es subhúmedo con lluvias en verano y vegetación de estepa, con precipitación media

que varía entre los 750 mm a los 820 mm anuales en las distintas áreas de la cuenca y temperatura media anual de 18.8 °C.

De acuerdo con el sistema de clasificación FAO-UNESCO (1970), los suelos del distrito de riego se clasifican en su mayoría, como vertisoles tanto pélicos como crómicos y en menor proporción existen unidades de suelos de otros tipos como luvisoles y feosem.

4.4. Levantamiento topográfico

Dado que la realización de cualquier levantamiento topográfico exige una planificación previa de la metodología de trabajo, se realizó un recorrido preliminar que tuvo como objetivo reconocer las características del sitio y las condiciones en que se encuentra la infraestructura de la zona de estudio, así como cuantificar las estructuras y determinar la estrategia de trabajo a seguir, cantidad y tipo de equipo necesario para el levantamiento topográfico. De esta manera, se decidió hacer uso del equipo GPS diferencial para generación de polígonos de parcelas y estructuras de la zona de riego, y estación total para generación de curvas de nivel.

El procedimiento para el levantamiento con el GPS diferencial, fue el siguiente:

1. Una vez realizado el recorrido preliminar en la zona de estudio, se llevó a cabo la georeferenciación del banco de nivel existente, de tal forma que el levantamiento topográfico estuviera referenciado adecuadamente.
2. Ubicado el banco de nivel, se instaló el GPS “base” para llevar a cabo el levantamiento de la zona de riego, ubicando los linderos de las parcelas, caminos e infraestructura existente.
3. Se llevó a cabo el procesamiento de datos y obtención de coordenadas con el software “GNSS Solution” para GPS de alta precisión para la edición de polígonos de las parcelas y generar el plano correspondiente con el programa Autocad 2010 (Anexo 1).

Para realizar el levantamiento topográfico con estación total, se procedió de la siguiente manera:

1. Al inicio del levantamiento se instaló y niveló el equipo (con base en los bancos de nivel definidos con el GPS diferencial).
2. Después de haber georeferenciado el banco de nivel e instalado el equipo, se realizó el levantamiento de una malla de puntos en toda la zona de riego para la generación de curvas de nivel.
3. Se realizaron cambios de aparato necesarios para levantar aquellos puntos de interés donde no existía una visión adecuada.
4. Asimismo, para evitar desfases en las coordenadas se verificó el ángulo de orientación, con respecto al primer punto de apoyo, de modo que ambos ángulos fueran complementarios.
5. Concluidos los trabajos de campo, se empleó el software de manejo de datos de la estación total para su manipulación en Autocad y de esta manera generar el plano topográfico (Anexo 1).

4.5. Diseño agronómico

El requerimiento de riego y el Coeficiente Unitario de Riego (CUR) se obtuvieron con base al patrón de cultivos el cual se presenta en el Cuadro 1, fechas de siembra e información climatológica de la zona de estudio, utilizando el programa Cropwat 8.0, como se muestra en la Figura 3. La información climatológica se tomó de la estación meteorológica No. 16141 “Yurécuaro”, utilizando valores promedio anuales de temperatura mínima, temperatura máxima y precipitación del Extractor Rápido de Información Climatológica ERIC III, versión 2.0.

Cuadro 1. Patrón de cultivos

Ciclo de producción	Datos de cultivo		Fecha de siembra		Superficie (ha)
	Cultivo	Ciclo	Mes	Día	
Otoño - Invierno	Avena	Medio	Enero	5	9.026
	Cebada	Medio	Diciembre	1	104.780
	Otras Especies	Largo	Enero	10	47.384
Primavera - Verano	Maíz	Medio	Junio	11	82.734
Segundos Cultivos	Maíz	Corto	Julio	26	174.870

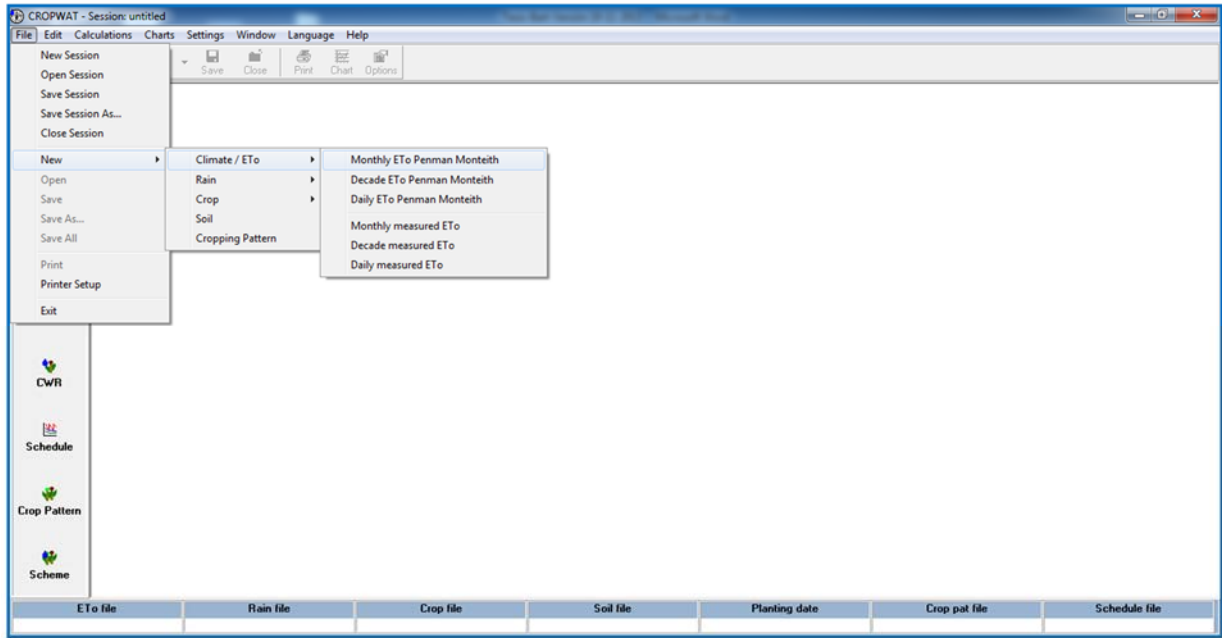


Figura 3. Vista del programa Cropwat 8.0

Los valores de humedad, velocidad del viento y radiación solar se estimaron con base a los datos de temperatura, altitud y latitud de la zona, de acuerdo a lo sugerido por el software Cropwat 8.0. Con los datos de temperatura máxima y mínima, se estimó la evapotranspiración de referencia (ET₀) utilizando el método de Penman-Monteith. Posteriormente, con los datos de precipitación, el software calculó la precipitación efectiva con el método de Precipitación confiable (ecuación FAO/AGLW). Así mismo fue necesario agregar los cultivos existentes, fechas de siembra y sus respectivos coeficientes de cultivo (K_c) en la zona de riego, para generar el patrón de cultivos correspondiente. Finalmente, se obtuvieron las láminas de riego en mm d⁻¹ y el CUR en L s⁻¹ ha⁻¹ para cada mes (Figura 4).

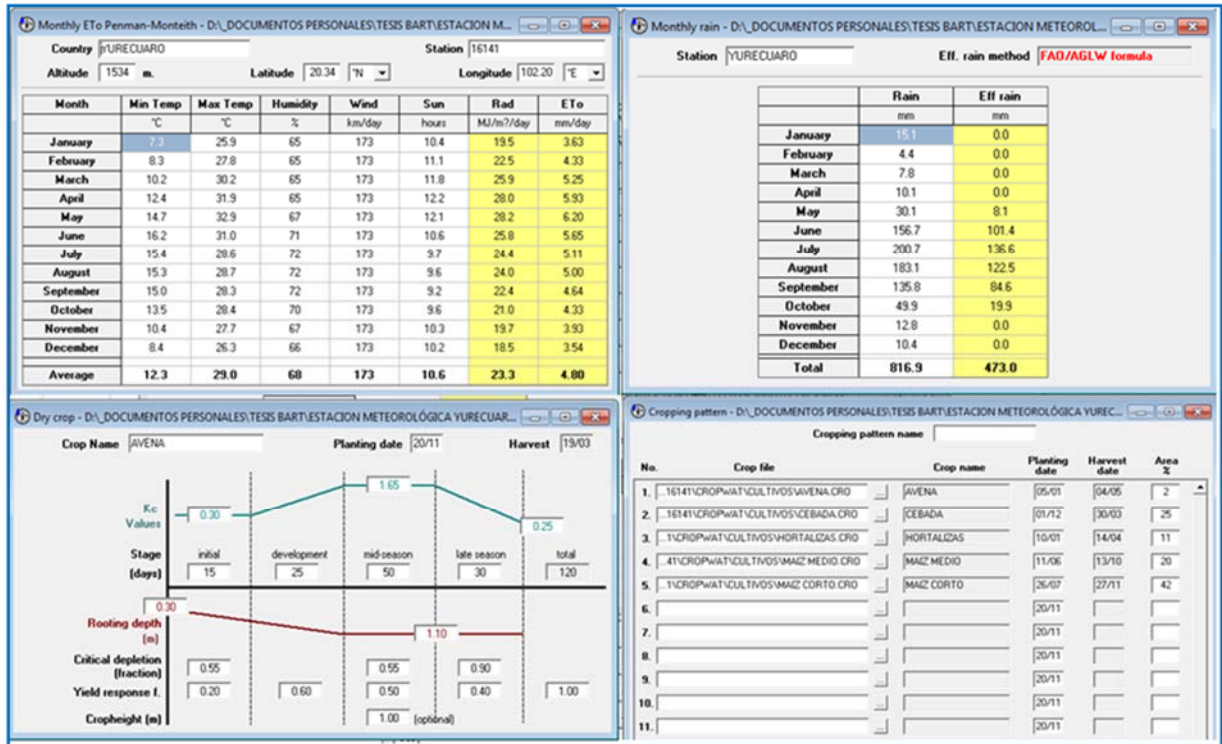


Figura 4. Introducción de datos al programa Cropwat 8.0

Con los datos de CUR, obtenidos en el programa para el mes de máxima demanda y considerando las eficiencias de conducción, distribución y aplicación, multiplicado por la superficie de la zona de estudio, se obtuvo la capacidad del sistema de riego.

4.6. Diseño hidráulico

El diseño hidráulico del sistema de riego de la zona de estudio se realizó para dos métodos:

1. Para el método de Turnos (riego a una disponibilidad fijada previamente) y empleando el software WCADI 2008 (Figura 5).
2. Para el método de Clement (riego a la demanda, pero acotado aun gasto máximo) y utilizando el software WCADI 2008 (Figura 5).

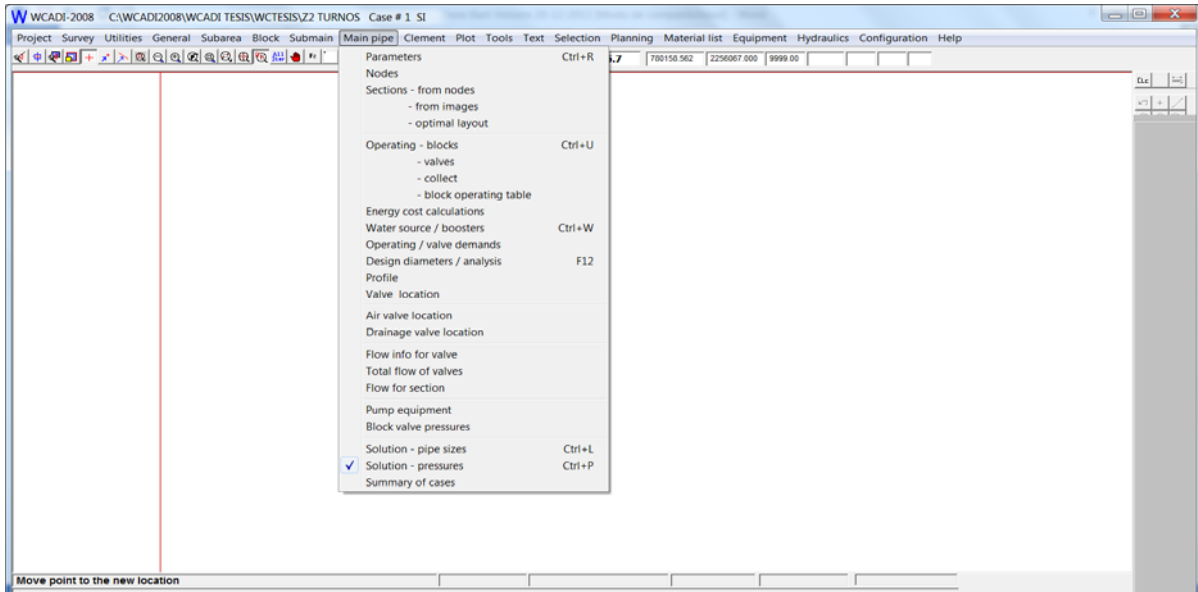


Figura 5. Vista del software WCADI 2008

4.6.1. Consideraciones para el diseño del sistema de riego con el método por Turnos

Derivado del diseño agronómico de la zona de estudio y una vez determinada la lámina de riego (mm d^{-1}) para el cultivo, se definió un gasto máximo de operación (L s^{-1}) con tiempo de riego de 22 horas. La lámina calculada está basada en los requerimientos de riego, lo que implica que el gasto máximo será el agua necesaria para la satisfacción de las necesidades hídricas de ese día.

Utilizando el gasto máximo para la zona de estudio, obtenido con el diseño agronómico, se calculó el número de hidrantes empleando la expresión (12).

$$\text{No. de hidrantes funcionando} = \frac{Q_{\text{máx}}}{Q_{\text{hidrante}}} \quad (12)$$

donde:

$Q_{\text{máx}}$ = Gasto de diseño obtenido con el diseño agronómico (L s^{-1})

Q_{hidrante} = Gasto específico del hidrante a utilizar (L s^{-1})

Para calcular el número de turnos se utilizó la expresión (13).

$$\text{No. de turnos} = \frac{\text{No. total de hidrantes}}{\text{No. de hidrantes funcionando}} \quad (13)$$

Para la operación de los turnos, se establece un horario específico para que cada uno de los agricultores pueda regar, o bien que cada uno de los hidrantes se encuentre abierto en un tiempo determinado y el arreglo de los turnos está dado en función de la posición de las parcelas, pues se busca que no rieguen al mismo tiempo parcelas que usen un mismo ramal. Lo que se logra es dividir el gasto máximo de diseño y hacerlo circular por diferentes ramales, minimizando los diámetros de tubería utilizados.

En este método de diseño de sistemas de riego, se requiere definir dos tiempos: la duración y la frecuencia del turno. El primero corresponde al tiempo que transcurre mientras cada sector o sección recibe agua en su turno y el segundo al tiempo que pasa entre un riego y el siguiente, es decir, entre el momento en que cada sector comienza a recibir agua en un turno y el momento en que comenzará a recibir agua en el turno siguiente (IMTA 2007). Este método implica tener una estricta organización con los usuarios.

De datos de campo, se obtuvo que el gasto parcelario que manejan los usuarios de riego se encuentra entre 40 y 60 L s⁻¹, por lo que dadas las condiciones, para este método de diseño se eligió utilizar 40 L s⁻¹, ya que en el corto plazo se pretende implementar sistemas de riego por goteo a nivel parcela.

La presión requerida en los hidrantes se determinó considerando las pérdidas de carga que se generan en las líneas principales, secundarias y emisores (cinta de riego) de un sistema de riego por goteo, por lo que se dispondrá de una presión en cada hidrante de 1.5 kg cm⁻². De esta manera, se podrán operar, por un lado un sistema de riego por gravedad, utilizando o no multicompuertas, o bien un sistema de riego por goteo.

4.6.2. Consideraciones para el diseño del sistema de riego con el método de Clement

Este método supone una distribución aleatoria de caudales, de manera que, si una red tiene N tomas con una dotación d, las cuales pueden estar abiertas o cerradas en un momento dado, es improbable que todas estén abiertas a la vez y por tanto que el caudal en cabecera (Q₀) sea Q₀ = N d.

Según Planells *et al.*, (1999), “lo que pretende el método es calcular el caudal de diseño, que puede circular por cada línea para una determinada garantía de suministro o calidad de funcionamiento buscando reducir el diámetro necesario respecto al requerido con todas las tomas abiertas”.

El gasto que circulará en cada tramo de la red de tubería deberá corresponder al periodo de máxima demanda durante la época de riego, el cual fue obtenido en el diseño agronómico. En éste método de diseño, se pretende lograr la máxima garantía de suministro de acuerdo al gasto disponible que abastece la red. La garantía de suministro es la probabilidad de que los caudales circulantes por la red no superen a los de diseño, de tal forma que con la red interparcelaria se obtendrá la máxima flexibilidad en la operación del sistema de riego.

En este método, para lograr la máxima garantía de suministro y dimensionar la red de tuberías, se utilizó la expresión (12), con la cual se determinó el número máximo de hidrantes que podrán estar operando en un ramal y los cuales no deberán superar el gasto máximo de diseño.

El gasto y presión requeridos en cada hidrante de la red, para éste método, serán los mismos que se utilizaron para el diseño con el método de Turnos citado en el apartado 4.6.1.

4.6.3. Planeación general de la zona de riego

La posición topológica de los hidrantes dentro de las parcelas se propuso con base en los siguientes criterios:

- Ubicación de los hidrantes en las partes más altas del terreno con el objeto de aprovechar la carga estática de la zona de estudio.
- Accesibilidad desde los caminos de servicio, teniendo en cuenta la optimización de la red.

Una vez establecidas las tomas parcelarias de manera gráfica en Autocad y utilizando como base el plano topográfico, se realizó el trazo de la tubería desde la fuente de abastecimiento, conectándose cada una de las tomas. El trazo de la red de conducción o tubería se colocó de tal manera que la misma no atravesara los terrenos agrícolas,

es decir, se diseñó de tal forma que la tubería pasara por todas las orillas de cada parcela. Asimismo, el trazo tomó en consideración el minimizar los cruces de caminos, canales, drenes etc., y evitar construcciones u otros tipos de configuración natural del terreno, que dificultara el paso de la red hidráulica.

4.6.4. Diseño hidráulico por los métodos de Turnos y Clement con WCADI 08

El procedimiento para el diseño hidráulico fue el siguiente:

1. Se creó un archivo en Autocad 2010 para cada uno de los siguientes contenidos: curvas de nivel, parcelas de la zona de estudio, ubicación de tomas parcelarias y trazo propuesto de la red de conducción. Posteriormente se guardaron en formato dxf. Cabe señalar que toda la información se manejó con información cartográfica: Proyección Universal Trasversa de Mercator (UTM), Zona 13, Datum WGS84.
2. Una vez obtenidos los archivos anteriores, se realizó la incorporación de la información de cada uno de ellos a la plataforma de WCADI 08.
3. Con las curvas de nivel, se generó una red o malla (a través del comando GRID) para obtener las coordenadas x, y, z de cada punto en toda la superficie de la zona de estudio, puesto que el análisis debe realizarse con base a la topografía de la zona.
4. Se digitalizaron los nodos y se crearon los trazos de los tramos de tubería, para ser identificados por WCADI 08.
5. Se eligió la base de datos con la información de tubería necesaria para la zona de estudio.
6. En el caso del diseño del sistema de riego con el método por Turnos, una vez obtenido el número de turnos, se procedió a indicar los hidrantes que estarán operando en cada uno de los ramales para proceder al diseño de la red (Figura 6).

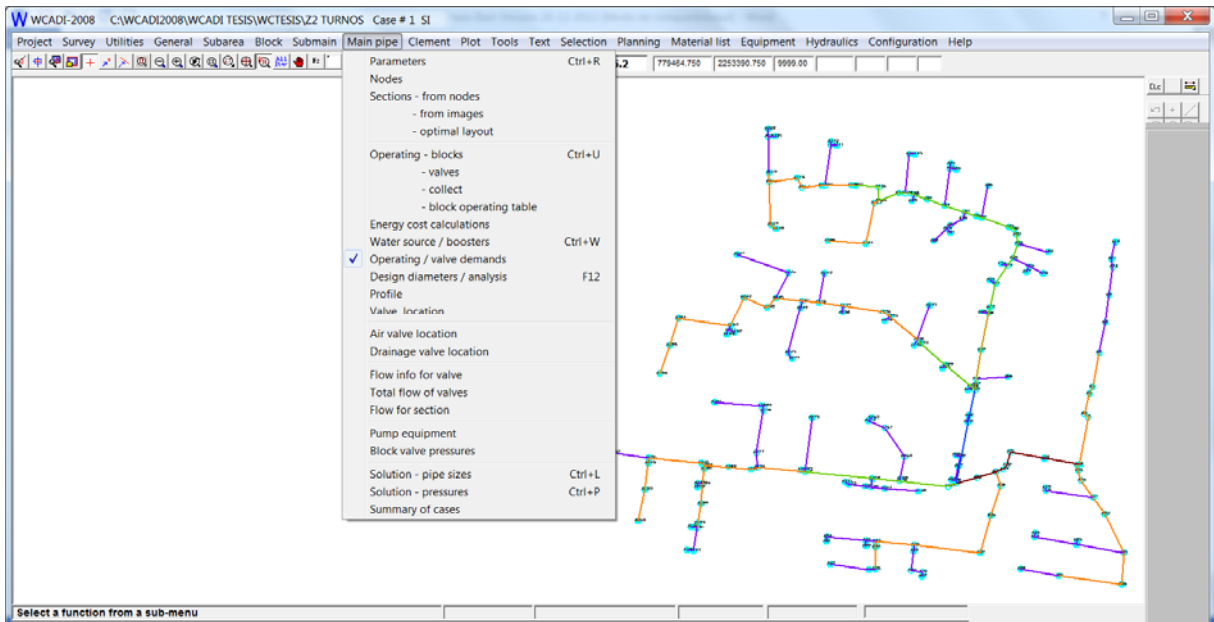


Figura 6. Introducción de datos en WCADI 2008 para el diseño del sistema de riego con el método por Turnos

7. Para el diseño del sistema de riego con el método de Clement, se procedió a indicar los rangos de certeza de acuerdo a la garantía de suministro, en este caso fue un máximo de 100 % y un mínimo de 88%, además de introducir los parámetros de diseño y proceder al diseño de la red con dicho método (Figura 7).

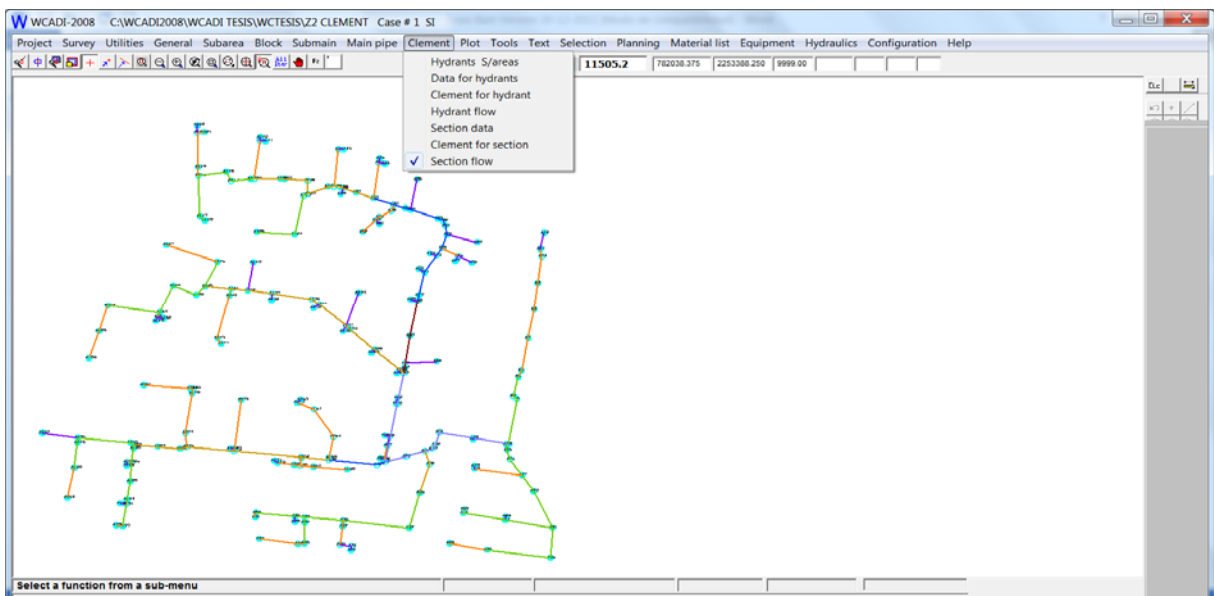


Figura 7. Introducción de datos en WCADI 2008 para el diseño del sistema de riego con el método de Clement

8. Posteriormente, se ingresaron datos de límite de velocidad permisible, parámetros para el cálculo de las pérdidas de carga, y se eligió la opción de realizar el análisis hidráulico por presión inicial, con el propósito de calcular la carga necesaria para el funcionamiento de todo el sistema.
9. Una vez establecidos los parámetros de diseño, se realizó el análisis hidráulico de la red de conducción, obteniendo al final de dicho análisis el dimensionamiento de las líneas de conducción para cada uno de los métodos.
10. Se revisaron los resultados hidráulicos de presiones y velocidades de cada uno de los diseños, verificando que éstos estuvieran dentro de los rangos permisibles.
11. Finalmente, como parte de la elaboración del diseño, se exportaron los resultados gráficos y numéricos del diseño hidráulico de cada uno de los métodos en formato DXF, para la edición de los mismos en Autocad y la elaboración de los planos correspondientes (Anexo 2 y Anexo 3), además se exportaron también los análisis hidráulicos en forma de tablas (Anexo 7 y Anexo 8).

4.7. Identificación de costos

4.7.1. Costos de inversión

Los costos de inversión son aquellas erogaciones necesarias para la construcción del sistema de riego para cada método en particular.

Tanto para el método de Turnos como el de Clement, se partió de los datos obtenidos en el diseño hidráulico, tomando en cuenta las cantidades requeridas.

Los costos de inversión para cada método son los siguientes:

1. Costo de adquisición de la tubería
2. Costo de accesorios y conexiones para la tubería
3. Costo de instalación de la tubería
4. Costo del movimiento de tierras
5. Costo del tren de descarga
6. Costo de la obra civil del cárcamo de bombeo

7. Costo del equipo de bombeo
8. Costo de la obra eléctrica

Los costos se calcularon con precios actuales en el mercado para el año 2013 de la siguiente manera:

Para obtener los costos de tubería, se tomaron las longitudes calculadas por diámetro en el diseño hidráulico (Anexo 2 y Anexo 3) y los precios de los distribuidores de PVC.

El costo de accesorios y conexiones se calculó como el 14% del costo total de la tubería de PVC.

El costo de instalación de tubería se calculó considerando el 4% del costo total de la misma.

Los costos de movimiento de tierra se calcularon mediante el volumen total de excavación, obtenido con la longitud total de la tubería y las dimensiones de zanja correspondientes a cada diámetro, considerando 85% de material tipo I, 15% de material tipo II y 5% de material tipo III.

Los costos del tren de descarga (Anexo 4) y del cárcamo de bombeo (Anexo 5) se obtuvieron de un diseño tipo.

El costo del equipo de bombeo se obtuvo mediante la cotización con proveedores de bombas turbina vertical (BTV), las cuales cubren los requisitos de gasto (Q) y carga (H), necesarios para que el sistema de riego diseñado con cada método funcione adecuadamente.

El costo de la obra eléctrica se obtuvo a partir del diseño tipo de la subestación eléctrica, con capacidad suficiente para suministrar la energía necesaria en la operación del equipo de bombeo (Anexo 6).

4.7.2. Costos de bombeo del sistema de riego

Los costos de bombeo se dividen en tres grupos: costos directos, costos de operación y costos de mantenimiento y reparación, según Gutiérrez (1999). En este caso, el equipo de bombeo será nuevo, por lo que se consideró el costo directo del mismo;

también, se estimaron los costos de operación y los de mantenimiento y reparación para los métodos de diseño, por Turnos y Clement.

4.7.2.1. Costo directo

El costo directo se refiere a las erogaciones relacionadas con la adquisición del equipo de bombeo, obra civil del cárcamo de bombeo y obra eléctrica.

Para obtener el costo del equipo de bombeo para cada método, se procedió a obtener la potencia requerida del motor para cubrir los requerimientos del sistema. El cálculo de la potencia del motor (HP), se obtuvo a partir de la expresión (14) (Gutiérrez, 1999).

$$HP = \frac{\omega QH}{76\eta} \quad (14)$$

donde:

HP = Potencia del motor (HP)

ω = Peso específico del agua (1000 kg m⁻³)

Q = Gasto total (m³ s⁻¹)

H = Carga hidráulica necesaria en el sistema (m)

76 = Factor de conversión a HP (adimensional)

η = Eficiencia electromecánica (decimal)

4.7.2.2. Costos de operación

Los costos de operación se calcularon para cada método a partir del consumo anual de energía, el costo por consumo de energía y los costos del operador.

Para calcular el consumo anual de energía se utilizó el método de la SAGARPA (DOF, 2005), el cual calcula la cuota energética mediante la obtención del promedio de consumo anual de energía eléctrica de uso agrícola, con base a los consumos de los últimos dos años. Para el caso de equipo nuevo, la SAGARPA establece la cuota energética con base a la estimación del consumo anual del equipo electromecánico de acuerdo a la expresión (15).

$$CE = (HP * 0.746 * 365 * 24) * 0.75 + 438 \quad (15)$$

donde:

CE = Cuota energética (kWh año⁻¹)

HP = capacidad del motor de la bomba (HP)

0.746 = Constante para convertir los HP a kW

365 = Tiempo máximo en el año que podría operar el equipo (365 días)

24 = Tiempo máximo en el día que podría trabajar el equipo (24 horas)

0.75 = Proporción del tiempo estimado de la operación del equipo (adimensional)

438 = Consumo promedio anual correspondiente al alumbrado del local donde se encuentra instalado el equipo de bombeo (kW h⁻¹)

Para calcular el costo por consumo de energía se consultó la página de la CFE (www.cfe.gob.mx), obteniendo la cuota aplicable en bombeo de agua para uso agrícola, y se determinó usar la tarifa 9-CU (Tabla 1).

La tarifa 9-CU es una tarifa de estímulo, que se aplica para la energía eléctrica utilizada en la operación de los equipos de bombeo y rebombeo de agua para riego agrícola, por los sujetos productivos inscritos en el padrón de beneficiarios de energéticos agropecuarios, hasta por la cuota energética determinada por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA).

Una vez obtenida la cuota energética, se calculó el costo anual por energía consumida con la expresión (16) y la Tabla 1.

Tabla 1. Tarifa 9-CU

Cargo por energía (\$ kWh ⁻¹)													
Rango	Dic/2012	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Cuota energética	0.48	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

Fuente: www.cfe.gob.mx. Consultado: noviembre 2013.

De la Tabla 1 se obtiene el cargo por energía consumida $C_C = 0.5$ \$ kWh⁻¹.

Mediante la expresión (16) se procedió a calcular el costo por consumo de energía:

$$C_{CE} = CE * C_C \quad (16)$$

donde:

C_{CE} = Costo por consumo de energía (\$ año⁻¹)

CE = Cuota energética (kWh año⁻¹)

C_C = Cargo por energía consumida (\$ kWh⁻¹)

Para determinar el costo por operador se utilizó la expresión (17).

$$C_O = S_D(365 + 40) \quad (17)$$

donde:

C_O = Costo por operador (\$ año⁻¹)

S_D = Salario diario del operador (\$)

365 = Días del año (adimensional)

40 = Días de aguinaldo anuales para el operador (adimensional)

Finalmente para obtener el costo por operación se utilizó la expresión (18).

$$C_{OB} = C_{CE} + C_O \quad (18)$$

donde:

C_{OB} = Costo por operación por bombeo (\$ año⁻¹)

C_{CE} = Costo por consumo de electricidad (\$ año⁻¹)

C_O = Costo por operador (\$ año⁻¹)

4.7.2.3. Costos de mantenimiento y reparaciones

Los costos de mantenimiento y reparación se estimaron en un 15% de los costos del cárcamo de bombeo, más 4% de los costos de la red hidráulica del sistema de riego del equipo de bombeo y subestación eléctrica (Gutiérrez, 1999).

El cálculo de los costos del mantenimiento y reparación del bombeo se calcularon para cada método y con la expresión (19).

$$CMR_B = MR_{CB} + MR_{EB} + MR_{SE} \quad (19)$$

donde:

CMR_B = Costo de mantenimiento y reparación del bombeo (\$ año⁻¹)

MR_{CB} = Costo de mantenimiento y reparación del cárcamo de bombeo (\$ año⁻¹)

MR_{EB} = Costo de mantenimiento y reparación del equipo de bombeo (\$ año⁻¹)

MR_{SE} = Costo de mantenimiento y reparación de la subestación eléctrica (\$ año⁻¹)

Para calcular el costo de mantenimiento y reparación de la red hidráulica se utilizó la expresión (20).

$$CMR_{RH} = MR_T + MR_{TD} \quad (20)$$

donde:

CMR_{RH} = Costo de mantenimiento y reparación de la red hidráulica (\$ año⁻¹)

MR_T = Costo de mantenimiento y reparación de la tubería (\$ año⁻¹)

MR_{TD} = Costo de mantenimiento y reparación del tren de descarga (\$ año⁻¹)

Finalmente para calcular el costo total de mantenimiento y reparación del sistema de riego se utilizó la expresión (21).

$$CMR_{SR} = CMR_B + CMR_{RH} \quad (21)$$

donde:

CMR_{SR} = Costo total de mantenimiento y reparación del sistema de riego (\$ año⁻¹)

CMR_B = Costo de mantenimiento y reparación del equipo de bombeo (\$ año⁻¹)

CMR_{RH} = Costo de mantenimiento y reparación de la red hidráulica (\$ año⁻¹)

4.8. Identificación de beneficios

Los beneficios directos de la rehabilitación y modernización de la infraestructura hidroagrícola son el rescate de volúmenes de agua y la mejor oportunidad del riego. Para evaluar económicamente estos beneficios, se considera el impacto del volumen ahorrado y la mejor oportunidad de riego en el incremento de la utilidad neta agrícola, ya que, al utilizar más eficientemente el recurso agua se pueden lograr mayores rendimientos.

El incremento de la utilidad neta agrícola se estimó con los pasos que se mencionan a continuación, y se consideró la misma para ambos métodos, ya que el diseño se realizó bajo los mismos supuestos de eficiencias de riego, patrón de cultivos y superficie regable.

4.8.1. Situación actual

Se realizó el cálculo del valor de la producción y la utilidad neta agrícola de la situación actual, considerando los precios sociales reportados en el SIAP.

4.8.2. Situación actual optimizada

La situación actual optimizada se logra con acciones que no impliquen un costo adicional o requieran una mínima inversión y que pueden tener un impacto en los rendimientos, por lo tanto, no pueden ser atribuibles al proyecto; entiéndase por proyecto cada uno de los métodos de diseño analizados (Turnos y Clement).

Para efectos de evaluación, la situación actual optimizada se considera como situación sin proyecto.

4.8.3. Situación con proyecto

Considerando los beneficios del ahorro de volúmenes y una mejor oportunidad de riego, es posible lograr un incremento en los rendimientos, por lo cual se genera una situación con proyecto.

4.8.4. Situación incremental

Para el cálculo del beneficio del proyecto, se obtuvo la diferencia entre la situación con proyecto y la situación sin proyecto, ambas a precios sociales.

La diferencia de costos y beneficios entre la situación sin proyecto optimizada y la situación con proyecto, permite obtener los beneficios netos atribuibles al proyecto. La conveniencia de su materialización dependerá de si los beneficios asociados a él son mayores que sus costos; o en caso contrario, si no es rentable no deberá llevarse a cabo.

4.9. Evaluación Económica

4.9.1. Indicadores de rentabilidad y su cálculo

Para llevar a cabo la evaluación económica de los métodos de diseño por Turnos y Clement, se calcularon los indicadores de rentabilidad más importantes: Valor Presente Neto (VPN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y la relación Beneficio Costo (B/C), los cuales se describen a continuación.

4.9.1.1. Valor Presente Neto

Para evaluar la rentabilidad del proyecto se procedió a calcular el Valor Presente Neto (VPN) mediante la expresión (22).

$$VPN = \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1 + r)^t} \quad (22)$$

donde:

VPN = Valor presente neto (\$)

B_t = Beneficios totales en el año t (\$)

C_t = Costos totales en el año t (\$)

$B_t - C_t$ = Flujo neto en el año t (\$)

n = Número de años del horizonte de evaluación

r = Tasa social de descuento

t = Año calendario, en donde el año 0 será el inicio de las erogaciones

El valor del VPN del método de riego analizado deberá ser mayor a cero.

4.9.1.2. Tasa Interna de Retorno

Para el cálculo de la Tasa Interna de Retorno (TIR) se utilizó la expresión (23).

$$VPN = \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1 + TIR)^t} = 0 \quad (23)$$

donde:

B_t = Beneficios totales en el año t (\$)

C_t = Costos totales en el año t (\$)

B_t - C_t = Flujo neto en el año t (\$)

n = Número de años del horizonte de evaluación

TIR = Tasa Interna de Retorno (%)

t = Año calendario, en donde el año 0 será el inicio de las erogaciones

Es importante mencionar que no se debe utilizar la TIR por sí sola para comparar alternativas en los dos métodos de diseño, ya que puede existir un problema de tasas internas de retorno múltiple. Las tasas internas de retorno múltiple ocurren cuando existe la posibilidad de que más de una tasa de descuento haga que el VPN sea igual a cero.

4.9.1.3. Relación Beneficio Costo

Para el cálculo de la Relación Beneficio Costo (B/C), se utilizó la expresión (24).

$$B/C = \frac{\sum_{i=0}^n \frac{Vi}{(1+i)^n}}{\sum_{i=0}^n \frac{Ci}{(1+i)^n}} \quad (24)$$

donde:

B/C = Relación Beneficio / Costo (adimensional)

Vi = Valor de la producción (beneficio bruto) (\$)

Ci = Egresos (i = 0, 2, 3,4...n) (\$)

i = Tasa de descuento

En la relación beneficio/costo se establecen por separado los valores actuales de los ingresos y los egresos, posteriormente se divide la suma de los valores actuales de los costos e ingresos.

Situaciones que se pueden presentar en la Relación Beneficio Costo:

a) *Relación B/C > 1*

Índice en el cual, por cada peso de costos se obtiene más de un peso de beneficio. En consecuencia, si el índice es positivo el proyecto debe aceptarse.

b) *Relación B/C < 1*

Índice en el cual, por cada peso de costos se obtiene menos de un peso de beneficio.

Por lo tanto, si el índice de la relación B/C es negativo el proyecto debe rechazarse.

El valor de la relación B/C cambiará según la tasa de actualización seleccionada, esto quiere decir, que cuanto más elevada sea dicha tasa menor será la relación en el índice resultante.

4.9.2. Análisis de sensibilidad

El análisis de sensibilidad se llevó a cabo realizando cambios en una variable a la vez y observando los efectos en el VPN y en la TIR. De los análisis recomendados por la SHCP se analizaron los siguientes:

- Porcentaje de incremento en el monto de inversión, el cual hace que el VPN sea igual a cero.
- Porcentaje de reducción en los beneficios, el cual hace que el VPN sea igual a cero.

El análisis de sensibilidad se realizó para el método de diseño por Turnos, así como para el método de Clement.

4.9.3. Costo Anual Equivalente

El cálculo del Costo Anual Equivalente (CAE), se llevó a cabo en dos pasos con base al valor del dinero en el tiempo.

El primer paso fue calcular el valor presente de todos los costos asociados a la posesión del activo durante toda su vida, éstos, incluyen el costo de inversión inicial, costo de operación, costo de mantenimiento y reparaciones, durante 30 años ya que en los proyectos de infraestructura hidroagrícola éste es el tiempo de vida esperado. Se calcula por la expresión (25).

$$VPC = \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t} \quad (25)$$

donde:

VPC = Valor presente del costo total del proyecto (\$)

C_t = Costos totales en el año t (\$)

r = Tasa social de descuento

t = Año calendario, en donde el año 0 será el del inicio de las erogaciones

n = Número de años del horizonte de evaluación

El segundo paso fue determinar el flujo de efectivo que, si se pagara cada año, tendría el mismo valor presente (VPC); éste será el costo anual equivalente y está dado por la expresión (26).

$$CAE = VPC \left[\frac{r(1+r)^m}{(1+r)^m - 1} \right] \quad (26)$$

donde:

CAE = Costo anual equivalente (\$)

VPC = Valor presente del costo total del proyecto (\$)

m = Número de años de vida útil del activo

r = Tasa social de descuento

El método de diseño más conveniente será aquel con el menor CAE. Si la vida útil de los activos, mediante los métodos de diseño analizados, es la misma, la comparación entre éstos se realizará únicamente a través del valor presente de los costos de los métodos.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Levantamiento topográfico

Como resultado de los trabajos de campo y gabinete, del levantamiento topográfico-se obtuvieron los valores de las coordenadas “x”, “y” y “z” para los puntos de la zona de estudio; los cuales una vez procesados se representaron en un plano topográfico, en el cual se integró la información correspondiente a: curvas de nivel, parcelas, canales, caminos, drenes, ríos y línea eléctrica (superficie física 257.59 ha). En la Figura 8 se muestra el plano topográfico de la zona de estudio (Anexo 1).

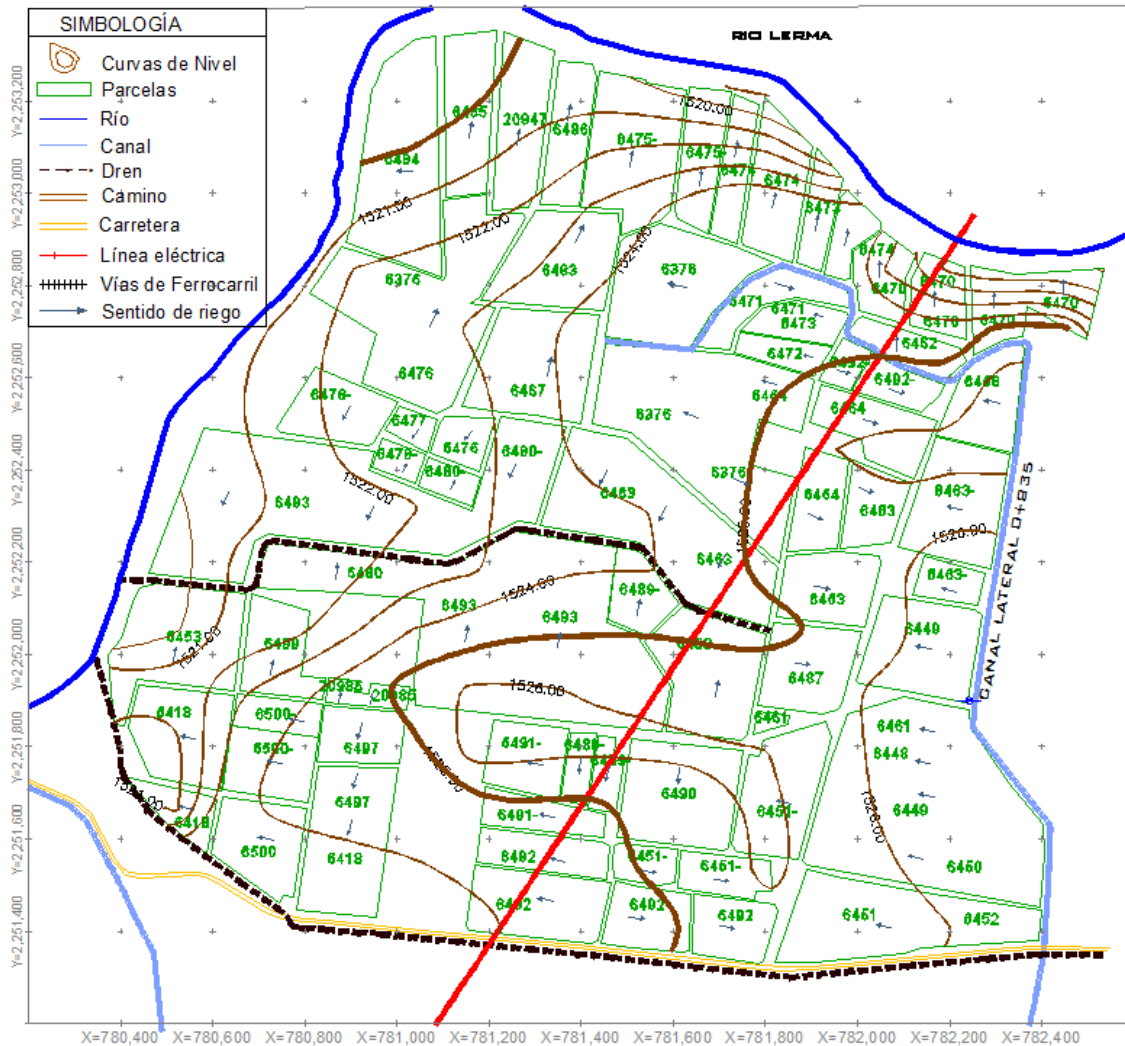


Figura 8. Plano topográfico de la zona estudio

5.2. Diseño agronómico

Los resultados del Coeficiente Unitario de Riego (CUR) obtenidos con el programa Cropwat 8.0 se presentan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Resultados obtenidos del programa Cropwat 8.0

Clave de la estación: 16141												
Estación meteorológica: Yurécuaro												
Patrón de cultivos												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Requerimientos de riego mensual (mm)												
1. Avena	46.9	187.5	274.5	197.9	7.9	0	0	0	0	0	0	0
2. Cebada	187.2	205.3	145.9	0	0	0	0	0	0	0	0	60.4
3. Hortalizas	57.9	110.8	175	82.7	0	0	0	0	0	0	0	0
4. Maíz medio	0	0	0	0	0	0	14.9	85.3	80.8	16.9	0	0
5. Maíz corto	0	0	0	0	0	0	0	0	82.3	160.3	84.2	0
Esquema de requerimiento de riego neto												
mm/día	1.7	2.4	2	0.4	0	0	0.1	0.6	1.7	2.3	1.2	0.5
mm/mes	54.1	67.3	61.2	13.1	0.2	0	3	17.1	50.7	70.7	35.4	15.1
CUR (L s ⁻¹ ha ⁻¹)	0.2	0.28	0.23	0.05	0	0	0.01	0.06	0.2	0.26	0.14	0.06
Superficie de riego (%)	38	38	38	13	2	0	20	20	62	62	42	25
CUR _{real} (L s ⁻¹ ha ⁻¹)	0.53	0.73	0.6	0.39	0.03	0	0.06	0.32	0.32	0.43	0.32	0.23
Cropwat 8.0 Beta												

De acuerdo a los resultados que se muestran en el Cuadro 2, el mes de máxima demanda fue febrero con un CUR de 0.73 L s⁻¹ ha⁻¹.

Considerando la eficiencia de conducción del 98%, una eficiencia de distribución del 98% y una eficiencia de aplicación del 76.5% (goteo 90% y aspersión 85%), se obtuvo como resultado una eficiencia global de 73.5%; por lo que el CUR calculado considerando ésta última es: $0.73/0.735 = 0.99 \text{ L s}^{-1} \text{ ha}^{-1}$.

Por otro lado, el CUR obtenido con el programa Cropwat 8.0 considera un tiempo de operación del sistema por día de 24 horas, en este caso, para el diseño agronómico de la zona de estudio se consideró un tiempo de operación por día de 22 horas por lo que se estimó el factor de corrección de la siguiente manera: $22/24 = 0.91$.

Finalmente el CUR resultante para el sistema de riego fue de: $0.99/0.91 = 1.08 \text{ L s}^{-1} \text{ ha}^{-1}$

$$\text{CUR} = 1.08 \text{ L s}^{-1} \text{ ha}^{-1}$$

El gasto máximo del sistema (Q_{\max}) se obtuvo multiplicando el valor resultante del CUR por la superficie de la zona de riego.

$$Q_{\max} = \text{CUR} (\text{L s}^{-1} \text{ ha}^{-1}) * \text{Superficie (ha)} = 1.08 * 257.59 = 278.19 \text{ L s}^{-1} \approx 280 \text{ L s}^{-1}$$

$$Q_{\max} = 280 \text{ L s}^{-1}$$

5.3. Diseño hidráulico

5.3.1. Método por Turnos

De acuerdo al diseño agronómico, se obtuvo un gasto máximo del sistema de 280 L s^{-1} y de datos de campo un gasto por hidrante de 40 L s^{-1} , por lo que utilizando la expresión (12) resultó que el número de hidrantes que pueden estar funcionando al mismo tiempo son 7. Por otra parte, el número total de hidrantes establecidos en la zona de riego son 135, y aplicando la expresión (13) se obtuvo un número de turnos de 19.3, redondeando al siguiente número, resultaron un total de 20 turnos operando en el sistema de riego.

Como resultado del diseño hidráulico del sistema de riego con el método por Turnos, se obtuvo una presión requerida por el sistema de $P = 31 \text{ m} = 3.1 \text{ kg cm}^{-2}$ para un gasto $Q = 280 \text{ L s}^{-1}$, y en cada una de las tomas o hidrantes una presión $P = 1.5 \text{ kg cm}^{-2}$ y un gasto $Q = 40 \text{ L s}^{-1}$ (Anexo 7).

Los diámetros obtenidos en el diseño de dicho método fueron: 400, 355, 315, 250, 200 y 160 mm, como se muestra en la Figura 9. Para mayor detalle ver Anexo 2.

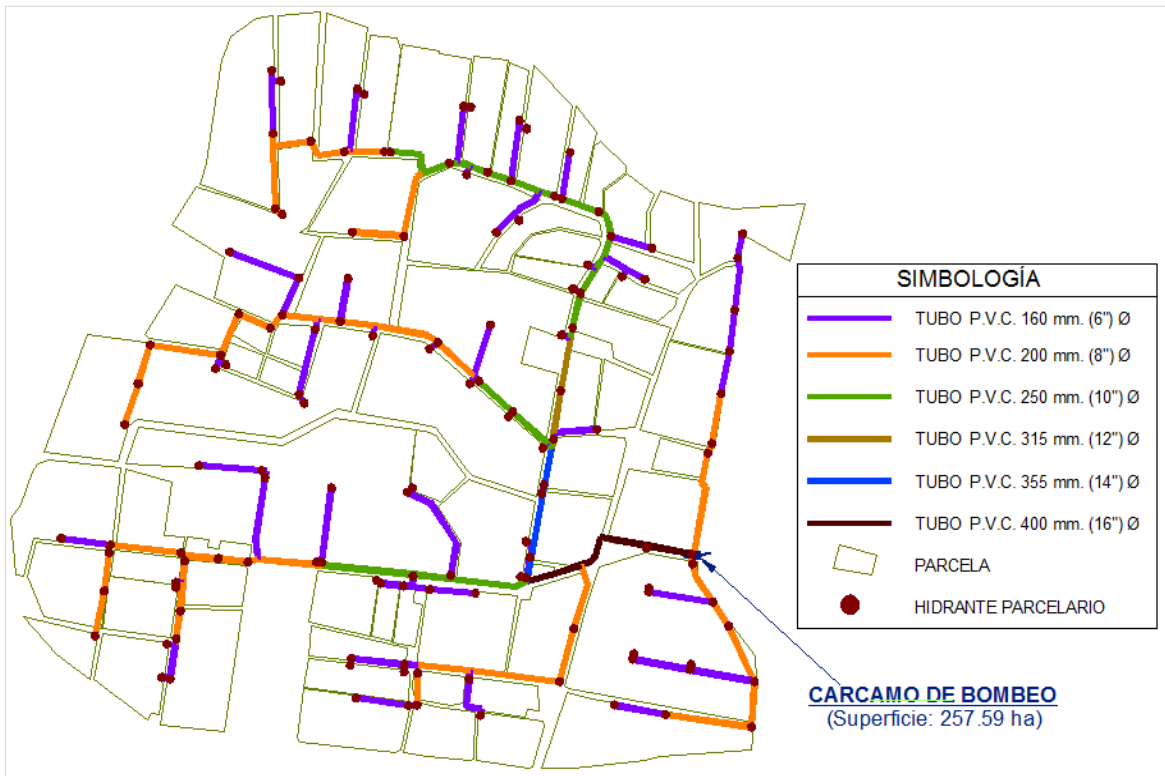


Figura 9. Diseño hidráulico del sistema de riego con el método por Turnos

5.3.2. Método de Clement

Se obtuvo un gasto máximo del sistema de 280 L s^{-1} en el diseño agronómico y de datos de campo un gasto por hidrante de 40 L s^{-1} , por lo que utilizando la expresión (12) resultó que el número máximo de hidrantes operando en un mismo ramal es de 7, logrando así la máxima garantía de suministro.

En el diseño del sistema de riego con el método de Clement se obtuvieron los siguientes resultados: una presión requerida por el sistema de $P = 26 \text{ m} = 2.6 \text{ kg cm}^{-2}$ para un gasto $Q = 280 \text{ L s}^{-1}$, y en cada una de las tomas o hidrantes una presión $P = 1.5 \text{ kg cm}^{-2}$ y un gasto $Q = 40 \text{ L s}^{-1}$ (Anexo 8).

Los diámetros obtenidos en el diseño con este método fueron: 450, 400, 355, 315, 250, 200 y 160 mm, como se muestra en la Figura 10. Para mayor detalle ver Anexo 3.

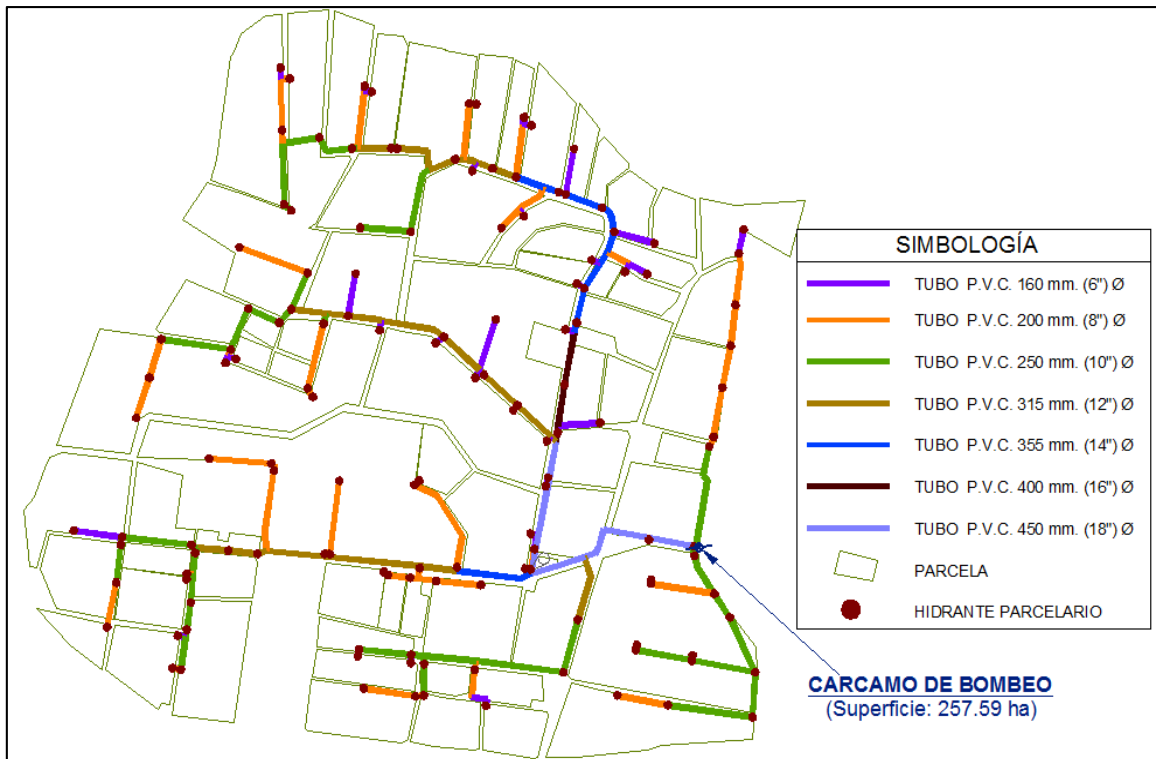


Figura 10. Diseño hidráulico del sistema de riego con el método de Clement

5.3.3. Resumen del diseño hidráulico

En el Cuadro 3 se presentan los resultados obtenidos en el diseño hidráulico del sistema de riego con los métodos por Turnos y de Clement.

Cuadro 3. Resumen del diseño hidráulico

Método	Gasto de diseño (L s ⁻¹)	Presión requerida (kg cm ⁻²)	Diámetros de tubería (mm)	Presión disponible en el hidrante (kg cm ⁻²)	Gasto disponible en el hidrante (L s ⁻¹)
Turnos	280	3.1	160 a 400	1.5	40
Clement	280	2.6	160 a 450	1.5	40

De acuerdo a los resultados obtenidos en el Cuadro 3, se observa que en el método de diseño por Turnos se requiere de seis diámetros de tubería: 400, 355, 315, 250, 200 y 160 mm, con una presión al inicio del sistema de riego de 3.1 kg cm⁻² para un gasto de 280 L s⁻¹. Por otro lado, en el diseño con el método de Clement se requiere de siete diámetros de tubería: 450, 400, 355, 315, 250, 200 y 160 mm, con una presión

al inicio del sistema de riego de 2.6 kg cm^{-2} para un gasto de 280 L s^{-1} . Se suministró en cada hidrante para ambos métodos una presión disponible de 1.5 kg cm^{-2} y un gasto de 40 L s^{-1} . Lo anterior se debe a que en el diseño por el método de Clement existe menor pérdida de energía al utilizar un diámetro mayor conduciendo el mismo gasto dadas las condiciones de operación; mientras que en el método por Turnos, la pérdida de energía es mayor y al tener un tandeo riguroso en la operación se puede conducir el mismo gasto con un diámetro menor.

5.4. Cuantificación y valoración de costos

5.4.1. Método por Turnos

5.4.1.1. Costos de inversión en el diseño del sistema de riego con el método por Turnos

En el Cuadro 4 se muestran los costos obtenidos de tubería, instalación de tubería, accesorios y conexiones, movimiento de tierras, tren de descarga, obra civil para el cárcamo de bombeo, equipo de bombeo y obra eléctrica para el diseño con el método de Turnos, dichos costos fueron obtenidos a partir de los planos mostrados en los anexos 2, 4, 5 y 6.

Cuadro 4. Costos para el sistema de riego diseñado con el método por Turnos

Concepto	Unidad	Cantidad	Importe M.N (\$)
Tubo PVC C/C C-5 160 mm (6")	m	6,114	581,582.02
Tubo PVC C/C C-5 200 mm (8")	m	5,376	792,266.50
Tubo PVC C/C C-5 250 mm (10")	m	1,932	443,803.58
Tubo PVC C/C C-5 315 mm (12")	m	312	113,426.04
Tubo PVC C/C C-5 355 mm (14")	m	378	141,693.30
Tubo PVC C/C C-5 400 mm (16")	m	540	264,864.60
Subtotal			2,337,636.04
Instalación de tubería	Lote	1	93,505.44
Accesorios y conexiones	Lote	1	327,269.05
Movimiento de tierras	Lote	1	944,060.36

Concepto	Unidad	Cantidad	Importe M.N (\$)
Tren de descarga	Lote	1	257,158.69
Subtotal			1,621,993.54
Obra civil cárcamo de bombeo	Lote	1	250,139.35
Equipo de bombeo	Lote	1	439,690.45
Obra eléctrica	Lote	1	758,828.30
Subtotal			1,448,658.10
Total			5,408,287.68

5.4.1.2. Costos de bombeo en el diseño del sistema de riego con el método por Turnos

A) Costo directo

Potencia necesaria para el equipo de bombeo

De acuerdo a los resultados del diseño hidráulico, se obtuvo un gasto $Q = 0.28 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ y una carga $H = 31 \text{ m}$. Se consideró una eficiencia electromecánica del 75% para un equipo de bombeo nuevo. Mediante la expresión (14) se calculó la potencia necesaria para el equipo de bombeo.

$$HP = \frac{(1000)(0.28)(31)}{76(0.75)} = 152.28$$

$$HP = 152.28$$

Con una potencia calculada igual a 152.28 *HP*, de acuerdo a los tamaños comerciales existentes en el mercado y con el propósito de tener una mayor flexibilidad en la operación del equipo de bombeo, se obtuvo un arreglo con dos equipos, quedando de la siguiente manera: 1 bomba turbina vertical de 100 *HP* y 1 bomba turbina vertical de 75 *HP* resultando una potencia total de 175 *HP*.

Del Cuadro 4 se obtuvo el costo para el equipo de bombeo, costo de la obra civil para el cárcamo de bombeo y el costo de la obra eléctrica.

Obra civil cárcamo de bombeo	\$ 250,139.35
Equipo de bombeo	\$ 439,690.45
Obra eléctrica	\$ 758,828.30

Por lo que el costo directo del bombeo fue:

$$CD_B = \$ 250,139.35 + \$ 439,690.45 + \$ 758,828.30$$

$$CD_B = \$ 1,448,658.10$$

B) Costo por operación

Costos por consumo de electricidad

Una vez obtenida la potencia necesaria para el equipo de bombeo, se calculó el consumo anual de energía mediante la expresión (15).

$$CE = (HP * 0.746 * 365 * 24) * 0.75 + 438$$

$$CE = (175 * 0.746 * 365 * 24) * 0.75 + 438$$

$$CE = 858,151.50 kWh$$

Para el cálculo del costo anual por energía consumida se utilizó la expresión (16) y la Tabla 1.

$$C_{CE} = CE * C_C = 858,151.50 * 0.5$$

$$C_{CE} = \$429,075.75 \text{ año}^{-1}$$

Costos por operador

Mediante datos recabados en campo, se obtuvo el salario diario de un operador el cual fue de: \$150.

De acuerdo a la expresión (17) los costos por operador son:

$$C_o = 150 (365 + 40) = \$60,750 \text{ año}^{-1}$$

$$C_o = \$60,750 \text{ año}^{-1}$$

Por lo que los costos totales anuales por operación se calculan con la expresión (18).

$$CO_B = 429,075.75 + 60,750 = \$489,825.75 \text{ año}^{-1}$$

$$CO_B = \$489,825.75 \text{ año}^{-1}$$

C) Costo de mantenimiento y reparaciones

Los costos de mantenimiento y reparación se estimaron en un 15% de los costos del cárcamo de bombeo, más un 4% de los costos de la red hidráulica del sistema de riego, equipo de bombeo y subestación eléctrica.

De acuerdo a los costos obtenidos en el Cuadro 4 se estimaron los costos de mantenimiento y reparación de la siguiente manera:

1. Costo del mantenimiento y reparación del bombeo

a) Costos de mantenimiento y reparación del cárcamo de bombeo (MR_{CB})

$$MR_{CB} = 0.15 (250,139.35) = \$37,520.9 \text{ año}^{-1}$$

$$MR_{CB} = \$37,520.90 \text{ año}^{-1}$$

b) Costos de mantenimiento y reparación del equipo de bombeo (MR_{EB})

$$MR_{EB} = 0.04 (439,690.45) = \$17,587.62 \text{ año}^{-1}$$

$$MR_{EB} = \$17,587.62 \text{ año}^{-1}$$

c) Costos de mantenimiento y reparación de la subestación eléctrica (MR_{SE})

$$MR_{SE} = 0.04 (758,828.30) = \$30,353.13 \text{ año}^{-1}$$

$$MR_{SE} = \$30,353.13 \text{ año}^{-1}$$

El costo de mantenimiento y reparación del bombeo se calculó con la expresión (19).

$$CMR_B = 37,520.90 + 17,587.62 + 30,353.13$$

$$CMR_B = \$ 85,461.65 \text{ año}^{-1}$$

2. Costo del mantenimiento y reparación de la red hidráulica

a) Costos de mantenimiento y reparación de la tubería

$$MR_T = 0.04 (2,337,636.04) = \$93,505.44 \text{ año}^{-1}$$

$$MR_T = \$93,505.44 \text{ año}^{-1}$$

b) Costos de mantenimiento y reparación del tren de descarga (MR_{TD})

$$MR_{TD} = 0.04 (257,158.69) = \$10,286.34 \text{ año}^{-1}$$

$$MR_{TD} = \$10,286.34 \text{ año}^{-1}$$

El costo de mantenimiento y reparación de la red hidráulica se calculó con la expresión (20).

$$CMR_{RH} = 93,505.44 + 10,286.34$$

$$CMR_{RH} = \$103,791.78 \text{ año}^{-1}$$

3. Costo total del mantenimiento y reparación del sistema de riego

Finalmente los costos totales de mantenimiento y reparación se calcularon con la expresión (21).

$$CMR_{SR} = 85,461.65 + 103,791.78$$

$$CMR_{SR} = \$189,253.43 \text{ año}^{-1}$$

5.4.2. Método de Clement

5.4.2.1. Costos de inversión en el diseño del sistema de riego con el método de Clement

En el Cuadro 5, se muestran los costos obtenidos de tubería, instalación de tubería, accesorios y conexiones, movimiento de tierras, tren de descarga, obra civil para el cárcamo de bombeo, equipo de bombeo y obra eléctrica para el diseño con el método de Clement, dichos costos fueron obtenidos a partir de los planos mostrados en los anexos 3, 4, 5 y 6.

Cuadro 5. Costos para el sistema de riego diseñado con el método de Clement

Concepto	Unidad	Cantidad	Importe M.N (\$)
Tubo PVC C/C C-5 160 mm (6")	m	1,644	156,382.20
Tubo PVC C/C C-5 200 mm (8")	m	4,266	628,684.70
Tubo PVC C/C C-5 250 mm (10")	m	4,314	990,977.60
Tubo PVC C/C C-5 315 mm (12")	m	2,334	848,514.00
Tubo PVC C/C C-5 355 mm (14")	m	864	323,870.40
Tubo PVC C/C C-5 400 mm (16")	m	312	153,032.88
Tubo PVC C/C C-5 450 mm (18")	m	918	562,532.04
Subtotal			3,663,993.82
Instalación de tubería	Lote	1	146,559.75
Accesorios y conexiones	Lote	1	512,959.13
Movimiento de tierras	Lote	1	972,925.08
Tren de descarga	Lote	1	285,731.88
Subtotal			1,918,175.84
Obra civil cárcamo de bombeo	Lote	1	250,139.35
Equipo de bombeo	Lote	1	399,718.59
Obra eléctrica	Lote	1	689,843.91
Subtotal			1,339,701.85
Total			6,921,871.51

5.4.2.2. Costos de bombeo en el diseño del sistema de riego con el método de Clement

A) Costo directo

Potencia necesaria para el equipo de bombeo

De acuerdo a los resultados del diseño hidráulico se obtuvo un gasto $Q = 0.28 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ y una carga $H = 26 \text{ m}$. Se consideró una eficiencia electromecánica del 75% para un equipo de bombeo nuevo. Mediante la expresión (14) se calculó la potencia necesaria para el equipo de bombeo.

$$HP = \frac{QH}{76\eta} = \frac{(1000)(0.28)(26)}{76(0.75)} = 127.71$$

Con una potencia calculada igual a 127.71 HP, de acuerdo a los tamaños comerciales existentes en el mercado y con el propósito de tener una mayor flexibilidad en la operación del equipo de bombeo, se obtuvo un arreglo con dos bombas turbina vertical de 75 HP resultando una potencia total de 150 HP.

Del Cuadro 5 se obtuvo el costo para el equipo de bombeo, costo de la obra civil para el cárcamo de bombeo y el costo de la obra eléctrica.

Obra civil cárcamo de bombeo	\$ 250,139.35
Equipo de bombeo	\$ 399,718.59
Obra eléctrica	\$ 689,843.91

Por lo que el costo directo del bombeo fue:

$$CD_B = \$ 250,139.35 + \$ 399,718.59 + \$ 689,843.91$$

$$CD_B = \$ 1,339,701.85$$

B) Costo de operación (CO)

Costos por consumo de electricidad

Una vez obtenida la potencia necesaria para el equipo de bombeo se calculó el consumo anual de energía mediante la expresión (15).

$$CE = (HP * 0.746 * 365 * 24) * .75 + 438$$

$$CE = (150 * 0.746 * 365 * 24) * 0.75 + 438$$

$$CE = 735,621 \text{ kWh}$$

Para el cálculo del costo anual por energía consumida se utilizó la expresión (16) y la Tabla 1.

$$C_{CE} = 735,621 * 0.5$$

$$C_{CE} = \$367,810.5$$

Costos por operador

Mediante datos recabados en campo se obtuvo el salario diario de un operador el cual fue de: \$150.

De acuerdo a la expresión (17) los costos por operador son:

$$C_o = 150 (365 + 40) = \$60,750 \text{ año}^{-1}$$

$$C_o = \$60,750 \text{ año}^{-1}$$

Por lo que los costos totales anuales por operación se calculan con la expresión (18).

$$CO_B = 367,810.5 + 60,750 = \$428,560.5 \text{ año}^{-1}$$

$$CO_B = \$428,560.5 \text{ año}^{-1}$$

C) Costo de mantenimiento y reparaciones

Los costos de mantenimiento y reparación se estimaron en un 15% de los costos del cárcamo de bombeo más un 4% de los costos de la red hidráulica del sistema de riego, equipo de bombeo y subestación eléctrica.

De acuerdo a los costos obtenidos en el Cuadro 5 se estimaron los costos de mantenimiento y reparación de la siguiente manera:

1. Costo del mantenimiento y reparación del bombeo

a) Costos de mantenimiento y reparación del cárcamo de bombeo (MR_{CB})

$$MR_{CB} = 0.15 (250,139.35) = \$37,520.9 \text{ año}^{-1}$$

$$\mathbf{MR_{CB} = \$37,520.90 \text{ año}^{-1}}$$

b) Costos de mantenimiento y reparación del equipo de bombeo (MR_{EB})

$$MR_{EB} = 0.04 (399,718.59) = \$15,988.74 \text{ año}^{-1}$$

$$\mathbf{MR_{EB} = \$15,988.74 \text{ año}^{-1}}$$

c) Costos de mantenimiento y reparación de la subestación eléctrica (MR_{SE})

$$MR_{SE} = 0.04 (689,843.91) = \$27,593.75 \text{ año}^{-1}$$

$$\mathbf{MR_{SE} = \$27,593.75 \text{ año}^{-1}}$$

El costo de mantenimiento y reparación del bombeo se calculó con la expresión (19).

$$CMR_B = 37,520.90 + 15,988.74 + 27,593.75$$

$$\mathbf{CMR_B = \$81,103.39 \text{ año}^{-1}}$$

2. Costo del mantenimiento y reparación de la red hidráulica

a) Costos de mantenimiento y reparación de la tubería

$$MR_T = 0.04 (3,663,993.82) = \$146,559.75 \text{ año}^{-1}$$

$$\mathbf{MR_T = \$146,559.75 \text{ año}^{-1}}$$

b) Costos de mantenimiento y reparación del tren de descarga (MR_{TD})

$$MR_{TD} = 0.04 (285,731.88) = \$11,429.27 \text{ año}^{-1}$$

$$\mathbf{MR_{TD} = \$11,429.27 \text{ año}^{-1}}$$

El costo de mantenimiento y reparación de la red hidráulica se calculó con la expresión (20).

$$CMR_{RH} = 146,559.75 + 11,429.27$$

$$CMR_{RH} = \$157,989.02 \text{ año}^{-1}$$

3. Costo total del mantenimiento y reparación del sistema de riego

Finalmente los costos totales de mantenimiento y reparación se calcularon con la expresión (21).

$$CMR_{SR} = 81,103.39 + 157,989.02$$

$$CMR_{SR} = \$239,092.41 \text{ año}^{-1}$$

5.4.3. Resumen de costos

En el Cuadro 6 se presenta el resumen de costos de inversión, operación y mantenimiento y reparación del sistema para ambos métodos.

Cuadro 6. Resumen de costos

Método	Costo del sistema (\$)	Costo de operación del sistema (\$ año ⁻¹)	Costo de mantenimiento y reparación del sistema (\$ año ⁻¹)
Turnos	5,408,287.68	489,825.75	189,253.43
Clement	6,921,871.51	428,560.50	239,092.41

De acuerdo con el Cuadro 6, se observa que el costo del sistema de riego diseñado con el método por Turnos es menor que el costo del sistema de riego diseñado con el método de Clement. Esto se debe principalmente a que hay un requerimiento de tubería con distintos diámetros en cada método; así para el primer método se requiere solo seis diámetros distintos de tubería para su funcionamiento, en tanto que para el segundo método se requieren siete diámetros distintos. En lo que se refiere a la operación del sistema de riego, el diseño con el método por Turnos presenta mayor costo comparado con el diseño por el método de Clement, debido a que en el primer

método de diseño existe un mayor consumo de energía eléctrica derivado de una mayor demanda de potencia (175 HP) en el equipo de bombeo para la operación del sistema de riego, mientras que en el diseño con el método de Clement se requieren 150 HP. Para el mantenimiento y reparación del sistema de riego, se observa que el diseño con el método de Clement presenta mayor costo en comparación con el diseño por el método por Turnos, esto se justifica con el hecho de que en el primer método existen diámetros más grandes.

5.5. Cuantificación y valoración de beneficios

Los beneficios calculados son aplicables a los métodos de diseño por Turnos y Clement, debido a que en ambos casos el diseño se elaboró con la misma superficie regable, patrón de cultivos y eficiencias de riego.

5.5.1. Situación actual

Partiendo de la situación actual se tiene una superficie sembrada de 418.78 hectáreas, un valor de la producción para la superficie de \$12,211,330 y un valor neto de la producción o utilidad de \$7,649,820 pesos a precios sociales, como se presenta en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Valor neto de la producción agrícola a precios sociales de 2013 situación actual

Cultivos	Superficie media (ha)	Rendimiento (Ton ha ⁻¹)	Producción total (Ton)	Precio medio rural (\$ Ton ⁻¹)	Valor bruto (\$)	Costos de producción a precios sociales (\$)	Excedente social agrícola (\$)
Avena Grano	9	8.00	72	1,100	79,376	44,087	35,289
Cebada	105	5.63	590	3,950	2,330,150	936,176	1,393,974
Otras especies	47	12.59	597	3,800	2,266,754	1,621,426	645,328
Maíz	258	7.21	1,857	4,057	7,535,050	1,959,821	5,575,229
Total	419		3,116		12,211,330	4,561,509	7,649,820

5.5.2. Situación actual optimizada

Para la situación actual optimizada se tiene una superficie de riego de 418.78 hectáreas, un valor de la producción para la superficie de \$12,256,512 y un valor neto de la producción o utilidad de \$7,695,002 pesos a precios sociales, como se presenta en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Valor neto de la producción agrícola a precios sociales de 2013 situación actual optimizada

Cultivos	Superficie media (ha)	Rendimiento (Ton ha ⁻¹)	Producción total (Ton)	Precio medio rural (\$ Ton ⁻¹)	Valor bruto (\$)	Costos de producción a precios sociales (\$)	Excedente social agrícola (\$)
Avena Grano	9	8.03	72	1,100	79,670	44,087	35,582
Cebada	105	5.65	592	3,950	2,338,772	936,176	1,402,596
Otras especies	47	12.64	599	3,800	2,275,141	1,621,426	653,715
Maíz	258	7.24	1,864	4,057	7,562,930	1,959,821	5,603,109
Total	419		3,127		12,256,512	4,561,509	7,695,002

5.5.3. Situación con proyecto

En la situación con proyecto se propone un incremento en la superficie del 22%, esto debido a que la eficiencia global de riego en la situación sin proyecto es menor al 50% y en la situación con proyecto es del 73.5%. En el rendimiento se propuso un aumento de 0.25 ton/ha por cultivo, ya que el suministro oportuno del agua garantiza un mayor rendimiento en los cultivos.

En el caso de la situación con proyecto se tiene una superficie sembrada de 511 hectáreas, un valor de la producción para la superficie de \$15,400,746 y un valor neto de la producción o utilidad de \$9,835,705 pesos a precios sociales, como se presenta en el Cuadro 9.

Cuadro 9. Valor neto de la producción agrícola a precios sociales de 2013 situación con proyecto

Cultivos	Superficie media (ha)	Rendimiento (Ton ha ⁻¹)	Producción total (Ton)	Precio medio rural (\$ Ton ⁻¹)	Valor bruto (\$)	Costos de producción a precios sociales (\$)	Excedente social agrícola (\$)
Avena Grano	11	8.25	91	1,100	99,865	53,786	46,079
Cebada	128	5.88	752	3,950	2,969,017	1,142,134	1,826,882
Otras especies	58	12.84	742	3,800	2,820,353	1,978,139	842,214
Maíz	314	7.46	2,344	4,057	9,511,511	2,390,981	7,120,530
Total	511		3,929		15,400,746	5,565,042	9,835,705

5.5.4. Situación incremental

Con el objeto de llevar a cabo la evaluación de las inversiones planteadas se integró dentro del análisis la estimación de los incrementos en el valor neto de la producción agrícola, el cual representa el flujo principal de beneficios del proyecto y que refleja los impactos que se tendrá con la implementación del sistema de riego.

Del Cuadro 10, el excedente social o beneficio neto marginal resultante fue de \$2,140,702.

Cuadro 10. Valor neto de la producción agrícola a precios sociales de 2013 situación incremental

Cultivos	Superficie media (ha)	Rendimiento (Ton ha ⁻¹)	Producción Total (Ton)	Precio medio rural (\$ Ton ⁻¹)	Valor Bruto (\$)	Costos de Producción a Precios Sociales (\$)	Excedente Social Agrícola (\$)
Avena Grano	2	8.25	18	1,100	20,195	9,699	10,496
Cebada	23	5.88	160	3,950	630,245	205,959	424,286
Otras especies	10	12.84	143	3,800	545,212	356,714	188,499
Maíz	57	7.46	480	4,057	1,948,582	431,161	1,517,421
Total	92		802		3,144,234	1,003,532	2,140,702

5.6. Evaluación económica

5.6.1. Método por Turnos

5.6.1.1. Indicadores de rentabilidad

De los resultados obtenidos en el Cuadro 4 se obtuvo el costo de inversión total y en el apartado 5.4.1.2, se obtuvieron los costos de operación, mantenimiento y reparaciones del sistema. Partiendo de estos datos se procedió a calcular el Cuadro 11.

En la estimación del valor presente de los flujos de costos y beneficios se asume una tasa social de descuento del 12% y un horizonte de evaluación de 30 años. La tasa adoptada del 12% corresponde a aquella recomendada por la SHCP para reflejar el valor real de los recursos públicos y privados a ser empleados durante la ejecución y operación del programa. El horizonte de evaluación es compatible con la vida útil del sistema.

Cuadro 11. Flujo neto de efectivo actualizado para el sistema de riego diseñado con el método por Turnos

Año	Inversión (miles \$)	Costos de operación (miles \$)	Costos de mantenimiento y reparaciones (miles \$)	Costo total (miles \$)	Beneficio neto marginal (miles \$)	Costo total actualizado (miles \$)	Beneficio marginal actualizado (miles \$)	Flujo neto actualizado (miles \$)
2014	5,408	0	0	5,408	0	5,408	0	-5,408
2015		490	189	679	0	606	0	-606
2016		490	189	679	0	541	0	-541
2017		490	189	679	2,128	483	1,515	1,032
2018		490	189	679	2,117	432	1,345	914
2019		490	189	679	2,107	385	1,196	810
2020		490	189	679	2,100	344	1,064	720
2021		490	189	679	2,096	307	948	641
2022		490	189	679	2,141	274	865	590
2023		490	189	679	2,141	245	772	527
2024		490	189	679	2,141	219	689	471
2025		490	189	679	2,141	195	615	420
2026		490	189	679	2,141	174	549	375
2027		490	189	679	2,141	156	491	335
2028		490	189	679	2,141	139	438	299
2029		490	189	679	2,141	124	391	267
2030		490	189	679	2,141	111	349	238
2031		490	189	679	2,141	99	312	213

Año	Inversión (miles \$)	Costos de operación (miles \$)	Costos de mantenimiento y reparaciones (miles \$)	Costo total (miles \$)	Beneficio neto marginal (miles \$)	Costo total actualizado (miles \$)	Beneficio marginal actualizado (miles \$)	Flujo neto actualizado (miles \$)
2032		490	189	679	2,141	88	278	190
2033		490	189	679	2,141	79	249	170
2034		490	189	679	2,141	70	222	152
2035		490	189	679	2,141	63	198	135
2036		490	189	679	2,141	56	177	121
2037		490	189	679	2,141	50	158	108
2038		490	189	679	2,141	45	141	96
2039		490	189	679	2,141	40	126	86
2040		490	189	679	2,141	36	112	77
2041		490	189	679	2,141	32	100	69
2042		490	189	679	2,141	28	90	61
2043		490	189	679	2,141	25	80	55

Con los datos obtenidos en el Cuadro 11 se calcularon los indicadores de rentabilidad, VPN con la expresión (22), TIR con la expresión (23) y Relación B/C con la expresión (24).

Los resultados obtenidos para estos indicadores se presentan en el Cuadro 12.

Cuadro 12. Indicadores de rentabilidad para el sistema de riego diseñado con el método por Turnos

INDICADORES	
VPN (miles de pesos)	2,615
TIR	16.20%
R B/C	1.24

5.6.1.2. Análisis de sensibilidad

En el Cuadro 13 y Cuadro 14 se presentan los resultados del análisis de sensibilidad para los casos de variación en los beneficios netos del proyecto y variación en los montos de inversión para el caso del diseño con el método por Turnos.

Cuadro 13. Análisis de sensibilidad de la variación en los beneficios netos para el sistema de riego diseñado con el método por Turnos

Variación de los beneficios (%)	TIR	B/C	VPN
0%	16.20%	1.24	2,615
-3%	15.59%	1.20	2,211
-6%	14.97%	1.17	1,806
-9%	14.33%	1.13	1,402
-19.41%	12.00%	1.00	0.00000

De acuerdo al Cuadro 13 para la rentabilidad ante cambios en los beneficios se hicieron variar en -3%, -6% y -9% hasta una disminución límite de -19.41%, donde la relación B/C = 1, lo que indica que el proyecto puede soportar hasta una disminución de 19.41% en los beneficios obtenidos.

Cuadro 14. Análisis de sensibilidad de la variación en los montos de inversión para el sistema de riego diseñado con el método por Turnos

Variación de la inversión (%)	TIR	B/C	VPN
0%	16.20%	1.24	2,615
4%	15.42%	1.19	2,180
8%	14.67%	1.15	1,746
12%	13.96%	1.11	1,312
24.09%	12.00%	1.00	0

En el Cuadro 14 para la rentabilidad ante los posibles incrementos en los montos de inversión se hicieron variar en un 4%, 8% y 12% hasta un incremento límite del 24.09%, donde la relación B/C = 1. Es decir, este proyecto de inversión puede soportar hasta un 24.09% en los montos de inversión.

5.6.1.3. Costo Anual Equivalente

Para el análisis del Costo Anual Equivalente se tomaron dos escenarios, el primero incluyendo la inversión inicial de adquisición del sistema de riego y el segundo sin tomar en cuenta ésta inversión, esto debido a que en los proyectos de infraestructura hidroagrícola en México son subsidiados en el monto de adquisición y finalmente el usuario aporta los gastos de operación, mantenimiento y reparaciones durante su vida útil.

a) Cálculo del CAE considerando inversión inicial

Cuadro 15. Cálculo del VPC considerando el costo de la inversión inicial para el sistema de riego diseñado con el método por Turnos

Año	Inversión inicial	Costos de operación (miles \$)	Costos de mantenimiento y reparaciones (miles \$)	Costo total	VPC
0	5,408,287.68	-	-	5,408,287.68	5,408,287.68
1		489,825.75	189,253.43	679,079.18	606,320.70
2		489,825.75	189,253.43	679,079.18	541,357.76
3		489,825.75	189,253.43	679,079.18	483,355.15
4		489,825.75	189,253.43	679,079.18	431,567.10
5		489,825.75	189,253.43	679,079.18	385,327.76
6		489,825.75	189,253.43	679,079.18	344,042.65
7		489,825.75	189,253.43	679,079.18	307,180.93
8		489,825.75	189,253.43	679,079.18	274,268.69
9		489,825.75	189,253.43	679,079.18	244,882.76
10		489,825.75	189,253.43	679,079.18	218,645.32
11		489,825.75	189,253.43	679,079.18	195,219.04
12		489,825.75	189,253.43	679,079.18	174,302.71
13		489,825.75	189,253.43	679,079.18	155,627.42
14		489,825.75	189,253.43	679,079.18	138,953.05
15		489,825.75	189,253.43	679,079.18	124,065.23
16		489,825.75	189,253.43	679,079.18	110,772.52
17		489,825.75	189,253.43	679,079.18	98,904.04
18		489,825.75	189,253.43	679,079.18	88,307.18
19		489,825.75	189,253.43	679,079.18	78,845.69
20		489,825.75	189,253.43	679,079.18	70,397.94
21		489,825.75	189,253.43	679,079.18	62,855.31
22		489,825.75	189,253.43	679,079.18	56,120.81
23		489,825.75	189,253.43	679,079.18	50,107.86

Año	Inversión inicial	Costos de operación (miles \$)	Costos de mantenimiento y reparaciones (miles \$)	Costo total	VPC
24		489,825.75	189,253.43	679,079.18	44,739.16
25		489,825.75	189,253.43	679,079.18	39,945.68
26		489,825.75	189,253.43	679,079.18	35,665.79
27		489,825.75	189,253.43	679,079.18	31,844.45
28		489,825.75	189,253.43	679,079.18	28,432.55
29		489,825.75	189,253.43	679,079.18	25,386.20

Con la expresión (25) y con el Cuadro 15 se calculó el VPC y con la expresión (26) se calculó el CAE obteniendo los siguientes valores:

$$\text{VPC} = \$10,855,729.15$$

$$\text{CAE} = \$1,347,669.92$$

b) Cálculo del CAE sin considerar inversión inicial

Cuadro 16. Cálculo del VPC sin considerar el costo de la inversión inicial para el sistema de riego diseñado con el método por Turnos

Año	Inversión inicial	Costos de operación (miles \$)	Costos de mantenimiento y reparaciones (miles \$)	Costo total	VPC
0	0	-	-	-	-
1		489,825.75	189,253.43	679,079.18	606,320.70
2		489,825.75	189,253.43	679,079.18	541,357.76
3		489,825.75	189,253.43	679,079.18	483,355.15
4		489,825.75	189,253.43	679,079.18	431,567.10
5		489,825.75	189,253.43	679,079.18	385,327.76
6		489,825.75	189,253.43	679,079.18	344,042.65
7		489,825.75	189,253.43	679,079.18	307,180.93
8		489,825.75	189,253.43	679,079.18	274,268.69
9		489,825.75	189,253.43	679,079.18	244,882.76
10		489,825.75	189,253.43	679,079.18	218,645.32
11		489,825.75	189,253.43	679,079.18	195,219.04
12		489,825.75	189,253.43	679,079.18	174,302.71
13		489,825.75	189,253.43	679,079.18	155,627.42
14		489,825.75	189,253.43	679,079.18	138,953.05
15		489,825.75	189,253.43	679,079.18	124,065.23
16		489,825.75	189,253.43	679,079.18	110,772.52
17		489,825.75	189,253.43	679,079.18	98,904.04

Año	Inversión inicial	Costos de operación (miles \$)	Costos de mantenimiento y reparaciones (miles \$)	Costo total	VPC
18		489,825.75	189,253.43	679,079.18	88,307.18
19		489,825.75	189,253.43	679,079.18	78,845.69
20		489,825.75	189,253.43	679,079.18	70,397.94
21		489,825.75	189,253.43	679,079.18	62,855.31
22		489,825.75	189,253.43	679,079.18	56,120.81
23		489,825.75	189,253.43	679,079.18	50,107.86
24		489,825.75	189,253.43	679,079.18	44,739.16
25		489,825.75	189,253.43	679,079.18	39,945.68
26		489,825.75	189,253.43	679,079.18	35,665.79
27		489,825.75	189,253.43	679,079.18	31,844.45
28		489,825.75	189,253.43	679,079.18	28,432.55
29		489,825.75	189,253.43	679,079.18	25,386.20

Con la expresión (25) y el Cuadro 16 se calculó el VPC y con la expresión (26) se calculó el CAE obteniendo los siguientes valores:

$$\text{VPC} = \$5,447,441.47$$

$$\text{CAE} = \$676,265.31$$

5.6.2. Método de Clement

5.6.2.1. Indicadores de rentabilidad

Con los resultados obtenidos en el Cuadro 5, se obtuvo el costo de inversión total y en el apartado 5.4.2.2, se obtuvieron los costos de operación, mantenimiento y reparaciones del sistema. Partiendo de estos datos se procedió a calcular flujo de efectivo que se presenta en el Cuadro 17.

En la estimación del valor presente de los flujos de costos y beneficios se asume una tasa social de descuento del 12% y un horizonte de evaluación de 30 años. La tasa adoptada del 12% corresponde a aquella recomendada por la SHCP para reflejar el valor real de los recursos públicos y privados a ser empleados durante la ejecución y operación del programa. El horizonte de evaluación es compatible con la vida útil del sistema.

Cuadro 17. Flujo neto de efectivo actualizado para el sistema de riego diseñado con el método de Clement

Año	Inversión (miles \$)	Costos de operación (miles \$)	Costos de mantenimiento y reparaciones (miles \$)	Costo total (miles \$)	Beneficio Neto Marginal (miles \$)	Costo total Actualizado (miles \$)	Beneficio marginal actualizado (miles \$)	Flujo Neto actualizado (miles \$)
2014	6,922	0	0	6,922	0	6,922	0	-6,922
2015		429	239	668	0	596	0	-596
2016		429	239	668	0	532	0	-532
2017		429	239	668	2,128	475	1,515	1,040
2018		429	239	668	2,117	424	1,345	921
2019		429	239	668	2,107	379	1,196	817
2020		429	239	668	2,100	338	1,064	726
2021		429	239	668	2,096	302	948	646
2022		429	239	668	2,141	270	865	595
2023		429	239	668	2,141	241	772	531
2024		429	239	668	2,141	215	689	474
2025		429	239	668	2,141	192	615	423
2026		429	239	668	2,141	171	549	378
2027		429	239	668	2,141	153	491	338
2028		429	239	668	2,141	137	438	301
2029		429	239	668	2,141	122	391	269
2030		429	239	668	2,141	109	349	240
2031		429	239	668	2,141	97	312	215
2032		429	239	668	2,141	87	278	192
2033		429	239	668	2,141	78	249	171
2034		429	239	668	2,141	69	222	153
2035		429	239	668	2,141	62	198	136
2036		429	239	668	2,141	55	177	122
2037		429	239	668	2,141	49	158	109
2038		429	239	668	2,141	44	141	97
2039		429	239	668	2,141	39	126	87
2040		429	239	668	2,141	35	112	77
2041		429	239	668	2,141	31	100	69
2042		429	239	668	2,141	28	90	62
2043		429	239	668	2,141	25	80	55

Con los datos obtenidos en el Cuadro 17 se calcularon los indicadores de rentabilidad, VPN con la expresión (22), TIR con la expresión (23) y Relación B/C con la expresión (24).

Los resultados obtenidos para estos indicadores se presentan en el Cuadro 18.

Cuadro 18. Indicadores de rentabilidad para el sistema de riego diseñado con el método de Clement

INDICADORES	
VPN (miles de pesos)	1,193
TIR	13.63%
R B/C	1.10

5.6.2.2. Análisis de sensibilidad

En el Cuadro 19 y Cuadro 20 se presentan los resultados del análisis de sensibilidad para los casos de variación en los beneficios netos del proyecto y variación en los montos de inversión para el caso del diseño usando el método de Clement.

Cuadro 19. Análisis de sensibilidad de la variación en los beneficios netos para el sistema de riego diseñado con el método de Clement

Variación de los beneficios (%)	TIR	B/C	VPN
0%	13.63%	1.10	1,193
-3%	13.09%	1.06	789
-6%	12.54%	1.03	384
-9%	11.97%	1.00	-20
-8.85%	12.00%	1.00	0.00000

De acuerdo al Cuadro 19 para evaluar la rentabilidad ante cambios en los beneficios del proyecto de inversión, se hicieron variar en -3%, -6%, -9% y -8.85%, donde la relación B/C = 1. Esto indica que este proyecto de inversión puede soportar una disminución en los beneficios obtenidos de hasta un 8.85%.

Cuadro 20. Análisis de sensibilidad de la variación en los montos de inversión para el sistema de riego diseñado con el método de Clement

Variación de la inversión (%)	TIR	B/C	VPN
0%	13.63%	1.10	1,193
4%	12.94%	1.05	702
8%	12.27%	1.02	210
12%	11.64%	0.98	-281
9.71%	12.00%	1.00	0

En el Cuadro 20, para evaluar la rentabilidad del proyecto ante posibles incrementos en sus montos de inversión, se hicieron variar en un 4%, 8%, 12% y 9.71%, donde la relación B/C = 1. Esto significa que el proyecto de inversión puede soportar hasta un 9.71% de incremento en su monto de inversión.

5.6.2.3. Costo Anual Equivalente

Para el análisis del Costo Anual Equivalente se tomaron en cuenta dos escenarios, el primero incluye la inversión inicial, costos de operación y costos de mantenimiento y reparaciones y el segundo sin tomar en cuenta la inversión inicial; esto debido a que en los proyectos de infraestructura hidroagrícola en México son subsidiados en el monto de inversión inicial, mientras que los costos de operación, mantenimiento y reparaciones son pagados por el usuario durante la vida útil del proyecto.

a) Cálculo del CAE considerando inversión inicial

Cuadro 21. Cálculo del VPC considerando el costo de la inversión inicial para el sistema de riego diseñado con el método de Clement

Año	Inversión inicial	Costos de operación (miles \$)	Costos de mantenimiento y reparaciones (miles \$)	Costo total	VPC
0	6,921,871.50	-	-	6,921,871.50	6,921,871.50
1		428,560.50	239,092.40	667,652.90	596,118.66
2		428,560.50	239,092.40	667,652.90	532,248.80
3		428,560.50	239,092.40	667,652.90	475,222.15

Año	Inversión inicial	Costos de operación (miles \$)	Costos de mantenimiento y reparaciones (miles \$)	Costo total	VPC
4		428,560.50	239,092.40	667,652.90	424,305.49
5		428,560.50	239,092.40	667,652.90	378,844.19
6		428,560.50	239,092.40	667,652.90	338,253.74
7		428,560.50	239,092.40	667,652.90	302,012.27
8		428,560.50	239,092.40	667,652.90	269,653.81
9		428,560.50	239,092.40	667,652.90	240,762.33
10		428,560.50	239,092.40	667,652.90	214,966.37
11		428,560.50	239,092.40	667,652.90	191,934.25
12		428,560.50	239,092.40	667,652.90	171,369.87
13		428,560.50	239,092.40	667,652.90	153,008.81
14		428,560.50	239,092.40	667,652.90	136,615.01
15		428,560.50	239,092.40	667,652.90	121,977.69
16		428,560.50	239,092.40	667,652.90	108,908.65
17		428,560.50	239,092.40	667,652.90	97,239.87
18		428,560.50	239,092.40	667,652.90	86,821.31
19		428,560.50	239,092.40	667,652.90	77,519.03
20		428,560.50	239,092.40	667,652.90	69,213.42
21		428,560.50	239,092.40	667,652.90	61,797.69
22		428,560.50	239,092.40	667,652.90	55,176.51
23		428,560.50	239,092.40	667,652.90	49,264.74
24		428,560.50	239,092.40	667,652.90	43,986.38
25		428,560.50	239,092.40	667,652.90	39,273.55
26		428,560.50	239,092.40	667,652.90	35,065.67
27		428,560.50	239,092.40	667,652.90	31,308.63
28		428,560.50	239,092.40	667,652.90	27,954.14
29		428,560.50	239,092.40	667,652.90	24,959.05

Con la expresión (25) y el Cuadro 21 se calculó el VPC y con la expresión (26) se calculó el CAE obteniendo los siguientes valores:

$$\text{VPC} = \$12,277,653.57$$

$$\text{CAE} = \$1,524,192.82$$

b) Cálculo del CAE sin considerar inversión inicial

Cuadro 22. Cálculo del VPC sin considerar el costo de la inversión inicial para el sistema de riego diseñado con el método de Clement

Año	Inversión inicial	Costos de operación (miles \$)	Costos de mantenimiento y reparaciones (miles \$)	Costo total	VPC
0	0	-	-	-	-
1		428,560.50	239,092.40	667,652.90	596,118.66
2		428,560.50	239,092.40	667,652.90	532,248.80
3		428,560.50	239,092.40	667,652.90	475,222.15
4		428,560.50	239,092.40	667,652.90	424,305.49
5		428,560.50	239,092.40	667,652.90	378,844.19
6		428,560.50	239,092.40	667,652.90	338,253.74
7		428,560.50	239,092.40	667,652.90	302,012.27
8		428,560.50	239,092.40	667,652.90	269,653.81
9		428,560.50	239,092.40	667,652.90	240,762.33
10		428,560.50	239,092.40	667,652.90	214,966.37
11		428,560.50	239,092.40	667,652.90	191,934.25
12		428,560.50	239,092.40	667,652.90	171,369.87
13		428,560.50	239,092.40	667,652.90	153,008.81
14		428,560.50	239,092.40	667,652.90	136,615.01
15		428,560.50	239,092.40	667,652.90	121,977.69
16		428,560.50	239,092.40	667,652.90	108,908.65
17		428,560.50	239,092.40	667,652.90	97,239.87
18		428,560.50	239,092.40	667,652.90	86,821.31
19		428,560.50	239,092.40	667,652.90	77,519.03
20		428,560.50	239,092.40	667,652.90	69,213.42
21		428,560.50	239,092.40	667,652.90	61,797.69
22		428,560.50	239,092.40	667,652.90	55,176.51
23		428,560.50	239,092.40	667,652.90	49,264.74
24		428,560.50	239,092.40	667,652.90	43,986.38
25		428,560.50	239,092.40	667,652.90	39,273.55
26		428,560.50	239,092.40	667,652.90	35,065.67
27		428,560.50	239,092.40	667,652.90	31,308.63
28		428,560.50	239,092.40	667,652.90	27,954.14
29		428,560.50	239,092.40	667,652.90	24,959.05

Con la expresión (25) y el Cuadro 22 se calculó el VPC y con la expresión (26) se calculó el CAE obteniendo los siguientes valores:

$$\text{VPC} = \$5,355,782.07$$

CAE = \$664,886.38

5.6.3. Resumen de la evaluación económica

En el Cuadro 23 se presenta el comparativo de la evaluación económica para ambos métodos de diseño, donde se calcularon los indicadores de rentabilidad (VPN, TIR, B/C), el VPC y CAE para los dos escenarios, el primero considerando el costo de inversión inicial, operación, mantenimiento y reparaciones; el segundo considerando el costo de operación, mantenimiento y reparaciones.

Cuadro 23. Resumen de la evaluación económica

Método	Indicadores de rentabilidad			Costos de inversión, operación, mantenimiento y reparaciones		Costos de operación, mantenimiento y reparaciones	
	VPN (\$)	TIR (%)	B/C	VPC (\$)	CAE (\$)	VPC (\$)	CAE (\$)
Turnos	2,615.00	16.20	1.24	10,855,729.15	1,347,669.92	5,447,441.47	676,265.31
Clement	1,193.00	13.63	1.10	12,277,653.57	1,524,192.82	5,355,782.07	664,886.38

En base al Cuadro 23 se observa que los indicadores de rentabilidad reflejan que los sistemas de riego diseñados con ambos métodos son rentables debido a que por un lado el VPN es mayor a cero, la TIR es mayor al 12% (tasa social de descuento recomendada por la SHCP) y la relación B/C es mayor a 1.

Por otra parte, se observa que el VPC y el CAE considerando los costos de inversión inicial, operación, mantenimiento y reparaciones son menores para el sistema de riego diseñado con el método de Turnos en comparación con los del método de Clement; tomando en cuenta estos valores el método de diseño por Turnos resulta ser más conveniente.

Sin embargo, si se consideran los costos de operación, mantenimiento y reparaciones se observa que el VPC y el CAE son menores para sistema de riego diseñado con el método de Clement en comparación con los del método de Turnos; tomando en cuenta estos valores el método de diseño más conveniente resulta ser el de Clement.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- El diseño hidráulico del sistema de riego aplicando el método por Turnos permite mayores pérdidas de energía, por lo que requiere diámetros de tubería menores con respecto al diseño del sistema de riego usando el método de Clement, éste último origina sistemas con mayor capacidad de conducción, lo que incrementa la flexibilidad en el sistema de riego y mejora la velocidad de respuesta en el suministro de agua.
- El costo de inversión inicial del sistema de riego diseñado por el método de Clement resultó 28% mayor en comparación con el método de diseño por Turnos.
- Los costos de operación del sistema de riego al usar el método de diseño por Turnos, resultaron 12.5% mayores en comparación con el método de Clement, lo que implica que a mediano y largo plazo la operación del sistema de riego diseñado con el método de Turnos será más costosa.
- De acuerdo a los indicadores de rentabilidad los sistemas de riego diseñados con ambos métodos son rentables. Sin embargo, al considerar los costos de inversión inicial, operación, mantenimiento y reparaciones, el VPC y CAE fueron menores al usar el método de diseño por Turnos. Si se consideran únicamente los costos de operación, mantenimiento y reparaciones, el VPC y CAE fueron menores al emplear el método de diseño de Clement.
- Finalmente se concluye que el diseño del sistema de riego usando el método de Clement genera un costo de inversión inicial mayor, pero a mediano y largo plazo los costos de operación se reducen en forma significativa, con una mayor flexibilidad en el funcionamiento hidráulico, por lo que, dicho método resulta ser más conveniente para el diseño de los sistemas de riego, especialmente para aquellos diseños donde los usuarios reciben apoyos para su implementación.

6.2.Recomendaciones

Utilizar el método de diseño por Clement para:

- El diseño de los sistemas de riego a hidrante parcelario con bombeo, cuando por el número de usuarios, se requiera.
- Mayor flexibilidad en el sistema de riego para mejorar la velocidad de respuesta en el suministro de agua y se disponga de apoyos económicos para la inversión inicial y solo se consideren los costos de operación, mantenimiento y reparaciones.

Utilizar el método de diseño por Turnos para:

- El diseño de los sistemas de riego a hidrante parcelario sin bombeo.
- Cuando se tengan pocos usuarios y se consideren todos los costos del sistema de riego.

7. LITERATURA CITADA

Ángeles M. V. 2000. Diseño Agronómico de Sistemas de Riego Presurizado, Universidad Autónoma Chapingo. 1ra Edición. Texcoco, México.

Buendía, E. J., Palacios, V. E., Chávez, M. J. y Rojas, M. B. 2004. Impacto del funcionamiento de los sistemas de riego presurizados en la productividad de ocho cultivos, en Guanajuato, México. *Agrociencia*. México. ISSN: 1405-3195. Vol. 35, No. 005. Pp. 477 – 486.

Camacho, C.W.; Bautista, R. N y Vázquez, N. C. 2004. Sistemas de Riego para el Trópico Húmedo. Instituto para el Desarrollo de Sistemas de Producción del Trópico Húmedo de Tabasco. pp. 1 – 64.

Capraro F., Tosseti S., Vita F., Patiño D., Schugurensky C., Fullaana R. 2008. Sistema de monitoreo continuo de la humedad en suelo para el control de riego en un olivar. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Argentina. 28-42 pp.

Catalán, V. E. A., y Villa, C. M. M. 2009. Sistema para el manejo de riego parcelario. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relaciones Agua Suelo Planta Atmósfera (CENID RASPA). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Canal Sacramento Km 6.5, Gómez Palacio, Durango, México. Disponible: <http://www.retac-conacyt.mx/Secciones.aspx?Id=125>

Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de los Proyectos (CEPEP). 2004. Evaluación Social de Proyectos. 2da Edición. Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos.

Cisneros, A. R. 2003. Apuntes de la materia de riego y drenaje. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Facultad de Ingeniería. 164 pp.

Clément R., 1966. Calcul des débits dans le réseaux d'irrigation fonctionnant á la demande. *La Houille Blanche*. 5: 553-575.

Clement, R. and Galand, A. 1986. El riego por aspersión y las redes colectivas de distribución a presión. Barcelona. Editores Técnicos Asociados.

CNA. 2002. Manual para la Elaboración y Revisión de Proyectos Ejecutivos de Sistemas de Riego Parcelario, Comisión Nacional del Agua. México.

Diario Oficial de la Federación (DOF). 2012, 27 de abril. Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión, México, D.F.

Diario Oficial de la Federación (DOF). 2005, 4 de abril. Acuerdo que modifica los Lineamientos por los que se regula el Programa Especial de Energía para el Campo en materia de energía eléctrica de uso agrícola.

Emery D. R., Finnerty J. D. y Stowe J. D. 2000. Fundamentos de administración financiera. Ed. Pearson Educación, México, D.F.

ERIC III. 2009. Extractor Rápido de Información Climatológica, Versión 2.0. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA). México.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 1990. Irrigation Water Management: Irrigation Methods. Training manual No. 5. Food and Agriculture Organization of The United Nations. 1 – 140 pp. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/S8684E/s8684e00.htm#Contents>

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2006. Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Estudio FAO Riego y Drenaje. Roma. Disponible en <ftp://ftp.fao.org/agl/aqlw/docs/idp56s.pdf>.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2010a. Natural Resources and Environmental Department. CROPWAT model. Disponible en http://www.fao.org/nr/water/infores_databases_cropwat.html.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2010b. Manual CROPWAT. Rome, Italy. 64 pp.

FAO-UNESCO 1970. Clave de unidades de suelos para el mapa de suelos del mundo. Secretaría de Recursos Hidrológicos. Dirección General de Estudios. Dirección de Agroecología, México, D.F.

Fernández, C. A.; Holzapfel. E.; Del Callejo. I y Billib. M. 2009. Manejo Sostenible del Agua para riego en Sudamérica. Proyecto KASWARM (Knowledge Assessment on Sustainable Water Management for Irrigation). ISBN: 978-987-25074-1-1. 177 pp.

García, A. M. M. 2006. Modelación y simulación de redes hidráulicas a presión mediante herramientas informáticas. Universidad politécnica de Cartagena.

García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). (2da edición). Instituto de Geografía, UNAM.

García, M. F. 2003. Curso básico de topografía (planimetría, agrimensura, altimetría). Editorial Pax México, Librería Carlos Cesarman S.A. ISBN 968-860-673-1. México. 306 pp.

González, V. F.J. 2010. Ubicación óptima de hidrantes multiusuario en redes de riego a presión mediante el empleo de modelos de localización-asignación. (Tesina de Master). Universidad Politécnica de Valencia.

Gutiérrez, C. N. 1999. Aprovechamiento sustentable del acuífero del valle de Querétaro. Montecillo, Colegio de posgraduados, Texcoco, Estado de México.

Herwin, E. C. 1981. The economics of irrigating field vegetables in the united kingdom. National Vegetable Research Station. Wellesbourne, Warwick. United Kingdom. 381-384 pp.

Holzapfel, A. E., Leiva. C; Mariño, A. M; Paredes. J; Arumí, L. J. y Billib. M. 2010. Furrow irrigation management and design criteria using efficiency parameters and simulation models. Chilean Journal of Agricultural Research. Vol. 70 No. 2. 287 - 296 pp.

Holzapfel, A. E.; Pannunzio. A; Lorite. I; Silva de Olivera, S. A y Farkas, I. 2009. Design and management of irrigation systems. Chilean Journal of Agricultural Research. Vol. 69. 17 – 25 pp.

Holzapfel, A. E.; Pardo, M. X.; Vital P. da S. Paz.; Rodrigues. A.; Orrego, C. X.; y López, A. A. 2007. Análisis técnico económico para selección de aspersores. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. Vol. 11. No. 6. 557–563 pp.

Leitón, S. J. 1985. Riego y Drenaje. Editorial Universidad Estatal a Distancia San José, Costa Rica. 113–114 pág.

IMTA. 2007. Manual para Diseño de Zonas de Riego Pequeñas, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. 2da Edición 2007. Morelos, México.

Martínez, S. F. 1995. Maquinas hidráulicas. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Irrigación.

Montserrat. J.; Alduán. A.; Cost. L. y Barragan. J. 2012. ¿Turnos o demanda? en el proyecto de redes de distribución de riego a presión. XXV Congreso Latinoamericano de Hidráulica. Ingeniería Agraria, Universidad de Lérida. Cataluña, España. Pp. 1 – 10.

Montes de Oca M. 1989. Topografía. (4^{ta} Edición). México, D.F. Ediciones Alfaomega.

Montiel, G. M.; Ángeles, H. J. y Herrera, P. J. 2012. Diseño hidráulico del sistema de riego parcelario. Sistemas de riego REGAR en México. Disponible en <http://www.rregar.com/index.php?/riego-parcelario/riego-parcelario-diseno-hidraulico-del-sistema-de-riego-parcelario.html> Fecha de consulta: 22/03/2012.

Padilla, J. 2001. Manual del curso de topografía moderna. Procesos cartográficos automatizados. México.

Palacios, M. A., Rodríguez, A. M. y Barajas, O. G. 2010. Tratamiento electrostático del agua de riego. Synthesis. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Chihuahua. pp. 1 – 6.

Palacios, V. E. 1999. Benefits and Second Generation Problems of Irrigation Management Transfer in Mexico. Edi participatory irrigation management case studies series. Irrigation Management Transfer in Mexico. Pp. 1 – 32.

Pérez, G. R. 2011. Diseño de sistemas colectivos de riego a presión. Departamento de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia España. 1 – 43 pp.

Planells, P., Ortega, F. J., Valiente, M., Montero, J y Tarjuelo, M. J. 1999. Criterios para el diseño de redes colectivas de riego. Centro Regional de Estudios del Agua. Instituto de Desarrollo Regional. Universidad de Castilla La Mancha. Vol. 6. No. 1. 27-36 pp.

Rendón, P. L. 2006. El riego en México. Comisiona Nacional del Agua. Taller de Políticas y estrategias para el uso del agua en la agricultura en Iberoamérica. Colegio de Postgraduados. Hidrociencias. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Irrigación. México. 1 – 30 pp.

Rodríguez, V. K; Fuentes, M. O; Jiménez, M. M; Luna, C. F. 2006. Diseño óptimo de redes de distribución de agua potable utilizando un algoritmo genético multiobjetivo. VI Seminario Iberoamericano sobre Sistemas de Abastecimiento Urbano de Agua. Brasil. Pp 1 – 10.

Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP). 2012. Metodología para la Evaluación de Proyectos de Construcción de Infraestructura Hidroagrícola. www.hacienda.gob.mx

Tarjuelo, J. M., Moreno, M. A., Planells, P. y Ortega, J. F. 2006. Presión y caudal necesarios en cabecera de redes de riego a la demanda según la calidad de servicio deseada. Centro Regional de Estudios del Agua. Universidad de Castilla-La Mancha, España. Disponible en: http://ceer.isa.utl.pt/cyted/main_mexico.htm

Tun, D. J., Ramírez, J. G., Sánchez, C. I., Lomas, B. C., y Cano, G. A. 2011. Diagnóstico y evaluación de sistemas de riego en el distrito 048 Ticul, Yucatán. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. Pub. Esp. Núm. 1. 5-18 pp.

Vega, B. D. 2002. Pautas para el diseño de la distribución de agua en sistemas de riego de bajo gestión campesina. Seminario Internacional CORA. Cayambe, Ecuador. 47 pp.

Villafáfila. E y Wyss. F. 2009. Riego en horticultura. Guía para la instalación de Pequeños Sistemas de Riego. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. 1 – 47 Pp.

WCADI. 2008. Manual de manejo Weizman Computer Aided Design Irrigation. pp. 358.

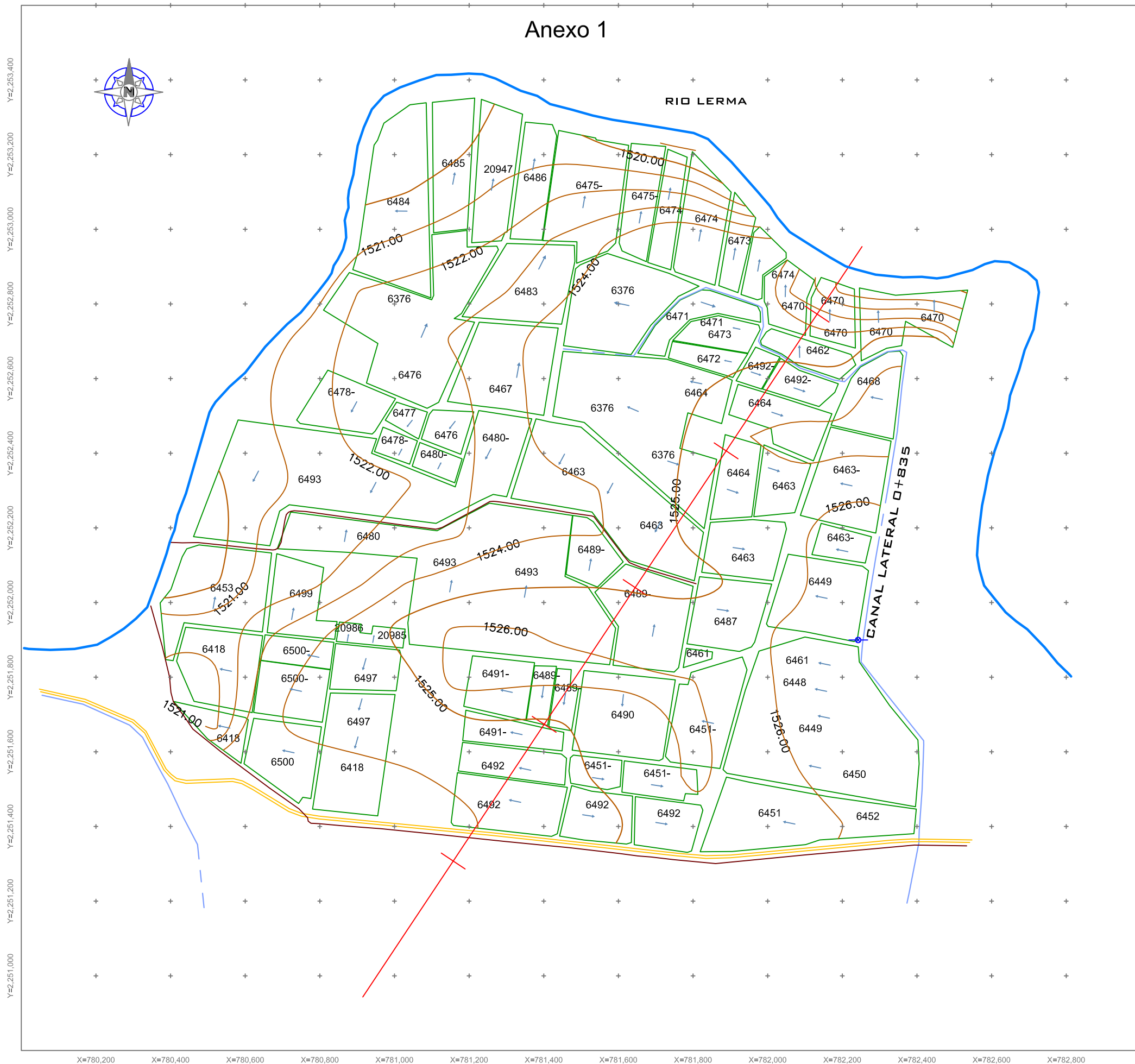
Wells, D.E., N. Beck, D. Delikaraoglou, A. Kleusberg, E.J. Krakiwsky, G. Lachapelle, R.B. Langley, M. Nakiboglou, K.P. Schwarz, J.M. Tranquilla, and P. Vancek. 1986. Guide to GPS Positioning, Canadian GPS Associates, Fredericton, N.B., Canada.

Wolf, R.P. y Brinker C.R. 1997. Topografía. (9a edición) México, D.F. Ediciones Alfaomega. 834 pp.

8. ANEXOS

- Anexo 1.** Plano general topográfico “Diseño del sistema de riego con el método por Turnos y de Clement”
- Anexo 2.** Plano hidráulico “Diseño del sistema de riego con el método por Turnos”
- Anexo 3.** Plano hidráulico “Diseño del sistema de riego con el método de Clement”
- Anexo 4.** Plano tipo tren de descarga “Diseño del sistema de riego con el método por Turnos y de Clement”
- Anexo 5.** Plano tipo cárcamo de bombeo “Diseño del sistema de riego con el método por Turnos y de Clement”
- Anexo 6.** Plano tipo subestación eléctrica “Diseño del sistema de riego con el método por Turnos y de Clement”
- Anexo 7.** Revisión hidráulica del diseño del sistema de riego con el método por Turnos
- Anexo 8.** Revisión hidráulica del diseño del sistema de riego con el método de Clement

Anexo 1



MACROLOCALIZACIÓN



UBICACIÓN DEL PROYECTO



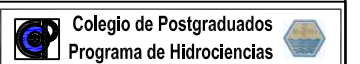
SIMBOLOGÍA GENERAL

- Curvas de Nivel
- Parcelas
- Zona Urbana
- Río
- Canal
- Dren
- Camino
- Carretera
- Línea eléctrica
- Vías de Ferrocarril
- Sentido de riego
- Centro de bombeo
- Banco de Nivel
- Cuerpos de Agua

SUPERFICIE BENEFICIADA 257,29 ha
EQUIDISTANCIA ENTRE CURVAS DE NIVEL 1,00 m

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

Proyección Universal Transversa de Mercator (UTM)
Zona 13
Datum WGS 84
Elevación MSNMM



ANÁLISIS TÉCNICO Y ECONÓMICO DEL DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO A HIDRANTE PARCELARIO UTILIZANDO DOS MÉTODOS, POR TURNOS Y CON LA TÉCNICA DE CLEMENT.

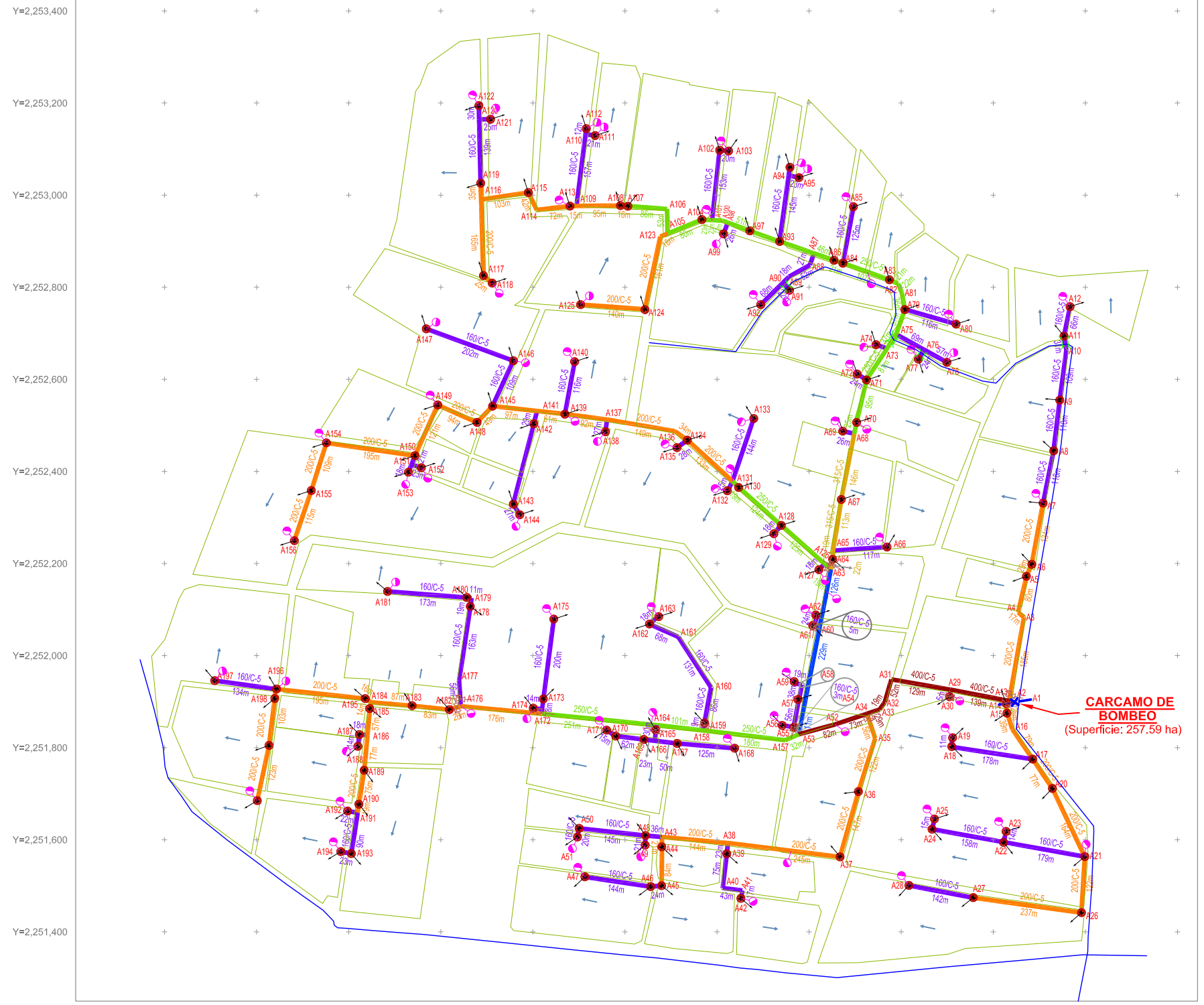
"DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO CON EL MÉTODO POR TURNOS Y DE CLEMENT"

PLANO GENERAL TOPOGRÁFICO

BARTOLOMÉ ESPINOSA ESPINOSA

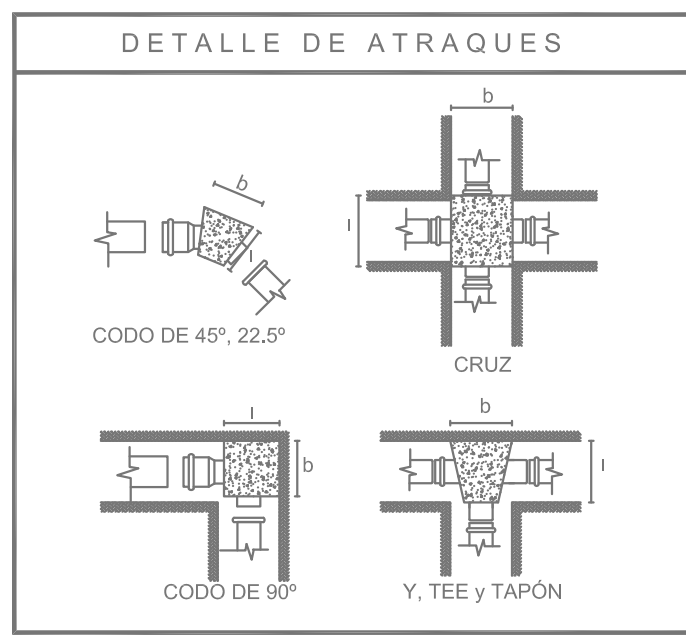
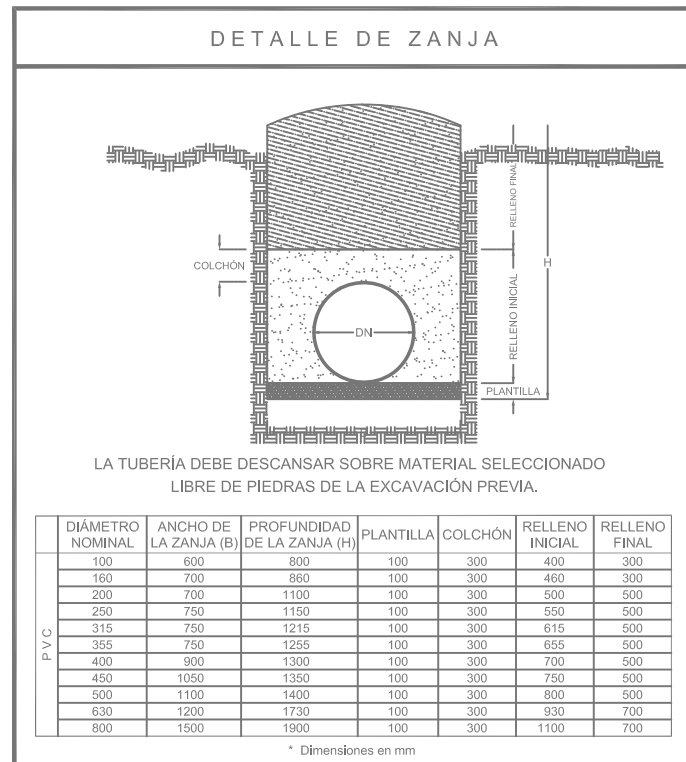
PLANO TOPOGRÁFICO ESCALA 1:1000 MARZO 2014 PLANO 1 DE 6

Anexo 2



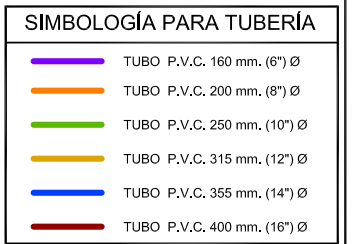
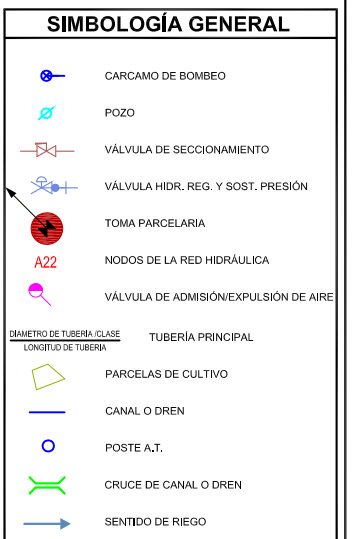
DATOS TÉCNICOS

PARÁMETROS DE DISEÑO/IRRIGACIÓN	UNIDADES	
CULTIVO		VARIOS
ÁREA A IRRIGAR	ha	257-59-00
TIPO DE FUENTE DE AGUA		Canal
MÉTODO DE RIEGO		MULTICOMPUERTAS
GASTO MODULAR	l/s	40
PRESIÓN EN EL HIDRANTE	mca	15
ÁREA PROMEDIO DOMINADA POR HIDRANTE	ha	2.0
NÚMERO DE FRENTES DE RIEGO		7
REQUERIMIENTO DE RIEGO	mm/día	7.57
EFICIENCIA DE CONDUCCIÓN	%	98
EFICIENCIA DE APLICACIÓN	%	75
TIEMPO DE RIEGO DISPONIBLE POR DÍA	h	24
GASTO REQUERIDO	l/s	275.62
LÁMINA BRUTA	mm/día	9.21
COEFICIENTE UNITARIO DE RIEGO	l/ha-s	1.07
GASTO DE OPERACIÓN	l/s	280.0
PRESIÓN REQUERIDA EN LA FUENTE DE AGUA	mca	31.0



DIÁMETRO NOMINAL (mm)	ÁREA EN cm ²	CODO 90°						CODO 45°						CODO 22.5°						Y, T Y TAPON	
		CAPACIDAD DEL TERRENO EN kg/cm ²																			
		1.0	2.0	4.0	1.0	2.0	4.0	1.0	2.0	4.0	1.0	2.0	4.0	1.0	2.0	1.0	2.0				
100	785	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100				
160	2011	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160				
200	3142	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200				
250	4910	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250				
315	7854	315	315	315	315	315	315	315	315	315	315	315	315	315	315	315	315				
355	9949	355	355	355	355	355	355	355	355	355	355	355	355	355	355	355	355				
400	12572	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400				
450	15708	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450				
500	19348	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500				
630	31572	630	630	630	630	630	630	630	630	630	630	630	630	630	630	630	630				
800	50168	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800				

DIÁMETRO NOMINAL (mm)	SECCION (mm)	CODO 90°						CODO 45°						CODO 22.5°						Y, T Y TAPON	
		1.0	2.0	4.0	1.0	2.0	4.0	1.0	2.0	4.0	1.0	2.0	4.0	1.0	2.0	1.0	2.0				
100	b	37	26	18	27	19	13	19	14	10	31	22	15	11	8	11	8				
160	h	18	13	9	13	10	7	10	7	5	15	11	8	8	6	8	6				
160	b	51	36	26	38	27	19	27	19	13	43	31	22	15	11	8	6				
200	h	26	18	13	19	13	9	13	10	7	22	15	11	8	6	8	6				
200	b	64	45	32	47	33	24	34	24	17	54	38	27	19	14	10	8				
250	h	32	23	16	24	17	12	17	12	8	27	19	14	10	8	6	4				
250	b	80	57	40	59	42	30	42	30	21	68	48	34	24	17	12	8				
315	h	40	28	20	30	21	15	21	15	11	34	24	17	12	8	6	4				
315	b	101	72	51	75	53	37	53	38	27	85	60	43	31	22	15	11				
355	h	51	36	25	37	26	19	27	19	13	43	31	22	15	11	8	6				
355	b	114	81	57	84	59	42	60	42	30	96	68	48	34	24	17	12				
400	h	57	40	28	42	30	21	30	21	15	48	34	24	17	12	8	6				
400	b	129	91	64	95	67	47	68	48	34	108	76	54	38	27	19	14				
450	h	64	45	32	47	33	24	34	24	17	54	38	27	19	14	10	8				
450	b	145	102	72	106	75	53	76	54	38	122	86	61	43	31	22	15				
500	h	72	51	36	53	38	27	38	27	19	61	43	30	22	15	11	8				
500	b	161	114	80	118	84	59	84	60	42	135	96	68	48	34	24	17				
630	h	80	57	40	59	42	30	42	30	21	68	48	34	24	17	12	8				
630	b	203	143	101	149	105	75	106	75	53	170	120	86	61	43	31	22				
800	h	101	72	51	75	53	37	53	38	27	85	60	43	31	22	15	11				
800	b	430	310	220	320	230	160	230	160	110	370	260	180	130	90	60	40				
		220	160	110	160	120	80	120	80	50	190	130	90	60	40	30	20				



Colegio de Postgraduados Programa de Hidrociencias

ANÁLISIS TÉCNICO Y ECONÓMICO DEL DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO A HIDRANTE PARCELARIO UTILIZANDO DOS MÉTODOS, POR TURNOS Y CON LA TÉCNICA DE CLEMENT.

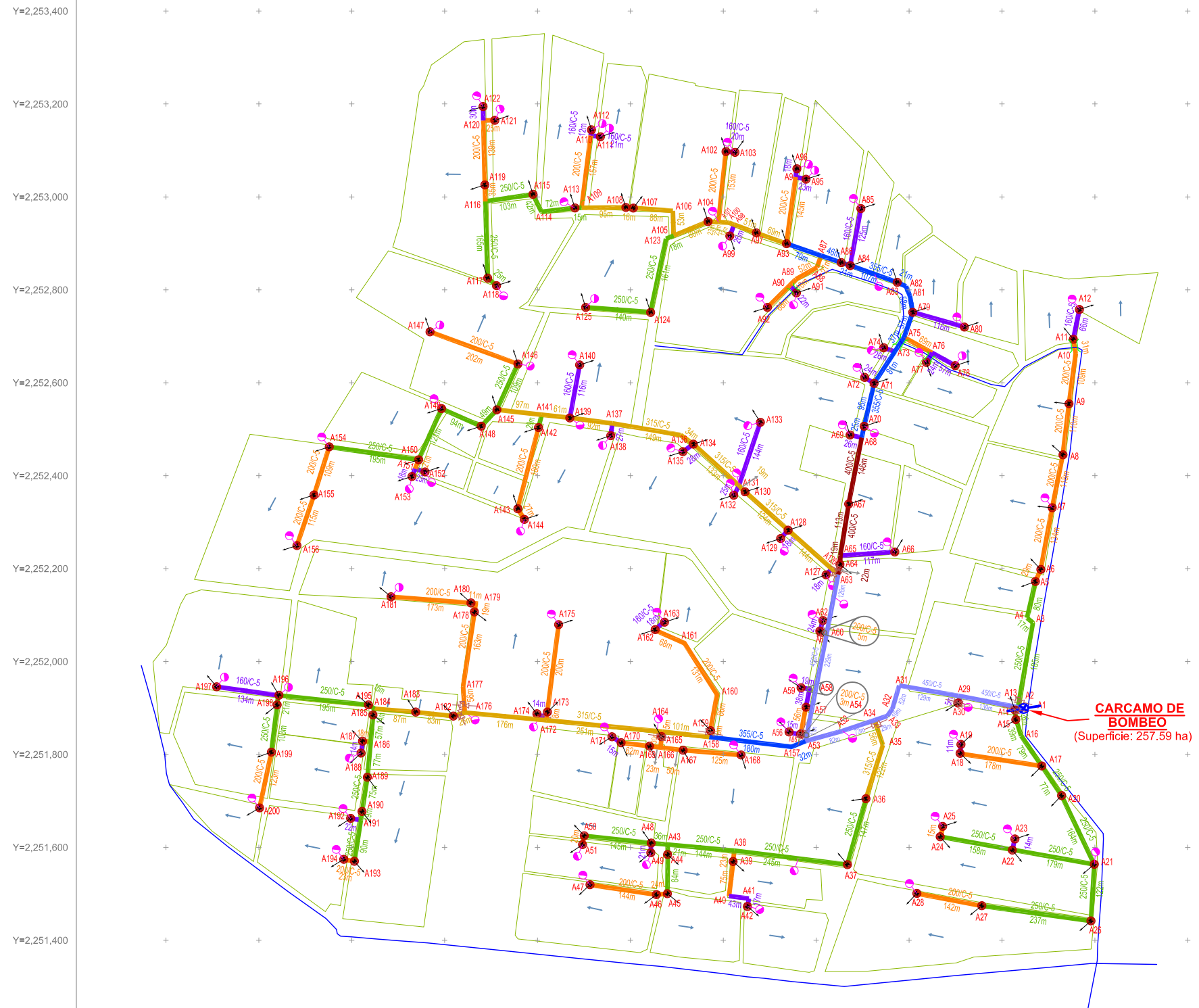
"DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO CON EL MÉTODO POR TURNOS"

PLANO HIDRÁULICO

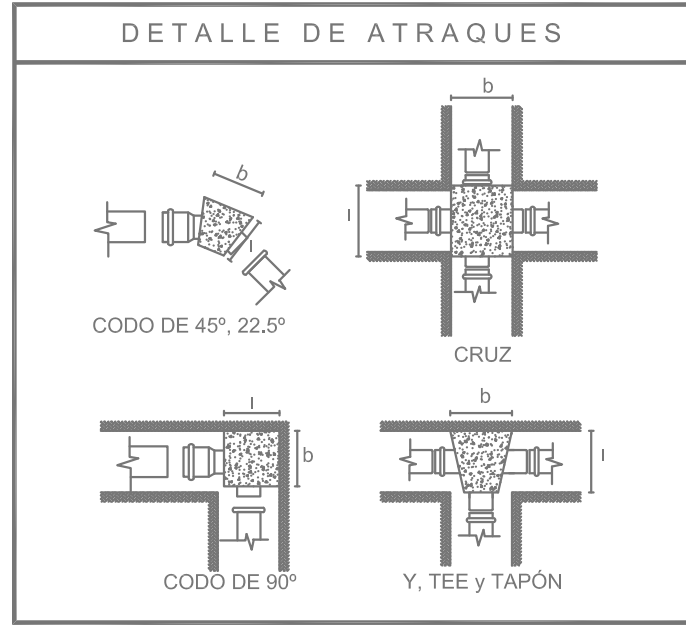
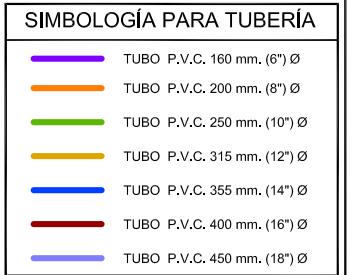
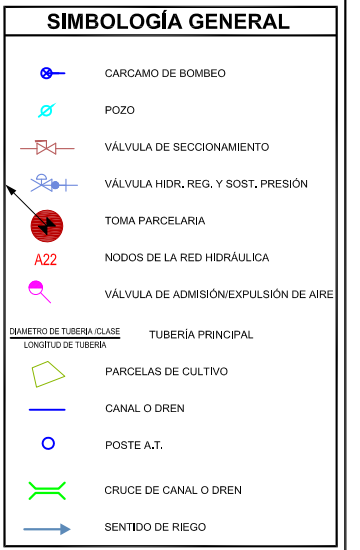
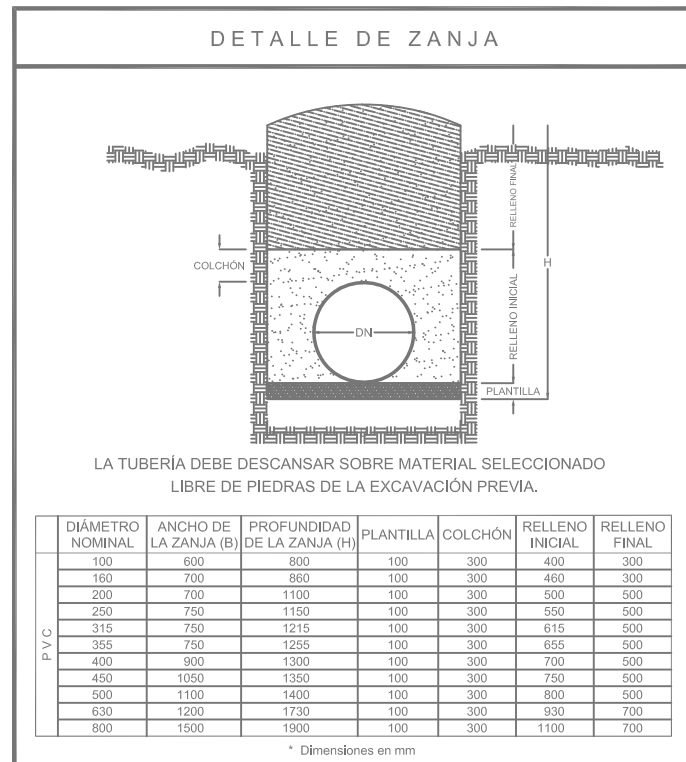
BARTOLOMÉ ESPINOSA ESPINOSA

PLANO HIDRÁULICO | ESCALA: 1:1000 | MARZO 2014 | PLANO 2 DE 6

Anexo 3



DATOS TÉCNICOS		
PARÁMETROS DE DISEÑO/IRRIGACIÓN	UNIDADES	
CULTIVO		VARIOS
ÁREA A IRRIGAR	ha	257-59-00
TIPO DE FUENTE DE AGUA		Canal
MÉTODO DE RIEGO		MULTICOMPUERTAS
GASTO MODULAR	l/s	40
PRESIÓN EN EL HIDRANTE	mca	15
ÁREA PROMEDIO DOMINADA POR HIDRANTE	ha	2.0
NÚMERO DE FRENTES DE RIEGO		7
REQUERIMIENTO DE RIEGO	mm/día	7.57
EFICIENCIA DE CONDUCCIÓN	%	98
EFICIENCIA DE APLICACIÓN	%	75
TIEMPO DE RIEGO DISPONIBLE POR DÍA	h	24
GASTO REQUERIDO	l/s	275.62
LÁMINA BRUTA	mm/día	9.21
COEFICIENTE UNITARIO DE RIEGO	l/ha-s	1.07
GASTO DE OPERACIÓN	l/s	280.0
PRESIÓN REQUERIDA EN LA FUENTE DE AGUA	mca	26.0



DIÁMETRO NOMINAL (mm)	CODO 90°	CODO 45°	CODO 22.5°	Y, T Y TAPON								
				CAPACIDAD DEL TERRENO EN kg/cm ²								
				1.0	2.0	4.0	1.0	2.0	4.0			
100	672	336	168	364	182	91	185	93	46	475	238	119
160	1317	659	329	713	356	178	363	182	91	931	466	233
200	2069	1034	517	1120	560	280	571	285	143	1463	731	366
250	3226	1613	806	1746	873	436	890	445	222	2281	1140	570
315	5132	2566	1283	2778	1389	694	1416	708	354	3629	1815	907
355	6496	3248	1624	3515	1758	879	1792	896	448	4593	2297	1148
400	8275	4137	2069	4478	2239	1120	2283	1141	571	5851	2926	1463
450	10461	5230	2615	5661	2831	1415	2886	1443	722	7397	3698	1849
500	12902	6451	3226	6983	3491	1746	3560	1780	890	9123	4562	2281
630	20530	10265	5132	11111	5555	2778	5664	2832	1416	14517	7258	3629
800	92450	46050	50013	25007	25496	12748				75398	37694	

DIÁMETRO NOMINAL (mm)	SECCION (mm)	CAPACIDAD DEL TERRENO EN kg/cm ²											
		CODO 90°			CODO 45°			CODO 22.5°			Y, T Y TAPON		
100	b	1.0	2.0	4.0	1.0	2.0	4.0	1.0	2.0	4.0	1.0	2.0	4.0
160	b	37	26	18	27	19	13	19	14	10	31	22	15
200	h	18	13	9	13	10	7	10	7	5	15	11	8
250	b	51	36	26	38	27	19	27	19	13	43	31	22
315	h	26	18	13	19	13	9	13	10	7	22	15	11
355	h	51	36	26	37	26	19	27	19	13	43	30	21
400	b	32	23	16	24	17	12	17	12	8	27	19	14
450	b	80	57	40	59	42	30	42	30	21	68	48	34
500	h	40	28	20	30	21	15	21	15	11	34	24	17
630	b	101	72	51	75	53	37	53	38	27	85	60	43
800	h	51	36	26	37	26	19	27	19	13	43	30	21
	b	114	81	57	84	59	42	60	42	30	96	68	48
355	h	57	40	28	42	30	21	30	21	15	48	34	24
400	b	129	91	64	95	67	47	68	48	34	108	76	54
450	h	64	45	32	47	33	24	34	24	17	54	38	27
500	h	145	102	72	106	75	53	76	54	38	122	86	61
630	h	72	51	36	53	38	27	38	27	19	61	43	30
800	b	161	114	80	118	84	59	84	60	42	135	96	68
	h	80	57	40	59	42	30	42	30	21	68	48	34
400	b	203	143	101	149	105	75	106	75	53	170	120	86
450	h	101	72	51	75	53	37	53	38	27	85	60	43
500	h	430	310	220	320	230	160	230	160	110	370	260	190
630	h	220	160	110	160	120	80	120	80	50	190	130	90

Colegio de Postgraduados
Programa de Hidrociencias

ANÁLISIS TÉCNICO Y ECONÓMICO DEL DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO A HIDRANTE PARCELARIO UTILIZANDO DOS MÉTODOS, POR TURNOS Y CON LA TÉCNICA DE CLEMENT.

"DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO CON EL MÉTODO DE CLEMENT"

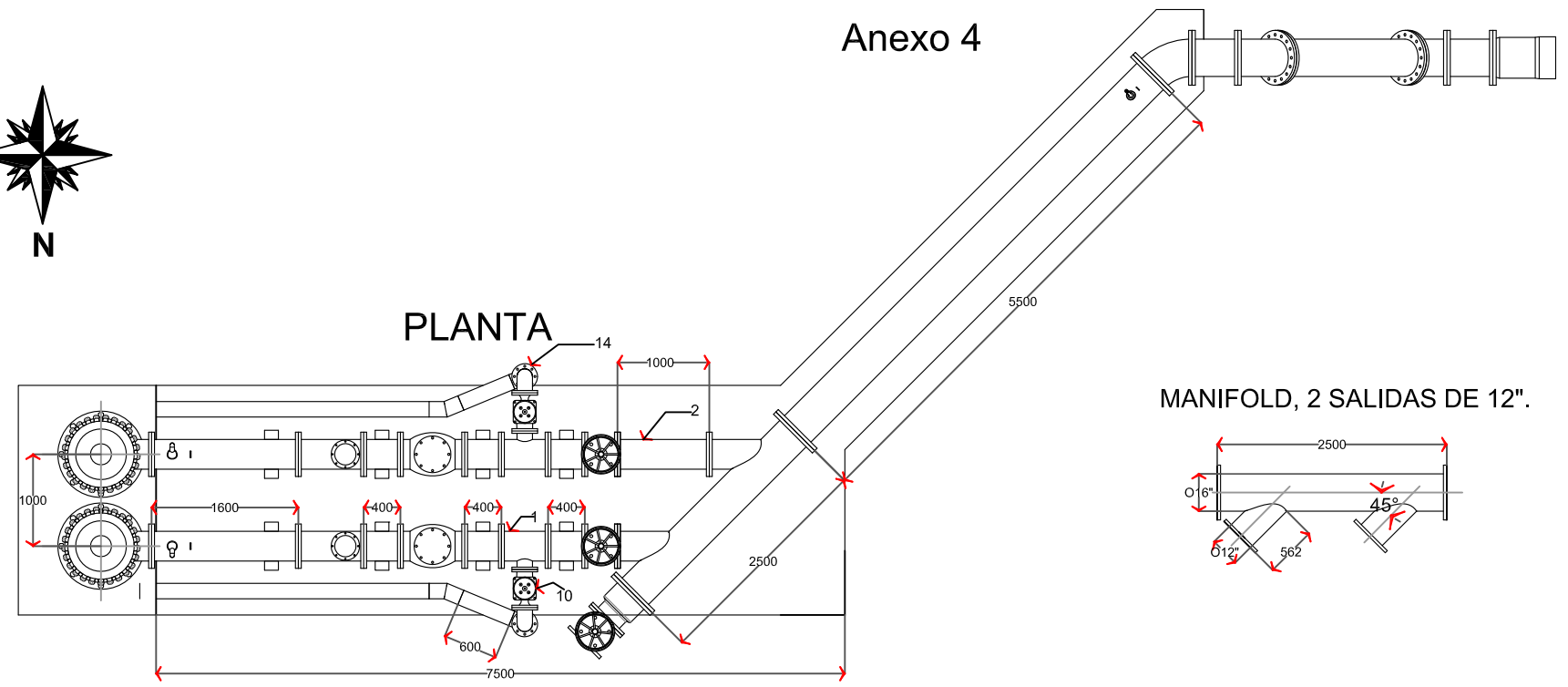
PLANO HIDRÁULICO

BARTOLOMÉ ESPINOSA ESPINOSA

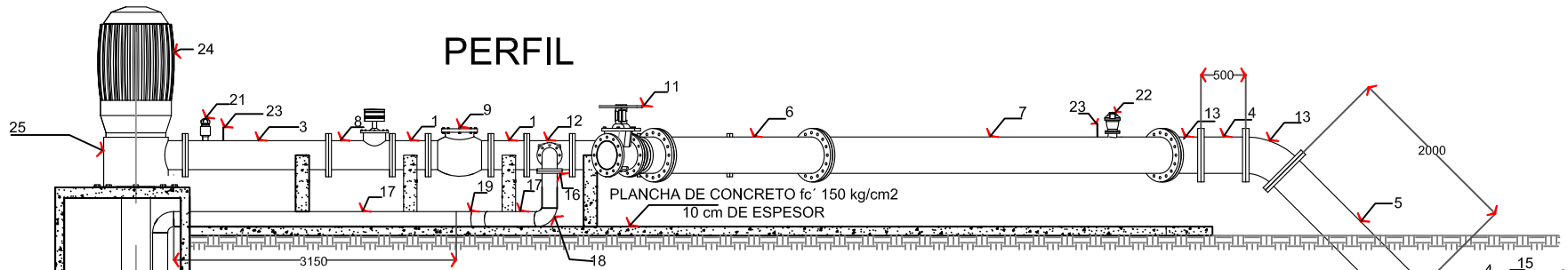
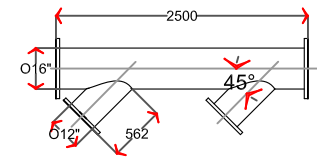
PLANO HIDRÁULICO | ESCALA: 1:1000 | MARZO 2014 | PLANO 3 DE 6



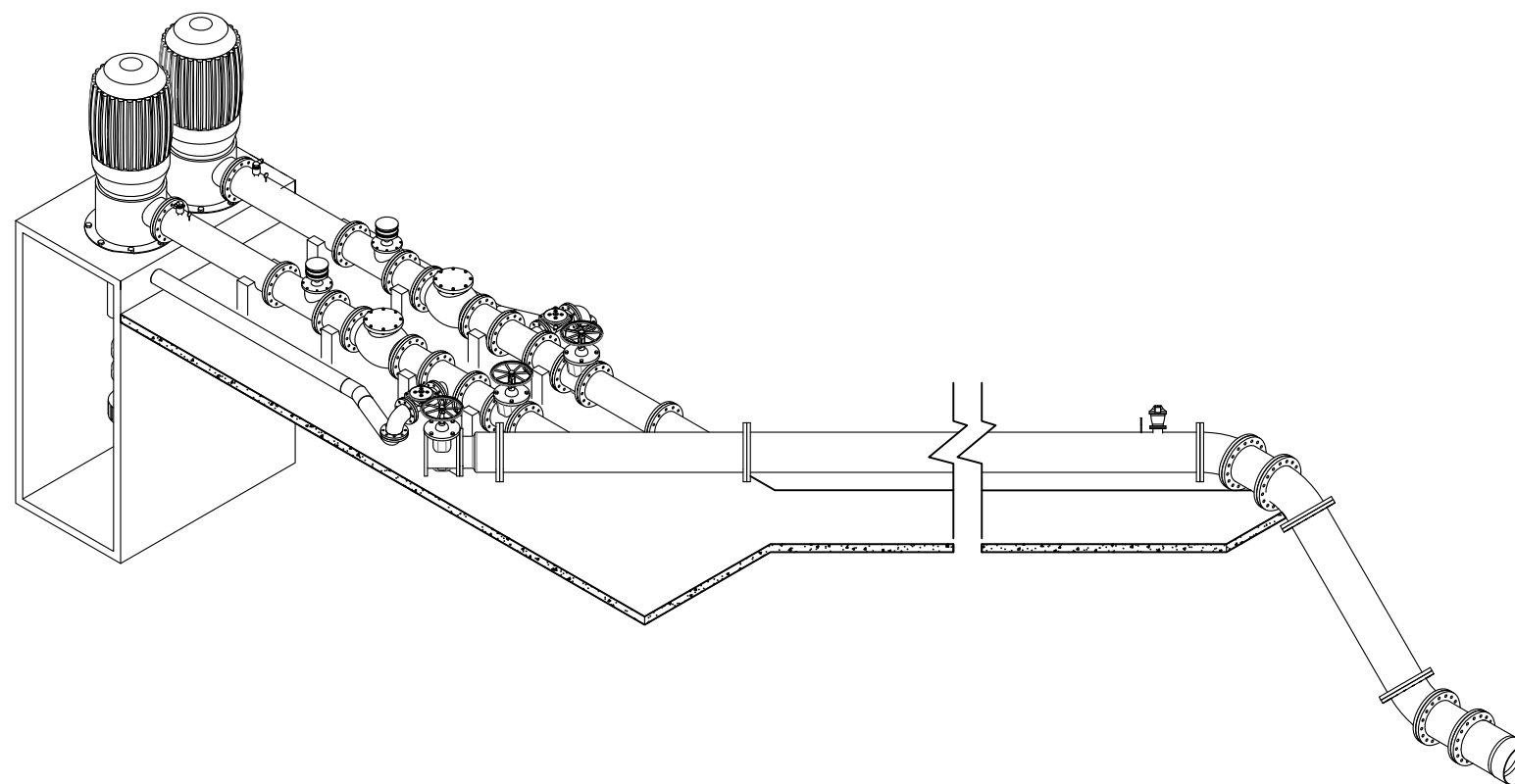
Anexo 4



MANIFOLD, 2 SALIDAS DE 12".



ISOMÉTRICO



No	MATERIAL Y EQUIPO	UNIDAD	CANTIDAD
1	Tubo de acero de 12" de diámetro, 1/4" de espesor y 400 mm de longitud, con extremos bridados, Cedula 20.	PZA	6.00
2	Tubo de acero de 12" de diámetro, 1/4" de espesor y 1000 mm de longitud, con extremos bridados, Cedula 20.	PZA	1.00
3	Tubo de acero de 12" de diámetro, 1/4" de espesor y 1600 mm de longitud, con extremos bridados, con una salida RH de 2" y una salida bridada de 3", Cedula 20.	PZA	2.00
4	Tubo de acero de 16" de diámetro, 1/4" de espesor y 500 mm de longitud, con extremos bridados, Cedula 10.	PZA	2.00
5	Tubo de acero de 16" de diámetro, 1/4" de espesor y 2000 mm de longitud, con extremos bridados, Cedula 10.	PZA	1.00
6	Tubo manifold de acero de 16" de diámetro, 6.3 mm de espesor, 2500 mm de longitud con extremos bridados y 2 salidas bridadas de 12" a 45°, Cedula 10.	PZA	1.00
7	Tubo de acero de 16" de diámetro, 1/4" de espesor y 5500mm de longitud, con extremos bridados, con una salida RH de 2" y una salida bridada de 4", Cedula 10.	PZA	1.00
8	Medidor volumétrico bridado de 12" de diámetro.	PZA	2.00
9	Válvula check bridada, de 12" de diámetro.	PZA	2.00
10	Válvula hidráulica metálica de alivio rápido para línea bridada de 160mm de diámetro	PZA	2.00
11	Válvula de compuerta metálica bridada con engranes, de 12" de diámetro, clase 150	PZA	3.00
12	Tee de acero de 12"x6"x12" para línea bridada	PZA	2.00
13	Codo bridado de acero 45° de 12" de diámetro	PZA	3.00
14	Codo bridado de acero 90° de 6" de diámetro	PZA	2.00
15	Extremidad espiga de acero de 16" de diámetro	PZA	1.00
16	Extremidad espiga de acero de 6" de diámetro	PZA	2.00
17	Tubería hidráulica de PVC de 100mm (con campana tipo anger y empaque de hule) Clase 5 Serie métrica	m	9.00
18	Codo de 90° de PVC hidráulico cementado de 100 mm, clase 7	PZA	4.00
19	Codo de 22° de PVC hidráulico cementado de 100 mm, clase 7	PZA	2.00
20	Reducción de PVC hidráulico c/c cementado de 450x400 mm, clase 7	PZA	1.00
21	Válvula de admisión y expulsión de aire roscada de 50 mm	PZA	2.00
22	Válvula de admisión y expulsión de aire roscada de 75 mm	PZA	2.00
23	Manómetro de glicerina de 0.0 a 5.0 kg/cm2, con rosca macho, de 6 mm.	PZA	2.00
24	Motor eléctrico vertical, flecha hueca, inducción jaula de ardilla de 75 H.P., tres fases, 60 H.Z. 460 Volts, 4 polos (1800 rpm)	PZA	2.00
24'	Motor eléctrico vertical, flecha hueca, inducción jaula de ardilla de 75 H.P., tres fases, 60 H.Z. 460 Volts, 4 polos (1800 rpm)	PZA	1.00
24''	Motor eléctrico vertical, flecha hueca, inducción jaula de ardilla de 100 H.P., tres fases, 60 H.Z. 460 Volts, 4 polos (1800 rpm)	PZA	1.00
25	Bomba tipo turbina vertical para un gasto de 140 l/s y cdt de 26 m.c.a	PZA	2.00
25'	Bomba tipo turbina vertical para un gasto de 140 l/s y cdt de 31m.c.a	PZA	2.00

NOTA: LOS DATOS DE 24' Y 25', CORRESPONDEN AL MÉTODO DE TURNOS.

MACROLOCALIZACIÓN



UBICACIÓN DEL PROYECTO



NOTA: ACOTACIONES EN MILÍMETROS

Colegio de Postgraduados
Programa de Hidrociencias

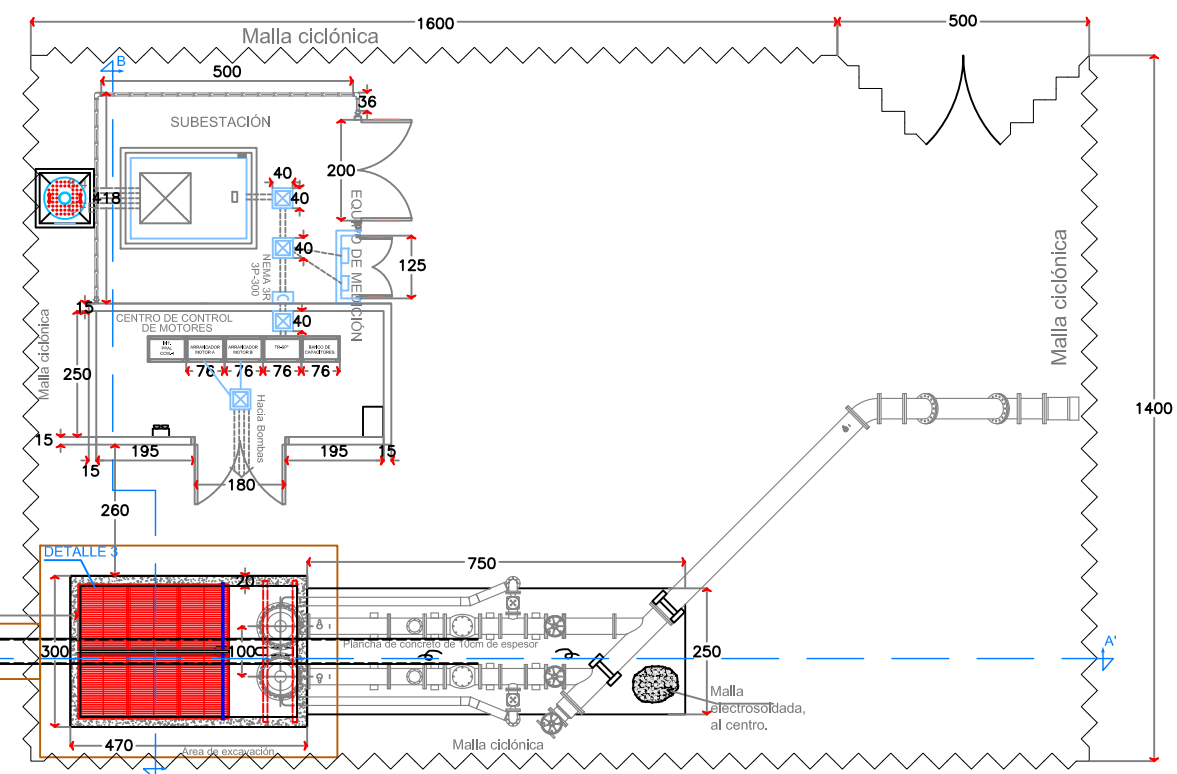
ANÁLISIS TÉCNICO Y ECONÓMICO DEL DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO A HIDRANTE PARCELARIO UTILIZANDO DOS MÉTODOS, POR TURNOS Y CON LA TÉCNICA DE CLEMENT.

"DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO CON EL MÉTODO POR TURNOS Y DE CLEMENT"
PLANO TIPO TREN DE DESCARGA

BARTOLOMÉ ESPINOSA ESPINOSA

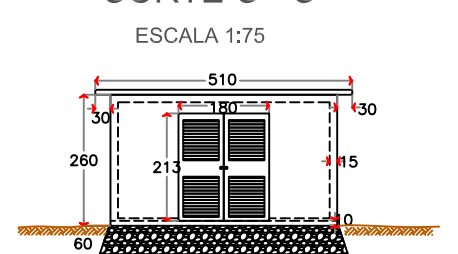
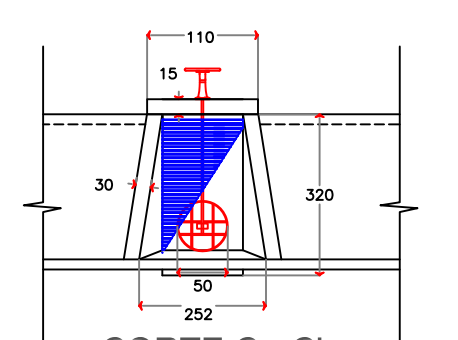
PLANO TIPO TREN DE DESCARGA ESCALA 1:75 MARZO 2014 PLANO 4 DE 6

Anexo 5



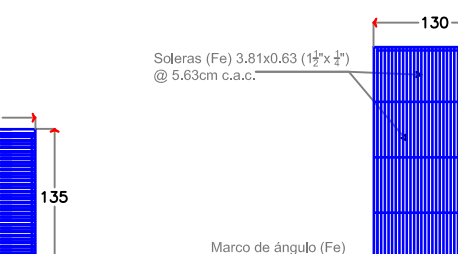
CORTE B - B'

ESCALA 1:100



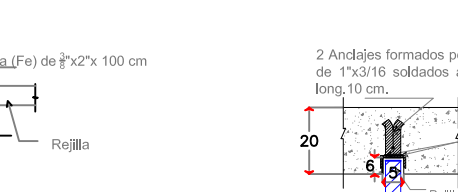
DETALLE 1. REJILLA TIPO A

ESCALA 1:75



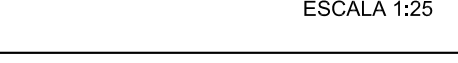
DETALLE 3. REJILLA TIPO C

ESCALA 1:75



DETALLE 5. GUIA DE LA REJILLA TIPO "A" y "B"

ESCALA 1:25



PERFIL POR EL EJE A-A'

ESCALA 1:150



CARACTERISTICAS GENERALES	
EQUIPO DE BOMBEO	
"MÉTODO DE CLEMENT"	
Número de Bombas	2
Gasto total	280 lps
Gasto por bomba.....	140 lps
H de la bomba.....	26 m
Potencia de la Bomba	75 hp
"MÉTODO POR TURNOS"	
Número de Bombas	2
Gasto total	280 lps
Gasto por bomba.....	140 lps
H de la bomba.....	31 m
Potencia de la Bomba 1.....	100 hp
Potencia de la Bomba 2.....	75 hp



VOLUMEN DE OBRA PARA CÁRCAMO DE BOMBEO			
NÚMERO	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
1	DESPLAZAR DE MATERIAL POR MEDIOS MECÁNICOS.	M ³	9,94
2	DEFINICIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO SIMPLE O REFORZADO.	M ³	0,88
3	EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS EN CUALQUIER MATERIAL EXCEPTO ROCA PARA ALICERES ESTRUCTURAS.	M ³	77,65
4	RELLENO Y COMPACTACIÓN CON MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACIÓN O PROVENIENTE DE BANCO COMPACTADO AL 95% PROCTOR.	M ³	51,61
5	CARGA POR MEDIO MECÁNICO Y ACABADO EN CARBÓN VOLTIO DE MATERIALES PRODUCTO DE EXCAVACIÓN O PROVENIENTE DE BANCO, AL PRIMER KILOMETRO.	M ³	26,04
6	ACABADO EN CARBÓN VOLTIO DE MATERIALES PRODUCTO DE EXCAVACIÓN O PROVENIENTE DE BANCO, KILOMETROS SUBSECUENTES, ZONA SUBURBANA.	M ³	52,08
7	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CONCRETO HIDRAULICO P.C = 300 KG/CM ³ ELABORADO EN OBRA PARA ESTRUCTURAS.	M ³	8,56
8	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CONCRETO HIDRAULICO P.C = 180 KG/CM ³ ELABORADO EN OBRA PARA CADERNAS, CASTILLOS, PISOS Y CIELOS.	M ³	7,05
9	SUMINISTRO, HABILITADO Y COLOCACIÓN DE ACERO DE REFORZO CON UN ESPESOR DE FUERZA F _y = 4000 KG/CM ² DEL N° 4 (L/2 "1") DE DIÁMETRO.	TON	0,42
10	SUMINISTRO, HABILITADO Y COLOCACIÓN DE ACERO DE REFORZO CON UN ESPESOR DE FUERZA F _y = 4000 KG/CM ² DEL N° 3 (L/8 "1") DE DIÁMETRO.	TON	0,36
11	SUMINISTRO, HABILITADO Y COLOCACIÓN DE ACERO DE REFORZO CON UN ESPESOR DE FUERZA F _y = 4000 KG/CM ² DEL N° 2 (L/4 "1") DE DIÁMETRO.	TON	0,12
12	SUMINISTRO, HABILITADO Y COLOCACIÓN DE MALLA DE ALAMBRE ELECTROSOLDADA (10x10x0,5) 2,5x0,5 M, CALIBRE 8 EN FIRMES, PISOS O CIELOS.	HORA	1,00
13	CEMENTO DE MAMPOSTERÍA DE PIEDRA BRAZA ACABADO COMÚN, ABENTADA CON MORTERO CEMENTO-ARENA 1:5.	M ³	2,60
14	PUNO DE FABRIQUE ROJO REDUCIDO DE 20x20 CM, ACABADO COMÚN.	M ³	27,64
15	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE TUBERÍA PVC C/C PARA UNA PRESIÓN NOMINAL DE 5 KG/CM ² DE 300 MM (Ø1) DE DIÁMETRO.	M	18,00
16	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CODO DE PVC C/C SISTEMA METRICO 22 - 300 MM.	PZA	2,00
17	SUMINISTRO, FABRICACIÓN Y COLOCACIÓN DE 40 CM DE ANCHO, CON TUBO MEDIO DE 39MM DE DIÁMETRO Y ESCALONES A CADA 30 CM.	M	2,60
18	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE PERFIL "C" DE ACERO A-36 DE 127MMx4,98MM DE 1,20 M DE LONGITUD.	TON	0,04
19	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE PUERTA LEONAR DE LAMINA GALVANIZADA CALIBRE 18 DE 30 X 2300.	PZA	1,00
20	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE OBRA DE MALLA CICLÓNICA CALIBRE 12,5 CON ABERTURA DE 8 X 8 DE 2,0 M DE ALTURA CON CONCRETO.	M	51,00
21	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE PUERTA DE MALLA CICLÓNICA DE 300x200 CM.	PZA	1,00
22	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE PUERTA DE MALLA CICLÓNICA DE 200x200 CM.	PZA	1,00
23	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE PUERTA DE MALLA CICLÓNICA DE 125x200 CM.	PZA	1,00
24	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE REJILLA TIPO "A" DE FE CON DIMENSIONES 135x90 CM.	PZA	1,00
25	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE REJILLA TIPO "B" DE FE CON DIMENSIONES 135x90 CM.	PZA	1,00
26	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE REJILLA TIPO "C" DE FE CON DIMENSIONES 135x90 CM.	PZA	3,00
27	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE COMPUERTA TIPO VILLAR DE ACERO AL CARBÓN DE 500 MM DE DIÁMETRO (INCLUYE ACCESORIOS)	PZA	1,00

Colegio de Postgraduados
Programa de Hidrociencias

ANÁLISIS TÉCNICO Y ECONÓMICO DEL DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO A HIDRANTE PARCELARIO UTILIZANDO DOS MÉTODOS, POR TURNOS Y CON LA TÉCNICA DE CLEMENT.

"DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO CON EL MÉTODO POR TURNOS Y DE CLEMENT"

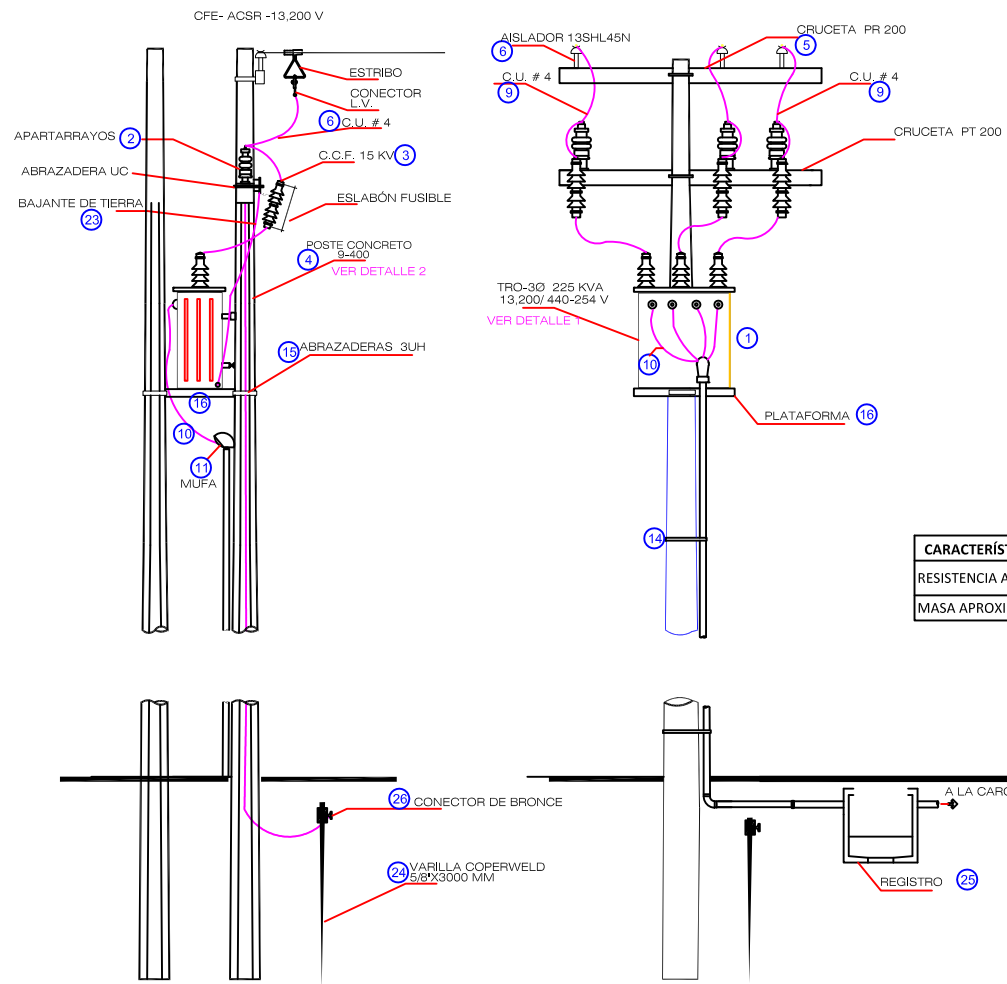
PLANO TIPO CÁRCAMO DE BOMBEO

BARTOLOMÉ ESPINOSA ESPINOSA

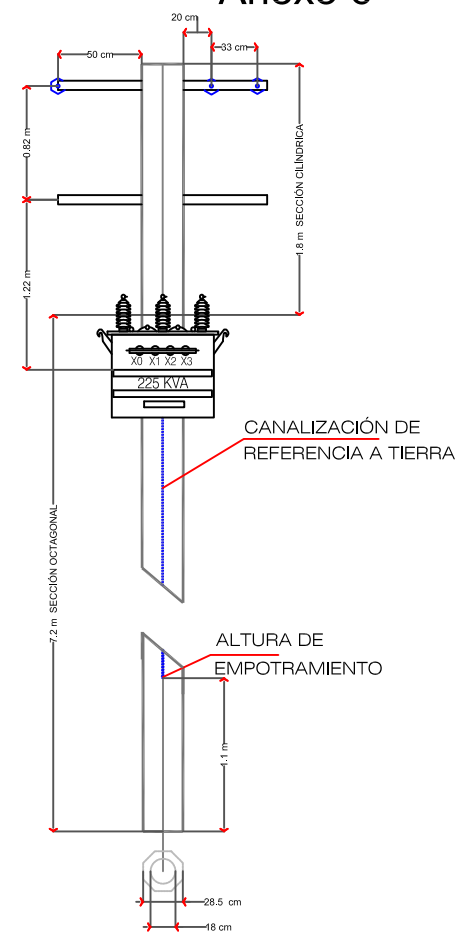
PLANO GEOMÉTRICO | ESCALA: 1:150 | MARZO 2014 | PLANO 5 DE 6

NOTA:
1. ACOTACIONES EN CENTÍMETROS
2. ELEVACIONES EN M.S.N.M.

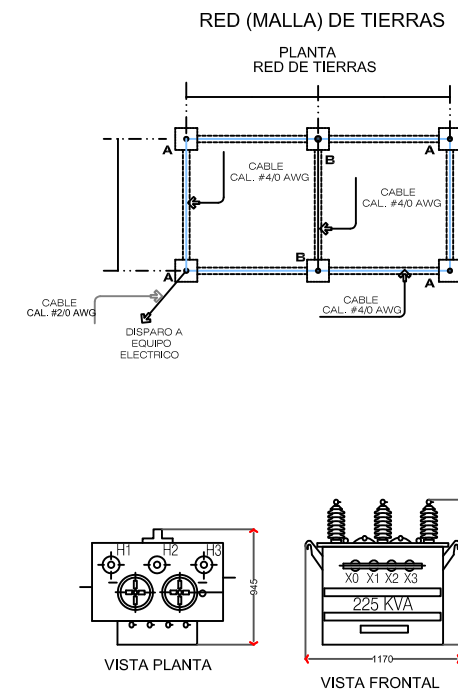
Anexo 6



DISTANCIAS RECOMENDADAS EN INSTALACIÓN DE TRANSFORMADOR SOBRE POSTE



DETALLE 2



CARACTERÍSTICAS	
KVA	225 KVA
ANCHO	1170 mm
ALTO	1100mm
PROFUNDIDAD	945 mm
PESO	923kg

DETALLE 1

TRANSFORMADOR TIPO POSTE

LISTADO DE MATERIALES DE RED DE TIERRAS

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
CABLE DE COBRE DS. # 4/0	kg	20
CABLE DE COBRE DS. # 2/0	kg	10
CABLE DE COBRE DS. # 2	kg	20
GEM	Bulto	4
VARILLA CW 5/8 X 3000 MM	Pza	6
MOLDE "A" GTC-162Q	Pza	1
MOLDE "B" TAC-202Q	Pza	1
MOLDE LAC-2GEE	Pza	1
CARGA CADWELD #115	Pza	6
CARGA CADWELD #150	Pza	6
CARGA CADWELD #65	Pza	3
ZAPATA DE COBRE #2	Pza	3

DIMENSIONES DE GABINETE

ANCHO	270 mm
ALTO	450 mm
PROFUNDIDAD	100 mm

CARACTERÍSTICAS

125 A EN CAPACIDAD EN BARRAS
FABRICADO EN LÁMINA DE ACERO ROLADA EN FRÍO, FOSFATIZADA, CON ACABADO EN PINTURA ELECTROSTÁTICA COLOR GRIS.
BASE FABRICADA EN PLÁSTICOS DE INGENIERÍA RETARDANTE A LA FLAMA Y AUTOEXTINGUIBLE
CIRCUITO NEUTRO INDEPENDIENTE

DETALLE 3

CENTRO DE CARGA DE DOCE CIRCUITOS

ESQUEMA DE TRANSFORMADOR SOBRE POSTE

DIAGRAMA ELÉCTRICO UNIFILAR

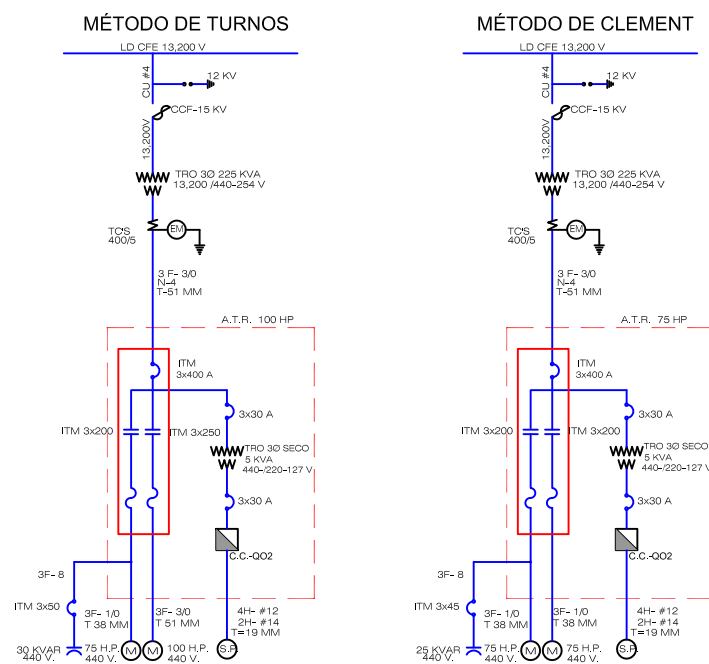
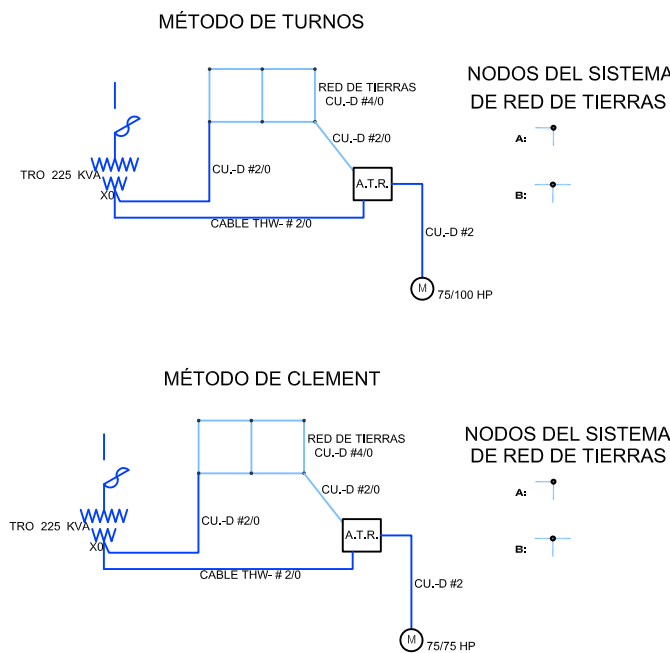
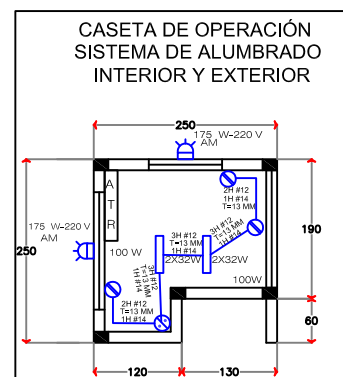


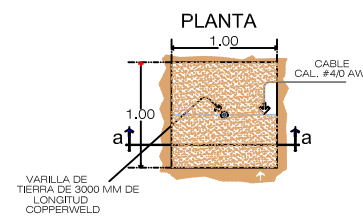
DIAGRAMA SIMPLIFICADO DE CONEXIÓN A RED DE TIERRAS



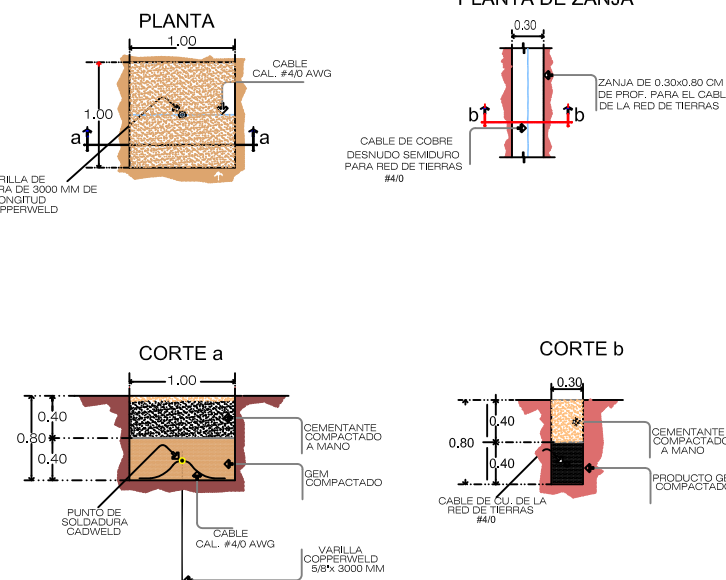
CASETA DE OPERACIÓN



NODOS DEL SISTEMA DE LA RED DE TIERRAS



RED DE TIERRAS (CONSTRUCCIÓN TIPO) PLANTA DE ZANJA



MACROLOCALIZACIÓN



UBICACIÓN DEL PROYECTO



LISTA DE EQUIPO Y MATERIALES

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
1 TRANSFORMADOR	Pza	1
2 APARTARRAYOS ADOM-10	Pza	3
3 CORTACIRCUITO FUSIBLE 15 KV	Pza	3
4 POSTE DE CONCRETO PCR-9-400	Pza	2
5 ESLABÓN FUSIBLE	Pza	3
6 AISLADOR 13SHL45N	Pza	3
7 CRUCETA PR 200	Pza	2
8 CRUCETA PT 200	Pza	1
9 ALAMBRE DESNUDO DE COBRE #4	kg	2
10 CABLE AISLADO	m	48
11 MUFA	Pza	1
12 ABRAZADERA UC	Pza	1
13 ABRAZADERA UL	Pza	1
14 ABRAZADERA ZUH	Pza	2
15 ABRAZADERA 3UH	Pza	2
16 PARRILLA DE Fe.	Pza	1
17 MOLDURA RE	Pza	1
18 OJO RE	Pza	2
19 GRAPA REMATE	Pza	3
20 PERNO DR 16x 356	Pza	2
21 ESTRIBO	Pza	3
22 CONECTOR PARA LÍNEA VIVA	Pza	3
23 BAJANTE DE TIERRA	kg	2
24 ELECTRODO DE TIERRA	Pza	1
25 REGISTRO	Pza	1
26 CONECTOR DE BRONCE	Pza	1

SIMBOLOGÍA GENERAL

	TRANSFORMADOR ELECTRICO TIPO SECO 5KVA. 480/220-127 V. 60HZ. CON EMPOTRAMIENTO AL. BORNAS CU CON RELLENAMIENTO Y PREPARACION PARA 150°C DE TEMPERATURA CONEXION DELTA-ESTRELLA
	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO CON CONECTOR ZAPATA ADECUADO AL TAMAÑO Y NÚMERO DE CABLES.
	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO EN CAJA MOLDEADA DE CAPACIDAD INDICADA.
	INTERRUPTOR TRIPOLAR DE OPERACION CON CARGA DE 1200. OPERACION EN GRUPO. SERVICIO INTERIOR ACCIONADO POR MECANISMO EXTERIOR CON RESORTE AUTOCARGADO.
	FUSIBLE LIMITADOR DE CORRIENTE DE ALTA CAPACIDAD INTERRUPTIVA. CON PERCUTOR DE DISPARO DEL INTERRUPTOR.
	TABLEROS DE DISTRIBUCION 220/127V. 3F-4H. 60HZ
	MOTOR ELECTRICO DE CARACTERISTICAS INDICADAS.
	BANCO DE CAPACITORES DE OPERACION AUTOMATICA 480V. 30/30. 60HZ. CAPACIDAD MEDIANA. CON RESISTENCIAS DE DESCARGA.
	DESCONECTOR 3X150 NEMA 3R

Colegio de Postgraduados Programa de Hidrociencias

ANÁLISIS TÉCNICO Y ECONÓMICO DEL DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO A HIDRANTE PARCELARIO UTILIZANDO DOS MÉTODOS, POR TURNOS Y CON LA TÉCNICA DE CLEMENT.

"DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO CON EL MÉTODO POR TURNOS Y DE CLEMENT"

PLANO TIPO SUBESTACIÓN ELÉCTRICA

BARTOLOMÉ ESPINOSA ESPINOSA

Anexo 7

1 de 21

REVISIÓN HIDRÁULICA DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO CON EL MÉTODO POR TURNOS

WCADI Weizmain Irrigation Ltd														
Nodo	Nombre De	A	Flujo m ³ hr ⁻¹	Flujo L s ⁻¹	Tramo Longitud m	Diámetro mm	Clase	Pérdida de Carga m	Golpe de Ariete m	Nodo en Operación 0-1	Elevación m	Presión Requerida m	Presión m	Velocidad m s ⁻¹
Tabla de presiones para el turno No. 1										1				
Presión en la fuente de abastecimiento										31 m				
Presión en la filtración										1.5 m				
Presión después de la filtración										29.5 m				
A2	A1	A2	864.00	240.00	8.20	400	5	0.10	47.70	0	1526.00	0	29.40	2.10
A13	A2	A13	864.00	240.00	5.60	400	5	0.00	47.70	0	1526.00	0	29.40	2.10
A14	A13	A14	144.00	40.00	4.90	200	5	0.00	31.80	0	1526.00	0	29.40	1.40
A15	A14	A15	144.00	40.00	20.70	200	5	0.20	31.80	0	1526.00	0	29.20	1.40
A16	A15	A16	144.00	40.00	39.10	200	5	0.30	31.80	0	1526.00	0	28.90	1.40
A17	A16	A17	144.00	40.00	78.60	200	5	0.60	31.80	0	1526.00	0	28.20	1.40
A20	A17	A20	144.00	40.00	76.60	200	5	0.60	31.80	0	1526.78	0	26.80	1.40
A21	A20	A21	144.00	40.00	163.80	200	5	1.40	31.80	0	1526.96	0	25.30	1.40
A22	A21	A22	144.00	40.00	179.00	160	5	4.40	49.70	0	1526.47	0	21.40	2.10
A23	A22	A23	144.00	40.00	14.20	160	5	0.30	49.70	1	1526.49	15	21.00	2.10
A29	A13	A29	720.00	200.00	125.00	400	5	0.70	39.80	0	1526.00	0	28.70	1.70
A31	A29	A31	720.00	200.00	129.30	400	5	0.70	39.80	0	1525.95	0	28.00	1.70
A32	A31	A32	720.00	200.00	51.70	400	5	0.30	39.80	0	1526.00	0	27.70	1.70
A33	A32	A33	720.00	200.00	19.30	400	5	0.10	39.80	0	1526.00	0	27.60	1.70
A34	A33	A34	720.00	200.00	29.10	400	5	0.20	39.80	0	1526.00	0	27.40	1.70
A52	A34	A52	720.00	200.00	73.20	400	5	0.40	39.80	0	1526.00	0	27.00	1.70
A53	A52	A53	720.00	200.00	81.90	400	5	0.50	39.80	0	1525.88	0	26.70	1.70
A54	A53	A54	576.00	160.00	10.80	355	5	0.10	40.40	0	1525.83	0	26.70	1.70
A55	A54	A55	144.00	40.00	3.40	160	5	0.10	49.70	0	1525.81	0	26.60	2.10
A56	A55	A56	144.00	40.00	15.40	160	5	0.40	49.70	1	1525.83	15	26.20	2.10
A60	A54	A60	432.00	120.00	228.60	355	5	0.90	30.30	0	1524.94	0	26.70	1.30
A63	A60	A63	432.00	120.00	125.80	355	5	0.50	30.30	0	1525.25	0	25.90	1.30
A64	A63	A64	288.00	80.00	22.20	315	5	0.10	25.90	0	1525.26	0	25.80	1.10
A65	A64	A65	288.00	80.00	18.60	315	5	0.10	25.90	0	1525.26	0	25.70	1.10
A67	A65	A67	288.00	80.00	112.90	315	5	0.40	25.90	0	1525.00	0	25.60	1.10
A68	A67	A68	288.00	80.00	145.50	315	5	0.50	25.90	0	1525.42	0	24.70	1.10
A70	A68	A70	288.00	80.00	25.10	250	5	0.30	40.90	0	1525.25	0	24.60	1.80
A71	A70	A71	288.00	80.00	94.70	250	5	1.00	40.90	0	1525.11	0	23.80	1.80
A73	A71	A73	288.00	80.00	81.40	250	5	0.80	40.90	0	1524.93	0	23.20	1.80
A75	A73	A75	288.00	80.00	36.50	250	5	0.40	40.90	0	1524.85	0	22.90	1.80
A79	A75	A79	288.00	80.00	57.30	250	5	0.60	40.90	0	1524.68	0	22.50	1.80
A81	A79	A81	288.00	80.00	35.90	250	5	0.40	40.90	0	1524.58	0	22.20	1.80
A82	A81	A82	288.00	80.00	22.00	250	5	0.20	40.90	0	1524.52	0	22.10	1.80
A83	A82	A83	288.00	80.00	21.00	250	5	0.20	40.90	0	1524.48	0	21.90	1.80
A84	A83	A84	288.00	80.00	107.10	250	5	1.10	40.90	0	1524.36	0	20.90	1.80
A86	A84	A86	288.00	80.00	20.50	250	5	0.20	40.90	1	1524.35	15	20.70	1.80
A87	A86	A87	144.00	40.00	45.80	250	5	0.10	20.40	0	1524.30	0	20.70	0.90
A93	A87	A93	144.00	40.00	79.10	250	5	0.20	20.40	0	1524.12	0	20.60	0.90
A97	A93	A97	144.00	40.00	69.00	250	5	0.20	20.40	0	1524.09	0	20.50	0.90
A98	A97	A98	144.00	40.00	50.60	250	5	0.10	20.40	0	1524.05	0	20.40	0.90
A100	A98	A100	144.00	40.00	12.10	250	5	0.00	20.40	0	1524.05	0	20.30	0.90
A101	A100	A101	144.00	40.00	22.60	250	5	0.10	20.40	0	1524.03	0	20.30	0.90
A104	A101	A104	144.00	40.00	22.60	250	5	0.10	20.40	0	1524.01	0	20.20	0.90
A105	A104	A105	144.00	40.00	79.80	250	5	0.20	20.40	0	1523.78	0	20.30	0.90
A106	A105	A106	144.00	40.00	53.30	250	5	0.10	20.40	0	1523.44	0	20.40	0.90
A107	A106	A107	144.00	40.00	85.50	250	5	0.20	20.40	0	1522.95	0	20.70	0.90
A108	A107	A108	144.00	40.00	16.30	200	5	0.10	31.80	0	1522.79	0	20.70	1.40
A109	A108	A109	144.00	40.00	95.10	200	5	0.80	31.80	0	1522.10	0	20.60	1.40
A113	A109	A113	144.00	40.00	14.50	200	5	0.10	31.80	0	1522.03	0	20.60	1.40
A114	A113	A114	144.00	40.00	72.30	200	5	0.60	31.80	0	1521.85	0	20.20	1.40
A115	A114	A115	144.00	40.00	42.20	200	5	0.30	31.80	0	1521.49	0	20.20	1.40
A116	A115	A116	144.00	40.00	103.40	200	5	0.90	31.80	0	1521.23	0	19.60	1.40
A119	A116	A119	144.00	40.00	35.40	200	5	0.30	31.80	0	1520.96	0	19.60	1.40
A120	A119	A120	144.00	40.00	138.90	160	5	3.40	49.70	0	1519.89	0	17.20	2.10
A121	A120	A121	144.00	40.00	24.90	160	5	0.60	49.70	1	1519.92	15	16.60	2.10
A126	A63	A126	144.00	40.00	18.60	250	5	0.10	20.40	0	1525.21	0	25.90	0.90
A128	A126	A128	144.00	40.00	125.40	250	5	0.30	20.40	0	1524.95	0	25.80	0.90
A130	A128	A130	144.00	40.00	124.10	250	5	0.30	20.40	0	1524.66	0	25.70	0.90
A131	A130	A131	144.00	40.00	18.70	250	5	0.10	20.40	0	1524.64	0	25.70	0.90
A134	A131	A134	144.00	40.00	132.70	200	5	1.10	31.80	0	1524.42	0	24.80	1.40
A136	A134	A136	144.00	40.00	33.80	200	5	0.30	31.80	0	1524.35	0	24.60	1.40
A137	A136	A137	144.00	40.00	149.00	200	5	1.20	31.80	0	1524.01	0	23.70	1.40
A139	A137	A139	144.00	40.00	92.30	200	5	0.80	31.80	0	1523.43	0	23.50	1.40
A141	A139	A141	144.00	40.00	60.80	200	5	0.50	31.80	0	1523.00	0	23.50	1.40
A145	A141	A145	144.00	40.00	97.40	200	5	0.80	31.80	0	1522.76	0	22.90	1.40
A146	A145	A146	144.00	40.00	108.50	160	5	2.70	49.70	0	1522.97	0	20.00	2.10
A147	A146	A147	144.00	40.00	201.60	160	5	4.90	49.70	1	1522.39	15	15.70	2.10
A157	A53	A157	144.00	40.00	31.70	250	5	0.10	20.40	0	1525.95	0	26.50	0.90
A158	A157	A158	144.00	40.00	179.70	250	5	0.50	20.40	0	1526.00	0	26.00	0.90
A164	A158	A164	144.00	40.00	101.40	250	5	0.30	20.40	0	1526.00	0	25.70	0.90
A172	A164	A172	144.00	40.00	251.20	250	5	0.70	20.40	0	1526.00	0	25.00	0.90

REVISIÓN HIDRÁULICA DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO CON EL MÉTODO POR TURNOS

WCADI Weizmain Irrigation Ltd

Nodo	Nombre		Flujo	Flujo	Tramo	Diámetro	Clase	Pérdida de Carga	Golpe de Ariete	Nodo en Operación	Elevación	Presión Requerida	Presión	Velocidad
	De	A	m³ hr⁻¹	L s⁻¹	m	mm		m	m	0 -1	m	m	m	m s⁻¹
A173	A172	A173	144.00	40.00	8.00	160	5	0.20	49.70	0	1526.00	0	24.80	2.10
A175	A173	A175	144.00	40.00	199.80	160	5	4.90	49.70	1	1524.55	15	21.30	2.10
Tabla de presiones para el turno No. 2											31 m			
Presión en la fuente de abastecimiento											1.5 m			
Presión después de la filtración											29.5 m			
A2	A1	A2	864.00	240.00	8.20	400	5	0.10	47.70	0	1526.00	0	29.40	2.10
A13	A2	A13	864.00	240.00	5.60	400	5	0.00	47.70	0	1526.00	0	29.40	2.10
A14	A13	A14	144.00	40.00	4.90	200	5	0.00	31.80	0	1526.00	0	29.40	1.40
A15	A14	A15	144.00	40.00	20.70	200	5	0.20	31.80	0	1526.00	0	29.20	1.40
A16	A15	A16	144.00	40.00	39.10	200	5	0.30	31.80	0	1526.00	0	28.90	1.40
A17	A16	A17	144.00	40.00	78.60	200	5	0.60	31.80	0	1526.00	0	28.20	1.40
A20	A17	A20	144.00	40.00	76.60	200	5	0.60	31.80	0	1526.78	0	26.80	1.40
A21	A20	A21	144.00	40.00	163.80	200	5	1.40	31.80	0	1526.96	0	25.30	1.40
A22	A21	A22	144.00	40.00	179.00	160	5	4.40	49.70	0	1526.47	0	21.40	2.10
A24	A22	A24	144.00	40.00	157.90	160	5	3.90	49.70	1	1526.04	15	17.90	2.10
A29	A13	A29	720.00	200.00	125.00	400	5	0.70	39.80	0	1526.00	0	28.70	1.70
A31	A29	A31	720.00	200.00	129.30	400	5	0.70	39.80	0	1525.95	0	28.00	1.70
A32	A31	A32	720.00	200.00	51.70	400	5	0.30	39.80	0	1526.00	0	27.70	1.70
A33	A32	A33	720.00	200.00	19.30	400	5	0.10	39.80	0	1526.00	0	27.60	1.70
A34	A33	A34	720.00	200.00	29.10	400	5	0.20	39.80	0	1526.00	0	27.40	1.70
A52	A34	A52	720.00	200.00	73.20	400	5	0.40	39.80	0	1526.00	0	27.00	1.70
A53	A52	A53	720.00	200.00	81.90	400	5	0.50	39.80	0	1525.88	0	26.70	1.70
A54	A53	A54	576.00	160.00	10.80	355	5	0.10	40.40	0	1525.83	0	26.70	1.70
A55	A54	A55	144.00	40.00	3.40	160	5	0.10	49.70	0	1525.81	0	26.60	2.10
A57	A55	A57	144.00	40.00	55.90	160	5	1.40	49.70	1	1525.55	15	25.50	2.10
A60	A54	A60	432.00	120.00	228.60	355	5	0.90	30.30	0	1524.94	0	26.70	1.30
A63	A60	A63	432.00	120.00	125.80	355	5	0.50	30.30	0	1525.25	0	25.90	1.30
A64	A63	A64	288.00	80.00	22.20	315	5	0.10	25.90	0	1525.26	0	25.80	1.10
A65	A64	A65	288.00	80.00	18.60	315	5	0.10	25.90	0	1525.26	0	25.70	1.10
A67	A65	A67	288.00	80.00	112.90	315	5	0.40	25.90	0	1525.00	0	25.60	1.10
A68	A67	A68	288.00	80.00	145.50	315	5	0.50	25.90	0	1525.42	0	24.70	1.10
A70	A68	A70	288.00	80.00	25.10	250	5	0.30	40.90	0	1525.25	0	24.60	1.80
A71	A70	A71	288.00	80.00	94.70	250	5	1.00	40.90	0	1525.11	0	23.80	1.80
A73	A71	A73	288.00	80.00	81.40	250	5	0.80	40.90	0	1524.93	0	23.20	1.80
A75	A73	A75	288.00	80.00	36.50	250	5	0.40	40.90	0	1524.85	0	22.90	1.80
A79	A75	A79	288.00	80.00	57.30	250	5	0.60	40.90	0	1524.68	0	22.50	1.80
A81	A79	A81	288.00	80.00	35.90	250	5	0.40	40.90	0	1524.58	0	22.20	1.80
A82	A81	A82	288.00	80.00	22.00	250	5	0.20	40.90	0	1524.52	0	22.10	1.80
A83	A82	A83	288.00	80.00	21.00	250	5	0.20	40.90	0	1524.48	0	21.90	1.80
A84	A83	A84	288.00	80.00	107.10	250	5	1.10	40.90	0	1524.36	0	20.90	1.80
A86	A84	A86	288.00	80.00	20.50	250	5	0.20	40.90	0	1524.35	0	20.70	1.80
A87	A86	A87	288.00	80.00	45.80	250	5	0.50	40.90	0	1524.30	0	20.30	1.80
A88	A87	A88	144.00	40.00	26.70	160	5	0.70	49.70	0	1524.34	0	19.60	2.10
A89	A88	A89	144.00	40.00	52.20	160	5	1.30	49.70	0	1524.29	0	18.40	2.10
A90	A89	A90	144.00	40.00	18.10	160	5	0.40	49.70	0	1524.21	0	18.10	2.10
A91	A90	A91	144.00	40.00	21.60	160	5	0.50	49.70	1	1524.34	15	17.40	2.10
A93	A87	A93	144.00	40.00	79.10	250	5	0.20	20.40	0	1524.12	0	20.30	0.90
A97	A93	A97	144.00	40.00	69.00	250	5	0.20	20.40	0	1524.09	0	20.10	0.90
A98	A97	A98	144.00	40.00	50.60	250	5	0.10	20.40	0	1524.05	0	20.00	0.90
A100	A98	A100	144.00	40.00	12.10	250	5	0.00	20.40	0	1524.05	0	20.00	0.90
A101	A100	A101	144.00	40.00	22.60	250	5	0.10	20.40	0	1524.03	0	20.00	0.90
A104	A101	A104	144.00	40.00	22.60	250	5	0.10	20.40	0	1524.01	0	19.90	0.90
A105	A104	A105	144.00	40.00	79.80	250	5	0.20	20.40	0	1523.78	0	19.90	0.90
A106	A105	A106	144.00	40.00	53.30	250	5	0.10	20.40	0	1523.44	0	20.10	0.90
A107	A106	A107	144.00	40.00	85.50	250	5	0.20	20.40	0	1522.95	0	20.40	0.90
A108	A107	A108	144.00	40.00	16.30	200	5	0.10	31.80	0	1522.79	0	20.40	1.40
A109	A108	A109	144.00	40.00	95.10	200	5	0.80	31.80	0	1522.10	0	20.30	1.40
A113	A109	A113	144.00	40.00	14.50	200	5	0.10	31.80	0	1522.03	0	20.20	1.40
A114	A113	A114	144.00	40.00	72.30	200	5	0.60	31.80	0	1521.85	0	19.80	1.40
A115	A114	A115	144.00	40.00	42.20	200	5	0.30	31.80	0	1521.49	0	19.80	1.40
A116	A115	A116	144.00	40.00	103.40	200	5	0.90	31.80	0	1521.23	0	19.30	1.40
A119	A116	A119	144.00	40.00	35.40	200	5	0.30	31.80	0	1520.96	0	19.20	1.40
A120	A119	A120	144.00	40.00	138.90	160	5	3.40	49.70	0	1519.89	0	16.90	2.10
A122	A120	A122	144.00	40.00	29.80	160	5	0.70	49.70	1	1519.78	15	16.30	2.10
A126	A63	A126	144.00	40.00	18.60	250	5	0.10	20.40	0	1525.21	0	25.90	0.90
A128	A126	A128	144.00	40.00	125.40	250	5	0.30	20.40	0	1524.95	0	25.80	0.90
A130	A128	A130	144.00	40.00	124.10	250	5	0.30	20.40	0	1524.66	0	25.70	0.90
A131	A130	A131	144.00	40.00	18.70	250	5	0.10	20.40	0	1524.64	0	25.70	0.90
A134	A131	A134	144.00	40.00	132.70	200	5	1.10	31.80	0	1524.42	0	24.80	1.40
A136	A134	A136	144.00	40.00	33.80	200	5	0.30	31.80	0	1524.35	0	24.60	1.40
A137	A136	A137	144.00	40.00	149.00	200	5	1.20	31.80	0	1524.01	0	23.70	1.40
A139	A137	A139	144.00	40.00	92.30	200	5	0.80	31.80	0	1523.43	0	23.50	1.40
A141	A139	A141	144.00	40.00	60.80	200	5	0.50	31.80	0	1523.00	0	23.50	1.40
A145	A141	A145	144.00	40.00	97.40	200	5	0.80	31.80	0	1522.76	0	22.90	1.40

Anexo 7

REVISIÓN HIDRÁULICA DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO CON EL MÉTODO POR TURNOS

WCADI Weizmain Irrigation Ltd

Nodo	Nombre		Flujo	Flujo	Tramo	Diámetro	Clase	Pérdida de	Golpe de	Nodo en	Elevación	Presión	Presión	Velocidad
	De	A	m ³ hr ⁻¹	L s ⁻¹	m	mm		Carga	Ariete	Operación	m	Requerida	m	m s ⁻¹
								m	m	0-1		m		
A148	A145	A148	144.00	40.00	48.80	200	5	0.40	31.80	1	1522.65	15	22.60	1.40
A157	A53	A157	144.00	40.00	31.70	250	5	0.10	20.40	0	1525.95	0	26.50	0.90
A158	A157	A158	144.00	40.00	179.70	250	5	0.50	20.40	0	1526.00	0	26.00	0.90
A164	A158	A164	144.00	40.00	101.40	250	5	0.30	20.40	0	1526.00	0	25.70	0.90
A172	A164	A172	144.00	40.00	251.20	250	5	0.70	20.40	0	1526.00	0	25.00	0.90
A176	A172	A176	144.00	40.00	176.10	200	5	1.50	31.80	0	1525.35	0	24.20	1.40
A177	A176	A177	144.00	40.00	55.80	160	5	1.40	49.70	0	1525.03	0	23.10	2.10
A178	A177	A178	144.00	40.00	163.00	160	5	4.00	49.70	1	1523.50	15	20.70	2.10
Tabla de presiones para el turno No. 3														
Presión en la fuente de abastecimiento													31 m	
Presión en la filtración													1.5 m	
Presión después de la filtración													29.5 m	
A2	A1	A2	864.00	240.00	8.20	400	5	0.10	47.70	0	1526.00	0	29.40	2.10
A13	A2	A13	864.00	240.00	5.60	400	5	0.00	47.70	0	1526.00	0	29.40	2.10
A14	A13	A14	144.00	40.00	4.90	200	5	0.00	31.80	0	1526.00	0	29.40	1.40
A15	A14	A15	144.00	40.00	20.70	200	5	0.20	31.80	0	1526.00	0	29.20	1.40
A16	A15	A16	144.00	40.00	39.10	200	5	0.30	31.80	0	1526.00	0	28.90	1.40
A17	A16	A17	144.00	40.00	78.60	200	5	0.60	31.80	0	1526.00	0	28.20	1.40
A20	A17	A20	144.00	40.00	76.60	200	5	0.60	31.80	0	1526.78	0	26.80	1.40
A21	A20	A21	144.00	40.00	163.80	200	5	1.40	31.80	0	1526.96	0	25.30	1.40
A22	A21	A22	144.00	40.00	179.00	160	5	4.40	49.70	0	1526.47	0	21.40	2.10
A24	A22	A24	144.00	40.00	157.90	160	5	3.90	49.70	0	1526.04	0	17.90	2.10
A25	A24	A25	144.00	40.00	14.80	160	5	0.40	49.70	1	1526.08	15	17.50	2.10
A29	A13	A29	720.00	200.00	125.00	400	5	0.70	39.80	0	1526.00	0	28.70	1.70
A31	A29	A31	720.00	200.00	129.30	400	5	0.70	39.80	0	1525.95	0	28.00	1.70
A32	A31	A32	720.00	200.00	51.70	400	5	0.30	39.80	0	1526.00	0	27.70	1.70
A33	A32	A33	720.00	200.00	19.30	400	5	0.10	39.80	0	1526.00	0	27.60	1.70
A34	A33	A34	720.00	200.00	29.10	400	5	0.20	39.80	0	1526.00	0	27.40	1.70
A52	A34	A52	720.00	200.00	73.20	400	5	0.40	39.80	0	1526.00	0	27.00	1.70
A53	A52	A53	720.00	200.00	81.90	400	5	0.50	39.80	0	1525.88	0	26.70	1.70
A54	A53	A54	576.00	160.00	10.80	355	5	0.10	40.40	0	1525.83	0	26.70	1.70
A55	A54	A55	144.00	40.00	3.40	160	5	0.10	49.70	0	1525.81	0	26.60	2.10
A57	A55	A57	144.00	40.00	55.90	160	5	1.40	49.70	0	1525.55	0	25.50	2.10
A58	A57	A58	144.00	40.00	38.40	160	5	0.90	49.70	0	1525.37	0	24.70	2.10
A59	A58	A59	144.00	40.00	18.90	160	5	0.50	49.70	1	1525.36	15	24.30	2.10
A60	A54	A60	432.00	120.00	228.60	355	5	0.90	30.30	0	1524.94	0	26.70	1.30
A63	A60	A63	432.00	120.00	125.80	355	5	0.50	30.30	0	1525.25	0	25.90	1.30
A64	A63	A64	288.00	80.00	22.20	315	5	0.10	25.90	0	1525.26	0	25.80	1.10
A65	A64	A65	288.00	80.00	18.60	315	5	0.10	25.90	0	1525.26	0	25.70	1.10
A67	A65	A67	288.00	80.00	112.90	315	5	0.40	25.90	0	1525.00	0	25.60	1.10
A68	A67	A68	288.00	80.00	145.50	315	5	0.50	25.90	0	1525.42	0	24.70	1.10
A70	A68	A70	288.00	80.00	25.10	250	5	0.30	40.90	0	1525.25	0	24.60	1.80
A71	A70	A71	288.00	80.00	94.70	250	5	1.00	40.90	0	1525.11	0	23.80	1.80
A73	A71	A73	288.00	80.00	81.40	250	5	0.80	40.90	0	1524.93	0	23.20	1.80
A75	A73	A75	288.00	80.00	36.50	250	5	0.40	40.90	0	1524.85	0	22.90	1.80
A79	A75	A79	288.00	80.00	57.30	250	5	0.60	40.90	0	1524.68	0	22.50	1.80
A81	A79	A81	288.00	80.00	35.90	250	5	0.40	40.90	0	1524.58	0	22.20	1.80
A82	A81	A82	288.00	80.00	22.00	250	5	0.20	40.90	0	1524.52	0	22.10	1.80
A83	A82	A83	288.00	80.00	21.00	250	5	0.20	40.90	0	1524.48	0	21.90	1.80
A84	A83	A84	288.00	80.00	107.10	250	5	1.10	40.90	0	1524.36	0	20.90	1.80
A86	A84	A86	288.00	80.00	20.50	250	5	0.20	40.90	0	1524.35	0	20.70	1.80
A87	A86	A87	288.00	80.00	45.80	250	5	0.50	40.90	0	1524.30	0	20.30	1.80
A88	A87	A88	144.00	40.00	26.70	160	5	0.70	49.70	0	1524.34	0	19.60	2.10
A89	A88	A89	144.00	40.00	52.20	160	5	1.30	49.70	0	1524.29	0	18.40	2.10
A90	A89	A90	144.00	40.00	18.10	160	5	0.40	49.70	0	1524.21	0	18.10	2.10
A92	A90	A92	144.00	40.00	68.40	160	5	1.70	49.70	1	1524.25	15	16.30	2.10
A93	A87	A93	144.00	40.00	79.10	250	5	0.20	20.40	0	1524.12	0	20.30	0.90
A97	A93	A97	144.00	40.00	69.00	250	5	0.20	20.40	0	1524.09	0	20.10	0.90
A98	A97	A98	144.00	40.00	50.60	250	5	0.10	20.40	0	1524.05	0	20.00	0.90
A100	A98	A100	144.00	40.00	12.10	250	5	0.00	20.40	0	1524.05	0	20.00	0.90
A101	A100	A101	144.00	40.00	22.60	250	5	0.10	20.40	0	1524.03	0	20.00	0.90
A104	A101	A104	144.00	40.00	22.60	250	5	0.10	20.40	0	1524.01	0	19.90	0.90
A105	A104	A105	144.00	40.00	79.80	250	5	0.20	20.40	0	1523.78	0	19.90	0.90
A123	A105	A123	144.00	40.00	17.80	200	5	0.10	31.80	0	1523.69	0	19.90	1.40
A124	A123	A124	144.00	40.00	161.20	200	5	1.30	31.80	1	1524.00	15	18.20	1.40
A126	A63	A126	144.00	40.00	18.60	250	5	0.10	20.40	0	1525.21	0	25.90	0.90
A128	A126	A128	144.00	40.00	125.40	250	5	0.30	20.40	0	1524.95	0	25.80	0.90
A130	A128	A130	144.00	40.00	124.10	250	5	0.30	20.40	0	1524.66	0	25.70	0.90
A131	A130	A131	144.00	40.00	18.70	250	5	0.10	20.40	0	1524.64	0	25.70	0.90
A134	A131	A134	144.00	40.00	132.70	200	5	1.10	31.80	0	1524.42	0	24.80	1.40
A136	A134	A136	144.00	40.00	33.80	200	5	0.30	31.80	0	1524.35	0	24.60	1.40
A137	A136	A137	144.00	40.00	149.00	200	5	1.20	31.80	0	1524.01	0	23.70	1.40
A139	A137	A139	144.00	40.00	92.30	200	5	0.80	31.80	0	1523.43	0	23.50	1.40
A141	A139	A141	144.00	40.00	60.80	200	5	0.50	31.80	0	1523.00	0	23.50	1.40
A145	A141	A145	144.00	40.00	97.40	200	5	0.80	31.80	0	1522.76	0	22.90	1.40

Anexo 7

REVISIÓN HIDRÁULICA DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO CON EL MÉTODO POR TURNOS

WCADI Weizmain Irrigation Ltd

Nodo	Nombre		Flujo	Flujo	Tramo	Diámetro	Clase	Pérdida de	Golpe de	Nodo en	Elevación	Presión	Presión	Velocidad
	De	A	m ³ hr ⁻¹	L s ⁻¹	m	mm		Carga	Ariete	Operación	m	Requerida	m	m s ⁻¹
								m	m	0-1		m		
A148	A145	A148	144.00	40.00	48.80	200	5	0.40	31.80	0	1522.65	0	22.60	1.40
A149	A148	A149	144.00	40.00	93.50	200	5	0.80	31.80	1	1522.43	15	22.00	1.40
A157	A53	A157	144.00	40.00	31.70	250	5	0.10	20.40	0	1525.95	0	26.50	0.90
A158	A157	A158	144.00	40.00	179.70	250	5	0.50	20.40	0	1526.00	0	26.00	0.90
A164	A158	A164	144.00	40.00	101.40	250	5	0.30	20.40	0	1526.00	0	25.70	0.90
A172	A164	A172	144.00	40.00	251.20	250	5	0.70	20.40	0	1526.00	0	25.00	0.90
A176	A172	A176	144.00	40.00	176.10	200	5	1.50	31.80	0	1525.35	0	24.20	1.40
A177	A176	A177	144.00	40.00	55.80	160	5	1.40	49.70	0	1525.03	0	23.10	2.10
A178	A177	A178	144.00	40.00	163.00	160	5	4.00	49.70	0	1523.50	0	20.70	2.10
A179	A178	A179	144.00	40.00	18.60	160	5	0.50	49.70	0	1523.25	0	20.50	2.10
A180	A179	A180	144.00	40.00	10.60	160	5	0.30	49.70	1	1523.25	15	20.20	2.10

Tabla de presiones para el turno No. 4
 Presión en la fuente de abastecimiento 31 m
 Presión en la filtración 1.5 m
 Presión después de la filtración 29.5 m

A2	A1	A2	864.00	240.00	8.20	400	5	0.10	47.70	0	1526.00	0	29.40	2.10
A13	A2	A13	864.00	240.00	5.60	400	5	0.00	47.70	0	1526.00	0	29.40	2.10
A14	A13	A14	144.00	40.00	4.90	200	5	0.00	31.80	0	1526.00	0	29.40	1.40
A15	A14	A15	144.00	40.00	20.70	200	5	0.20	31.80	0	1526.00	0	29.20	1.40
A16	A15	A16	144.00	40.00	39.10	200	5	0.30	31.80	0	1526.00	0	28.90	1.40
A17	A16	A17	144.00	40.00	78.60	200	5	0.60	31.80	0	1526.00	0	28.20	1.40
A20	A17	A20	144.00	40.00	76.60	200	5	0.60	31.80	0	1526.78	0	26.80	1.40
A21	A20	A21	144.00	40.00	163.80	200	5	1.40	31.80	0	1526.96	0	25.30	1.40
A26	A21	A26	144.00	40.00	122.00	200	5	1.00	31.80	1	1526.86	15	24.40	1.40
A29	A13	A29	720.00	200.00	125.00	400	5	0.70	39.80	0	1526.00	0	28.70	1.70
A31	A29	A31	720.00	200.00	129.30	400	5	0.70	39.80	0	1525.95	0	28.00	1.70
A32	A31	A32	720.00	200.00	51.70	400	5	0.30	39.80	0	1526.00	0	27.70	1.70
A33	A32	A33	720.00	200.00	19.30	400	5	0.10	39.80	0	1526.00	0	27.60	1.70
A34	A33	A34	720.00	200.00	29.10	400	5	0.20	39.80	0	1526.00	0	27.40	1.70
A52	A34	A52	720.00	200.00	73.20	400	5	0.40	39.80	0	1526.00	0	27.00	1.70
A53	A52	A53	720.00	200.00	81.90	400	5	0.50	39.80	0	1525.88	0	26.70	1.70
A54	A53	A54	576.00	160.00	10.80	355	5	0.10	40.40	0	1525.83	0	26.70	1.70
A60	A54	A60	576.00	160.00	228.60	355	5	1.50	40.40	0	1524.94	0	26.00	1.70
A61	A60	A61	144.00	40.00	5.40	160	5	0.10	49.70	1	1524.93	15	25.90	2.10
A63	A60	A63	432.00	120.00	125.80	355	5	0.50	30.30	0	1525.25	0	25.30	1.30
A64	A63	A64	288.00	80.00	22.20	315	5	0.10	25.90	0	1525.26	0	25.20	1.10
A65	A64	A65	288.00	80.00	18.60	315	5	0.10	25.90	0	1525.26	0	25.10	1.10
A67	A65	A67	288.00	80.00	112.90	315	5	0.40	25.90	0	1525.00	0	25.00	1.10
A68	A67	A68	288.00	80.00	145.50	315	5	0.50	25.90	0	1525.42	0	24.10	1.10
A70	A68	A70	288.00	80.00	25.10	250	5	0.30	40.90	0	1525.25	0	24.00	1.80
A71	A70	A71	288.00	80.00	94.70	250	5	1.00	40.90	0	1525.11	0	23.20	1.80
A73	A71	A73	288.00	80.00	81.40	250	5	0.80	40.90	0	1524.93	0	22.60	1.80
A75	A73	A75	288.00	80.00	36.50	250	5	0.40	40.90	0	1524.85	0	22.30	1.80
A79	A75	A79	288.00	80.00	57.30	250	5	0.60	40.90	0	1524.68	0	21.90	1.80
A81	A79	A81	288.00	80.00	35.90	250	5	0.40	40.90	0	1524.58	0	21.60	1.80
A82	A81	A82	288.00	80.00	22.00	250	5	0.20	40.90	0	1524.52	0	21.50	1.80
A83	A82	A83	288.00	80.00	21.00	250	5	0.20	40.90	0	1524.48	0	21.30	1.80
A84	A83	A84	288.00	80.00	107.10	250	5	1.10	40.90	0	1524.36	0	20.30	1.80
A86	A84	A86	288.00	80.00	20.50	250	5	0.20	40.90	0	1524.35	0	20.10	1.80
A87	A86	A87	288.00	80.00	45.80	250	5	0.50	40.90	0	1524.30	0	19.70	1.80
A93	A87	A93	288.00	80.00	79.10	250	5	0.80	40.90	1	1524.12	15	19.10	1.80
A97	A93	A97	144.00	40.00	69.00	250	5	0.20	20.40	0	1524.09	0	18.90	0.90
A98	A97	A98	144.00	40.00	50.60	250	5	0.10	20.40	0	1524.05	0	18.80	0.90
A100	A98	A100	144.00	40.00	12.10	250	5	0.00	20.40	0	1524.05	0	18.80	0.90
A101	A100	A101	144.00	40.00	22.60	250	5	0.10	20.40	0	1524.03	0	18.80	0.90
A104	A101	A104	144.00	40.00	22.60	250	5	0.10	20.40	0	1524.01	0	18.70	0.90
A105	A104	A105	144.00	40.00	79.80	250	5	0.20	20.40	0	1523.78	0	18.70	0.90
A123	A105	A123	144.00	40.00	17.80	200	5	0.10	31.80	0	1523.69	0	18.70	1.40
A124	A123	A124	144.00	40.00	161.20	200	5	1.30	31.80	0	1524.00	0	17.00	1.40
A125	A124	A125	144.00	40.00	140.20	200	5	1.20	31.80	1	1523.51	15	16.40	1.40
A126	A63	A126	144.00	40.00	18.60	250	5	0.10	20.40	0	1525.21	0	25.20	0.90
A128	A126	A128	144.00	40.00	125.40	250	5	0.30	20.40	0	1524.95	0	25.10	0.90
A130	A128	A130	144.00	40.00	124.10	250	5	0.30	20.40	0	1524.66	0	25.10	0.90
A131	A130	A131	144.00	40.00	18.70	250	5	0.10	20.40	0	1524.64	0	25.10	0.90
A134	A131	A134	144.00	40.00	132.70	200	5	1.10	31.80	0	1524.42	0	24.20	1.40
A136	A134	A136	144.00	40.00	33.80	200	5	0.30	31.80	0	1524.35	0	24.00	1.40
A137	A136	A137	144.00	40.00	149.00	200	5	1.20	31.80	0	1524.01	0	23.10	1.40
A139	A137	A139	144.00	40.00	92.30	200	5	0.80	31.80	0	1523.43	0	22.90	1.40
A141	A139	A141	144.00	40.00	60.80	200	5	0.50	31.80	0	1523.00	0	22.80	1.40
A145	A141	A145	144.00	40.00	97.40	200	5	0.80	31.80	0	1522.76	0	22.30	1.40
A148	A145	A148	144.00	40.00	48.80	200	5	0.40	31.80	0	1522.65	0	22.00	1.40
A149	A148	A149	144.00	40.00	93.50	200	5	0.80	31.80	0	1522.43	0	21.40	1.40
A150	A149	A150	144.00	40.00	120.70	200	5	1.00	31.80	1	1522.22	15	20.60	1.40
A157	A53	A157	144.00	40.00	31.70	250	5	0.10	20.40	0	1525.95	0	26.50	0.90
A158	A157	A158	144.00	40.00	179.70	250	5	0.50	20.40	0	1526.00	0	26.00	0.90

Anexo 7

REVISIÓN HIDRÁULICA DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO CON EL MÉTODO POR TURNOS

WCADI Weizmain Irrigation Ltd

Nodo	Nombre		Flujo m ³ hr ⁻¹	Flujo L s ⁻¹	Tramo Longitud m	Diámetro mm	Clase	Pérdida de Carga m	Golpe de Ariete m	Nodo en Operación 0-1	Elevación m	Presión	Presión	Velocidad
	De	A										Requerida m	m	m s ⁻¹
A164	A158	A164	144.00	40.00	101.40	250	5	0.30	20.40	0	1526.00	0	25.70	0.90
A172	A164	A172	144.00	40.00	251.20	250	5	0.70	20.40	0	1526.00	0	25.00	0.90
A176	A172	A176	144.00	40.00	176.10	200	5	1.50	31.80	0	1525.35	0	24.20	1.40
A177	A176	A177	144.00	40.00	55.80	160	5	1.40	49.70	0	1525.03	0	23.10	2.10
A178	A177	A178	144.00	40.00	163.00	160	5	4.00	49.70	0	1523.50	0	20.70	2.10
A179	A178	A179	144.00	40.00	18.60	160	5	0.50	49.70	0	1523.25	0	20.50	2.10
A180	A179	A180	144.00	40.00	10.60	160	5	0.30	49.70	0	1523.25	0	20.20	2.10
A181	A180	A181	144.00	40.00	172.70	160	5	4.20	49.70	1	1522.00	15	17.20	2.10
Tabla de presiones para el turno No. 5														
Presión en la fuente de abastecimiento										31 m				
Presión en la filtración										1.5 m				
Presión después de la filtración										29.5 m				
A2	A1	A2	864.00	240.00	8.20	400	5	0.10	47.70	0	1526.00	0	29.40	2.10
A13	A2	A13	864.00	240.00	5.60	400	5	0.00	47.70	0	1526.00	0	29.40	2.10
A14	A13	A14	144.00	40.00	4.90	200	5	0.00	31.80	0	1526.00	0	29.40	1.40
A15	A14	A15	144.00	40.00	20.70	200	5	0.20	31.80	0	1526.00	0	29.20	1.40
A16	A15	A16	144.00	40.00	39.10	200	5	0.30	31.80	0	1526.00	0	28.90	1.40
A17	A16	A17	144.00	40.00	78.60	200	5	0.60	31.80	0	1526.00	0	28.20	1.40
A20	A17	A20	144.00	40.00	76.60	200	5	0.60	31.80	0	1526.78	0	26.80	1.40
A21	A20	A21	144.00	40.00	163.80	200	5	1.40	31.80	0	1526.96	0	25.30	1.40
A26	A21	A26	144.00	40.00	122.00	200	5	1.00	31.80	0	1526.86	0	24.40	1.40
A27	A26	A27	144.00	40.00	237.30	200	5	2.00	31.80	1	1526.04	15	23.20	1.40
A29	A13	A29	720.00	200.00	125.00	400	5	0.70	39.80	0	1526.00	0	28.70	1.70
A31	A29	A31	720.00	200.00	129.30	400	5	0.70	39.80	0	1525.95	0	28.00	1.70
A32	A31	A32	720.00	200.00	51.70	400	5	0.30	39.80	0	1526.00	0	27.70	1.70
A33	A32	A33	720.00	200.00	19.30	400	5	0.10	39.80	0	1526.00	0	27.60	1.70
A34	A33	A34	720.00	200.00	29.10	400	5	0.20	39.80	0	1526.00	0	27.40	1.70
A52	A34	A52	720.00	200.00	73.20	400	5	0.40	39.80	0	1526.00	0	27.00	1.70
A53	A52	A53	720.00	200.00	81.90	400	5	0.50	39.80	0	1525.88	0	26.70	1.70
A54	A53	A54	576.00	160.00	10.80	355	5	0.10	40.40	0	1525.83	0	26.70	1.70
A60	A54	A60	576.00	160.00	228.60	355	5	1.50	40.40	0	1524.94	0	26.00	1.70
A61	A60	A61	144.00	40.00	5.40	160	5	0.10	49.70	0	1524.93	0	25.90	2.10
A62	A61	A62	144.00	40.00	24.00	160	5	0.60	49.70	1	1524.96	15	25.30	2.10
A63	A60	A63	432.00	120.00	125.80	355	5	0.50	30.30	0	1525.25	0	25.30	1.30
A64	A63	A64	144.00	40.00	22.20	315	5	0.00	12.90	0	1525.26	0	25.20	0.60
A65	A64	A65	144.00	40.00	18.60	315	5	0.00	12.90	0	1525.26	0	25.20	0.60
A67	A65	A67	144.00	40.00	112.90	315	5	0.10	12.90	0	1525.00	0	25.40	0.60
A68	A67	A68	144.00	40.00	145.50	315	5	0.10	12.90	0	1525.42	0	24.80	0.60
A70	A68	A70	144.00	40.00	25.10	250	5	0.10	20.40	0	1525.25	0	24.90	0.90
A71	A70	A71	144.00	40.00	94.70	250	5	0.30	20.40	0	1525.11	0	24.80	0.90
A73	A71	A73	144.00	40.00	81.40	250	5	0.20	20.40	0	1524.93	0	24.70	0.90
A75	A73	A75	144.00	40.00	36.50	250	5	0.10	20.40	0	1524.85	0	24.70	0.90
A79	A75	A79	144.00	40.00	57.30	250	5	0.20	20.40	0	1524.68	0	24.70	0.90
A81	A79	A81	144.00	40.00	35.90	250	5	0.10	20.40	0	1524.58	0	24.70	0.90
A82	A81	A82	144.00	40.00	22.00	250	5	0.10	20.40	0	1524.52	0	24.70	0.90
A83	A82	A83	144.00	40.00	21.00	250	5	0.10	20.40	0	1524.48	0	24.70	0.90
A84	A83	A84	144.00	40.00	107.10	250	5	0.30	20.40	0	1524.36	0	24.50	0.90
A86	A84	A86	144.00	40.00	20.50	250	5	0.10	20.40	0	1524.35	0	24.50	0.90
A87	A86	A87	144.00	40.00	45.80	250	5	0.10	20.40	0	1524.30	0	24.40	0.90
A93	A87	A93	144.00	40.00	79.10	250	5	0.20	20.40	0	1524.12	0	24.40	0.90
A94	A93	A94	144.00	40.00	144.80	160	5	3.50	49.70	0	1523.43	0	21.50	2.10
A95	A94	A95	144.00	40.00	22.90	160	5	0.60	49.70	1	1523.50	15	20.90	2.10
A126	A63	A126	288.00	80.00	18.60	250	5	0.20	40.90	0	1525.21	0	25.10	1.80
A127	A126	A127	144.00	40.00	18.10	160	5	0.40	49.70	1	1525.17	15	24.70	2.10
A128	A126	A128	144.00	40.00	125.40	250	5	0.30	20.40	0	1524.95	0	25.00	0.90
A130	A128	A130	144.00	40.00	124.10	250	5	0.30	20.40	0	1524.66	0	25.00	0.90
A131	A130	A131	144.00	40.00	18.70	250	5	0.10	20.40	0	1524.64	0	24.90	0.90
A134	A131	A134	144.00	40.00	132.70	200	5	1.10	31.80	0	1524.42	0	24.00	1.40
A136	A134	A136	144.00	40.00	33.80	200	5	0.30	31.80	0	1524.35	0	23.80	1.40
A137	A136	A137	144.00	40.00	149.00	200	5	1.20	31.80	0	1524.01	0	22.90	1.40
A139	A137	A139	144.00	40.00	92.30	200	5	0.80	31.80	0	1523.43	0	22.80	1.40
A141	A139	A141	144.00	40.00	60.80	200	5	0.50	31.80	0	1523.00	0	22.70	1.40
A145	A141	A145	144.00	40.00	97.40	200	5	0.80	31.80	0	1522.76	0	22.10	1.40
A148	A145	A148	144.00	40.00	48.80	200	5	0.40	31.80	0	1522.65	0	21.80	1.40
A149	A148	A149	144.00	40.00	93.50	200	5	0.80	31.80	0	1522.43	0	21.30	1.40
A150	A149	A150	144.00	40.00	120.70	200	5	1.00	31.80	0	1522.22	0	20.50	1.40
A151	A150	A151	144.00	40.00	20.80	160	5	0.50	49.70	0	1522.17	0	20.00	2.10
A152	A151	A152	144.00	40.00	22.50	160	5	0.60	49.70	1	1522.22	15	19.40	2.10
A157	A53	A157	144.00	40.00	31.70	250	5	0.10	20.40	0	1525.95	0	26.50	0.90
A158	A157	A158	144.00	40.00	179.70	250	5	0.50	20.40	0	1526.00	0	26.00	0.90
A164	A158	A164	144.00	40.00	101.40	250	5	0.30	20.40	0	1526.00	0	25.70	0.90
A172	A164	A172	144.00	40.00	251.20	250	5	0.70	20.40	0	1526.00	0	25.00	0.90
A176	A172	A176	144.00	40.00	176.10	200	5	1.50	31.80	0	1525.35	0	24.20	1.40
A182	A176	A182	144.00	40.00	26.30	200	5	0.20	31.80	1	1525.12	15	24.20	1.40

Anexo 7

REVISIÓN HIDRÁULICA DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO CON EL MÉTODO POR TURNOS

WCADI Weizmain Irrigation Ltd

Nodo	De	Nombre A	Flujo m ³ hr ⁻¹	Flujo L s ⁻¹	Tramo m	Diámetro mm	Clase	Pérdida de Carga m	Golpe de Ariete m	Nodo en Operación 0-1	Elevación m	Presión Requerida m	Presión m	Velocidad m s ⁻¹
Tabla de presiones para el turno No. 6														
Presión en la fuente de abastecimiento											31 m			
Presión en la filtración											1.5 m			
Presión después de la filtración											29.5 m			
A2	A1	A2	1008.00	280.00	8.20	400	5	0.10	55.70	0	1526.00	0	29.40	2.40
A3	A2	A3	144.00	40.00	184.90	200	5	1.50	31.80	0	1526.00	0	27.90	1.40
A4	A3	A4	144.00	40.00	16.50	200	5	0.10	31.80	0	1526.00	0	27.80	1.40
A5	A4	A5	144.00	40.00	80.10	200	5	0.70	31.80	1	1526.00	15	27.10	1.40
A13	A2	A13	864.00	240.00	5.60	400	5	0.00	47.70	0	1526.00	0	29.40	2.10
A14	A13	A14	144.00	40.00	4.90	200	5	0.00	31.80	0	1526.00	0	29.30	1.40
A15	A14	A15	144.00	40.00	20.70	200	5	0.20	31.80	0	1526.00	0	29.20	1.40
A16	A15	A16	144.00	40.00	39.10	200	5	0.30	31.80	0	1526.00	0	28.80	1.40
A17	A16	A17	144.00	40.00	78.60	200	5	0.60	31.80	0	1526.00	0	28.20	1.40
A20	A17	A20	144.00	40.00	76.60	200	5	0.60	31.80	0	1526.78	0	26.80	1.40
A21	A20	A21	144.00	40.00	163.80	200	5	1.40	31.80	0	1526.96	0	25.20	1.40
A26	A21	A26	144.00	40.00	122.00	200	5	1.00	31.80	0	1526.86	0	24.30	1.40
A27	A26	A27	144.00	40.00	237.30	200	5	2.00	31.80	0	1526.04	0	23.20	1.40
A28	A27	A28	144.00	40.00	142.30	160	5	3.50	49.70	1	1526.00	15	19.70	2.10
A29	A13	A29	720.00	200.00	125.00	400	5	0.70	39.80	0	1526.00	0	28.70	1.70
A31	A29	A31	720.00	200.00	129.30	400	5	0.70	39.80	0	1525.95	0	28.00	1.70
A32	A31	A32	720.00	200.00	51.70	400	5	0.30	39.80	0	1526.00	0	27.70	1.70
A33	A32	A33	720.00	200.00	19.30	400	5	0.10	39.80	0	1526.00	0	27.60	1.70
A34	A33	A34	720.00	200.00	29.10	400	5	0.20	39.80	0	1526.00	0	27.40	1.70
A52	A34	A52	720.00	200.00	73.20	400	5	0.40	39.80	0	1526.00	0	27.00	1.70
A53	A52	A53	720.00	200.00	81.90	400	5	0.50	39.80	0	1525.88	0	26.70	1.70
A54	A53	A54	576.00	160.00	10.80	355	5	0.10	40.40	0	1525.83	0	26.60	1.70
A60	A54	A60	576.00	160.00	228.60	355	5	1.50	40.40	0	1524.94	0	26.00	1.70
A63	A60	A63	576.00	160.00	125.80	355	5	0.80	40.40	0	1525.25	0	24.90	1.70
A64	A63	A64	288.00	80.00	22.20	315	5	0.10	25.90	1	1525.26	15	24.80	1.10
A65	A64	A65	144.00	40.00	18.60	315	5	0.00	12.90	0	1525.26	0	24.80	0.60
A67	A65	A67	144.00	40.00	112.90	315	5	0.10	12.90	0	1525.00	0	24.90	0.60
A68	A67	A68	144.00	40.00	145.50	315	5	0.10	12.90	0	1525.42	0	24.40	0.60
A70	A68	A70	144.00	40.00	25.10	250	5	0.10	20.40	0	1525.25	0	24.50	0.90
A71	A70	A71	144.00	40.00	94.70	250	5	0.30	20.40	0	1525.11	0	24.40	0.90
A73	A71	A73	144.00	40.00	81.40	250	5	0.20	20.40	0	1524.93	0	24.30	0.90
A75	A73	A75	144.00	40.00	36.50	250	5	0.10	20.40	0	1524.85	0	24.30	0.90
A79	A75	A79	144.00	40.00	57.30	250	5	0.20	20.40	0	1524.68	0	24.30	0.90
A81	A79	A81	144.00	40.00	35.90	250	5	0.10	20.40	0	1524.58	0	24.30	0.90
A82	A81	A82	144.00	40.00	22.00	250	5	0.10	20.40	0	1524.52	0	24.30	0.90
A83	A82	A83	144.00	40.00	21.00	250	5	0.10	20.40	0	1524.48	0	24.30	0.90
A84	A83	A84	144.00	40.00	107.10	250	5	0.30	20.40	0	1524.36	0	24.10	0.90
A86	A84	A86	144.00	40.00	20.50	250	5	0.10	20.40	0	1524.35	0	24.10	0.90
A87	A86	A87	144.00	40.00	45.80	250	5	0.10	20.40	0	1524.30	0	24.00	0.90
A93	A87	A93	144.00	40.00	79.10	250	5	0.20	20.40	0	1524.12	0	24.00	0.90
A94	A93	A94	144.00	40.00	144.80	160	5	3.50	49.70	0	1523.43	0	21.10	2.10
A96	A94	A96	144.00	40.00	18.00	160	5	0.40	49.70	1	1523.00	15	21.10	2.10
A126	A93	A126	288.00	80.00	18.60	250	5	0.20	40.90	0	1525.21	0	24.70	1.80
A128	A126	A128	288.00	80.00	125.40	250	5	1.30	40.90	1	1524.95	15	23.70	1.80
A130	A128	A130	144.00	40.00	124.10	250	5	0.30	20.40	0	1524.66	0	23.70	0.90
A131	A130	A131	144.00	40.00	18.70	250	5	0.10	20.40	0	1524.64	0	23.60	0.90
A134	A131	A134	144.00	40.00	132.70	200	5	1.10	31.80	0	1524.42	0	22.80	1.40
A136	A134	A136	144.00	40.00	33.80	200	5	0.30	31.80	0	1524.35	0	22.60	1.40
A137	A136	A137	144.00	40.00	149.00	200	5	1.20	31.80	0	1524.01	0	21.70	1.40
A139	A137	A139	144.00	40.00	92.30	200	5	0.80	31.80	0	1523.43	0	21.50	1.40
A141	A139	A141	144.00	40.00	60.80	200	5	0.50	31.80	0	1523.00	0	21.40	1.40
A145	A141	A145	144.00	40.00	97.40	200	5	0.80	31.80	0	1522.76	0	20.80	1.40
A148	A145	A148	144.00	40.00	48.80	200	5	0.40	31.80	0	1522.65	0	20.60	1.40
A149	A148	A149	144.00	40.00	93.50	200	5	0.80	31.80	0	1522.43	0	20.00	1.40
A150	A149	A150	144.00	40.00	120.70	200	5	1.00	31.80	0	1522.22	0	19.20	1.40
A151	A150	A151	144.00	40.00	20.80	160	5	0.50	49.70	0	1522.17	0	18.80	2.10
A153	A151	A153	144.00	40.00	18.00	160	5	0.40	49.70	1	1522.10	15	18.40	2.10
A157	A53	A157	144.00	40.00	31.70	250	5	0.10	20.40	0	1525.95	0	26.50	0.90
A158	A157	A158	144.00	40.00	179.70	250	5	0.50	20.40	0	1526.00	0	25.90	0.90
A164	A158	A164	144.00	40.00	101.40	250	5	0.30	20.40	0	1526.00	0	25.70	0.90
A172	A164	A172	144.00	40.00	251.20	250	5	0.70	20.40	0	1526.00	0	25.00	0.90
A176	A172	A176	144.00	40.00	176.10	200	5	1.50	31.80	0	1525.35	0	24.20	1.40
A182	A176	A182	144.00	40.00	26.30	200	5	0.20	31.80	0	1525.12	0	24.20	1.40
A183	A182	A183	144.00	40.00	82.90	200	5	0.70	31.80	1	1524.71	15	23.90	1.40
Tabla de presiones para el turno No. 7														
Presión en la fuente de abastecimiento											31 m			
Presión en la filtración											1.5 m			
Presión después de la filtración											29.5 m			
A2	A1	A2	1008.00	280.00	8.20	400	5	0.10	55.70	0	1526.00	0	29.40	2.40
A3	A2	A3	144.00	40.00	184.90	200	5	1.50	31.80	0	1526.00	0	27.90	1.40

Anexo 7

REVISIÓN HIDRÁULICA DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO CON EL MÉTODO POR TURNOS

WCADI Weizmain Irrigation Ltd														
Nodo	Nombre		Flujo	Flujo	Tramo	Diámetro	Clase	Pérdida de	Golpe de	Nodo en	Elevación	Presión	Presión	Velocidad
	De	A	$m^3 \text{ hr}^{-1}$	$L \text{ s}^{-1}$	m	mm		Carga m	Ariete m	Operación 0 -1	m	Requerida m	m	$m \text{ s}^{-1}$
A4	A3	A4	144.00	40.00	16.50	200	5	0.10	31.80	0	1526.00	0	27.80	1.40
A5	A4	A5	144.00	40.00	80.10	200	5	0.70	31.80	0	1526.00	0	27.10	1.40
A6	A5	A6	144.00	40.00	28.60	200	5	0.20	31.80	1	1526.00	15	26.90	1.40
A13	A2	A13	864.00	240.00	5.60	400	5	0.00	47.70	0	1526.00	0	29.40	2.10
A29	A13	A29	864.00	240.00	125.00	400	5	1.00	47.70	0	1526.00	0	28.40	2.10
A30	A29	A30	144.00	40.00	4.80	160	5	0.10	49.70	1	1526.00	15	28.30	2.10
A31	A29	A31	720.00	200.00	129.30	400	5	0.70	39.80	0	1525.95	0	27.70	1.70
A32	A31	A32	720.00	200.00	51.70	400	5	0.30	39.80	0	1526.00	0	27.40	1.70
A33	A32	A33	720.00	200.00	19.30	400	5	0.10	39.80	0	1526.00	0	27.30	1.70
A34	A33	A34	720.00	200.00	29.10	400	5	0.20	39.80	0	1526.00	0	27.10	1.70
A52	A34	A52	720.00	200.00	73.20	400	5	0.40	39.80	0	1526.00	0	26.70	1.70
A53	A52	A53	720.00	200.00	81.90	400	5	0.50	39.80	0	1525.88	0	26.40	1.70
A54	A53	A54	576.00	160.00	10.80	355	5	0.10	40.40	0	1525.83	0	26.40	1.70
A60	A54	A60	576.00	160.00	228.60	355	5	1.50	40.40	0	1524.94	0	25.70	1.70
A63	A60	A63	576.00	160.00	125.80	355	5	0.80	40.40	0	1525.25	0	24.60	1.70
A64	A63	A64	288.00	80.00	22.20	315	5	0.10	25.90	0	1525.26	0	24.50	1.10
A65	A64	A65	288.00	80.00	18.60	315	5	0.10	25.90	0	1525.26	0	24.50	1.10
A66	A65	A66	144.00	40.00	117.30	160	5	2.90	49.70	1	1525.54	15	21.30	2.10
A67	A65	A67	144.00	40.00	112.90	315	5	0.10	12.90	0	1525.00	0	24.60	0.60
A68	A67	A68	144.00	40.00	145.50	315	5	0.10	12.90	0	1525.42	0	24.10	0.60
A70	A68	A70	144.00	40.00	25.10	250	5	0.10	20.40	0	1525.25	0	24.20	0.90
A71	A70	A71	144.00	40.00	94.70	250	5	0.30	20.40	0	1525.11	0	24.00	0.90
A73	A71	A73	144.00	40.00	81.40	250	5	0.20	20.40	0	1524.93	0	24.00	0.90
A75	A73	A75	144.00	40.00	36.50	250	5	0.10	20.40	0	1524.85	0	24.00	0.90
A79	A75	A79	144.00	40.00	57.30	250	5	0.20	20.40	0	1524.68	0	24.00	0.90
A81	A79	A81	144.00	40.00	35.90	250	5	0.10	20.40	0	1524.58	0	24.00	0.90
A82	A81	A82	144.00	40.00	22.00	250	5	0.10	20.40	0	1524.52	0	24.00	0.90
A83	A82	A83	144.00	40.00	21.00	250	5	0.10	20.40	0	1524.48	0	24.00	0.90
A84	A83	A84	144.00	40.00	107.10	250	5	0.30	20.40	0	1524.36	0	23.80	0.90
A86	A84	A86	144.00	40.00	20.50	250	5	0.10	20.40	0	1524.35	0	23.70	0.90
A87	A86	A87	144.00	40.00	45.80	250	5	0.10	20.40	0	1524.30	0	23.70	0.90
A93	A87	A93	144.00	40.00	79.10	250	5	0.20	20.40	0	1524.12	0	23.60	0.90
A97	A93	A97	144.00	40.00	69.00	250	5	0.20	20.40	1	1524.09	15	23.50	0.90
A126	A63	A126	288.00	80.00	18.60	250	5	0.20	40.90	0	1525.21	0	24.50	1.80
A128	A126	A128	288.00	80.00	125.40	250	5	1.30	40.90	0	1524.95	0	23.50	1.80
A129	A128	A129	144.00	40.00	17.80	160	5	0.40	49.70	1	1524.90	15	23.10	2.10
A130	A128	A130	144.00	40.00	124.10	250	5	0.30	20.40	0	1524.66	0	23.40	0.90
A131	A130	A131	144.00	40.00	18.70	250	5	0.10	20.40	0	1524.64	0	23.40	0.90
A134	A131	A134	144.00	40.00	132.70	200	5	1.10	31.80	0	1524.42	0	22.50	1.40
A136	A134	A136	144.00	40.00	33.80	200	5	0.30	31.80	0	1524.35	0	22.30	1.40
A137	A136	A137	144.00	40.00	149.00	200	5	1.20	31.80	0	1524.01	0	21.40	1.40
A139	A137	A139	144.00	40.00	92.30	200	5	0.80	31.80	0	1523.43	0	21.20	1.40
A141	A139	A141	144.00	40.00	60.80	200	5	0.50	31.80	0	1523.00	0	21.10	1.40
A145	A141	A145	144.00	40.00	97.40	200	5	0.80	31.80	0	1522.76	0	20.60	1.40
A148	A145	A148	144.00	40.00	48.80	200	5	0.40	31.80	0	1522.65	0	20.30	1.40
A149	A148	A149	144.00	40.00	93.50	200	5	0.80	31.80	0	1522.43	0	19.70	1.40
A150	A149	A150	144.00	40.00	120.70	200	5	1.00	31.80	0	1522.22	0	18.90	1.40
A154	A150	A154	144.00	40.00	194.60	200	5	1.60	31.80	1	1521.41	15	18.10	1.40
A157	A53	A157	144.00	40.00	31.70	250	5	0.10	20.40	0	1525.95	0	26.20	0.90
A158	A157	A158	144.00	40.00	179.70	250	5	0.50	20.40	0	1526.00	0	25.70	0.90
A164	A158	A164	144.00	40.00	101.40	250	5	0.30	20.40	0	1526.00	0	25.40	0.90
A172	A164	A172	144.00	40.00	251.20	250	5	0.70	20.40	0	1526.00	0	24.70	0.90
A176	A172	A176	144.00	40.00	176.10	200	5	1.50	31.80	0	1525.35	0	23.90	1.40
A182	A176	A182	144.00	40.00	26.30	200	5	0.20	31.80	0	1525.12	0	23.90	1.40
A183	A182	A183	144.00	40.00	82.90	200	5	0.70	31.80	0	1524.71	0	23.60	1.40
A184	A183	A184	144.00	40.00	87.00	200	5	0.70	31.80	0	1524.22	0	23.40	1.40
A185	A184	A185	144.00	40.00	14.00	200	5	0.10	31.80	1	1524.27	15	23.20	1.40
Tabla de presiones para el turno No. 8										8				
Presión en la fuente de abastecimiento										31 m				
Presión en la filtración										1.5 m				
Presión después de la filtración										29.5 m				
A2	A1	A2	1008.00	280.00	8.20	400	5	0.10	55.70	0	1526.00	0	29.40	2.40
A3	A2	A3	144.00	40.00	184.90	200	5	1.50	31.80	0	1526.00	0	27.90	1.40
A4	A3	A4	144.00	40.00	16.50	200	5	0.10	31.80	0	1526.00	0	27.80	1.40
A5	A4	A5	144.00	40.00	80.10	200	5	0.70	31.80	0	1526.00	0	27.10	1.40
A6	A5	A6	144.00	40.00	28.60	200	5	0.20	31.80	0	1526.00	0	26.90	1.40
A7	A6	A7	144.00	40.00	134.20	200	5	1.10	31.80	1	1526.00	15	25.70	1.40
A13	A2	A13	864.00	240.00	5.60	400	5	0.00	47.70	0	1526.00	0	29.40	2.10
A29	A13	A29	864.00	240.00	125.00	400	5	1.00	47.70	0	1526.00	0	28.40	2.10
A31	A29	A31	864.00	240.00	129.30	400	5	1.00	47.70	0	1525.95	0	27.40	2.10
A32	A31	A32	864.00	240.00	51.70	400	5	0.40	47.70	0	1526.00	0	27.00	2.10
A33	A32	A33	864.00	240.00	19.30	400	5	0.20	47.70	0	1526.00	0	26.80	2.10
A34	A33	A34	864.00	240.00	29.10	400	5	0.20	47.70	0	1526.00	0	26.60	2.10
A35	A34	A35	144.00	40.00	56.20	200	5	0.50	31.80	0	1526.00	0	26.10	1.40
A36	A35	A36	144.00	40.00	121.60	200	5	1.00	31.80	1	1526.00	15	25.10	1.40

Anexo 7

REVISIÓN HIDRÁULICA DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO CON EL MÉTODO POR TURNOS

WCADI Weizmain Irrigation Ltd														
Nodo	Nombre		Flujo	Flujo	Tramo	Diámetro	Clase	Pérdida de	Golpe de	Nodo en	Elevación	Presión	Presión	Velocidad
	De	A	m ³ hr ⁻¹	L s ⁻¹	m	mm		Carga	Ariete	Operación	m	Requerida	m	m s ⁻¹
								m	m	0-1		m		
A52	A34	A52	720.00	200.00	73.20	400	5	0.40	39.80	0	1526.00	0	26.20	1.70
A53	A52	A53	720.00	200.00	81.90	400	5	0.50	39.80	0	1525.88	0	25.90	1.70
A54	A53	A54	576.00	160.00	10.80	355	5	0.10	40.40	0	1525.83	0	25.80	1.70
A60	A54	A60	576.00	160.00	228.60	355	5	1.50	40.40	0	1524.94	0	25.20	1.70
A63	A60	A63	576.00	160.00	125.80	355	5	0.80	40.40	0	1525.25	0	24.10	1.70
A64	A63	A64	288.00	80.00	22.20	315	5	0.10	25.90	0	1525.26	0	24.00	1.10
A65	A64	A65	288.00	80.00	18.60	315	5	0.10	25.90	0	1525.26	0	23.90	1.10
A67	A65	A67	288.00	80.00	112.90	315	5	0.40	25.90	1	1525.00	15	23.80	1.10
A68	A67	A68	144.00	40.00	145.50	315	5	0.10	12.90	0	1525.42	0	23.30	0.60
A70	A68	A70	144.00	40.00	25.10	250	5	0.10	20.40	0	1525.25	0	23.40	0.90
A71	A70	A71	144.00	40.00	94.70	250	5	0.30	20.40	0	1525.11	0	23.30	0.90
A73	A71	A73	144.00	40.00	81.40	250	5	0.20	20.40	0	1524.93	0	23.20	0.90
A75	A73	A75	144.00	40.00	36.50	250	5	0.10	20.40	0	1524.85	0	23.20	0.90
A79	A75	A79	144.00	40.00	57.30	250	5	0.20	20.40	0	1524.68	0	23.20	0.90
A81	A79	A81	144.00	40.00	35.90	250	5	0.10	20.40	0	1524.58	0	23.20	0.90
A82	A81	A82	144.00	40.00	22.00	250	5	0.10	20.40	0	1524.52	0	23.20	0.90
A83	A82	A83	144.00	40.00	21.00	250	5	0.10	20.40	0	1524.48	0	23.20	0.90
A84	A83	A84	144.00	40.00	107.10	250	5	0.30	20.40	0	1524.36	0	23.00	0.90
A86	A84	A86	144.00	40.00	20.50	250	5	0.10	20.40	0	1524.35	0	23.00	0.90
A87	A86	A87	144.00	40.00	45.80	250	5	0.10	20.40	0	1524.30	0	22.90	0.90
A93	A87	A93	144.00	40.00	79.10	250	5	0.20	20.40	0	1524.12	0	22.80	0.90
A97	A93	A97	144.00	40.00	69.00	250	5	0.20	20.40	0	1524.09	0	22.70	0.90
A98	A97	A98	144.00	40.00	50.60	250	5	0.10	20.40	0	1524.05	0	22.60	0.90
A99	A98	A99	144.00	40.00	26.10	160	5	0.60	49.70	1	1524.07	15	21.90	2.10
A126	A63	A126	288.00	80.00	18.60	250	5	0.20	40.90	0	1525.21	0	23.90	1.80
A128	A126	A128	288.00	80.00	125.40	250	5	1.30	40.90	0	1524.95	0	22.90	1.80
A130	A128	A130	288.00	80.00	124.10	250	5	1.30	40.90	1	1524.66	15	22.00	1.80
A131	A130	A131	144.00	40.00	18.70	250	5	0.10	20.40	0	1524.64	0	21.90	0.90
A134	A131	A134	144.00	40.00	132.70	200	5	1.10	31.80	0	1524.42	0	21.10	1.40
A136	A134	A136	144.00	40.00	33.80	200	5	0.30	31.80	0	1524.35	0	20.90	1.40
A137	A136	A137	144.00	40.00	149.00	200	5	1.20	31.80	0	1524.01	0	20.00	1.40
A139	A137	A139	144.00	40.00	92.30	200	5	0.80	31.80	0	1523.43	0	19.80	1.40
A141	A139	A141	144.00	40.00	60.80	200	5	0.50	31.80	0	1523.00	0	19.70	1.40
A145	A141	A145	144.00	40.00	97.40	200	5	0.80	31.80	0	1522.76	0	19.20	1.40
A148	A145	A148	144.00	40.00	48.80	200	5	0.40	31.80	0	1522.65	0	18.90	1.40
A149	A148	A149	144.00	40.00	93.50	200	5	0.80	31.80	0	1522.43	0	18.30	1.40
A150	A149	A150	144.00	40.00	120.70	200	5	1.00	31.80	0	1522.22	0	17.50	1.40
A154	A150	A154	144.00	40.00	194.60	200	5	1.60	31.80	0	1521.41	0	16.70	1.40
A155	A154	A155	144.00	40.00	108.70	200	5	0.90	31.80	1	1521.50	15	15.70	1.40
A157	A53	A157	144.00	40.00	31.70	250	5	0.10	20.40	0	1525.95	0	25.70	0.90
A158	A157	A158	144.00	40.00	179.70	250	5	0.50	20.40	0	1526.00	0	25.20	0.90
A164	A158	A164	144.00	40.00	101.40	250	5	0.30	20.40	0	1526.00	0	24.90	0.90
A172	A164	A172	144.00	40.00	251.20	250	5	0.70	20.40	0	1526.00	0	24.20	0.90
A176	A172	A176	144.00	40.00	176.10	200	5	1.50	31.80	0	1525.35	0	23.40	1.40
A182	A176	A182	144.00	40.00	26.30	200	5	0.20	31.80	0	1525.12	0	23.40	1.40
A183	A182	A183	144.00	40.00	82.90	200	5	0.70	31.80	0	1524.71	0	23.10	1.40
A184	A183	A184	144.00	40.00	87.00	200	5	0.70	31.80	0	1524.22	0	22.90	1.40
A185	A184	A185	144.00	40.00	14.00	200	5	0.10	31.80	0	1524.27	0	22.70	1.40
A186	A185	A186	144.00	40.00	57.40	200	5	0.50	31.80	0	1524.31	0	22.20	1.40
A187	A186	A187	144.00	40.00	18.10	160	5	0.40	49.70	1	1524.24	15	21.80	2.10
Tabla de presiones para el turno No. 9											9			
Presión en la fuente de abastecimiento											31 m			
Presión en la filtración											1.5 m			
Presión después de la filtración											29.5 m			
A2	A1	A2	1008.00	280.00	8.20	400	5	0.10	55.70	0	1526.00	0	29.40	2.40
A3	A2	A3	144.00	40.00	184.90	200	5	1.50	31.80	0	1526.00	0	27.90	1.40
A4	A3	A4	144.00	40.00	16.50	200	5	0.10	31.80	0	1526.00	0	27.80	1.40
A5	A4	A5	144.00	40.00	80.10	200	5	0.70	31.80	0	1526.00	0	27.10	1.40
A6	A5	A6	144.00	40.00	28.60	200	5	0.20	31.80	0	1526.00	0	26.90	1.40
A7	A6	A7	144.00	40.00	134.20	200	5	1.10	31.80	0	1526.00	0	25.70	1.40
A8	A7	A8	144.00	40.00	117.80	160	5	2.90	49.70	1	1526.00	15	22.90	2.10
A13	A2	A13	864.00	240.00	5.60	400	5	0.00	47.70	0	1526.00	0	29.40	2.10
A29	A13	A29	864.00	240.00	125.00	400	5	1.00	47.70	0	1526.00	0	28.40	2.10
A31	A29	A31	864.00	240.00	129.30	400	5	1.00	47.70	0	1525.95	0	27.40	2.10
A32	A31	A32	864.00	240.00	51.70	400	5	0.40	47.70	0	1526.00	0	27.00	2.10
A33	A32	A33	864.00	240.00	19.30	400	5	0.20	47.70	0	1526.00	0	26.80	2.10
A34	A33	A34	864.00	240.00	29.10	400	5	0.20	47.70	0	1526.00	0	26.60	2.10
A35	A34	A35	144.00	40.00	56.20	200	5	0.50	31.80	0	1526.00	0	26.10	1.40
A36	A35	A36	144.00	40.00	121.60	200	5	1.00	31.80	0	1526.00	0	25.10	1.40
A37	A36	A37	144.00	40.00	147.10	200	5	1.20	31.80	1	1526.00	15	23.90	1.40
A52	A34	A52	720.00	200.00	73.20	400	5	0.40	39.80	0	1526.00	0	26.20	1.70
A53	A52	A53	720.00	200.00	81.90	400	5	0.50	39.80	0	1525.88	0	25.90	1.70
A54	A53	A54	576.00	160.00	10.80	355	5	0.10	40.40	0	1525.83	0	25.80	1.70
A60	A54	A60	576.00	160.00	228.60	355	5	1.50	40.40	0	1524.94	0	25.20	1.70
A63	A60	A63	576.00	160.00	125.80	355	5	0.80	40.40	0	1525.25	0	24.10	1.70

Anexo 7

9 de 21

REVISIÓN HIDRÁULICA DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO CON EL MÉTODO POR TURNOS

WCADI Weizmain Irrigation Ltd

Nodo	Nombre		Flujo	Flujo	Tramo	Diámetro	Clase	Pérdida de	Golpe de	Nodo en	Elevación	Presión	Presión	Velocidad
	De	A	m ³ hr ⁻¹	L s ⁻¹	m	mm		Carga m	Ariete m	Operación 0-1	m	Requerida m	m	m s ⁻¹
A64	A63	A64	288.00	80.00	22.20	315	5	0.10	25.90	0	1525.26	0	24.00	1.10
A65	A64	A65	288.00	80.00	18.60	315	5	0.10	25.90	0	1525.26	0	23.90	1.10
A67	A65	A67	288.00	80.00	112.90	315	5	0.40	25.90	0	1525.00	0	23.80	1.10
A68	A67	A68	288.00	80.00	145.50	315	5	0.50	25.90	0	1525.42	0	22.90	1.10
A69	A68	A69	144.00	40.00	25.90	160	5	0.60	49.70	1	1525.28	15	22.50	2.10
A70	A68	A70	144.00	40.00	25.10	250	5	0.10	20.40	0	1525.25	0	23.00	0.90
A71	A70	A71	144.00	40.00	94.70	250	5	0.30	20.40	0	1525.11	0	22.90	0.90
A73	A71	A73	144.00	40.00	81.40	250	5	0.20	20.40	0	1524.93	0	22.90	0.90
A75	A73	A75	144.00	40.00	36.50	250	5	0.10	20.40	0	1524.85	0	22.90	0.90
A79	A75	A79	144.00	40.00	57.30	250	5	0.20	20.40	0	1524.68	0	22.90	0.90
A81	A79	A81	144.00	40.00	35.90	250	5	0.10	20.40	0	1524.58	0	22.90	0.90
A82	A81	A82	144.00	40.00	22.00	250	5	0.10	20.40	0	1524.52	0	22.90	0.90
A83	A82	A83	144.00	40.00	21.00	250	5	0.10	20.40	0	1524.48	0	22.80	0.90
A84	A83	A84	144.00	40.00	107.10	250	5	0.30	20.40	0	1524.36	0	22.70	0.90
A86	A84	A86	144.00	40.00	20.50	250	5	0.10	20.40	0	1524.35	0	22.60	0.90
A87	A86	A87	144.00	40.00	45.80	250	5	0.10	20.40	0	1524.30	0	22.50	0.90
A93	A87	A93	144.00	40.00	79.10	250	5	0.20	20.40	0	1524.12	0	22.50	0.90
A97	A93	A97	144.00	40.00	69.00	250	5	0.20	20.40	0	1524.09	0	22.30	0.90
A98	A97	A98	144.00	40.00	50.60	250	5	0.10	20.40	0	1524.05	0	22.20	0.90
A100	A98	A100	144.00	40.00	12.10	250	5	0.00	20.40	0	1524.05	0	22.20	0.90
A101	A100	A101	144.00	40.00	22.60	250	5	0.10	20.40	0	1524.03	0	22.20	0.90
A102	A101	A102	144.00	40.00	152.70	160	5	3.70	49.70	1	1522.17	15	20.30	2.10
A126	A63	A126	288.00	80.00	18.60	250	5	0.20	40.90	0	1525.21	0	23.90	1.80
A128	A126	A128	288.00	80.00	125.40	250	5	1.30	40.90	0	1524.95	0	22.90	1.80
A130	A128	A130	288.00	80.00	124.10	250	5	1.30	40.90	0	1524.66	0	22.00	1.80
A131	A130	A131	288.00	80.00	18.70	250	5	0.20	40.90	0	1524.64	0	21.80	1.80
A132	A131	A132	144.00	40.00	25.20	160	5	0.60	49.70	1	1524.66	15	21.20	2.10
A134	A131	A134	144.00	40.00	132.70	200	5	1.10	31.80	0	1524.42	0	20.90	1.40
A136	A134	A136	144.00	40.00	33.80	200	5	0.30	31.80	0	1524.35	0	20.70	1.40
A137	A136	A137	144.00	40.00	149.00	200	5	1.20	31.80	0	1524.01	0	19.80	1.40
A139	A137	A139	144.00	40.00	92.30	200	5	0.80	31.80	0	1523.43	0	19.70	1.40
A141	A139	A141	144.00	40.00	60.80	200	5	0.50	31.80	0	1523.00	0	19.60	1.40
A145	A141	A145	144.00	40.00	97.40	200	5	0.80	31.80	0	1522.76	0	19.00	1.40
A148	A145	A148	144.00	40.00	48.80	200	5	0.40	31.80	0	1522.65	0	18.70	1.40
A149	A148	A149	144.00	40.00	93.50	200	5	0.80	31.80	0	1522.43	0	18.20	1.40
A150	A149	A150	144.00	40.00	120.70	200	5	1.00	31.80	0	1522.22	0	17.40	1.40
A154	A150	A154	144.00	40.00	194.60	200	5	1.60	31.80	0	1521.41	0	16.60	1.40
A155	A154	A155	144.00	40.00	108.70	200	5	0.90	31.80	0	1521.50	0	15.60	1.40
A156	A155	A156	144.00	40.00	115.00	200	5	1.00	31.80	1	1521.09	15	15.10	1.40
A157	A53	A157	144.00	40.00	31.70	250	5	0.10	20.40	0	1525.95	0	25.70	0.90
A158	A157	A158	144.00	40.00	179.70	250	5	0.50	20.40	0	1526.00	0	25.20	0.90
A164	A158	A164	144.00	40.00	101.40	250	5	0.30	20.40	0	1526.00	0	24.90	0.90
A172	A164	A172	144.00	40.00	251.20	250	5	0.70	20.40	0	1526.00	0	24.20	0.90
A176	A172	A176	144.00	40.00	176.10	200	5	1.50	31.80	0	1525.35	0	23.40	1.40
A182	A176	A182	144.00	40.00	26.30	200	5	0.20	31.80	0	1525.12	0	23.40	1.40
A183	A182	A183	144.00	40.00	82.90	200	5	0.70	31.80	0	1524.71	0	23.10	1.40
A184	A183	A184	144.00	40.00	87.00	200	5	0.70	31.80	0	1524.22	0	22.90	1.40
A185	A184	A185	144.00	40.00	14.00	200	5	0.10	31.80	0	1524.27	0	22.70	1.40
A186	A185	A186	144.00	40.00	57.40	200	5	0.50	31.80	0	1524.31	0	22.20	1.40
A187	A186	A187	144.00	40.00	18.10	160	5	0.40	49.70	0	1524.24	0	21.80	2.10
A188	A187	A188	144.00	40.00	14.30	160	5	0.40	49.70	1	1524.25	15	21.50	2.10
Tabla de presiones para el turno No. 10														
Presión en la fuente de abastecimiento										31 m				
Presión en la filtración										1.5 m				
Presión después de la filtración										29.5 m				
A2	A1	A2	1008.00	280.00	8.20	400	5	0.10	55.70	0	1526.00	0	29.40	2.40
A3	A2	A3	144.00	40.00	184.90	200	5	1.50	31.80	0	1526.00	0	27.90	1.40
A4	A3	A4	144.00	40.00	16.50	200	5	0.10	31.80	0	1526.00	0	27.80	1.40
A5	A4	A5	144.00	40.00	80.10	200	5	0.70	31.80	0	1526.00	0	27.10	1.40
A6	A5	A6	144.00	40.00	28.60	200	5	0.20	31.80	0	1526.00	0	26.90	1.40
A7	A6	A7	144.00	40.00	134.20	200	5	1.10	31.80	0	1526.00	0	25.70	1.40
A8	A7	A8	144.00	40.00	117.80	160	5	2.90	49.70	0	1526.00	0	22.90	2.10
A9	A8	A9	144.00	40.00	109.80	160	5	2.70	49.70	1	1526.00	15	20.20	2.10
A13	A2	A13	864.00	240.00	5.60	400	5	0.00	47.70	0	1526.00	0	29.40	2.10
A29	A13	A29	864.00	240.00	125.00	400	5	1.00	47.70	0	1526.00	0	28.40	2.10
A31	A29	A31	864.00	240.00	129.30	400	5	1.00	47.70	0	1525.95	0	27.40	2.10
A32	A31	A32	864.00	240.00	51.70	400	5	0.40	47.70	0	1526.00	0	27.00	2.10
A33	A32	A33	864.00	240.00	19.30	400	5	0.20	47.70	0	1526.00	0	26.80	2.10
A34	A33	A34	864.00	240.00	29.10	400	5	0.20	47.70	0	1526.00	0	26.60	2.10
A35	A34	A35	144.00	40.00	56.20	200	5	0.50	31.80	0	1526.00	0	26.10	1.40
A36	A35	A36	144.00	40.00	121.60	200	5	1.00	31.80	0	1526.00	0	25.10	1.40
A37	A36	A37	144.00	40.00	147.10	200	5	1.20	31.80	0	1526.00	0	23.90	1.40
A38	A37	A38	144.00	40.00	245.20	200	5	2.00	31.80	0	1525.47	0	22.40	1.40
A39	A38	A39	144.00	40.00	23.40	160	5	0.60	49.70	1	1525.45	15	21.90	2.10
A52	A34	A52	720.00	200.00	73.20	400	5	0.40	39.80	0	1526.00	0	26.20	1.70

Anexo 7

REVISIÓN HIDRÁULICA DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO CON EL MÉTODO POR TURNOS

WCADI Weizmain Irrigation Ltd

Nodo	Nombre		Flujo	Flujo	Tramo	Diámetro	Clase	Pérdida de	Golpe de	Nodo en	Elevación	Presión	Presión	Velocidad
	De	A	m ³ hr ⁻¹	L s ⁻¹	m	mm		Carga	Ariete	Operación	m	Requerida	m	m s ⁻¹
								m	m	0-1		m		
A53	A52	A53	720.00	200.00	81.90	400	5	0.50	39.80	0	1525.88	0	25.90	1.70
A54	A53	A54	432.00	120.00	10.80	355	5	0.00	30.30	0	1525.83	0	25.90	1.30
A60	A54	A60	432.00	120.00	228.60	355	5	0.90	30.30	0	1524.94	0	25.90	1.30
A63	A60	A63	432.00	120.00	125.80	355	5	0.50	30.30	0	1525.25	0	25.10	1.30
A64	A63	A64	288.00	80.00	22.20	315	5	0.10	25.90	0	1525.26	0	25.00	1.10
A65	A64	A65	288.00	80.00	18.60	315	5	0.10	25.90	0	1525.26	0	24.90	1.10
A67	A65	A67	288.00	80.00	112.90	315	5	0.40	25.90	0	1525.00	0	24.80	1.10
A68	A67	A68	288.00	80.00	145.50	315	5	0.50	25.90	0	1525.42	0	23.90	1.10
A70	A68	A70	288.00	80.00	25.10	250	5	0.30	40.90	1	1525.25	15	23.90	1.80
A71	A70	A71	144.00	40.00	94.70	250	5	0.30	20.40	0	1525.11	0	23.70	0.90
A73	A71	A73	144.00	40.00	81.40	250	5	0.20	20.40	0	1524.93	0	23.70	0.90
A75	A73	A75	144.00	40.00	36.50	250	5	0.10	20.40	0	1524.85	0	23.70	0.90
A79	A75	A79	144.00	40.00	57.30	250	5	0.20	20.40	0	1524.68	0	23.70	0.90
A81	A79	A81	144.00	40.00	35.90	250	5	0.10	20.40	0	1524.58	0	23.70	0.90
A82	A81	A82	144.00	40.00	22.00	250	5	0.10	20.40	0	1524.52	0	23.70	0.90
A83	A82	A83	144.00	40.00	21.00	250	5	0.10	20.40	0	1524.48	0	23.70	0.90
A84	A83	A84	144.00	40.00	107.10	250	5	0.30	20.40	0	1524.36	0	23.50	0.90
A86	A84	A86	144.00	40.00	20.50	250	5	0.10	20.40	0	1524.35	0	23.40	0.90
A87	A86	A87	144.00	40.00	45.80	250	5	0.10	20.40	0	1524.30	0	23.40	0.90
A93	A87	A93	144.00	40.00	79.10	250	5	0.20	20.40	0	1524.12	0	23.30	0.90
A97	A93	A97	144.00	40.00	69.00	250	5	0.20	20.40	0	1524.09	0	23.20	0.90
A98	A97	A98	144.00	40.00	50.60	250	5	0.10	20.40	0	1524.05	0	23.10	0.90
A100	A98	A100	144.00	40.00	12.10	250	5	0.00	20.40	0	1524.05	0	23.00	0.90
A101	A100	A101	144.00	40.00	22.60	250	5	0.10	20.40	0	1524.03	0	23.00	0.90
A102	A101	A102	144.00	40.00	152.70	160	5	3.70	49.70	0	1522.17	0	21.10	2.10
A103	A102	A103	144.00	40.00	19.60	160	5	0.50	49.70	1	1522.18	15	20.60	2.10
A126	A63	A126	144.00	40.00	18.60	250	5	0.10	20.40	0	1525.21	0	25.10	0.90
A128	A126	A128	144.00	40.00	125.40	250	5	0.30	20.40	0	1524.95	0	25.00	0.90
A130	A128	A130	144.00	40.00	124.10	250	5	0.30	20.40	0	1524.66	0	24.90	0.90
A131	A130	A131	144.00	40.00	18.70	250	5	0.10	20.40	0	1524.64	0	24.90	0.90
A133	A131	A133	144.00	40.00	143.60	160	5	3.50	49.70	1	1524.73	15	21.30	2.10
A157	A53	A157	288.00	80.00	31.70	250	5	0.30	40.90	0	1525.95	0	25.50	1.80
A158	A157	A158	288.00	80.00	179.70	250	5	1.80	40.90	0	1526.00	0	23.60	1.80
A159	A158	A159	144.00	40.00	8.70	160	5	0.20	49.70	1	1526.00	15	23.40	2.10
A164	A158	A164	144.00	40.00	101.40	250	5	0.30	20.40	0	1526.00	0	23.30	0.90
A172	A164	A172	144.00	40.00	251.20	250	5	0.70	20.40	0	1526.00	0	22.60	0.90
A176	A172	A176	144.00	40.00	176.10	200	5	1.50	31.80	0	1525.35	0	21.80	1.40
A182	A176	A182	144.00	40.00	26.30	200	5	0.20	31.80	0	1525.12	0	21.80	1.40
A183	A182	A183	144.00	40.00	82.90	200	5	0.70	31.80	0	1524.71	0	21.60	1.40
A184	A183	A184	144.00	40.00	87.00	200	5	0.70	31.80	0	1524.22	0	21.30	1.40
A185	A184	A185	144.00	40.00	14.00	200	5	0.10	31.80	0	1524.27	0	21.20	1.40
A186	A185	A186	144.00	40.00	57.40	200	5	0.50	31.80	0	1524.31	0	20.70	1.40
A189	A186	A189	144.00	40.00	76.80	200	5	0.60	31.80	1	1524.31	15	20.00	1.40
Tabla de presiones para el turno No. 11														
Presión en la fuente de abastecimiento											31 m			
Presión en la filtración											1.5 m			
Presión después de la filtración											29.5 m			
A2	A1	A2	1008.00	280.00	8.20	400	5	0.10	55.70	0	1526.00	0	29.40	2.40
A3	A2	A3	144.00	40.00	184.90	200	5	1.50	31.80	0	1526.00	0	27.90	1.40
A4	A3	A4	144.00	40.00	16.50	200	5	0.10	31.80	0	1526.00	0	27.80	1.40
A5	A4	A5	144.00	40.00	80.10	200	5	0.70	31.80	0	1526.00	0	27.10	1.40
A6	A5	A6	144.00	40.00	28.60	200	5	0.20	31.80	0	1526.00	0	26.90	1.40
A7	A6	A7	144.00	40.00	134.20	200	5	1.10	31.80	0	1526.00	0	25.70	1.40
A8	A7	A8	144.00	40.00	117.80	160	5	2.90	49.70	0	1526.00	0	22.90	2.10
A9	A8	A9	144.00	40.00	109.80	160	5	2.70	49.70	0	1526.00	0	20.20	2.10
A10	A9	A10	144.00	40.00	109.30	160	5	2.70	49.70	0	1525.67	0	17.80	2.10
A11	A10	A11	144.00	40.00	31.10	160	5	0.80	49.70	1	1525.27	15	17.50	2.10
A13	A2	A13	864.00	240.00	5.60	400	5	0.00	47.70	0	1526.00	0	29.40	2.10
A29	A13	A29	864.00	240.00	125.00	400	5	1.00	47.70	0	1526.00	0	28.40	2.10
A31	A29	A31	864.00	240.00	129.30	400	5	1.00	47.70	0	1525.95	0	27.40	2.10
A32	A31	A32	864.00	240.00	51.70	400	5	0.40	47.70	0	1526.00	0	27.00	2.10
A33	A32	A33	864.00	240.00	19.30	400	5	0.20	47.70	0	1526.00	0	26.80	2.10
A34	A33	A34	864.00	240.00	29.10	400	5	0.20	47.70	0	1526.00	0	26.60	2.10
A35	A34	A35	144.00	40.00	56.20	200	5	0.50	31.80	0	1526.00	0	26.10	1.40
A36	A35	A36	144.00	40.00	121.60	200	5	1.00	31.80	0	1526.00	0	25.10	1.40
A37	A36	A37	144.00	40.00	147.10	200	5	1.20	31.80	0	1526.00	0	23.90	1.40
A38	A37	A38	144.00	40.00	245.20	200	5	2.00	31.80	0	1525.47	0	22.40	1.40
A39	A38	A39	144.00	40.00	23.40	160	5	0.60	49.70	0	1525.45	0	21.90	2.10
A40	A39	A40	144.00	40.00	75.20	160	5	1.80	49.70	0	1525.23	0	20.20	2.10
A41	A40	A41	144.00	40.00	43.10	160	5	1.10	49.70	0	1525.40	0	19.00	2.10
A42	A41	A42	144.00	40.00	17.30	160	5	0.40	49.70	1	1525.13	15	18.90	2.10
A52	A34	A52	720.00	200.00	73.20	400	5	0.40	39.80	0	1526.00	0	26.20	1.70
A53	A52	A53	720.00	200.00	81.90	400	5	0.50	39.80	0	1525.88	0	25.90	1.70
A54	A53	A54	432.00	120.00	10.80	355	5	0.00	30.30	0	1525.83	0	25.90	1.30
A60	A54	A60	432.00	120.00	228.60	355	5	0.90	30.30	0	1524.94	0	25.90	1.30

Anexo 7

REVISIÓN HIDRÁULICA DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO CON EL MÉTODO POR TURNOS

WCADI Weizmain Irrigation Ltd

Nodo	Nombre		Flujo	Flujo	Tramo	Diámetro	Clase	Pérdida de	Golpe de	Nodo en	Elevación	Presión	Presión	Velocidad
	De	A	m ³ hr ⁻¹	L s ⁻¹	m	mm		Carga	Ariete	Operación	m	Requerida	m	m s ⁻¹
								m	m	0 -1		m		
A63	A60	A63	432.00	120.00	125.80	355	5	0.50	30.30	0	1525.25	0	25.10	1.30
A64	A63	A64	288.00	80.00	22.20	315	5	0.10	25.90	0	1525.26	0	25.00	1.10
A65	A64	A65	288.00	80.00	18.60	315	5	0.10	25.90	0	1525.26	0	24.90	1.10
A67	A65	A67	288.00	80.00	112.90	315	5	0.40	25.90	0	1525.00	0	24.80	1.10
A68	A67	A68	288.00	80.00	145.50	315	5	0.50	25.90	0	1525.42	0	23.90	1.10
A70	A68	A70	288.00	80.00	25.10	250	5	0.30	40.90	0	1525.25	0	23.90	1.80
A71	A70	A71	288.00	80.00	94.70	250	5	1.00	40.90	1	1525.11	15	23.00	1.80
A73	A71	A73	144.00	40.00	81.40	250	5	0.20	20.40	0	1524.93	0	23.00	0.90
A75	A73	A75	144.00	40.00	36.50	250	5	0.10	20.40	0	1524.85	0	23.00	0.90
A79	A75	A79	144.00	40.00	57.30	250	5	0.20	20.40	0	1524.68	0	23.00	0.90
A81	A79	A81	144.00	40.00	35.90	250	5	0.10	20.40	0	1524.58	0	23.00	0.90
A82	A81	A82	144.00	40.00	22.00	250	5	0.10	20.40	0	1524.52	0	23.00	0.90
A83	A82	A83	144.00	40.00	21.00	250	5	0.10	20.40	0	1524.48	0	23.00	0.90
A84	A83	A84	144.00	40.00	107.10	250	5	0.30	20.40	0	1524.36	0	22.80	0.90
A86	A84	A86	144.00	40.00	20.50	250	5	0.10	20.40	0	1524.35	0	22.70	0.90
A87	A86	A87	144.00	40.00	45.80	250	5	0.10	20.40	0	1524.30	0	22.70	0.90
A93	A87	A93	144.00	40.00	79.10	250	5	0.20	20.40	0	1524.12	0	22.60	0.90
A97	A93	A97	144.00	40.00	69.00	250	5	0.20	20.40	0	1524.09	0	22.50	0.90
A98	A97	A98	144.00	40.00	50.60	250	5	0.10	20.40	0	1524.05	0	22.40	0.90
A100	A98	A100	144.00	40.00	12.10	250	5	0.00	20.40	0	1524.05	0	22.30	0.90
A101	A100	A101	144.00	40.00	22.60	250	5	0.10	20.40	0	1524.03	0	22.30	0.90
A104	A101	A104	144.00	40.00	22.60	250	5	0.10	20.40	1	1524.01	15	22.20	0.90
A126	A63	A126	144.00	40.00	18.60	250	5	0.10	20.40	0	1525.21	0	25.10	0.90
A128	A126	A128	144.00	40.00	125.40	250	5	0.30	20.40	0	1524.95	0	25.00	0.90
A130	A128	A130	144.00	40.00	124.10	250	5	0.30	20.40	0	1524.66	0	24.90	0.90
A131	A130	A131	144.00	40.00	18.70	250	5	0.10	20.40	0	1524.64	0	24.90	0.90
A134	A131	A134	144.00	40.00	132.70	200	5	1.10	31.80	1	1524.42	15	24.00	1.40
A157	A53	A157	288.00	80.00	31.70	250	5	0.30	40.90	0	1525.95	0	25.50	1.80
A158	A157	A158	288.00	80.00	179.70	250	5	1.80	40.90	0	1526.00	0	23.60	1.80
A159	A158	A159	144.00	40.00	8.70	160	5	0.20	49.70	0	1526.00	0	23.40	2.10
A160	A159	A160	144.00	40.00	86.40	160	5	2.10	49.70	0	1525.57	0	21.70	2.10
A161	A160	A161	144.00	40.00	130.90	160	5	3.20	49.70	0	1525.00	0	19.10	2.10
A162	A161	A162	144.00	40.00	68.20	160	5	1.70	49.70	1	1524.85	15	17.60	2.10
A164	A158	A164	144.00	40.00	101.40	250	5	0.30	20.40	0	1526.00	0	23.30	0.90
A172	A164	A172	144.00	40.00	251.20	250	5	0.70	20.40	0	1526.00	0	22.60	0.90
A176	A172	A176	144.00	40.00	176.10	200	5	1.50	31.80	0	1525.35	0	21.80	1.40
A182	A176	A182	144.00	40.00	26.30	200	5	0.20	31.80	0	1525.12	0	21.80	1.40
A183	A182	A183	144.00	40.00	82.90	200	5	0.70	31.80	0	1524.71	0	21.60	1.40
A184	A183	A184	144.00	40.00	87.00	200	5	0.70	31.80	0	1524.22	0	21.30	1.40
A185	A184	A185	144.00	40.00	14.00	200	5	0.10	31.80	0	1524.27	0	21.20	1.40
A186	A185	A186	144.00	40.00	57.40	200	5	0.50	31.80	0	1524.31	0	20.70	1.40
A189	A186	A189	144.00	40.00	76.80	200	5	0.60	31.80	0	1524.31	0	20.00	1.40
A190	A189	A190	144.00	40.00	74.60	200	5	0.60	31.80	1	1524.16	15	19.60	1.40

Tabla de presiones para el turno No. 12
 Presión en la fuente de abastecimiento 31 m
 Presión en la filtración 1.5 m
 Presión después de la filtración 29.5 m

A2	A1	A2	1008.00	280.00	8.20	400	5	0.10	55.70	0	1526.00	0	29.40	2.40
A3	A2	A3	144.00	40.00	184.90	200	5	1.50	31.80	0	1526.00	0	27.90	1.40
A4	A3	A4	144.00	40.00	16.50	200	5	0.10	31.80	0	1526.00	0	27.80	1.40
A5	A4	A5	144.00	40.00	80.10	200	5	0.70	31.80	0	1526.00	0	27.10	1.40
A6	A5	A6	144.00	40.00	28.60	200	5	0.20	31.80	0	1526.00	0	26.90	1.40
A7	A6	A7	144.00	40.00	134.20	200	5	1.10	31.80	0	1526.00	0	25.70	1.40
A8	A7	A8	144.00	40.00	117.80	160	5	2.90	49.70	0	1526.00	0	22.90	2.10
A9	A8	A9	144.00	40.00	109.80	160	5	2.70	49.70	0	1526.00	0	20.20	2.10
A10	A9	A10	144.00	40.00	109.30	160	5	2.70	49.70	0	1525.67	0	17.80	2.10
A11	A10	A11	144.00	40.00	31.10	160	5	0.80	49.70	0	1525.27	0	17.50	2.10
A12	A11	A12	144.00	40.00	65.80	160	5	1.60	49.70	1	1523.25	15	17.90	2.10
A13	A2	A13	864.00	240.00	5.60	400	5	0.00	47.70	0	1526.00	0	29.40	2.10
A29	A13	A29	864.00	240.00	125.00	400	5	1.00	47.70	0	1526.00	0	28.40	2.10
A31	A29	A31	864.00	240.00	129.30	400	5	1.00	47.70	0	1525.95	0	27.40	2.10
A32	A31	A32	864.00	240.00	51.70	400	5	0.40	47.70	0	1526.00	0	27.00	2.10
A33	A32	A33	864.00	240.00	19.30	400	5	0.20	47.70	0	1526.00	0	26.80	2.10
A34	A33	A34	864.00	240.00	29.10	400	5	0.20	47.70	0	1526.00	0	26.60	2.10
A35	A34	A35	144.00	40.00	56.20	200	5	0.50	31.80	0	1526.00	0	26.10	1.40
A36	A35	A36	144.00	40.00	121.60	200	5	1.00	31.80	0	1526.00	0	25.10	1.40
A37	A36	A37	144.00	40.00	147.10	200	5	1.20	31.80	0	1526.00	0	23.90	1.40
A38	A37	A38	144.00	40.00	245.20	200	5	2.00	31.80	0	1525.47	0	22.40	1.40
A43	A38	A43	144.00	40.00	143.90	200	5	1.20	31.80	0	1524.98	0	21.70	1.40
A44	A43	A44	144.00	40.00	21.30	200	5	0.20	31.80	1	1524.97	15	21.60	1.40
A52	A34	A52	720.00	200.00	73.20	400	5	0.40	39.80	0	1526.00	0	26.20	1.70
A53	A52	A53	720.00	200.00	81.90	400	5	0.50	39.80	0	1525.88	0	25.90	1.70
A54	A53	A54	432.00	120.00	10.80	355	5	0.00	30.30	0	1525.83	0	25.90	1.30
A60	A54	A60	432.00	120.00	228.60	355	5	0.90	30.30	0	1524.94	0	25.90	1.30
A63	A60	A63	432.00	120.00	125.80	355	5	0.50	30.30	0	1525.25	0	25.10	1.30

Anexo 7

REVISIÓN HIDRÁULICA DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO CON EL MÉTODO POR TURNOS

WCADI Weizmain Irrigation Ltd

Nodo	Nombre		Flujo	Flujo	Tramo	Diámetro	Clase	Pérdida de	Golpe de	Nodo en	Elevación	Presión	Presión	Velocidad
	De	A	m ³ hr ⁻¹	L s ⁻¹	m	mm		Carga	Ariete	Operación	m	Requerida	m	m s ⁻¹
								m	m	0 -1		m		
A64	A63	A64	288.00	80.00	22.20	315	5	0.10	25.90	0	1525.26	0	25.00	1.10
A65	A64	A65	288.00	80.00	18.60	315	5	0.10	25.90	0	1525.26	0	24.90	1.10
A67	A65	A67	288.00	80.00	112.90	315	5	0.40	25.90	0	1525.00	0	24.80	1.10
A68	A67	A68	288.00	80.00	145.50	315	5	0.50	25.90	0	1525.42	0	23.90	1.10
A70	A68	A70	288.00	80.00	25.10	250	5	0.30	40.90	0	1525.25	0	23.90	1.80
A71	A70	A71	288.00	80.00	94.70	250	5	1.00	40.90	0	1525.11	0	23.00	1.80
A72	A71	A72	144.00	40.00	24.20	160	5	0.60	49.70	1	1525.00	15	22.60	2.10
A73	A71	A73	144.00	40.00	81.40	250	5	0.20	20.40	0	1524.93	0	23.00	0.90
A75	A73	A75	144.00	40.00	36.50	250	5	0.10	20.40	0	1524.85	0	23.00	0.90
A79	A75	A79	144.00	40.00	57.30	250	5	0.20	20.40	0	1524.68	0	23.00	0.90
A81	A79	A81	144.00	40.00	35.90	250	5	0.10	20.40	0	1524.58	0	23.00	0.90
A82	A81	A82	144.00	40.00	22.00	250	5	0.10	20.40	0	1524.52	0	23.00	0.90
A83	A82	A83	144.00	40.00	21.00	250	5	0.10	20.40	0	1524.48	0	23.00	0.90
A84	A83	A84	144.00	40.00	107.10	250	5	0.30	20.40	0	1524.36	0	22.80	0.90
A86	A84	A86	144.00	40.00	20.50	250	5	0.10	20.40	0	1524.35	0	22.70	0.90
A87	A86	A87	144.00	40.00	45.80	250	5	0.10	20.40	0	1524.30	0	22.70	0.90
A93	A87	A93	144.00	40.00	79.10	250	5	0.20	20.40	0	1524.12	0	22.60	0.90
A97	A93	A97	144.00	40.00	69.00	250	5	0.20	20.40	0	1524.09	0	22.50	0.90
A98	A97	A98	144.00	40.00	50.60	250	5	0.10	20.40	0	1524.05	0	22.40	0.90
A100	A98	A100	144.00	40.00	12.10	250	5	0.00	20.40	0	1524.05	0	22.30	0.90
A101	A100	A101	144.00	40.00	22.60	250	5	0.10	20.40	0	1524.03	0	22.30	0.90
A104	A101	A104	144.00	40.00	22.60	250	5	0.10	20.40	0	1524.01	0	22.20	0.90
A105	A104	A105	144.00	40.00	79.80	250	5	0.20	20.40	0	1523.78	0	22.20	0.90
A106	A105	A106	144.00	40.00	53.30	250	5	0.10	20.40	0	1523.44	0	22.40	0.90
A107	A106	A107	144.00	40.00	85.50	250	5	0.20	20.40	1	1522.95	15	22.70	0.90
A126	A63	A126	144.00	40.00	18.60	250	5	0.10	20.40	0	1525.21	0	25.10	0.90
A128	A126	A128	144.00	40.00	125.40	250	5	0.30	20.40	0	1524.95	0	25.00	0.90
A130	A128	A130	144.00	40.00	124.10	250	5	0.30	20.40	0	1524.66	0	24.90	0.90
A131	A130	A131	144.00	40.00	18.70	250	5	0.10	20.40	0	1524.64	0	24.90	0.90
A134	A131	A134	144.00	40.00	132.70	200	5	1.10	31.80	0	1524.42	0	24.00	1.40
A135	A134	A135	144.00	40.00	28.10	160	5	0.70	49.70	1	1524.36	15	23.40	2.10
A157	A53	A157	288.00	80.00	31.70	250	5	0.30	40.90	0	1525.95	0	25.50	1.80
A158	A157	A158	288.00	80.00	179.70	250	5	1.80	40.90	0	1526.00	0	23.60	1.80
A159	A158	A159	144.00	40.00	8.70	160	5	0.20	49.70	0	1526.00	0	23.40	2.10
A160	A159	A160	144.00	40.00	86.40	160	5	2.10	49.70	0	1525.57	0	21.70	2.10
A161	A160	A161	144.00	40.00	130.90	160	5	3.20	49.70	0	1525.00	0	19.10	2.10
A162	A161	A162	144.00	40.00	68.20	160	5	1.70	49.70	0	1524.85	0	17.60	2.10
A163	A162	A163	144.00	40.00	17.50	160	5	0.40	49.70	1	1524.74	15	17.20	2.10
A164	A158	A164	144.00	40.00	101.40	250	5	0.30	20.40	0	1526.00	0	23.30	0.90
A172	A164	A172	144.00	40.00	251.20	250	5	0.70	20.40	0	1526.00	0	22.60	0.90
A176	A172	A176	144.00	40.00	176.10	200	5	1.50	31.80	0	1525.35	0	21.80	1.40
A182	A176	A182	144.00	40.00	26.30	200	5	0.20	31.80	0	1525.12	0	21.80	1.40
A183	A182	A183	144.00	40.00	82.90	200	5	0.70	31.80	0	1524.71	0	21.60	1.40
A184	A183	A184	144.00	40.00	87.00	200	5	0.70	31.80	0	1524.22	0	21.30	1.40
A185	A184	A185	144.00	40.00	14.00	200	5	0.10	31.80	0	1524.27	0	21.20	1.40
A186	A185	A186	144.00	40.00	57.40	200	5	0.50	31.80	0	1524.31	0	20.70	1.40
A189	A186	A189	144.00	40.00	76.80	200	5	0.60	31.80	0	1524.31	0	20.00	1.40
A190	A189	A190	144.00	40.00	74.60	200	5	0.60	31.80	0	1524.16	0	19.60	1.40
A191	A190	A191	144.00	40.00	18.70	200	5	0.20	31.80	0	1524.13	0	19.40	1.40
A192	A191	A192	144.00	40.00	22.20	160	5	0.50	49.70	1	1524.11	15	18.90	2.10
Tabla de presiones para el turno No. 13														
Presión en la fuente de abastecimiento											31 m			
Presión en la filtración											1.5 m			
Presión después de la filtración											29.5 m			
A2	A1	A2	1008.00	280.00	8.20	400	5	0.10	55.70	0	1526.00	0	29.40	2.40
A13	A2	A13	1008.00	280.00	5.60	400	5	0.10	55.70	0	1526.00	0	29.40	2.40
A14	A13	A14	144.00	40.00	4.90	200	5	0.00	31.80	1	1526.00	15	29.30	1.40
A29	A13	A29	864.00	240.00	125.00	400	5	1.00	47.70	0	1526.00	0	28.40	2.10
A31	A29	A31	864.00	240.00	129.30	400	5	1.00	47.70	0	1525.95	0	27.40	2.10
A32	A31	A32	864.00	240.00	51.70	400	5	0.40	47.70	0	1526.00	0	27.00	2.10
A33	A32	A33	864.00	240.00	19.30	400	5	0.20	47.70	0	1526.00	0	26.80	2.10
A34	A33	A34	864.00	240.00	29.10	400	5	0.20	47.70	0	1526.00	0	26.60	2.10
A35	A34	A35	144.00	40.00	56.20	200	5	0.50	31.80	0	1526.00	0	26.10	1.40
A36	A35	A36	144.00	40.00	121.60	200	5	1.00	31.80	0	1526.00	0	25.10	1.40
A37	A36	A37	144.00	40.00	147.10	200	5	1.20	31.80	0	1526.00	0	23.90	1.40
A38	A37	A38	144.00	40.00	245.20	200	5	2.00	31.80	0	1525.47	0	22.40	1.40
A43	A38	A43	144.00	40.00	143.90	200	5	1.20	31.80	0	1524.98	0	21.70	1.40
A44	A43	A44	144.00	40.00	21.30	200	5	0.20	31.80	0	1524.97	0	21.50	1.40
A45	A44	A45	144.00	40.00	84.30	200	5	0.70	31.80	1	1524.83	15	21.00	1.40
A52	A34	A52	720.00	200.00	73.20	400	5	0.40	39.80	0	1526.00	0	26.20	1.70
A53	A52	A53	720.00	200.00	81.90	400	5	0.50	39.80	0	1525.88	0	25.80	1.70
A54	A53	A54	432.00	120.00	10.80	355	5	0.00	30.30	0	1525.83	0	25.90	1.30
A60	A54	A60	432.00	120.00	228.60	355	5	0.90	30.30	0	1524.94	0	25.90	1.30
A63	A60	A63	432.00	120.00	125.80	355	5	0.50	30.30	0	1525.25	0	25.10	1.30
A64	A63	A64	288.00	80.00	22.20	315	5	0.10	25.90	0	1525.26	0	25.00	1.10

Anexo 7

REVISIÓN HIDRÁULICA DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO CON EL MÉTODO POR TURNOS

WCADI Weizmain Irrigation Ltd

Nodo	Nombre		Flujo	Flujo	Tramo	Diámetro	Clase	Pérdida de	Golpe de	Nodo en	Elevación	Presión	Presión	Velocidad
	De	A	m ³ hr ⁻¹	L s ⁻¹	m	mm		Carga	Ariete	Operación	m	Requerida	m	m s ⁻¹
								m	m	0-1		m		
A65	A64	A65	288.00	80.00	18.60	315	5	0.10	25.90	0	1525.26	0	24.90	1.10
A67	A65	A67	288.00	80.00	112.90	315	5	0.40	25.90	0	1525.00	0	24.80	1.10
A68	A67	A68	288.00	80.00	145.50	315	5	0.50	25.90	0	1525.42	0	23.90	1.10
A70	A68	A70	288.00	80.00	25.10	250	5	0.30	40.90	0	1525.25	0	23.80	1.80
A71	A70	A71	288.00	80.00	94.70	250	5	1.00	40.90	0	1525.11	0	23.00	1.80
A73	A71	A73	288.00	80.00	81.40	250	5	0.80	40.90	0	1524.93	0	22.40	1.80
A74	A73	A74	144.00	40.00	25.50	160	5	0.60	49.70	1	1524.88	15	21.80	2.10
A75	A73	A75	144.00	40.00	36.50	250	5	0.10	20.40	0	1524.85	0	22.40	0.90
A79	A75	A79	144.00	40.00	57.30	250	5	0.20	20.40	0	1524.68	0	22.40	0.90
A81	A79	A81	144.00	40.00	35.90	250	5	0.10	20.40	0	1524.58	0	22.40	0.90
A82	A81	A82	144.00	40.00	22.00	250	5	0.10	20.40	0	1524.52	0	22.40	0.90
A83	A82	A83	144.00	40.00	21.00	250	5	0.10	20.40	0	1524.48	0	22.40	0.90
A84	A83	A84	144.00	40.00	107.10	250	5	0.30	20.40	0	1524.36	0	22.20	0.90
A86	A84	A86	144.00	40.00	20.50	250	5	0.10	20.40	0	1524.35	0	22.10	0.90
A87	A86	A87	144.00	40.00	45.80	250	5	0.10	20.40	0	1524.30	0	22.10	0.90
A93	A87	A93	144.00	40.00	79.10	250	5	0.20	20.40	0	1524.12	0	22.00	0.90
A97	A93	A97	144.00	40.00	69.00	250	5	0.20	20.40	0	1524.09	0	21.90	0.90
A98	A97	A98	144.00	40.00	50.60	250	5	0.10	20.40	0	1524.05	0	21.80	0.90
A100	A98	A100	144.00	40.00	12.10	250	5	0.00	20.40	0	1524.05	0	21.70	0.90
A101	A100	A101	144.00	40.00	22.60	250	5	0.10	20.40	0	1524.03	0	21.70	0.90
A104	A101	A104	144.00	40.00	22.60	250	5	0.10	20.40	0	1524.01	0	21.60	0.90
A105	A104	A105	144.00	40.00	79.80	250	5	0.20	20.40	0	1523.78	0	21.60	0.90
A106	A105	A106	144.00	40.00	53.30	250	5	0.10	20.40	0	1523.44	0	21.80	0.90
A107	A106	A107	144.00	40.00	85.50	250	5	0.20	20.40	0	1522.95	0	22.10	0.90
A108	A107	A108	144.00	40.00	16.30	200	5	0.10	31.80	1	1522.79	15	22.10	1.40
A126	A63	A126	144.00	40.00	18.60	250	5	0.10	20.40	0	1525.21	0	25.10	0.90
A128	A126	A128	144.00	40.00	125.40	250	5	0.30	20.40	0	1524.95	0	25.00	0.90
A130	A128	A130	144.00	40.00	124.10	250	5	0.30	20.40	0	1524.66	0	24.90	0.90
A131	A130	A131	144.00	40.00	18.70	250	5	0.10	20.40	0	1524.64	0	24.90	0.90
A134	A131	A134	144.00	40.00	132.70	200	5	1.10	31.80	0	1524.42	0	24.00	1.40
A136	A134	A136	144.00	40.00	33.80	200	5	0.30	31.80	0	1524.35	0	23.80	1.40
A137	A136	A137	144.00	40.00	149.00	200	5	1.20	31.80	0	1524.01	0	22.90	1.40
A138	A137	A138	144.00	40.00	27.00	160	5	0.70	49.70	1	1524.00	15	22.30	2.10
A157	A53	A157	288.00	80.00	31.70	250	5	0.30	40.90	0	1525.95	0	25.50	1.80
A158	A157	A158	288.00	80.00	179.70	250	5	1.80	40.90	0	1526.00	0	23.60	1.80
A164	A158	A164	288.00	80.00	101.40	250	5	1.00	40.90	0	1526.00	0	22.60	1.80
A165	A164	A165	144.00	40.00	4.60	160	5	0.10	49.70	1	1526.00	15	22.50	2.10
A172	A164	A172	144.00	40.00	251.20	250	5	0.70	20.40	0	1526.00	0	21.90	0.90
A176	A172	A176	144.00	40.00	176.10	200	5	1.50	31.80	0	1525.35	0	21.10	1.40
A182	A176	A182	144.00	40.00	26.30	200	5	0.20	31.80	0	1525.12	0	21.10	1.40
A183	A182	A183	144.00	40.00	82.90	200	5	0.70	31.80	0	1524.71	0	20.80	1.40
A184	A183	A184	144.00	40.00	87.00	200	5	0.70	31.80	0	1524.22	0	20.60	1.40
A185	A184	A185	144.00	40.00	14.00	200	5	0.10	31.80	0	1524.27	0	20.40	1.40
A186	A185	A186	144.00	40.00	57.40	200	5	0.50	31.80	0	1524.31	0	19.90	1.40
A189	A186	A189	144.00	40.00	76.80	200	5	0.60	31.80	0	1524.31	0	19.30	1.40
A190	A189	A190	144.00	40.00	74.60	200	5	0.60	31.80	0	1524.16	0	18.80	1.40
A191	A190	A191	144.00	40.00	18.70	200	5	0.20	31.80	0	1524.13	0	18.70	1.40
A193	A191	A193	144.00	40.00	89.80	160	5	2.20	49.70	1	1524.00	15	16.60	2.10
Tabla de presiones para el turno No. 14														
Presión en la fuente de abastecimiento											31 m			
Presión en la filtración											1.5 m			
Presión después de la filtración											29.5 m			
A2	A1	A2	1008.00	280.00	8.20	400	5	0.10	55.70	0	1526.00	0	29.40	2.40
A13	A2	A13	1008.00	280.00	5.60	400	5	0.10	55.70	0	1526.00	0	29.40	2.40
A14	A13	A14	144.00	40.00	4.90	200	5	0.00	31.80	0	1526.00	0	29.30	1.40
A15	A14	A15	144.00	40.00	20.70	200	5	0.20	31.80	1	1526.00	15	29.10	1.40
A29	A13	A29	864.00	240.00	125.00	400	5	1.00	47.70	0	1526.00	0	28.40	2.10
A31	A29	A31	864.00	240.00	129.30	400	5	1.00	47.70	0	1525.95	0	27.40	2.10
A32	A31	A32	864.00	240.00	51.70	400	5	0.40	47.70	0	1526.00	0	27.00	2.10
A33	A32	A33	864.00	240.00	19.30	400	5	0.20	47.70	0	1526.00	0	26.80	2.10
A34	A33	A34	864.00	240.00	29.10	400	5	0.20	47.70	0	1526.00	0	26.60	2.10
A35	A34	A35	144.00	40.00	56.20	200	5	0.50	31.80	0	1526.00	0	26.10	1.40
A36	A35	A36	144.00	40.00	121.60	200	5	1.00	31.80	0	1526.00	0	25.10	1.40
A37	A36	A37	144.00	40.00	147.10	200	5	1.20	31.80	0	1526.00	0	23.90	1.40
A38	A37	A38	144.00	40.00	245.20	200	5	2.00	31.80	0	1525.47	0	22.40	1.40
A43	A38	A43	144.00	40.00	143.90	200	5	1.20	31.80	0	1524.98	0	21.70	1.40
A44	A43	A44	144.00	40.00	21.30	200	5	0.20	31.80	0	1524.97	0	21.50	1.40
A45	A44	A45	144.00	40.00	84.30	200	5	0.70	31.80	0	1524.83	0	21.00	1.40
A46	A45	A46	144.00	40.00	24.00	160	5	0.60	49.70	1	1524.77	15	20.50	2.10
A52	A34	A52	720.00	200.00	73.20	400	5	0.40	39.80	0	1526.00	0	26.20	1.70
A53	A52	A53	720.00	200.00	81.90	400	5	0.50	39.80	0	1525.88	0	25.80	1.70
A54	A53	A54	432.00	120.00	10.80	355	5	0.00	30.30	0	1525.83	0	25.90	1.30
A60	A54	A60	432.00	120.00	228.60	355	5	0.90	30.30	0	1524.94	0	25.90	1.30
A63	A60	A63	432.00	120.00	125.80	355	5	0.50	30.30	0	1525.25	0	25.10	1.30
A64	A63	A64	288.00	80.00	22.20	315	5	0.10	25.90	0	1525.26	0	25.00	1.10

REVISIÓN HIDRÁULICA DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO CON EL MÉTODO POR TURNOS

WCADI Weizmain Irrigation Ltd

Nodo	Nombre		Flujo	Flujo	Tramo	Diámetro	Clase	Pérdida de	Golpe de	Nodo en	Elevación	Presión	Presión	Velocidad
	De	A	m ³ hr ⁻¹	L s ⁻¹	m	mm		Carga	Ariete	Operación	m	Requerida	m	m s ⁻¹
								m	m	0 -1		m		
A65	A64	A65	288.00	80.00	18.60	315	5	0.10	25.90	0	1525.26	0	24.90	1.10
A67	A65	A67	288.00	80.00	112.90	315	5	0.40	25.90	0	1525.00	0	24.80	1.10
A68	A67	A68	288.00	80.00	145.50	315	5	0.50	25.90	0	1525.42	0	23.90	1.10
A70	A68	A70	288.00	80.00	25.10	250	5	0.30	40.90	0	1525.25	0	23.80	1.80
A71	A70	A71	288.00	80.00	94.70	250	5	1.00	40.90	0	1525.11	0	23.00	1.80
A73	A71	A73	288.00	80.00	81.40	250	5	0.80	40.90	0	1524.93	0	22.40	1.80
A75	A73	A75	288.00	80.00	36.50	250	5	0.40	40.90	0	1524.85	0	22.10	1.80
A76	A75	A76	144.00	40.00	68.90	160	5	1.70	49.70	0	1524.92	0	20.30	2.10
A77	A76	A77	144.00	40.00	24.10	160	5	0.60	49.70	1	1525.03	15	19.60	2.10
A79	A75	A79	144.00	40.00	57.30	250	5	0.20	20.40	0	1524.68	0	22.10	0.90
A81	A79	A81	144.00	40.00	35.90	250	5	0.10	20.40	0	1524.58	0	22.10	0.90
A82	A81	A82	144.00	40.00	22.00	250	5	0.10	20.40	0	1524.52	0	22.10	0.90
A83	A82	A83	144.00	40.00	21.00	250	5	0.10	20.40	0	1524.48	0	22.10	0.90
A84	A83	A84	144.00	40.00	107.10	250	5	0.30	20.40	0	1524.36	0	21.90	0.90
A86	A84	A86	144.00	40.00	20.50	250	5	0.10	20.40	0	1524.35	0	21.90	0.90
A87	A86	A87	144.00	40.00	45.80	250	5	0.10	20.40	0	1524.30	0	21.80	0.90
A93	A87	A93	144.00	40.00	79.10	250	5	0.20	20.40	0	1524.12	0	21.80	0.90
A97	A93	A97	144.00	40.00	69.00	250	5	0.20	20.40	0	1524.09	0	21.60	0.90
A98	A97	A98	144.00	40.00	50.60	250	5	0.10	20.40	0	1524.05	0	21.50	0.90
A100	A98	A100	144.00	40.00	12.10	250	5	0.00	20.40	0	1524.05	0	21.50	0.90
A101	A100	A101	144.00	40.00	22.60	250	5	0.10	20.40	0	1524.03	0	21.40	0.90
A104	A101	A104	144.00	40.00	22.60	250	5	0.10	20.40	0	1524.01	0	21.40	0.90
A105	A104	A105	144.00	40.00	79.80	250	5	0.20	20.40	0	1523.78	0	21.40	0.90
A106	A105	A106	144.00	40.00	53.30	250	5	0.10	20.40	0	1523.44	0	21.60	0.90
A107	A106	A107	144.00	40.00	85.50	250	5	0.20	20.40	0	1522.95	0	21.80	0.90
A108	A107	A108	144.00	40.00	16.30	200	5	0.10	31.80	0	1522.79	0	21.80	1.40
A109	A108	A109	144.00	40.00	95.10	200	5	0.80	31.80	0	1522.10	0	21.70	1.40
A110	A109	A110	144.00	40.00	157.10	160	5	3.80	49.70	0	1521.07	0	18.90	2.10
A111	A110	A111	144.00	40.00	21.20	160	5	0.50	49.70	1	1521.20	15	18.30	2.10
A126	A63	A126	144.00	40.00	18.60	250	5	0.10	20.40	0	1525.21	0	25.10	0.90
A128	A126	A128	144.00	40.00	125.40	250	5	0.30	20.40	0	1524.95	0	25.00	0.90
A130	A128	A130	144.00	40.00	124.10	250	5	0.30	20.40	0	1524.66	0	24.90	0.90
A131	A130	A131	144.00	40.00	18.70	250	5	0.10	20.40	0	1524.64	0	24.90	0.90
A134	A131	A134	144.00	40.00	132.70	200	5	1.10	31.80	0	1524.42	0	24.00	1.40
A136	A134	A136	144.00	40.00	33.80	200	5	0.30	31.80	0	1524.35	0	23.80	1.40
A137	A136	A137	144.00	40.00	149.00	200	5	1.20	31.80	0	1524.01	0	22.90	1.40
A139	A137	A139	144.00	40.00	92.30	200	5	0.80	31.80	1	1523.43	15	22.70	1.40
A157	A53	A157	288.00	80.00	31.70	250	5	0.30	40.90	0	1525.95	0	25.50	1.80
A158	A157	A158	288.00	80.00	179.70	250	5	1.80	40.90	0	1526.00	0	23.60	1.80
A164	A158	A164	288.00	80.00	101.40	250	5	1.00	40.90	0	1526.00	0	22.60	1.80
A165	A164	A165	144.00	40.00	4.60	160	5	0.10	49.70	0	1526.00	0	22.50	2.10
A166	A165	A166	144.00	40.00	29.60	160	5	0.70	49.70	0	1526.00	0	21.70	2.10
A167	A166	A167	144.00	40.00	49.50	160	5	1.20	49.70	1	1526.00	15	20.50	2.10
A172	A164	A172	144.00	40.00	251.20	250	5	0.70	20.40	0	1526.00	0	21.90	0.90
A176	A172	A176	144.00	40.00	176.10	200	5	1.50	31.80	0	1525.35	0	21.10	1.40
A182	A176	A182	144.00	40.00	26.30	200	5	0.20	31.80	0	1525.12	0	21.10	1.40
A183	A182	A183	144.00	40.00	82.90	200	5	0.70	31.80	0	1524.71	0	20.80	1.40
A184	A183	A184	144.00	40.00	87.00	200	5	0.70	31.80	0	1524.22	0	20.60	1.40
A185	A184	A185	144.00	40.00	14.00	200	5	0.10	31.80	0	1524.27	0	20.40	1.40
A186	A185	A186	144.00	40.00	57.40	200	5	0.50	31.80	0	1524.31	0	19.90	1.40
A189	A186	A189	144.00	40.00	76.80	200	5	0.60	31.80	0	1524.31	0	19.30	1.40
A190	A189	A190	144.00	40.00	74.60	200	5	0.60	31.80	0	1524.16	0	18.80	1.40
A191	A190	A191	144.00	40.00	18.70	200	5	0.20	31.80	0	1524.13	0	18.70	1.40
A193	A191	A193	144.00	40.00	89.80	160	5	2.20	49.70	0	1524.00	0	16.60	2.10
A194	A193	A194	144.00	40.00	23.40	160	5	0.60	49.70	1	1524.00	15	16.00	2.10
Tabla de presiones para el turno No. 15														
Presión en la fuente de abastecimiento											31 m			
Presión en la filtración											1.5 m			
Presión después de la filtración											29.5 m			
A2	A1	A2	1008.00	280.00	8.20	400	5	0.10	55.70	0	1526.00	0	29.40	2.40
A13	A2	A13	1008.00	280.00	5.60	400	5	0.10	55.70	0	1526.00	0	29.40	2.40
A14	A13	A14	144.00	40.00	4.90	200	5	0.00	31.80	0	1526.00	0	29.30	1.40
A15	A14	A15	144.00	40.00	20.70	200	5	0.20	31.80	0	1526.00	0	29.10	1.40
A16	A15	A16	144.00	40.00	39.10	200	5	0.30	31.80	0	1526.00	0	28.80	1.40
A17	A16	A17	144.00	40.00	78.60	200	5	0.60	31.80	1	1526.00	15	28.20	1.40
A29	A13	A29	864.00	240.00	125.00	400	5	1.00	47.70	0	1526.00	0	28.40	2.10
A31	A29	A31	864.00	240.00	129.30	400	5	1.00	47.70	0	1525.95	0	27.40	2.10
A32	A31	A32	864.00	240.00	51.70	400	5	0.40	47.70	0	1526.00	0	27.00	2.10
A33	A32	A33	864.00	240.00	19.30	400	5	0.20	47.70	0	1526.00	0	26.80	2.10
A34	A33	A34	864.00	240.00	29.10	400	5	0.20	47.70	0	1526.00	0	26.60	2.10
A35	A34	A35	144.00	40.00	56.20	200	5	0.50	31.80	0	1526.00	0	26.10	1.40
A36	A35	A36	144.00	40.00	121.60	200	5	1.00	31.80	0	1526.00	0	25.10	1.40
A37	A36	A37	144.00	40.00	147.10	200	5	1.20	31.80	0	1526.00	0	23.90	1.40
A38	A37	A38	144.00	40.00	245.20	200	5	2.00	31.80	0	1525.47	0	22.40	1.40
A43	A38	A43	144.00	40.00	143.90	200	5	1.20	31.80	0	1524.98	0	21.70	1.40

Anexo 7

REVISIÓN HIDRÁULICA DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO CON EL MÉTODO POR TURNOS

WCADI Weizmain Irrigation Ltd

Nodo	Nombre		Flujo	Flujo	Tramo	Diámetro	Clase	Pérdida de	Golpe de	Nodo en	Elevación	Presión	Presión	Velocidad
	De	A	m ³ hr ⁻¹	L s ⁻¹	m	mm		Carga	Ariete	Operación	m	Requerida	m	m s ⁻¹
								m	m	0 -1		m		
A44	A43	A44	144.00	40.00	21.30	200	5	0.20	31.80	0	1524.97	0	21.50	1.40
A45	A44	A45	144.00	40.00	84.30	200	5	0.70	31.80	0	1524.83	0	21.00	1.40
A46	A45	A46	144.00	40.00	24.00	160	5	0.60	49.70	0	1524.77	0	20.50	2.10
A47	A46	A47	144.00	40.00	144.40	160	5	3.50	49.70	1	1524.48	15	17.20	2.10
A52	A34	A52	720.00	200.00	73.20	400	5	0.40	39.80	0	1526.00	0	26.20	1.70
A53	A52	A53	720.00	200.00	81.90	400	5	0.50	39.80	0	1525.88	0	25.80	1.70
A54	A53	A54	432.00	120.00	10.80	355	5	0.00	30.30	0	1525.83	0	25.90	1.30
A60	A54	A60	432.00	120.00	228.60	355	5	0.90	30.30	0	1524.94	0	25.90	1.30
A63	A60	A63	432.00	120.00	125.80	355	5	0.50	30.30	0	1525.25	0	25.10	1.30
A64	A63	A64	288.00	80.00	22.20	315	5	0.10	25.90	0	1525.26	0	25.00	1.10
A65	A64	A65	288.00	80.00	18.60	315	5	0.10	25.90	0	1525.26	0	24.90	1.10
A67	A65	A67	288.00	80.00	112.90	315	5	0.40	25.90	0	1525.00	0	24.80	1.10
A68	A67	A68	288.00	80.00	145.50	315	5	0.50	25.90	0	1525.42	0	23.90	1.10
A70	A68	A70	288.00	80.00	25.10	250	5	0.30	40.90	0	1525.25	0	23.80	1.80
A71	A70	A71	288.00	80.00	94.70	250	5	1.00	40.90	0	1525.11	0	23.00	1.80
A73	A71	A73	288.00	80.00	81.40	250	5	0.80	40.90	0	1524.93	0	22.40	1.80
A75	A73	A75	288.00	80.00	36.50	250	5	0.40	40.90	0	1524.85	0	22.10	1.80
A76	A75	A76	144.00	40.00	68.90	160	5	1.70	49.70	0	1524.92	0	20.30	2.10
A78	A76	A78	144.00	40.00	56.80	160	5	1.40	49.70	1	1525.00	15	18.90	2.10
A79	A75	A79	144.00	40.00	57.30	250	5	0.20	20.40	0	1524.68	0	22.10	0.90
A81	A79	A81	144.00	40.00	35.90	250	5	0.10	20.40	0	1524.58	0	22.10	0.90
A82	A81	A82	144.00	40.00	22.00	250	5	0.10	20.40	0	1524.52	0	22.10	0.90
A83	A82	A83	144.00	40.00	21.00	250	5	0.10	20.40	0	1524.48	0	22.10	0.90
A84	A83	A84	144.00	40.00	107.10	250	5	0.30	20.40	0	1524.36	0	21.90	0.90
A86	A84	A86	144.00	40.00	20.50	250	5	0.10	20.40	0	1524.35	0	21.90	0.90
A87	A86	A87	144.00	40.00	45.80	250	5	0.10	20.40	0	1524.30	0	21.80	0.90
A93	A87	A93	144.00	40.00	79.10	250	5	0.20	20.40	0	1524.12	0	21.80	0.90
A97	A93	A97	144.00	40.00	69.00	250	5	0.20	20.40	0	1524.09	0	21.60	0.90
A98	A97	A98	144.00	40.00	50.60	250	5	0.10	20.40	0	1524.05	0	21.50	0.90
A100	A98	A100	144.00	40.00	12.10	250	5	0.00	20.40	0	1524.05	0	21.50	0.90
A101	A100	A101	144.00	40.00	22.60	250	5	0.10	20.40	0	1524.03	0	21.40	0.90
A104	A101	A104	144.00	40.00	22.60	250	5	0.10	20.40	0	1524.01	0	21.40	0.90
A105	A104	A105	144.00	40.00	79.80	250	5	0.20	20.40	0	1523.78	0	21.40	0.90
A106	A105	A106	144.00	40.00	53.30	250	5	0.10	20.40	0	1523.44	0	21.60	0.90
A107	A106	A107	144.00	40.00	85.50	250	5	0.20	20.40	0	1522.95	0	21.80	0.90
A108	A107	A108	144.00	40.00	16.30	200	5	0.10	31.80	0	1522.79	0	21.80	1.40
A109	A108	A109	144.00	40.00	95.10	200	5	0.80	31.80	0	1522.10	0	21.70	1.40
A110	A109	A110	144.00	40.00	157.10	160	5	3.80	49.70	0	1521.07	0	18.90	2.10
A112	A110	A112	144.00	40.00	12.30	160	5	0.30	49.70	1	1521.00	15	18.70	2.10
A126	A63	A126	144.00	40.00	18.60	250	5	0.10	20.40	0	1525.21	0	25.10	0.90
A128	A126	A128	144.00	40.00	125.40	250	5	0.30	20.40	0	1524.95	0	25.00	0.90
A130	A128	A130	144.00	40.00	124.10	250	5	0.30	20.40	0	1524.66	0	24.90	0.90
A131	A130	A131	144.00	40.00	18.70	250	5	0.10	20.40	0	1524.64	0	24.90	0.90
A134	A131	A134	144.00	40.00	132.70	200	5	1.10	31.80	0	1524.42	0	24.00	1.40
A136	A134	A136	144.00	40.00	33.80	200	5	0.30	31.80	0	1524.35	0	23.80	1.40
A137	A136	A137	144.00	40.00	149.00	200	5	1.20	31.80	0	1524.01	0	22.90	1.40
A139	A137	A139	144.00	40.00	92.30	200	5	0.80	31.80	0	1523.43	0	22.70	1.40
A140	A139	A140	144.00	40.00	116.00	160	5	2.80	49.70	1	1523.73	15	19.60	2.10
A157	A53	A157	288.00	80.00	31.70	250	5	0.30	40.90	0	1525.95	0	25.50	1.80
A158	A157	A158	288.00	80.00	179.70	250	5	1.80	40.90	0	1526.00	0	23.60	1.80
A164	A158	A164	288.00	80.00	101.40	250	5	1.00	40.90	0	1526.00	0	22.60	1.80
A165	A164	A165	144.00	40.00	4.60	160	5	0.10	49.70	0	1526.00	0	22.50	2.10
A166	A165	A166	144.00	40.00	29.60	160	5	0.70	49.70	0	1526.00	0	21.70	2.10
A167	A166	A167	144.00	40.00	49.50	160	5	1.20	49.70	0	1526.00	0	20.50	2.10
A168	A167	A168	144.00	40.00	125.00	160	5	3.10	49.70	1	1526.00	15	17.50	2.10
A172	A164	A172	144.00	40.00	251.20	250	5	0.70	20.40	0	1526.00	0	21.90	0.90
A176	A172	A176	144.00	40.00	176.10	200	5	1.50	31.80	0	1525.35	0	21.10	1.40
A182	A176	A182	144.00	40.00	26.30	200	5	0.20	31.80	0	1525.12	0	21.10	1.40
A183	A182	A183	144.00	40.00	82.90	200	5	0.70	31.80	0	1524.71	0	20.80	1.40
A184	A183	A184	144.00	40.00	87.00	200	5	0.70	31.80	0	1524.22	0	20.60	1.40
A195	A184	A195	144.00	40.00	15.90	200	5	0.10	31.80	1	1524.15	15	20.50	1.40
Tabla de presiones para el turno No. 16														
Presión en la fuente de abastecimiento											31 m			
Presión en la filtración											1.5 m			
Presión después de la filtración											29.5 m			
A2	A1	A2	1008.00	280.00	8.20	400	5	0.10	55.70	0	1526.00	0	29.40	2.40
A13	A2	A13	1008.00	280.00	5.60	400	5	0.10	55.70	0	1526.00	0	29.40	2.40
A14	A13	A14	144.00	40.00	4.90	200	5	0.00	31.80	0	1526.00	0	29.30	1.40
A15	A14	A15	144.00	40.00	20.70	200	5	0.20	31.80	0	1526.00	0	29.10	1.40
A16	A15	A16	144.00	40.00	39.10	200	5	0.30	31.80	0	1526.00	0	28.80	1.40
A17	A16	A17	144.00	40.00	78.60	200	5	0.60	31.80	0	1526.00	0	28.20	1.40
A18	A17	A18	144.00	40.00	177.50	160	5	4.30	49.70	1	1526.00	15	23.80	2.10
A29	A13	A29	864.00	240.00	125.00	400	5	1.00	47.70	0	1526.00	0	28.40	2.10
A31	A29	A31	864.00	240.00	129.30	400	5	1.00	47.70	0	1525.95	0	27.40	2.10
A32	A31	A32	864.00	240.00	51.70	400	5	0.40	47.70	0	1526.00	0	27.00	2.10

Anexo 7

REVISIÓN HIDRÁULICA DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO CON EL MÉTODO POR TURNOS

WCADI Weizmain Irrigation Ltd

Nodo	Nombre		Flujo	Flujo	Tramo	Diámetro	Clase	Pérdida de	Golpe de	Nodo en	Elevación	Presión	Presión	Velocidad
	De	A	m ³ hr ⁻¹	L s ⁻¹	m	mm		Carga	Ariete	Operación	m	Requerida	m	m s ⁻¹
								m	m	0 -1		m		
A33	A32	A33	864.00	240.00	19.30	400	5	0.20	47.70	0	1526.00	0	26.80	2.10
A34	A33	A34	864.00	240.00	29.10	400	5	0.20	47.70	0	1526.00	0	26.60	2.10
A35	A34	A35	144.00	40.00	56.20	200	5	0.50	31.80	0	1526.00	0	26.10	1.40
A36	A35	A36	144.00	40.00	121.60	200	5	1.00	31.80	0	1526.00	0	25.10	1.40
A37	A36	A37	144.00	40.00	147.10	200	5	1.20	31.80	0	1526.00	0	23.90	1.40
A38	A37	A38	144.00	40.00	245.20	200	5	2.00	31.80	0	1525.47	0	22.40	1.40
A43	A38	A43	144.00	40.00	143.90	200	5	1.20	31.80	0	1524.98	0	21.70	1.40
A48	A43	A48	144.00	40.00	36.00	160	5	0.90	49.70	1	1524.92	15	20.90	2.10
A52	A34	A52	720.00	200.00	73.20	400	5	0.40	39.80	0	1526.00	0	26.20	1.70
A53	A52	A53	720.00	200.00	81.90	400	5	0.50	39.80	0	1525.88	0	25.80	1.70
A54	A53	A54	432.00	120.00	10.80	355	5	0.00	30.30	0	1525.83	0	25.90	1.30
A60	A54	A60	432.00	120.00	228.60	355	5	0.90	30.30	0	1524.94	0	25.90	1.30
A63	A60	A63	432.00	120.00	125.80	355	5	0.50	30.30	0	1525.25	0	25.10	1.30
A64	A63	A64	288.00	80.00	22.20	315	5	0.10	25.90	0	1525.26	0	25.00	1.10
A65	A64	A65	288.00	80.00	18.60	315	5	0.10	25.90	0	1525.26	0	24.90	1.10
A67	A65	A67	288.00	80.00	112.90	315	5	0.40	25.90	0	1525.00	0	24.80	1.10
A68	A67	A68	288.00	80.00	145.50	315	5	0.50	25.90	0	1525.42	0	23.90	1.10
A70	A68	A70	288.00	80.00	25.10	250	5	0.30	40.90	0	1525.25	0	23.80	1.80
A71	A70	A71	288.00	80.00	94.70	250	5	1.00	40.90	0	1525.11	0	23.00	1.80
A73	A71	A73	288.00	80.00	81.40	250	5	0.80	40.90	0	1524.93	0	22.40	1.80
A75	A73	A75	288.00	80.00	36.50	250	5	0.40	40.90	0	1524.85	0	22.10	1.80
A79	A75	A79	288.00	80.00	57.30	250	5	0.60	40.90	1	1524.68	15	21.70	1.80
A81	A79	A81	144.00	40.00	35.90	250	5	0.10	20.40	0	1524.58	0	21.70	0.90
A82	A81	A82	144.00	40.00	22.00	250	5	0.10	20.40	0	1524.52	0	21.70	0.90
A83	A82	A83	144.00	40.00	21.00	250	5	0.10	20.40	0	1524.48	0	21.70	0.90
A84	A83	A84	144.00	40.00	107.10	250	5	0.30	20.40	0	1524.36	0	21.50	0.90
A86	A84	A86	144.00	40.00	20.50	250	5	0.10	20.40	0	1524.35	0	21.40	0.90
A87	A86	A87	144.00	40.00	45.80	250	5	0.10	20.40	0	1524.30	0	21.40	0.90
A93	A87	A93	144.00	40.00	79.10	250	5	0.20	20.40	0	1524.12	0	21.30	0.90
A97	A93	A97	144.00	40.00	69.00	250	5	0.20	20.40	0	1524.09	0	21.20	0.90
A98	A97	A98	144.00	40.00	50.60	250	5	0.10	20.40	0	1524.05	0	21.10	0.90
A100	A98	A100	144.00	40.00	12.10	250	5	0.00	20.40	0	1524.05	0	21.00	0.90
A101	A100	A101	144.00	40.00	22.60	250	5	0.10	20.40	0	1524.03	0	21.00	0.90
A104	A101	A104	144.00	40.00	22.60	250	5	0.10	20.40	0	1524.01	0	20.90	0.90
A105	A104	A105	144.00	40.00	79.80	250	5	0.20	20.40	0	1523.78	0	21.00	0.90
A106	A105	A106	144.00	40.00	53.30	250	5	0.10	20.40	0	1523.44	0	21.20	0.90
A107	A106	A107	144.00	40.00	85.50	250	5	0.20	20.40	0	1522.95	0	21.40	0.90
A108	A107	A108	144.00	40.00	16.30	200	5	0.10	31.80	0	1522.79	0	21.40	1.40
A109	A108	A109	144.00	40.00	95.10	200	5	0.80	31.80	0	1522.10	0	21.30	1.40
A113	A109	A113	144.00	40.00	14.50	200	5	0.10	31.80	1	1522.03	15	21.30	1.40
A126	A63	A126	144.00	40.00	18.60	250	5	0.10	20.40	0	1525.21	0	25.10	0.90
A128	A126	A128	144.00	40.00	125.40	250	5	0.30	20.40	0	1524.95	0	25.00	0.90
A130	A128	A130	144.00	40.00	124.10	250	5	0.30	20.40	0	1524.66	0	24.90	0.90
A131	A130	A131	144.00	40.00	18.70	250	5	0.10	20.40	0	1524.64	0	24.90	0.90
A134	A131	A134	144.00	40.00	132.70	200	5	1.10	31.80	0	1524.42	0	24.00	1.40
A136	A134	A136	144.00	40.00	33.80	200	5	0.30	31.80	0	1524.35	0	23.80	1.40
A137	A136	A137	144.00	40.00	149.00	200	5	1.20	31.80	0	1524.01	0	22.90	1.40
A139	A137	A139	144.00	40.00	92.30	200	5	0.80	31.80	0	1523.43	0	22.70	1.40
A141	A139	A141	144.00	40.00	60.80	200	5	0.50	31.80	0	1523.00	0	22.70	1.40
A142	A141	A142	144.00	40.00	28.80	160	5	0.70	49.70	1	1522.99	15	22.00	2.10
A157	A53	A157	288.00	80.00	31.70	250	5	0.30	40.90	0	1525.95	0	25.50	1.80
A158	A157	A158	288.00	80.00	179.70	250	5	1.80	40.90	0	1526.00	0	23.60	1.80
A164	A158	A164	288.00	80.00	101.40	250	5	1.00	40.90	0	1526.00	0	22.60	1.80
A165	A164	A165	144.00	40.00	4.60	160	5	0.10	49.70	0	1526.00	0	22.50	2.10
A166	A165	A166	144.00	40.00	29.60	160	5	0.70	49.70	0	1526.00	0	21.70	2.10
A169	A166	A169	144.00	40.00	23.40	160	5	0.60	49.70	1	1526.00	15	21.20	2.10
A172	A164	A172	144.00	40.00	251.20	250	5	0.70	20.40	0	1526.00	0	21.90	0.90
A176	A172	A176	144.00	40.00	176.10	200	5	1.50	31.80	0	1525.35	0	21.10	1.40
A182	A176	A182	144.00	40.00	26.30	200	5	0.20	31.80	0	1525.12	0	21.10	1.40
A183	A182	A183	144.00	40.00	82.90	200	5	0.70	31.80	0	1524.71	0	20.80	1.40
A184	A183	A184	144.00	40.00	87.00	200	5	0.70	31.80	0	1524.22	0	20.60	1.40
A195	A184	A195	144.00	40.00	15.90	200	5	0.10	31.80	0	1524.15	0	20.50	1.40
A196	A195	A196	144.00	40.00	195.30	200	5	1.60	31.80	1	1522.53	15	20.50	1.40

Tabla de presiones para el turno No. 17
 Presión en la fuente de abastecimiento 31 m
 Presión en la filtración 1.5 m
 Presión después de la filtración 29.5 m

A2	A1	A2	1008.00	280.00	8.20	400	5	0.10	55.70	0	1526.00	0	29.40	2.40
A13	A2	A13	1008.00	280.00	5.60	400	5	0.10	55.70	0	1526.00	0	29.40	2.40
A14	A13	A14	144.00	40.00	4.90	200	5	0.00	31.80	0	1526.00	0	29.30	1.40
A15	A14	A15	144.00	40.00	20.70	200	5	0.20	31.80	0	1526.00	0	29.10	1.40
A16	A15	A16	144.00	40.00	39.10	200	5	0.30	31.80	0	1526.00	0	28.80	1.40
A17	A16	A17	144.00	40.00	78.60	200	5	0.60	31.80	0	1526.00	0	28.20	1.40
A18	A17	A18	144.00	40.00	177.50	160	5	4.30	49.70	0	1526.00	0	23.80	2.10
A19	A18	A19	144.00	40.00	10.70	160	5	0.30	49.70	1	1526.00	15	23.60	2.10

Anexo 7

REVISIÓN HIDRÁULICA DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO CON EL MÉTODO POR TURNOS

WCADI Weizmain Irrigation Ltd

Nodo	Nombre		Flujo	Flujo	Tramo	Diámetro	Clase	Pérdida de	Golpe de	Nodo en	Elevación	Presión	Presión	Velocidad
	De	A	m ³ hr ⁻¹	L s ⁻¹	m	mm		Carga m	Ariete m	Operación 0 -1	m	Requerida m	m	m s ⁻¹
A29	A13	A29	864.00	240.00	125.00	400	5	1.00	47.70	0	1526.00	0	28.40	2.10
A31	A29	A31	864.00	240.00	129.30	400	5	1.00	47.70	0	1525.95	0	27.40	2.10
A32	A31	A32	864.00	240.00	51.70	400	5	0.40	47.70	0	1526.00	0	27.00	2.10
A33	A32	A33	864.00	240.00	19.30	400	5	0.20	47.70	0	1526.00	0	26.80	2.10
A34	A33	A34	864.00	240.00	29.10	400	5	0.20	47.70	0	1526.00	0	26.60	2.10
A35	A34	A35	144.00	40.00	56.20	200	5	0.50	31.80	0	1526.00	0	26.10	1.40
A36	A35	A36	144.00	40.00	121.60	200	5	1.00	31.80	0	1526.00	0	25.10	1.40
A37	A36	A37	144.00	40.00	147.10	200	5	1.20	31.80	0	1526.00	0	23.90	1.40
A38	A37	A38	144.00	40.00	245.20	200	5	2.00	31.80	0	1525.47	0	22.40	1.40
A43	A38	A43	144.00	40.00	143.90	200	5	1.20	31.80	0	1524.98	0	21.70	1.40
A48	A43	A48	144.00	40.00	36.00	160	5	0.90	49.70	0	1524.92	0	20.90	2.10
A49	A48	A49	144.00	40.00	21.10	160	5	0.50	49.70	1	1524.90	15	20.40	2.10
A52	A34	A52	720.00	200.00	73.20	400	5	0.40	39.80	0	1526.00	0	26.20	1.70
A53	A52	A53	720.00	200.00	81.90	400	5	0.50	39.80	0	1525.88	0	25.80	1.70
A54	A53	A54	432.00	120.00	10.80	355	5	0.00	30.30	0	1525.83	0	25.90	1.30
A60	A54	A60	432.00	120.00	228.60	355	5	0.90	30.30	0	1524.94	0	25.90	1.30
A63	A60	A63	432.00	120.00	125.80	355	5	0.50	30.30	0	1525.25	0	25.10	1.30
A64	A63	A64	288.00	80.00	22.20	315	5	0.10	25.90	0	1525.26	0	25.00	1.10
A65	A64	A65	288.00	80.00	18.60	315	5	0.10	25.90	0	1525.26	0	24.90	1.10
A67	A65	A67	288.00	80.00	112.90	315	5	0.40	25.90	0	1525.00	0	24.80	1.10
A68	A67	A68	288.00	80.00	145.50	315	5	0.50	25.90	0	1525.42	0	23.90	1.10
A70	A68	A70	288.00	80.00	25.10	250	5	0.30	40.90	0	1525.25	0	23.80	1.80
A71	A70	A71	288.00	80.00	94.70	250	5	1.00	40.90	0	1525.11	0	23.00	1.80
A73	A71	A73	288.00	80.00	81.40	250	5	0.80	40.90	0	1524.93	0	22.40	1.80
A75	A73	A75	288.00	80.00	36.50	250	5	0.40	40.90	0	1524.85	0	22.10	1.80
A79	A75	A79	288.00	80.00	57.30	250	5	0.60	40.90	0	1524.68	0	21.70	1.80
A80	A79	A80	144.00	40.00	115.80	160	5	2.80	49.70	1	1524.20	15	19.30	2.10
A81	A79	A81	144.00	40.00	35.90	250	5	0.10	20.40	0	1524.58	0	21.70	0.90
A82	A81	A82	144.00	40.00	22.00	250	5	0.10	20.40	0	1524.52	0	21.70	0.90
A83	A82	A83	144.00	40.00	21.00	250	5	0.10	20.40	0	1524.48	0	21.70	0.90
A84	A83	A84	144.00	40.00	107.10	250	5	0.30	20.40	0	1524.36	0	21.50	0.90
A86	A84	A86	144.00	40.00	20.50	250	5	0.10	20.40	0	1524.35	0	21.40	0.90
A87	A86	A87	144.00	40.00	45.80	250	5	0.10	20.40	0	1524.30	0	21.40	0.90
A93	A87	A93	144.00	40.00	79.10	250	5	0.20	20.40	0	1524.12	0	21.30	0.90
A97	A93	A97	144.00	40.00	69.00	250	5	0.20	20.40	0	1524.09	0	21.20	0.90
A98	A97	A98	144.00	40.00	50.60	250	5	0.10	20.40	0	1524.05	0	21.10	0.90
A100	A98	A100	144.00	40.00	12.10	250	5	0.00	20.40	0	1524.05	0	21.00	0.90
A101	A100	A101	144.00	40.00	22.60	250	5	0.10	20.40	0	1524.03	0	21.00	0.90
A104	A101	A104	144.00	40.00	22.60	250	5	0.10	20.40	0	1524.01	0	20.90	0.90
A105	A104	A105	144.00	40.00	79.80	250	5	0.20	20.40	0	1523.78	0	21.00	0.90
A106	A105	A106	144.00	40.00	53.30	250	5	0.10	20.40	0	1523.44	0	21.20	0.90
A107	A106	A107	144.00	40.00	85.50	250	5	0.20	20.40	0	1522.95	0	21.40	0.90
A108	A107	A108	144.00	40.00	16.30	200	5	0.10	31.80	0	1522.79	0	21.40	1.40
A109	A108	A109	144.00	40.00	95.10	200	5	0.80	31.80	0	1522.10	0	21.30	1.40
A113	A109	A113	144.00	40.00	14.50	200	5	0.10	31.80	0	1522.03	0	21.30	1.40
A114	A113	A114	144.00	40.00	72.30	200	5	0.60	31.80	0	1521.85	0	20.90	1.40
A115	A114	A115	144.00	40.00	42.20	200	5	0.30	31.80	1	1521.49	15	20.90	1.40
A126	A63	A126	144.00	40.00	18.60	250	5	0.10	20.40	0	1525.21	0	25.10	0.90
A128	A126	A128	144.00	40.00	125.40	250	5	0.30	20.40	0	1524.95	0	25.00	0.90
A130	A128	A130	144.00	40.00	124.10	250	5	0.30	20.40	0	1524.66	0	24.90	0.90
A131	A130	A131	144.00	40.00	18.70	250	5	0.10	20.40	0	1524.64	0	24.90	0.90
A134	A131	A134	144.00	40.00	132.70	200	5	1.10	31.80	0	1524.42	0	24.00	1.40
A136	A134	A136	144.00	40.00	33.80	200	5	0.30	31.80	0	1524.35	0	23.80	1.40
A137	A136	A137	144.00	40.00	149.00	200	5	1.20	31.80	0	1524.01	0	22.90	1.40
A139	A137	A139	144.00	40.00	92.30	200	5	0.80	31.80	0	1523.43	0	22.70	1.40
A141	A139	A141	144.00	40.00	60.80	200	5	0.50	31.80	0	1523.00	0	22.70	1.40
A142	A141	A142	144.00	40.00	28.80	160	5	0.70	49.70	0	1522.99	0	22.00	2.10
A143	A142	A143	144.00	40.00	180.10	160	5	4.40	49.70	1	1522.73	15	17.80	2.10
A157	A53	A157	288.00	80.00	31.70	250	5	0.30	40.90	0	1525.95	0	25.50	1.80
A158	A157	A158	288.00	80.00	179.70	250	5	1.80	40.90	0	1526.00	0	23.60	1.80
A164	A158	A164	288.00	80.00	101.40	250	5	1.00	40.90	0	1526.00	0	22.60	1.80
A165	A164	A165	144.00	40.00	4.60	160	5	0.10	49.70	0	1526.00	0	22.50	2.10
A166	A165	A166	144.00	40.00	29.60	160	5	0.70	49.70	0	1526.00	0	21.70	2.10
A169	A166	A169	144.00	40.00	23.40	160	5	0.60	49.70	0	1526.00	0	21.20	2.10
A170	A169	A170	144.00	40.00	61.60	160	5	1.50	49.70	1	1526.00	15	19.70	2.10
A172	A164	A172	144.00	40.00	251.20	250	5	0.70	20.40	0	1526.00	0	21.90	0.90
A176	A172	A176	144.00	40.00	176.10	200	5	1.50	31.80	0	1525.35	0	21.10	1.40
A182	A176	A182	144.00	40.00	26.30	200	5	0.20	31.80	0	1525.12	0	21.10	1.40
A183	A182	A183	144.00	40.00	82.90	200	5	0.70	31.80	0	1524.71	0	20.80	1.40
A184	A183	A184	144.00	40.00	87.00	200	5	0.70	31.80	0	1524.22	0	20.60	1.40
A195	A184	A195	144.00	40.00	15.90	200	5	0.10	31.80	0	1524.15	0	20.50	1.40
A196	A195	A196	144.00	40.00	195.30	200	5	1.60	31.80	0	1522.53	0	20.50	1.40

Anexo 7

REVISIÓN HIDRÁULICA DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO CON EL MÉTODO POR TURNOS

WCADI Weizmain Irrigation Ltd

Nodo	Nombre		Flujo	Flujo	Tramo	Diámetro	Clase	Pérdida de Carga	Golpe de Ariete	Nodo en Operación	Elevación	Presión Requerida	Presión	Velocidad
	De	A	m ³ hr ⁻¹	L s ⁻¹	m	mm		m	m	0-1	m	m	m	m s ⁻¹
A197	A196	A197	144.00	40.00	133.90	160	5	3.30	49.70	1	1521.00	15	18.80	2.10
Tabla de presiones para el turno No. 18														
Presión en la fuente de abastecimiento											31 m			
Presión en la filtración											1.5 m			
Presión después de la filtración											29.5 m			
A2	A1	A2	1008.00	280.00	8.20	400	5	0.10	55.70	0	1526.00	0	29.40	2.40
A13	A2	A13	1008.00	280.00	5.60	400	5	0.10	55.70	0	1526.00	0	29.40	2.40
A14	A13	A14	144.00	40.00	4.90	200	5	0.00	31.80	0	1526.00	0	29.30	1.40
A15	A14	A15	144.00	40.00	20.70	200	5	0.20	31.80	0	1526.00	0	29.10	1.40
A16	A15	A16	144.00	40.00	39.10	200	5	0.30	31.80	0	1526.00	0	28.80	1.40
A17	A16	A17	144.00	40.00	78.60	200	5	0.60	31.80	0	1526.00	0	28.20	1.40
A20	A17	A20	144.00	40.00	76.60	200	5	0.60	31.80	1	1526.78	15	26.80	1.40
A29	A13	A29	864.00	240.00	125.00	400	5	1.00	47.70	0	1526.00	0	28.40	2.10
A31	A29	A31	864.00	240.00	129.30	400	5	1.00	47.70	0	1525.95	0	27.40	2.10
A32	A31	A32	864.00	240.00	51.70	400	5	0.40	47.70	0	1526.00	0	27.00	2.10
A33	A32	A33	864.00	240.00	19.30	400	5	0.20	47.70	0	1526.00	0	26.80	2.10
A34	A33	A34	864.00	240.00	29.10	400	5	0.20	47.70	0	1526.00	0	26.60	2.10
A35	A34	A35	144.00	40.00	56.20	200	5	0.50	31.80	0	1526.00	0	26.10	1.40
A36	A35	A36	144.00	40.00	121.60	200	5	1.00	31.80	0	1526.00	0	25.10	1.40
A37	A36	A37	144.00	40.00	147.10	200	5	1.20	31.80	0	1526.00	0	23.90	1.40
A38	A37	A38	144.00	40.00	245.20	200	5	2.00	31.80	0	1525.47	0	22.40	1.40
A43	A38	A43	144.00	40.00	143.90	200	5	1.20	31.80	0	1524.98	0	21.70	1.40
A48	A43	A48	144.00	40.00	36.00	160	5	0.90	49.70	0	1524.92	0	20.90	2.10
A50	A48	A50	144.00	40.00	145.10	160	5	3.60	49.70	1	1524.74	15	17.50	2.10
A52	A34	A52	720.00	200.00	73.20	400	5	0.40	39.80	0	1526.00	0	26.20	1.70
A53	A52	A53	720.00	200.00	81.90	400	5	0.50	39.80	0	1525.88	0	25.80	1.70
A54	A53	A54	432.00	120.00	10.80	355	5	0.00	30.30	0	1525.83	0	25.90	1.30
A60	A54	A60	432.00	120.00	228.60	355	5	0.90	30.30	0	1524.94	0	25.90	1.30
A63	A60	A63	432.00	120.00	125.80	355	5	0.50	30.30	0	1525.25	0	25.10	1.30
A64	A63	A64	288.00	80.00	22.20	315	5	0.10	25.90	0	1525.26	0	25.00	1.10
A65	A64	A65	288.00	80.00	18.60	315	5	0.10	25.90	0	1525.26	0	24.90	1.10
A67	A65	A67	288.00	80.00	112.90	315	5	0.40	25.90	0	1525.00	0	24.80	1.10
A68	A67	A68	288.00	80.00	145.50	315	5	0.50	25.90	0	1525.42	0	23.90	1.10
A70	A68	A70	288.00	80.00	25.10	250	5	0.30	40.90	0	1525.25	0	23.80	1.80
A71	A70	A71	288.00	80.00	94.70	250	5	1.00	40.90	0	1525.11	0	23.00	1.80
A73	A71	A73	288.00	80.00	81.40	250	5	0.80	40.90	0	1524.93	0	22.40	1.80
A75	A73	A75	288.00	80.00	36.50	250	5	0.40	40.90	0	1524.85	0	22.10	1.80
A79	A75	A79	288.00	80.00	57.30	250	5	0.60	40.90	0	1524.68	0	21.70	1.80
A81	A79	A81	288.00	80.00	35.90	250	5	0.40	40.90	0	1524.58	0	21.40	1.80
A82	A81	A82	288.00	80.00	22.00	250	5	0.20	40.90	0	1524.52	0	21.30	1.80
A83	A82	A83	288.00	80.00	21.00	250	5	0.20	40.90	1	1524.48	15	21.10	1.80
A84	A83	A84	144.00	40.00	107.10	250	5	0.30	20.40	0	1524.36	0	20.90	0.90
A86	A84	A86	144.00	40.00	20.50	250	5	0.10	20.40	0	1524.35	0	20.90	0.90
A87	A86	A87	144.00	40.00	45.80	250	5	0.10	20.40	0	1524.30	0	20.80	0.90
A93	A87	A93	144.00	40.00	79.10	250	5	0.20	20.40	0	1524.12	0	20.80	0.90
A97	A93	A97	144.00	40.00	69.00	250	5	0.20	20.40	0	1524.09	0	20.60	0.90
A98	A97	A98	144.00	40.00	50.60	250	5	0.10	20.40	0	1524.05	0	20.50	0.90
A100	A98	A100	144.00	40.00	12.10	250	5	0.00	20.40	0	1524.05	0	20.50	0.90
A101	A100	A101	144.00	40.00	22.60	250	5	0.10	20.40	0	1524.03	0	20.40	0.90
A104	A101	A104	144.00	40.00	22.60	250	5	0.10	20.40	0	1524.01	0	20.40	0.90
A105	A104	A105	144.00	40.00	79.80	250	5	0.20	20.40	0	1523.78	0	20.40	0.90
A106	A105	A106	144.00	40.00	53.30	250	5	0.10	20.40	0	1523.44	0	20.60	0.90
A107	A106	A107	144.00	40.00	85.50	250	5	0.20	20.40	0	1522.95	0	20.80	0.90
A108	A107	A108	144.00	40.00	16.30	200	5	0.10	31.80	0	1522.79	0	20.90	1.40
A109	A108	A109	144.00	40.00	95.10	200	5	0.80	31.80	0	1522.10	0	20.80	1.40
A113	A109	A113	144.00	40.00	14.50	200	5	0.10	31.80	0	1522.03	0	20.70	1.40
A114	A113	A114	144.00	40.00	72.30	200	5	0.60	31.80	0	1521.85	0	20.30	1.40
A115	A114	A115	144.00	40.00	42.20	200	5	0.30	31.80	0	1521.49	0	20.30	1.40
A116	A115	A116	144.00	40.00	103.40	200	5	0.90	31.80	0	1521.23	0	19.70	1.40
A117	A116	A117	144.00	40.00	165.00	200	5	1.40	31.80	1	1522.49	15	17.10	1.40
A126	A63	A126	144.00	40.00	18.60	250	5	0.10	20.40	0	1525.21	0	25.10	0.90
A128	A126	A128	144.00	40.00	125.40	250	5	0.30	20.40	0	1524.95	0	25.00	0.90
A130	A128	A130	144.00	40.00	124.10	250	5	0.30	20.40	0	1524.66	0	24.90	0.90
A131	A130	A131	144.00	40.00	18.70	250	5	0.10	20.40	0	1524.64	0	24.90	0.90
A134	A131	A134	144.00	40.00	132.70	200	5	1.10	31.80	0	1524.42	0	24.00	1.40
A136	A134	A136	144.00	40.00	33.80	200	5	0.30	31.80	0	1524.35	0	23.80	1.40
A137	A136	A137	144.00	40.00	149.00	200	5	1.20	31.80	0	1524.01	0	22.90	1.40
A139	A137	A139	144.00	40.00	92.30	200	5	0.80	31.80	0	1523.43	0	22.70	1.40
A141	A139	A141	144.00	40.00	60.80	200	5	0.50	31.80	0	1523.00	0	22.70	1.40
A142	A141	A142	144.00	40.00	28.80	160	5	0.70	49.70	0	1522.99	0	22.00	2.10
A143	A142	A143	144.00	40.00	180.10	160	5	4.40	49.70	0	1522.73	0	17.80	2.10
A144	A143	A144	144.00	40.00	26.70	160	5	0.70	49.70	1	1522.81	15	17.10	2.10
A157	A53	A157	288.00	80.00	31.70	250	5	0.30	40.90	0	1525.95	0	25.50	1.80
A158	A157	A158	288.00	80.00	179.70	250	5	1.80	40.90	0	1526.00	0	23.60	1.80
A164	A158	A164	288.00	80.00	101.40	250	5	1.00	40.90	0	1526.00	0	22.60	1.80

REVISIÓN HIDRÁULICA DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO CON EL MÉTODO POR TURNOS

WCADI Weizmain Irrigation Ltd

Nodo	Nombre		Flujo	Flujo	Tramo	Diámetro	Clase	Pérdida de	Golpe de	Nodo en	Elevación	Presión	Presión	Velocidad
	De	A	m ³ hr ⁻¹	L s ⁻¹	m	mm		Carga	Ariete	Operación	m	Requerida	m	m s ⁻¹
								m	m	0-1		m		
A165	A164	A165	144.00	40.00	4.60	160	5	0.10	49.70	0	1526.00	0	22.50	2.10
A166	A165	A166	144.00	40.00	29.60	160	5	0.70	49.70	0	1526.00	0	21.70	2.10
A169	A166	A169	144.00	40.00	23.40	160	5	0.60	49.70	0	1526.00	0	21.20	2.10
A170	A169	A170	144.00	40.00	61.60	160	5	1.50	49.70	0	1526.00	0	19.70	2.10
A171	A170	A171	144.00	40.00	14.90	160	5	0.40	49.70	1	1526.00	15	19.30	2.10
A172	A164	A172	144.00	40.00	251.20	250	5	0.70	20.40	0	1526.00	0	21.90	0.90
A176	A172	A176	144.00	40.00	176.10	200	5	1.50	31.80	0	1525.35	0	21.10	1.40
A182	A176	A182	144.00	40.00	26.30	200	5	0.20	31.80	0	1525.12	0	21.10	1.40
A183	A182	A183	144.00	40.00	82.90	200	5	0.70	31.80	0	1524.71	0	20.80	1.40
A184	A183	A184	144.00	40.00	87.00	200	5	0.70	31.80	0	1524.22	0	20.60	1.40
A195	A184	A195	144.00	40.00	15.90	200	5	0.10	31.80	0	1524.15	0	20.50	1.40
A196	A195	A196	144.00	40.00	195.30	200	5	1.60	31.80	0	1522.53	0	20.50	1.40
A198	A196	A198	144.00	40.00	20.80	200	5	0.20	31.80	1	1522.67	15	20.20	1.40
Tabla de presiones para el turno No. 19														
Presión en la fuente de abastecimiento										31 m				
Presión en la filtración										1.5 m				
Presión después de la filtración										29.5 m				
A2	A1	A2	1008.00	280.00	8.20	400	5	0.10	55.70	0	1526.00	0	29.40	2.40
A13	A2	A13	1008.00	280.00	5.60	400	5	0.10	55.70	0	1526.00	0	29.40	2.40
A14	A13	A14	144.00	40.00	4.90	200	5	0.00	31.80	0	1526.00	0	29.30	1.40
A15	A14	A15	144.00	40.00	20.70	200	5	0.20	31.80	0	1526.00	0	29.10	1.40
A16	A15	A16	144.00	40.00	39.10	200	5	0.30	31.80	0	1526.00	0	28.80	1.40
A17	A16	A17	144.00	40.00	78.60	200	5	0.60	31.80	0	1526.00	0	28.20	1.40
A20	A17	A20	144.00	40.00	76.60	200	5	0.60	31.80	0	1526.78	0	26.80	1.40
A21	A20	A21	144.00	40.00	163.80	200	5	1.40	31.80	1	1526.96	15	25.20	1.40
A29	A13	A29	864.00	240.00	125.00	400	5	1.00	47.70	0	1526.00	0	28.40	2.10
A31	A29	A31	864.00	240.00	129.30	400	5	1.00	47.70	0	1525.95	0	27.40	2.10
A32	A31	A32	864.00	240.00	51.70	400	5	0.40	47.70	0	1526.00	0	27.00	2.10
A33	A32	A33	864.00	240.00	19.30	400	5	0.20	47.70	0	1526.00	0	26.80	2.10
A34	A33	A34	864.00	240.00	29.10	400	5	0.20	47.70	0	1526.00	0	26.60	2.10
A35	A34	A35	144.00	40.00	56.20	200	5	0.50	31.80	0	1526.00	0	26.10	1.40
A36	A35	A36	144.00	40.00	121.60	200	5	1.00	31.80	0	1526.00	0	25.10	1.40
A37	A36	A37	144.00	40.00	147.10	200	5	1.20	31.80	0	1526.00	0	23.90	1.40
A38	A37	A38	144.00	40.00	245.20	200	5	2.00	31.80	0	1525.47	0	22.40	1.40
A43	A38	A43	144.00	40.00	143.90	200	5	1.20	31.80	0	1524.98	0	21.70	1.40
A48	A43	A48	144.00	40.00	36.00	160	5	0.90	49.70	0	1524.92	0	20.90	2.10
A50	A48	A50	144.00	40.00	145.10	160	5	3.60	49.70	0	1524.74	0	17.50	2.10
A51	A50	A51	144.00	40.00	19.50	160	5	0.50	49.70	1	1524.69	15	17.10	2.10
A52	A34	A52	720.00	200.00	73.20	400	5	0.40	39.80	0	1526.00	0	26.20	1.70
A53	A52	A53	720.00	200.00	81.90	400	5	0.50	39.80	0	1525.88	0	25.80	1.70
A54	A53	A54	432.00	120.00	10.80	355	5	0.00	30.30	0	1525.83	0	25.90	1.30
A60	A54	A60	432.00	120.00	228.60	355	5	0.90	30.30	0	1524.94	0	25.90	1.30
A63	A60	A63	432.00	120.00	125.80	355	5	0.50	30.30	0	1525.25	0	25.10	1.30
A64	A63	A64	288.00	80.00	22.20	315	5	0.10	25.90	0	1525.26	0	25.00	1.10
A65	A64	A65	288.00	80.00	18.60	315	5	0.10	25.90	0	1525.26	0	24.90	1.10
A67	A65	A67	288.00	80.00	112.90	315	5	0.40	25.90	0	1525.00	0	24.80	1.10
A68	A67	A68	288.00	80.00	145.50	315	5	0.50	25.90	0	1525.42	0	23.90	1.10
A70	A68	A70	288.00	80.00	25.10	250	5	0.30	40.90	0	1525.25	0	23.80	1.80
A71	A70	A71	288.00	80.00	94.70	250	5	1.00	40.90	0	1525.11	0	23.00	1.80
A73	A71	A73	288.00	80.00	81.40	250	5	0.80	40.90	0	1524.93	0	22.40	1.80
A75	A73	A75	288.00	80.00	36.50	250	5	0.40	40.90	0	1524.85	0	22.10	1.80
A79	A75	A79	288.00	80.00	57.30	250	5	0.60	40.90	0	1524.68	0	21.70	1.80
A81	A79	A81	288.00	80.00	35.90	250	5	0.40	40.90	0	1524.58	0	21.40	1.80
A82	A81	A82	288.00	80.00	22.00	250	5	0.20	40.90	0	1524.52	0	21.30	1.80
A83	A82	A83	288.00	80.00	21.00	250	5	0.20	40.90	0	1524.48	0	21.10	1.80
A84	A83	A84	288.00	80.00	107.10	250	5	1.10	40.90	1	1524.36	15	20.10	1.80
A86	A84	A86	144.00	40.00	20.50	250	5	0.10	20.40	0	1524.35	0	20.10	0.90
A87	A86	A87	144.00	40.00	45.80	250	5	0.10	20.40	0	1524.30	0	20.00	0.90
A93	A87	A93	144.00	40.00	79.10	250	5	0.20	20.40	0	1524.12	0	20.00	0.90
A97	A93	A97	144.00	40.00	69.00	250	5	0.20	20.40	0	1524.09	0	19.80	0.90
A98	A97	A98	144.00	40.00	50.60	250	5	0.10	20.40	0	1524.05	0	19.70	0.90
A100	A98	A100	144.00	40.00	12.10	250	5	0.00	20.40	0	1524.05	0	19.70	0.90
A101	A100	A101	144.00	40.00	22.60	250	5	0.10	20.40	0	1524.03	0	19.60	0.90
A104	A101	A104	144.00	40.00	22.60	250	5	0.10	20.40	0	1524.01	0	19.60	0.90
A105	A104	A105	144.00	40.00	79.80	250	5	0.20	20.40	0	1523.78	0	19.60	0.90
A106	A105	A106	144.00	40.00	53.30	250	5	0.10	20.40	0	1523.44	0	19.80	0.90
A107	A106	A107	144.00	40.00	85.50	250	5	0.20	20.40	0	1522.95	0	20.10	0.90
A108	A107	A108	144.00	40.00	16.30	200	5	0.10	31.80	0	1522.79	0	20.10	1.40
A109	A108	A109	144.00	40.00	95.10	200	5	0.80	31.80	0	1522.10	0	20.00	1.40
A113	A109	A113	144.00	40.00	14.50	200	5	0.10	31.80	0	1522.03	0	19.90	1.40
A114	A113	A114	144.00	40.00	72.30	200	5	0.60	31.80	0	1521.85	0	19.50	1.40
A115	A114	A115	144.00	40.00	42.20	200	5	0.30	31.80	0	1521.49	0	19.50	1.40
A116	A115	A116	144.00	40.00	103.40	200	5	0.90	31.80	0	1521.23	0	18.90	1.40
A117	A116	A117	144.00	40.00	165.00	200	5	1.40	31.80	0	1522.49	0	16.30	1.40

REVISIÓN HIDRÁULICA DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO CON EL MÉTODO POR TURNOS

WCADI Weizmain Irrigation Ltd

Nodo	Nombre		Flujo	Flujo	Tramo	Diámetro	Clase	Pérdida de	Golpe de	Nodo en	Elevación	Presión	Presión	Velocidad
	De	A	m ³ hr ⁻¹	L s ⁻¹	m	mm		Carga	Ariete	Operación	m	Requerida	m	m s ⁻¹
								m	m	0-1		m		
A118	A117	A118	144.00	40.00	25.20	200	5	0.20	31.80	1	1522.60	15	16.00	1.40
A126	A63	A126	144.00	40.00	18.60	250	5	0.10	20.40	0	1525.21	0	25.10	0.90
A128	A126	A128	144.00	40.00	125.40	250	5	0.30	20.40	0	1524.95	0	25.00	0.90
A130	A128	A130	144.00	40.00	124.10	250	5	0.30	20.40	0	1524.66	0	24.90	0.90
A131	A130	A131	144.00	40.00	18.70	250	5	0.10	20.40	0	1524.64	0	24.90	0.90
A134	A131	A134	144.00	40.00	132.70	200	5	1.10	31.80	0	1524.42	0	24.00	1.40
A136	A134	A136	144.00	40.00	33.80	200	5	0.30	31.80	0	1524.35	0	23.80	1.40
A137	A136	A137	144.00	40.00	149.00	200	5	1.20	31.80	0	1524.01	0	22.90	1.40
A139	A137	A139	144.00	40.00	92.30	200	5	0.80	31.80	0	1523.43	0	22.70	1.40
A141	A139	A141	144.00	40.00	60.80	200	5	0.50	31.80	0	1523.00	0	22.70	1.40
A145	A141	A145	144.00	40.00	97.40	200	5	0.80	31.80	1	1522.76	15	22.10	1.40
A157	A53	A157	288.00	80.00	31.70	250	5	0.30	40.90	0	1525.95	0	25.50	1.80
A158	A157	A158	288.00	80.00	179.70	250	5	1.80	40.90	0	1526.00	0	23.60	1.80
A164	A158	A164	288.00	80.00	101.40	250	5	1.00	40.90	0	1526.00	0	22.60	1.80
A172	A164	A172	288.00	80.00	251.20	250	5	2.50	40.90	0	1526.00	0	20.10	1.80
A173	A172	A173	144.00	40.00	8.00	160	5	0.20	49.70	1	1526.00	15	19.90	2.10
A176	A172	A176	144.00	40.00	176.10	200	5	1.50	31.80	0	1525.35	0	19.20	1.40
A182	A176	A182	144.00	40.00	26.30	200	5	0.20	31.80	0	1525.12	0	19.30	1.40
A183	A182	A183	144.00	40.00	82.90	200	5	0.70	31.80	0	1524.71	0	19.00	1.40
A184	A183	A184	144.00	40.00	87.00	200	5	0.70	31.80	0	1524.22	0	18.80	1.40
A195	A184	A195	144.00	40.00	15.90	200	5	0.10	31.80	0	1524.15	0	18.70	1.40
A196	A195	A196	144.00	40.00	195.30	200	5	1.60	31.80	0	1522.53	0	18.70	1.40
A198	A196	A198	144.00	40.00	20.80	200	5	0.20	31.80	0	1522.67	0	18.40	1.40
A199	A198	A199	144.00	40.00	102.50	200	5	0.80	31.80	1	1523.00	15	17.20	1.40
Tabla de presiones para el turno No. 20														
Presión en la fuente de abastecimiento											31 m			
Presión en la filtración											1.5 m			
Presión después de la filtración											29.5 m			
A2	A1	A2	1008.00	280.00	8.20	400	5	0.10	55.70	0	1526.00	0	29.40	2.40
A13	A2	A13	1008.00	280.00	5.60	400	5	0.10	55.70	0	1526.00	0	29.40	2.40
A14	A13	A14	144.00	40.00	4.90	200	5	0.00	31.80	0	1526.00	0	29.30	1.40
A15	A14	A15	144.00	40.00	20.70	200	5	0.20	31.80	0	1526.00	0	29.10	1.40
A16	A15	A16	144.00	40.00	39.10	200	5	0.30	31.80	0	1526.00	0	28.80	1.40
A17	A16	A17	144.00	40.00	78.60	200	5	0.60	31.80	0	1526.00	0	28.20	1.40
A20	A17	A20	144.00	40.00	76.60	200	5	0.60	31.80	0	1526.78	0	26.80	1.40
A21	A20	A21	144.00	40.00	163.80	200	5	1.40	31.80	0	1526.96	0	25.20	1.40
A22	A21	A22	144.00	40.00	179.00	160	5	4.40	49.70	1	1526.47	15	21.30	2.10
A29	A13	A29	864.00	240.00	125.00	400	5	1.00	47.70	0	1526.00	0	28.40	2.10
A31	A29	A31	864.00	240.00	129.30	400	5	1.00	47.70	0	1525.95	0	27.40	2.10
A32	A31	A32	864.00	240.00	51.70	400	5	0.40	47.70	0	1526.00	0	27.00	2.10
A33	A32	A33	864.00	240.00	19.30	400	5	0.20	47.70	0	1526.00	0	26.80	2.10
A34	A33	A34	864.00	240.00	29.10	400	5	0.20	47.70	0	1526.00	0	26.60	2.10
A52	A34	A52	864.00	240.00	73.20	400	5	0.60	47.70	0	1526.00	0	26.00	2.10
A53	A52	A53	864.00	240.00	81.90	400	5	0.60	47.70	0	1525.88	0	25.50	2.10
A54	A53	A54	576.00	160.00	10.80	355	5	0.10	40.40	0	1525.83	0	25.50	1.70
A55	A54	A55	144.00	40.00	3.40	160	5	0.10	49.70	1	1525.81	15	25.40	2.10
A60	A54	A60	432.00	120.00	228.60	355	5	0.90	30.30	0	1524.94	0	25.50	1.30
A63	A60	A63	432.00	120.00	125.80	355	5	0.50	30.30	0	1525.25	0	24.70	1.30
A64	A63	A64	288.00	80.00	22.20	315	5	0.10	25.90	0	1525.26	0	24.60	1.10
A65	A64	A65	288.00	80.00	18.60	315	5	0.10	25.90	0	1525.26	0	24.60	1.10
A67	A65	A67	288.00	80.00	112.90	315	5	0.40	25.90	0	1525.00	0	24.40	1.10
A68	A67	A68	288.00	80.00	145.50	315	5	0.50	25.90	0	1525.42	0	23.50	1.10
A70	A68	A70	288.00	80.00	25.10	250	5	0.30	40.90	0	1525.25	0	23.50	1.80
A71	A70	A71	288.00	80.00	94.70	250	5	1.00	40.90	0	1525.11	0	22.60	1.80
A73	A71	A73	288.00	80.00	81.40	250	5	0.80	40.90	0	1524.93	0	22.00	1.80
A75	A73	A75	288.00	80.00	36.50	250	5	0.40	40.90	0	1524.85	0	21.70	1.80
A79	A75	A79	288.00	80.00	57.30	250	5	0.60	40.90	0	1524.68	0	21.30	1.80
A81	A79	A81	288.00	80.00	35.90	250	5	0.40	40.90	0	1524.58	0	21.10	1.80
A82	A81	A82	288.00	80.00	22.00	250	5	0.20	40.90	0	1524.52	0	20.90	1.80
A83	A82	A83	288.00	80.00	21.00	250	5	0.20	40.90	0	1524.48	0	20.70	1.80
A84	A83	A84	288.00	80.00	107.10	250	5	1.10	40.90	0	1524.36	0	19.80	1.80
A85	A84	A85	144.00	40.00	124.80	160	5	3.10	49.70	1	1524.04	15	17.00	2.10
A86	A84	A86	144.00	40.00	20.50	250	5	0.10	20.40	0	1524.35	0	19.70	0.90
A87	A86	A87	144.00	40.00	45.80	250	5	0.10	20.40	0	1524.30	0	19.60	0.90
A93	A87	A93	144.00	40.00	79.10	250	5	0.20	20.40	0	1524.12	0	19.60	0.90
A97	A93	A97	144.00	40.00	69.00	250	5	0.20	20.40	0	1524.09	0	19.40	0.90
A98	A97	A98	144.00	40.00	50.60	250	5	0.10	20.40	0	1524.05	0	19.30	0.90
A100	A98	A100	144.00	40.00	12.10	250	5	0.00	20.40	0	1524.05	0	19.30	0.90
A101	A100	A101	144.00	40.00	22.60	250	5	0.10	20.40	0	1524.03	0	19.30	0.90
A104	A101	A104	144.00	40.00	22.60	250	5	0.10	20.40	0	1524.01	0	19.20	0.90
A105	A104	A105	144.00	40.00	79.80	250	5	0.20	20.40	0	1523.78	0	19.20	0.90
A106	A105	A106	144.00	40.00	53.30	250	5	0.10	20.40	0	1523.44	0	19.40	0.90
A107	A106	A107	144.00	40.00	85.50	250	5	0.20	20.40	0	1522.95	0	19.70	0.90
A108	A107	A108	144.00	40.00	16.30	200	5	0.10	31.80	0	1522.79	0	19.70	1.40
A109	A108	A109	144.00	40.00	95.10	200	5	0.80	31.80	0	1522.10	0	19.60	1.40

Anexo 7

REVISIÓN HIDRÁULICA DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO CON EL MÉTODO POR TURNOS

WCADI Weizmain Irrigation Ltd

Nodo	Nombre		Flujo	Flujo	Tramo	Diámetro	Clase	Pérdida de	Golpe de	Nodo en	Elevación	Presión	Presión	Velocidad
	De	A	m ³ hr ⁻¹	L s ⁻¹	m	mm		Carga	Ariete	Operación	m	Requerida	m	m s ⁻¹
								m	m	0 -1		m		
A113	A109	A113	144.00	40.00	14.50	200	5	0.10	31.80	0	1522.03	0	19.50	1.40
A114	A113	A114	144.00	40.00	72.30	200	5	0.60	31.80	0	1521.85	0	19.10	1.40
A115	A114	A115	144.00	40.00	42.20	200	5	0.30	31.80	0	1521.49	0	19.10	1.40
A116	A115	A116	144.00	40.00	103.40	200	5	0.90	31.80	0	1521.23	0	18.60	1.40
A119	A116	A119	144.00	40.00	35.40	200	5	0.30	31.80	1	1520.96	15	18.50	1.40
A126	A63	A126	144.00	40.00	18.60	250	5	0.10	20.40	0	1525.21	0	24.70	0.90
A128	A126	A128	144.00	40.00	125.40	250	5	0.30	20.40	0	1524.95	0	24.60	0.90
A130	A128	A130	144.00	40.00	124.10	250	5	0.30	20.40	0	1524.66	0	24.50	0.90
A131	A130	A131	144.00	40.00	18.70	250	5	0.10	20.40	0	1524.64	0	24.50	0.90
A134	A131	A134	144.00	40.00	132.70	200	5	1.10	31.80	0	1524.42	0	23.60	1.40
A136	A134	A136	144.00	40.00	33.80	200	5	0.30	31.80	0	1524.35	0	23.40	1.40
A137	A136	A137	144.00	40.00	149.00	200	5	1.20	31.80	0	1524.01	0	22.50	1.40
A139	A137	A139	144.00	40.00	92.30	200	5	0.80	31.80	0	1523.43	0	22.30	1.40
A141	A139	A141	144.00	40.00	60.80	200	5	0.50	31.80	0	1523.00	0	22.30	1.40
A145	A141	A145	144.00	40.00	97.40	200	5	0.80	31.80	0	1522.76	0	21.70	1.40
A146	A145	A146	144.00	40.00	108.50	160	5	2.70	49.70	1	1522.97	15	18.80	2.10
A157	A53	A157	288.00	80.00	31.70	250	5	0.30	40.90	0	1525.95	0	25.10	1.80
A158	A157	A158	288.00	80.00	179.70	250	5	1.80	40.90	0	1526.00	0	23.30	1.80
A164	A158	A164	288.00	80.00	101.40	250	5	1.00	40.90	0	1526.00	0	22.20	1.80
A172	A164	A172	288.00	80.00	251.20	250	5	2.50	40.90	0	1526.00	0	19.70	1.80
A173	A172	A173	144.00	40.00	8.00	160	5	0.20	49.70	0	1526.00	0	19.50	2.10
A174	A173	A174	144.00	40.00	14.40	160	5	0.40	49.70	1	1526.00	15	19.20	2.10
A176	A172	A176	144.00	40.00	176.10	200	5	1.50	31.80	0	1525.35	0	18.90	1.40
A182	A176	A182	144.00	40.00	26.30	200	5	0.20	31.80	0	1525.12	0	18.90	1.40
A183	A182	A183	144.00	40.00	82.90	200	5	0.70	31.80	0	1524.71	0	18.60	1.40
A184	A183	A184	144.00	40.00	87.00	200	5	0.70	31.80	0	1524.22	0	18.40	1.40
A195	A184	A195	144.00	40.00	15.90	200	5	0.10	31.80	0	1524.15	0	18.30	1.40
A196	A195	A196	144.00	40.00	195.30	200	5	1.60	31.80	0	1522.53	0	18.40	1.40
A198	A196	A198	144.00	40.00	20.80	200	5	0.20	31.80	0	1522.67	0	18.00	1.40
A199	A198	A199	144.00	40.00	102.50	200	5	0.80	31.80	0	1523.00	0	16.90	1.40
A200	A199	A200	144.00	40.00	122.70	200	5	1.00	31.80	1	1523.00	15	15.90	1.40

Anexo 8

REVISIÓN HIDRÁULICA DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO CON EL MÉTODO DE CLEMENT

WCADI Weizmain Irrigation ltd

Nodo	Nombre		Flujo	Flujo	Tramo	Diámetro	Clase	Pérdida de	Golpe de	Nodo en	Elevación	Presión	Presión	Velocidad
	De	A	m ³ hr ⁻¹	L s ⁻¹	Longitud m	mm		Carga m	Ariete m	Operación 0-1	m	Requerida m	m	m s ⁻¹
Tabla de presiones para el turno No. 1										1				
Presión en la fuente de abastecimiento										26 m				
Presión en la filtración										1.5 m				
Presión después de la filtración										24.5 m				
A2	A1	A2	1008.00	280.00	8.20	450	5	0.00	44.10	1	1526.00	0	24.50	1.90
A3	A2	A3	222.10	61.69	184.90	250	5	1.20	31.50	1	1526.00	0	23.30	1.40
A4	A3	A4	222.10	61.69	16.50	250	5	0.10	31.50	1	1526.00	0	23.20	1.40
A5	A4	A5	222.10	61.69	80.10	250	5	0.50	31.50	1	1526.00	15	22.70	1.40
A6	A5	A6	202.70	56.31	28.60	200	5	0.40	44.80	1	1526.00	15	22.30	1.90
A7	A6	A7	182.10	50.58	134.20	200	5	1.70	40.20	1	1526.00	15	20.50	1.70
A8	A7	A8	160.00	44.44	117.80	200	5	1.20	35.40	1	1526.00	15	19.40	1.50
A9	A8	A9	135.70	37.69	109.80	200	5	0.80	30.00	1	1526.00	15	18.50	1.30
A10	A9	A10	217.80	60.50	109.30	200	5	1.90	48.10	1	1525.67	0	16.90	2.10
A11	A10	A11	217.80	60.50	31.10	200	5	0.60	48.10	1	1525.27	15	16.80	2.10
A12	A11	A12	144.10	40.03	65.80	160	5	1.60	49.80	1	1523.25	15	17.20	2.10
A13	A2	A13	1008.00	280.00	5.60	450	5	0.00	44.10	1	1526.00	0	24.40	1.90
A14	A13	A14	339.20	94.22	4.90	250	5	0.10	48.10	1	1526.00	15	24.40	2.10
A15	A14	A15	323.90	89.97	20.70	250	5	0.30	46.00	1	1526.00	15	24.10	2.00
A16	A15	A16	308.20	85.61	39.10	250	5	0.40	43.70	1	1526.00	0	23.60	1.90
A17	A16	A17	308.20	85.61	78.60	250	5	0.90	43.70	1	1526.00	15	22.80	1.90
A18	A17	A18	217.80	60.50	177.50	200	5	3.20	48.10	1	1526.00	15	19.60	2.10
A19	A18	A19	144.10	40.03	10.70	160	5	0.30	49.80	1	1526.00	15	19.30	2.10
A20	A17	A20	258.30	71.75	76.60	250	5	0.60	36.70	1	1526.78	15	21.30	1.60
A21	A20	A21	240.60	66.83	163.80	250	5	1.20	34.10	1	1526.96	15	20.00	1.50
A22	A21	A22	160.00	44.44	179.00	250	5	0.60	22.70	1	1526.47	15	19.90	1.00
A23	A22	A23	144.10	40.03	14.20	160	5	0.30	49.80	1	1526.49	15	19.50	2.10
A24	A22	A24	217.80	60.50	157.90	250	5	0.90	30.90	1	1526.04	15	19.30	1.30
A25	A24	A25	144.10	40.03	14.80	200	5	0.10	31.90	1	1526.08	15	19.20	1.40
A26	A21	A26	135.70	37.69	122.00	250	5	0.30	19.30	1	1526.86	15	19.80	0.80
A27	A26	A27	217.80	60.50	237.30	250	5	1.40	30.90	1	1526.04	15	19.20	1.30
A28	A27	A28	144.10	40.03	142.30	200	5	1.20	31.90	1	1526.00	15	18.00	1.40
A29	A13	A29	1008.00	280.00	125.00	450	5	0.70	44.10	1	1526.00	0	23.70	1.90
A30	A29	A30	144.10	40.03	4.80	160	5	0.10	49.80	1	1526.00	15	23.60	2.10
A31	A29	A31	1008.00	280.00	129.30	450	5	0.80	44.10	1	1525.95	0	23.00	1.90
A32	A31	A32	1008.00	280.00	51.70	450	5	0.30	44.10	1	1526.00	0	22.60	1.90
A33	A32	A33	1008.00	280.00	19.30	450	5	0.10	44.10	1	1526.00	0	22.50	1.90
A34	A33	A34	1008.00	280.00	29.10	450	5	0.20	44.10	1	1526.00	0	22.30	1.90
A35	A34	A35	308.20	85.61	56.20	315	5	0.20	27.70	1	1526.00	0	22.10	1.20
A36	A35	A36	308.20	85.61	121.60	315	5	0.50	27.70	1	1526.00	15	21.70	1.20
A37	A36	A37	292.00	81.11	147.10	250	5	1.50	41.40	1	1526.00	15	20.20	1.80
A38	A37	A38	275.50	76.53	245.20	250	5	2.30	39.10	1	1525.47	0	18.40	1.70
A39	A38	A39	217.80	60.50	23.40	200	5	0.40	48.10	1	1525.45	15	18.00	2.10
A40	A39	A40	144.10	40.03	75.20	200	5	0.60	31.90	1	1525.23	0	17.60	1.40
A41	A40	A41	144.10	40.03	43.10	160	5	1.10	49.80	1	1525.40	0	16.40	2.10
A42	A41	A42	144.10	40.03	17.30	160	5	0.40	49.80	1	1525.13	15	16.20	2.10
A43	A38	A43	240.60	66.83	143.90	250	5	1.00	34.10	1	1524.98	0	17.90	1.50
A44	A43	A44	160.00	44.44	21.30	250	5	0.10	22.70	1	1524.97	15	17.80	1.00
A45	A44	A45	135.70	37.69	84.30	250	5	0.20	19.30	1	1524.83	15	17.70	0.80
A46	A45	A46	217.80	60.50	24.00	200	5	0.40	48.10	1	1524.77	15	17.40	2.10
A47	A46	A47	144.10	40.03	144.40	200	5	1.20	31.90	1	1524.48	15	16.50	1.40
A48	A43	A48	160.00	44.44	36.00	250	5	0.10	22.70	1	1524.92	15	17.80	1.00
A49	A48	A49	144.10	40.03	21.10	160	5	0.50	49.80	1	1524.90	15	17.30	2.10
A50	A48	A50	217.80	60.50	145.10	250	5	0.90	30.90	1	1524.74	15	17.10	1.30
A51	A50	A51	144.10	40.03	19.50	200	5	0.20	31.90	1	1524.69	15	17.00	1.40
A52	A34	A52	995.50	276.53	73.20	450	5	0.40	43.50	1	1526.00	0	21.90	1.90
A53	A52	A53	995.50	276.53	81.90	450	5	0.50	43.50	1	1525.88	0	21.60	1.90
A54	A53	A54	808.20	224.50	10.80	450	5	0.00	35.30	1	1525.83	0	21.60	1.50
A55	A54	A55	160.00	44.44	3.40	200	5	0.00	35.40	1	1525.81	15	21.60	1.50
A56	A55	A56	144.10	40.03	15.40	160	5	0.40	49.80	1	1525.83	15	21.20	2.10
A57	A55	A57	217.80	60.50	55.90	200	5	1.00	48.10	1	1525.55	15	20.80	2.10
A58	A57	A58	144.10	40.03	38.40	160	5	0.90	49.80	1	1525.37	0	20.10	2.10
A59	A58	A59	144.10	40.03	18.90	160	5	0.50	49.80	1	1525.36	15	19.60	2.10
A60	A54	A60	772.70	214.64	228.60	450	5	0.80	33.80	1	1524.94	0	21.70	1.40
A61	A60	A61	217.80	60.50	5.40	200	5	0.10	48.10	1	1524.93	15	21.60	2.10
A62	A61	A62	144.10	40.03	24.00	160	5	0.60	49.80	1	1524.96	15	21.00	2.10
A63	A60	A63	754.80	209.67	125.80	450	5	0.40	33.00	1	1525.25	0	20.90	1.40
A64	A63	A64	582.00	161.67	22.20	400	5	0.10	32.20	1	1525.26	15	20.80	1.40
A65	A64	A65	571.50	158.75	18.60	400	5	0.10	31.60	1	1525.26	0	20.80	1.40
A66	A65	A66	144.10	40.03	117.30	160	5	2.90	49.80	1	1525.54	15	17.60	2.10
A67	A65	A67	560.90	155.81	112.90	400	5	0.40	31.00	1	1525.00	15	20.60	1.30
A68	A67	A68	550.20	152.83	145.50	400	5	0.50	30.40	1	1525.42	0	19.70	1.30
A69	A68	A69	144.10	40.03	25.90	160	5	0.60	49.80	1	1525.28	15	19.20	2.10
A70	A68	A70	539.40	149.83	25.10	355	5	0.10	37.80	1	1525.25	15	19.70	1.60
A71	A70	A71	528.60	146.83	94.70	355	5	0.50	37.00	1	1525.11	15	19.30	1.60
A72	A71	A72	144.10	40.03	24.20	160	5	0.60	49.80	1	1525.00	15	18.90	2.10
A73	A71	A73	506.80	140.78	81.40	355	5	0.40	35.50	1	1524.93	0	19.10	1.50
A74	A73	A74	144.10	40.03	25.50	160	5	0.60	49.80	1	1524.88	15	18.50	2.10

Anexo 8

2 de 3

REVISIÓN HIDRÁULICA DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO CON EL MÉTODO DE CLEMENT

WCADI Weizmain Irrigation ltd														
Nodo	Nombre De A		Flujo m ³ hr ⁻¹	Flujo L s ⁻¹	Tramo Longitud m	Diámetro mm	Clase	Pérdida de Carga m	Golpe de Ariete m	Nodo en Operación 0-1	Elevación m	Presión Requerida m	Presión m	Velocidad m s ⁻¹
A75	A73	A75	495.80	137.72	36.50	355	5	0.20	34.70	1	1524.85	0	19.00	1.50
A76	A75	A76	217.80	60.50	68.90	200	5	1.20	48.10	1	1524.92	0	17.70	2.10
A77	A76	A77	144.10	40.03	24.10	160	5	0.60	49.80	1	1525.03	15	17.00	2.10
A78	A76	A78	144.10	40.03	56.80	160	5	1.40	49.80	1	1525.00	15	16.20	2.10
A79	A75	A79	500.10	138.92	57.30	355	5	0.30	35.00	1	1524.68	15	18.90	1.50
A80	A79	A80	144.10	40.03	115.80	160	5	2.80	49.80	1	1524.20	15	16.50	2.10
A81	A79	A81	476.60	132.39	35.90	355	5	0.20	33.40	1	1524.58	0	18.80	1.40
A82	A81	A82	476.60	132.39	22.00	355	5	0.10	33.40	1	1524.52	0	18.80	1.40
A83	A82	A83	476.60	132.39	21.00	355	5	0.10	33.40	1	1524.48	15	18.70	1.40
A84	A83	A84	464.60	129.06	107.10	355	5	0.50	32.60	1	1524.36	15	18.40	1.40
A85	A84	A85	144.10	40.03	124.80	160	5	3.10	49.80	1	1524.04	15	15.60	2.10
A86	A84	A86	440.40	122.33	20.50	355	5	0.10	30.90	1	1524.35	15	18.30	1.30
A87	A86	A87	428.10	118.92	45.80	355	5	0.20	30.00	1	1524.30	0	18.20	1.30
A88	A87	A88	217.80	60.50	26.70	200	5	0.50	48.10	1	1524.34	0	17.70	2.10
A89	A88	A89	217.80	60.50	52.20	200	5	0.90	48.10	1	1524.29	0	16.80	2.10
A90	A89	A90	217.80	60.50	18.10	200	5	0.30	48.10	1	1524.21	0	16.50	2.10
A91	A90	A91	144.10	40.03	21.60	160	5	0.50	49.80	1	1524.34	15	15.90	2.10
A92	A90	A92	144.10	40.03	68.40	200	5	0.60	31.90	1	1524.25	15	15.90	1.40
A93	A87	A93	403.10	111.97	79.10	355	5	0.30	28.20	1	1524.12	15	18.10	1.20
A94	A93	A94	217.80	60.50	144.80	200	5	2.60	48.10	1	1523.43	0	16.20	2.10
A95	A94	A95	144.10	40.03	22.90	160	5	0.60	49.80	1	1523.50	15	15.60	2.10
A96	A94	A96	144.10	40.03	18.00	160	5	0.40	49.80	1	1523.00	15	16.20	2.10
A97	A93	A97	397.60	110.44	69.00	315	5	0.40	35.80	1	1524.09	15	17.70	1.50
A98	A97	A98	383.40	106.50	50.60	315	5	0.30	34.50	1	1524.05	0	17.50	1.50
A99	A98	A99	144.10	40.03	26.10	160	5	0.60	49.80	1	1524.07	15	16.80	2.10
A100	A98	A100	369.00	102.50	12.10	315	5	0.10	33.20	1	1524.05	0	17.40	1.40
A101	A100	A101	369.00	102.50	22.60	315	5	0.10	33.20	1	1524.03	0	17.30	1.40
A102	A101	A102	217.80	60.50	152.70	200	5	2.70	48.10	1	1522.17	15	16.50	2.10
A103	A102	A103	144.10	40.03	19.60	160	5	0.50	49.80	1	1522.18	15	16.00	2.10
A104	A101	A104	339.20	94.22	22.60	315	5	0.10	30.50	1	1524.01	15	17.20	1.30
A105	A104	A105	323.90	89.97	79.80	315	5	0.30	29.10	1	1523.78	0	17.10	1.20
A106	A105	A106	292.00	81.11	53.30	315	5	0.20	26.30	1	1523.44	0	17.30	1.10
A107	A106	A107	292.00	81.11	85.50	315	5	0.30	26.30	1	1522.95	15	17.50	1.10
A108	A107	A108	275.50	76.53	16.30	315	5	0.00	24.80	1	1522.79	15	17.60	1.10
A109	A108	A109	258.30	71.75	95.10	315	5	0.30	23.20	1	1522.10	0	18.00	1.00
A110	A109	A110	217.80	60.50	157.10	200	5	2.80	48.10	1	1521.07	0	16.30	2.10
A111	A110	A111	144.10	40.03	21.20	160	5	0.50	49.80	1	1521.20	15	15.60	2.10
A112	A110	A112	144.10	40.03	12.30	160	5	0.30	49.80	1	1521.00	15	16.00	2.10
A113	A109	A113	222.10	61.69	14.50	250	5	0.10	31.50	1	1522.03	15	18.00	1.40
A114	A113	A114	202.70	56.31	72.30	250	5	0.40	28.80	1	1521.85	0	17.80	1.20
A115	A114	A115	202.70	56.31	42.20	250	5	0.20	28.80	1	1521.49	15	18.00	1.20
A116	A115	A116	182.10	50.58	103.40	250	5	0.40	25.80	1	1521.23	0	17.80	1.10
A117	A116	A117	217.80	60.50	165.00	250	5	1.00	30.90	1	1522.49	15	15.50	1.30
A118	A117	A118	144.10	40.03	25.20	250	5	0.10	20.50	1	1522.60	15	15.30	0.90
A119	A116	A119	135.70	37.69	35.40	200	5	0.30	30.00	1	1520.96	15	17.80	1.30
A120	A119	A120	217.80	60.50	138.90	200	5	2.50	48.10	1	1519.89	0	16.40	2.10
A121	A120	A121	144.10	40.03	24.90	200	5	0.20	31.90	1	1519.92	15	16.10	1.40
A122	A120	A122	144.10	40.03	29.80	160	5	0.70	49.80	1	1519.78	15	15.80	2.10
A123	A105	A123	217.80	60.50	17.80	250	5	0.10	30.90	1	1523.69	0	17.10	1.30
A124	A123	A124	217.80	60.50	161.20	250	5	1.00	30.90	1	1524.00	15	15.80	1.30
A125	A124	A125	144.10	40.03	140.20	250	5	0.40	20.50	1	1523.51	15	15.90	0.90
A126	A63	A126	452.60	125.72	18.60	315	5	0.10	40.70	1	1525.21	0	20.80	1.70
A127	A126	A127	144.10	40.03	18.10	160	5	0.40	49.80	1	1525.17	15	20.40	2.10
A128	A126	A128	440.40	122.33	125.40	315	5	0.90	39.60	1	1524.95	15	20.20	1.70
A129	A128	A129	144.10	40.03	17.80	160	5	0.40	49.80	1	1524.90	15	19.80	2.10
A130	A128	A130	415.70	115.47	124.10	315	5	0.80	37.40	1	1524.66	15	19.70	1.60
A131	A130	A131	403.10	111.97	18.70	315	5	0.10	36.20	1	1524.64	0	19.60	1.50
A132	A131	A132	144.10	40.03	25.20	160	5	0.60	49.80	1	1524.66	15	18.90	2.10
A133	A131	A133	144.10	40.03	143.60	160	5	3.50	49.80	1	1524.73	15	16.00	2.10
A134	A131	A134	411.60	114.33	132.70	315	5	0.80	37.00	1	1524.42	15	19.00	1.60
A135	A134	A135	144.10	40.03	28.10	160	5	0.70	49.80	1	1524.36	15	18.30	2.10
A136	A134	A136	383.40	106.50	33.80	315	5	0.20	34.50	1	1524.35	0	18.80	1.50
A137	A136	A137	383.40	106.50	149.00	315	5	0.80	34.50	1	1524.01	0	18.30	1.50
A138	A137	A138	144.10	40.03	27.00	160	5	0.70	49.80	1	1524.00	15	17.70	2.10
A139	A137	A139	369.00	102.50	92.30	315	5	0.50	33.20	1	1523.43	15	18.50	1.40
A140	A139	A140	144.10	40.03	116.00	160	5	2.80	49.80	1	1523.73	15	15.30	2.10
A141	A139	A141	339.20	94.22	60.80	315	5	0.30	30.50	1	1523.00	0	18.60	1.30
A142	A141	A142	135.70	37.69	28.80	250	5	0.10	19.30	1	1522.99	15	18.60	0.80
A143	A142	A143	217.80	60.50	180.10	200	5	3.20	48.10	1	1522.73	15	15.60	2.10
A144	A143	A144	144.10	40.03	26.70	200	5	0.20	31.90	1	1522.81	15	15.30	1.40
A145	A141	A145	292.00	81.11	97.40	315	5	0.30	26.30	1	1522.76	15	18.50	1.10
A146	A145	A146	217.80	60.50	108.50	250	5	0.70	30.90	1	1522.97	15	17.70	1.30
A147	A146	A147	144.10	40.03	201.60	200	5	1.70	31.90	1	1522.39	15	16.60	1.40
A148	A145	A148	240.60	66.83	48.80	250	5	0.40	34.10	1	1522.65	15	18.30	1.50
A149	A148	A149	222.10	61.69	93.50	250	5	0.60	31.50	1	1522.43	15	17.90	1.40
A150	A149	A150	202.70	56.31	120.70	250	5	0.60	28.80	1	1522.22	15	17.50	1.20
A151	A150	A151	217.80	60.50	20.80	200	5	0.40	48.10	1	1522.17	0	17.20	2.10
A152	A151	A152	144.10	40.03	22.50	160	5	0.60	49.80	1	1522.22	15	16.60	2.10
A153	A151	A153	144.10	40.03	18.00	160	5	0.40	49.80	1	1522.10	15	16.80	2.10

Anexo 8

REVISIÓN HIDRÁULICA DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO CON EL MÉTODO DE CLEMENT

WCADI Weizmain Irrigation ltd

Nodo	Nombre		Flujo	Flujo	Tramo	Diámetro	Clase	Pérdida de	Golpe de	Nodo en	Elevación	Presión	Presión	Velocidad
	De	A	m ³ hr ⁻¹	L s ⁻¹	m	mm		Carga	Ariete	Operación	m	Requerida	m	m s ⁻¹
								m	m	0-1		m		
A154	A150	A154	135.70	37.69	194.60	250	5	0.50	19.30	1	1521.41	15	17.80	0.80
A155	A154	A155	217.80	60.50	108.70	200	5	1.90	48.10	1	1521.50	15	15.80	2.10
A156	A155	A156	144.10	40.03	115.00	200	5	1.00	31.90	1	1521.09	15	15.30	1.40
A157	A53	A157	495.80	137.72	31.70	355	5	0.20	34.70	1	1525.95	0	21.40	1.50
A158	A157	A158	495.80	137.72	179.70	355	5	0.90	34.70	1	1526.00	0	20.40	1.50
A159	A158	A159	135.70	37.69	8.70	200	5	0.10	30.00	1	1526.00	15	20.30	1.30
A160	A159	A160	217.80	60.50	86.40	200	5	1.50	48.10	1	1525.57	0	19.20	2.10
A161	A160	A161	217.80	60.50	130.90	200	5	2.30	48.10	1	1525.00	0	17.50	2.10
A162	A161	A162	217.80	60.50	68.20	200	5	1.20	48.10	1	1524.85	15	16.40	2.10
A163	A162	A163	144.10	40.03	17.50	160	5	0.40	49.80	1	1524.74	15	16.10	2.10
A164	A158	A164	488.40	135.67	101.40	315	5	0.90	43.90	1	1526.00	0	19.50	1.90
A165	A164	A165	202.70	56.31	4.60	200	5	0.10	44.80	1	1526.00	15	19.50	1.90
A166	A165	A166	182.10	50.58	29.60	200	5	0.40	40.20	1	1526.00	0	19.10	1.70
A167	A166	A167	217.80	60.50	49.50	200	5	0.90	48.10	1	1526.00	15	18.20	2.10
A168	A167	A168	144.10	40.03	125.00	200	5	1.00	31.90	1	1526.00	15	17.20	1.40
A169	A166	A169	135.70	37.69	23.40	200	5	0.20	30.00	1	1526.00	15	18.90	1.30
A170	A169	A170	217.80	60.50	61.60	200	5	1.10	48.10	1	1526.00	15	17.80	2.10
A171	A170	A171	144.10	40.03	14.90	160	5	0.40	49.80	1	1526.00	15	17.40	2.10
A172	A164	A172	415.70	115.47	251.20	315	5	1.60	37.40	1	1526.00	0	17.90	1.60
A173	A172	A173	135.70	37.69	8.00	200	5	0.10	30.00	1	1526.00	15	17.80	1.30
A174	A173	A174	144.10	40.03	14.40	160	5	0.40	49.80	1	1526.00	15	17.50	2.10
A175	A173	A175	144.10	40.03	199.80	200	5	1.70	31.90	1	1524.55	15	17.60	1.40
A176	A172	A176	411.60	114.33	176.10	315	5	1.10	37.00	1	1525.35	0	17.40	1.60
A177	A176	A177	135.70	37.69	55.80	200	5	0.40	30.00	1	1525.03	0	17.30	1.30
A178	A177	A178	135.70	37.69	163.00	200	5	1.20	30.00	1	1523.50	15	17.70	1.30
A179	A178	A179	217.80	60.50	18.60	200	5	0.30	48.10	1	1523.25	0	17.60	2.10
A180	A179	A180	217.80	60.50	10.60	200	5	0.20	48.10	1	1523.25	15	17.40	2.10
A181	A180	A181	144.10	40.03	172.70	200	5	1.40	31.90	1	1522.00	15	17.20	1.40
A182	A176	A182	369.00	102.50	26.30	315	5	0.10	33.20	1	1525.12	15	17.50	1.40
A183	A182	A183	354.20	98.39	82.90	315	5	0.40	31.80	1	1524.71	15	17.50	1.40
A184	A183	A184	339.20	94.22	87.00	315	5	0.40	30.50	1	1524.22	0	17.60	1.30
A185	A184	A185	240.60	66.83	14.00	250	5	0.10	34.10	1	1524.27	15	17.50	1.50
A186	A185	A186	222.10	61.69	57.40	250	5	0.40	31.50	1	1524.31	0	17.10	1.40
A187	A186	A187	217.80	60.50	18.10	200	5	0.30	48.10	1	1524.24	15	16.90	2.10
A188	A187	A188	144.10	40.03	14.30	160	5	0.40	49.80	1	1524.25	15	16.50	2.10
A189	A186	A189	182.10	50.58	76.80	250	5	0.30	25.80	1	1524.31	15	16.80	1.10
A190	A189	A190	160.00	44.44	74.60	250	5	0.30	22.70	1	1524.16	15	16.70	1.00
A191	A190	A191	135.70	37.69	18.70	250	5	0.00	19.30	1	1524.13	0	16.60	0.80
A192	A191	A192	144.10	40.03	22.20	160	5	0.50	49.80	1	1524.11	15	16.10	2.10
A193	A191	A193	217.80	60.50	89.80	250	5	0.50	30.90	1	1524.00	15	16.20	1.30
A194	A193	A194	144.10	40.03	23.40	200	5	0.20	31.90	1	1524.00	15	16.00	1.40
A195	A184	A195	202.70	56.31	15.90	250	5	0.10	28.80	1	1524.15	15	17.60	1.20
A196	A195	A196	182.10	50.58	195.30	250	5	0.80	25.80	1	1522.53	15	18.40	1.10
A197	A196	A197	144.10	40.03	133.90	160	5	3.30	49.80	1	1521.00	15	16.70	2.10
A198	A196	A198	135.70	37.69	20.80	250	5	0.10	19.30	1	1522.67	15	18.20	0.80
A199	A198	A199	217.80	60.50	102.50	250	5	0.60	30.90	1	1523.00	15	17.30	1.30
A200	A199	A200	144.10	40.03	122.70	200	5	1.00	31.90	1	1523.00	15	16.30	1.40