

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS Y
AMBIENTALES -IIA-**

**BENEFICIOS DE UN SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO EN LAS PARCELAS DE CULTIVO DE
HORTALIZAS DE LA ASOCIACION DE DESARROLLO INTEGRAL DE LA ALDEA LO DE
RAMIREZ, VILLA NUEVA, GUATEMALA.**

HUGO LEONEL SOLORZANO FUENTES

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2008

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTADA DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS Y AMBIENTALES
--IIA--**

BENEFICIOS DE UN SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO EN LAS PARCELAS DE CULTIVO DE HORTALIZAS DE LA ASOCIACION DE DESARROLLO INTEGRAL DE LA ALDEA LO DE RAMIREZ, VILLA NUEVA, GUATEMALA.

TESIS

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

HUGO LEONEL SOLORZANO FUENTES

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRONOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA

EN EL GRADO ACADEMICO DE LICENCIADO

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2,008.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA**

RECTOR

Lic. Carlos Estuardo Gálvez Barrios

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Msc.	Francisco Javier Vásquez Vásquez
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr.	Waldemar Nufio Reyes
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr.	Walter Arnoldo Reyes Sanabria
VOCAL TERCERO	Msc.	Danilo Ernesto Dardon Avila
VOCAL CUARTO	Br.	Rigoberto Morales Ventura
VOCAL QUINTO	Br.	Miguel Armando Salazar Gómez
SECRETARIO	Msc.	Edwin Enrique Cano Morales

Guatemala, noviembre de 2,008

**Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos De Guatemala
Presente**

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

BENEFICIOS DE UN SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO EN LAS PARCELAS DE CULTIVO DE HORTALIZAS DE LA ASOCIACION DE DESARROLLO INTEGRAL DE LA ALDEA LO DE RAMIREZ, VILLA NUEVA, GUATEMALA.

Presentado como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola en el grado académico de Licenciado.

Esperando que la presente investigación llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme.

Atentamente,

Hugo Leonel Solórzano Fuentes

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS: Señor Todopoderoso que me provee de sabiduría, perseverancia y paciencia. Gracias Señor por tu amor y por permitirme cumplir un sueño muy importante en mi vida.

Mi esposa e hijos: Thelma de Solórzano, por su amor, paciencia, tiempo y apoyo incondicional en exhortarme a alcanzar la meta; José Andrés y José Pablo, por ser la fuente de inspiración e incentivación de alcanzar la meta profesional y así ser un ejemplo a seguir en el desarrollo de sus vidas. Gracias que este triunfo es de ustedes.

Mis Padres: Julio Alfredo y Maria Herminia (Q.E.P.D) por sus sabios consejos y por haberme brindado la oportunidad de estudiar y así ser alguien en la vida.

Mis Hermanos: Edgar Alfredo, Mirna Elizabeth, Mario Alberto, Luis Fernando, Ingrid Patricia y Marta Miriam, por su cariño y apoyo incondicional, especialmente a Edgar y Mirna.

Maribel Moran: por el gran apoyo que me brindó en el momento oportuno.

Los amigos: por hacerme compartir grandes momentos de la vida.

Los ingenieros, que compartieron sus valiosos conocimientos y experiencias contribuyendo en mi formación profesional.

TESIS QUE DEDICO

A:

Mi país Guatemala, por haberme brindado la oportunidad de ser hijo de la patria, retribuyéndole mi éxito alcanzado.

Mis Centros de Estudios, Escuela Pedro José de Betancourt, Instituto Nacional Mixto América, Centro de Estudios en Computación y la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, institución que me dio la oportunidad de formarme como profesional al servicio de Guatemala.

AGRADECIMIENTOS

A:

Mis asesores, Ingenieros Rolando Lara, Pedro Pelaez y Gustavo Figueroa, por el tiempo dedicado, experiencia profesional, transmisión de conocimientos, apoyo y asesoría brindada durante el proceso de este trabajo.

Ing. José Benedicto Ortega Morales, por su valiosa colaboración y sugerencias.

Mis compañeros de trabajo, por su comprensión y ayuda.

Asociación de Desarrollo Integral de Agricultores de la Aldea Lo de Ramírez, Villa Nueva, por el apoyo y colaboración proporcionada.

PLAMAR: por haberme abierto las puertas de la unidad, brindándome el apoyo y colaboración necesaria para llegar a la meta.

Guatemala, 27 de octubre de 2,008

Ing. Agr. Amílcar Sánchez

Director IIA

FAUSAC

Ing. Sánchez:

Por este medio los asesores hacemos constar que el documento titulado **BENEFICIOS DE UN SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO EN LAS PARCELAS DE CULTIVO DE HORTALIZAS DE LA ASOCIACION DE DESARROLLO INTEGRAL DE LA ALDEA LO DE RAMIREZ, VILLA NUEVA, GUATEMALA**, enmarcado en el **Programa Extraordinario para la realización de Tesis de Grado para la carrera de Ingeniero Agrónomo**, realizado por el estudiante Hugo Leonel Solórzano Fuentes con carne de identificación 89-13679; ha sido revisado en su totalidad y estamos de acuerdo con las observaciones hechas cumpliendo así con las Normas Universitarias y Reglamentos de la Facultad de Agronomía.

Atentamente,

Ing. Agr. Rolando Lara
Asesor, FAUSAC

Ing. Agr. Gustavo A. Figueroa
Asesor, MAGA

Ing. Agr. Pedro Pelaez
Asesor, FAUSAC

INDICE GENERAL

INDICE DE CUADROS.....	iv
INDICE DE FIGURAS.....	vi
RESUMEN.....	vii
1. INTRODUCCION.....	1
2. DEFINICION DEL PROBLEMA.....	2
3. MARCO TEORICO.....	3
3.1 Marco conceptual.....	3
3.1.1 Historia del sistema de riego por goteo.....	3
3.1.2 El sistema de riego por goteo.....	4
3.1.3 Relaciones suelo-agua-planta.....	5
3.1.4 Perdida de agua en el suelo.....	5
3.1.5 Régimen de humedad.....	5
3.1.6 Aireación del suelo.....	6
3.1.7 Distribución del sistema radical.....	6
3.1.8 El bulbo húmedo.....	6
3.1.9 Salinidad.....	8
3.1.10 Componentes del sistema de riego por goteo.....	8
3.1.11 Ventajas del sistema de riego por goteo.....	9
3.1.12 Inconvenientes del sistema de riego por goteo.....	10
3.1.13 Partes del sistema de riego.....	11
3.2 Marco referencial.....	18
3.2.1 Ubicación y localización.....	18
3.2.2 Condiciones climáticas.....	18
3.2.3 Región fisiográfica.....	18
3.2.4 Suelos.....	19
4. OBJETIVOS.....	20
4.1 Objetivo general.....	20
4.2 Objetivos específicos.....	20
5. METODOLOGIA.....	21

5.1 Fase de Gabinete Inicial.....	21
5.2 Fase de campo.....	22
5.3 Fase de Gabinete Final.....	22
6 RESULTADOS Y DISCUSION.....	23
6.1 Conformación de la Asociación.....	23
6.2 Elaboración del diagnostico de la comunidad.....	25
6.2.1 Antecedentes.....	25
6.2.2 Justificación antes de la implementación del sistema de riego.....	26
6.2.3 Descripción de la localización donde fue ubicado el sistema de riego.....	26
6.3 Actividades desarrolladas para la ejecución del sistema de riego.....	27
6.4 Descripción del proyecto antes de la implementación del sistema de riego... .	27
6.5 Fuente de agua utilizada para el sistema de riego.....	29
6.6 Diseño agronómico.....	29
6.6.1 Evapotranspiración de diseño.....	29
a. Lamina neta y frecuencia de riego.....	30
b. Lamina bruta de riego.....	30
6.6.2 Selección de goteros.....	30
6.6.3 Reglas de operación.....	30
6.6.4 Aspectos técnicos del sistema de riego por goteo.....	32
6.7 Diseño hidráulico.....	32
6.7.1 Levantamiento topográfico.....	32
6.7.2 Trazo.....	33
6.7.3 Diseño del sistema de conducción.....	33
6.7.4 Sistema de bombeo.....	33
6.7.5 Calendario de riego.....	35
6.8 Materiales y equipos del sistema de riego por goteo.....	35
6.9 Descripción de las metas obtenidas de la implementación del sistema de Riego.....	40
6.10 Aspecto administrativo y legal.....	40
6.10.1 Aspecto administrativo.....	40
6.10.2 Aspecto legal.....	42
6.11 Cronograma de ejecución física y financiera.....	42

6.12 Evaluación productivo y ambiental.....	43
6.12.1 Impacto productivo.....	43
6.12.2 Impacto ambiental.....	44
6.13 Evaluación social y técnica.....	45
6.14 Evaluación financiera.....	46
6.14.1 Aspectos de mercado.....	46
6.14.2 Inversiones.....	48
6.13 Fuente de financiamiento para la inversión y la actividad productiva.....	51
6.13.1 Flujo de caja.....	51
6.13.2 Análisis de sensibilidad.....	52
6.14 Mecanismos de sostenibilidad de la implementación del sistema de riego por goteo de la Asociación de Desarrollo Integral de Agricultores de la aldea Lo de Ramírez.....	52
7. CONCLUSIONES.....	54
8. RECOMENDACIONES.....	56
9. BIBLIOGRAFIA.....	57
10. ANEXOS.....	58

INDICE DE CUADROS

No.	Descripción	Página
1.	Beneficiarios directos del sistema de riego por goteo integrantes de la Asociación de Desarrollo Integral de Agricultores de la aldea Lo de Ramírez.....	24
2.	Identificación de las partes del sistema de riego por goteo.....	29
3.	Tiempo estimado de operación de cada ramal del sistema de riego.....	31
4.	Aspectos de los parámetros relevantes del sistema de riego.....	32
5.	Datos y parámetros del sistema de bombeo.....	34
6.	Calendario de riego.....	35
7.	Costo estimado expresado en quetzales del sistema de riego por goteo de la Asociación de Desarrollo Integral de Agricultores de la aldea Lo de Ramírez, Ramírez, Villa Nueva.....	36
8.	Equipo de bombeo del sistema de riego por goteo.....	37
9.	Lista de materiales para paso aéreo de 162 metros.....	38
10.	Materiales y precios para construcción de caseta de protección.....	39
11.	Cronograma de ejecución del sistema de riego por goteo en el año 2,006.....	42
12.	Ejecución financiera para el desembolso del crédito.....	43
13.	Jornales y puestos de trabajo por cosecha por manzana usando un sistema de riego por goteo.....	44
14.	Precios pagados por el consumidor de tomate en la Terminal y Cenma del la ciudad de Guatemala.....	47
15.	Costos de operación y mantenimiento por temporada de cultivos para tres años.....	48
16.	Costo y financiamiento total del sistema de riego por goteo en la aldea Lo de Ramírez, Villa Nueva.....	50

17.	Indicadores económicos financieros de sistema de riego por goteo en la aldea Lo de Ramírez.....	51
18.	Matriz de los impactos ambientales causados al medio ambiente y seres vivos por ejecución y funcionamiento del sistema de riego.....	62
19.	Costos de producción de tomate (Solanum sculentum L.).....	63
20.	Calculo hidráulico del sistema de riego por goteo instalado en la Aldea Lo de Ramírez.....	64
21.	Flujo de caja.....	65
22.	Inversiones del sistema de riego por goteo.....	66
23.	Amortizaciones e intereses de la instalación del sistema de riego por goteo en la aldea Lo de Ramírez, Villa Nueva.....	66
24.	Fuente y uso integrado de fondos para la instalación y funcionamiento.....	67
25.	Indicadores financieros.....	68
26.	Indicadores financieros.....	69
27.	Indicadores financieros.....	70

INDICE DE FIGURAS

No.	Descripción	Página
1.	Forma del bulbo húmedo en suelos de diferente textura.....	7
2.	Forma y tamaño del bulbo húmedo en un suelo franco cuando se aplica la misma cantidad de agua con dos emisores de distinto caudal.....	7
3.	Distribución de las sales en el bulbo húmedo (el punteado indica la magnitud de la concentración de sales.....	8
4.	Red de distribución de una instalación de riego localizado.....	15
5.	Organigrama de la administración del sistema de riego por goteo de la Asociación de Desarrollo Integral de Agricultores de la aldea Lo de Ramírez, Villa Nueva.....	41
6.	Mapa de ubicación geográfica, poblados y vías de acceso a la aldea Lo de Ramírez, Villa Nueva.....	59
7.	Mapa de series de suelos (Simmos, Tarano y Pinto) de la aldea Lo de Ramírez, Villa Nueva.....	60
8.	Mapa topográfico de la aldea Lo de Ramírez, Villa Nueva.....	61
9.	Croquis para llegar a la aldea Lo de Ramírez, municipio de Villa Nueva....	71

BENEFICIOS DE UN SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO EN LAS PARCELAS DE CULTIVO DE HORTALIZAS DE LA ASOCIACION DE DESARROLLO INTEGRAL DE LA ALDEA LO DE RAMIREZ, VILLA NUEVA, GUATEMALA.

BENEFITS OF A IRRIGATION SYSTEM BY DRIPING IN THE PLOTS OF VEGETABLES OF THE ASSOCIATION OF INTEGRAL DEVELOPMENT OF THE VILLAGE LO DE RAMÍREZ, VILLA NUEVA, GUATEMALA.

RESUMEN

En la aldea Lo de Ramírez, del municipio de Villa Nueva, departamento de Guatemala, existe una Asociación de agricultores organizados denominada **Asociación de Desarrollo Integral de Agricultores de la aldea Lo de Ramírez**, quienes se organizaron con el propósito de ser beneficiarios de proyectos gestionados por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación MAGA. Fue de esta manera que a través de la gestión de las unidades como la Coordinación Departamental de Guatemala, PLAMAR, FONAGRO, entres otras se logró que fueran beneficiarios con la implementación de un sistema de riego por goteo mediante el uso de agua subterránea.

Los objetivos principales de la presente investigación consistieron en describir las distintas fases que se llevaron a cabo para la implementación de este sistema de riego, como describir los beneficios tanto técnicos, sociales y económicos que se han generado debido a la implementación de dicho sistema; para ello en la metodología se expone que las herramientas utilizadas fueron las entrevistas, encuestas (boleta de campo), observaciones e investigación, para poder recabar toda la información necesaria que ayudaran a establecer dichos beneficios.

Del estudio realizado se concluye que han sido muchos los beneficios para los agricultores de la Asociación, quienes actualmente se dedican a la producción de tomate y chile pimiento tanto en época seca como lluviosa de tal forma que les ha permitido aumentar sus ingresos económicos por los buenos rendimientos obtenidos de estos productos. Cabe mencionar que también ha habido generación de empleo pues dichos agricultores contratan mano de obra propia de lugar para las actividades de producción de las hortalizas mencionadas. Otro aspecto muy importante es que su calidad de vida ya no es como la que tenían antes de la implementación de este sistema de riego por goteo, esto se puede visualizar en el tipo de vivienda en la que habitan actualmente.

1. INTRODUCCIÓN

El Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación a través de la Coordinación Departamental de Guatemala gestiona proyectos productivos que permita alcanzar cierto grado de desarrollo a las comunidades agropecuarias del departamento de Guatemala, el cual, ha llevado apoyo necesario para mejorar e incrementar sus rendimientos y cosechas, así mismo comercializar estos productos durante todo el año y obtener ingresos económicos mas satisfactorios.

La aldea Lo de Ramírez, del municipio de Villa Nueva, se encuentra situado al sur de la capital de Guatemala a una distancia de 25 kilómetros, cuyos pobladores cuentan con áreas y condiciones climáticas adecuadas que les permiten desarrollar distintas actividades, siendo una de ellas la explotación agrícola.

Actualmente los agricultores de la Asociación de Desarrollo Integral de dicha aldea son productores de hortalizas principalmente de tomate y chile pimiento, cuentan con un sistema de riego por goteo aprovechando agua subterránea, el cual les ha permitido aprovechar sus terrenos durante la época de verano incrementando de esta manera sus rendimientos.

El presente documento tuvo como objetivo fundamental realizar la sistematización de las distintas fases que se llevaron a cabo para la implementación del sistema de riego por goteo, como describir los beneficios de las actividades que se llevaron a cabo, las cuales se exponen de manera de análisis para el mejor aprovechamiento de las experiencias adquiridas dentro de la organización, elaboración del proyecto, financiamiento, ejecución y operativización del mismo.

2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En la aldea Lo de Ramírez ubicada en el municipio de Villa Nueva del departamento de Guatemala, existe una Asociación de Agricultores, quienes actualmente cuentan con la implementación de un sistema de riego por goteo utilizando agua subterránea para la producción de hortalizas principalmente de tomate y chile pimiento. Dichos agricultores antes de la implementación de este sistema de riego, se dedicaban solamente a la producción de algunas hortalizas como pepino y otro pequeño grupo cultivaba tomate, esto mediante el uso de un sistema de riego tradicional utilizando aguas superficiales contaminadas que provenían de otras aldeas, cuyas aguas han ido disminuyendo por el alto índice de deforestación que existe; obteniendo así bajos rendimientos e ingresos económicos no muy satisfactorios en virtud de que la mayor parte de producción era durante la época lluviosa, dejando de producir durante la época seca.

3. MARCO TEORICO

3.1 Marco conceptual

3.1.1 Historia del sistema de riego por goteo

El riego por goteo ha sido utilizado desde la antigüedad cuando se enterraban vasijas de arcilla llenas de agua con el fin de que el agua se infiltrara gradualmente en el suelo. El riego por gota a gota moderno se desarrolló en Alemania hacia 1860 cuando los investigadores comenzaron a experimentar la subirrigación con ayuda de tuberías de arcilla para crear una combinación de irrigación y de sistema de drenaje. En los años 1920, tuberías perforadas fueron utilizadas en Alemania, después O.E. Robey experimentó el riego por tubería porosa de tela en la universidad de Míchigan. (Blass, 1,973)

Con la llegada de los plásticos modernos después de la Segunda Guerra Mundial, fueron posibles numerosas mejoras. Micro-tubos de plástico y diversos tipos de goteros han sido empleados en invernadero en Europa y en Estados Unidos.

La moderna tecnología de riego por goteo fue inventada en Israel por Simcha Blass y su hijo Yeshayahu. En lugar de liberar el agua por agujeros minúsculos, que fácilmente se podían obstruir por acumulación de partículas minúsculas, el agua se libera por tuberías más grandes y más largas empleando el frotamiento para garantizar la velocidad del agua en el interior de un emisor (gotero) de plástico. El primer sistema experimental de este tipo fue establecido en 1959 cuando la familia de Blass en el Kibboutz Hatzerim creó una compañía de riegos llamada Netafim. A continuación, desarrollaron y patentaron el primer emisor exterior de riego por gota a gota. Este método muy perfeccionado se ha desarrollado en Australia, en América del Norte y en América del Sur hacia el fin de los años 60. (Blass, 1,973)

3.1.2 El Sistema de riego por goteo.

Como su nombre lo indica, es un sistema de riego que entrega el agua gota a gota, según su necesidad, humedeciendo solo una parte del suelo, donde se concentran las raíces, por ello también se le llama riego localizado, o de alta frecuencia pues se aplica el agua casi a diario o algunas veces más de una vez al día. Una de las principales ventajas es que permite la aplicación de fertilizante a través del sistema igualmente de manera localizada, siendo mas eficiente.

Entre las principales ventajas que nos proporciona está la disminución significativa del volumen de agua usado, así aunque inicialmente la inversión puede ser relativamente alta, ésta es compensada por los incrementos que se logra en calidad y en cantidad. (Losada Villasante, 2,005)

Como se menciona anteriormente el riego por goteo también se le llama riego localizado y consiste en aplicar el agua a una zona más o menos restringida del volumen del suelo que habitualmente ocupan las raíces. Sus características principales son:

- No se moja la totalidad del suelo
- Se utilizan pequeños caudales a baja presión
- El agua se aplica con alta frecuencia

La localización del agua en la proximidad de las plantas se manifiesta en que se modifican algunas características de las relaciones suelo-agua-planta, tale como:

- Reducción de la evaporación
- Distribución del sistema radical
- Régimen de salinidad.

En el riego por goteo, el agua se aplica mediante dispositivos la cual es aplicada gota a gota mediante dispositivos llamados goteros o emisores o bien mediante flujo continuo, con un caudal inferior a 16 litros/hora por punto de emisión o por metro lineal de manguera por goteo. (Fuentes Y. 2,003)

3.1.3 Relaciones suelo-agua-planta

La localización del agua y la alta frecuencia de su aplicación tiene unas repercusiones importantes en las relaciones suelo-agua-planta. (Fuentes Y. 2,003)

3.1.4 Perdida de agua en el suelo

La evapotranspiración comprende las pérdidas de agua ocasionadas por evaporación en el suelo y por transpiración de la planta. En el riego localizado se moja una parte de la superficie del suelo; por tanto, las pérdidas por evaporación serán menores que en aquellos sistemas de riego en donde se moja la superficie del suelo. Mientras que la transpiración puede ser mayor debido a que el suelo seco se calienta más que el suelo húmedo y ello provoca un aumento de temperatura del follaje. (Fuentes Y. 2,003)

3.1.5 Régimen de humedad

Existe un nivel de agua en el suelo, llamado nivel mínimo, por encima del cual la planta se desarrolla satisfactoriamente. Cuando el agua del suelo desciende por debajo del nivel mínimo, la planta tiene que hacer un esfuerzo mayor para absorber el agua, lo cual se traduce en una menor absorción y, en consecuencia, una menor transpiración y una disminución del rendimiento. (Fuentes Y. 2,003)

El nivel mínimo depende, sobre todo, del tipo de cultivo y de su estado de desarrollo. A su vez, el nivel mínimo se caracteriza por una cantidad de agua existente en un suelo determinado, pero de ninguna manera depende del método de riego utilizado. En el riego localizado o por goteo el intervalo entre riegos se elige a voluntad, por lo que el contenido de humedad del suelo se mantiene siempre alejado del nivel mínimo. (Fuentes Y. 2,003)

3.1.6 Aireación del suelo

En este tipo de riego el suelo solo se satura en un volumen muy reducido próximo al emisor, con lo cual no se presentan problemas de aireación. (Fuentes Y. 2,003)

3.1.7 Distribución del sistema radical

Las plantas pueden desarrollarse normalmente con un volumen de suelo inferior al que normalmente ocupan. Ello se debe a que el sistema radical se desarrolla rápidamente en la zona húmeda disponible, por lo que no es raro que en la zona húmeda del riego la concentración de raíces sea 3 a 4 veces mayor que en otros riegos. (Fuentes Y. 2,003)

3.1.8 El bulbo húmedo

Se llama bulbo húmedo al volumen de suelo humedecido por un emisor de riego. El movimiento del agua en el suelo determina la forma y el tamaño del bulbo húmedo, que tiene una gran importancia, ya que en él se desarrolla el sistema radical de las plantas. La forma y tamaño del bulbo húmedo depende de los siguientes factores:

- La textura del suelo: En suelos arenosos el agua circula con mayor facilidad hacia abajo, siendo la forma del bulbo alargada, mientras que en suelos arcillosos el agua se extiende con más facilidad hacia los lados, y la forma del bulbo es achatada. (figura 1)

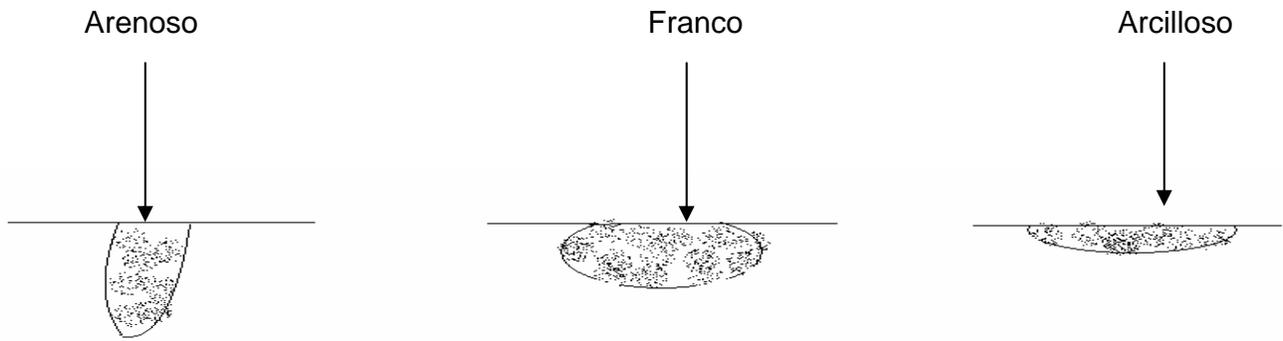


Figura 1. Forma del bulbo húmedo en suelos de diferente textura.

- El caudal del emisor: Cuando el agua empieza a salir por un emisor se forma un pequeño charco, a la vez que el suelo empieza a absorber agua en toda la superficie del mismo. El tamaño del charco depende del caudal que sale por el emisor: a mayor caudal mayor superficie de charco y, por tanto, un bulbo mas extendido en sentido horizontal. (figura 2)
- El tiempo de riego: A medida que aumenta el tiempo de riego (suponiendo un caudal constante en el emisor) el tamaño del bulbo aumenta en profundidad, pero apenas aumenta su extensión en sentido horizontal.

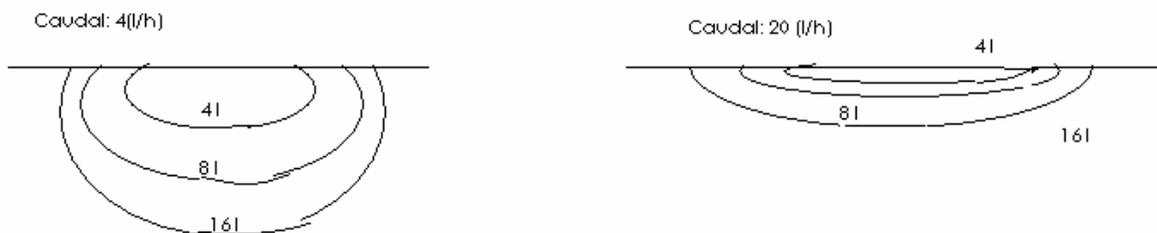


Figura 2. Forma y tamaño del bulbo húmedo en un suelo franco cuando se aplica la misma cantidad de agua con dos emisores de distinto caudal.

3.1.9 Salinidad

Las sales contenidas en el suelo y las aportadas con el agua de riego se mantienen en disolución con el agua del suelo. La planta absorbe el agua y una pequeña parte de sales, quedando el resto en el suelo. A medida que disminuye el agua aumenta la concentración de sales, con lo cual aumenta la tensión osmótica de la disolución y las plantas encuentran mayor dificultad para absorber el agua. La concentración de sales dentro del bulbo va aumentando progresivamente hacia la periferia del mismo, sobre todo en la zona superficial, en donde se presenta con frecuencia una corona blanca de sales. (Fuentes Yague, 2,003)

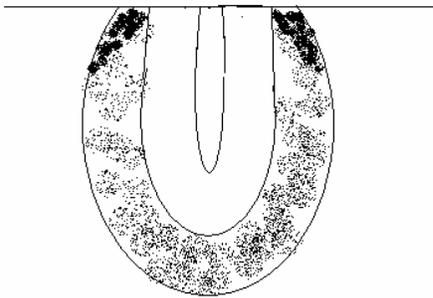


Figura 3. Distribución de las sales en el bulbo húmedo. (el punteado indica la magnitud de la concentración de sales)

3.1.10 Componentes del sistema de riego por goteo

La mayor parte de los grandes sistemas de irrigación por goteo utilizan un cierto tipo de filtro de agua para impedir la obstrucción de los pequeños tubos surtidores. Ciertos sistemas utilizados en zonas residenciales se instalan sin filtros adicionales ya que el agua potable ya está filtrada. Prácticamente todos los fabricantes de equipos de riego por goteo recomiendan que se utilicen los filtros y generalmente no dan garantías a menos que esto sea hecho. El riego por goteo se emplea casi exclusivamente utilizando agua potable pues las reglamentaciones desaconsejan generalmente pulverizar agua no potable. En riego por goteo, la utilización de abonos tradicionales en superficie es

casi ineficaz, así los sistemas de goteo mezclan a menudo el abono líquido o pesticidas en el agua de riego. Otros productos químicos tales como el cloro o el ácido sulfúrico son igualmente utilizados para limpiar periódicamente el sistema. Si está correctamente montado, instalado, y controlado, el riego por goteo puede ayudar a realizar importantes economías de agua por la reducción de la evaporación . Por otro lado, el riego gota a gota puede eliminar muchas enfermedades que nacen del contacto del agua con las hojas. En conclusión, en las regiones donde los aprovisionamientos de agua están muy limitados, se puede obtener un notable aumento de producción utilizando la misma cantidad de agua que antes. (Fuentes Yague, 2,003)

3.1.11 Ventajas del sistema de riego por goteo

El riego por goteo es un medio eficaz y pertinente de aportar agua a la planta, ya sea en cultivos en línea (mayoría de los cultivos hortícolas o bajo invernadero, viñedos) o en plantas (árboles) aisladas (vergeles). Este sistema de riego presenta diversas ventajas desde los puntos de vista agronómicos, técnicos y económicos, derivados de un uso más eficiente del agua y de la mano de obra. Además, permite utilizar caudales pequeños de agua. Sus principales ventajas son:

- Una importante reducción de la evaporación del suelo, lo que trae una reducción significativa de las necesidades de agua. No se puede hablar de una reducción en lo que se refiere a la transpiración del cultivo, ya que la cantidad de agua transpirada (eficiencia de transpiración) es una característica fisiológica de la especie.
- La posibilidad de automatizar completamente el sistema de riego, con los consiguientes ahorros en mano de obra.
- El control de las dosis de aplicación es más fácil y completo.
- Se pueden utilizar aguas más salinas que en riego convencional, debido al mantenimiento de una humedad relativamente alta en la zona radical (bulbo húmedo). (Fuentes Yague, 2,003)

- Una adaptación más fácil en terrenos rocosos o con fuertes pendientes.
- Reduce la proliferación de malas hierbas en las zonas no regadas
- Permite el aporte controlado de nutrientes con el agua de riego sin pérdidas por lixiviación con posibilidad de modificarlos en cualquier momento del cultivo.(fertirriego))
- Permite el uso de aguas residuales ya que evita que se dispersen gotas con posibles patógenos en el aire. (Losada, V. 2,005)
- Facilidad de ejecución de las labores agrícolas, al permanecer seca una buena parte de la superficie del suelo.
- Mayor uniformidad de riego
- Mejor aprovechamiento de los fertilizantes
- Aumento de la cantidad y calidad de las cosechas
- Menor infestación por malas hierbas, debido a la menor superficie de suelo humedecida
- Posibilidad de aplicación de fertilizantes, correctores y pesticidas con el agua de riego (Fuentes Yague, 2,003)

3.1.12 Inconvenientes del sistema de riego por goteo

Sus principales inconvenientes son:

- El costo elevado de la instalación. Se necesita una inversión elevada debida a la cantidad importante de emisores, tuberías, equipamientos especiales en el cabezal de riego y la casi necesidad de un sistema de control automatizado (electro-válvulas). Sin embargo, el aumento relativo de coste con respecto a un sistema convencional no es prohibido.

- El alto riesgo de obturación (“clogging” en inglés) de los emisores, y el consiguiente efecto sobre la uniformidad del riego. Esto puede ser considerado como el principal problema en riego por goteo. Sin embargo, en los últimos años, gracias a la aparición en el mercado de goteros auto-compensados y "auto-limpiantes", este problema se ha reducido notablemente, ya que estos goteros tienen el paso más amplio, permitiendo la pasada de partículas de mayor tamaño, ya que la regulación del caudal se obtiene no mediante un "laberinto" o un orificio de pequeño diámetro, sino mediante la membrana de silicona que autorregula la presión interna del gotero, y por ende el caudal de salida. (Fuentes Yague, 2,003)
- La presencia de altas concentraciones de sales alrededor de las zonas regadas, debido a la acumulación preferencial de las sales. Esto puede constituir un inconveniente para la plantación siguiente, si las lluvias no son suficientes para lavar el suelo. (Losada, Villasante, 2,005)
- Se necesita un personal mas calificado.
- Hay que hacer un análisis inicial del agua.
- Cuando se maneja mal el riego existe riesgo de salinización del bulbo húmedo.
- Hay que vigilar periódicamente el funcionamiento del cabezal y de los emisores, con el fin de prevenir las obstrucciones.
- Es preciso hacer un control de las dosis de agua, fertilizantes, pesticidas y productos aplicados al agua de riego. (Fuentes, Y. 2,003)

3.1.13 Partes del sistema de riego.

- **fuelle de agua:**

Puede ser:

- Superficial: presa, lago, río o manantial, conducida a través de un canal de riego.
- Subterránea: extraída de un pozo tubular a tajo abierto.

La alta frecuencia de riego en estos sistemas, exige en aguas superficiales, el uso de reservorios que permiten la regulación y disponibilidad permanente de agua, además de la sedimentación de las impurezas que podrían obstruir los goteros.

- **El cabezal de riego.**

Comprende un conjunto de aparatos que sirven para tratar, medir y filtrar el agua, comprobar su presión e incorporar los fertilizantes. Del cabezal depende, en gran parte el éxito o fracaso del riego, por lo que debe prestarse una gran importancia a su instalación, ya que desde el se regula el suministro de agua y un gran número de prácticas agrícolas, tales como la fertilización y la aplicación de pesticidas. (Fuentes Yague, 2,003)

- **Equipo de bombeo.**

Son centrífugas, de eje vertical BTV u horizontal, impulsadas por motores estacionarios a explosión o eléctricos. La dimensión del equipo de bombeo dependerá del caudal y presión de operación requerida para el funcionamiento del sistema, es decir que para elegir el equipo de bombeo que vamos a usar primero debemos tener ya definidos el caudal y presión que necesitará nuestro sistema. (Fuentes Yague, 2,003)

- **Bomba Centrífuga**

Se dispone de gran variedad de bombas en la actualidad para los requerimientos de diversos sistemas, sin embargo en algunas ocasiones se requiere de más de una bomba, en tales casos se pueden instalar las bombas en serie (si lo que se desea es mayor presión) o en paralelo (si lo que se busca es aumentar el caudal). (Fuentes Yague, 2,003)

- **Equipo de Filtrado.**

Sirven para retener impurezas, partículas, sólidos en suspensión que contiene el agua de riego y evitar que pasen al resto del sistema, pues de lo contrario se presentarán obturaciones en los goteros, este constituye el principal problema en los sistemas de riego localizado (goteo). Por ello es importante tener los filtros adecuados, que eviten el paso de cualquier elemento que pueda provocar obturaciones a nivel de los goteros. (Fuentes Yague, 2,003)

La selección de los filtros se hace según la calidad del agua a filtrar, dependiendo del tipo de impurezas, podemos definir las siguientes:

- **Prefiltrado**, se considera su uso en algunas zonas, que puede comprender dependiendo de las impurezas del agua, des-arenadores, que retiene la arena, guijarros, etc. que arrastra el agua, otros no muy comunes en nuestro medio son los filtros de algas, etc.

- **Filtros principales**, hacen la separación de materiales gruesos entre los más comunes tenemos:

- **Hidrociclones.**

Separan arenas, provoca la decantación de las partículas por movimiento rotacional, con este filtro se puede retener hasta el 98% de la arena (partículas que podría retenerse por un tamiz de 200 mesh, presenta la desventaja de provocar una importante pérdida de carga.

Sin embargo esta (pérdida de carga), es constante durante todo el ciclo. Este tipo de filtro no es adecuado para filtrar partículas orgánicas (bacterias, algas, materia orgánica). (Ferreira, R. 2,001)

- **Filtros de grava o arena.**

Consisten en un tanque que contiene en su interior un medio poroso (partículas de grava o arena tamizada de uno o varios tamaños).

El proceso de filtrado se da por la circulación del agua entre los poros que quedan entre las partículas de grava o arena, en los que se dan tres procesos: tamizado, sedimentación, cohesión y adhesión (materia orgánica); impiden que insectos, restos de plantas, algas, materia orgánica y partículas de tamaño significativo, pasen al resto del sistema; también pueden filtrar partículas de arcilla y arenas finas, pero deben ser complementados con un filtro de malla o de anillos aguas abajo.

La limpieza de estos filtros se realiza en forma mecánica con la misma agua que se utiliza en el sistema (retrolavado), puede ser manual (abriendo y cerrando llaves) o automático, podemos observar en el siguiente esquema el proceso de retrolavado. (Ferreira, R. 2,001)

- Filtros de mallas.

Están formados por un cartucho en cuyo interior van cilindros concéntricos de mallas, se usan para retener partículas más finas, generalmente inorgánicas, y moderadas cantidades de contaminantes orgánicos (no usar con aguas con altos contenidos de materiales orgánicos).

La limpieza del elemento filtrante se hace sacándolo del cartucho que lo contiene, para luego lavarlo con agua y una escobilla suave, es recomendable usar un detergente para facilitar la salida de la materia orgánica. (Ferreira, R. 2,001)

- Filtro de anillos.

Son similares a los filtros de malla, impiden el paso de partículas pequeñas, como limos y materia orgánica; tienen por elemento filtrante discos ranurados, superpuestos a presión uno sobre otro, el agua se filtra entre las ranuras de los discos, estos son de materiales sintéticos resistentes a la corrosión (polietileno de alta resistencia, polipropileno, etc.).

La limpieza se hace por retrolavado (flujo de agua del filtro en sentido inverso), con agua limpia (proveniente de un filtro adyacente).

Entre sus principales ventajas tenemos:

- Soporta altas presiones y golpes de ariete.
- Poca volumen de agua para retrolavado y mínima pérdida de presión.
- Existe la configuración de doble anillo, que permite desconectar fácilmente del sistema, sin desplazar otro elemento del sistema.
- Debido a los materiales que están hechos, son resistentes a la corrosión. (Fuentes Yague, 2,003)

• Red de distribución.

Conduce el agua desde el cabezal hasta las plantas. Del cabezal parte una red de tuberías que se llaman primarias, secundarias, etc., según su orden. Las de último orden, llamadas tuberías laterales, distribuyen el agua uniformemente a lo largo de su longitud por medio de emisores u orificios. (Fuentes Yague, 2,003)

- **Tubería de conducción.** Se puede dividir en primaria o matriz (parte del cabezal a la zona de riego), secundaria (conecta la primaria con el sector de riego) y terciaria (es la que va en la cabecera del sector de riego a ella van conectadas las líneas o tuberías porta goteros).

Normalmente son de Polivinilo de Carbono (PVC), deben ir de preferencia enterradas para evitar que se dañen por acción de la luz (cristalización), las que no sea posible enterrar se deben pintar con látex blanco para protegerlas de la luz, en algunos casos cuando se necesita flexibilidad de las tuberías al instalarlas, es mejor usar tuberías de polietileno. Figura 4.

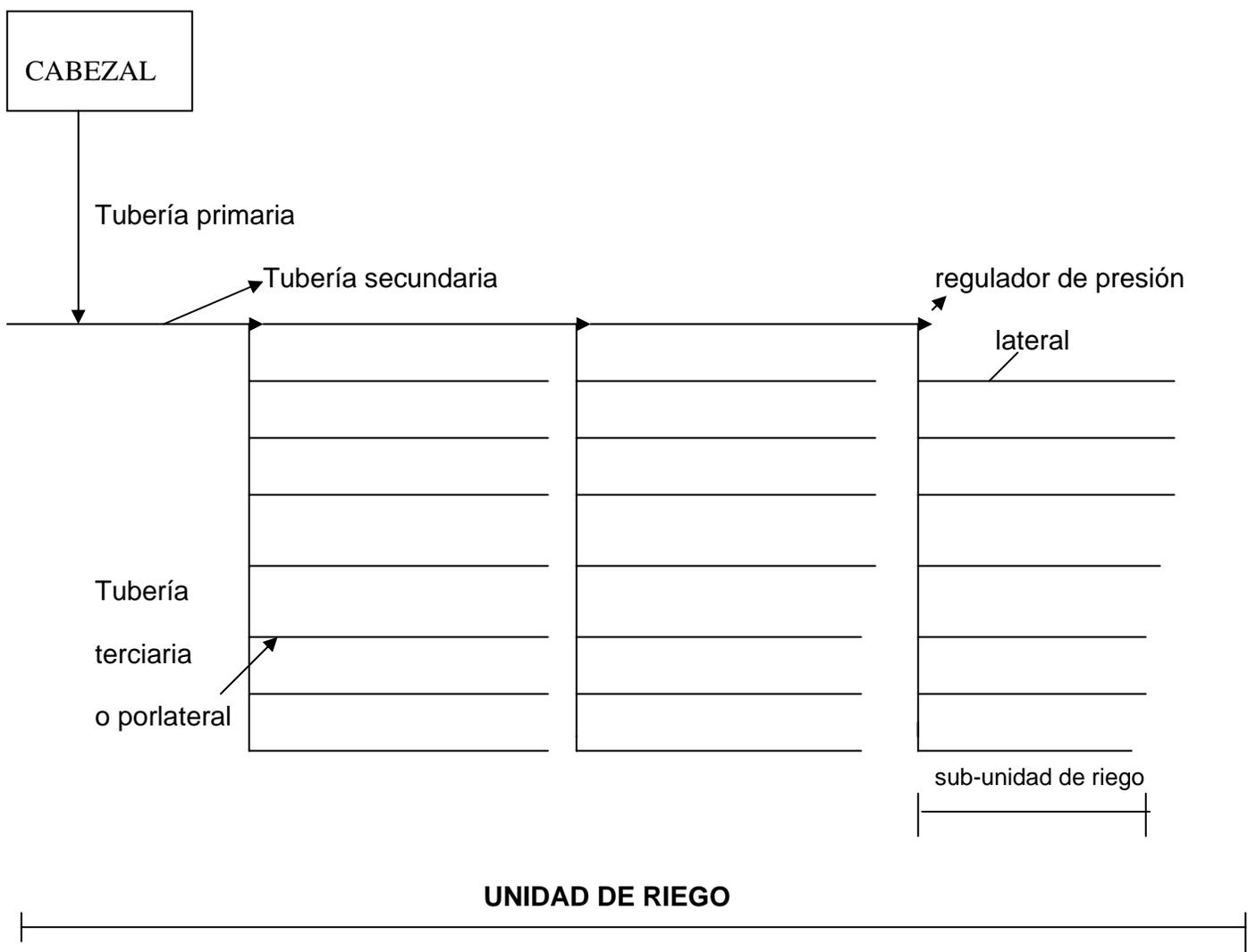


Figura 4. Red de distribución de una instalación de riego localizado.

- **Líneas emisoras o porta goteros.** Se conectan a la tubería terciaria, estas líneas suelen ser de polietileno, en la línea emisora se colocan los goteros, van incorporados en ella, esta va colocada al pie de las plantas en las hileras del cultivo.

- **Emisores.** Son dispositivos que regulan la aplicación del agua y controlan la salida de la misma desde las tuberías laterales. Se dividen en dos grupos:

-Emisores de bajo caudal: inferior a 16 litros/hora, comprende los goteros y las tuberías emisoras o cintas. Estos suelen trabajar a una presión próxima a los 10 mca.

-Emisores de alto caudal: comprendido entre 16y 200 litros/hora, comprende los difusores y los micro aspersores. Suelen trabajar a una presión de 20 mca. (Ferreira, R. 2,001)

El emisor debe reunir las siguientes características:

- Instalación fácil
- Poco sensible a la obstrucción
- Poco sensible a las variaciones de presión
- Bajo costo
- Que mantenga las características a lo largo del tiempo.

Los emisores pueden ser: goteros, cintas y microaspersor y microjet.

- **Goteros.** Son los más antiguos, los hay de varios tipos entre los que tenemos:

- En línea (in-line), que es de conducto largo, en el cual se da la pérdida de carga, tenemos: microtubo, helicoidal y laberíntico. (Ferreira, R. 2,001)

- De botón (on-line), corresponde a los goteros que se insertan en la pared de la tubería emisora o porta gotero, su funcionamiento es tipo laberíntico o vortex. (Ferreira, R. 2,001)

- De Laberintos, normalmente son goteros de laberinto, sin cubierta, extruídos en la cubierta, la pérdida de carga se da por tortuosidad del laberinto. (Ferreira, R. 2,001)

El caudal de emisión de los goteros varía con la presión de trabajo del sistema, esta variación depende de las características del gotero y del diámetro de la tubería porta goteros, así cuando la presión varía significativamente (por ejemplo cuando hay variación de pendiente significativa), es recomendable el uso de goteros auto-compensados, a los que cuando varía la presión del sistema, la variación de su caudal es mínima. (Ferreira, 2,001 y Fuentes, 2,003)

- **Cintas de riego.** Son las más difundidas en nuestra región, una cinta de goteo consta de dos conductos paralelos, un conducto **principal o de transporte**, que es el interior mismo de la cinta ('la luz de la tubería') que lleva el agua en toda la cinta y de donde pasa a través de un orificio (que provoca una pérdida de carga) al conducto **secundario o de descarga**, que presenta un canal regulador de flujo turbulento que produce la pérdida de carga que define el caudal especificado.

Las cintas son de polietileno, su durabilidad depende directamente del espesor de la cinta (de 0.1 a 0.6 mm), y sobre todo con el mantenimiento y limpieza, esto último depende mucho de la calidad del agua, que a pesar de que se pueda tener una cinta de muy buena calidad, si el agua es de mala calidad, esta cinta no durará mucho. (Ferreira, 2,001 y Martínez, 2,001)

3.2 Marco referencial

3.2.1 Ubicación y localización

La aldea Lo de Ramírez, se ubica y la limita el caserío El Calvario al Norte, El Caserío San Miguel Ramírez al Sur, aldea San José Villa Nueva al Este y aldea La Embaulada al Oeste. Geográficamente se localiza dentro de las siguientes coordenadas:

Latitud Norte: 14° 27' 17" a 14° 29' 12"

Longitud Oeste 90° 29' 31" a 90° 35' 21"

Altura: 1,790 metros sobre el nivel del mar. (MAGA, 2,004)

Dista de la ciudad capital a 25 kilómetros y a 4 de la cabecera municipal de Villa Nueva, el ingreso a la aldea es por la carretera que va hacia la costa sur desviándose en el kilómetro 20 hacia la aldea de Barcena. (MAGA, 2,004)

3.2.2 Condiciones climáticas

Según De la Cruz, el área se encuentra clasificada dentro de la zona de vida denominada BOSQUE HUMEDO SUB-TROPICAL TEMPLADO, representada con los símbolos bh-s(t) , lo que indica que las condiciones del clima son variables. Los datos meteorológicos para el área son: Precipitación media anual de 900 a 999 mm, temperatura media anual 20 °C. (MAGA, 2,004)

3.2.3 Región Fisiográfica

La región fisiográfica corresponde a la denominada “ Tierras Altas Volcánicas “ dentro del gran paisaje Montañas Volcánicas del Centro del País, formada por materiales aluviales, ocupa una extensión superficial de 56,240.41 hectáreas que corresponde el 21.83 %. (MAGA, 2,004)

3.2.4 Suelos

Los suelos según Simmos (8), pertenecen a la serie GUATEMALA, estos se han desarrollado sobre materiales de cenizas volcánicas, a altitudes que van de 1,200 a 1,800 metros sobre el nivel del mar se caracterizan por ser suelos franco-arcillosos a arcillosos de color de café muy oscuro a café oscuro, estos se han desarrollado sobre materiales de cenizas volcánicas de color oscuro, bien drenados con relieves que van de plano a ondulado, con poca pedregosidad, ligeramente ácidos con un ph aproximado de 6.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Documentar de forma analítica y ordenada las experiencias adquiridas en la construcción y operación del sistema de riego por goteo en las parcelas de cultivos de hortalizas de la Asociación De Desarrollo Integral de la aldea Lo de Ramírez, del municipio de Villa Nueva.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

4.2.1 Describir las fases que se llevaron a cabo para implementar el sistema de riego por goteo

4.2.1 Determinar el impacto productivo generado por la implementación del sistema de riego.

4.2.2 Establecer las ventajas y desventajas, técnicas, económicas y sociales, de la implementación del sistema de riego.

4.2.3 Identificar los mecanismos de sostenibilidad del sistema de riego por goteo determinados por la Asociación Integral de Desarrollo de Agricultores

5. METODOLOGÍA

Para poder cumplir con los objetivos planteados y describir las distintas fases que se llevaron a cabo para la implementación del sistema de riego, se procedió a la comunicación personal, haciéndose la presentación respectiva ante las autoridades líderes que tienen influencia sobre la comunidad, y personas que se vieron involucradas directa e indirectamente en la implementación del sistema de riego por goteo en la aldea Lo de Ramírez, con el fin explicarle de forma sencilla la razón y objetivo de dicho trabajo, posteriormente se hizo un recorrido físico por la aldea a manera de sondeo, visitando algunos agricultores en sus parcelas, con el objetivo de conocer el funcionamiento del sistema de riego y los cultivos agrícolas producidos, así mismo se llevaron a cabo observaciones directas (entrevistas) e indirectas (observaciones oculares durante los recorridos o visitas hechas) de las áreas de cultivo. Además se hicieron visitas periódicas para recabar información más detallada sobre la implementación del sistema de riego. Las entrevistas efectuadas con los agricultores fueron decisivas en la recopilación de toda la información. Esto comprendió las fases siguientes:

5.1 Fase de gabinete inicial:

Esta fase comprendió consultas bibliográficas del área de estudio revisando diagnósticos o documentos descriptos del lugar, mapas cartográficos, climáticos, y de suelos, con el objeto de recabar toda la información del caso. Así mismo se visitaron las distintas unidades del Ministerio de Agricultura que tuvieron participación a que este sistema de riego fuera instalado. Esta fase tuvo el procedimiento siguiente:

- **Identificación de actores directos:** Se identificaron los actores que participaron y que estuvieron involucrados en la implementación del sistema de riego, siendo estos:
 - a. Productores asociados para la construcción del sistema de riego.
 - b. Personal técnico de la Coordinación Departamental MAGA Guatemala.
 - c. Personal técnico de la Unidad de PLAMAR

d. Personal de FONAGRO para la adquisición del financiamiento.

e. Personal administrativo y operativo del proyecto.

- **Actores indirectos:** Estos básicamente fueron los consumidores (agricultores beneficiados) quienes proporcionaron la mayor parte de la información.

5.2 Fase de campo

Se efectuaron recorridos por toda el área de producción agrícola en la cual fue instalado el sistema de riego por goteo, entrevistando a los beneficiarios asociados recopilando toda la información disponible a través de encuestas y boletas de campo permitiendo recopilar toda la información necesaria. En esta fase también se realizaron observaciones directas.

5.3 Fase de gabinete final:

Comprendió la sistematización de la información que consistió en el ordenamiento de los datos obtenidos mediante las boletas, encuestas y entrevistas, haciendo la tabulación, análisis y redacción ordenada y coherente de cada uno de los datos obtenidos (resultados) para posteriormente elaborar el informe final.

Para poder describir las ventajas económicas, se efectuó el análisis económico con los costos incurridos en la implementación del sistema de riego, los cuales se presentan en los distintos cuadros del documento; pudiendo así determinar las variables económicas que determino la viabilidad de dicho sistema de riego.

6. RESULTADOS Y DISCUSION

La implementación del sistema de riego por goteo en las parcelas de hortalizas de la Asociación Integral de Desarrollo de la aldea Lo De Ramírez, del municipio de Villa Nueva del departamento de Guatemala, que beneficia a 25 agricultores asociados; principalmente en incrementar sus ingresos económicos por producir tanto en época seca como lluviosa; para eso se requirió de una serie de pasos que a continuación se describen:

6.1. Conformación de la Asociación debidamente legalizada

La mayor parte de la población económicamente activa de la aldea Lo de Ramírez del municipio de Villa Nueva se dedica a actividades agrícolas produciendo hortalizas con un sistema de agricultura tradicional; por lo que surgió la necesidad de mejorar e incrementar sus productos. Para esto se acercaron al Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación buscando el apoyo tanto económico-financiero como técnico. Fue así que un grupo de agricultores líderes de la aldea Lo de Ramírez, visitaron la Coordinación Departamental MAGA – Guatemala, con el propósito de solicitar el apoyo para ser beneficiarios de la instalación de un sistema de riego que les permitiera mejorar e incrementar sus cosechas de la producción de hortalizas principalmente de tomate y chile pimiento. Mas sin embargo para ser beneficiarios de proyectos productivos financiados por el Ministerio de Agricultura y Ganadería, MAGA, era necesario que estuvieran conformados y organizados en Asociación debidamente legalizada ante el Ministerio de Gobernación; por lo que a través de la Coordinación Departamental MAGA – Guatemala, se iniciaron los trámites correspondientes para conformar la Asociación de agricultores de la aldea, logrando la conformación de dicha asociación debidamente legalizada en el mes de mayo del año 2,006 con el nombre de ASOCIACION DE DESARROLLO INTEGRAL DE AGRICULTORES DE LA ALDEA LO DE RAMIREZ, con un número de 25 agricultores asociados de 200 agricultores de dicha aldea. Ver cuadro 1.

Cuadro 1. Beneficiarios del Sistema de riego por goteo, integrantes de la Asociación de Desarrollo Integral de Agricultores de la aldea Lo De Ramírez

No.	nombre completo	Parcela No.	área de riego en metro cuadrados
1	Carlos Humberto Cabrera Rosales	13	3,676.81
2	Francisco de Jesús Arrecis Concha	11	3,930.01
3	Mauro Fernando Rosales Barrios	5	5,451.52
4	Reyes Rodolfo Gómez Gómez	21	5,487.54
5	José Rene Ixcajoc Quiñones	9	4,323.37
6	Transito Ixcajoc Quiñones	18	4,698.15
7	Carmelina de los Angeles Alvarez Rosales	12	3,679.83
8	José Roque Castellanos Pineda	19	4,385.47
9	Cándido Cárdenas	2	3,848.64
10	Justino Arias Gómez	16	3,320.48
11	Jaime Ignacio Ixcajoc Rosales	9	4,323.37
12	Celedonio Efrain Ixcajoc Arias	8	3,895.63
13	Irene Ixcajoc Lorenzo	1	3,587.16
14	Aracely Carrera Alvarez	15	3,993.23
15	Cesar Argelio Castellanos Alebon	17	3,762.27
16	Hector Raúl Alegría Ramos	14	3,356.77
17	Nicolás Santos Mush	22	3,654.71
18	Julián Arias Gómez	20	4,279.87
19	Ronaldo Ixcajoc Lorenzo	7	3,666.28
20	Braulio Eugenio López Barrios	6	3,902.96
21	Carlos Romeo Arias Marroquin	23	3,912.26
22	Nery Felipe Arias Marroquin	24	3,829.62
23	Trinidad Arias Culajay	25	3,926.76
24	Felix Alfredo Ambrosio Rosales	4	4,158.00
25	Rigoberto de Jesús Gómez Lorenzo	3	3,836.03
TOTAL		25	100,886.74

Fuente: Coordinación Departamental MAGA – Guatemala

6.2 Elaboración del diagnóstico de la comunidad

6.2.1 Antecedentes:

El área objeto de estudio está ubicada en la aldea Lo de Ramírez , municipio de Villa Nueva en el departamento de Guatemala, propiedad de los señores integrantes de la Asociación de Desarrollo Integral de Agricultores de la Aldea Ramírez, municipio de Villa Nueva del departamento de Guatemala, con una extensión total de 14.44 manzanas. Tiene una altura promedio de 1,790 metros sobre el nivel del mar. Dichos terrenos únicamente eran aprovechados durante la época de lluvia, para la siembra de hortalizas, no así en época seca por la falta del recurso agua, surgiendo el interés de dichos agricultores, por implementar un sistema de riego que les permitiera aprovechar sus terrenos durante la época de verano. Los agricultores de la aldea mencionada contaban con la experiencia necesaria en la producción de hortalizas principalmente de tomate y chile pimiento , quienes estaban dispuestos a realizar una inversión, para la perforación de un pozo mecánico con el objeto de obtener una fuente de agua subterránea y así poder ejecutar el proyecto de riego por goteo que era indispensable implementar, en virtud de que para poder abastecerse de agua para su sistema de riego utilizaban una fuente de agua superficial proveniente de las aldeas vecinas del municipio de San Lucas Sacatepequez, cuya fuente ya no fue posible utilizarla, por la escasez de la misma ya que en otros poblados también era utilizada como riego de sus cultivos, por lo tanto el caudal ya no fue suficiente para que los integrantes de la Asociación de Agricultores de dicha comunidad siguieran utilizando esta fuente de agua. Este fue uno de los factores más importantes, por los cuales los integrantes de la Asociación decidieron aprovechar una fuente de agua subterránea mediante la perforación de un pozo mecánico, para abastecerse de agua para el sistema de riego por goteo cubriendo de esta manera la necesidad de riego durante todo el año principalmente en época seca. Las características del suelo son franco arcilloso (determinada al tacto) buen drenaje, adecuado, para cultivos limpios con pendiente del 2 al 3 % donde se ubica el sistema de riego, el cual fue colocado siguiendo las curvas de nivel, para evitar daños, por erosión hídrica provocados principalmente por las lluvias.

6.2.2 Justificación antes de la implementación del sistema de riego:

Para poder llevar a cabo la implementación del sistema de riego por goteo en las áreas de producción agrícola de la Asociación Integral de Desarrollo, se tuvo que justificar por las siguientes razones:

- a. Los beneficiarios necesitaban aprovechar el recurso suelo que poseen ya que cuentan con la experiencia necesaria en cuanto a producción agrícola se refiere mediante una agricultura tradicional aprovechando agua superficial la cual con el tiempo se iba escaseando.
- b. Los cultivos hortícolas que se pretendían explotar no se podían cultivar si no existía el recurso agua dentro del terreno, principalmente en la época de verano. (Diciembre a mayo de cada año).
- c. Mejorar sus ingresos económicos, por venta de producto cosechado durante todo el año y principalmente durante el verano.
- d. Los beneficiarios tienen la suficiente experiencia, para realizar tareas agrícolas bajo riego, ya que utilizaban un sistema de riego tradicional usando agua superficial que les funcionó por mucho tiempo brindando los recursos necesarios de sobrevivencia.
- e. Los beneficiarios, podrán realizar programas de producción anual con mayor certeza al no depender únicamente del agua de lluvia, por lo tanto dispondrá de producto todo el año.

6.2.3. Descripción de la localización donde fue ubicado el sistema de riego

El área del sistema de riego se ubica en la aldea Lo de Ramírez, del municipio de Villa Nueva, en el departamento de Guatemala. La entrada puede hacerse vía aldea Barcenás, Villa Nueva en el kilómetro 20 de la carretera que va hacia la costa sur. Dicho sistema se localiza en las coordenadas: Latitud norte 14° 27' 17" Longitud oeste 90° 29' 31"; a 25 kilómetros de la ciudad capital de Guatemala, y a 4 kilómetros de la cabecera municipal de Villa Nueva. La altura sobre el nivel del mar es de 1,790 metros, con una temperatura promedio anual de 20° Centígrados, en la región hidrogeológica del Altiplano volcánico central en el valle de Guatemala, cuya zona de vida bosque húmedo o subtropical templado, se caracteriza por tener suelo franco arcilloso con profundidad efectiva de 60 centímetros, buen drenaje con pendiente del 2 al 3%. (En Anexo ver croquis de llegada)

6.3 Actividades desarrolladas para la ejecución del sistema de riego

- **Actividades de pre - inversión**

- a. Entrevista con interesados
- b. Levantamiento topográfico
- c. Diseño agronómico e hidráulico
- d. Formular estudio de factibilidad del proyecto
- e. Aprobación de PLAMAR

- **Actividades de montaje**

- a. Selección y Compra del equipo del sistema de riego instalado, por parte de los socios agricultores miembros de la asociación integral de desarrollo de la aldea de los de Ramírez.
- b. Transporte de materiales al lugar e instalarlos
- c. Zanjeado y relleno del mismo
- d. Instalación de tubería principal y secundaria
- e. Instalación de la manguera de riego
- f. Instalación de equipo de bombeo (utilizando mano de obra calificada)
- g. Prueba del sistema (mano de obra calificada)
- h. La instalación y prueba del sistema de riego fue realizada por los interesados con asesoría técnica con amplios conocimientos en sistemas de riego.

6.4 Descripción del proyecto antes de la implementación del sistema de riego.

El presente proyecto consistió en determinar la factibilidad técnica, económica, financiera y ambiental de introducir un sistema de riego por goteo, aprovechando agua subterránea mediante la perforación de un pozo mecánico de acuerdo a los requerimientos de los beneficiarios y por su experiencia en los cultivos que pretenden cultivar.

El estudio determinó que se puede implementar un área de 14.44 manzanas equivalentes a 10.11 hectáreas para la producción de hortalizas principalmente de tomate.

El sistema de riego en su primera fase de ejecución se inició con la perforación del pozo mecánico en diámetro de 12 ¼" a una profundidad de 1000 pies, entubado en 8 pulgadas, construcción de la caseta de protección de la Planta Generadora de electricidad que sirve como fuente de energía, para hacer trabajar el equipo motobomba sumergible. Instalación del equipo de motobomba tipo sumergible de 60 HP, produciendo un caudal de 9.46 litros por segundo, satisfaciendo la demanda de agua del área de riego de cada uno de los beneficiarios, además de poder llenar los tanques de captación de agua y ésta ser rebombada hacia la parcela.

La altura más crítica a vencer del brocal del pozo mecánico al terreno más distante y alto fue de 84.37 metros, que se tomó como base para el cálculo del equipo de bombeo. (Ver cuadro 27, ramal D en anexos)

La Instalación de la línea de conducción principal y de distribución de agua desde el pozo (dividida en cuatro ramales principales) hacia las parcelas de riego fue en tubería de PVC con diámetros de 3" y 160 PSI con una longitud de 1,302 metros, 3" de 100 PSI con una longitud de 522 metros, 2 ½" de 100 PSI con una longitud de 128 metros, en 2" también de PVC de 100 PSI con una longitud de 544 metros y de 1 ½", para entrada a las parcelas de 125 PSI con una longitud de 1,500 metros en total, al final de estas entradas de tuberías que generalmente van a dar a los tanques de almacenamiento que cada uno de los beneficiarios posee, se instalaron válvulas de compuerta, para facilitar el control de llenado de los mismos.

De esta forma cada uno de los beneficiarios cuenta con su sistema de riego por goteo, el cual hace funcionar, por medio de pequeñas motobombas cuando consideran necesario irrigar el cultivo de tomate y chile pimiento.

Cuadro 2. Identificación de las partes del sistema de riego por goteo

TUBERÍA	COLOR
Principal de 3"	Magenta
Principal de 2 ½"	Azul
Principal de 2"	Celeste
Ingreso a parcela 1 ½"	Verde
Perímetro de los terrenos	Rojo
Válvula de compuerta de 1 ½"	Amarilla
Paso aéreo	Negro

6.5 Fuente de agua utilizada para el sistema de riego:

La fuente de agua utilizada es subterránea, la cual se obtiene mediante la perforación de un pozo mecánico en diámetro de 12 ¼ de pulgada, entubado en diámetro de 8 pulgadas y de profundidad total de 1000 pies, estimándose un nivel estático de 700 pies y un nivel dinámico de 800 pies, para producir un caudal estimado de 9.46 litros por segundo.

6.6 Diseño agronómico:

6.6.1 Evapotranspiración de diseño (mm/día)

Para fines de diseño del sistema de riego se tomó como base los datos de Evapotranspiración potencial de las curvas evaporimétricas según Hargreaves. INSIVUMEH, Sección de Climatología, Departamento de SISTEMAS ATMOSFERICOS, estos datos de referencia son muy confiables.

$E_{tp} = 1500/365 = 4.10 \text{ mm / día}$. Por lo tanto, para fines de cálculo de las láminas a aplicar los resultados son los siguientes:

a. Lámina neta (Ln) y frecuencia de riego (Fr)

Lamina neta:

La que se aplica es similar a la Evapotranspiración Potencial que es de 4.10 mm/día multiplicado por un factor de área de sombra del cultivo, ya que es riego por goteo, no se mojara toda el área. Dicho factor es 0.60, para el cultivo de hortalizas, por lo tanto la lámina neta a aplicar es:

$$E_{tp} = L_n = 4.10 \text{ mm/día} \times 0.60 = 2.46 \text{ mm/día.}$$

b. Lámina bruta de riego (Lb):

Lamina bruta:

Es la que se aplica dividiendo la lamina neta dentro de la eficiencia de aplicación del riego que es de 0.95% dando como resultado 2.59 mm/día.

$$L_b = 2.46 \text{ mm/día} / 0.95 = 2.59 \text{ mm/día.}$$

6.6.2 Selección de los goteros:

Para el sistema de riego por goteo implementado los cálculos agronómicos los cuales consistieron en seleccionar una manguera de 15 milésimas de espesor y 16 mm de diámetro con goteros incorporados a cada 0.30 metros de caudal 1.2 litros por hora, que está conectada a una manguera poli riego de 16 mm 2.5 AT cada lateral esta a 1 metro entre cada una de ellas, para dar una intensidad de aplicación de 4 mm, por hora que es lo ideal de acuerdo al tipo de suelo y la evapotranspiración existente en la zona.

6.6.3 Reglas de operación:

El área total de riego que es de 14.44 manzanas, es irrigado en 4 turnos, (dividido en 4 ramales que son A, B, C, y D) para hacer un tiempo total de 7.68 horas de riego, estimando un volumen de 34.06 metros cúbicos, por hora que produce el pozo.(Ver cuadro 6)

Cuadro 3. Tiempo estimado de operación de cada ramal del sistema de riego

Ramal	área en metros cuadrados	volumen de agua en metros cúbicos	tiempo estimado en horas
A	20,881.35	54.08	1.59
B	20,111.61	52.09	1.53
C	34,803.02	90.14	2.65
D	25,090.76	64.99	1.91

Observación: Como el sistema de riego se dividió en cuatro ramales con área diferente, este se opera arrancando el sistema de bombeo y enviar el agua hacia el ramal A, luego al B, C y D respectivamente; en este tiempo calculado teóricamente los agricultores llenan sus depósitos que tienen en el área de riego, para luego ser re-bombeada el agua al área cultivada.

6.6.4 Aspectos técnicos del sistema de riego por goteo

Estos aspectos o parámetros técnicos del sistema de riego por goteo implementado mediante el aprovechamiento de agua subterránea se pueden apreciar en el cuadro 4.

Cuadro 4. Aspectos de los parámetros relevantes del sistema de riego

DATOS TECNICOS DEL CULTIVO	
Cultivos	Hortalizas
Evapotranspiración diaria	4.10 mm
Distancia entre surcos (promedio)	1 m (promedio)
Distancia entre plantas	Entre 0.05 – 0.15 metros.
DATOS TECNICOS DEL SISTEMA DE RIEGO	
Método de riego	Bombeo-goteo
Distancia entre goteros	0.30 metros (promedio)
Distancia entre líneas de goteros	1 metros (promedio)
Caudal del gotero	1.2 litros por hora
Caudal a bombear	9.46 litros por segundo
Motobomba sumergible estimada	60 HP (Sugerida)
Fuente de energía	Generador Eléctrico Diesel
DATOS TECNICOS DEL DISEÑO	
Tipo de suelo	Franco Arcilloso
Fuente de Agua	Subterránea (Pozo mecánico)
Caudal estimado de diseño	9.46 litros por segundo
Carga dinámica a vencer (Punto critico)	332.40 Metros
Lamina neta a aplicar	2.46 mm
Lamina bruta a aplicar	2.59 mm
Volumen de agua aplicar por manzana	18.13 m ³
Volumen de agua que se debe aplicar por día	261.74 m ³
Numero de turnos por día	4 Turnos
Intensidad de aplicación	4 mm/hora.
Tiempo de riego por turno o Ramal (Promedio)	1.92 horas
Tiempo de riego por día	7.68 horas
Ciclo de riego	180 días

6.7 Diseño hidráulico

Este diseño se llevó a cabo mediante los pasos siguientes:

6.7.1 Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico del área superficial se realizó mediante un caminamiento de la fuente de agua, (pozo mecánico) hacia el área identificada, para implementar el sistema de riego. (Ver libreta de topografía en anexos)

6.7.2 Trazo

Para fines de facilitar la operación del sistema de riego, se dividió en 4 ramales, (A, B, C Y D) teniendo con ello el control de flujo necesario, para cada área de siembra de cada sector en que están agrupados los beneficiarios realizando el programa de trabajo que facilita la operación del sistema de riego sin provocar daños al mismo y poder satisfacer en el tiempo oportuno al cultivo con el agua que requiera, para el control de llenado de cada uno de los tanques de los beneficiarios se instaló una válvula de control en cada uno de ellos, los diámetros de tuberías de PVC que conducen el agua del pozo al sistema, es de 3", 2 ½", 2" y 1 ½" de diámetro; ya dentro de las parcelas los beneficiarios poseen instalaciones de riego por goteo que lo hacen funcionar con re-bombeo, utilizando pequeñas motobombas.

6.7.3 Diseño del sistema de conducción

Se instaló una línea de conducción principal y de distribución del pozo (dividida en cuatro ramales principales) hacia las parcelas de riego en tubería de PVC en diámetros de 3" y 160 PSI con una longitud de 1302 metros, 3" de 100 PSI con una longitud de 522 metros, 2 ½" de 100 PSI con una longitud de 128 metros, en 2" también de PVC de 100 PSI con una longitud de 544 metros y de 1 ½" para entrada a las parcelas de 125 PSI con una longitud de 1500 metros en total, al final de estas entradas de tuberías que generalmente van a dar a los tanques de almacenamiento que cada uno de los beneficiarios posee, se instalaron las válvulas de compuerta, para facilitar el control del llenado del tanque.

6.7.4 Sistema de bombeo

Para esto se utiliza una motobomba accionada con un Generador eléctrico con motor accionado, por combustible diesel; para estimar el caballaje del motor y la bomba tipo sumergible sé calculó la carga dinámica total más crítica, (Ramal D). Para fines de cálculo del caballaje del equipo motobomba, se utilizó la formula y datos siguientes:

Carga dinámica total: (Ver cuadro 20 anexo)

Cuadro 5. Datos y parámetros del sistema de bombeo

Descripción	Metros
Carga estática (Brocal del pozo)	243.90
Perdidas por fricción en cambios de dirección (Principal)	10.00
Perdidas en sistema de conducción	24.37
Perdidas por fricción en descarga	8.29
Carga estática fuera del brocal del pozo	40.00
Presión mínima de operación en parcela	10.00
Total	336.56 metros

Aplicando la formula siguiente tendremos el resultado:

$$CDT * Q$$

$$HP = \frac{\dots}{75 * EfB.}$$

$$75 * EfB.$$

Sustituyendo valores:

Q. Caudal a bombear en litros por segundo.(9.46 litros por segundo)

75 Factor de corrección.

EfB. Eficiencia estimada del equipo de bombeo en %. (100)

$$336.56 * 9.46$$

$$HP = \frac{\dots}{75 * 0.65} = 65.31 \text{ HP}$$

$$75 * 0.65$$

6.7.5 Calendario de riego:

Para operar con facilidad el sistema de riego se dividió en 4 ramales de conducción y que en la practica se calculó que se puede conducir el agua a los 4 sectores en un total de 7.68 horas diarias.

Cuadro 6. Calendario de Riego

Turno	ramal y lotes	hora de riego	tiempo de riego	Observación
1	A (1, 2, 3, 4 y 5)	De 5:00 a 6:36 A. M.	1.59 horas	El riego es a diario y/o cuando el agricultor lo considere necesario de acuerdo a su necesidad, desde la siembra hasta la fructificación. Tiempo, caudal y área de riego ver tabla en reglas de operación del sistema.
2	B (6, 7, 8, 9 y 10)	De 6:36 a 8:08 A. M.	1.53 horas	
3	C (11,12,13,14, 15, 16, 17, 18 y 19)	De 8:08 a 10:47 ^a . M.	2.65 horas	
4	D (20, 21, 22, 23, 24 y 25)	De 10:47 a 12:42 P. M.	1.91 horas	

6.8 Materiales y equipos del sistema de riego por goteo

En los siguientes cuadros numerados del 7 al 10 se pueden apreciar los materiales y equipo utilizado que fueron necesarios para la instalación del sistema de riego por goteo.

Cuadro 7. Costo estimado expresado en quetzales del sistema de riego por goteo de la Asociación de Desarrollo Integral de Agricultores de aldea Lo de Ramírez, Villa Nueva.

Cantidad	Descripción del material y/o equipo	Precio por unidad en Q.	Total en Q.
280	Tubo de Pvc de 160 psi de 0 3"	182.73	51,164.40
98	Tubo de Pvc de 100 psi de 0 3"	116.78	11,444.44
25	Tubo de Pvc de 100 psi de 0 2 1/2"	79.13	1,978.25
92	Tubo de Pvc de 100 psi de 0 2"	53.93	4,961.56
250	Tubo de Pvc de 125 psi de 0 1 1/2"	44.33	11,082.50
1	Tubo de Pvc de 250 psi de 0 3/4"	24.60	24.60
8	Abrazadera domiciliar de 3"x 3/4"	64.64	541.12
3	Válvula de compuerta de 3" de Br. Americano	490.00	1,470.00
25	Válvula de compuerta de 1 1/2" de Br. Americano	140.54	3,513.50
6	Adaptadores macho de 3"	25.45	152.70
50	Adaptadores macho de 1 1/2"	4.36	218.00
8	Válvulas de aire de 3/4"	145.00	1,160.00
8	Adaptadores hembra de 3/4"	2.02	16.16
14	Tee de 3"	53.75	752.50
7	Tee de 2"	10.64	74.48
1	Bushing reductor de 3"x2 1/2"	32.66	32.66
4	Bushing reductor de 3"x2"	32.66	130.64
13	Bushing reductor de 3"x 1 1/2"	32.66	424.58
1	Bushing reductor de 2 1/2 "x2"	20.72	20.72
4	Bushing reductor de 2" x 1 1/2"	6.90	27.60
1	Bushing reductor de 2" x 3/4"	6.90	6.90
1	Codos de 90° de 2"	9.34	9.34
2	Codos de 90° de 3"	49.20	98.40
3	Codos de 45° de 3"	48.78	146.34
30	Codos de 90° de 1 1/2"	6.02	180.60
10	1/4 Galón cemento solvente para pvc	96.60	966.00
1	Manómetro 0-150 psi	350.00	350.00
1	Caseta de protección de 4x5 metros	28,061.77	28,061.77
1	Motobomba tipos sumergible accionada con un Generador eléctrico con motor de combustión interna diesel, con sus respectivos accesorios.	291,324.13	291,324.13
1	Generador eléctrico, con una capacidad de 105 KW, de potencia Standby. 120/208 VAC, Trifásica 60 Hertz, propulsado por un motor de combustión interna diesel, enfriado por agua, sobre base estructural de acero, Alternador sin escobillas, con regulador de voltaje automático electrónico, aislamiento clase H, con Extractor de 12 puntas reconéctales, con protecciones por baja presión del aceite y alta temperatura del motor, panel de control digital y sus accesorios básicos materiales varios, traslado e instalación.	192,432.00	192,432.00
1	Perforación de un pozo mecánico a una profundidad total de 1000 pies en diámetro de 12 1/4 de pulgada y enturbado en 8 pulgadas.	585,250.00	585,250.00
2	Paso aéreo	173,174.94	346,349.88
1	Servicios técnicos y dirección de campo, para instalación de equipo de bombeo, sistema de riego y prueba.	150,000.00	150,000.00
	Total		Q. 1,684,365.77

Cuadro 8. Equipo de bombeo del sistema de riego por goteo

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	VALOR UNITARIO (Q)	TOTAL (Q)
1	Motor Tipo sumergible de 60 HP sumergible 460	35,399.24	
	V.		35,399.24
1	Bomba tipo sumergible, para producir 150 GPM y Vencer una carga dinámica total de 336.52 m.	50,284.06	
			50,284.06
1	Arrancador de 60 HP	9,300.00	9,300.00
880	Pie de cable sumergible No. 0	49.28	43,366.40
43	Tubo de HG 4"	2,503.20	107,637.60
880	Pie de cable porta-electrodo	3.36	2,956.80
1	Guarda-nivel 460 V	1,450.00	1,450.00
1	Electrodo	308.00	308.00
1	Válvula de cheque vertical de 4"	2,598.00	2,598.00
3	Niples de 4"	104.16	312.48
1	Tee de HG de 4"	285.60	385.60
1	Tapon de HG de 4"	84.00	84.00
1	Manómetro 0-200 psi	350.00	350.00
1	Válvula de compuerta de 4"	876.96	876.96
1	Válvula de cheque de 4"	2,296.00	2,296.00
1	Sello de 8x4	444.00	444.00
1	Collarín de 4"	375.00	375.00
1	Accesorios Varios	4,600.00	4,600.00
1	Mano de obra calificada, para instalación	28,400.00	28,400.00
TOTAL ESTIMADO			291,324.14

Cuadro 9. Lista de materiales, para paso aéreo de 162 metros

Materiales	Cantidad	Unidad de Medida	Precio unitario (Q)	Total (Q)
Cable galvanizado especial para paso aéreo 0 1 ¼" con esfuerzo de rotura 125,000 lb.	265	Metros	105.22	27,883.30
Cable galvanizado especial para paso aéreo 0 ½" con esfuerzo de rotura 6,000 lb. Para cables de viento	360	Metros	15.38	5,536.80
Sujetadores o clips para cable de 1 ¼" Se usaran 5 por cada extremo	10	Unidades	58.00	580.00
Sujetadores o clips para cables de ½" para cables para vientos se usaran 3 por cada extremo.	12	Unidades	4.35	52.20
Sujetadores para péndolas de ½" se usaran 4 por cada extremo.	540	Unidades	5.78	3,121.20
Cable galvanizado especial para paso aéreo 0 ½" para péndolas.	250	Metros	24.00	6,000.00
Tensores de 1 ½" para cable principal.	2	Unidades	278.60	557.20
Tensores de ½" para cable de viento.	4	Unidades	19.50	78.00
Poleas para cable de 1 ¼" con eje de 1½".	2	Unidades	3,622.50	7,245.00
Abrazaderas para tubería de 3" 160 PSI.	108	Unidades	36.00	3,888.00
Abrazadera de hierro hembra de ½" para sujetar la tubería los 4 cable, para viento (se colocara en el centro del puente).	1	Unidades	546.78	546.78
Guarda cables de ½" para unión con péndolas a tubería.	108	Unidades	4.80	518.40
Guarda cables de ½" para cables para viento.	8	Unidades	4.80	38.40
Guarda cables de 1 ¼" para extremo de cable principal.	2	Unidades	42.50	85.00
Concreto ciclopeo para anclajes principales.	80	Metros 3	1,000.00	80,000.00
Concreto ciclopeo para anclajes de cables para viento.	7	Metros3	1,000.00	7,000.00
Riel o perno para sujetar cable principal para enclajes hierro 0 2 ½" (0.60/m anclaje)	1.2	Metros	538.79	646.55
Riel o perno para sujetar cable para viento en enclajes hierro 0 1" (0.60m/ anclaje)	2.4	Metros	353.14	847.54
Cemento	20	Sacos	45.00	900.00
Arena	12	Metros 3	98.00	1,176.00
Piedrín	12	Metros 3	170.00	2,040.00
Formaleta	1200	Pies tablares	5.40	6,480.00
Hierro n.6	38	Varillas	92.37	3,510.06
Hierro n.4	44	Varillas	35.68	1,569.92
Hierro n.3	120	Varillas	20.58	2,469.60
Alambre para amarre	100	Libras	4.05	405.00
Imprevistos	1	Global	10,000.00	10,000.00
TOTAL ESTIMADO EN QUETZALES, POR PASO AEREO				173,174.94

Cuadro 10. Materiales y precios para construcción de caseta de protección

No.	MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO(Q.)	TOTAL(Q.)
1	Bloc de 0.15x20x0.40 m	Unidad	450	2.65	1,192.50
2	Ladrillo tayuyo de 0.65x0.11x0.23m	Unidad	100	1.50	150.00
3	Cemento	Saco	120	40.00	4,800.00
4	Piedrín	M3	8	165.00	1,320.00
5	Arena de río	M3	7	80.00	560.00
6	Cala hidratada	Saco	11	25.00	275.00
7	Arena amarilla	M3	2	65.00	130.00
8	Arena blanca	M3	1	65.00	65.00
9	Hierro 3/8"	Var.	133	17.69	2,352.77
10	Hierro ¼"	Var.	60	7.70	462.00
11	Alambre para amarre	lb.	110	4.00	440.00
12	Clavo de 2 1/2"	lb.	26	5.00	130.00
13	Tabla lx12"x12"	Unidad	72	50.00	3,600.00
14	Paral de 3"x3"x8"	Unidad	80	25.00	2,000.00
15	Puerta metálica	Unidad	1	1,000.00	1,000.00
16	Alambre THW calibre 12	M	25	1.00	25.00
17	Poliducto de ½"	M	15	1.50	22.50
18	Bajada para agua pluvial pvc de 2"	Tubo	3	60.00	180.00
19	Armadura doble e baquelita	Unidad	1	20.00	20.00
20	Interruptor sencillo de baquelita	Unidad	1	22.00	22.00
21	Plafonera	Unidad	1	7.00	7.00
22	Bombilla de 75 watts	Unidad	1	5.00	5.00
23	Caja rectangular de empotrar	Unidad	1	4.00	4.00
24	Caja octogonal	Unidad	1	4.00	4.00
25	Flipón de 30	Unidad	1	45.00	45.00
26	Tubo conduit galvanizado de 1¼" y l.5 m con gancho, calavera y accesorios de acometida	Unidad	1	260.00	260.00
27	Caja socket acometida instalación	Unidad	1	90.00	90.00
28	Acometida e instalación	Global	1	1,000.00	1,000.00
29	Mano de obra calificada	Global	1	4,000.00	4,000.00
30	Mano de obra no calificada	Global	1	3,200.00	3,200.00
31	Transporte	camionada	2	350.00	700.00
TOTAL ESTIMADO					28,061.77

6.9 Descripción de las metas obtenidas de la implementación del sistema de riego

1. Implementación con todos sus componentes principales el sistema de riego por goteo mediante el uso de agua superficial, para irrigar un área total de 14.44 manzanas.
2. Perforación de un pozo mecánico de diámetro de 12 ¼" a una profundidad de 1,000 pies y entubado en 8" de diámetro, para obtener un estimado de 9.46 litros por segundo.
3. Construcción de 4 muros de sostenimiento o contención, para dos pasos aéreos de 162 metros de longitud.
4. Construcción de una caseta de protección del equipo de generación de electricidad, (Planta eléctrica).
5. Instalación de 1,302 metros de tuberías de conducción principal y distribución de PVC en diámetros de: 3" de 160 PSI, 522 metros de tubería de PVC de 100 PSI en diámetro de 3", un total de 128 metros en diámetro de 2 1/2" de 100 PSI, un total de 544 metros en diámetro de 2" de 100 PSI y un total de 1500 metros en diámetro de 1 ½" de 125 PSI, con sus respectivos accesorios, válvulas, etc.
6. Instalación de un equipo de bombeo tipo sumergible que provea 9.46 litros por segundo.
7. Instalación de un Generador Eléctrico con motor accionado por combustible diesel como fuente de energía, para poder hacer trabajar el equipo de bombeo.
8. Generación de un total de 3,205.68 jornales, por cosecha en el área total de riego.

6.10 Aspecto administrativo y legal

6.10.1 Aspecto administrativo

Por la dimensión del sistema de riego por goteo (14.44 MZ.) el cual beneficia a 25 agricultores asociados, representados por la junta directiva quienes son los responsables del aspecto administrativo, operativo y de mantener el sistema de riego en buenas condiciones de funcionamiento así como la de producción y comercialización del producto obtenido de la cosecha.

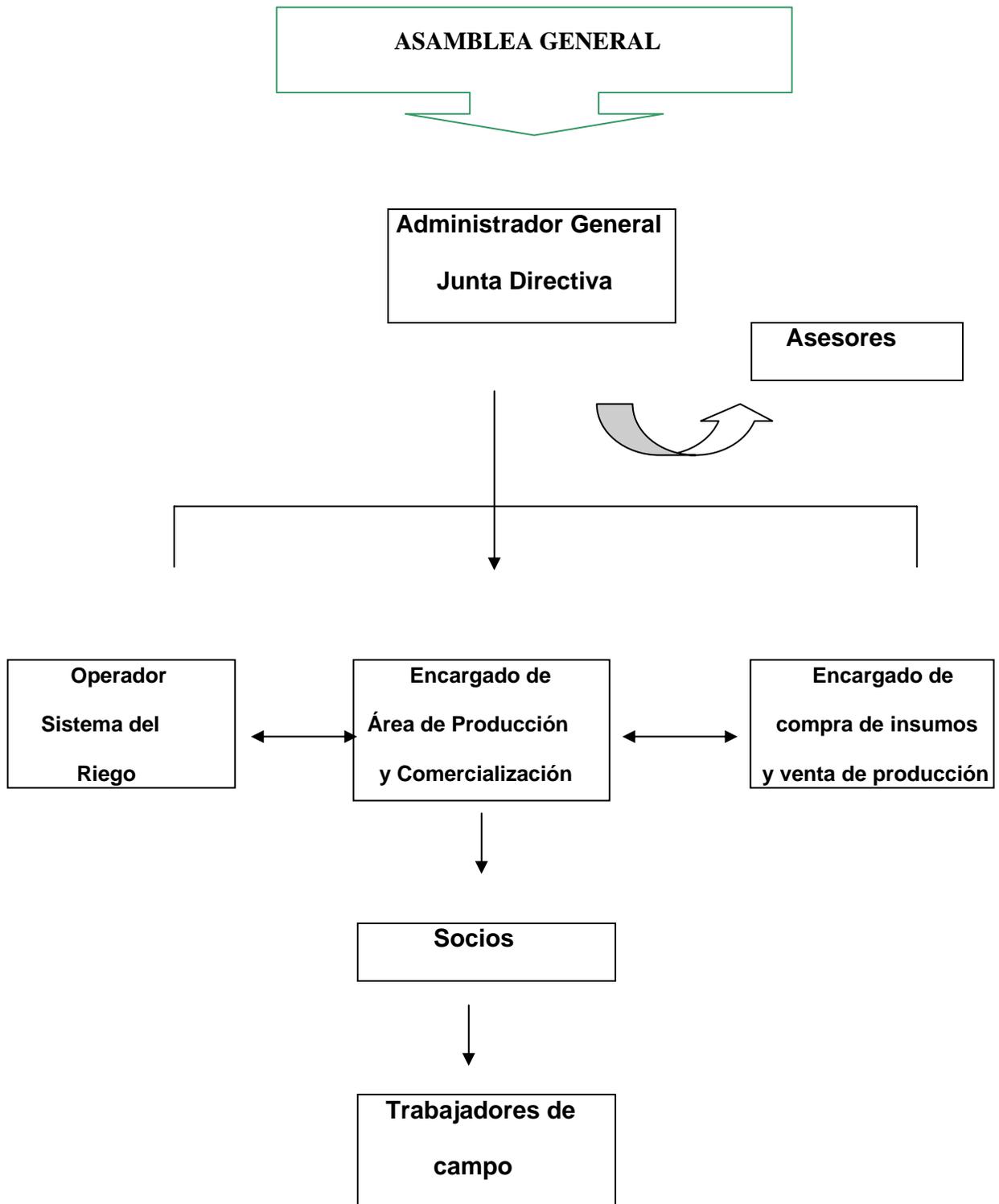


Figura 5. Organigrama de la administración del sistema de riego por goteo de la Asociación de Desarrollo Integral de Agricultores de la Aldea Lo de Ramírez, Villa Nueva.

Todas las actividades de instalación del sistema de riego por goteo fueron mediante la mano de obra de los mismos beneficiarios, la cual fue mano de obra no calificada.

Cuadro 12. Ejecución financiera para el desembolso del crédito

Componente	Total (Q.)	Desembolsos %			
		1	2	3	4
Perforación de Pozo mecánico	585,250.00	35			
Compra de materiales, construcción de casetas, pasos aéreos, compra e instalación de tuberías, accesorios , válvulas	615,359.64		37		
Compra e instalación de generador eléctrico	192,432.00			11	
Compra de equipo de bombeo	291,324.13				17
Total	1,684,365.77	100			

6.12 Evaluación productiva y ambiental por la implementación del sistema de riego

6.12.1 Impacto productivo

El sistema de riego por goteo instalado en las parcelas de trabajo de cada uno de los beneficiarios de la Asociación Integral de Desarrollo de la Aldea Lo de Ramírez ha sido bien aceptado por parte de los mismos ya que los agricultores beneficiarios expresaron que con la instalación del sistema de riego han mejorado técnicamente y económicamente , en virtud de que han implementado nuevas técnicas de producción de hortalizas con tecnología avanzada en sistemas de riego, fertilización, entre otras; lo cual ha permitido incrementar sus rendimientos e ingresos económicos ya que la producción de los cultivos no solamente se hace en época de lluvia sino que actualmente se produce durante todo el año. Es muy importante mencionar que antes de la implementación del sistema de riego los agricultores se dedicaban solamente a cultivar tomate, actualmente se dedican a cultivar otros cultivos como chile pimiento y pepino lo que indica que hay rotación de cultivos.

Con la implementación de este sistema de riego por goteo irrigando un área superficial total de 14.44 manzanas equivalentes a 10.11 hectáreas, se genera un mínimo de 3,205.68 jornales por cosecha. (Ver cuadro 13)

Cuadro 13 Jornales y puestos de trabajo por cosecha por manzana usando un sistema de riego por goteo

CULTIVO	AREA (Mz)	JORNAL/Mz. PROMEDIO	TOTAL JORNALES	PUESTOS	Q./JORNAL PROMEDIO	TOTAL. Q
TOMATE	14.44	222	3,205.68	13	36.60	123,739.25
TOTAL	14.44	222	3,205.68	13	38.60	123,739.25

6.12.2 Impacto ambiental

El impacto ambiental generado por la instalación del sistema de riego por goteo, al implementar las distintas actividades durante la ejecución y operación del mismo, parcial o total, sobre las variables ambientales, para lo cual se utilizó la matriz de Leopold, descrita en el Cuadro 18 del anexo.

Los impactos positivos que se generaron por la implementación de dicho sistema de riego fueron los siguientes:

- Con relación al impacto ambiental positivo, el sistema de riego por goteo es uno de los métodos más eficientes de aplicación del agua, contribuyendo al uso racional del recurso hídrico.
- Se da un balance perfecto de la relación suelo-agua-planta, desarrollándose la máxima capacidad productiva del cultivo en beneficio de los usuarios en el aspecto económico y la posibilidad del desarrollo productivo.
- Los beneficiarios utilizan innovaciones tecnológicas, con el objeto de aprovechar al máximo los recursos suelo-agua-planta.
- Se generara mano de obra en la comunidad, en las distintas fases del sistema hasta su operación y funcionamiento.

De acuerdo a los parámetros analizados según la matriz de Leopold se tienen los siguientes aspectos negativos:

- **Económico:** El mal uso del recurso hídrico, por los beneficiarios puede causar incremento en los costos de operación del sistema de riego y como consecuencia de ello incrementos en los costos de producción por unidad de área, por lo tanto causa merma en sus ingresos, por la actividad agrícola.
- **Conservación del suelo:** Pérdida de la capacidad de infiltración de agua de lluvia al no mejorar las condiciones físicas del suelo.
- **Medio ambiente sano:** Generación de basuras, desechos sólidos y líquidos debidos a la ejecución, operación y mantenimiento antes, durante y después de su vida útil, así como por la producción agrícola intensiva.
- **Daños a la salud:** Al no usar de forma adecuada los pesticidas y productos químicos en general, puede existir riesgo de la contaminación del suelo y agua con lo cual puede alterarse la microflora y micro fauna del mismo, debido a la infiltración y arrastre de agroquímicos. Además puede existir el riesgo de intoxicación en las personas, por mala manipulación de los productos utilizados, para la producción.
- **Contaminación ambiental:** La posible contaminación del suelo y el agua, por el uso del combustible, aceites, filtros del Generador eléctrico, si estos no se depositan en lugar apropiado.

6.13 Evaluación social y técnica de la implementación del sistema de riego

Con la implementación del Sistema de Riego por Goteo a la Asociación Integral de Desarrollo de Agricultores de la aldea Lo de Ramírez, Villa Nueva, se esta beneficiando a 25 agricultores quienes han mejorado su calidad de vida ya que dicho sistema les permite garantizar el suministro de agua en la época crítica de verano con lo cual la producción hortícola no se ve afectada por la deficiencia de agua.

Actualmente ya no solamente se dedican al cultivo de tomate sino que ahora producen chile pimiento, obteniendo buenos rendimientos tanto en época seca como lluviosa, mejorando de esta manera sus ingresos económicos. Un aspecto importante de mencionar es que debido a esta implementación se ha generado el empleo de mano de obra con lo cual se benefician otros habitantes de la aldea.

Antes de la implementación de este sistema de riego por goteo, los agricultores se dedicaban a actividades agrícolas en el invierno aprovechando el agua de lluvia o de fuentes superficiales mediante una agricultura tradicional o artesanal, actualmente la producción de las hortalizas ha mejorado técnicamente pues reciben hasta la fecha asistencia técnica de parte de la Coordinación Departamental MAGA-Guatemala quien hace las coordinaciones necesarias con empresas agrícolas del sector privado como por ejemplo DUWEST, IRRITECH; para brindar capacitaciones y asistencias técnicas sobre control y manejo de cultivos hortícola específicamente en tomate y chile pimiento y en aspectos generales de operación y mantenimiento de sistemas de riego.

6.14 Evaluación financiera

6.14.1 Aspectos de mercado

- **Demanda**

Como se ha venido indicando que los agricultores asociados de la aldea Lo de Ramírez se dedican principalmente al cultivo de tomate. De estos productos siempre existirá la demanda, pues son productos que se consumen por todos los grupos sociales del departamento de Guatemala, quienes necesitan de estas hortalizas en su dieta diaria, por lo tanto la totalidad es comercializada principalmente en los mercados del CENMA y LA TERMINAL de la ciudad capital, por los propios productores. (Para fines de análisis económico, se tomo como base el cultivo del Tomate)

- **Oferta**

De acuerdo con la experiencia de los beneficiarios exponen que al contar con el sistema de riego por goteo pueden ofertar en época seca (verano) en una sola cosecha 11,552 cajas de tomate, pues en los alrededores de la comunidad casi no existen agricultores que puedan ofertar altas cantidades de este cultivo, que puedan satisfacer la demanda de los pobladores de la ciudad de Guatemala, principalmente en época de verano, pues ellos y los de los alrededores no cuentan actualmente con sistema de riego que les permita planificar cosechas durante todo el año, para satisfacer la demanda de hortalizas que es permanente.

- **Precios**

De acuerdo a la experiencia de los beneficiarios los precios de los cultivos de tomate, para el presente caso son variables de acuerdo a la época y oferta en el mercado, pero generalmente se obtienen buenos precios, principalmente en la época de verano. Esto se confirma en el cuadro de precios que se presenta a continuación nos refleja que existe demanda durante todo el año.

(Ver cuadro 19)

Cuadro 14. precios pagados por el consumidor de tomate en la Terminal y Cenma de la ciudad de Guatemala.

MES	En.	Feb	Mar	Abr	May	Jun.	Jul.	Agos.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Q.	68.33	52.50	43.93	77.73	85.00	80.83	128.08	62.69	75.38	95.83	114.23	76.50
Q.	63.33	55.91	45.71	71.36	80.77	77.50	125.00	64.23	74.23	95.42	107.69	71.43

Fuente: UPIE/MAGA. Septiembre 2008.

(Caja de 45 / 50 libras, periodo 2,008)

Precio promedio anual: Q. 80.08 y precio tomado en cuenta para el análisis Q.70.00/Caja

6.14.2 Inversiones

- **Materiales, accesorios y equipo**

Ver los Cuadros 7, 8, 9 y 10, se detallan todos los materiales, accesorios, equipo de riego que se requirió para la instalación del sistema con sus respectivos costos.

El transporte de materiales, acarreo, zanjeado y relleno, e instalación de tuberías de todo el sistema de riego, se hizo mediante el uso de mano de obra no calificada (beneficiarios) y calificada (técnicos); así mismo la construcción de la caseta fue realizada por los mismos beneficiarios; no así la instalación del equipo de bombeo y la prueba de funcionamiento que fue realizada por un técnico especialista.

- **Costos de operación y mantenimiento**

Estos se pueden apreciar en el siguiente cuadro 15, donde se muestran los costos de operación del sistema de riego, tomando como referencia 180 días de trabajo efectivo de temporada de riego.

Cuadro 15. Costos de operación y mantenimiento por temporada de cultivo para tres años de establecido el sistema de riego por goteo.

Concepto	cantidad	dias/año	Salario diario q.	Total
PERSONAL				6,948.00
Operador de bomba*	1	180	38.60	6,948.00
COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO			Costo	153,040.57
Depreciación de motobomba	1	180	19,421.61	19,421.61
/ año	1		3,031.60	3,031.60
Depreciación de sistemas de riego/ año	5,266.94		29,265.50	29,265.50
Depreciación de pozo/ año	1		19.00	100,071.86
Combustible (diesel)			1,250.00	1,250.00
Mantenimiento (Servicio al motor)				
TOTAL				159,988.57

- **Costos de producción**

En cuadro 19 del anexo, se presentan los costos de producción del cultivo de tomate, tomado como referencia, para realizar el análisis económico.

- **Ingresos**

De acuerdo al análisis de rentabilidad realizado por separado, para el cultivo de referencia, proyectado para tres cosechas por año, se obtienen los ingresos detallados en el Cuadro No. 21 del anexo.

- **Resumen de costos de inversión**

Los costos de inversión para la implementación del sistema de riego por goteo de los agricultores asociados se presentan en el cuadro 16.

Cuadro 16. Costo y financiamiento total del sistema de riego por goteo, en la aldea Lo de Ramírez, Villa Nueva. (Cifras en quetzales)

Componente	Aporte del Beneficiario	Crédito DIAPRYD	No reembolsable DIAPRYD	Aporte MAGA	Total
Aporte de los beneficiarios (Costo de la actividad productiva, mano de obra no calificada, zanjado, relleno de zanja, acarreo de materiales apoyo para instalación de tuberías, mangueras y accesorios de riego, caseta, muros y paso aéreo)	889,770.80				889,770.80
Mano de obra calificada		150,000.00			150,000.00
Crédito		1,534,365.77			1,534,365.77
TOTAL COSTO DIRECTO	889,770.80	1,684,365.77			2,424,136.57
Estudio de Preinversión			13,000.00		13,000.00
Capacitación y asistencia técnica			57,600.00		57,600.00
Supervisiones				15,000.00	15,000.00
TOTAL COSTO INDIRECTO		00.00	70,600.00	15,000.00	135,600.00
TOTALES:	889,770.80	1,684,365.77	70,600.00	15,000.00	2,559,736.57

6.13 Fuente de financiamiento para la inversión y la actividad productiva

En el cuadro 16, se presenta la distribución de gastos por fuente de financiamiento. Los recursos para la inversión en el sistema de riego fueron obtenidos del Fideicomiso del Programa de Desarrollo Integral en Áreas con potencial de riego y drenaje de la Unidad de Plamar del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación y administrado por BANRURAL, a una tasa de 4.5 %, por 7 años de duración, con dos años de gracia en el pago de capital del préstamo. Los recursos para la actividad productiva fueron aportados por cada uno de los beneficiarios del sistema de riego.

6.13.1 Flujo de Caja

El cálculo del flujo de caja se presenta en el cuadro 21 de anexos, en el cual se puede observar los beneficios positivos al ejecutar el sistema de riego por goteo. Es conveniente indicar que para el cálculo de los ingresos se han considerado los precios de venta del tomate, por debajo de los precios de mayorista, reportados por el agricultor. (UPIE-MAGA, 2008, ver cuadro 14)

Al analizar el cuadro 17, tomando en cuenta los criterios y parámetros ver cuadro 9 anexo 2, se interpreta que los indicadores todos sobrepasan los límites establecidos, para que un proyecto sea viable de ejecutar; es decir que la TIR es superior a la tasa hipotética de descuento del 12% la relación B/C es mayor que la unidad y el VAN es mayor que 0. (Estos resultados se obtuvieron considerando 3 ciclos de cultivo al año)

. Cuadro 17. Indicadores económicos financieros del sistema de riego por goteo en la aldea Lo de Ramírez, Villa Nueva.

Indicador Económico	Tres cosechas anuales
VAN	4,551,811.86
RELACION B/C	2.29
TIR	79.62 %

6.13.2 Análisis de sensibilidad

El Análisis de Sensibilidad del Sistema de riego por goteo, se presenta en los cuadros 26 y 27 del anexo, se ha incrementado en 10% los costos de producción del cultivo, (Tomate) por un lado y por otro se redujeron los ingresos por venta del producto también en 10% y ambos casos el proyecto presenta condiciones adecuadas tanto económica como financieramente, para su ejecución.

6.14 Mecanismos de sostenibilidad del sistema de riego por goteo de la Asociación de Desarrollo integral de Agricultores de la aldea Lo de Ramírez

Los mecanismos de sostenibilidad que se han venido realizando durante la operativización del sistema de riego por goteo en los terrenos de producción de hortalizas de los beneficiarios asociados son:

- La siembra de los distintos cultivos se hace siguiendo las curvas de nivel, para evitar el escurrimiento superficial tanto del agua de riego como de lluvia, principalmente manteniéndose con ello los niveles estático y dinámico del agua dentro del pozo.
- Se incorporaran abonos orgánicos que ayudan significativamente a mejorar la capacidad de infiltración del suelo, mejorando la retención de humedad y de los nutrientes, aprovechado por las plantas mejorándose con ello los rendimientos, por unidad de área.
- Los beneficiarios en unión con los pobladores de la comunidad han vendido reforestando algunas áreas que poseen, con el objeto de conservar el suelo y la humedad del mismo, así estos árboles con el tiempo también servirán para proteger las siembras de posibles vientos y heladas que pueden provocar pérdidas económicas. Así mismo evitar que baje el nivel estático y dinámico del agua dentro del pozo.

- En el caso de basura no biodegradable, (como envases y bolsas de plástico) se ha venido recolectando en recipientes adecuados evitando así la contaminación de los recursos naturales (suelo, agua y aire). Los residuos vegetales y otro tipo de desechos degradables, se incorporan directamente al suelo.

- Los residuos de combustibles, aceites, grasas, filtros del mantenimiento del equipo de bombeo de agua y generador eléctrico se deposita en lugares adecuados.

- Por parte de la Coordinación Departamental MAGA – GUATEMALA, se ha venido capacitando a los beneficiarios y sus potenciales empleados sobre el manejo del sistema de riego como de los productos (agroquímicos) utilizados para la producción agrícola.

7. CONCLUSIONES

7.1 La implementación del sistema de riego por goteo mediante el uso de agua subterránea, que beneficia a 25 agricultores asociados de la Asociación Integral de Desarrollo de la aldea Lo de Ramírez del municipio de Villa Nueva, requirió una serie de fases para poderlo establecer, que conllevo al apoyo tanto de entidades gubernamentales como el Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación a través de las unidades de la Coordinación Departamental de Guatemala, PLAMAR y FONAGRO.

7.2 Las fases de la implementación del sistema de riego por goteo se iniciaron desde la realización del diagnostico de la aldea de estudio hasta la elaboración del sistema tanto agronómico como hidráulico que incurrió de mano de obra tanto calificada (técnicos del MAGA) y no calificada (agricultores y colaboradores).

7.3 El sistema de riego por goteo fue muy bien aceptado por los beneficiarios en virtud de que han mejorado la producción tanto técnicamente como económicamente, lo que ha conllevado a mejorar sus condiciones de vida.

7.4 El sistema de riego por goteo ha generado fuente de empleo, ya que los agricultores beneficiarios contratan mano de obra para los producción de hortalizas a la que actualmente se dedican.

7.5 La implementación del sistema de riego por goteo en las parcelas de trabajo de los beneficiarios para la producción de hortalizas permite garantizar el suministro de agua en la época crítica del verano con lo cual la producción no se ve afectada, por deficiencia de agua.

7.6 La producción de hortalizas ya no es solamente en época lluviosa sino que actualmente es durante todo el año, generando fuentes de trabajo por la mano de obra, así mismo se obtienen ingresos económicos más satisfactorios lo que les permite amortizar al capital del préstamo adquirido para la instalación, como cubrir otras necesidades.

7.7 Con la implementación del sistema de riego se ha venido dando una rotación de cultivos, ya que no solamente se dedican a la producción del cultivo de tomate sino que actualmente producen chile pimiento y pepino.

7.8 El sistema de riego por goteo es uno de los métodos más eficientes de aplicación del agua, contribuyendo al uso racional del recurso hídrico, lo que permite un balance perfecto de la relación suelo-agua-planta, desarrollándose la máxima capacidad productiva de los cultivos en beneficio de los usuarios beneficiarios asociados en el aspecto económico y en el desarrollo productivo.

7.9 Al interpretar los indicadores económicos, se puede apreciar que sobrepasan los límites establecidos para que un proyecto sea viable de ejecución, es decir que la tasa interna de retorno es superior a la tasa de descuento del 12%, la relación beneficio/costo es mayor que la unidad, y el valor actual neto es mayor que cero; lo que indica que la implementación del sistema de riego genera ganancias que les permiten mejorar económicamente y amortizar al capital del préstamo adquirido para dicha implementación.

7.10 Los Beneficiarios de dicho sistema de riego como medios de sostenibilidad del mismo han implementado una serie de actividades agrícolas técnicas dentro de las cuales se pueden mencionar: la siembra de cultivos siguiendo las curvas de nivel, incorporación de abonos orgánicos, reforestación, recolección de basura y resto de desechos, mantenimiento periódicos del equipo del sistema, mantenimiento de la caseta de protección del equipo.

8. RECOMENDACIONES

8.1 Para evitar que baje el nivel estático y dinámico del agua dentro del pozo y este se recargue durante el invierno se recomienda que en el ámbito comunitario se pongan de acuerdo, para reforestar el area cercana al pozo de agua subterránea, que permita mantener un bosque natural, para conservar la humedad del suelo y la fuente de agua.

8.2 Como parte del mantenimiento del sistema de riego es importante realizar inspecciones de campo, lavado de tuberías principales, secundarias y laterales, depósitos de materiales sólidos y chequear las causas que provocan las pérdidas de presión en el sistema que impidan que los caudales necesarios, para cubrir las necesidades de riego bajo las cuales el sistema fue diseñado, estén disponibles en las parcelas del agricultor.

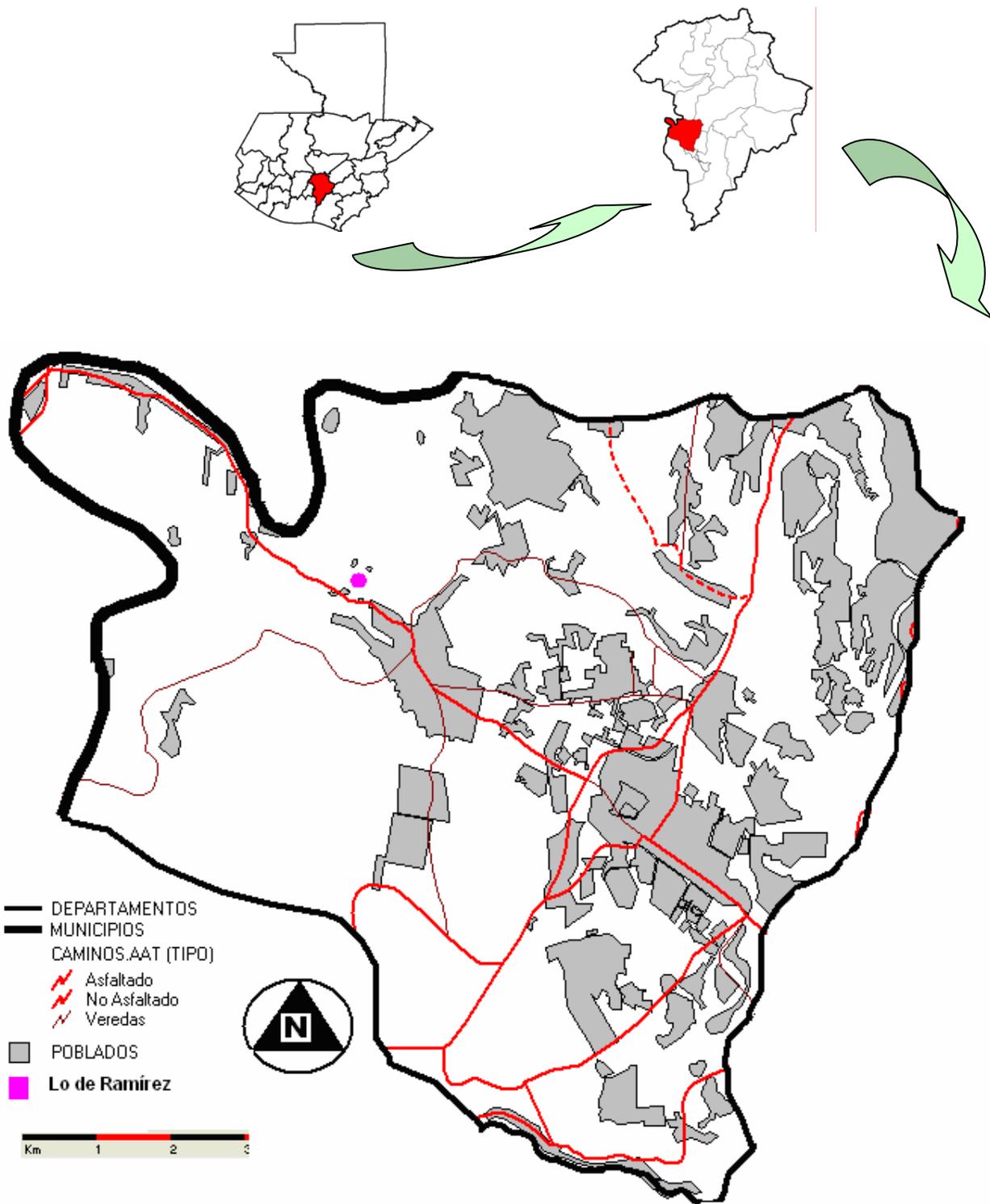
8.4 Proteger y dar mantenimiento al equipo de bombeo, especialmente el Generador Eléctrico, realizando el cambio de aceite del motor (cuidado de sus niveles), la limpieza y cambio de las candelas, chequear constantemente el nivel de combustible, nivel de aceite del motor, nivel de líquido de la batería, etc. siguiendo al pie de la letra las instrucciones del fabricante.

8.5 Es necesario hacer una planificación de chequeos constantes para evitar problemas de taponamiento de los goteros; a lo largo de todo el sistema de riego con el objeto de garantizar que la cantidad de agua que necesite el cultivo llegue en el momento oportuno.

9. BIBLIOGRAFÍA

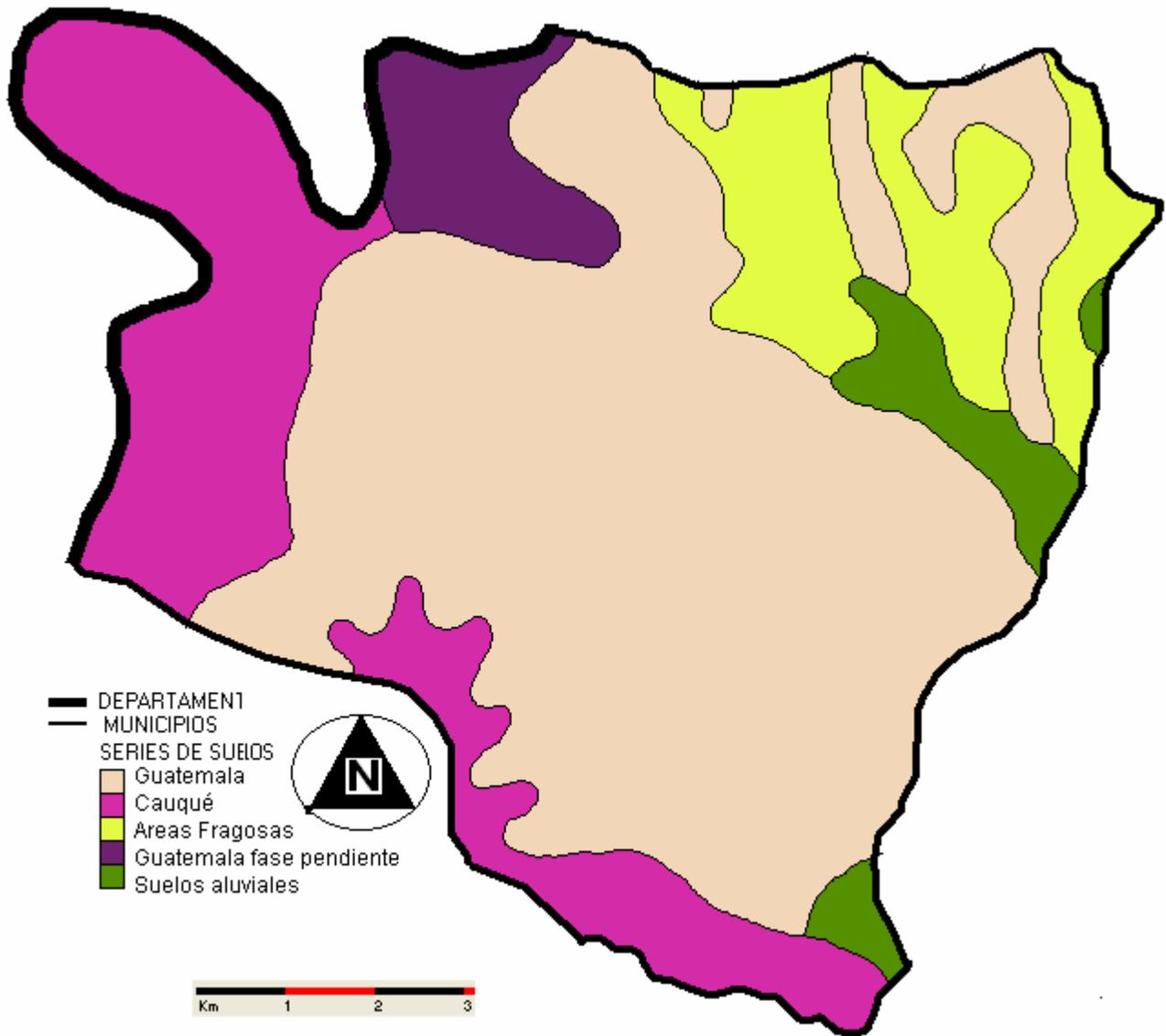
1. Blass, S. 1973. Riego en acción. Trad. por Massada. Israel, Editorial Reverte, S.A. 246 p.
2. Cruz S, JR De la. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 24 p.
3. Ferreira, R; Selles, G ; Pimstien, A. 2001. Diseño, manejo y manutención de equipos de riego localizado de alta frecuencia. Chile, Instituto de Investigaciones Agropecuarias. 282 p.
4. Fuentes Yague, JL. 2003. Técnicas de riego. Sevilla, España, Editorial Mundi Prensa. 484 p.
5. Losada Villasante, A. 2005. El riego: fundamentos de su hidrología y de su aplicación. Sevilla, España, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 261 p.
6. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2004. Mapas temáticos digitales de la república de Guatemala, a escala 1:250,000. Guatemala. 1 CD.
7. Martínez, L. 2001. Manual de operación y mantención de equipos de riego. Chile, Instituto de Investigaciones Agropecuarias. 98 p.
8. Simmons, C; Tárano, JM; Pinto, JH. 1989. Clasificación y reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José De Pineda Ibarra. 1,000 p.
9. Valverde, JC. 1975. Riego y drenaje. Costa Rica, Universidad de Costa Rica. 224 p.

10. ANEXOS



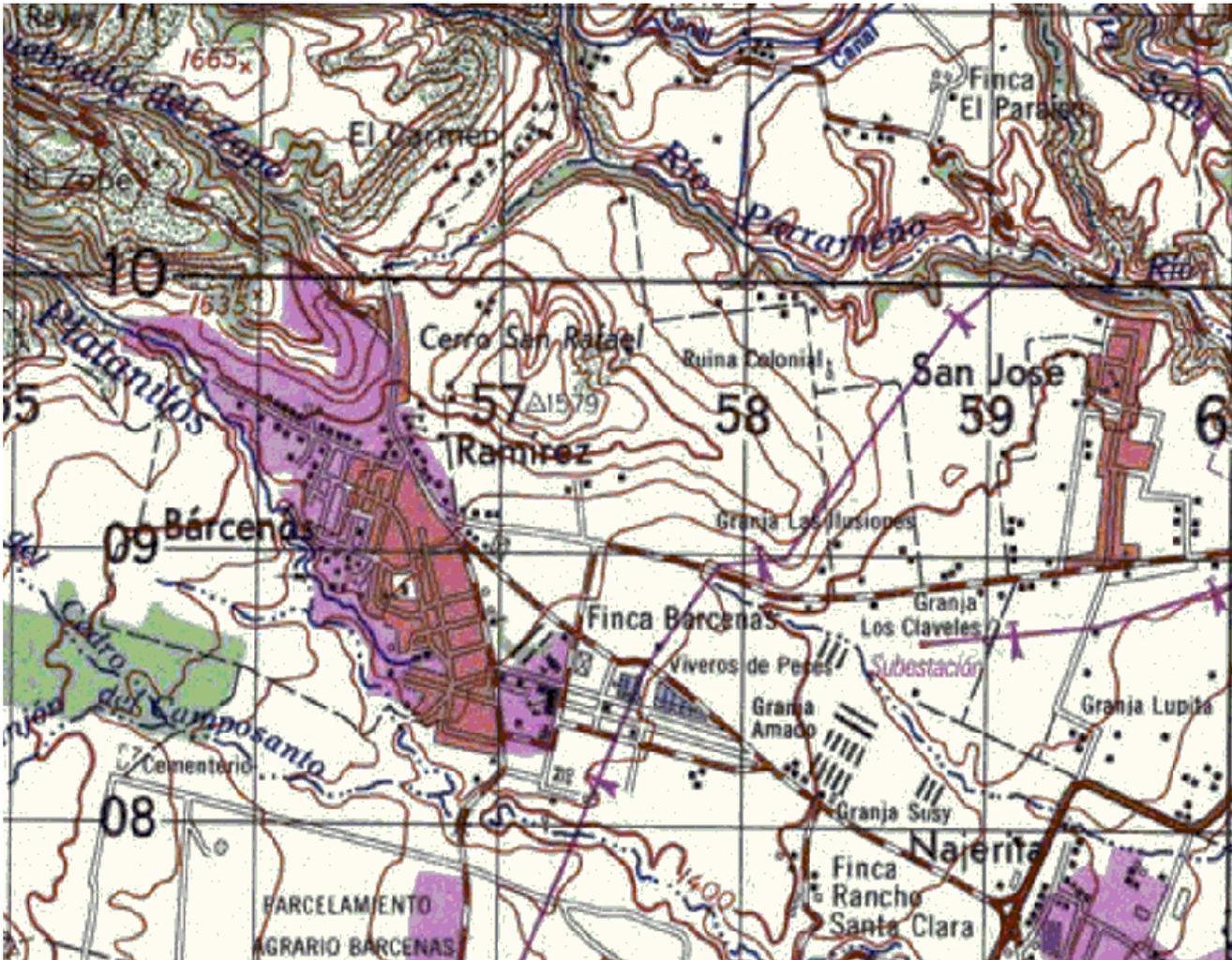
Fuente:
 MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2000. Mapas temáticos digitales de la república de Guatemala, escala 1:250,000. Guatemala. 1 CD.

Figura 6. Mapa de ubicación geográfica, poblados y vías de acceso a la aldea Lo de Ramírez, Villa Nueva.



Fuente:
 MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2000. Mapas temáticos digitales de la república de Guatemala, escala 1:250,000. Guatemala. 1 CD.

Figura 7. Mapa de series de suelos (Simmons, Tárano y Pinto) de la aldea Lo de Ramírez, Villa Nueva.



Fuente:
 MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2000. Mapas topográficos de la república de Guatemala, escala 1:50,000. Guatemala. 1 CD.

Figura 8. Mapa topográfico de la aldea Lo de Ramírez, Villa Nueva

Cuadro 18. Matriz de los impactos ambientales, causados al medio ambiente y seres vivos, por ejecución y funcionamiento del sistema de riego.

Componentes del proyecto Elementos Ambientales	Etapa de construcción			Etapa de funcionamiento		
	IMPACTOS			IMPACTOS		
1.MEDIO AMBIENTE	A	B	NE	A	B	NE
1.Tierra						
a. Topografía			X		X	
b. Suelo			X		X	
c. Erosión y sedimentación			X		X	
2. Micro clima			X			X
3.Aguas						
a. Ríos y Lagos			X			X
b. Aguas subterráneas			X			X
c. Calidad de agua			X		X	
4.Ecosistema						
a. Flora			X			X
Vegetación natural			X			X
Cultivos			X		X	
b. Fauna						
Mamíferos y Aves			X		X	
Peces y organismos acuáticos			X			X
c. Biodiversidad			X			X
Peligro de extinción			X			X
Especies migratorias			X			X
5. Desastres naturales						
a. Inundación			X			X
b. Sismos			X			X
6. Paisaje			X			X
2. MEDIO AMBIENTE SOCIOECONÓMICO						
1. Población						
a. Población en peligro			X			X
b. Reasentamiento					X	
c. Poblaciones migratorias		X			X	
2. Uso de la tierra			X		X	
3. Uso del agua			X		X	
4. Actividades productivas			X		X	
a. Agricultura			X		X	
b. Pecuaria			X		X	
c. Pesca			X			X
d. Agro-industria			X		X	
e. Mercado y comercio		X			X	
5. Empleo		X			X	
6. Pobreza		X			X	
7. Facilidad		X			X	
8. Salud y sanidad		X			X	
9. Sociedad y cultura rurales		X			X	
10. Historia y arqueología			X			X
11. Turismo			X			X
3.PROBLEMAS AMBIENTALES				X		
1.Contaminación del aire			X	X		
2. Contaminación del agua			X	X		
3. Contaminación del suelo			X	X		
4. Ruido y vibración			X	X		
5. Hundimiento del suelo			X			X
6. Mal olor			X	X		

A: adverso B: beneficio NE: neutro

Cuadro 19. Costos de Producción de Tomate (*Solanum sculentum* L.)

-En Quetzales-

CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1. COSTO DIRECTO				16,456.45
1.RENTA DE LA TIERRA				450.00
2.MANO DE OBRA 1/				9,793.37
a) Preparación de la tierra	Jornal	8.50	38.60	328.10
b) Preparación del semillero	Jornal	5.00	38.60	193.00
c) Transplante	Jornal	12.00	38.60	463.20
d) Desinfección del suelo	Jornal	3.50	38.60	135.10
e) Limpias y aporque	Jornal	44.00	38.60	1,698.40
f) Fertilización	Jornal	8.00	38.60	308.80
g) Control fitosanitario	Jornal	40.00	38.60	1,544.00
h) Riego	Jornal	16.00	38.60	617.60
i) Corte, clasificación y empaque	Jornal	85.00	38.60	3,281.00
j) Séptimos días	Jornal			1,224.17
3.DESPRECIACIÓN MAQUINARIA Y EQUIPO 2/				299.45
a) Asperjadora manual	Hr. Bomba	11.00	1.39	15.29
b) Asperjadora mecánica	Hr. Bomba	32.00	8.88	284.16
4.INSUMOS				5,888.63
a) Semilla	Onza	4.00	65.00	260.00
b) Combustibles	Galón	6.00	18.82	112.92
c) Fertilizantes				
- Nitrogenados	Quintal	2.50	92.67	231.68
-Completos	Quintal	7.00	106.68	746.76
- Foliareas	Litro	3.20	40.80	130.56
d)Insecticidas				
- Contacto	Litro	4.00	111.38	445.52
- Sistemáticos	Litro	7.90	92.77	732.88
e) Funguicidas				
- Contacto	Libra	8.50	18.64	158.44
- Sistemáticos	Libra	5.00	101.12	505.60
f) Herbicidas	Litro	1.20	21.62	25.94
g) Hilo, estacas y tutores	Varios	325.00	4.50	1,462.50
h) Riego	Varios	47.00	22.89	1,075.83
5.INSTRUMENTOS AGRÍCOLAS				25.00
a) Ásperos agrícolas	Unidad	1.00	25.00	25.00
				3,013.79
II. COSTO INDIRECTO				
1. administración (5% s/C.D.)				822.82
2.Cuota del I.G.S.S. (6% s /M.O.)				587.60
3. Financieros (17% s/C.D. 6 M.)				1,398.80
4. Imprevistos (1% s/C.D.)				164.56
5. Impuestos municipal (Q.0.05C/caja)				40.00
				19,470.24
III. COSTO TOTAL				
(Para una producción de 800 cajas)				
IV. COSO UNITARIO				24.34
V. INGRESO VENTA PRODUCCIÓN (Q.70.00/caja)				56,000.00
VI. INGRESO NETO				36,529.76
VII. RENTABILIDAD (%)				187.62

Banco de Guatemala, UPIE_MAGA, Agricultor, octubre de 2007.

1/ Se utilizo el promedio del valor del jornal proporcionado por el MAGA.

Cuadro 20. Calculo Hidráulico del sistema de riego por goteo instalado en la aldea Lo de Ramírez.

RAMAL "A"

Descripción	DM en Mts.	Valor C	Q. Lps	Diam en pulg.	Vel. M/s	HF en mts	Cota inicial	Cota final	Desnivel	Dif	P. Op. PSI	Observaciones
E 23	0.00	150.00	4.57	0.00	0.00	0.00	530.00	0.00	0.00			
E20	82.00	150.0	4.57	2.00	1.60	1.15	530.00	532.00	2.0	3.15	4.47	
E16	126.00	150.00	8.06	2.50	2.15	7.30	532.00	507.00	-25.00	-17.70	-25.13	
E12	84.00	150.00	9.46	3.00	1.70	2.60	507.00	500.00	-7.00	-4.40	-6.25	
E2	158.00	150.00	9.46	3.00	1.70	4.89	500.00	494.00	-6.00			-1.58
POZO	30.00	150.00	9.46	3.00	1.70	0.93	494.00	493.00	-1.00	-0.07	-0.10	
		480.00				16.87			-37.00	-20.13		
Perdidas estimadas en accesorios y cambios de dirección.										-10.00		
Presión de entrada en parcela										-10.00		
CARGA DINÁMICA TOTAL EN METROS										-40.20	-57.08	Presión en estación de bombeo .

Para el calculo de HF, se utilizo la Calculadora de flujo , basada en la formula de Hazen Williams.

RAMAL "B"

Descripción	DM en mts.	Valor C	Q. Lps	Diam en pulg.	Vel. M/s	HF en mts.	Cota inicial	Cota final	Desnivel	Dif	P. Op. Psi	Observaciones
POZO	0.00	150.00	9.46	0.00	0.00	0.00	493.00	493.00	0.00			
E2	30.00	150.00	9.46	3.00	1.70	0.93	493.00	494.00	1.00	1.93	2.74	
E49	230.00	150.00	9.46	3.00	1.70	7.13	494.00	503.00	9.00	16.13	22.90	
E46	162.00	150.00	9.46	3.00	1.70	5.02	503.00	503.00	9.00	16.13	22.90	
E35	196.00	150.00	7.25	2.00	1.85	3.53	502.00	489.00	-13.00	-9.47	-13.45	
E89	76.00	150.00	3.63	1.50	2.60	7.68	489.00	487.00	-2.00	5.68	8.06	
	694.00					24.29			-6.00	18.29		
Perdidas estimadas en accesorios y cambios de dirección.												
Presión de entrada parcela.												
CARGA DINAMICA TOTAL EN METROS										43.96	62.43	Presión de estación de bombeo .

RAMAL "C"

Descripción	DM en Mts.	Valor C	Q. Lps	Diam en Pulg.	Vel. M/s	HF en Mts.	Cota inicial	Cota final	Desnivel	Dif	P. Op. PSI
POZO	0.00	150.00	9.46	0.00	0.00	0.00	493.00	493.00	0.00		
E 2	30.00	150.00	9.46	3.00	1.70	0.93	494.00	494.00	1.00	1.93	2.74
E 81	58.00	150.00	9.46	3.00	1.70	1.74	506.00	506.00	12.00	13.74	19.51
E 59	270.00	150.00	9.46	3.00	1.70	8.37	509.00	509.00	3.00	11.37	16.15
E75	314.00	150.00	9.46	3.00	1.70	9.73	520.00	520.00	11.00	20.73	29.44
E77	100.00	150.00	3.67	2.00	2.60	3.60	533.00	533.00	13.00	16.60	23.57
	770.00					24.37			40.00	64.37	
Perdidas estimadas en accesorios y cambios de dirección.										10.00	
Presión de entrada de parcela.										10.00	
CARGA DINÁMICA TOTAL EN METROS										84.37	119.61

Observaciones

84.37 Metros, dato base para cálculo de equipo motobomba y generador eléctrico. CDT=Carga dinámica total en brocal del pozo.

-> Presión en estación de bombeo en PSI.

RAMAL "D"

Descripción	DM en mts.	Valor C	Q. Lps.	Diam en pulg.	Vel. M/s	HF en mts.	Cota inicial	Cota final	Desnivel	Dif	P. Op. PSI.	Observaciones	
POZO	0.00	150.00	9.46	0.00	0.00	0.00	493.00	493.00	0.00				
E 2	30.00	150.00	9.46	3.00	1.70	0.93	493.00	494.00	1.00	1.93	2.74		
E 81	56.00	150.00	9.46	3.00	1.70	1.74	494.00	506.00	12.00	13.74	19.51		
E 82	66.00	150.00	9.46	3.0	1.70	2.05	506.00	503.00	-3.00	-0.95	-1.35		
E 91	166.00	150.00	9.46	3.00	1.70	5.15	503.00	497.00	-6.00	-0.85	-1.21		
E 101	178.00	150.00	9.46	3.00	1.70	5.52	497.00	501.00	4.00	9.52	13.52		
E 102	58.00	150.00	9.46	3.00	1.70	1.80	501.00	493.00	-8.00	-6.20	-8.80		
E 107	176.0	150.00	9.46	3.00	1.70	5.46	493.00	488.00	-5.00	0.46	0.65		
E 108	160.00	150.00	5.87	2.00	2.48	13.60	485.00	485.00	-3.00	10.60	15.05		
E 110	70.00	150.00	3.67	1.50	2.32	7.14	483.00	483.00	-2.00	5.14	7.30		
	960.00					43.38			-10.00	33.38			
Perdidas estimadas en accesorios y cambios de dirección.											10.00		
Presión de entrada en parcela.											10.00		
CARGA DINÁMICA TOTAL EN METROS													
58.52											83.10	Presión en estación de bombeo.	

Cuadro 21. Flujo de caja

-Cifras en Quetzales-

CONCEPTO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7
INGRESOS	0.00	2,425,920.00	2,425,920.00	2,425,920.00	2,425,920.00	2,425,920.00	2,425,920.00	2,425,920.00
VENTAS DE TOMATE		2,425,920.00	2,425,920.00	2,425,920.00	2,425,920.00	2,425,920.00	2,425,920.00	2,425,920.00
EGRESOS	1,684,365.77	1,079,235.83	1,079,235.83	1,411,608.98	1,396,449.69	1,381,290.40	1,366,131.10	1,350,881.81
Inversión	1,684,365.77							
Costo Operación y Mantenimiento		159,988.57	159,988.57	159,988.57	159,988.57	159,988.57	159,988.57	159,988.57
Costo de producción agrícola		843,450.80	843,450.80	843,450.80	843,450.80	843,450.80	843,450.80	843,450.80
Pago de interés por deuda		75,796.46	75,796.46	71,296.46	56,137.17	40,977.88	25,818.58	10,569.29
Pago de capital				336,873.15	336,873.15	336,873.15	336,873.15	336,873.15
DISPONIBLE AL FIN DE AÑO	-1,684,365.77	1,346,684.17	1,346,684.17	1,014,311.02	1,029,470.31	1,044,629.60	1,059,788.90	1,075,038.19
Superávit / déficit acumulado	-1,684,365.77	-337,681.60	1,009,002.57	2,023,313.59	3,052,783.90	4,097,413.50	5,157,202.40	6,232,240.59

Cuadro 22. Inversiones del sistema de riego por goteo

RUBRO DE INVERSIÓN	VALOR Q.
Equipo de bombeo(motobomba sumergible de 60 Hp)	291,324.13
Generador eléctrico	192,432.00
Caseta de 4x5 metros	28,061.77
Pozo mecánicos	585,250.00
Pasos aéreos	346,349.88
°Tubería y accesorios	90,947.99
Supervisión para instalación equipo de bombeo	150,000.00
Imprevistos	-
TOTAL	1,684,365.77

Cuadro 23. Amortizaciones e intereses de la instalación del sistema de riego por goteo en la aldea Lo de Ramírez, Villa Nueva

Año	monto préstamo	Amortizaciones	saldos	intereses 4.5%
0	1,684,365.77		1,684,365.77	
1			1,684,365.77	75,796.46
2			1,684,365.77	75,796.46
3		336,873.15	1,584,365.77	71,286.46
4		336,873.15	1,247,492.62	56,137.17
5		336,873.15	910,619.46	40,977.88
6		336,873.15	573,746.31	25,818.58
7		336,873.15	236,873.15	10,659.29
TOTAL	1,684,365.77	1,684,365.77		356,482.30

Cuadro 24 Fuente y uso integrado de fondos para la instalación y funcionamiento

-Cifras en Quetzales-
AÑOS

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 Fuente										
Ventas		2,425,920.00	2,425,920.00	2,425,920.00	2,425,920.00	2,425,920.00	2,425,920.00	2,425,920.00	2,425,920.00	2,425,920.00
prestamos para inversión	1,684,365.77									
Prestamos para producción		843,450.80	843,450.80	843,450.80	843,450.80	843,450.80	843,450.80	843,450.80	843,450.80	843,450.80
Saldo del año anterior			1,290,134.97	2,580,269.94	3,538,031.76	4,510,952.87	5,499,033.27	6,502,272.97	7,520,671.96	8,549,730.24
Total en fondo disponible	1,684,365.77	3,269,370.80	4,559,505.77	5,849,640.74	6,807,402.56	7,780,323.67	8,768,404.07	9,771,643.77	10,790,042.76	11,819,101.04
III USOS										
Inversión fija	1,684,365.77	159,988.57	159,988.57							
Costo de operación y mantenimiento		843,450.80	843,450.80	159,988.57	159,988.57	159,988.57	159,988.57	159,988.57	159,988.57	159,988.57
Costo de producción		0	0	843,450.80	843,450.80	843,450.80	843,450.80	843,450.80	843,450.80	843,450.80
Pago de capital	0.00	75,796.46	75,796.46	336,873.15	336,873.15	336,873.15	336,873.15	336,873.15	336,873.15	336,873.15
Pago de intereses		0.00	0.00	71,296.46	56,137.17	40,977.88	25,818.58	10,659.29	0	0
Pago del impuesto a la renta				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total de fondos aplicados	1,684,365.77	1,079,235.83	1,079,235.83	4,438,031.76	5,410,952.87	6,399,033.27	7,402,272.97	8,420,671.96	9,449,730.24	10,478,788.52
III. Disponibilidad	0.00	2,190,134.97	3,480,269.94	900,000.00	900,000.00	900,000.00	900,000.00	900,000.00	900,000.00	900,000.00
Gastos familiares	900,000.00	900,000.00	900,000.00	3,538,031.00	4,510,952.87	5,499,033.27	6,502,272.97	7,520,671.96	8,549,730.24	9,578,788.52
Saldo para el año siguiente	0.00	1,290,134.97	2,580,269.94							

Cuadro 25 Indicadores Financieros

- Cifras en Quetzales-

Año	Costos originales	Costos	Ingresos originales	Ingresos	Ingresos Netos	Factor	Actualización al 12.00%				Actualización al 79.92%			
							Costos actualiz.	Ingresos actualiz.	Beneficios Netos	Factor	Costos Actualiz.	Ingresos Actualiz.	Beneficios Netos	
0	1,684,365.77	1,684,365.77	0.00	0.00	-1,684,365.77	1.00000	1,684,365.77	0.00	-1,684,365.77	1.00000	1,684,365.77	0.00	-1,684,365.77	
1	1,079,235.83	1,079,235.83	2,425,920.00	2,425,920.00	1,346,684.17	0.89286	963,603.42	2,166,000.00	1,202,396.58	0.55580	599,842.06	1,348,332.59	748,490.53	
2	1,079,235.83	1,079,235.83	2,425,920.00	2,425,920.00	1,346,684.17	0.79719	860,360.20	1,1933,928.57	1,073,568.38	0.30892	333,393.76	749,406.73	416,012.97	
3	1,074,735.83	1,074,735.83	2,425,920.00	2,425,920.00	1,351,184.17	0.71178	764,975.74	1,726,721.94	961,746.20	0.17170	184,528.48	416,522.19	231,993.72	
4	1,059,576.54	1,059,576.54	2,425,920.00	2,425,920.00	1,366,343.46	0.63552	673,380.05	1,541,716.02	868,365.97	0.09543	101,114.76	231,504.11	130,389.35	
5	1,044,417.25	1,044,417.25	2,425,920.00	2,425,920.00	1,381,502.75	0.56743	592,630.40	1,376,532.16	783,901.76	0.05304	55,395.80	128,670.58	73,274.78	
6	1,029,257.95	1,029,257.95	2,425,920.00	2,425,920.00	1,396,682.05	0.50663	521,454.11	1,229,046.57	707,592.46	0.02948	30,342.24	71,515.44	41,173.21	
7	1,014,098.66	1,014,098.66	2,425,920.00	2,425,920.00	1,411,821.34	0.45235	458,726.73	1,097,363.01	638,636.28	0.01638	16,615.91	39,748.47	23,132.56	
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40388	0.00	0.00	0.00	0.00911	0.00	0.00	0.00	
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.36061	0.00	0.00	0.00	0.00506	0.00	0.00	0.00	
10		0.00	0.00	0.00	0.00	0.32197	0.00	0.00	0.00	0.00281	0.00	0.00	0.00	
TOTAL	7,380,557.89	7,380,557.89	16,981,440.00	16,981,440.00	9,600,882.11		4,835,130.64	11,071,308.26	4,551,811.86		1,321,233.00	2,985,700.12	-19,898.66	

VAN	4,551,811.86
REL B/C	2.29
TIR	79.62%

Sensibilidad	
Incremento de costo	0.00%
Disminución de ingresos	10.00%

Cuadro 26. Indicadores Financieros

- Cifras en Quetzales-													
Año	Costos originales	Costos	Ingresos originales	Ingresos	Ingresos Netos	Actualización al 12.00%				Actualización al 79.92%			
						Factor	Costos actualiz.	Ingresos actualiz.	Beneficios Netos	Factor	Costos Actualiz	Ingresos Actualiz.	Beneficios Netos
0	1,684,365.77	1,684,365.77	0.00	0.00	-1,684,365.77	1.00000	1,684,365.77	0.00	-1,684,365.77	1.00000	1,684,365.77	0.00	-1,684,365.77
1	1,079,235.83	1,187,159.41	2,425,920.00	2,425,920.00	1,238,760.59	0.89286	1,059,963.76	2,166,000.00	1,106,036.24	0.57634	684,202.30	1,398,144.20	713,941.90
2	1,079,235.83	1,187,159.41	2,425,920.00	2,425,920.00	1,238,960.59	0.79719	946,396.22	1,933,928.57	987,532.36	0.33216	394,330.18	805,800.36	411,470.17
3	1,074,735.83	1,182,209.41	2,425,920.00	2,425,920.00	1,243,710.59	0.71178	841,473.31	1,726,721.94	885,248.63	0.19144	226,318.93	464,411.48	238,092.55
4	1,059,576.54	1,165,534.19	2,425,920.00	2,425,920.00	1,260,385.81	0.63552	740,718.05	1,541,716.02	800,997.97	0.11033	128,595.86	267,656.90	139,061.04
5	1,044,417.25	1,148,858.98	2,425,920.00	2,425,920.00	1,277,061.03	0.56743	651,893.44	1,376,532.16	724,638.72	0.06359	73,054.03	154,260.21	81,206.18
6	1,029,257.95	1,132,183.75	2,425,920.00	2,425,920.00	1,293,736.26	0.50663	573,599.52	1,229,046.57	655,447.05	0.03665	41,492.52	88,905.66	47,413.14
7	1,014,098.66	1,115,508.53	2,425,920.00	2,425,920.00	1,310,411.47	0.45235	504,599.41	1,097,363.01	592,763.60	0.02112	23,561.41	51,239.50	27,678.09
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40388	0.00	0.00	0.00	0.01217	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.36061	0.00	0.00	0.00	0.00702	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.32197	0.00	0.00	0.00	0.00404	0.00	0.00	0.00
TOTAL	9,064,923.66	8,118,613.68	16,981,440.00	16,981,440.00	8,862,826.32		5,318,643.70	11,071,308.26	4,068,298.79		1,571,555.24	3,230,418.31	-25,502.70

VAN	4,068,298.79
REL B/C	2.08
TIR	73.13%

Cuadro 27 Indicadores Financieros

- Cifras en Quetzales-

Año	Costos originales	Costos	Ingresos originales	Ingresos	Actualización al 12.00%			Actualización al 79.92%					
					Ingresos Netos	Factor	Costos actualiz.	Ingresos actualiz.	Beneficios Netos	Factor	Costos Actualiz	Ingresos Actualiz.	Beneficios Netos
0	1,684,365.77	1,684,365.77	0.00	0.00	-	1.00000	1,684,365.77	0.00	-1,684,365.77	1.00000	1,684,365.77	0.00	-1,684,365.77
1	1,079,235.83	1,079,235.83	2,425,920.00	2,183,328.00	1,104,092.17	0.89286	963,603.42	1,949,400.00	985,796.58	0.60481	652,737.29	1,320,508.04	667,770.76
2	1,079,235.83	1,079,235.83	2,425,920.00	2,183,328.00	1,104,092.17	0.79719	860,360.20	1,740,535.71	880,175.52	0.36580	394,784.86	798,662.18	403,877.32
3	1,074,735.83	1,074,735.83	2,425,920.00	2,183,328.00	1,108,592.17	0.71178	764,975.74	1,554,049.74	789,074.01	0.22124	237,775.95	483,042.32	245,266.37
4	1,059,576.54	1,059,576.54	2,425,920.00	2,183,328.00	1,123,751.46	0.63552	673,380.05	1,387,544.42	714,164.37	0.13381	141,781.84	292,150.92	150,369.08
5	1,044,417.25	1,044,417.25	2,425,920.00	2,183,328.00	1,138,910.75	0.56743	592,630.40	1,238,878.94	646,248.55	0.08093	84,524.84	176,697.06	92,172.22
6	1,029,257.95	1,029,257.95	2,425,920.00	2,183,328.00	1,154,070.05	0.50663	521,454.11	1,106,141.91	584,687.80	0.04895	50,379.82	106,868.91	56,489.09
7	1,014,098.66	1,014,098.66	2,425,920.00	2,183,328.00	1,169,229.34	0.45235	458,726.73	987,626.71	528,899.97	0.02960	30,021.66	64,635.85	34,614.19
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40388	0.00	0.00	0.00	0.01791			
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.36061	0.00	0.00	0.00	0.01083			
10		0.00	0.00	0.00	0.00	0.32197	0.00	0.00	0.00	0.00655			
TOTAL	7,380,557.89	7,380,557.89	16,981,440.00	15,283,296.00	7,906,738.11		4,835,130.64	9,964,177.44	3,444,681.03		1,592,006.26	3,242,565.28	-33,806.75

VAN	3,444,681.03
REL B/C	2.06
TIR	64.82%

Sensibilidad	
Incremento de costo	0.00%
Disminución de ingresos	10.00%

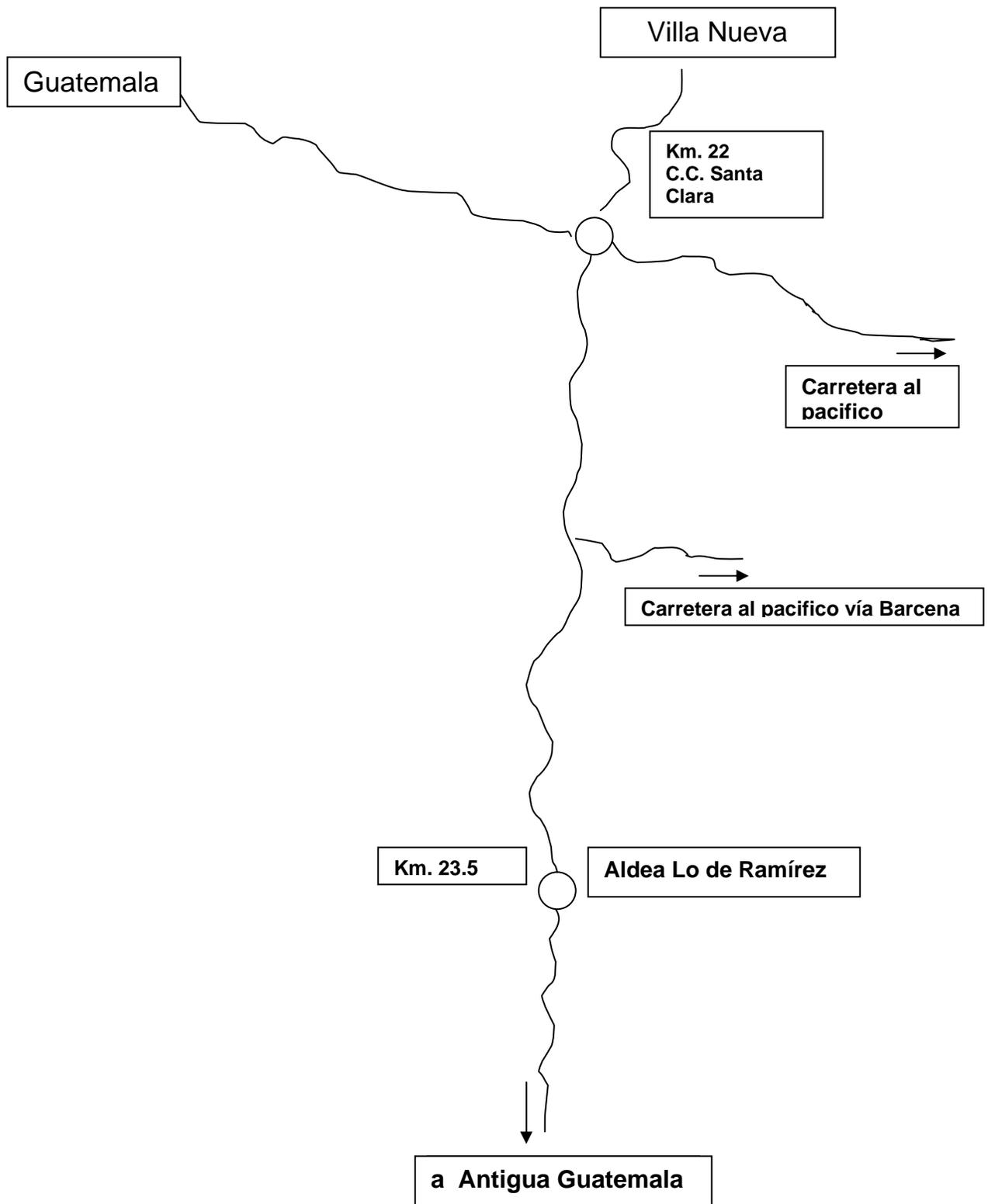


Figura 9. Croquis para llegar a la aldea Lo de Ramírez, municipio de Villa Nueva.

Ficha técnica del proyecto

1. Nombre del proyecto	Implementación de un Sistema de Riego por Goteo aprovechando agua subterránea, para irrigar hortalizas principalmente tomate y chile pimiento.	
2. Periodo de ejecución	2 meses	
3. Localización	Aldea	Lo de Ramírez
	Municipio	Villa Nueva
	Departamento	Guatemala
4. Coordenadas geográficas	Latitud Norte:	14° 27' 17'' a 14° 29' 12''
	Longitud Oeste:	90° 29' 31'' a 90° 35' 21''
	Altura:	1,790 m.s.n.m
5. Numero de beneficiarios	25	
6. Area de riego	14.44 manzanas	
7. Sistema de riego	Por Goteo	
8. Sector productivo	Agrícola	
9. Cultivos	Tomate y chile pimiento	
10. Costo y financiamiento	Q. 2,559,736.57	
11. Indicadores financieros	VAN	4,551,811.86
	TIR	79.62 %
	RELACION BENEFICIO/COSTO	2.29

Libreta topográfica

Grid Lat/Long hddd"mm'ss.s"
Datum WGS 84

Caminamiento proyecto de riego Lo de RAMÍREZ

Header	Name	Description	Type	Position	Altitude
Waypoint	1		User Waypoint	N14 33 25.4 W90 36 51.1	493 m
	2			N14 33 26.3 W90 36 51.4	494 m
	3			N14 33 27.7 W90 36 50.8	501 m
	4			N14 33 28.4 W90 36 52.3	506 m
	5			N14 33 29.2 W90 36 52.7	507 m
	6			N14 33 29.8 W90 36 51.7	506 m
	7			N14 33 28.8 W90 36 49.6	501 m
	8			N14 33 28.2 W90 36 49.8	498 m
	9			N14 33 27.0 W90 36 46.2	485 m
	10			N14 33 27.5 W90 36 45.3	486 m
	11			N14 33 29.0 W90 36 49.4	500 m
	12			N 14 33 30.2 W90 36 48.4	500 m
	13			N14 33 31.0 W90 36 49.6	506 m
	14			N14 33 32.8 W90 36 48.6	505 m
	15			N14 33 32.1 W90 36 47.2	496 m
	16			N14 33 32.0 W90 36 49.2	507 m
	17			N14 33 32.9 W90 36 48.7	507 m
	18			N14 33 35.0 W90 36 52.9	507 m
	19			N14 33 35.0 W90 36 52.9	532 m
	20			N14 33 33.9 W90 36 52.9	532 m
	21			N14 33 36.0 W90 36 52.8	534 m
	22			N14 33 36.4 W90 36 52.5	530 m
	23			N14 33 37.5 W90 36.52.9	530 m
	24			N14 33 37.3 W90 36 51.1	525 m
	25			N14 33 36.5 W90 36 48.4	510 m
	26			N14 33 34.8 W90 36 49.0	512 m
	27			N14 33 34.3 W90 36 47.0	481 m
	28			N14 33 36.5 W90 36 46.8	467 m
	29			N14 33 30.9 W90 36 31.6	487 m
	30			N14 33 30.5 W90 36 29.1	485 m
	31			N14 33 31.5 W90 36 28.7	485 m
	32			N14 33 32.1 W90 36 31.2	467 m
	33			N14 33 33.6 W90 36 34.1	488 m
	34			N14 33 32.7 W90 36 35.0	488 m
	35			N14 33 31.8 W90 36 35.3	489 m
	36			N14 33 25.6 W90 36 37.5	499 m
	37			N14 33 33.2 W90 36 38.6	500 m
	38			N14 33 34.0 W90 36 40.9	500 m
	39			N14 33 34.1 W90 36 41.3	500 m
	40			N14 33 34.4 w90 36 42.5	498 m
	41			N14 33 32.9 w90 36 41.2	501 m
	42			N14 33 33.1 w90 36 40.8	501 m
	43			N14 33 33.0 w90 36 40.3	500 m
	44			N14 33 33.5 w90 36 39.7	500 m
	45			N14 33 32.0 w90 36 40.7	500 m
	46			N14 33 33.9 w90 36 41.5	502 m
	47			N14 33 36.8 w90 36 39.6	499 m
	48			N14 33 37.7 w90 36 47.7	455 m
	49			N14 33 31.4 w90 36 46.2	503 m
	50			N14 33 25.6 w90 36 52.8	506 m
	51			N14 33 27.6 w90 36 56.7	534 m
	52			N14 33 26.9 w90 36 57.8	536 m
	53			N14 33 24.9 w90 36 53.1	506 m
	54			N14 33 19.9 w90 36 58.3	509 m
	55			N14 33 22.7 w90 36 02.1	526 m
	56			N14 33 21.5 w90 36 03.0	525 m
	57			N14 33 19.0 w90 36 59.1	509 m
	58			N14 33 18.9 w90 36 59.0	509 m
	59			N14 33 18.1 w90 36 57.8	507 m
	60			N14 33 18.9 w90 36 57.3	505 m
	61			N14 33 17.5 w90 36 55.5	501 m
	62			N14 33 16.0 w90 36 56.9	504 m
	63			N14 33 17.0 w90 36 59.3	507 m
	64			N14 33 17.0 w90 36 00.9	512 m
	65			N14 33 15.9 W90 37 05.2	518 m
	66			N14 33 14.1 W90 37 03.7	514 m
	67			N14 33 14.0 W90 37 02.9	513 m
	68			N14 33 14.2 W90 37 02.6	512 m
	69			N14 33 16.2 W90 37 04.6	517 m
	70			N14 33 15.7 W90 37 06.6	520 m

71	N14 33	18.0	W90 37 08.2	532 m
72	N14 33	16.9	W90 37 09.3	533 m
73	N14 33	16.9	W90 37 09.3	533 m
74	N14 33	15.0	W90 37 06.8	521 m
75	N14 33	14.0	W90 37 08.1	520 m
76	N14 33	15.7	W90 37 10.7	533 m
77	N14 33	15.5	W90 37 11.0	533 m
78	N14 33	14.8	W90 37 13.3	533 m
79	N14 33	12.8	W90 37 10.4	525 m
80	N14 33	14.3	W90 37 09.2	524 m
81	N14 33	25.1	W90 36 25.7	506 m
82	N14 33	23.1	W90 36 51.4	503 m
83	N14 33	22.7	W90 36 50.4	484 m
84	N14 33	22.2	W90 36 50.6	471 m
85	N14 33	21.3	W90 36 50.2	454 m
86	N14 33	21.1	W90 36 49.9	446 m
87	N14 33	21.0	W90 36 49.8	460 m
88	N14 33	19.7	W90 36 49.5	471 m
89	N14 33	19.6	W90 36 47.5	497 m
90	N14 33	19.4	W90 36 47.6	497 m
91	N14 33	16.6	W90 36 47.1	499 m
92	N14 33	15.4	W90 36 47.0	500 m
93	N14 33	15.2	W90 36 48.4	500 m
94	N14 33	16.3	W90 36 48.6	500 m
95	N14 33	16.4	W90 36 48.8	500 m
96	N14 33	16.2	W90 36 51.2	502 m
97	N14 33	17.1	W90 36 51.4	500 m
98	N14 33	18.7	W90 36 49.3	498 m
99	N14 33	19.3	W90 36 48.6	497 m
100	N14 33	13.8	W90 36 46.6	501 m
101	N14 33	13.2	W90 36 44.7	493 m
102	N14 33	12.8	W90 36 44.7	493 m
103	N14 33	13.2	W90 36 41.4	490 m
104	N14 33	14.3	W90 36 41.6	490 m
105	N14 33	14.6	W90 36 40.8	489 m
106	N14 33	16.0	W90 36 41.0	488 m
107	N14 33	16.3	W90 36 35.6	485 m
108	N14 33	15.1	W90 36 35.4	485 m
109	N14 33	15.6	W90 36 33.5	483 m
110	N14 33	15.8	W90 36 31.4	482 m
111	N14 33	15.8	W90 36 31.4	482 m
112	N14 33	18.1	W90 36 31.8	482 m
113	N14 33	17.8	W90 36 33.5	483 m

Header	Name	Length	Course	Waypoints
Route	001 a 003	307 m	7° true	8 Waypoints
Header	waypoint Name	Distance	Leg Length	Course
Route waypoint	1 0 m			
	2 29.4 m	29.4 m	341° true	
	3 75.9 m	46.5 m	27° true	
	4 127 m	51.0 m	293° true	
	5 155 m	28.2 m	339° true	
	6 189 m	34.3 m	57° true	
	7 259 m	62.2 m	116° true	
	3 307 m	48.3 m	224° true	
Route	002 a 08	55.9 m	225° true	2 waypoints
Header	waypoint Name	Distance	Leg length	course
Route waypoint	2 0 m			
	81 55.9 m	55.9 m	225° true	
Route	007 a 049	129 m	53° true	2 waypoints
Header	waypoint Name	Distance	Leg length	course

Route waypoint		7 0 m 49 129 m		129 m	53 ^a true
Route	008 a 008	305 m		0 ^a true	5 waypoints
Header	waypoint Name	Distance		Leg length	Course
Route waypoint		8 0 m			
		9 117 m		117 m	109 ^a true
		10 148 m		31.2 m	56 ^a true
		11 277 m		129 m	290 ^a true
		8 305 m		27.6 m	212 ^a true
Route	012 a 012	223 m		0 ^a true	5 waypoints
Header	Waypoint Name	Distance		Leg length	Course
Route waypoint		12 0 m			
		13 45.5 m		45.5 m	305 ^a true
		14 109 m		63.8 m	29 ^a true
		15 156 m		47.1 m	121° true
		12 223 m		126 m	210° true
Route	016 a 016	332 m		0° true	5 waypoints
Header	Waypoint Name	Distance		Leg Length	Course
Route waypoint		16 0 m			
		17 33.2 m		33.2 m	30° true
		18 174 m		141 m	297° true
		20 207 m		32.6 m	183° true
		16 332 m		126 m	118° true
Route	022 a 022	326 m		0° true	6 waypoints
					SAAC
Header	Waypoint Name	Distance		Leg Length	Course
Route waypoint		22 0 m			
		23 35.8 m		35.8 m	12 ° true
		24 71.3 m		35.5 m	98° true
		25 155 m		83.2 m	108° true
		26 210 m		55.4 m	197° true
		22 326 m		116 m	295° true
Route	036 a 036	468 m		0° true	5 Waypoints
Header	Waypoint Name	Distance		Leg Length	Course
Route waypoint		29 0 m			
		30 80.7 m		80.7 m	98° true
		31 113 m		32.2 m	22° true
		32 189 m		76.3 m	284° true
		33 289 m		99.9 m	299° true
		34 331 m		41.5 m	223° true
		35 357 m		26.7 m	199° true
		29 468 m		110 m	106° true
Route	039 a 044	184 m		111° true	4 waypoints

Header	Waypoint Name	Distance	Leg Length	Course
Route waypoint		39 0 m		
		40 36.8 m	36.8 m	204° true
		45 127 m	90.7 m	289° true
		44 184 m	56.6 m	33° true
Route	046 a 035	196 m	109° true	2 Waypoints
Header	Waypoint Name	Distance	Leg Length	Course
Route waypoint		46 0 m		
		35 196 m	196 m	109° true
Route	049 a 046	161 m	61° true	2 Waypoints
Header	Waypoint Name	Distance	Leg Length	Course
Route waypoint		49 0 m		
		46 161 m	161 m	61° true
Route	051 a 051	350 m	0° true	5 Waypoints
Header	Waypoint Name	Distance	Leg Length	Course
Route Waypoint		51 0 m		
		52 135 m	135 m	298° true
		53 173 m	135 m	237° true
		54 329 m	155 m	113° true
		51 350 m	21.6 m	24° true
Route	055 a 055	367 m	0° true	5 Waypoints
Header	Waypoint Name	Distance	Leg Length	Course
Route Waypoint		55 0 m		
		56 143 m	143 m	306° true
		57 189 m	45.5 m	216° true
		58 329 m	140 m	123° true
		55 367 m	38.2 m	40° true
Route	059 a 059	399 m	0° true	8 Waypoints
Header	Waypoint Name	Distance	Leg Length	Course
Route Waypoint		59 0 m		
		60 41.2 m	41.2 m	124° true
		61 69.1 m	27.9 m	34° true
		62 137 m	67.7 m	128° true
		63 199 m	61.9 m	221° true
		64 227 m	78.7 m	293° true
		65 332 m	54.7 m	296° true
		59 399 m	67.3 m	60° true

Route 065 a 070 120m 245° true 2 Waypoint

Header Waypoint Name Distance Leg Length Course

Route Waypoint 65 0 m
70 120m 120 m 245° true

Route 066 a 066 217 m 0° true 6 Waypoints

Header Waypoint Name Distance Leg Length Course

Route Waypoint 66 0 m
67 73.3 m 73.3 m 141° true
68 96.7 m 25.5 m 98° true
69 111 m 11.8 m 50° true
70 196 m 85.8 m 315° true
66 217 m 21.0 m 249° true

Route 066 a 071 23.2 m 250° true 2 waypoints

Header Waypoint Name Distance Leg Length Course

Route Waypoint 66 0 m
71 23.2 m 23.2 m 250° true

Route 071 a 071 273 m 0° true 5 waypoints

Header waypoint Name Distance Leg Length Course

Route waypoint 71 0 m
72 96.4 m 96.4 m 317° true
73 145 m 46.8 m 224° true
74 240 m 95.1 m 129° true
71 273 m 33.2 m 50° true

Route 073 a 074 197 m 129° true 4 waypoints

Header Waypoint Name Distance Leg length Course

Route waypoint 73 0 m
76 54.2 m 54.2 m 26° true
75 148 m 93.5 m 126° true
74 197 m 49.4 m 51° true

Route 075 a 060 32.5 m 286° true 2 waypoints

Header Waypoint Name Distance Leg length Course

Route waypoint 75 0 m
80 32.5 m 32.5 m 286° true

Route 080 a 080 305 m 0° true 5 waypoints

Header Waypoint Name Distance Leg length Course

Rote Waypoint 80 0 m
77 67.2 m 67.2 m 308° true
78 141 m 73.9 m 251° true
79 246 m 105 m 125° true

		80 305 m	59.1 m	41° true
Route	081 a 059	299 m	224° true	2 waypoints
Header	Waypoint Name	Distance	Leg length	course
Route waypoint		81 0 m 59 269 m	269 m	224° true
Route	061 a 091	232 m	139° true	3 waypoints
Header	Waypoint Name	Distance	Leg Length	Course
Route Waypoint		81 0 m 90 87.5 m 91 232 m	227 m 5.52 m	139° true 133° true
Route	091 a 095	132 m	197° true	3 waypoints
Header	Waypoint Name	Distance	Leg length	Course
Route waypoint		91 0 m 92 87.5 m 95 132 m	87.5 m 44.8 m	170° true 258° true
Route	092 a 095	384 m	258° true	9 waypoints
Header	Waypoint Name	Distance	Leg length	Course
Route waypoint		92 0 m 93 39.5 m 94 83.3 m 95 120 m 96 128 m 97 199 m 98 229 m 99 306 m 95 384 m	39.5 m 43.8 m 36.5 m 7.95 m 71.1 m 30.3 m 78.5 m 76.7 m	174° true 262° true 353° true 291° true 263° true 348° true 51° true 163° true
Route	093 a 102	106m	135° true	3 Waypoints
Header	Waypoint Name	Distance	Leg Length	Course
Route Waypoint		99 0 m 101 49.7 m 102 108 m	49.7 m 58.0 m	167° true 108° true
Route	099 a 091	58.9 m	67° true	3 Waypoints
Header	Waypoint Name	Distance	Leg Length	Course
Route Waypoint		99 0 m 100 28.7 m 91 58.9 m	28.7 m 30.2 m	51° true 82° true
Route	102 a 102	249 m	0° true	5 Waypoints
Header	Waypoint Name	Distance	Leg Length	Course
Route Waypoint		102 0 m 103 14.0 m 104 115 m	14.0 m 101 m	178° true 83° true

Route	105 a 106	105 149 m 102 249 m 25.4 m	33.8 m 100 m 63° true	350° true 251° true 2 Waypoints
-------	-----------	----------------------------------	-----------------------------	---------------------------------------

Header	Waypoint Name	Distance	Leg Length	Course
Route Waypoint		105 0 m 106 25.4 m	25.4 m	63° true

Route	106 a 106	406 m	0° true	5 Waypoints
-------	-----------	-------	---------	-------------

Header	Waypoint Name	Distance	Leg Length	Course
Route Waypoint		106 0 m 107 43.6 m 108 204 m 109 244 m 106 406 m	43.6 m 161 m 39.6 m 162 m	354° true 87° true 172° true 265° true

Route	108 a 110	67.8 m	110° true	2 Waypoints
-------	-----------	--------	-----------	-------------

Header	Waypoint Name	Distance	Leg Length	Course
Route Waypoint		108 0 m 110 67.8 m	67.8 m	110° true

Route	110 a 110	255m	0° true	5 Waypoint
-------	-----------	------	---------	------------

Header	Waypoint Name	Distance	Leg Length	Course
Route Waypoint		110 0 m 111 61.9 m 112 134 m 113 185 m 110 255 m	61.9 m 71.9 m 51.1 m 70.1 m	84° true 351° true 261° true 180° true

BOLETA DE CAMPO

Nombre del agricultor: _____

Fecha: _____

Información General:

1. Extensión total del área de trabajo: _____

2. Extensión de área cultivada: _____

3. Tenencia de la tierra: propia _____ arrendada _____ otra _____

4. A que cultivos se dedica: _____

5. Antes de la implementación del sistema de riego por goteo cual era su o sus cultivos sembrados: _____

6. Cultivaba todo el año: Si _____ No _____

7. En que época del año cultivaba y porque: _____

8. Que fuente de agua utilizaba para la irrigación de sus cultivos: _____

9. Conocía el sistema de riego por goteo: _____

10. Por que se decidió en ser miembro de la Asociación: _____

11. Considera que la implementación del sistema de riego por goteo ha tenido un buen impacto: Si _____ No _____

12. Considera que ha mejorado su calidad de vida: Si _____ No _____

13. Que beneficios ha tenido por la implementación de este sistema de riego por goteo: _____

14. Para la producción de sus cultivos contra mano de obra: Si _____ No _____

15. La mano de obra contratada es propia del lugar o de otros lugares:

16. Los rendimientos de sus cultivos han aumentado por el uso del sistema de riego por goteo: Si _____ No _____

17. Donde comercializa sus productos y donde los comercializa antes: _____

18. Recibe asistencia técnica: Si _____ No _____

19. Que institución/ es, brinda la asistencia técnica: _____

20. Con que frecuencia se realiza: _____

21. Le da el mantenimiento adecuado para el buen funcionamiento del sistema de riego por goteo: Si _____ No _____

22. Que medidas de mitigación realiza para la sostenibilidad de este sistema de riego: _____
