

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

SISTEMATIZACIÓN DEL CAMBIO DE SISTEMA DE RIEGO  
DE TINAJA A GOTEO, EN EL CULTIVO DE EJOTE FRANCÉS EN  
FINCA SAN BERNARDINO, CIÉNEGA GRANDE, CHIMALTENANGO  
TESIS DE GRADO

**MARCO TULIO VILLEGAS DOLLAGARAY**  
CARNET 22427-83

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, ENERO DE 2016  
CAMPUS CENTRAL

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

SISTEMATIZACIÓN DEL CAMBIO DE SISTEMA DE RIEGO  
DE TINAJA A GOTEO, EN EL CULTIVO DE EJOTE FRANCÉS EN  
FINCA SAN BERNARDINO, CIÉNEGA GRANDE, CHIMALTENANGO  
TESIS DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE  
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

POR  
**MARCO TULIO VILLEGAS DOLLAGARAY**

PREVIO A CONFERÍRSELE  
EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, ENERO DE 2016  
CAMPUS CENTRAL

## **AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**

RECTOR: P. EDUARDO VALDES BARRIA, S. J.  
VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO  
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO  
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.  
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS  
SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

## **AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS**

DECANO: DR. ADOLFO OTTONIEL MONTERROSO RIVAS  
VICEDECANA: LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ  
SECRETARIA: ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES  
DIRECTOR DE CARRERA: MGTR. JULIO ROBERTO GARCÍA MORÁN

## **NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN**

ING. GUSTAVO ADOLFO MÉNDEZ GÓMEZ

## **TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN**

MGTR. RODOLFO ESTUARDO VÉLIZ ZEPEDA  
ING. LUIS ROBERTO AGUIRRE RUANO  
ING. SERGIO ALEJANDRO MANSILLA JIMÉNEZ

Guatemala, 05 de noviembre de 2015

Honorables Miembros del Consejo  
de Facultad Ciencias Ambientales y Agrícolas  
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR  
Guatemala, ciudad  
Presente

Honorables miembros:

Por medio de la presente me dirijo a ustedes para informarles que he finalizado la asesoría y revisión del estudio titulado **Cambio del Sistema de Riego con tinaja por goteo en el cultivo de ejote francés ( *Phaseolus vulgaris* L. Fabacea) en la Finca San Bernardino, Cienega Grande, Chimaltenango** . Desarrollado por el estudiante Marco Tulio Villegas Dollagaray, carné 22427-83, como tesis de grado para optar al título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado en Ciencias Ambientales y agrícolas.

Dicho trabajo cumple satisfactoriamente con los requisitos exigidos por esa unidad académica en un trabajo de investigación de este tipo, por lo cual recomiendo su aprobación.

Sin otro en particular me suscribo de ustedes.

Atentamente

Ing. Agr. MSc Gustavo Adolfo Méndez Gómez  
Colegiado 266  
Código 855





Universidad  
Rafael Landívar  
Tradición Jesuita en Guatemala

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
No. 06410-2015


### Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante MARCO TULIO VILLEGAS DOLLAGARAY, Carnet 22427-83 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS, del Campus Central, que consta en el Acta No. 06169-2015 de fecha 19 de noviembre de 2015, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

SISTEMATIZACIÓN DEL CAMBIO DE SISTEMA DE RIEGO  
DE TINAJA A GOTEO, EN EL CULTIVO DE EJOTE FRANCÉS EN  
FINCA SAN BERNARDINO, CIÉNEGA GRANDE, CHIMALTENANGO

Previo a conferírsele el título de INGENIERO AGRÓNOMO en el grado académico de LICENCIADO.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 13 días del mes de enero del año 2016.

  
\_\_\_\_\_  
ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES, SECRETARIA  
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
Universidad Rafael Landívar



## AGRADECIMIENTOS

A:

Dios, que ilumina mi camino con amor, sabiduría, y bendiciones.

La Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, semillero de conocimientos y experiencias.

Ing. Gustavo Adolfo Méndez Gómez, por su asesoría, revisión y corrección de la presente investigación.

Ing. Luis Roberto Aguirre Ruano, por su asesoría, revisión y corrección de la presente investigación.

## DEDICATORIA

A:

Dios: Por su eterno amor.

Mis padres: Marco T. y Alicia, por encaminarme en la vida, con consejos, amor y paciencia (Q.E.P.D)

A mi esposa: Lisseth, mi linda compañera de mi vida, siempre y eternamente agradecido por tu apoyo.

A mi hijo: Javi, la razón de todos mis esfuerzo, mis alegrías y fuente de inspiración para seguir adelante.

A mis suegros: Roberto y Rosita, por su cariño y apoyo en todo momento.

## INDICE

	Página
RESUMEN	i
SUMMARY	ii
I INTRODUCCION	1
II MARCO TEÓRICO	2
2.1 Características del ejote francés	2
2.1.1 Clasificación botánica	3
2.1.2 Raíces	4
2.1.3 Tallos	4
2.1.4 Hojas	4
2.1.5 Flores	4
2.1.6 Frutos	4
2.1.7 Requerimientos del Cultivo	4
2.1.7.1 Clima	4
2.1.7.2 Suelo	5
2.1.7.3 Fertilización	5
2.1.7.4 Variedades de ejote francés	6
2.1.7.5 Época de Siembra del ejote francés	8
2.1.7.6 Siembra del ejote francés	9
2.1.7.7 Sistema de Siembra	9
2.1.7.7.1 Sistema de siembra al suelo	9
2.1.7.7.2 Sistema de siembra con tutores	9
2.1.7.8 Control de Malezas	9
2.1.7.9 Plagas que atacan el Cultivo	10
2.1.8 Conceptos de Riego	11
2.1.8.1 Capacidad de Campo (CC)	11
2.1.8.2 Punto de marchitez permanente (PMP)	11
2.1.8.3 Densidad Aparente (DA)	12
2.1.8.4 Zona Radicular (ZR)	12
2.1.8.5 Lámina de Agua bruta (dB)	12
2.1.8.6 Umbral de Riego	12
2.1.8.7 Lámina de agua neta	13
2.1.8.8 Eficiencias de Riego	13
2.1.8.9 Eficiencia de Conducción (Ec)	13
2.1.8.10 Eficiencia de Aplicación	13
2.1.8.11 Velocidad de infiltración	14
2.1.8.12 Tiempo de riego	14
2.1.8.13 Turnos de Riego	14
2.1.8.14 Evapotranspiración	15
2.1.8.15 Requerimiento de riego	15
2.1.8.16 Frecuencia de riego	15
2.1.8.17 Riego del ejote francés	15



	Página
2.2 Métodos de Riego	16
2.2.1 Riego por surcos	16
2.2.2 Riego por Melgas	16
2.2.3 Riego por Pozas	16
2.2.4 Riego por Regaderas	16
2.2.5 Riego por Aspersión	16
2.2.6 Riego por Goteo	17
2.2.6.1 Bomba	17
2.2.6.1.1 Bombas Centrífugas	17
2.2.6.1.2 Bombas Sumergibles	17
2.2.6.2 Filtros	17
2.2.6.3 Inyectores de Químicos	18
2.2.6.4 Líneas Principales	18
2.2.6.5 Subprincipales	18
2.2.6.6 Laterales	18
III. CONTEXTO	19
3.1 DESCRIPCION DEL CONTEXTO	19
IV. OBJETIVOS	20
3.1 GENERAL	20
3.2 ESPECIFICOS	20
V. METODOLOGIA	21
5.1 Definición del Eje de Sistematización	21
5.2 Definición de los Agentes Involucrados	21
5.3 Recopilación, revisión y ordenamiento de la información	21
5.4 Acopio de Información Primaria	22
5.4.1 Organización y Análisis de la Información	22
5.4.2 Validación de la Información	22
VI. Resultados y Discusiones	23
6.1. Fase Inicial (2007)	23
6.1.1 Situación Técnica Inicial	23
6.1.2 Sistema de Riego Utilizado	23
6.1.3 Área bajo Riego	23
6.1.4 Fuentes de Agua utilizada	23
6.1.5 Sistemas de Conducción y Distribución de Agua	23
6.1.6 Logística del Riego	24
6.1.7 Frecuencia y Tiempo de Riego	24
6.1.8 Cantidad de Agua Utilizada	24
6.1.9 Jornales Utilizados	24
6.1.10 Producción del Cultivo	24
6.1.11 Costos de Producción	24
6.1.12 Rentabilidad del Cultivo	25
6.2 Fase de Intervención	27

	Página	
6.2.1	Proceso de Establecimiento del Sistema	27
6.2.2	Agentes Responsables del establecimiento	27
6.2.3	Visita de Campo	27
6.2.4	Presentación de los Costos de Implementación	28
6.2.5	Diseño de Riego	28
6.2.6	Componentes Considerados del Diseño de Riego	28
6.2.7	Equipo de Bombeo	28
6.2.8	Componentes del Equipo de Bombeo	30
6.2.9	Componentes de la tubería principal y secundaria	30
6.3	Fase Final	33
6.3.1	Área Cultivada	33
6.3.2	Cantidad de Agua utilizada	33
6.3.3	Jornales utilizados en la operación del sistema	34
6.3.4	Lámina Aplicada	34
6.3.5	Tiempo de Riego	35
6.4	Aspectos Económicos	35
6.4.1	Costo del sistema de riego con tinaja y sistema de riego por goteo	36
6.4.2	Costo de operación del sistema de riego con tinaja y riego por goteo	36
6.4.3	Comparación entre los componentes de los sistemas de riego	37
6.4.4	Rentabilidad	38
6.4.5	Margen diferencial	40
VII.	Lecciones Aprendidas	42
VIII.	Conclusiones	43
IX.	Recomendaciones	44
X.	Bibliográficas	45
XI.	Anexos	47

## INDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Variedades de ejote francés	7
Cuadro 2. Otras variedades que están siendo introducidas por las casas productoras de semillas	8
Cuadro 3. Plagas del suelo que atacan al ejote francés	10
Cuadro 4. Agentes directos e indirectos relacionados con la sistematización	21
Cuadro 5. Rentabilidad del cultivo con sistema de riego con tinaja	25
Cuadro 6. Componentes para el sistema de bombeo	30
Cuadro 7. Componentes de tubería principal y secundaria para el sistema de riego por goteo	31
Cuadro 8. Componentes para sistema de riego por goteo	32
Cuadro 9. Inversión total del sistema de riego por goteo	32
Cuadro 10. Área Cultivada	33
Cuadro 11. Comparativo de mano de obra	34
Cuadro 12. Comparativo de lámina de agua aplicada	34
Cuadro 13. Comparativo de tiempo de riego	35

	Página
Cuadro 14. Comparación de variables evaluadas del sistema de riego con tinaja y sistema de riego por goteo	35
Cuadro 15. Comparativo costos de inversión total sistema de riego con tinaja y Sistema de riego por goteo	36
Cuadro 16. Comparativo de costos de operación de los sistemas de riego con tinaja y Sistema de riego por goteo	36
Cuadro 17. Características principales de los sistemas de riego con tinaja y Sistema de riego por goteo	37
Cuadro 18. Rentabilidad del cultivo con sistema de riego con goteo	38
Cuadro 19. Margen diferencial del sistema de riego por goteo menos El sistema de riego con tinaja	40

## INDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Mapa ubicación finca San Bernardino, Ciénega Grande, Chimaltenango	19
Figura 2. Plano del diseño de riego en finca San Bernardino, Ciénega Grande, Chimaltenango	29
Figura 3. Tabla para selección de inyector tipo Venturi	48
Figura 4. Diagrama de instalación de inyector tipo Venturi	49
Figura 5. Boletín técnico instalación de inyector tipo Venturi	49
Figura 6. Esquema de bomba Caprari modelo HMU	50
Figura 7. Datos técnicos de bomba Caprari modelo HMU	51
Figura 8. Curva de bomba Caprari modelo HMU 50-1/5	52
Figura 9. Características de funcionamiento de bomba Caprari Modelo HMU 50-1/5	53
Figura 10. Dimensiones y pesos de bomba Caprari modelo HMU	54
Figura 11. Motobomba accionada por combustible de 5 hp	55
Figura 12. Detalle de instalación de sistema de riego por goteo	55
Figura 13. Detalle de instalación manifold (válvula de esfera y VBK-1)	56

	Página
Figura 14. Detalle de instalación de manifold (válvula de esfera, Válvula de aire y chorro)	56
Figura 15. Detalle de instalación de cinta de goteo	57
Figura 16. Detalle de instalación de sistema de riego por goteo (manifold y reguladores de presión)	57
Figura 17. Detalle de instalación de línea principal, secundaria y cinta de riego	58
Figura 18. Detalle de instalación de batería reguladora de presión	59
Figura 19. Vista del área bajo cultivo, Finca San Bernardino	60
Figura 20. Vista del área bajo cultivo, Finca San Bernardino	60
Figura 21. Vista del personal de cosecha, Finca San Bernardino	61
Figura 22. Vista de los trabajos de instalación de film plástico, Finca San Bernardino	61
Figura 23. Vista del equipo de bombeo instalado, Finca San Bernardino	62
Figura 24. Vista del reservorio, Finca San Bernardino	62
Figura 25. Vista del equipo de filtrado, Finca San Bernardino	63
Figura 26. Cuadro de créditos aprobados para proyectos productivos	64

	Página
Figura 27. Cuestionario de riego, parte I	65
Figura 28. Cuestionario de riego, parte II	66
Figura 29. Mapa de capacidad de uso de la tierra (USDA)	67
Figura 30. Mapa de cuencas hidrográficas	68
Figura 31. Mapa de intensidad de uso de la tierra	69
Figura 32. Mapa de uso de la tierra	70
Figura 33. Mapa fisiográfico geomorfológico	71
Encuesta de información general para determinar aspectos del proyecto en función de la sustitución del sistema de riego con tinaja por el sistema de riego por goteo (parte I)	72
Encuesta de información general para determinar aspectos del proyecto en función de la sustitución del sistema de riego con tinaja por el sistema de riego por goteo (parte II)	73

# SISTEMATIZACIÓN DEL CAMBIO DE SISTEMA DE RIEGO DE TINAJA A GOTEO EN EL CULTIVO DE EJOTE FRANCÉS (*Phaseolus vulgaris* L.) EN LA FINCA SAN BERNARDINO, CIÉNEGA GRANDE, CHIMALTENANGO.

## RESUMEN

El presente trabajo se realizó para documentar la sistematización del cambio de riego con tinaja a riego por goteo en el cultivo de ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L. Fabacea), en la finca San Bernardino, Ciénega Grande, Chimaltenango. La metodología utilizada fue la sistematización de experiencias. En la situación inicial que comprendió el año de 2007, se regaba con el sistema de riego con tinaja. En el año de 2008 se dio el proceso de intervención debido a la necesidad de incrementar la producción por área cultivada y optimizar el recurso hídrico en la finca San Bernardino, en donde se implementó el sistema de riego por goteo. La situación final que comprende finales del 2009 el cultivo del ejote francés es regado con el sistema de riego por goteo, aumentando la producción de 4.86 ton/ha a 10.14 ton/ha, se reduce la cantidad de jornaleros utilizados de 72 a 2 para el riego del cultivo, así mismo, se reduce la lámina de agua aplicada en el cultivo de 50 mm a 6 mm, permitiendo aumentar el área de cultivo de 3.5 ha a 5.95 ha. Entre las principales lecciones aprendidas, destaca que no todos los agricultores y pequeños productores tienen acceso a la tecnificación por medio del sistema de riego por goteo, esto se debe al alto costo de los componentes del equipo y material utilizados. Se recomienda investigar acerca de láminas de riego y frecuencias adecuadas para el cultivo del ejote francés, así como, investigar las nuevas variedades de ejote francés, tolerantes a plagas y enfermedades.



Systematization of the change from jar to drip irrigation system, in farming French green beans (*Phaseolus Vulgaris*) at San Bernardino farm, Ciénega Grande, Chimaltenango.

## **SUMMARY**

This work was done in order to document the systematization related to the change of irrigation, from jar to drip irrigation system in farming french green beans (*Phaseolus Vulgaris*), at San Bernardino Farm, Ciénega Grande, Chimaltenango. The methodology used was the systematization of experiences. At the beginning in 2007, the crop was irrigated through the jar irrigation system. In 2008, the intervention process was done because of the necessity to increase the production per cultivated area and optimize water resource at San Bernardino farm, where the drip irrigation system was put into operation. The final situation that covered late 2009, the crop of french green beans was irrigated with the drip irrigation system, increasing the production from 4.86 ton/ha to 10.14 Ton/ha, and reducing the amount of workers from 72 to 2 to irrigate the crop. Also, the water layer applied to the crop was reduced from 50 mm to 6 mm, allowing increase the cultivated area from 3.5 ha to 5.95 ha. Between the main lessons learned, it is worthy to distinguish that not all the farmers, mostly small farmers, don't have access to the modernization through the drip irrigation system, and this is because of the high price of the irrigation equipment and material used. It is advised to investigate about the irrigation layers and appropriate frequencies for the farming of the french green beans.

## INTRODUCCIÓN

Algunos productores agrícolas de Chimaltenango han dejado atrás los cultivos tradicionales y han buscado nuevas alternativas de siembra, siendo los cultivos no tradicionales como el ejote francés, arveja china, succini, mini vegetales entre otros, lo que les ha permitido vender su producto a empresas que comercializan y exportan a Estados Unidos y Europa. El ejote francés como la mayoría de las hortalizas proporcionan mayores ganancias (más rentabilidad), dando mayor ingreso al agricultor por lo que se adapta bien a sus necesidades, en contraposición a los cultivos básicos como el maíz, frijol y trigo. Esto ha permitido mejorar los ingresos de las familias, obteniendo una mejor calidad de vida.

La Asociación de Agricultores de Ciénega Grande, ante la necesidad de aumentar la producción de ejote francés, y con ello la rentabilidad, tomó la decisión de mejorar su plantación mediante el uso de tecnología. Se asesoraron con técnicos expertos en riego, determinando que lo más conveniente para su cultivo era el sistema de riego por goteo. La Junta Directiva de la Asociación eligió la empresa que les proporcionara e instalara el sistema de riego.

La empresa responsable del suministro e instalación del sistema de riego, procedió con el estudio del proyecto, en el que se realizó una visita de campo, levantamiento topográfico, diseño del sistema de riego, cálculos hidráulicos, cálculo de la unidad de bombeo, diámetro de tubería principal y secundaria. Posteriormente procedieron con la instalación del sistema de riego en la Finca San Bernardino. Se capacitó al personal encargado del sistema de riego en la operación y mantenimiento del mismo.

Con el sistema de riego por goteo instalado en la finca, la Asociación de Agricultores ha logrado su meta de aumentar el área de siembra, que en el inicio era de 3.5 ha a 5.95 ha. De igual forma aumentaron la producción de ejote francés de 5,572 kg/ha a 13,003 kg/ha, obteniendo una rentabilidad del 45%.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Características del ejote francés

Según Lundy (2007) existen dos grupos de productores de ejote francés, los que están afiliados a una cooperativa, y los productores independientes. Cualquiera que sea el productor, se rigen bajo las normas que establecen las empresas comercializadoras del producto, que a su vez son normados por las empresas extranjeras. Esto con el propósito de llevar un control estricto en la aplicación de fertilizantes y productos químicos para el control de malezas, insectos y hongos. Los productores que se encuentran asociados a la cooperativa, reciben los insumos necesarios para el ciclo de producción, que son deducidos al final de la producción. Algunas de las empresas extranjeras que compran el producto, asignan de la venta total del producto el 10% que se va a un fondo. Este fondo es utilizado para eventualidades o emergencias, tal es el caso del Huracán Stan, donde varios productores se vieron afectados.

Así mismo, los pequeños productores del ejote francés se dividen en dos grupos, los de sistema tradicional y sistema mejorado, la diferencia radica en la utilización de cobertura plástica para el cultivo y sistema de riego, lo que permite acortar el ciclo de producción. El sistema tradicional rinde 4.86 toneladas por hectárea, mientras que el sistema mejorado da una producción por hectárea de 10.14 toneladas.

Indica Lundy (2007) que el área de producción del ejote francés depende de la estación del año. En la estación seca, de enero a mayo, el acceso al riego es fundamental para la producción. Los pequeños productores que no tienen acceso al riego tienen una gran limitación en la producción durante este tiempo del año. Productores con sistemas de riego pueden producir plantaciones de mejor calidad.

Durante la temporada de lluvia, de junio a diciembre, las áreas de producción son localizadas en sitios con buen drenaje como laderas o terrenos con pendiente. La producción y el área cultivada se ven reducidas durante la temporada de lluvia debido a pérdidas potenciales por el exceso de lluvia.

Según Alvarado (1999), el cultivo del ejote francés es muy parecido al del frijol (*Phaseolus vulgaris*) familia Leguminosae, con la diferencia que el cultivo del ejote francés es más refinada, seleccionada y exigente, colocándolo en la clasificación de producto gourmet o de la alta cocina. La característica deseable que buscan los productores y consumidores, es la ausencia de las fibras laterales en ambos lados de la vaina, lo cual es el resultado de la mejora genética de variedades del frijol común.

Los ejotes se producen principalmente en territorios templados para que se consuman durante todo el año en países industrializados. Deben estar intactos, con apariencia fresca, limpios, libres de impurezas, olores y de sabores extraños, así como de toda humedad externa anormal que pueda facilitar el apareamiento de hongos durante el transporte (Alvarado, 1999).

Indica Alvarado (1999), que existen diferentes variedades de ejote francés que determinan su precocidad y hábitos de crecimiento. Estos pueden variar entre tipo arbustivo y de enredadera, no obstante, las que utilizan con más frecuencia los pequeños productores del altiplano central son las primeras; su período de germinación es entre 8 y 12 días dependiendo del contenido de humedad del suelo, la temperatura y la variedad utilizada.

La cosecha inicia, por lo regular, entre los 45 y los 60 días después de la siembra, dura de 3 a 4 semanas y comienza con pocos kilogramos, alcanza su máxima producción alrededor de la segunda semana de corte, tiende a disminuir a partir de la cuarta semana. El corte constante estimula la formación de nuevas vainas, por lo que conviene realizarlo todos los días para obtener mejores resultados. Los rendimientos promedio varían entre 9.29 toneladas y 12.14 toneladas por hectárea (Alvarado, 1999).

El cultivo del ejote francés, para exportación ha tenido mucho éxito en Guatemala, especialmente en los meses de noviembre a marzo, aunque puede decirse que la demanda es constante todo el año si se tiene sistema de riego (INTECAP, 1993).

La regulación de la humedad del suelo para el normal desarrollo de los cultivos, es vital para la agricultura en el mundo. Un alto porcentaje de las áreas cultivadas se encuentran en zonas áridas o semiáridas, en las cuales la irrigación tiene gran importancia por su influencia en los rendimientos (Alonso, N.; Camejo, E.; Pujol, P.; Pacheco, J y Rodríguez, N., 1995).

En el mundo se cultivan aproximadamente 1600 millones de hectáreas y cerca del 60% se encuentran en zonas áridas o semiáridas, donde el riego puede aumentar de dos a tres veces la producción; sin embargo, los estudios realizados estiman que menos del 20% de las áreas cultivadas son de regadío (Alonso, et.al., 1995).

### 2.1.1 Clasificación Botánica

Reino	Vegetal
División	Embriophyta siphonogama
Subdivisión	Angiospermas
Clase	Dicotiledoneas
Orden	Rosales
Suborden	Rosáceas
Familia	Leguminosae
Subfamilia	Papilionáceas
Género	Phaseolus
Especie	vulgaris
Nombre común	ejote francés

### **2.1.2 Raíces**

Según INTECAP (1993), el sistema radical del frijol o ejote francés está compuesto de una raíz principal y muchas ramificaciones laterales dándole la forma de un cono, estas ramificaciones son bastante superficiales. Como en todas las leguminosas, el ejote francés hace simbiosis con bacterias del género *Rhizóbium*, formando nodulaciones de tamaños muy variados. Estas nodulaciones reciben de la planta hidratos de carbono, pero tienen la propiedad de fijar el nitrógeno del aire del suelo, el cual es cedido en una buena proporción a la planta.

### **2.1.3 Tallos**

Para INTECAP (1993), los tallos son delgados, débiles y angulosos y de sección cuadrangular, son órganos que parcialmente almacenan cantidades de alimentos fotosintetizados los cuales más tarde son cedidos a las vainas (frutos) y luego cuando los tallos son viejos se ahuecan.

### **2.1.4 Hojas**

Las hojas son alternas, compuestas de tres folíolos, dos laterales y uno terminal, de forma y tamaño variables con pulvinulos y pulviniolos fotosintéticos. Las hojas pueden variar su estructura ligeramente de acuerdo con el medio ambiente donde crecen (INTECAP, 1993).

### **2.1.5 Flores**

Las inflorescencias, pueden ser terminales o axilares, y están dispuestas en racimos con numerosas flores, de número variable, lo cual es un carácter varietal. La flor es típica y caracteriza a la familia, con estilo retorcido siguiendo la circunvalación de la quilla (INTECAP, 1993).

### **2.1.6 Frutos**

Según INTECAP (1993), la vaina es lineal más o menos comprimida, típica legumbre cuya placenta se abre (dehiscente) en la madurez, en la parte central. Las vainas pueden ser de varios colores, formas y características. Los granos son de formas muy diversas: esféricas, redondas arriñonadas, cilíndricas, u otras. Los colores pueden también variar mucho y además presentar matices con diferentes diseños. Los granos están constituidos por dos cotiledones, formados de tejido parenquimatoso con alto contenido de almidón y proteínas.

### **2.1.7 Requerimiento del cultivo**

#### **2.1.7.1 Clima**

Según INTECAP (1993), para las condiciones de Guatemala se ha indicado que el ejote francés requiere de temperaturas que, varían de una mínima media de 10° C a una máxima de 27 °C. Las temperaturas muy altas, por arriba de los 27 °C pueden causar la caída de las flores; temperaturas muy bajas disminuyen el rendimiento y puede haber daño por heladas. Se adapta a climas templados y fríos.

El cultivo se adapta a alturas comprendidas entre los 1,300 y los 2,750 msnm. Requiere de buena cantidad de luz, no tolera la sombra, donde casi no fructifica y una exposición inadecuada incide en deterioro de las vainas.

El cultivo del ejote francés demanda una lámina de agua de 6 mm diarios. El exceso de lluvia no favorece la producción por la mayor incidencia de enfermedades. Los vientos secos en época de floración pueden causar problemas de mala polinización o caída de las flores por deshidratación (INTECAP, 1993).

El exceso de lluvia interfiere en la producción, ya sea en la nutrición de las plantas como en la proliferación de plagas y enfermedades; la aplicación uniforme de una lámina de 6 mm diarios, permite un buen desarrollo y crecimiento de las plantas. El cultivo tolera bien la precipitación de las zonas de vida del Bosque Húmedo Montano Bajo, Subtropical, bosque muy húmedo Montano Bajo Subtropical, donde se encuentran los departamentos de Chimaltenango, Sacatepéquez y Guatemala, sin embargo, hay variantes que desarrollan y producen muy bien en condiciones de la zona de vida del Bosque Seco Subtropical, que incluyen áreas como el valle de San Jerónimo, Baja Verapaz y Jalapa (INTECAP, 1993).

#### **2.1.7.2 Suelo**

Menciona Corzo (1995), que se adapta a una gran gama de suelos, a excepción de los arcillosos. Debido a su arraigamiento poco fuerte y superficial, el ejote necesita de un suelo con buena estructura.

Según Villela (1992), el ejote francés prospera bien en suelos fértiles de estructura media, que deben ser profundos y bien drenados, aunque se adapta a diferentes tipos de suelo, se deben evitar los suelos de estructura compacta. La planta tolera los suelos ácidos, obteniéndose muy buenos resultados en suelos con un pH de 5.3 a 6.8 y con pH que oscile entre 6 y 7 cuando hay incidencia de enfermedades como Rhizoctonia y Fusarium, siendo ideales para su cultivo los suelos areno-arcillosos, franco arenosos, franco-arcillosos, con alto contenido de materia orgánica, profundos, bien drenados, para evitar pudrición en las raíces a las que el frijol es muy susceptible. De preferencia de topografía plana.

#### **2.1.7.3 Fertilización**

Para el cultivo de ejote francés, así como, cualquier cultivo, es necesario realizar el análisis de suelos respectivos, para poder proporcionar de forma adecuada los elementos mayores y menores a la plantación, tanto al suelo como al cultivo.

El ejote francés, es una hortaliza de exportación cuyos requerimientos nutricionales de macro y micro nutrientes para producir 6 ton/ha., son de:

N	135 kg
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	35 kg
S	14 kg
Ca	196 kg
Mg	17 kg

#### **2.1.7.4 Variedades de ejote francés**

Según Villela (1992), se siembran en Guatemala, distintos tipos o variedades de ejote francés, y esto radica en el interés que tiene cada compañía de exportación. Existen dos clases de ejotes, los cuales son: legítimo ejote francés, más largo que el frijol ejotero y que se cosecha cuando tiene una longitud de 10 a 12 cm. La royanel, es una de las variedades de este tipo.

Existen otras variedades de ejote francés más pequeños o cortas y entre ellas se tienen: Garonel, Label, Monel y Delinel, las cuales tienen que cosecharse con un largo promedio de 7 a 8 cm. Dependiendo de la demanda, se pueden cosechar en estados más tiernos, es decir cuando tienen de 4 a 5 milímetros de grosor.

Otras Características Básicas:

Temprana:	55 a 60 días
Intermedia.	60 a 65 días
Tardía:	65 días a más.

Cuadro 1. Variedades de ejote francés

Nombre	Royanel	Label	Delinel	Rocdor
Tipo	filete verde enano	enana, filete verde sin hilo	filete verde sin hilo, enana	cometodo amarillo
Grano	negro, peso de 1,000 granos es igual a 300 gramos	blanco, alargado, pequeño	negro, peso de 1,000 granos es de 300 gramos	negro, oblongo, alargado
Porte de la planta	erguido, poco sensible al encamado	erguido	erguido, poco sensible al encamado	semi-erguido, poco sensible al encamado
Follaje	muy vigoroso, reticulado, verde oscuro	buen desarrollo, verde oscuro	muy vigoroso, reticulado, verde franco brillante	bastante desarrollado, reticulado, verde franco
Flor	color violeta	color blanca	color violeta	color violeta
Vaina	redonda, recta, longitud 17 a 19 cm a maduras de grano (17 cm con calibre de 6.5 mm de grosor), color verde oscuro, camoso con hilo y pergamino	redonda, recta, longitud: extra finos 12 cm, muy finos 14 cm (30 a 60% de vainas en calibre extra fino 0 a 6.5 mm), color verde oscuro, camoso, sin hilo y sin pergamino	redonda, bastante recta, longitud: 15 a 18 cm a maduras de grano (15 cm de largo con calibre de 8 mm de grosor), color verde medio, camoso, sin hilo, no marca el grano	redonda, recta, longitud 16 a 18 cm (16 cm con calibre de 8 mm), no marca el grano, color amarillo fuerte, muy camoso, sin hilo, ni pergamino
Resistencia	mosaico común, antracnosis	mosaico común, antracnosis	mosaico común, antracnosis	mosaico común, antracnosis
Precocidad	tardía	temprana	semi temprana	temprana
Recolección	fuelle de producción (variedad soporta de 8 a 10 pases)	producción muy agrupada	producción bastante extensa	producción bastante agrupada, soporta hasta 8 a 10 pases
Producción óptima	7 a 10 Tonelada/ha (5 a 7 Tonelada/mz)	7 a 8.5 Tonelada/ha (5 a 6 Tonelada/mz) en 1 ó 2 pases manuales	6 a 7 Tonelada/ha (4 a 5 Tonelada/mz)	10 a 11 Tonelada/ha (7 a 8 Tonelada/mz) según calibre de vainas y número de pases



Observación	filete verde aconsejado para cultivos de temporada, destinados para mercadeo en fresco y para conserva.	Esta variedad presenta buena aptitud para la cosecha mecánica.	Vaina de mercado aconsejado para cultivo de temporada.	Cometodo de mercado con vaina amarilla, aconsejada para cultivos precoces de temporada.
-------------	---	--	--	---

Fuente: Villela, 1992

Cuadro 2. Otras variedades que están siendo introducidas por las casas productoras de semillas

Nombre de la variedad	Características	Días a relativa Madurez	Resistencia a las enfermedades	Forma de la Vaina	Largo	Grosor
Allure	Vainas largas, con pequeño. Color de las vainas verde oscuro.	55	Mosaico Antracnosis	Redonda	5" (12cm)	Pequeño
Laureat	Vainas cortas, rendimiento muy potencial a pesar de su tamaño. Color de las vainas verde claro.	55	Mosaico Antracnosis	Redonda	4" (10 cm)	Pequeño

Fuente: Villela, 1992

### 2.1.7.5 Época de Siembra del ejote francés

Para Corzo (1995), la determinación de la época de siembra en Guatemala, depende de tres factores muy importantes que son: la región y las condiciones climáticas, la fecha en que se desea cosechar el producto, esto lo determinan las casas comercializadoras del ejote francés y por último, y no menos importante es la capacidad de riego.

Según Villela (1992), si se dispone de riego, el ejote francés puede ser sembrado todo el año. Por ser un producto demandado en la alta cocina, la oportunidad de venta es de todo el año. Se debe de tomar en cuenta que los meses de julio y agosto, el mercado tiene la oferta de los productores, bajando así, el precio del producto.

Teniendo en cuenta lo anterior, las empresas que se dedican a la exportación, fijan las épocas de siembra y cosecha del cultivo, tomando en consideración la variedad que el agricultor utilizará, ya que según la variedad, la cosecha puede ser de 45 a 65 días.

### **2.1.7.6 Siembra del ejote francés**

Para Villela (1992), la siembra se efectúa en el camellón del surco. La distancia entre posturas es de 5 a 25 centímetros, dependiendo de la variedad y tipo de crecimiento de cada una. En cada postura se siembran de 2 a 3 semillas y a los ocho a diez días se hace un raleo, dejando una planta por postura.

Las semillas se deben sembrar a una profundidad de 2 a 4 centímetros. La germinación de la semilla va depender de la humedad y temperatura del suelo, así como del poder de germinación que tenga la misma. Normalmente la germinación puede ocurrir de 5 a 10 días después de la siembra.

Según Villela (1992), también se puede sembrar a máquina y su siembra es a chorro, posteriormente se debe ralear dejando una distancia de 10 centímetros entre planta y planta. Se debe tener especial cuidado con las recomendaciones de las casas productoras de semillas antes de sembrar, tomando en cuenta el sistema de siembra y el hábito de crecimiento de la variedad a usar. Por ejemplo, la variedad Royanel, deben sembrarse 23 a 25 granos por metro lineal, con una distancia entre surcos de 75 a 90 cm y de 5 centímetros entre plantas. También se pueden colocar 5 a 6 granos por postura. Distanciando las mismas a 25 centímetros una de la otra. De esta forma la cantidad de semillas a emplear por hectárea es de 65 a 78 kg/ha (100 a 120 lb/mz).

### **2.1.7.7 Sistema de siembra**

Para Villela (1992), depende del tipo o variedad que se seleccione, así también, va a ser su sistema de siembra a utilizar, entre los cuales puede ser:

#### **2.1.7.7.1 Sistema de siembra al suelo**

Este sistema es para variedades de frijol tipo arbustivo, los cuales se pueden sembrar al surco sencillo, doble, triple y hasta cuádruple en mesas bien preparadas.

#### **2.1.7.7.2 Sistema de siembra con tutores**

Este sistema consiste en manejar el cultivo estimulando su desarrollo vertical a través de tutores y diferentes niveles. Con este sistema se obtiene una mejor calidad de producto, pero el rendimiento es menor dadas las distancias de siembra utilizadas: surcos simples separados a una distancia de 75 a 90 cm y posturas distanciadas de 10 a 25 centímetros.

### **2.1.7.8 Control de malezas**

Este es un cultivo que requiere especial atención, ya que su destino es la exportación. Por lo tanto no debe tener ninguna competencia de malezas en el campo. Las limpias, pueden ser manuales, efectuando la primera 15 a 20 días después de la siembra y la segunda 20 días después. El control también puede hacerse con herbicidas en cuyo caso se recomienda mucho cuidado en la aplicación de los productos. Corzo (1995)

Entre los productos que pueden usarse para el cultivo de ejote francés y que están permitidos por la EPA, está el éster di metílico, cuya dosis recomendada es de 8 kg/ha.

Hay otros herbicidas en el mercado, algunos autorizados por EPA, pero su tolerancia en partes por millón (ppm), es muy pequeña.

### 2.1.7.9 Plagas que atacan el cultivo

Menciona Villela (1992), que los daños causados por los insectos deterioran la calidad del producto y constituyen puerta de entrada para los hongos, lo cual viene a disminuir los rendimientos. Los insectos que atacan el ejote francés se pueden clasificar como:

- a) plagas del suelo
- b) plagas del follaje

CUADRO 3 Plagas del suelo que atacan al ejote francés.

Nombre de la plaga	Nombre Científico	Daño que ocasiona	Control
Gallina ciega	( <i>Phyllophaga</i> sp.)	Se alimenta vorazmente del sistema radicular, ocasionando la muerte a la planta	<p>Cultural:</p> <p>Buena preparación del suelo después de la oviposición mata muchas gallinas ciegas directamente y también son expuestas a enemigos naturales como los pájaros. La destrucción de las plantas preferidas por los adultos podría reducir la abundancia local de los ronrones. Entre las especies de mayor importancia se tienen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Pito (<i>Eritrina</i> spp.)</li> <li>b) Madrecacao (<i>Glyricidium sepium</i>)</li> <li>c) El Jocote o Jobo (<i>Spondias</i> spp).</li> </ul> <p>La inundación completa de los campos, si fuera posible, ahoga las larvas.</p> <p>Físico-mecánico:</p> <p>En la época de vuelo de los adultos la colocación de trampas de luz blanca o negra resulta en la recolección de miles de adultos por noche.</p> <p>Químico</p> <p>Producto / dosis comercial</p> <p>Basudin 16 kg/ha (25 lbs/mz)</p> <p>Lorsban 20 kg/ha (30 lbs/mz)</p> <p>Diazinón 32 kg/ha (50 lbs/mz)</p>
Gusanos cortadores,	( <i>Agrotis</i> sp.) ( <i>Spodoptera</i>	Cortan los tallos de las plántulas	<p>Cultural:</p> <p>La buena preparación del suelo,</p>

Nocheros, tierreros, rosquilla, cuerudos	sp) ( <i>Prodenia</i> )	a nivel del suelo, matándolas. Generalmente el ataque es localizado.	mata la mayoría de las larvas, pupas y huevos presentes. También quedan expuestas a enemigos naturales como son los pájaros. Químico: Producto / dosis comercial
---	----------------------------	--	--

Fuente Villela, 1992

### 2.1.8 Conceptos de riego

Según Pacheco, Rodríguez, Pujol y Camejo (1995), el suministro de agua a los cultivos de forma artificial, mediante la operación tecnológica que se conoce con el nombre de regadío, irrigación, etc., resulta un fenómeno complejo, producto de tres factores fundamentales que son:

1. Es imposible entregar a los cultivos de una sola vez toda el agua que necesita para su ciclo vegetativo, porque el suelo es incapaz de almacenarla y en muchos casos tampoco se dispone de todo ese volumen al inicio del ciclo, lo que condiciona que se riegue a intervalos.
2. Las necesidades de los cultivos varían según su desarrollo vegetativo y los aportes de agua de riego deben tener esto en cuenta, en combinación con las propiedades hidrofísicas del suelo.
3. Las necesidades de agua de riego de los cultivos agrícolas no son iguales todos los años para el mismo cultivo, sino que depende del comportamiento concreto de los factores climáticos, lo que condiciona que el aporte por riego sea analizado como un fenómeno casual a través de la estadística matemática.

#### 2.1.8.1 Capacidad de campo (CC)

Sandoval (2007), indica que capacidad de campo es la cantidad de humedad retenida en el suelo luego que el agua gravitacional ha drenado. Es la máxima cantidad de agua que puede retener el suelo contra la fuerza gravitacional.

#### 2.1.8.2 Punto de marchites permanente. (PMP)

Según Sandoval (2007), es la cantidad de humedad expresada en porcentaje que tiene el suelo, pero que las plantas no pueden acceder a ella para seguir con sus requerimientos de transpiración.

### 2.1.8.3 Densidad Aparente (DA)

Sandoval (2007), define la Densidad Aparente (Da) de un suelo como el peso de suelo seco por unidad de volumen de suelo, incluyendo los poros, se expresa en gramos por cm<sup>3</sup>.

$$Da = \frac{P_{ss}}{V_t}$$

Donde:

$$\begin{aligned} Da &= \text{densidad aparente (g/cm}^3\text{)} \\ P_{ss} &= \text{peso de suelo seco (g)} \\ V_t &= \text{volumen total del suelo (cm}^3\text{)} \end{aligned}$$

### 2.1.8.4 Zona Radicular (ZR)

Según Sandoval (2007), es muy importante la profundidad de la zona radicular, ya que determina en gran parte la cantidad o lámina de agua a aplicar y el intervalo de riego.

### 2.1.8.5 Lámina de agua bruta (d<sub>B</sub>)

La capacidad de almacenar el agua en el suelo, en el área radicular de la planta, se determina multiplicando la zona radical por las constantes físicas del suelo, esto queda expresado en la siguiente ecuación:

$$d_B = \frac{\%CC - \%PMP}{100} \times Da \times Z_r$$

De donde

$$\begin{aligned} d_B &= \text{Lámina de agua bruta} \\ CC &= \text{Capacidad de campo del suelo, en porcentaje} \\ PMP &= \text{Punto de marchitez permanente del suelo, en} \\ &\quad \text{porcentaje} \\ Da &= \text{Densidad aparente del suelo} \\ Z_r &= \text{Profundidad efectiva del sistema radical del} \\ &\quad \text{cultivo, considerada en centímetros.} \end{aligned}$$

### 2.1.8.6 Umbral de riego

El agotamiento del agua disponible para la planta afecta la velocidad de uso del agua por el cultivo. En los diseños de riego no se permite que el agotamiento sea mayor de entre el 40% al 60%, lo que se conoce como agua fácilmente disponible o aprovechable. En los diseños de riego permiten determinar el nivel de agotamiento aceptable para cada cultivo. Una buena medida es tomar el 50% de agotamiento en cuyo caso la lámina neta de agua a reponer en cada riego será la lámina bruta multiplicada por 0.5 (Grassi, 1978).

### 2.1.8.7 Lámina de agua neta

Es la lámina de agua a reponer en el riego en un tiempo en que no se haya terminado el agua disponible sino que se aplica el criterio del umbral de riego (Grassi, 1978).

$$d_N = d_B \times UR$$

De donde.  
 $d_N$  = lámina de agua neta  
 $d_B$  = lámina de agua bruta  
UR = Umbral de riego

### 2.1.8.8 Eficiencias de Riego

Según Sandoval (2007), la cantidad de agua que es derivada de una fuente no es usada en su totalidad por los cultivos a regar, normalmente ocurren pérdidas de agua desde que el agua se deriva hasta que el cultivo lo usa.

### 2.1.8.9 Eficiencia de Conducción (Ec)

La eficiencia de conducción (Ec), es la relación que existe entre la cantidad de agua suministrada en la toma-granja (compuerta de entrada) de la parcela y el agua derivada de la fuente (Sandoval, 2007).

$$Ec = \frac{Atg}{Ad} \times 100$$

Donde:

$Ec$  = eficiencia de conducción (%)  
 $Atg$  = cantidad de agua suministrada en la toma-granja (m<sup>3</sup> ó m<sup>3</sup>/s)  
 $Ad$  = cantidad de agua derivada de la fuente (m<sup>3</sup> ó m<sup>3</sup>/s)

### 2.1.8.10 Eficiencia de Aplicación (Eap)

La Eficiencia de aplicación (Eap) es la relación que existe entre el agua almacenada en la zona de raíces (Aa) y el agua recibida en la toma-granja (Atg) (Sandoval, 2007).

$$Eap = \frac{Aa}{Atg} \times 100$$

Donde:

$Eap$  = eficiencia de aplicación (%)  
 $Aa$  = agua almacenada en la zona radicular (m<sup>3</sup> ó cm)  
 $Atg$  = agua recibida en la toma-granja (m<sup>3</sup> ó cm)

#### 2.1.8.11 Velocidad de infiltración

A la velocidad de entrada en forma vertical del agua por los poros del suelo por unidad de tiempo se le denomina velocidad de infiltración. Hay distintos factores que delimitan la velocidad con que entra el agua en el suelo que son: la estructura y la textura del suelo, la cantidad de humedad presente en el suelo, la compactación, la lámina de agua para el riego, la temperatura tanto del agua como del suelo y los factores físicos y químicos del suelo. La velocidad con que infiltra el agua el suelo es una de las características más importantes a tomar en consideración para el diseño, evaluación y operación de un sistema de riego (Sandoval, 2007).

#### 2.1.8.12 Tiempo de riego

El tiempo necesario para aplicar riego y así suplir las necesidades hídricas de la planta. Para determinar el tiempo de riego se utiliza la siguiente ecuación: (Sandoval, 2007)

$$T_{\text{riego}} = \frac{(A \times d)}{Q}$$

Donde:  $T_{\text{riego}}$  = Tiempo de riego por día  
A = área a regar ( $\text{m}^2$ )  
d = lámina de agua a aplicar (m)  
Q = caudal ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

#### 2.1.8.13 Turnos de riego

Determinando el tiempo de riego se establece el número de turnos por día utilizando la siguiente ecuación:

$$S = \frac{TDD}{TR}$$

Donde : S = Número máximo de turnos por día  
TDD = Tiempo de riego disponible por día  
TR = Tiempo de riego por día

#### 2.1.8.14 Evapotranspiración

De acuerdo con Burt y Styles (2000), la evapotranspiración es un proceso de evaporación desde las superficies del suelo y de la planta, y de transpiración de las plantas.

Para Burt y Styles (2000), en un clima en particular, para un cultivo y un estado de crecimiento conocido, la evapotranspiración depende de la humedad de la superficie del suelo y de la humedad del suelo en la zona de la raíz. Es la cantidad de agua que consumen los cultivos y evaporada del suelo donde se encuentran, puede ser medida o estimada.

### 2.1.8.15 Requerimiento de riego

Según Burt y Styles (2000), la cantidad de agua a aplicar al suelo, a un cultivo y época determinado puede obtenerse mediante la resta de la evapotranspiración real de la precipitación.

Ecuación para cálculo de requerimiento de riego:

$$R_r = ET - P_e$$

De donde:  $R_r$  = Requerimiento de riego  
 $ET$  = Evapotranspiración real  
 $P_e$  = Precipitación efectiva

### 2.1.8.16 Frecuencia o intervalo de riego

La frecuencia de riego se determina tomando la lámina neta, la evapotranspiración o uso consuntivo del mes más crítico (Sandoval, 2007).

El procedimiento de cálculo es el siguiente:

$$IR = d_N / U_{cd}$$

Donde:  $IR$  = Intervalo de riego (en días)  
 $d_N$  = lámina de agua neta (en mm)  
 $U_{cd}$  = Uso consuntivo o evapotranspiración diaria en mm. Se obtiene Dividiendo el uso consuntivo del mes crítico entre el número de días de dicho mes.

### 2.1.8.17 Riego del ejote francés

El ejote francés hay que regarlo por lo menos una vez a la semana y los períodos críticos, los cuales son:

- Antes y después de la siembra
- Después de cada aplicación de fertilizantes
- En el crecimiento de las vainas
- En los períodos secos o de veranos fuertes

Nunca hay que permitir que la tierra se seque, si no se pone atención al riego, la producción puede afectarse y puede verse reducida drásticamente.

El agua debe penetrar en el suelo en toda el área de las raíces del ejote francés (20 a 40 centímetros de profundidad). Para establecer si se ha dado un buen riego, hay que hacer un muestreo y ver a que profundidad ha llegado el agua. Para este muestreo se puede hacer con un barreno de muestreo o bien haciendo un pequeño agujero en el suelo.



## **2.2 Métodos de riego**

Existen distintos métodos de riego que son:

### **2.2.1 Riego por surcos**

Según Valverde (1998) el riego por surcos es el método universalmente más conocido que se adapta a todos aquellos cultivos que se siembran en hileras.

Consiste en la aplicación del agua en pequeñas cantidades sobre pequeños canalitos con cierta pendiente en la superficie del suelo, que van paralelos a las hileras del cultivo, a partir de un canal regador (Valverde, 1998).

### **2.2.2 Riego por Melgas**

Consiste en la división del área por regar en sectores separados por bordos (pequeños terraplenes) paralelos, formando franjas de forma cuadrangular o rectangular, con pendientes longitudinal mínima de 0.15% (Valverde, 1998).

Se recomienda para suelos de textura arcillosa, con baja velocidad de infiltración (menor de 0.5 cm/h). En suelos medio o arenosos, con velocidades de infiltración de 2 a 5 cm/h (Valverde, 1998).

### **2.2.3 Riego por Pozas**

Este método consiste en la inundación rápida de áreas rectangulares o cuadradas a nivel o con muy leve pendiente donde le agua es retenida por bordos altos (30-35 cm), mientras se infiltra en el suelo (Sandoval, 2007).

### **2.2.4 Riego por Regaderas**

Afirma Sandoval (2007), el agua de riego es vertida la terreno por medio de regaderas (acequias, canales) que se encuentran siguiendo la curva a nivel del terreno o con una pequeña pendiente de 0.5% (Sandoval, 2007).

### **2.2.5 Riego por Aspersión**

Indica Sandoval (2007), que los sistemas de riego a presión se basan en la conducción del agua a presión a través de un sistema de tuberías hasta llegar a la parcela en donde el agua sale de la tubería por emisores (aspersores o goteros).

Según Fuentes (1998), los sistemas de riego por aspersión se pueden dividir en dos grandes grupos: sistemas estacionarios que permanecen en la misma posición durante el riego y sistemas mecanizados que se desplazan continuamente durante el riego.

Afirma Fuentes (1998), que el grupo de los sistemas estacionarios comprende: sistema móvil todos los elementos de la instalación son móviles; sistema semifijo donde algunos o todos los ramales de alimentación son fijos, mientras que los ramales laterales son móviles; y sistema fijo o de cobertura total, encontramos todos los elementos son fijos. La colocación de la red puede ser permanente o temporal.

Los componentes necesarios para un sistema de riego a presión consisten en la unidad de bombeo, la tubería principal, tubería lateral y aspersores o rociadores.

### **2.2.6 Riego por Goteo**

El riego por goteo entrega agua directamente a pequeñas áreas adyacentes a cada planta a través de emisores colocados a lo largo de una línea de distribución de agua llamada lateral (Burt y Styles, 1999).

Para especies vegetales pequeñas, plantadas en hileras, tales como brócoli, lechuga, pimientos, melones y algodón, así como, para cultivos más densos (alfalfa y granos) los dispositivos de emisión se colocan espaciados a corta distancia, de tal manera que la acción capilar del suelo provea agua a la zona de raíces de cada planta (Burt y Styles, 1999).

Los componentes típicos o básicos en los sistemas de riego por goteo incluyen:

#### **2.2.6.1 Bomba**

Las bombas proporcionan el caudal necesario a una presión determinada. Existen distintos modelos de bombas y dependen del uso o destino es la bomba a utilizar. Hay varios factores que se deben de tomar en cuenta para seleccionar una bomba, como lo es: caudal requerido, presión de operación, ubicación de la bomba (Valverde, 1998). (ver en anexos Figuras 6 al 10).

##### **2.2.6.1.1 Bombas centrífugas**

Son las bombas que tiene un impulsor en la succión, logrando con ello impulsar el agua con presión, esto se logra por medio de la fuerza centrífuga creada en el centro del impulsor. Las bombas centrífugas pueden ser accionadas de distintas formas, ya sea con un motor eléctrica o con un motor a combustión (Valverde, 1998).

##### **2.2.6.1.2 Bombas sumergibles**

Las bombas sumergibles son aquellas que van dentro de un pozo mecánico, pozo artesano, reservorio o cisterna. Están compuestos de varios impulsores, dependiendo el caudal que se requiera va a ser la cantidad de impulsores. Los impulsores pueden ser de bronce o de plástico muy resistente. Son accionados por motores eléctricos sellados que al igual que la bomba, van sumergidos dentro del agua (Valverde, 1998).

##### **2.2.6.2 Filtros**

Existen distintos tipos de filtros, cuya finalidad es la de eliminar las partículas dentro del sistema de riego. Dependiendo del material que se desea filtrar, son los tipos de filtros; entre más partículas o sedimentos tenga la fuente de agua, más medios filtrantes se deben utilizar. Si la fuente de agua proviene de un río o lago, se debe utilizar filtros de grava como primer medio filtrante, como segundo medio filtrante, se debe utilizar filtros de malla o filtros de elementos. Estos últimos son los más utilizados en los sistemas de riego por goteo (Burt y Styles, 2000). (ver figura 25 en Anexos)

### **2.2.6.3 Inyectores de químicos**

Los inyectores de químicos permiten utilizar el sistema de riego por goteo para la aplicación de los mismos. Se utilizan fertilizantes hidrosolubles, así como, herbicidas, fungicidas e insecticidas. Los inyectores pueden ser de distintos tipos, siendo el más común el Venturi (Burt y Styles, 2000). La figura 3 en el anexo es la tabla que se utiliza para el cálculo del inyector a utilizar. Las figuras 4 y 5 son la guía de instalación de un inyector tipo Venturi.

### **2.2.6.4 Líneas principales**

Las líneas principales son las que llevan el mayor caudal en el sistema de riego, distribuyendo según lo demande el diseño de riego a las válvulas que alimentan a las líneas secundarias. Esta tubería debe de ir enterrada para evitar daño a su estructura ya que normalmente son de PVC (Burt y Styles, 2000).

### **2.2.6.5 Subprincipales**

Las líneas subprincipales son las que distribuyen el caudal de forma uniforme a los laterales de riego. Al igual que las líneas principales, estos son de PVC , por lo que también deben de ser enterradas (Burt y Syles, 2000).

### **2.2.6.6 Laterales**

Los laterales son las cintas o mangueras de goteo que llevan pequeños emisores instalados de fábrica. Estos emisores son pequeños laberintos que reducen la velocidad del agua dentro del emisor, y así, permitir que le goteo sea constante y regulado. Existen distintos tipos de emisores que nos proporcionan distintos caudales a distintas presiones de operación (Burt y Styles, 1999). En la figura 17 se puede observar la instalación de las líneas de goteo conectadas a las líneas secundarias.

### III. CONTEXTO

#### 3.1 DESCRIPCIÓN DEL CONTEXTO

La finca San Bernardino está ubicada en la aldea de Ciénega Grande, Chimaltenango con una altura de 1822 msnm. Geográficamente se encuentra a 14°41'60" latitud Norte y a 90°46'60" longitud Oeste. Ciénega Grande se encuentra en una zona templada donde la temperatura promedio tiene un rango de 15.5 a 20.5 grados centígrados en la cabecera municipal y también tiene zonas con climas cálidos en las aldeas cercanas a los departamentos de El Quiché y Guatemala, con temperaturas entre 20.5 a 25.5 grados centígrados.



Figura 1. Ubicación Finca San Bernardino, Ciénega Grande, Chimaltenango

## **IV. OBJETIVOS**

### **4.1 OBJETIVO GENERAL**

Sistematizar y documentar el proceso del cambio del sistema de riego con tinaja por el sistema de riego por goteo.

### **4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Determinar la productividad del cultivo de ejote francés con el sistema de riego con tinaja en comparación con el sistema de riego por goteo.
- Comparar la rentabilidad del cultivo utilizando riego con tinaja y riego por goteo.
- Determinar las ventajas y desventajas del sistema de riego por goteo en comparación con el riego con tinaja.
- Comparar la lámina de agua aplicada con el sistema de riego con tinaja y el sistema de riego por goteo.
- Comparar el tiempo de aplicación de agua con el sistema de riego con tinaja y riego por goteo.
- Determinar la frecuencia de riego con el sistema de riego con tinaja y riego por goteo.

## V. METODOLOGÍA.

Para la elaboración del siguiente trabajo se utilizó la metodología de sistematización de experiencias (PEG), que consiste en lo siguiente:

### 5.1 Definición del eje de sistematización

El eje del presente trabajo, consiste en conocer la sistematización de la implementación de un sistema de riego por goteo en el cultivo del ejote francés y el rendimiento del cultivo con este cambio. Cambio de un sistema de riego tradicional por un sistema de riego por goteo en el cultivo de ejote francés.

### 5.2 Definición de los agentes involucrados

En el Cuadro 3, se presentan los agentes directos e indirectos que participaron en la implementación del sistema de riego por goteo en el cultivo del ejote francés en la finca San Bernardino, Ciénega Grande, Chimaltenango.

**Cuadro 4. Agentes directos e indirectos relacionados con la sistematización.**

Agente	Relación con la sistematización	Rol
Presidente de la asociación	Agente directo	Es considerado el único actor directo, es quien toma las decisiones en la selección de la empresa encargada de implementar el sistema de riego en el proyecto.
Asesor técnico del Fondo de Tierras	Agente indirecto	Encargado de supervisar los trabajos de instalación del sistema de riego en el proyecto.
Encargado de la operación del sistema de riego	Agente indirecto	Persona designada para la operación del sistema de riego, capacitada por el personal técnico de la empresa que suministró e instaló el sistema de riego.
Empresa Comercializadora de sistema de riego	Agente indirecto	Encargada del análisis, diseño e implementación del sistema de riego en la Finca San Bernardino

Fuente: el autor

### 5.3 Recopilación, revisión y ordenamiento de la información

Se recopilaron y analizaron datos técnicos del volumen de agua necesaria, lámina de agua aplicada, la fertilización utilizada para el cultivo y la aplicación de los mismos. La operación del sistema de riego.

Se revisaron los reportes de la finca, analizando los costos de los insumos utilizados para la fertilización del cultivo y la mano de obra, así como, los insumos utilizados para el control del sistema de riego. Se revisaron los datos de producción que se obtuvieron con la implementación del sistema de riego por goteo.

#### **5.4 Acopio de Información Primaria**

Se encuestó a los agentes directos e indirectos del proyecto para recabar los datos necesarios de los costos de producción, la productividad y comercialización del producto. En el anexo se encuentra la encuesta de información general.

##### **5.4.1 Organización y Análisis de la Información**

Se organizó la información obtenida para su posterior análisis; esta información será colocada en Cuadros comparativos y tablas que explicarán los resultados.

##### **5.4.2 Validación de la Información**

Con la Junta Directiva de la Asociación de Agricultores de Ciénega Grande, se realizó una reunión donde se aprovechó a llenar una encuesta de información para determinar los aspectos generales del proyecto. Esto permitió identificar las necesidades que motivaron la implementación del sistema de riego por goteo.

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1 Fase inicial (2007)

#### 6.1.1 Situación técnica inicial del sistema de riego.

En el año de 2007, el sistema de riego utilizado en la finca San Bernardino, Ciénega Grande, Chimaltenango para el cultivo de ejote francés consistía en la utilización de dos motobombas. Con este equipo de bombeo se llenaba los 6 reservorios cuya capacidad de almacenaje era de  $13.5 \text{ m}^3$ , colocados en distintos puntos del área de cultivo de 3.5 hectáreas, el personal femenino encargado del riego, abastecía sus tinajas de los reservorios, para posteriormente verter el agua en el cultivo.

#### 6.1.2 Sistemas de riego utilizado.

En la finca San Bernardino se utilizaba un sistema de riego que consistía en dos motobombas de 5 HP accionadas por combustible (gasolina) para llenar seis reservorios. Las motobombas se montaban y desmontaban en el momento de utilizar el riego, siendo armados los equipos de bombeo en los dos pozos artesanos que se encuentran cercanos al área de cultivo, al terminar la jornada retiraban las motobombas, para almacenarlas en una bodega. Se requería de una logística de instalación, tanto del equipo de bombeo, como de la tubería de poliducto para la acometida de agua. El tiempo utilizado para la instalación del equipo y la tubería era de aproximadamente 45 minutos.

#### 6.1.3 Área bajo riego.

El área de cultivo del ejote francés bajo riego, con tinaja, en la finca San Bernardino era de 3.5 hectáreas (5 manzanas).

#### 6.1.4 Fuentes de agua utilizada.

El agua utilizada en la finca para realizar el riego con tinaja provenía de dos pozos artesanos, que fueron construidos por el anterior propietario de la finca. Dichos pozos tienen el espejo de agua aproximadamente a 4 metros de profundidad, el brocal del pozo con un diámetro de 2 metros y un volumen de  $9.42 \text{ m}^3$ . Estos pozos durante las dos horas de bombeo no se abatían.

#### 6.1.5 Sistemas de conducción y distribución del agua.

Para el riego con tinajas se colocaban las motobombas a la par de los pozos artesanos, instalando la succión y la descarga de las bombas para después conectarla a la tubería de poliducto de 50.8 mm (2 pulgadas) de distribución hacia los reservorios, el personal encargado del riego se abastecía de estos reservorios, llenando cada una sus tinajas de  $0.019 \text{ m}^3$  de capacidad, para posteriormente verter el agua al área de la plantación. Cada regador vertía el agua entre los camellones de la plantación, pudiendo regar cada uno 4 metros lineales, dando una lámina de 5 centímetros de agua.



### **6.1.6 Logística del riego**

Para el sistema de riego se conectaban las motobombas a la tubería de PVC de 50.8 mm (2 pulgadas) de diámetro que se encontraban enterradas, posteriormente conectaban las mangueras de poliducto de 2 pulgadas de diámetro que servían para llenar los reservorios. Dos personas se encargaban de la colocación de las mangueras de succión y descarga en el equipo de bombeo para posteriormente conectarlo a las mangueras de conducción y distribución de los tanques. Para el riego del cultivo se utilizaban 70 mujeres, las que se abastecían de los reservorios, llevando una tinaja de 0.019 m<sup>3</sup> (5 galones) de capacidad cada una, para verter el agua a lo largo de las calles entre los camellones.

### **6.1.7 Frecuencia y tiempo de riego**

La frecuencia de riego que se utilizaba para la plantación de ejote francés en la finca San Bernardino, era diaria con un tiempo de riego de dos horas.

### **6.1.8 Cantidad de agua utilizada**

El caudal de agua utilizado para el riego de la plantación del ejote francés era de 2.66m<sup>3</sup> diarios, 79.8 m<sup>3</sup> al mes.

### **6.1.9 Jornales utilizados**

Se utilizaban 70 jornales para regar la plantación de ejote francés, así mismo, para la operación de las motobombas se utilizaban 3 jornaleros, encargados de instalar y retirar el equipo.

### **6.1.10 Producción del cultivo**

La producción de la plantación de ejote francés en la finca San Bernardino era de 4.86 ton/ha.

### **6.1.11 Costos de producción**

Los costos de producción para la implementación del sistema de riego con tinaja durante la situación inicial para el cultivo fueron de Q 81,595.00 (Q 23,312.86 por hectárea).

## 6.1.12 Rentabilidad del cultivo

Cuadro 5. Rentabilidad del cultivo con sistema de riego con tinaja

Finca San Bernardino Cultivo Ejote francés Producción mediante riego aplicado con sistema de riego con tinaja Cifras en Quetzales por Hectárea				
Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario	Costo total
<b>I. COSTOS DIRECTOS</b>				<b>39,241.98</b>
<b>Mano de obra</b>				<b>12,995.20</b>
Preparación del terreno				
Siembra y fertilización orgánica	Jornales	8.94	40.00	357.60
Fertilización química y foliar	Jornales	8.94	40.00	357.60
Control de plagas y enfermedades	Jornales	16.00	40.00	640.00
Limpia manual (cuatro limpias)	Jornales	32.00	40.00	1,280.00
Aplicación de riego / ciclo	jornal/hora	360.00	5.00	1,800.00
Cosecha	saco 45 kg	107.00	80.00	8,560.00
<b>Insumos</b>				<b>11,764.00</b>
Semilla	libras	31.50	72.00	2,268.00
Fertilizante orgánico	saco 45 kg	26.00	45.00	1,170.00
Fertilizante 18-46-00	saco 45 kg	8.50	490.00	4,165.00
Fertilizante 15-15-15	saco 45 kg	8.50	300.00	2,550.00
Insecticidas	litro	5.00	120.00	600.00
Fungicidas	kilo	2.00	450.00	900.00
Adherente y regulador pH	litro	1.00	45.00	45.00
Fertilizante foliar	kilo	3.00	22.00	66.00
<b>Otros gastos</b>				

				<b>14,482.78</b>
Mecanización	Cuerda 40 varas	8.94	100.00	894.00
Renta de la tierra	Cuerda 40 varas	8.94	100.00	894.00
Transporte	saco 45 kg	107.00	3.14	335.98
Arrendamiento equipo de bombeo 2/	hora	360.00	34.33	12,358.80
<b>II. COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>5,984.40</b>
Administración	s/C.D.	5%		1,962.10
Cuota patronal IGSS	s/M.O.	0%		-
Financieros (Interés) 1/	s/C.D.	5.25%		2,060.20
Imprevistos	s/C.D.	5%		1,962.10
Impuesto municipal	s/saco 45.45 kg	0.00%		-
<b>III. COSTOS TOTAL</b>				<b>45,266.38</b>
<b>IV. INGRESO POR VENTA PRODUCCIÓN</b>				
Producción esperada	saco 45 kg	107.00	315.00	33,705.00
<b>V. INGRESO NETO</b>				<b>(11,521.38)</b>
<b>VI. RENTABILIDAD</b>				<b>-25.47%</b>

1./ Los intereses son calculados sobre un período de 6 meses que dura el ciclo del cultivo

2./ Por efectos de cálculo, se consideró el valor de las inversiones como arrendamiento y

así, no tener que realizar un análisis financiero a más largo plazo, afectando

Arrendamiento la parte proporcional calculada como depreciación.

## **6.2. FASE DE INTERVENCION (2008-2009)**

Ante la necesidad de expandir el área de producción y hacer un mejor uso del agua, surgió la urgencia de buscar nuevos métodos o sistemas de riego que permitieran obtener mejores resultados por área cultivada. Se busca implementar un sistema de riego que permitiera incrementar en más del 100% el área de cultivo y con ello aumentar la producción de ejote francés por hectárea.

En el año 2008, se requiere incrementar la producción, por lo que se delegó en un pequeño grupo de la Asociación, el proceso de investigación y obtención de información de los distintos tipos de sistemas de riego. Con la asesoría del técnico de FONTIERRA, se buscó la información. Para ello se avocaron a distintas casas comerciales que diseñan e instalan sistemas de riego. Los asesores comerciales, luego de la recopilación de información, les recomendaron el sistema de riego por goteo. Los factores que tomaron en cuenta fueron tipo de cultivo, cantidad de agua requerida por el cultivo, calidad y cantidad de agua disponible, topografía del terreno, tipo de suelo.

### **6.2.1 Proceso de establecimiento del sistema de riego por goteo**

El sistema de riego por goteo, al ser un riego localizado, permite que el agua sea aprovechada al máximo, ya que el bulbo de mojado queda en el área radicular de la planta, evitando con ello el desperdicio del vital líquido. La cinta tiene integrado a sus paredes goteros o emisores con laberintos, dando mejor uniformidad en el riego. A su vez tiene un filtro que minimiza la obturación del gotero por partículas. La cinta tiene los goteros instalados a cada 0.20 metros, con un caudal por emisor de 0.0011 m<sup>3</sup>/hora, que para el cultivo del ejote francés es muy recomendable. La presión de operación para este sistema es de 0.7 a 1.0 Bar, lo que permite que el equipo de bombeo trabaje sin mayores esfuerzos, alargando la vida del equipo. Para operar el equipo de bombeo y el sistema de riego se requiere de dos operadores que manejen el riego para las 5.95 hectáreas del cultivo de ejote francés. El sistema de riego incluye una batería de filtros de anillo de 130 mesh (ver en anexos figura 25), que minimiza el riesgo que cualquier partícula se introduzca a la cinta de goteo, así mismo, se cuenta con un inyector Venturi (ver en anexos figuras 3 al 5), que permite la aplicación de fertilizantes hidrosolubles, herbicidas, insecticidas y fungicidas.

### **6.2.2 Agentes responsables del establecimiento del sistema.**

Los agentes responsables del establecimiento del sistema de goteo fueron los asesores técnicos de la empresa comercial de riego, así como, el personal de la comunidad que ayudaron con el marcaje del terreno para el posterior zanjeo. En las zanjas fueron colocadas la tubería de PVC de la línea principal y secundaria. Posteriormente se hizo el tendido de las cintas de goteo. Se dio una capacitación al personal que se encargaría en el uso del equipo de bombeo y con el sistema de riego, el manejo de válvulas, los equipos de filtración y de inyección.

### **6.2.3 Visita de campo.**

Se convocaron a varias empresas comercializadoras de sistemas de riego, las que visitaron la finca con el propósito de obtener los datos necesarios para la elaboración del diseño de riego que diera los mejores resultados para el aumento en la producción y

rentabilidad del ejote francés. Se realizó un levantamiento topográfico del terreno para utilizarlo en el diseño de riego.

#### **6.2.4 Presentación de los costos de implementación y equipo de riego.**

Los asesores técnicos de las empresas comercializadoras entregaron el costo de la implementación del sistema de riego por goteo y el equipo de bombeo a ser utilizado siendo la inversión de Q 245,638.56. La comunidad con su junta directiva analizaron las ofertas económicas, ofertas técnicas y garantías propuestas por cada empresa, luego de la discusión con toda la comunidad, decidieron por una de las empresas y aceptaron la implementación del sistema de riego por goteo, equipo de bombeo, sistema de fertilización y filtración.

#### **6.2.5 Diseño de riego**

Posterior a la visita de campo donde se tomaron los datos necesarios para el diseño de riego a implementar en la finca San Bernardino, se consideró la mejor forma de operar el sistema de riego tomando en cuenta el agua disponible, requerimientos del cultivo, diferencias de altura, distancias desde el punto de bombeo hasta la última salida del emisor para determinar las pérdidas por fricción, determinar las pérdidas por accesorios y equipo de filtrado e inyección de fertilizante. Teniendo el diseño de riego se obtuvo el costo de implementación del sistema de riego para el proyecto.

#### **6.2.6 Componentes considerados para el diseño de riego**

- Unidad de bombeo, accesorios de succión y descarga
- Tubería para la línea principal y secundaria
- Accesorios de PVC
- Cintas de goteo
- Equipo de filtrado
- Equipo de inyección de fertilizante

#### **6.2.7 Equipo de bombeo**

El caudal requerido para el cultivo fue determinado por medio de los cálculos hidráulicos, tomando en cuenta la diferencia de altura, longitud de la tubería, y las pérdidas por fricción, que permitieron calcular el caballaje del equipo de bombeo. Para éste proyecto fue necesario instalar una motobomba de 17 caballos de fuerza accionada por diesel que proporciona un caudal de 28.40 m<sup>3</sup>/h. La figura 6 es el esquema de la bomba de 17 H.P. seleccionada para este proyecto. La figura 7 es el dato técnico de la bomba. Las figuras 8 y 9 son la curva de la bomba; con la curva se determina el modelo a utilizar. La figura 10 proporciona la información de peso y dimensión de la bomba, según el modelo. (ver anexo las figuras 6 al 10)

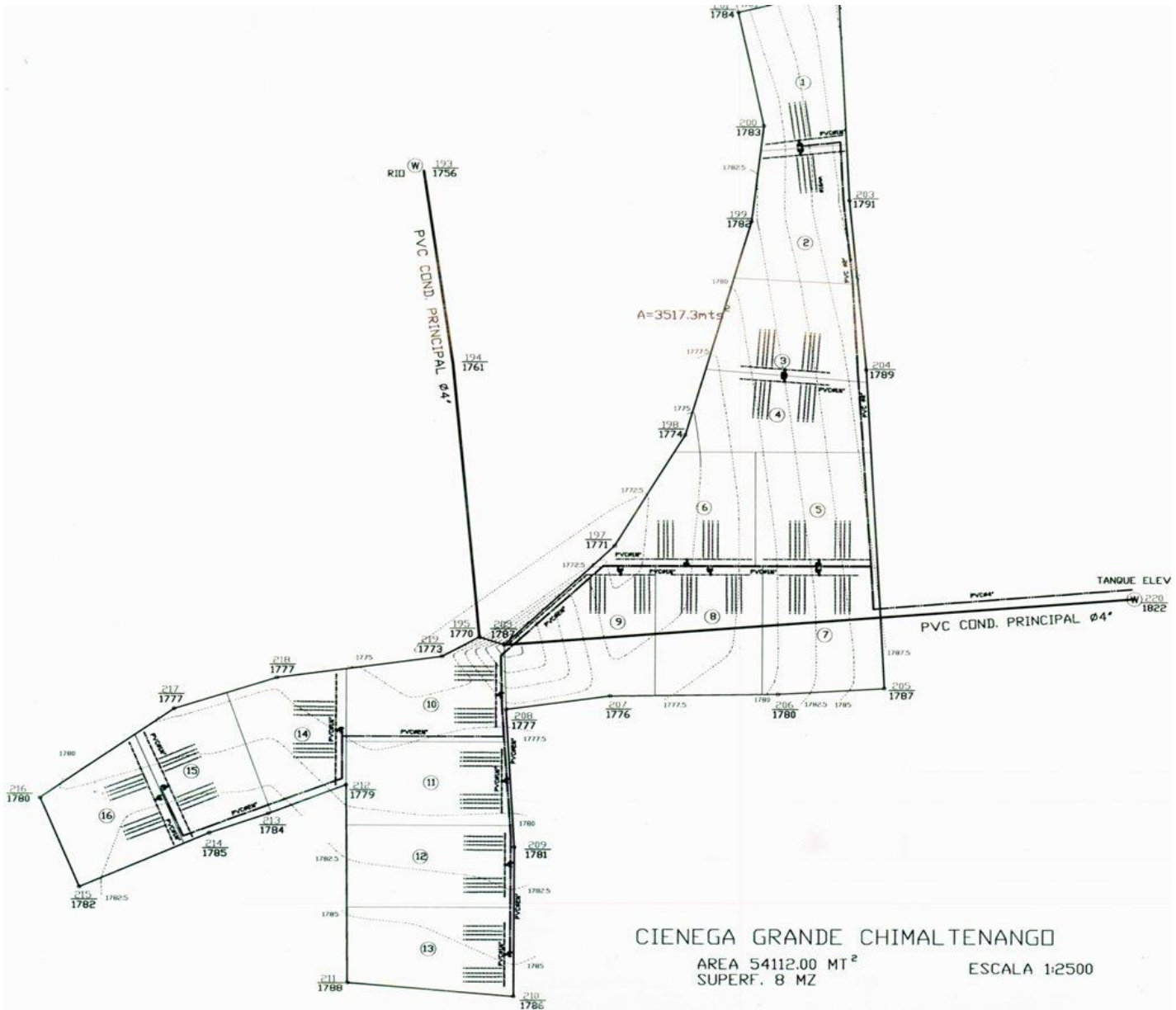


Figura 2. Plano del Diseño de Riego implementado en Finca San Bernardino, Ciénega Grande Chimaltenango.

## 6.2.8 Componentes del Equipo de bombeo para el Sistema de riego por goteo.

Cuadro 6. COMPONENTES PARA SISTEMA DE BOMBEO			
CANTIDAD	UNIDAD MEDIDA	DESCRIPCION	MARCA
1	unidad	BOMBA HMU50-1/5	CAPRARI
1	unidad	MOTOR TR 201 17.6 HP 1800 RPM	LISTER
1	unidad	ADAPTADOR DE ACERO DE 3"Ø	
1	unidad	RED. BUSH HG ½" X ¼" Ø	
1	unidad	COPLA GALVANIZADA DE ½" Ø	
1	unidad	COPLA GALVANIZADA DE 3" Ø	
1	unidad	FLANGE ASTONELADA-A105 3" C/ROSCA	
1	unidad	MANGUERA DESCARGA 3"Ø	
1	unidad	MANOMETRO 0 - 80	GENEBRE
3	unidades	MANOMETRO 0 – 240 AMORTIGUADO	GENEBRE
1	unidad	HDPV075 VALVULA DE PIE 3"Ø H.F.	HELBERT
1	unidad	2681SB CHEQUE SIMMONS DE 3" Ø H.F.	
1	unidad	TI8-3 VALVULA DE COMPUERTA DE 3"	NIBCO
25	unidades	TEFLON 40'	
1	unidad	POMO SILICON ROJO 3 OZ	
8	unidades	ABRAZADERA 3" Ø INDUSTRIAL	
1	unidad	HMIP300SE VALVULA ESFERA PVC 3" Ø	

Fuente: el autor

## 6.2.9 Componentes de la tubería principal y secundaria

La instalación de las tuberías principales y secundarias, fue hecha por personal de la empresa consultora de riego, el cual marcó el terreno para que personal de la comunidad se encargara del zanjeo y posterior cierre de zanja, ya que la tubería debería estar enterrada. De igual forma la empresa contratada fue encargada de la colocación de la tubería principal, tubería secundaria y manifold, así como, la colocación de la cinta de riego. La empresa contratada indicó al personal de la comunidad la forma de detectar fugas y hacer reparaciones según fuera requerido. De esta forma se aprovechó la instalación del equipo para adiestrar al personal que se haría cargo del sistema de riego. Las figuras del 12 al 14 muestran detalles de la instalación del manifold utilizado para la conexión de la tubería secundaria con la tubería principal. Las figuras del 15 al 18, muestran el detalle de instalación de la línea secundaria a las líneas de goteo, así como, una batería de reguladores de presión.

Cuadro 7. Componentes de tubería principal y secundaria para el sistema de riego por goteo

Cantidad	Unidad Medida	Descripción
1	unidad	TUBO PVC 3" Ø 160 PSI
35	unidades	TUBO PVC 3" Ø 125 PSI
46	unidades	TUBO PVC 3" Ø 100 PSI
140	unidades	TUBO PVC 2 ½" Ø 100 PSI
1	unidades	TUBO PVC 2" Ø 160 PSI
200	unidades	TUBO PVC 1 ½" Ø 125 PSI
3	unidades	TUBO PVC 1" Ø 160 PSI
8	unidades	RED. BUSH. PVC 3" X 2 ½" Ø
4	unidades	RED. BUSH. PVC 3" X 2" Ø
2	unidades	RED. BUSH. PVC 3" X 1 ½" Ø
3	unidades	RED. BUSH. PVC 3" X 1 ¼" Ø
1	unidades	RED. BUSH. PVC 2 ½" X ½" Ø
32	unidades	RED. BUSH. PVC 2 ½" X 1" Ø
8	unidades	CODO PVC 3" Ø X 90°
8	unidades	CODO PVC 3" Ø X 45°
16	unidades	CODO PVC 2 ½" Ø X 90°
37	unidades	CODO PVC 1 ½" Ø X 45°
35	unidades	CODO PVC 1" Ø X 90°
9	unidades	TEE PVC 3"Ø
76	unidades	TEE PVC 2 ½" Ø
37	unidades	TEE PVC 1" Ø
32	unidades	TAPON HEMBRA PVC C/R 1 ½" Ø
4	unidades	TAPON HEMBRA PVC C/R 2 ½" Ø
7	unidades	COPLA PVC 2 ½" Ø
8	unidades	COPLA PVC 3" Ø
6	unidades	ADAPTADOR MACHO PVC 3"Ø
44	unidades	ADAPTADOR MACHO PVC 2 ½" Ø
35	unidades	ADAPTADOR MACHO PVC 1 ½" Ø
4	unidades	ADAPTADOR HEMBRA PVC 2" Ø
27	unidades	ADAPTADOR HEMBRA PVC 1" Ø
18	unidades	ADAPTADOR HEMBRA PVC ½" Ø
5	galones	PEGAMENTO PARA PVC
5	litros	THINNER
20	libras	WIPE

Fuente: el autor.



Cuadro 8. Componentes para sistema de riego por goteo

Cantidad	Unidad Medida	Descripción	Marca
1000	unidades	CONECTOR DE ARRANQUE PVC-16MM	AZUD
49000 m	metros	CINTA AZUD LINE 16-8-1.1-0.20 M	AZUD
1000	unidades	EMPAQUE CONECTOR ARRANQUE AZUD	AZUD
		14451617 UNION MANGUERA 16 MM-	AZUD
1000	unidades	CINTA AZUD	
		METRO MANGUERA CIEGA 16 MM2.5	
1000	metros	ATONELADA	
		VALVULA DE ELIMINACION DE AIRE MOD	
17	unidades	VBK-1	
2	unidades	INYECTOR 1"Ø MODELO 1078	MAZZEI
		KIT DE SUCCION 1" Ø & 1.5" Ø MODELO	
2	unidades	K-183	MAZZEI
2	unidades	FILTRO DE ANILLOS 1" Ø 120 MESH	AZUD
2	unidades	FILTRO DE ANILLOS 2" Ø 120 MESH	AZUD
17	unidades	56U-1/2 VALVULA DE CHORRO DE 1/2" Ø	NIBCO
1	unidades	VALVULA DE COMPUERTA 4" Ø BRONCE	
32	unidades	EBV1000S VALVULA ESFERA PVC DE 1" Ø	
		T18-2.5 VALVULA DE COMPUERTA DE 2-	NIBCO
20	unidades	1/2" Ø	
10	unidades	CHORRO CROMADO DE 1/2" Ø	

Fuente: el autor

Cuadro 9. Inversión total del sistema de riego por goteo

Sistema de riego por goteo	Costo
Equipo de riego, tubería de PVC y accesorios de PVC	122,944.25
Sistema de bombeo	114,627.31
Sistema de filtrado	4,392.00
Sistema de inyección	3,675.00
<b>Valor de la inversión</b>	<b>245,638.56</b>
Área a regar con sistema de riego (Ha)	5.95
<u>Costo por Hectárea (Ha)</u>	<u>41,283.79</u>

Fuente: el autor

### 6.3. FASE FINAL (2009)

El sistema de riego por goteo instalado en las 5.95 ha para el cultivo de ejote francés en la Finca San Bernardino, Ciénega Grande, Chimaltenango, se encuentra funcionando satisfactoriamente, siguiendo con el calendario de riego especificado por los asesores técnicos de la casa comercial de riego. El equipo de bombeo y el sistema de riego por goteo cumplen con las especificaciones del diseño de riego. Logrando con ello el incremento en la producción por hectárea regada. Con el sistema de riego por goteo se obtuvo una producción de 10.13 Tonelada/ha, obteniendo con ello una rentabilidad del 74.69%. El tiempo de riego es de 1 hora diaria, así como, la frecuencia de riego es de cada 3 días. En las figuras 19 y 30, se observa el área del cultivo de ejote francés en la finca San Bernardino.

#### 6.3.1 Área cultivada

En la actualidad, el área regada con el sistema de riego pasó de 3.5 a 5.95 hectáreas. En la figura 21 se observa al personal encargado de la cosecha del ejote francés. La figura 22 se observa el área del cultivo con cobertura con film plástico. (Ver figuras 21 y 22 en anexos)

Cuadro 10. Área cultivada

	Con Sistema de riego con tinaja	Con sistema de riego por goteo
Área Cultivada	3.5 hectáreas	5.95 hectáreas

Fuente: el autor

Con la implementación del sistema de riego por goteo, permite la optimización del recurso hídrico, por la eficiencia que es del 90 a 95%. La lámina de agua aplicada con el sistema de riego por goteo, es menor que la lámina de agua aplicada con el sistema de riego con tinaja, permitiendo la expansión del área cultivada y regada.

#### 6.3.2 Cantidad de agua utilizada en el sistema.

El diseño del sistema de riego demanda un caudal total de 127.17 m<sup>3</sup>/h a una presión de 1 Bar (14.5038 psi), distribuidas en dos turnos, con cuatro válvulas por turno a razón de 15 minutos por válvula, para un tiempo total de riego de 2 horas. La fuente de agua se obtiene de varios nacimientos de agua que alimentan un estanque abierto de 750 m<sup>3</sup>, lo que permite tener agua durante todo el ciclo de riego. En la figura 24 se observa el reservorio utilizado para abastecer el área de producción.

### 6.3.3 Jornales utilizados en la operación del sistema.

El personal que se requiere para la operación del sistema de bombeo y el sistema de riego por goteo es de dos jornaleros. Los operadores se encargan de abrir las válvulas correspondientes en el campo del cultivo antes de arrancar el equipo de bombeo, normalizada las revoluciones de la motobomba, se inicia el proceso de bombeo para regar el cultivo.

El sistema de riego con tinaja requería de mayor mano de obra por el traslado e instalación de los equipos de bombeo (motobombas) y la línea de conducción del agua.

Cuadro 11. Comparativo de mano de obra

	Con Sistema de riego con tinaja	Con sistema de riego por goteo
Mano de obra	73 jornaleros	3 jornaleros

Fuente: el autor

Con la implementación del sistema de riego con goteo, se logra la optimización de la mano de obra. En el sistema de riego con tinaja se utilizaban un total de 73 jornaleros que se encargaban del acarreo y distribución del agua en el cultivo, con el sistema de riego con goteo se reduce a 3 jornaleros que se encargan de abrir y cerrar las válvulas de cada turno de riego.

### 6.3.4 Lámina aplicada

Cuadro 12. Comparativo de lámina de agua aplicada

	Con sistema de riego con tinaja	Con sistema de riego por goteo
lámina de agua aplicada	50 mm	6 mm

Fuente: el autor

La reducción de la lámina de agua aplicada, se logró tomando en cuenta los datos del requerimiento de agua del cultivo, la evapotranspiración y tiempo de infiltración del agua. El sistema de riego por goteo utiliza cintas o mangueras que tienen un laberinto por donde pasa el agua, saliendo por el gotero, dando una descarga que es garantizado por las casas comerciales y productoras de este material. Esto permite la optimización del recurso hídrico, suministrando únicamente el caudal que necesita la planta.

### 6.3.5 Tiempo de riego

Cuadro 13. Comparativo de tiempo de riego

	Con Sistema de riego con tinaja	Con sistema de riego por goteo
Tiempo de riego	2 horas	1 hora

Fuente: el autor

El tiempo empleado para regar con el sistema de riego con tinaja, era de dos horas diarias, con el sistema de riego por goteo, se reduce el tiempo de riego como se puede ver en el Cuadro 12. La aplicación únicamente de la lámina de agua que necesita la planta, permite la reducción del tiempo de aplicación.

Cuadro 14. Comparación de variables evaluadas del sistema de riego con tinaja y sistema de riego por goteo

	Riego con tinaja Tinaja (2007)	Riego por goteo (2009)
Productividad (tonelada/hactárea)	4.86	10.14
Rentabilidad (%)	-25.47	74.69
Lámina aplicada (mm)	50	6
Tiempo de riego (horas)	2	1
Frecuencia de riego	todos los días	cada 3 días

Fuente: el autor

### 6.4 Aspectos económicos

Por medio de Cuadros se comparan los costos de inversión del sistema de riego con tinaja y el sistema de riego por goteo.

#### 6.4.1 Costos del sistema de riego con tinaja y sistema de riego por goteo

Cuadro 15. Comparación de costos del sistema riego con tinaja y el sistema de riego por goteo

	Riego con tinaja Tinaja (2007)	Riego por goteo (2009)
Costo implementación sistema de riego	Q 56,595.00	Q 245,638.56
Costo limpieza de pozos	Q 25,000.00	Q -
Valor de la inversión Área cubierta por sistema de riego (ha)	Q 81,595.00 3.5	Q 245,638.56 5.95
Valor de la inversión (Q / ha)	Q 23,312.86	Q 41,283.79

Fuente: el autor

#### 6.4.2 Costo de operación del sistema de riego con tinaja y sistema de riego por goteo

Cuadro 16. Comparación de costos de operación del sistema de riego con tinaja y sistema de riego por goteo

	Tiempo de operación (h)	Costo por operación	Costo total de operación
<b>Sistema de riego con tinaja (2007)</b>			
360 horas motobomba/ha (ciclo del cultivo)	360	34.30	12,348.00
Mano de obra (360 horas/ciclo)	360	5.00	1,800.00
<b>Costo de operación por hectárea por ciclo</b>			<b>14,148.00</b>
<b>Sistema de riego por goteo (2009)</b>			
60 Horas equipo bombeo/ha	60	97.01	5,820.60
Mano de obra (60 horas/ciclo del cultivo)	60	5.00	300.00
<b>Costo de operación por hectárea por ciclo</b>			<b>6,120.60</b>

Fuente: el autor

En el Cuadro 15, el costo por operación del equipo de bombeo por hectárea por ciclo de cultivo en el sistema de riego con tinaja, es mayor que con el sistema de riego por goteo, esto se debe a la diferencia de horas de bombeo entre un sistema de riego y el otro. El costo por operación del sistema de riego con tinaja es menor, pero la cantidad de horas de operación, hace que se incremente el costo.

### 6.4.3 Comparación entre los componentes de los sistemas de riego

Cuadro 17 Características principales de los sistemas de riego con tinaja y sistema de riego por goteo

Componentes	Riego con Tinaja	Riego por goteo
Fuete de agua	Pueden utilizarse distintas fuentes de agua tanto superficiales como subterránea. No tiene ninguna limitación en cuanto a partículas dentro del agua	Pueden utilizarse distintas fuentes de agua, tanto superficial como subterránea, sin embargo, se requiere de un sistema de filtrado, ya que cualquier partícula puede obstruir la salida del emisor, causando problemas a la línea de goteo. La calidad del agua debe de tomarse en cuenta, aguas muy alcalinas obstruyen los emisores.
Fuente de energía	Motor de combustión interna, accionado con gasolina y bomba de succión negativa. Demanda 5 caballos de fuerza	motor de combustión interna accionado con diesel y bomba de succión negativa. Demanda 17 caballos de fuerza.
Movilización del equipo de bombeo	Las motobombas deben ser removidas al finalizar la jornada de trabajo. Así mismo, la tubería de conducción de agua	El equipo no requiere de ser removido, ya que se encuentra dentro de la caseta de bombeo.
Sistema de riego	utiliza tinajas de plástico	Utiliza cinta o manguera de goteo que tiene una vida útil de aproximadamente cinco años.

Fuente: el autor

En el Cuadro 16 se presentan las características principales del sistema de riego con tinaja y el sistema de riego con goteo; mientras el sistema de riego con tinaja no presenta limitaciones en cuanto a la fuente de agua, el riego por goteo, necesita de medios filtrantes, para evitar el taponamiento de los emisores de las mangueras o cintas de riego. Así mismo, antes de implementar un sistema de riego por goteo, es necesario hacer un análisis de agua a utilizar para el riego, para determinar la dureza.

#### 6.4.4 Rentabilidad

Cuadro 18. Rentabilidad del cultivo con sistema de riego con goteo

Finca San Bernardino Cultivo ejote francés Producción mediante riego aplicado con sistema de riego por goteo Cifras en Quetzales por Hectárea				
Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario	Costo total
<b>I. COSTOS DIRECTOS</b>				<b>40,848.02</b>
<b>Mano de obra</b>				<b>20,775.20</b>
Preparación del terreno				
Siembra y fertilización orgánica	Jornales	8.94	40.00	357.60
Fertilización química y foliar	Jornales	8.94	40.00	357.60
Control de plagas y enfermedades	Jornales	16.00	40.00	640.00
Limpia manual (cuatro limpias)	Jornales	32.00	40.00	1,280.00
Aplicación de riego / ciclo	jornal/hora	60.00	5.00	300.00
Cosecha	saco 45 kg	223.00	80.00	17,840.00
<b>Insumos</b>				<b>11,764.00</b>
Semilla	libras	31.50	72.00	2,268.00
Fertilizante orgánico	saco 45 kg	26.00	45.00	1,170.00
Fertilizante 18-46-00	saco 45 kg	8.50	490.00	4,165.00
Fertilizante 15-15-15	saco 45 kg	8.50	300.00	2,550.00
Insecticidas	litro	5.00	120.00	600.00
Fungicidas	kilo	2.00	450.00	900.00
Adherente y regulador pH	litro	1.00	45.00	45.00
Fertilizante foliar	kilo	3.00	22.00	66.00

<b>Otros gastos</b>				<b>8,308.82</b>
Mecanización	Cuerda 40 varas	8.94	100.00	894.00
Renta de la tierra	Cuerda 40 varas	8.94	100.00	894.00
Transporte	saco 45 kg	223.00	3.14	700.22
Arrendamiento equipo de bombeo 2/	hora	60.00	97.01	5,820.60
<b>II. COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>6,229.32</b>
Administración	s/C.D.	5%		2,042.40
Cuota patronal IGSS	s/M.O.	0%		-
Financieros (Interés) 1/	s/C.D.	5.25%		2,144.52
Imprevistos	s/C.D.	5%		2,042.40
Impuesto municipal	s/saco 45 kg	0.00%		-
<b>III. COSTOS TOTAL</b>				<b>47,077.34</b>
<b>IV. INGRESO POR VENTA PRODUCCIÓN</b>				
Producción esperada	saco 45 kg	223.00	315.00	70,245.00
<b>V. INGRESO NETO</b>				<b>23,167.66</b>
<b>VI. RENTABILIDAD</b>				<b>49.21%</b>

1/. Los intereses son calculados sobre un período de 6 meses que dura el ciclo del cultivo.

2/. Por efectos de cálculo, se consideró el valor de las inversiones como arrendamiento, y así, no tener que realizar un análisis financiero a más largo plazo, afectando con arrendamiento la parte proporcional calculada como depreciación.

Con los datos que se obtuvieron de los costos directos, costos indirectos y del ingreso por la venta de la producción, se calculó la rentabilidad del cultivo con el sistema de riego tecnificado por goteo, siendo ésta del 49.21% anual.



## 6.4.5 Margen diferencial

Cuadro 19 Margen diferencial del sistema de riego por goteo menos sistema de riego con tinaja

Finca San Bernardino Cultivo ejote francés Producción mediante riego del margen diferencial por goteo - con tinaja Cifras en Quetzales por Hectárea				
Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario	Costo total
<b>I. COSTOS DIRECTOS</b>				<b>29,576.00</b>
<b>Mano de obra</b>				<b>7,780.00</b>
Preparación del terreno				
Siembra y fertilización orgánica	Jornales	-	40.00	-
Fertilización química y foliar	Jornales	-	40.00	-
Control de plagas y enfermedades	Jornales	-	40.00	-
Limpia manual (cuatro limpias)	Jornales	-	40.00	-
Aplicación de riego / ciclo	jornal/hora	(300.00)	5.00	(1,500.00)
Cosecha	saco 45 kg	116.00	80.00	9,280.00
<b>Insumos</b>				-
Semilla	libras	-	72.00	-
Fertilizante orgánico	saco 45 kg	-	45.00	-
Fertilizante 18-46-00	saco 45 kg	-	490.00	-
Fertilizante 15-15-15	saco 45 kg	-	300.00	-
Insecticidas	litro	-	120.00	-
Fungicidas	kilo	-	450.00	-
Adherente y regulador pH	litro	-	45.00	-
Fertilizante foliar	kilo	-	22.00	-
<b>Otros gastos</b>				-

				<b>21,796.00</b>
Mecanización	Cuerda 40 varas	-	100.00	-
Renta de la tierra	Cuerda 40 varas	-	100.00	-
Transporte	saco 45 kg	116.00	350.00	40,600.00
Arrendamiento equipo de bombeo 2/	hora	(300.00)	62.68	(18,804.00)
<b>II. COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>2,957.60</b>
Administración	s/C.D.	5%		1,478.80
Cuota patronal IGSS	s/M.O.	0%		-
Financieros (interés) 1/	s/C.D.	5.25%		-
Imprevistos	s/C.D.	5%		1,478.80
Impuesto municipal	s/saco 45 kg	0.00%		-
<b>III. COSTOS TOTAL</b>				<b>32,533.60</b>
<b>IV. INGRESO POR VENTA PRODUCCIÓN</b>				
Producción esperada	saco 45 kg	116.00	315.00	36,540.00
<b>V. INGRESO NETO</b>				4,006.40
<b>VI. RENTABILIDAD</b>				<u>12.31%</u>

1/. Los intereses son calculados sobre un período de 6 meses que dura el ciclo del cultivo.

2/. Por efectos de cálculo, se consideró el valor de las inversiones como arrendamiento, y así, no tener que realizar un análisis financiero a más largo plazo, afectando con arrendamiento la parte proporcional calculada como depreciación.

Fuente: Finca San Bernardino

El margen diferencial en este proyecto de implementación y sustitución de un sistema de riego con tinaja por un sistema de riego por goteo, da una rentabilidad del 74.69%. Esto se refleja en la disminución del tiempo requerido por concepto de mano de obra para regar con tinaja y del arrendamiento por el equipo de bombeo.

## VII. LECCIONES APRENDIDAS

- El alto costo de inversión que con lleva un sistema de riego por goteo, hace que este sistema de riego no pueda ser adquirido por muchos agricultores o comunidades agrícolas, por lo que muchos productores no tienen acceso a las tecnologías modernas de los sistemas de riego.
- El realizar un análisis de agua, permite determinar la calidad del agua a utilizar para el cultivo, así como, la dureza de la misma. En sistemas de riego por goteo, la dureza en el agua puede provocar obstrucciones en los goteros.
- La capacitación del personal en el uso del sistema de riego por goteo, así como, de los demás componentes del sistema es muy importante para tener éxito en el buen funcionamiento de los equipos y la durabilidad de los mismos.
- El seguir las recomendaciones de los asesores técnicos en riego, permite que el cultivo reciba el caudal determinado en la memoria hidráulica del diseño de riego.

## VIII. CONCLUSIONES

- El control de plagas y enfermedades, un plan de fertilización y la aplicación del riego por medio de un sistema tecnificado, logró aumentar la producción de 4.86 ton/ha a 10.14 ton/ha. Demostrando que el riego localizado permite que la planta obtenga de mejor forma sus nutrientes.
- La rentabilidad obtenida con la implementación del sistema de riego por goteo, pasó de -25.47% a 74.69%, esto se debe al incremento en la producción por hectárea, la reducción de la mano de obra para regar, así como, reducción en los costos de operación del equipo de bombeo.
- El sistema de riego por goteo, permite obtener una mejor producción por hectárea, y así, una mejor rentabilidad, sin embargo, una desventaja es que el costo de la inversión inicial resulta muy elevado, y no todos los productores lo pueden adquirir.
- La ventaja del sistema de riego con tinaja, es que no requiere de mucha inversión, pero su costo de operación resulta más elevado que un sistema tecnificado. Esto debido a la gran cantidad de mano de obra que requiere para regar.
- El sistema de riego por goteo, permite aplicar una lámina de agua adecuada a los requerimientos del cultivo, mientras que el sistema de riego con tinaja se hace una aplicación no uniforme del agua al cultivo, aplicando en unos casos más o menos agua de lo requerido. Con el sistema de riego por goteo se logra aplicar una lámina de 6 mm, con el sistema de riego con tinaja se aplica  $\pm 50$ mm de agua.
- El tiempo de aplicación de riego se reduce de dos horas todos los días a una hora cada tres días. La aplicación de una lámina de agua uniforme y adecuada a cada planta, permite reducir el tiempo de riego.
- La frecuencia de riego con el sistema de riego por goteo se optimiza en comparación con la frecuencia de riego con tinaja, debido a la mejor eficiencia en la aplicación del agua al cultivo, así mismo, el uso del film plástico que permite la retención de humedad en el suelo.

## **IX. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda la utilización del sistema de riego por goteo, en los cultivos hortícolas, ya que permite optimizar el uso de agua y mano de obra.
- Se recomienda el uso de inyectores de fertilizantes, su utilización permite la aplicación de los nutrientes específicos que requiere la planta.

## X. BIBLIOGRAFÍA

Alvarado, H. (marzo, 1999). La producción del ejote francés (french beans) Agricultura, pp. 54-58

Alvarado, H.Y. (2003) Planeación de la Producción de Ejote Francés (*Phaseolus vulgaris* L.) y Calabacín (*Cucúrbita pepo* L.) con organizaciones campesinas del Occidente de Guatemala. (Tesis). Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Agronomía.

INTECAP (1993). Cultivo y manejo del Ejote Francés (1ª ed.) Guatemala

(2003). Estudio de Factibilidad para el Desarrollo del Proyecto Agroindustrial y Artesanal de la Alianza para el Desarrollo Agroindustrial y Artesanal Rural (ALIAR) ABT ASSOCIATES Inc. USAID/GUATEMALA

Alonso, N.; Camejo, Eddy; Pujol, P; Pacheco, J. y Rodríguez, N. (1995). Riego y drenaje (1ª ed.) Habana, Cuba: Editorial Pueblo y Educación

Ammour, T. (2009). Acceso a Mercados de Pequeños Productores en América Latina Estudio de Casos del Ejote Francés (*pisum sativum*). RIMISP Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural.

Burt, C.M. y Styles, S.W. (1999) Riego por goteo y por Microaspersión (traducción J. Forero) (1ª ed.) California, EE.UU.: Irrigation Training and Research Center

Corzo, Jorge (1995) Ejote Francés: Guía de producción, manejo post cosecha & Mercadeo. Gremial de Exportadores de Productos no tradicionales. Guatemala

Figueroa, Alejandro (2006). Cambio de un Sistema de riego superficial a un sistema de riego por micro aspersión en Limón Persa (*Citrus latifolia* Tan.) en la Finca Limony, Oratorio, Santa Rosa. (Tesis). Universidad Rafael Landívar. Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas.

Grassi, C.J. (1978). Métodos de riego. Mérida, Venezuela.

Fuentes, J.L. (1998). Curso de riego para regantes (2da ed.) España: Ediciones Mundi-Prensa

Lundy, M. (2007). Assessing Smallholder Participation in the Frech bean suplí Chaín in Guatemala. CIAT.

(2006) Mapa de Cobertura Vegetal y Uso de la Tierra. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo. (1ª ed) Guatemala.

Pacheco Segui, J., Alonso, N., Pujol, P., Camejo, E., (1995) Riego y drenaje. Editorial Pueblo y educación. Cuba

Sandoval, J.E. (2007). Principios de riego y drenaje. (4ta. Edición) Editorial Universitaria. Guatemala.


Valverde, J.C. (1998). Riego y drenaje (1ª ed.). Costa Rica: Editorial Universidad Estatal a Distancia.

Villela, J.D. (1992). El Cultivo del Ejote Francés Guatemala. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación Proyecto de Desarrollo Agrícola.

(2008). Fondo de Tierras Memoria de Labores 2007 (1ª ed.) Guatemala: Editorial Serviprensa.

## XI. ANEXOS



		<h2 style="text-align: center;">Injector Performance Table</h2>											
<b>Water Suction Capacity • Injector Inlet Pressure 0.35-3.52 Kg/cm<sup>2</sup></b>													
Operating Pressure Kg/cm <sup>2</sup>		Model 283 1/2" Threads		Model 287 1/2" Threads		Model 384 1/2" Threads		Model 384X 1/2" Threads		Model 484 1/2" & 3/4" Threads		Model 484X 3/4" Threads	
Injector Inlet	Injector Outlet	Motive Flow l/min.	Water Suction l/min.	Motive Flow l/min.	Water Suction l/min.	Motive Flow l/min.	Water Suction l/min.	Motive Flow l/min.	Water Suction l/min.	Motive Flow l/min.	Water Suction l/min.	Motive Flow l/min.	Water Suction l/min.
0.35	0.00	0.64 <i>(0.25)</i>	0.20	1.10 <i>(0.25)</i>	0.33	2.69 <i>(0.27)</i>	0.65	2.69 <i>(0.20)</i>	0.74	4.50 <i>(0.31)</i>	0.92	4.50 <i>(0.25)</i>	1.48
	0.07		0.13		0.16		0.55		0.65		0.66		1.05
	0.14		0.07		0.11		0.47		0.42		0.75		
	0.21				0.08		0.32		0.06		0.46		
	0.28												
0.70	0.00	0.91 <i>(0.49)</i>	0.30	1.21 <i>(0.54)</i>	0.39	3.79 <i>(0.58)</i>	0.97	3.79 <i>(0.48)</i>	1.11	6.40 <i>(0.59)</i>	1.18	6.40 <i>(0.53)</i>	1.88
	0.14		0.18		0.30		0.73		0.86		1.46		
	0.35		0.08		0.12		0.48		0.38		0.75		
	0.49				0.05		0.13		0.18		0.24		
	0.56												
1.05	0.00	1.06 <i>(0.74)</i>	0.34	1.59 <i>(0.81)</i>	0.43	4.66 <i>(0.91)</i>	0.84	4.66 <i>(0.88)</i>	1.75	7.83 <i>(0.88)</i>	1.18	7.83 <i>(0.88)</i>	2.44
	0.35		0.17		0.26		0.72		0.74		1.32		
	0.49		0.11		0.18		0.63		0.26		0.99		
	0.70				0.08		0.31		0.06				
	0.84												
1.41	0.00	1.21 <i>(1.06)</i>	0.37	1.93 <i>(1.13)</i>	0.44	5.37 <i>(1.18)</i>	0.82	5.37 <i>(0.87)</i>	1.87	9.01 <i>(1.20)</i>	1.14	9.01 <i>(0.93)</i>	2.49
	0.35		0.23		0.38		0.83		1.08		1.74		
	0.70		0.13		0.21		0.68		0.19		0.84		
	0.84		0.04		0.12		0.40		0.49		0.63		
	1.05				0.03		0.16		0.06				
1.76	0.00	1.32 <i>(1.30)</i>	0.37	2.20 <i>(1.37)</i>	0.49	6.02 <i>(1.44)</i>	0.89	6.02 <i>(1.08)</i>	2.09	10.11 <i>(1.52)</i>	1.13	10.11 <i>(1.18)</i>	2.50
	0.35		0.30		0.44		0.90		1.41		2.03		
	0.70		0.16		0.28		0.80		0.71		1.39		
	1.05		0.04		0.15		0.42		0.47		0.63		
	1.41								0.06				
2.11	0.00	1.48 <i>(1.58)</i>	0.38	2.46 <i>(1.72)</i>	0.50	6.59 <i>(1.77)</i>	0.90	6.59 <i>(1.27)</i>	2.14	11.05 <i>(1.79)</i>	1.09	11.05 <i>(1.39)</i>	2.51
	0.35		0.37		0.50		0.91		1.66		2.41		
	0.70		0.24		0.35		0.88		1.09		1.82		
	1.05		0.15		0.23		0.68		0.44		1.07		
	1.41		0.05		0.11		0.29		0.45				
2.46	0.00	1.55 <i>(1.83)</i>	0.38	2.65 <i>(1.90)</i>	0.51	7.12 <i>(2.01)</i>	0.91	7.12 <i>(1.48)</i>	2.13	11.96 <i>(2.07)</i>	1.09	11.96 <i>(1.85)</i>	2.54
	0.35		0.38		0.50		0.91		1.83		2.48		
	0.70		0.30		0.43		0.91		1.21		2.14		
	1.05		0.21		0.32		0.87		0.88		1.53		
	1.41		0.11		0.19		0.59		0.70		0.93		
2.81	0.00	1.63 <i>(2.07)</i>	0.38	2.84 <i>(2.18)</i>	0.51	7.61 <i>(2.25)</i>	0.89	7.61 <i>(1.80)</i>	2.14	12.76 <i>(2.34)</i>	1.08	12.76 <i>(1.84)</i>	2.57
	0.35		0.38		0.51		0.89		1.99		2.44		
	0.70		0.35		0.47		0.88		1.52		2.43		
	1.05		0.26		0.40		0.88		0.90		1.89		
	1.41		0.16		0.27		0.80		0.22		1.31		
3.16	0.00	1.74 <i>(2.36)</i>	0.38	3.07 <i>(2.48)</i>	0.51	8.06 <i>(2.54)</i>	0.87	8.06 <i>(1.84)</i>	2.14	13.55 <i>(2.59)</i>	1.09	13.55 <i>(2.08)</i>	2.61
	0.35		0.38		0.51		0.87		2.00		2.46		
	0.70		0.37		0.51		0.87		1.94		2.39		
	1.05		0.31		0.44		0.87		1.20		2.21		
	1.41		0.21		0.35		0.87		0.70		1.70		
3.52	0.00	1.82 <i>(2.60)</i>	0.38	3.22 <i>(2.74)</i>	0.52	8.48 <i>(2.78)</i>	0.89	8.48 <i>(2.02)</i>	2.14	14.27 <i>(2.88)</i>	1.10	14.27 <i>(2.29)</i>	2.63
	0.35		0.38		0.52		0.89		2.07		2.55		
	0.70		0.38		0.52		0.89		2.00		2.47		
	1.05		0.36		0.50		0.89		1.80		2.36		
	1.41		0.30		0.37		0.86		0.96		1.86		
3.52	1.76	1.82 <i>(2.60)</i>	0.22	3.22 <i>(2.74)</i>	0.28	8.48 <i>(2.78)</i>	0.86	8.48 <i>(2.02)</i>	0.42	14.27 <i>(2.88)</i>	1.12	14.27 <i>(2.29)</i>	1.28
	2.11		0.13		0.19		0.64		0.80		0.52		
	2.46		0.04		0.08		0.38		0.49				
	2.81												

\*\* Numbers in parenthesis indicate the injector outlet pressure when suction stops (Zero Suction Point). \*\*

Copyright © 2007 • Mazzei Injector Corporation  
500 Rooster Drive • Bakersfield, CA • USA • 93307-9555

Rev. E 02/11/07

Figura. 3 Tabla para selección de Inyector tipo Venturi.  
Fuente: Mazzei Injector Corp.



Figura. 4 Diagrama de instalación de Inyector tipo Venturi  
Fuente: Mazzei Inyector Corp.

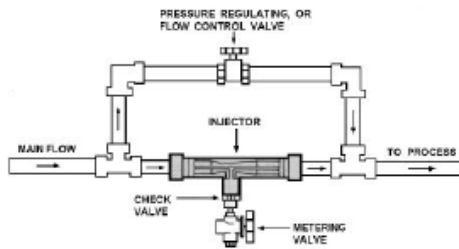
**TECHNICAL BULLETIN No. 7**

**INSTALLATION OF MAZZEI® INJECTORS IN A BYPASS ASSEMBLY**

Bypass assemblies are used with Mazzei Injectors for two purposes. These are:

1. To create a pressure differential across the injector to induce suction
2. To enable use of an injector whose flow rate is less than the total flow rate

A typical Bypass Assembly is shown below. When used for liquid suction, the injector may be mounted in either the "straight" run or in the bypass portion. When used for gas suction, the injector should be mounted in the "straight" run of piping. This will optimize gas mass transfer.



Bypass Assemblies should be installed so that the injector outlet is at, or above, the horizontal. "Full Flow" valves and pipe fittings should be used so that water flow through the injector is not restricted. Bypass Assemblies are available from Mazzei Injector Corporation in standard pipe sizes from 1/2" to 2". Custom manifolds are available in sizes to 8".

Figura. 5 Boletín Técnico Instalación de inyector tipo Venturi.  
Fuente: Mazzei Inyector Corp.

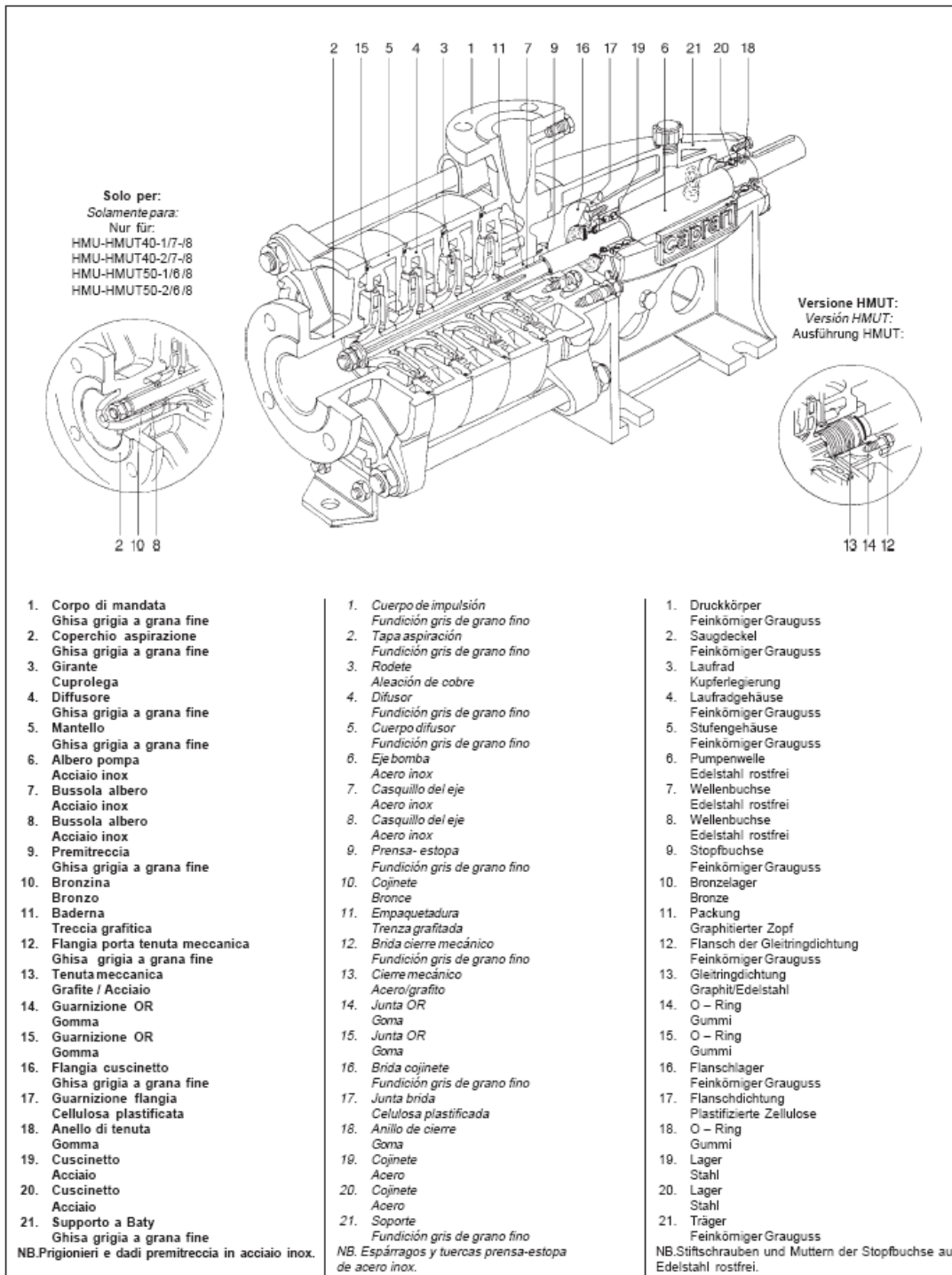


Figura. 6 Esquema de Bomba Caprari modelo HMU  
Fuente: Caprari S.p.A., Italia

DATI TECNICI  
DATOS TECNICOS  
TECHNISCHE DATEN

Pompe adatte per il pompaggio di acqua dolce, pulita, chimicamente e meccanicamente non aggressiva. Bombas idóneas para el bombeo de agua dulce, químicamente limpia y mecánicamente no agresiva. Pumpen, geeignet zum Fördern von Süßwasser, chemisch und mechanisch rein.	Pompa tipo - Bomba tipo - Typpumpe									
	Con tenuta a premitreccia Con cierre prensa-estopa Mit Packung				Con tenuta meccanica Con cierre mecánico Mit Gleitringdichtung					
	HMU				HMUT *					
	40-1	40-2	50-1	50-2	40-1	40-2	50-1	50-2		
Contenuto massimo di sostanze solide della durezza e granulometria del limo. Contenido máximo de sustancias sólidas de la dureza y granulometría del limo. [ g/m³ ] Maximaler Gehalt an Feststoffen der Härte und Kornstärke von Schlick.	20	20	20	20	0	0	0	0		
Temperatura massima liquido sollevato. Temperatura máx. líquido bombeado. [ °C ] Max. Temperatur des Fördermediums.	80/90 <sup>(1)</sup>	80/90 <sup>(1)</sup>	80/90 <sup>(2)</sup>	80/90 <sup>(2)</sup>	70	70	70	70		
Pressione max di esercizio (press. max in aspirazione 16 bar + prevalenza max pompa) con temperatura liquido sollevato a 40°C. Presión máxima de funcionamiento (pres. máx. en aspiración 16 bar + altura de impulsión bomba) con temperatura máx. líquido bombeado 40°C. [ bar ] Max. Betriebsdruck (Max. Betriebsdruck 16 bar + max. Pumpengesamtförderhöhe) bei 40° Temperatur der Flüssigkeit.	30	30	30	30	24/28 <sup>(3)</sup>	24/28 <sup>(3)</sup>	20/25 <sup>(3)</sup>	20/25 <sup>(3)</sup>		
Pressione max di esercizio (press. max in aspirazione 12 bar + prevalenza max pompa) con max temperatura liquido sollevato. Presión máxima de funcionamiento (pres. máx. en aspiración 12 bar + altura de impulsión bomba) con temperatura máx. líquido bombeado. [ bar ] Max. Betriebsdruck (Max. Betriebsdruck 12 bar + max. Pumpengesamtförderhöhe) bei 40° Temperatur der Flüssigkeit.	24	24	24	24	16/19 <sup>(3)</sup>	16/19 <sup>(3)</sup>	14/17 <sup>(3)</sup>	14/17 <sup>(3)</sup>		
Tempo max di funzionamento a bocca chiusa con liquido a 40 °C. Tiempo máx. de funcionamiento con boca cerrada y líquido a 40°C. [ min ] Max. Betriebszeit bei geschlossenem Stutzen bei Fördermedium mit 40 °C.	4	4	4	4	3	3	3	3		
Tempo max di funzionamento a bocca chiusa con max temperatura liquido sollevato. Tiempo máx. de funcionamiento con boca cerrada y máx. temperatura del líquido bombeado. [ min ] Max. Betriebszeit bei geschlossen Stutzen bei Fördermedium.	3	3	3	3	2	2	2	2		
Velocità di rotazione massima. Velocidad de rotación máx. n [min <sup>-1</sup> ] Max. Drehzahl.	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500		
N. max stadi a Número máx. de etapas n [min <sup>-1</sup> ] Max. Stufenzahl	3500	6	5	4	4	5 <sup>(3)</sup>	4	3 <sup>(3)</sup>	3 <sup>(3)</sup>	
	2900	8	7	6	6	8 <sup>(3)</sup>	7 <sup>(3)</sup>	5 <sup>(3)</sup>	6 <sup>(3)</sup>	
	2650	8	8	6	7	-	-	-	-	
	2400	8	8	7	8	-	-	-	-	
	2200	8	8	8	8	-	-	-	-	
	2000	8	8	8	8	-	-	-	-	
1750	8	8	8	8	8 <sup>(3)</sup>	8 <sup>(3)</sup>	8 <sup>(3)</sup>	8 <sup>(3)</sup>		
1450	8	8	8	8	8 <sup>(3)</sup>	8 <sup>(3)</sup>	8 <sup>(3)</sup>	8 <sup>(3)</sup>		
Momento d'inerzia J bagnato Momento de inercia J mojado J=%APD² [ kg m² ] Trägheitsmoment J naß	Monostadio Monofases Einstufige		0,00712	0,00712	0,00907	0,00907	0,00712	0,00712	0,00907	0,00907
	Per ogni stadio in più Para cada ulterior etapa Für jede Stufe mehr		0,00700	0,00700	0,00895	0,00895	0,00700	0,00700	0,00895	0,00895

<sup>(1)</sup> = Per pompa da 2 a 4 stadi - Para bombas de una a cuatro etapas - Für Pumpen von 2 bis 4 Stufen

<sup>(2)</sup> = Per pompa da 2 a 3 stadi - Para bombas de una a tres etapas - Für Pumpen von 2 bis 3 Stufen

<sup>(3)</sup> = Con tenuta per alta pressione ( HMUTA ) - Con cierre para alta presión ( HMUTA ) - Mit Dichtung für hohen Druck ( HMUTA )

NB. Su richiesta possono essere fornite esecuzioni speciali per liquidi diversi e per temperature di esercizio superiori.  
Bajo pedido pueden ser suministradas configuraciones especiales para líquidos diversos y para temperaturas de funcionamiento superiores.  
Auf Wunsch sind Spezialausführungen für andere Fördermedien und für höhere Betriebstemperaturen erhältlich.

\* Versione prevista solo per accoppiamenti con motori elettrici.  
Versión prevista únicamente para los acoplamientos a motores eléctricos.  
Ausführung vorgesehen für die Kupplung mit Elektromotoren.

Figura. 7 Datos Técnicos de Bomba modelo HMU  
Fuente: Caprari S.a.P., Italia

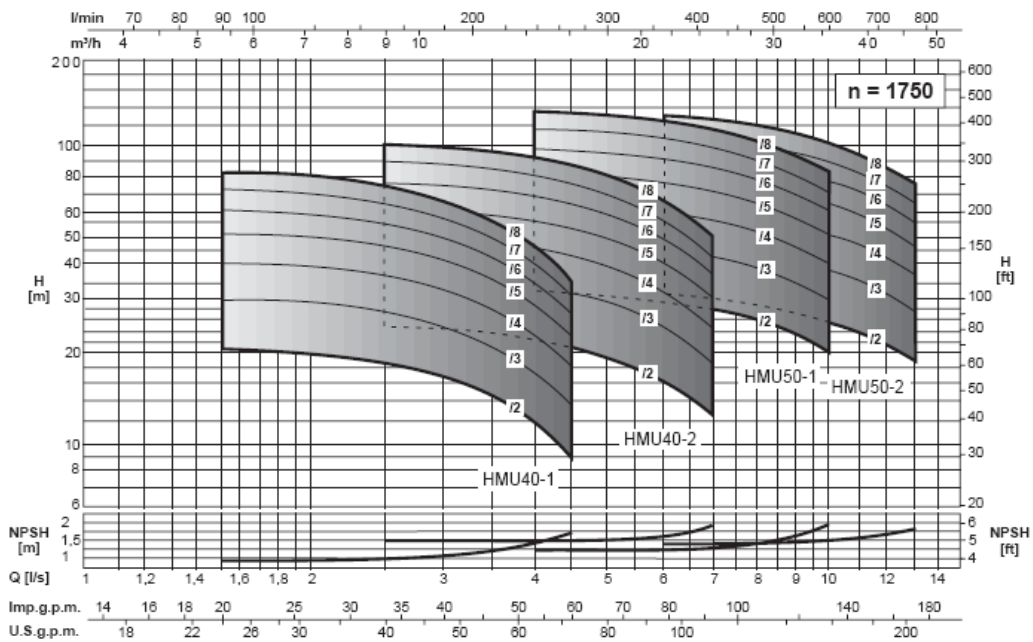
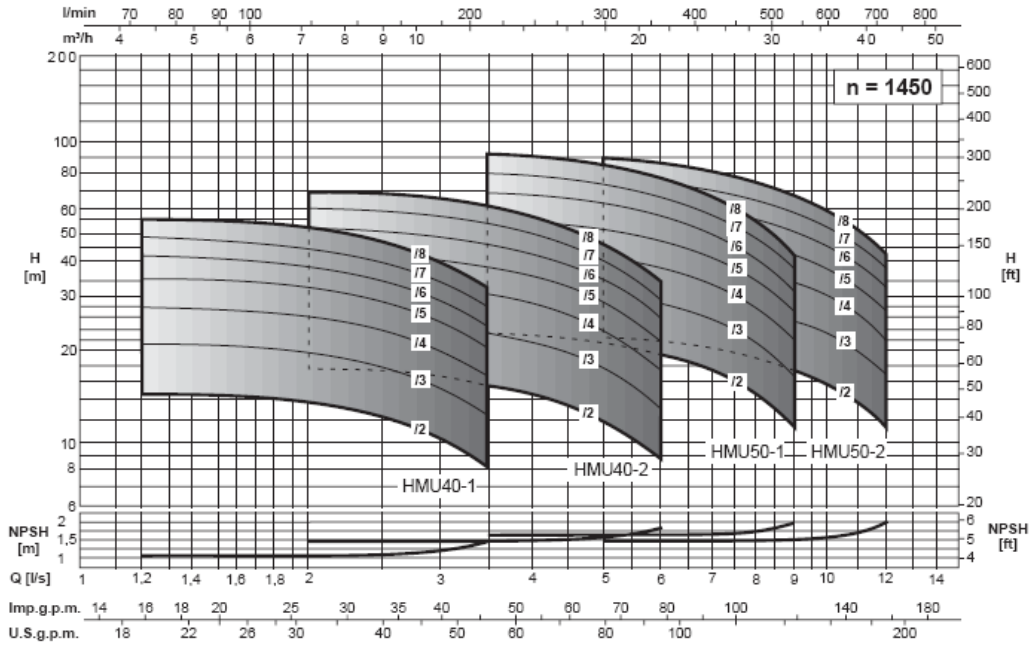


Figura. 8 Curva de Bomba modelo HMU50- 1/5  
Fuente: Caprari S.a.P., Italia

**HMU**

POMPE CENTRIFUGHE PLURISTADIO AD ASSE ORIZZONTALE  
BOMBAS CENTRIFUGAS MULTICELULARES DE EJE HORIZONTAL  
MEHRSTUFIGE ZENTRIFUGALPUMPEN MIT ANTRIEB



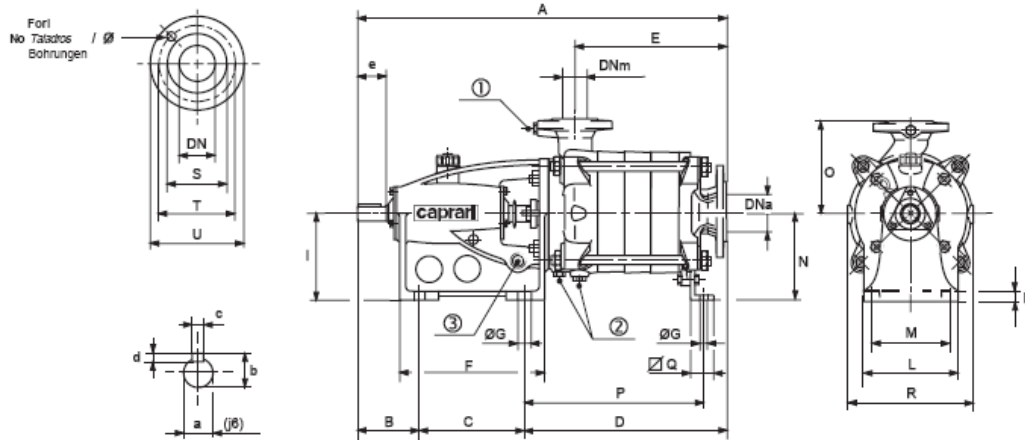
**1750** n [min<sup>-1</sup>]

CARATTERISTICHE DI FUNZIONAMENTO  
CARACTERISTICAS DE FUNCIONAMIENTO  
BETRIEBSDATEN

TIPO TIPO TYP	DNa x DNm	PORTATA - CAUDAL - FÖRDERMENGE																				
		l/s	0	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	6	7	8	9	10	11	12	13			
		m <sup>3</sup> /h	0	5,4	7,2	9	10,8	12,6	14,4	16,2	18	21,6	25,2	28,8	32,4	36	39,6	43,2	46,8			
mm	l/min	0	90	120	150	180	210	240	270	300	360	420	480	540	600	660	720	780				
HMU40-1 / 2	65 x 40	kW m	21,5 0,3	21 0,5	20 0,6	18,5 0,7	17 0,7	14,5 0,7	12 0,7	9 0,8												
		/ 3	kW m	32,5 0,5	31 0,8	30 0,9	28 1	25 1,1	22 1,1	18 1,1	13,5 1,2											
		/ 4	kW m	43,5 0,6	41,5 1,1	40 1,2	37 1,3	33,5 1,4	29,5 1,5	24 1,5	18 1,6											
		/ 5	kW m	54 0,8	52 1,4	50 1,6	46,5 1,7	42 1,8	36,5 1,9	30 1,9	23 2											
		/ 6	kW m	65 1	62 1,7	60 1,9	56 2	50 2,2	43,5 2,3	36 2,3	27,5 2,4											
		/ 7	kW m	76 1,1	73 2	70 2,2	65 2,4	59 2,5	51 2,7	42 2,7	32 2,8											
		/ 8	kW m	87 1,3	83 2,3	80 2,5	75 2,7	68 2,9	58 3	48 3,1	36,5 3,2											
		NPSH m			1,1	1,1	1,1	1,2	1,3	1,5	1,7											
HMU40-2 / 2	65 x 40	kW m	25,5 0,6			25,5 1	25 1,1	24 1,2	23 1,3	22 1,3	20 1,4	16,5 1,5	12,5 1,5									
		/ 3	kW m	38,5 0,9			38,5 1,5	38 1,7	36,5 1,8	35 1,9	32,5 2	30,5 2,1	25 2,2	18,5 2,3								
		/ 4	kW m	51 1,2			51 2,1	50 2,2	48,5 2,4	46,5 2,5	44 2,7	40,5 2,8	33,5 3	25 3,1								
		/ 5	kW m	64 1,5			64 2,6	63 2,8	60 3	58 3,2	55 3,4	51 3,5	41,5 3,8	31 3,9								
		/ 6	kW m	76 1,8			76 3,1	75 3,4	73 3,6	69 3,8	66 4,1	61 4,2	50 4,5	37 4,7								
		/ 7	kW m	90 2,1			90 3,6	88 3,9	85 4,2	81 4,5	77 4,7	71 5	58 5,3	43,5 5,5								
		/ 8	kW m	102 2,4			102 4,2	100 4,5	98 4,8	93 5,1	88 5,4	81 5,7	67 6,1	50 6,3								
		NPSH m					1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,7	1,9								
HMU50-1 / 2	80 x 50	kW m	33 1,2						33 2,1	32,5 2,2	32 2,3	30,5 2,5	29 2,7	26 2,9	23,5 3,1	20,5 3,2						
		/ 3	kW m	49,5 1,8					49 3,1	48,5 3,3	47,5 3,5	45,5 3,8	42,5 4,2	39,5 4,4	35 4,6	30,5 4,8						
		/ 4	kW m	67 2,4					66 4,1	66 4,4	64 4,6	61 5,1	57 5,5	52 5,8	47 6,2	41 6,4						
		/ 5	kW m	83 3,1					82 5,2	81 5,5	80 5,8	75 6,3	71 6,9	66 7,4	59 7,8	51 8						
		/ 6	kW m	100 3,7					99 6,3	97 6,6	95 7	91 7,7	86 8,3	79 8,8	70 9,3	62 9,6						
		/ 7	kW m	117 4,3					116 7,3	114 7,7	112 8,1	106 9	100 9,7	92 10,3	83 10,8	71 11,2						
		/ 8	kW m	133 4,9					132 8,3	130 8,8	128 9,3	121 10,2	114 11	105 11,8	94 12,4	82 12,8						
		NPSH m							1,4	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5	1,7	1,9						
HMU50-2 / 2	80 x 50	kW m	32,5 1,6									32 2,8	30,5 3	29,5 3,3	27,5 3,4	25,5 3,5	23,5 3,7	21,5 3,8	19 3,8			
		/ 3	kW m	49 2,5									48 4,3	46 4,6	44 4,8	41,5 5,1	38,5 5,3	35,5 5,5	32 5,7	28,5 5,8		
		/ 4	kW m	65 3,3									64 5,7	61 6,1	59 6,5	55 6,8	51 7,1	47,5 7,4	43 7,6	38 7,7		
		/ 5	kW m	82 4,2									80 7,1	77 7,6	73 8,1	69 8,6	65 8,9	59 9,2	53 9,5	47,5 9,7		
		/ 6	kW m	98 5									96 8,6	92 9,2	88 9,7	83 10,3	77 10,7	71 11,1	65 11,4	57 11,6		
		/ 7	kW m	114 5,9									112 10	108 10,7	103 11,4	96 12	90 12,5	82 12,9	75 13,3	66 13,5		
		/ 8	kW m	130 6,8									128 11,4	123 12,2	118 13	111 13,7	103 14,3	95 14,8	86 15	76 15,5		
		NPSH m											1,5	1,5	1,5	1,6	1,6	1,7	1,7	1,8		

m = Prevalenza manometrica totale - Altura de impulsión manométrica total - Manometrische Gesamtförderhöhe  
kW = Potenza assorbita - Potencia absorbida - Leistungsaufnahme

Figura. 9 Caratteristiche de Funcionamiento de Bomba modelo HMU 50-1/5  
Fuente: Caprari S.a.P., Italia



① = G 3/8    ② = HM40: G 3/8 - HM50: G 1/2    ③ = G 1/2

Pompa tipo Bomba tipo Pumpentyp	DNa	DNm	A	B	C	D	E	F	G	H	I	L	M	N	O	P	Q	R	Peso Peso Gewicht
	mm																		Kg
HMU40-1 /2	65	40	596	124	185	287	198	255	19	16	180	180	150	160	175	-	-	245	62
/3			647			338	249									70			
/4			698			389	300									79			
/5			749			440	351									88			
/6			800			491	402									96			
/7			851			542	453									104			
/8			902			593	504									112			
HMU40-2 /2			/3			647	338									249	70		
/4	698	389	300	79															
/5	749	440	351	88															
/6	800	491	402	96															
/7	851	542	453	104															
/8	902	593	504	112															
HMU50-1 /2	80	50	727	152	240	335	228	332	22	19	200	215	180	200	200	-	-	276	92
/3			785			393	284									105			
/4			843			451	342									118			
/5			901			509	400									131			
/6			959			567	458									144			
/7			1017			625	516									156			
/8			1075			683	574									168			
HMU50-2 /2			/3			727	335									228	92		
/4	785	393	284	105															
/5	843	451	342	118															
/6	901	509	400	131															
/7	959	567	458	144															
/8	1017	625	516	156															
/8	1075	683	574	168															

Pompa tipo Bomba tipo Pumpentyp	SPORGENZA D'ALBERO SALIENTE DE EJE WELLENABMESSUNGEN				FLANGE BRIDA FLANSCH					
	a	b	c x d	e	Ø Bocca Ø Boca Ø Stutzen DN	S	T	U	No	Ø mm
	mm					mm				
HMU40-1	28	31	8x7	65	40 (UNI PN40)	87	110	150	4	18
HMU40-2	38	41	10x8	80	50 (UNI PN40)	102	125	165		
HMU50-1					65 (UNI PN16)	122	145	185		
HMU50-2					80 (UNI PN16)	130	160	200		

Figura. 10 Dimensiones & pesos de Bomba modelo HMU  
Fuente: Caprari S.a.P., Italia



Figura 11. Motobomba accionada por combustible de 5 HP  
Fuente: El Autor



Figura 12. Detalle de Instalación de sistema de riego por goteo  
Fuente: El Autor.





Figura. 13 Detalle de instalación manifold (válvula de esfera y VBK-1)  
Fuente: El Autor



Figura. 14 Detalle de instalación de manifold (válvula de esfera, válvula de aire, chorro)  
Fuente: El Autor.

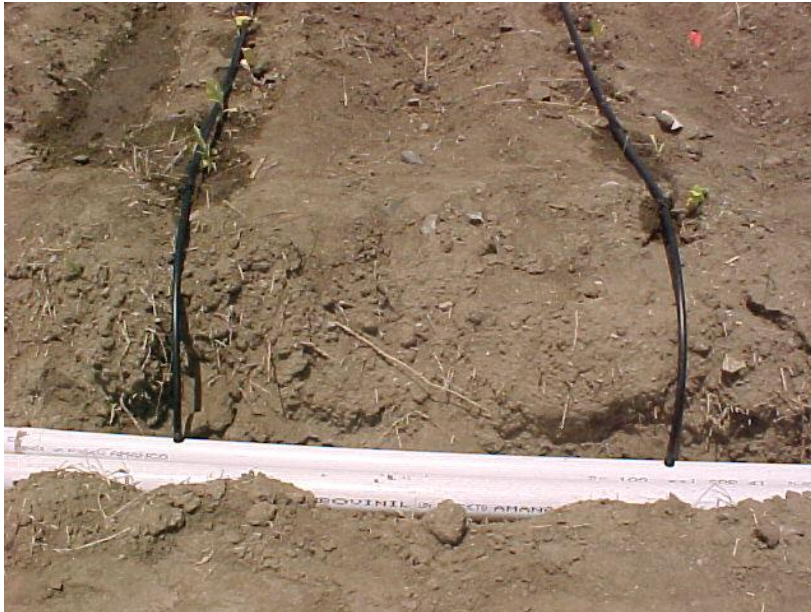


Figura 15. Detalle de instalación de cinta de goteo.  
Fuente: El Autor.



Figura. 16 Detalle de instalación de sistema de riego por goteo.  
Fuente: El Autor.



Figura 17. Detalle de instalación de línea principal, secundaria y cinta de riego.  
Fuente: El Autor.



Figura 18. Detalle de instalación de batería reguladora de presión.  
Fuente: El Autor.



Figura. 19 Vista del área bajo cultivo, Finca San Bernardino.  
Fuente: El Autor.



Figura 20. Vista del area bajo cultivo, Finca San Bernardino.  
Fuente: El Autor.



Figura. 21 Vista del personal de cosecha, Finca San Bernardino.  
Fuente: El Autor.



Figura. 22 Vista de los trabajos de instalación de mesh, Finca San Bernardino.  
Fuente: El Autor.



Figura. 23 Vista del Equipo de bombeo instalado, Finca San Bernardino.  
Fuente: El Autor.



Figura. 24 Vista del reservorio, Finca San Bernardino.  
Fuente: El Autor.



Figura. 25 Vista del equipo de filtrado, Finca San Bernardino  
Fuente: El Autor.



**Cuadro No. 1**  
**FONDO DE TIERRAS**  
**Créditos aprobados por el Consejo Directivo y Proyectos Productivos a ejecutar**  
**Año 2007**

Expediente	Finca/Ubicación	Monto del Crédito	Hectáreas	Familias	Proyectos Productivos
868	Santa Teresa, Tucurú, Alta Verapaz	Q4.000,000.00	652.50	205	Café, limón persa, aguacate, apiarismo y reforestación con árboles de pino candellillo, para incorporarlo al plan de incentivos forestales del INAB
876	La Esperanza y San Francisco, Tucurú, Alta Verapaz	Q3.000,000.00	451.27	90	Hule, café, limón persa, producción de peces y reforestación con palo blanco a beneficiarse del Programa de Incentivos Forestales, PINFOR-INAB
818	San Antonio, Guazacapán, Santa Rosa	Q3.200,000.00	225.76	65	Producción de ganado bovino para carne, maíz blanco, chile pimiento y otra.
724	Bempec El Castaño, Cobán, Alta Verapaz	Q2.452,000.00	571.97	75	Producción de carne de ganado bovino, piña, hortalizas, cacao asociado con plátano, producción de peces y reforestación a incorporar al programa PINFOR-INAB
752	Santa María	Q1.500,000.00	93.32	36	Café, limón persa, plátano y reforestación con árboles de palo blanco, a beneficiarse del Programa de Incentivos Forestales PINFOR-INAB
896	San Bernardino, Chimaltenango	Q2.900,000.00	104.08	100	Suchini, ejote francés, chile jalapeño, aguacate Hass, durazno y reforestación con árboles de pino, a beneficiarse del Programa de Incentivos Forestales, PINFOR-INAB
886	Popabaj	Q4.400,000.00	192.35	28	Ejote francés, brócoli, manejo de bosques naturales con fines de producción a través de reconversión de especies forestales con valor económico y manejo de bosques naturales de protección; ambos a beneficiarse del Programa de Incentivos Forestales PINFOR-INAB
<b>TOTAL</b>				<b>599</b>	

Fuente: Base de datos, Dirección de Acceso a la Tierra

Figura. 26 Cuadro de créditos aprobados para proyectos productivos.  
Fuente: Fondo de Tierras, Memoria de Labores 2007



**HIDROTECNIA, S.A.**

**DIVISION DE RIEGO**

Nombre del Cliente: _____
Dirección: _____
Teléfono/fax: _____

**CUESTIONARIO**

01. Que tipo de sistema de riego requiere:  
 Microaspersión \_\_\_\_\_  
 Goteo \_\_\_\_\_  
 Nebulización \_\_\_\_\_  
 Aspersión \_\_\_\_\_  
 Otros \_\_\_\_\_
02. Tamaño del área a ser regada: \_\_\_\_\_
03. Altura sobre el nivel del mar: \_\_\_\_\_
04. Cultivo a regar: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
Espaciamiento entre filas \_\_\_\_\_ Entre Plantas? \_\_\_\_\_
05. Requerimiento de agua diario máximo del cultivo: \_\_\_\_\_
06. Temperaturas diarias: máximas \_\_\_\_\_ mínimas \_\_\_\_\_
07. Será el sistema de riego utilizado para control de heladas? \_\_\_\_\_
08. Velocidad máxima del viento? \_\_\_\_\_
09. Tipo de suelo: \_\_\_\_\_
10. Fuente de agua disponible:  
 Pozo \_\_\_\_\_  
 Lago \_\_\_\_\_  
 Estanque \_\_\_\_\_  
 Río \_\_\_\_\_  
 Canal \_\_\_\_\_  
 Otros \_\_\_\_\_

Figura. 27 Cuestionario de riego, parte I  
Fuente: el autor

Cantidad disponible ( $m^3$ , Gl o dimensiones): \_\_\_\_\_

11. Equipo de bombeo existente: \_\_\_\_\_

12. Hay electricidad disponible? \_\_\_\_\_ voltaje \_\_\_\_\_ fases \_\_\_\_\_ ciclos \_\_\_\_\_

Combustible a usar: Gasolina \_\_\_\_\_ Diesel \_\_\_\_\_

13. Requerimiento especial del sistema:

Automatizado \_\_\_\_\_

Filtrado \_\_\_\_\_

Fertilización \_\_\_\_\_

14. Programa de operaciones del sistema de riego:

Número máximo de días por semana: \_\_\_\_\_

Número máximo de horas por día: \_\_\_\_\_

15. Comentarios: (notas)

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Figura. 28 Cuestionario de riego, parte II  
Fuente: el autor

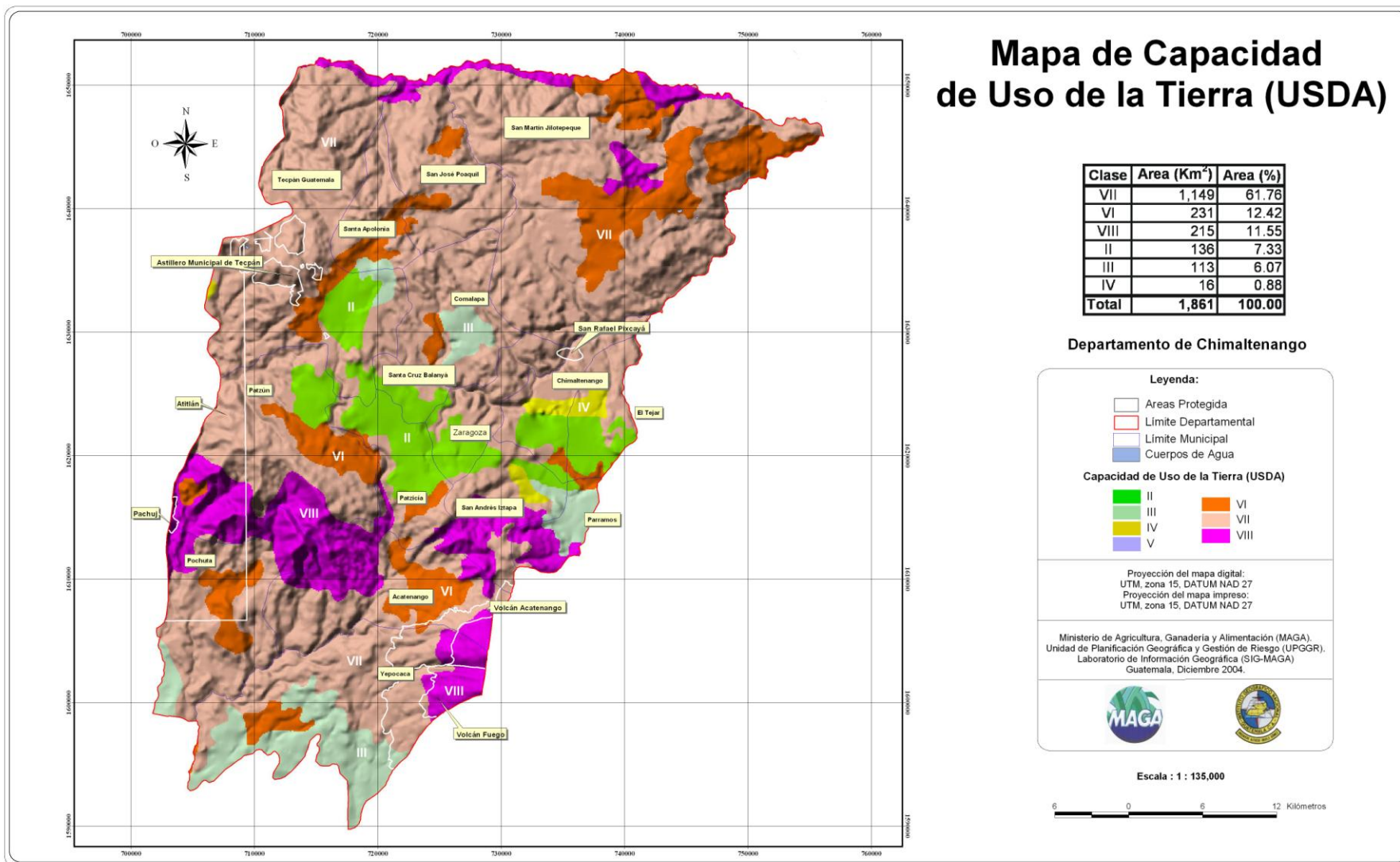
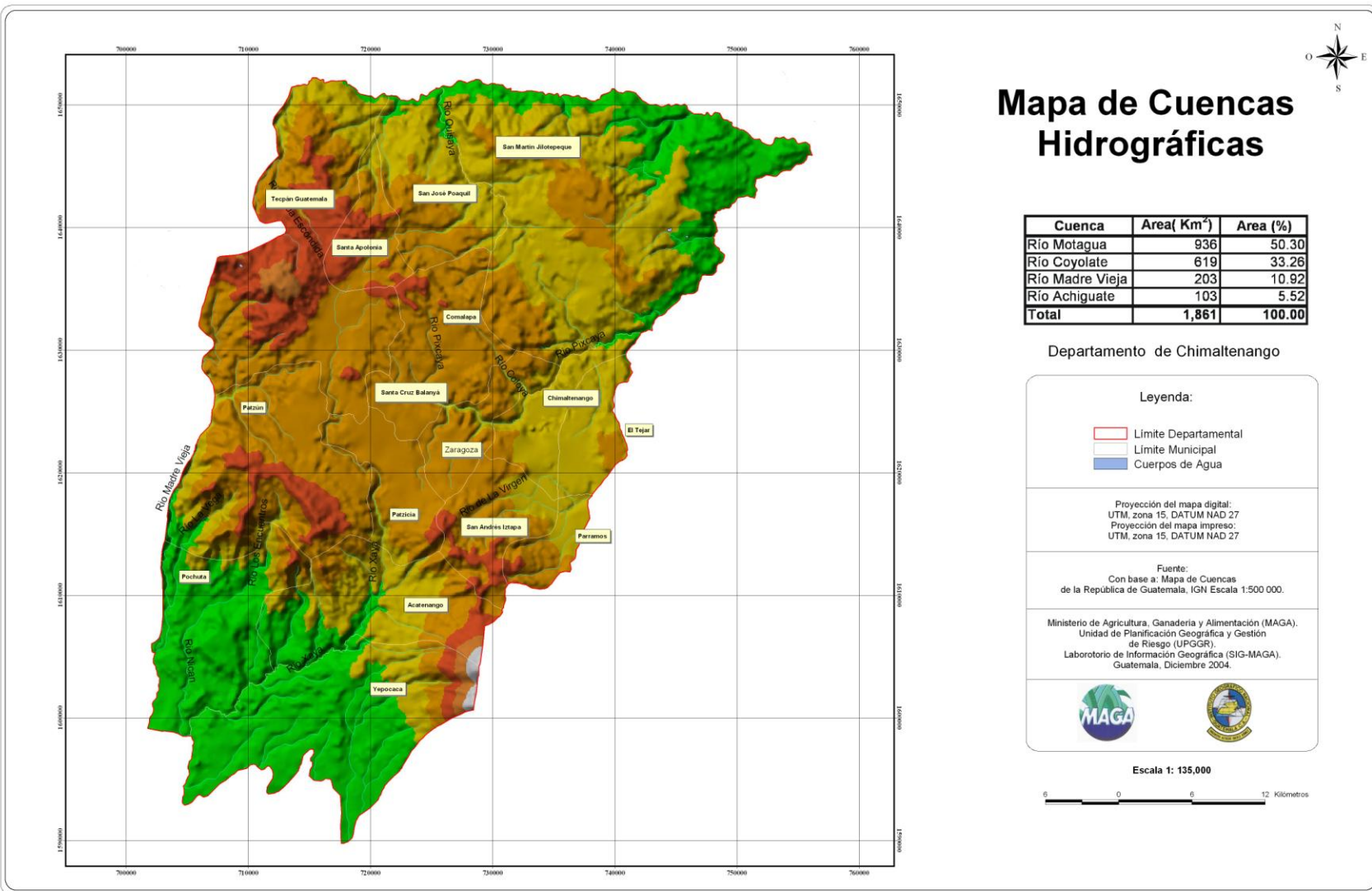


Figura. 29 Mapa de Capacidad de Uso de la Tierra (USDA)  
Fuente: MAGA / IGN






## Mapa de Cuencas Hidrográficas

Cuenca	Area( Km <sup>2</sup> )	Area (%)
Río Motagua	936	50.30
Río Coyolate	619	33.26
Río Madre Vieja	203	10.92
Río Achiguate	103	5.52
<b>Total</b>	<b>1,861</b>	<b>100.00</b>

Departamento de Chimaltenango

Leyenda:

-  Limite Departamental
-  Limite Municipal
-  Cuerpos de Agua

Proyección del mapa digital:  
UTM, zona 15, DATUM NAD 27  
Proyección del mapa impreso:  
UTM, zona 15, DATUM NAD 27

Fuente:  
Con base a: Mapa de Cuencas  
de la República de Guatemala, IGN Escala 1:500 000.

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA).  
Unidad de Planificación Geográfica y Gestión  
de Riesgo (UPGGR).  
Laboratorio de Información Geográfica (SIG-MAGA).  
Guatemala, Diciembre 2004.



Escala 1: 135,000

0 6 12 Kilómetros

Figura. 30 Mapa de Cuencas Hidrográficas  
Fuente: MAGA / IGN

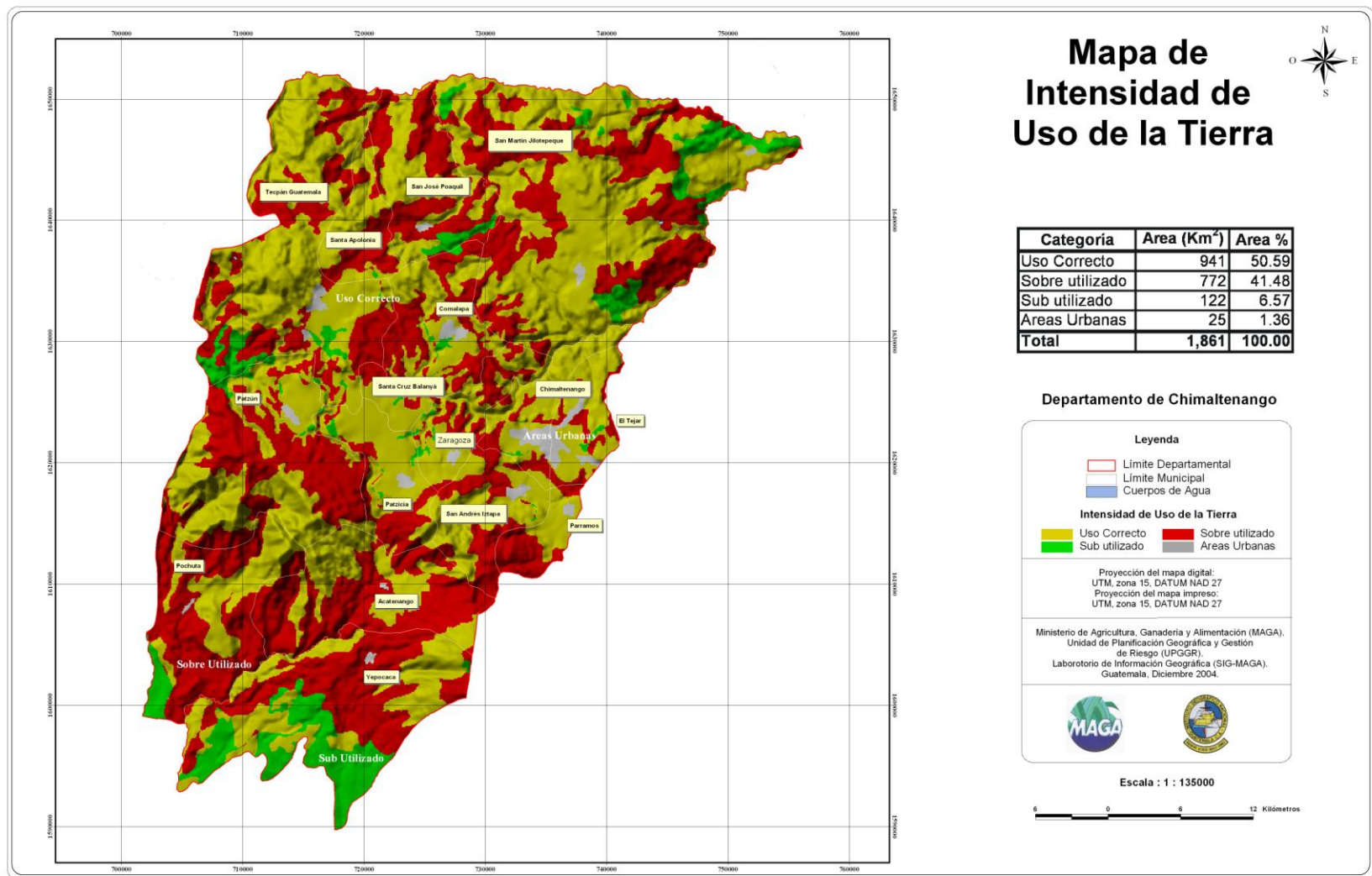


Figura. 31 Mapa de Intensidad de Uso de la Tierra

Fuente: MAGA / IGN



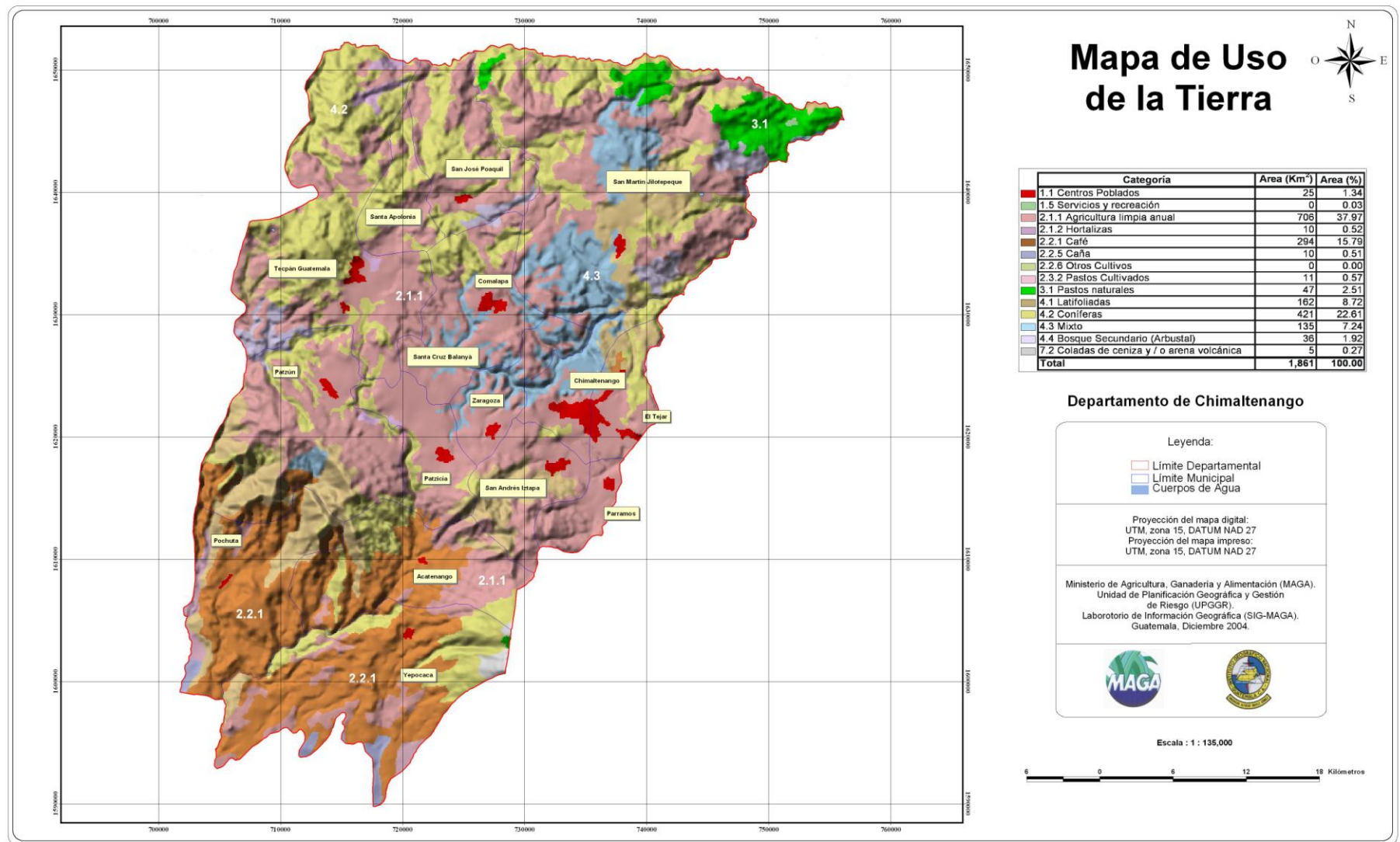


Figura. 32 Mapa de Uso de la Tierra

Fuente: MAGA / IGN

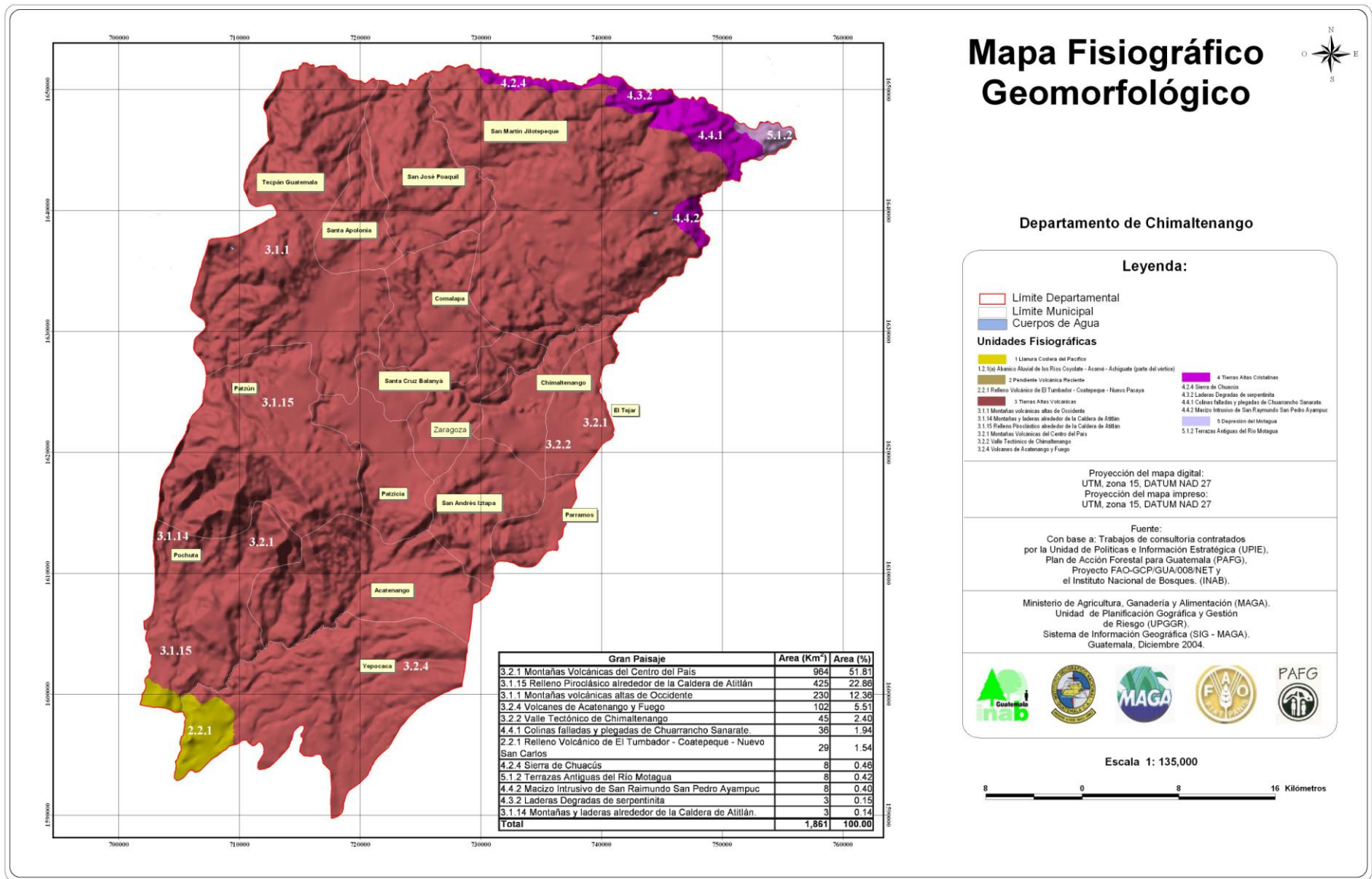


Figura. 33 Mapa Fisiográfico Geomorfológico

Fuente: MAGA / IGN

**Encuesta de información general para determinar aspectos del proyecto en función de la sustitución del sistema de riego con tinajas por el sistema de riego por goteo en el cultivo de ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L.), en la finca San Bernardino, Ciénega Grande, Chimaltenango.**

**I.- DATOS GENERALES:**

Nombre del Productor \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

Nombre del Encuestador \_\_\_\_\_

Fecha de la Encuesta \_\_\_\_\_

Hora de Inicio \_\_\_\_\_

Hora de Finalización \_\_\_\_\_

**II.- DATOS EDAFOLOGICOS DEL AREA.**

Altitud aproximada \_\_\_\_\_

Clima predominante \_\_\_\_\_

Tipo de suelo \_\_\_\_\_

Temperatura Mínima \_\_\_\_\_

Temperatura Máxima \_\_\_\_\_

**III.- DATOS TECNICOS DE LA UNIDAD PRODUCTIVA.**

1. ¿A partir de qué fecha se dedica al cultivo del ejote francés?
2. ¿Con qué área inició el cultivo?
3. ¿Cuál era el valor del arrendamiento por hectárea?
4. ¿Con qué sistema de riego inició?
5. ¿Qué fuente de agua utilizaba?
6. ¿Qué equipo de bombeo utilizaba?
7. ¿Cuál fue el costo del equipo de bombeo?
8. ¿Cada cuánto tiempo hacia los riegos?
9. ¿Cuántos riegos aplicaba en todo el tiempo de cultivo?
10. ¿Cuántos jornales utilizaba por riego?
11. ¿Hasta qué fecha llegó utilizando el riego superficial?
12. ¿Qué le motivó a cambiar el riego superficial?
13. ¿Que variedad cultivaba?
14. ¿Cuántas cajas producía con riego superficial por Ha?
15. ¿En qué mercado o empresa vendía el producto?
16. ¿Qué distanciamiento utilizaba? entre surcos \_\_\_\_\_ Entre plantas \_\_\_\_\_

Continuación encuesta de información

### **INFORMACION CON RIEGO POR GOTEO.**

1. ¿Qué le motivo a utilizar el riego por goteo?
2. ¿Con cuántas hectáreas inició el riego por goteo?
3. ¿A partir de qué fecha inició con el riego por goteo?
4. ¿Actualmente cuantas hectáreas cultiva?
5. ¿Cuántas de esas hectáreas por alguna razón no las cultivaba anteriormente?
6. ¿Qué fuente de agua utiliza?
7. ¿Qué equipo de bombeo utiliza?
8. ¿Cuál es el costo del equipo de bombeo?
9. ¿Cuál es la capacidad del equipo en litros por segundo?
10. ¿Cuáles son los principales problemas que ha tenido para introducir el sistema de riego por goteo?
11. ¿Qué ventajas encuentra con el riego por goteo?
12. ¿Qué desventajas encuentra en el riego por goteo?
13. ¿Considera que gasta menos agua que con el riego superficial?
14. ¿Cada cuantos días realiza los riegos?
15. ¿Cuantos riegos realiza en el ciclo?
16. ¿Quién le brindó asesoría para implementar el riego por goteo?
17. ¿Quién le instaló el riego por goteo?
18. ¿Cuál es el distanciamiento entre goteros?
19. ¿Cuál es el costo de instalación del sistema de riego por goteo por hectárea?
20. ¿Cuantos años dura el sistema?
21. ¿Qué distanciamiento utiliza? Entre surcos \_\_\_\_\_ Entre plantas \_\_\_\_\_
22. ¿Ha mejorado su producción y calidad del producto con el riego por goteo?
23. ¿Cuantas cajas produce por hectárea?
24. ¿En qué mercado o empresa vende el producto?
25. ¿Cree que la fertilización es más eficiente?