

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN.-

La implementación de un sistema de riego por goteo bajo invernadero es una herramienta útil para producir hortalizas, especialmente fuera de temporada como también en zonas que no cuentan con las condiciones adecuadas para optar por la producción de estos cultivos, es así que de esta manera se logra conseguir mayor precocidad, aumentar los rendimientos, acortar los ciclos vegetativos de las plantas; por lo que todo se plasma en el uso eficiente del agua, ya que es un elemento esencial de todo organismo vivo y de vital relevancia en zonas de clima árido y semi árido, donde una gota es sinónimo de vida. A causa de ello, los asentamientos agrícolas y humanos se han ubicado y desarrollado, preferentemente, cercanos a una fuente de agua, como es el caso de los pueblos a orillas del río Nilo.

Sin embargo, los cambios climáticos que se vienen produciendo a consecuencia del calentamiento global, en el último tiempo en el planeta, están ocasionando en forma cada vez más frecuente ciclos de sequías, que provocan problemas a la población humana, que día a día demanda mayores cantidades de agua para uso agrícola, doméstico, e industrial.

Surge así la necesidad de que la agricultura moderna, sobre todo la agricultura de zonas áridas y semi áridas, utilice metodologías de riego de alta eficiencia, como es el caso de riego localizado por goteo.

Por lo tanto, en la mayoría de las regiones, el problema no es la falta de agua dulce, sino más bien, la mala gestión y distribución de los recursos hídricos y sus métodos. La mayor parte del agua dulce se utiliza para la agricultura, mientras que una cantidad sustancial se pierde en el proceso de riego. La mayoría de los sistemas de riego funcionan de manera ineficiente, por lo que se pierde aproximadamente el 60 por ciento del agua que se utiliza en las actividades de irrigación, como pérdida por el proceso de la evaporación, evapotranspiración o simplemente vuelve al cauce de los ríos o a los acuíferos subterráneos.

Los métodos de riego ineficiente provocan procesos de erosión y desertificación, además de generar riesgos para la salud, como el anegamiento de algunas zonas del Oriente Boliviano.

Es por esta razón que, la empresa AGROS S.R.L., ha optado por cambiar esta realidad juntamente con las comunidades de Pasajes y Chorcoya Avilés, realizando un diagnóstico sobre la necesidad de implementar un sistema de riego por goteo para el uso eficiente del agua en los invernaderos construidos por la empresa constructora SILVA Y LAZCANO, en el proyecto licitado por la sub gobernación del municipio de Yunchará 2da sección de la provincia Avilés que de acuerdo a la identificación del problema planteado, se justifica la ejecución del proyecto “Diseño e Implementación de un sistema de riego por goteo bajo invernadero en dos comunidades del municipio de Yunchará Provincia Avilés”, proyecto desarrollado con la Empresa AGROS S.R.L Sistemas de Riego.

1.1.-CARACTERIZACIÓN DEL PROBLEMA

De acuerdo al diagnóstico realizado por el municipio y juntamente con la Empresa AGROS, a las dos comunidades, el problema principal detectado es la inexistencia de infraestructura y tecnología para la producción de hortalizas en base al uso eficiente del agua, para asegurar la alimentación de los habitantes de la zona alta, esto a causa de:

(FUENTE DIAGNÓSTICO DEL MUNICIPIO2012)

- Niveles bajos de rendimientos de los cultivos por escasos niveles tecnológicos en su manejo debido al manejo inadecuado del agua para cultivo por ausencia de conocimientos y sistemas de producción apropiados, organización de los productores con escasa capacidad de gestión, limitado acceso de los agricultores a crédito para compra de insumos y materiales, clima muy desfavorable para la producción de cultivos hortícolas.

- Falta de capacitación por parte de instituciones que incentiven la producción de hortalizas en zonas, en las cuales no cuenten con factores climáticos favorables para cultivos hortícolas, ineficiencia en el uso de agua para la producción.

Al ver las causas nos planteamos el siguiente problema: Qué estrategias productivas y tecnología en el uso del agua puede mejorar la seguridad alimentaria en zonas que no cuentan con el medio ambiente adecuado para la producción de hortalizas. A mayor información sobre la caracterización del problema se encuentra en los resultados de diagnóstico en el anexo 4 del presente documento, por lo que se justifica el trabajo dirigido del proyecto.

1.2.-PRESENTACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO DIRIGIDO

En el concepto moderno de producción de diversos cultivos, se concibe como parte muy importante el manejo y uso del agua, por lo que se ha volcado toda su sapiencia en lograr un manejo eficiente del agua.

En el presente proyecto, se realizará el diseño y la instalación de riego tecnificado en dos invernaderos para la producción de hortalizas de un grupo de beneficiarios, que luego servirá de guía para la instalación de riego en otros invernaderos de dimensiones similares, en la zona como en el departamento de Tarija. De esta manera, se complementará las condiciones de los invernaderos construidos hasta el momento juntamente con la implementación de un sistema de riego por goteo, con el fin de realzar la producción y de esta manera contribuir en la seguridad alimentaria de los habitantes de dos comunidades: Pasajes y Chorcoya Avilés.

Por lo tanto, el riego localizado a implementarse en invernaderos en las 2 comunidades del Municipio de Yunchará distrito 4, supondrá una mejora tecnológica importante, que contribuirá por tanto, a una mayor productividad para ambas comunidades.

Razones que justifican este tipo de accionar como es la autogestión para la implementación de un sistema de riego por goteo para un invernadero, con toda la infraestructura requerida para su propósito, como una solución válida para estimular el desarrollo productivo de la zona.

1.3.-CARACTERÍSTICAS Y OBJETIVOS DE LA INSTITUCIÓN DONDE SE REALIZÓ EL TRABAJO DIRIGIDO

1.3.1-AGROS SRL

Es una organización no gubernamental sin fines de lucro orientada al desarrollo rural y o semi urbano desde el sector agropecuario. Vendiendo, diseñando e instalando sistemas de riego presurizado.

1.3.2.-UBICACIÓN GEOGRÁFICA

2. 1.-AGROS S.R.L

Se ubica en el departamento de Tarija, ubicado al Sur de Bolivia, limita al Norte con el departamento de Chuquisaca, al Sur con la República Argentina, al Este con la República del Paraguay y al Oeste con los departamentos de Chuquisaca y Potosí.

2.2.-CREACIÓN.

La Organización No Gubernamental AGROS S.R.L, ha sido creada como un instrumento tecnológico para resolver los problemas de uso y manejo del agua en comunidades productivas en base a la experiencia de muchos años de trabajo en el rubro por parte de sus socios fundadores, comprometiendo a los actores institucionales públicos para construir alianzas estratégicas con el sector privado

con el fin de crear sinergias que impulsen el desarrollo productivo, redundando en el mejoramiento de las condiciones de vida de los habitantes de la región.

A.3.-ASPECTO LEGAL:

La organización No Gubernamental “AGROS”S.R.L es una persona jurídica de derecho privado sin fines de lucro, se constituye al amparo de lo previsto por el inc. c) del Art. 7 de la Constitución Política del Estado. Arts. 12, 54, 56, 58 y siguientes del Código Civil, actúa independientemente, no reconoce ni acepta ninguna discriminación social, religiosa, cultural o de cualquier clase.

A.4.-EXTENCION IMPOSITIVA

La Solicitud de exención fue presentada por el señor Daniel Marcelo Zamora Ramírez, en su condición de representante legal del contribuyente Organización No Gubernamental AGROS. Amparándose en el artículo 49 de la Ley N ° 843 se solicita la Exención del Impuesto sobre las Utilidades de las Empresas (I.U.E.), toda vez que los artículos 2 y 5 del estatuto Orgánico destacan que AGROS es una organización No Gubernamental de derecho privado, que no persigue fines de lucro. Con lo que en Resolución Administrativa N ° 046/2008 resuelve declarar la exención del Impuesto sobre las Utilidades de las Empresas (I.U.E.).Resolución Normativa de Directorio N ° 10.0030.05.

A.5.-ESTRUCTURA DE DECISIÓN

El Directorio de la ONG AGROS está conformado por el Presidente, Un Vicepresidente, Un Secretario de Hacienda, un Vocal, todos ellos con derecho a voz y voto en las sesiones del Directorio; actuará como Secretario, el vicepresidente. El Directorio es elegido en Asamblea Ordinaria de entre los socios activos de la ONG AGROS, por el término de dos años. Y en la ciudad de Tarija en

fecha primero de junio del año 2006 en reunión de socios fundadores se determinó la conformación del Directorio con las siguientes carteras y personas:

Presidente Gonzalo Ricardo Trigo Frigerio

Vicepresidente Daniel Marcelo Zamora Ramírez

En fecha 23 de octubre de 2006, con Testimonio 307/2006 y Notario Ana Pompeya se otorga Poder especial amplio y bastante al Sr. Daniel Marcelo Zamora Ramírez en condición de Representante Legal y Director Ejecutivo.

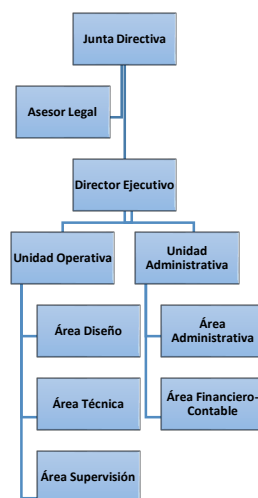
A.6.-RECURSOS HUMANOS

AGROS S.R.L cuenta con un equipo reducido a de 2 personas, los cuales trabajan a nivel consultoría en las oficina a tiempo requerido.

Relación de Puestos

Grupo Ocupacional	total de puestos	Proceso sustantivo (Programa Técnico)**	Procesos de Apoyo (Programa Administrativo)*
CARGOS FIJOS			
Ejecutivo	2	1	1
Total	2	1	1

A.7.-ORGANIGRAMA



A.8.-OBJETIVO GENERAL

Aportar a los procesos de desarrollo de manera armónica e integral, con enfoque participativo y sostenible, compartiendo conocimientos locales y científicos, buscando a la autodeterminación de la población, para mejorar su calidad de vida.

A.9.-OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Contribuir al desarrollo de los diferentes sistemas productivos locales y regionales en forma específica y/o integral, masificando el uso tecnificado del agua en actividades productivas agropecuarias asegurando la producción para elevar los niveles de competitividad del poblador del área rural.
- Fortalecer procesos medio ambientales y de desarrollo en los que este inmersa el agua, con enfoques de participación y sostenibilidad.
- Buscar el mejoramiento de la calidad de vida de la población en todos los ámbitos.
- Apoyar el fortalecimiento de capacidades en el uso del agua para conservar dichas fuentes para beneficio irrestricto de la población.

A.10.-MISIÓN DE AGROS S.R.L

Transformar ideas en proyectos sustentables con la utilización de tecnologías adecuadas, para que dejen de ser un problema y logren un beneficio económico sin sacrificar los recursos naturales respetando las tradiciones y actividades programadas por las comunidades.

A.11.-VISIÓN DE AGROS SRL

Contar con un equipo de trabajo; compuestos por especialistas en instalación de sistemas de riego a goteo y con los materiales y el equipamiento necesario para

instalar sistemas en pequeñas y grandes extensiones, para asociaciones y productores individuales.

B.1.-LINEAS DE ACCION

La Organización AGROS S.R.L. ha creado una modalidad de diseño y ejecución de proyectos de riego presurizado denominada: SISTEMAS DE RIEGO COMUNITARIO, pensando en maximizar beneficios y minimizar costos de diseño, instalación, capacitación y asistencia técnica, dotando de infraestructura productiva a Comunidades ubicadas en zonas donde pueden implantarse cultivos de alta rentabilidad, debido a sus características de suelo, clima y ubicación geográfica.

1.4.-OBJETIVOS DEL TRABAJO DIRIGIDO

Por todo lo expuesto anteriormente, los objetivos planteados en el presente trabajo dirigido, fueron los siguientes:

1.4.1.- OBJETIVO GENERAL.

Diseñar e implementar un sistema de riego por goteo para hortalizas que se cultivaran bajo invernadero, con el fin de optimizar el abastecimiento hídrico, para dos comunidades del municipio de Yunchará.

1.4.2.- Objetivos específicos.

- Realizar el diseño del sistema de riego por goteo en función de los parámetros agronómicos considerando las condiciones climáticas y las necesidades hídricas para una serie de hortalizas.
- Elaborar el diseño hidráulico para el área del invernadero sometido a un sistema de riego por goteo para el uso óptimo del recurso agua.

- Establecer los costos incurridos para el diseño y la implementación del sistema de riego por goteo para las comunidades que contarán con este beneficio.

CAPÍTULO II

II.-MARCO TEÓRICO.-

2.1.- EL RIEGO.-

Según Losada (2000), el riego consiste en aportar agua al suelo para que los vegetales tengan el suministro que necesitan favoreciendo así su crecimiento. Se utiliza en la agricultura y en jardinería.

Una manera moderna de regar, es la utilización de los métodos de presurizados de riego, que consiste en la aplicación del agua al suelo en forma localizada, es decir, sólo se moja una zona restringida del volumen radicular y en dosis necesarias, Estos métodos son apropiados para zonas donde el agua es escasa, ya que su aplicación se hace en pequeñas dosis y de manera frecuente, consiguiendo con esto un mejor control de la aplicación del agua y algunos otros beneficios agronómicos. (Moya, 2002).

2.2.-EL RIEGO LOCALIZADO.-

Una manera moderna de regar, es la utilización de los métodos de presurizados de riego, que consiste en la aplicación del agua al suelo en forma localizada, es decir, sólo se moja una zona restringida del volumen radicular y en dosis necesarias, Estos métodos son apropiados para zonas donde el agua es escasa, ya que su aplicación se hace en pequeñas dosis y de manera frecuente, consiguiendo con esto un mejor control de la aplicación del agua y algunos otros beneficios agronómicos. (Moya, 2002).

El riego localizado se empezó a ensayar en Alemania en 1860 y en Estados Unidos en 1918, mediante tuberías porosas o perforadas enterradas. El sistema resultó caro por el tipo de tuberías que se empleaban y presentaba problemas de obstrucción, porque las raíces de las plantas acababan taponando las salidas. (Megh y Goyal 2010).

Puede afirmarse que el riego localizado tal como se conoce en la actualidad, empezó en Inglaterra, después de la Segunda Guerra Mundial, en invernaderos, semilleros y jardinería, utilizándose micro tubos como emisores. Sin embargo, es en la década de los sesenta, en Israel, cuando se inicia su expansión, tras el perfeccionamiento de las técnicas de extrusión e inyección de los plásticos.

Así, Israel fue uno de los países pioneros de la investigación y desarrollo de este tipo de riegos para sus zonas áridas, semiáridas y desérticas. Simultáneamente se investigó en Italia, Inglaterra, Francia y Estados Unidos, llegándose a buenos resultados, saltando de la etapa experimental a la fase de expansión agrícola. (Claude, 1993).

2.3.- SISTEMA DE RIEGO.-

Se denomina sistema de riego o perímetro de riego, al conjunto de estructuras, que hace posible que una determinada área pueda ser cultivada con la aplicación del agua necesaria a las plantas. El sistema de riego consta de una serie de componentes. Sin embargo, debe notarse que no necesariamente el sistema de riego debe constar de todas ellas, el conjunto de componentes dependerá si se trata de riego superficial, por aspersión, o por goteo. (Valverde, 2007).

2.4.- RIEGO POR GOTEO.-

Un sistema de riego por goteo, consiste en líneas principales, líneas secundarias y laterales. Las líneas laterales pueden ser de tubo plástico pequeño combinado con goteros, o simplemente de tubo plástico de baja presión con orificios. Éstas están diseñadas para distribuir agua al campo con un grado aceptable de uniformidad. La línea secundaria actúa como un sistema de control, la cual puede ajustar la presión de agua de tal forma que suministre la cantidad de flujo requerido en cada lateral. También se utiliza para controlar el tiempo de riego en campos individuales. La línea principal sirve como un sistema de transporte para suministrar la cantidad total de agua requerida en el sistema de riego. Los goteros, líneas laterales, líneas secundarias y principales se consideran partes principales del sistema. Hay otros componentes importantes tales como filtros, reguladores de presión, indicadores de presión,

válvulas, inyectoros de fertilizante, y otros, los cuales sirven de diferentes propósitos en un sistema de riego. (Megh y Goyal 2000).

Un sistema de riego por goteo está hecho de la combinación de tubos plásticos de diferentes tamaños, los cuales usualmente se consideran como conductos lisos. La fórmula de Blasius, se puede utilizar para determinar el flujo turbulento en un conducto liso. La mayor parte de los grandes sistemas de irrigación por goteo utilizan un cierto tipo de filtro de agua para impedir la obstrucción de los pequeños tubos surtidores. El riego por goteo, igualmente conocido bajo el nombre de riego gota a gota, es un método de irrigación utilizado en las zonas áridas, pues permite la utilización óptima de agua y abono. (Wikipedia, 2009).

Existen muchos métodos para controlar la operación de un sistema de riego por goteo; varían desde una operación completamente manual a una operación completamente automática. Los métodos básicos para proporcionar un sistema de control son el control del tiempo, el control del volumen y el control de retroinformación. Un sistema de control de tiempo permite que el agua circule por el sistema o no circule, en tiempos predeterminados. Un sistema de control por volumen permite que el agua circule o deje de circular de acuerdo con el volumen de agua que ha sido entregado por el sistema. (Alpi, A. y Tognoni F. 2000).

La práctica del riego constituye uno de los factores más importantes para el desarrollo y crecimiento de las plantas, la cual puede llevarse a cabo mediante el sistema de riego por goteo. El mismo permite una mejor utilización de agua y permite controlar a la perfección los fertilizantes a utilizar, así como suministrar la cantidad de agua exacta requerida por el cultivo en todo momento, (Valera Martínez, D. L. 2003).

Si está correctamente montado, instalado y controlado, el riego por goteo puede ayudar a realizar importantes economías de agua por la reducción de la evaporación. Por otro lado, el riego gota a gota puede eliminar muchas enfermedades que nacen del contacto del agua con las hojas. (Claude, 1993).

2.5.-CARACTERÍSTICAS DEL RIEGO POR GOTEO.-

- Emisión de agua por fuentes puntuales que mantienen baja la tensión del agua en la zona mojada.
- Se utiliza pequeños caudales.
- El agua es emitida en forma de gotas o pequeños chorros.
- El principal Medio de propagación es el suelo

2.6.-VENTAJAS DEL RIEGO POR GOTEO.-

Matallana y Montero (2001), indican que el riego por goteo ofrece beneficios potenciales en el uso eficiente del agua, en la respuesta de las plantas, en el manejo del cultivo y en los rendimientos agronómicos de los cultivos.

- **Uso eficiente del agua de riego:** en el riego por goteo las pérdidas directas por evaporación se llevan a un mínimo, no existe movimiento de gotas de agua a través del aire, no hay mojamiento del follaje de las plantas y no hay evaporación desde la superficie del suelo fuera de aquella mojada al lado del gotero o emisor.
- **Respuesta de las plantas:** la respuesta de las plantas sometidas al riego por goteo parece ser superior que en otros sistemas de riego. A continuación se detallan algunas de las ventajas que trae la implementación de este sistema de riego en las plantas.
- **El ambiente de las raíces:** un sistema de riego por goteo bien manejado permite una aireación del suelo efectiva, una provisión de suficientes nutrientes y fertilizantes inyectados en el agua y una constante baja tensión del agua del suelo.
- **Enfermedades y plagas:** al minimizar el humedecimiento de la superficie del suelo y el follaje de la planta, el riego por goteo reduce la posibilidad de ataque de plagas y desarrollo de enfermedades y problemas fungosos (hongos). Además se mejora notablemente la eficiencia de las pulverizaciones para el control de enfermedades.

- **Salinidad:** cuando deben usarse aguas salinas para el riego, es muy conveniente utilizar un sistema de riego por goteo de alta frecuencia, para mantener continuamente un alto contenido de agua en el suelo: de esta manera la concentración de sales en el agua del suelo puede ser mantenida más baja que aquella que pueda producir daño a las plantas.
- **Malezas:** en las zonas áridas los huertos frutales regados por goteo se han mantenido prácticamente libres de malezas, ya que éstas no crecen en la superficie del suelo que se mantiene seca entre las hileras. En zonas húmedas y sombreadas, alrededor de los árboles y cerca de los emisores, las malezas crecen en forma retardada.
- **Beneficios agronómicos:** es posible obtener varios beneficios al mojar solamente una parte del suelo y mantener otra parte de la superficie seca por medio del riego por goteo. En primer lugar las actividades de riego no interfieren seriamente con otro tipo de trabajo agronómico como la preparación del suelo, la cosecha, etc. Además el riego por goteo reduce la necesidad de escardar el suelo, ya que hay menos malezas. La fertilización es otro tipo de beneficio agronómico que no es necesariamente exclusivo del riego por goteo: puede formar parte del sistema de riego por la posibilidad de distribuir el fertilizante y llevarlo hasta la zona de raíces en forma controlada, haciendo así economía en el uso de abonos.

2.7.-BENEFICIOS DE MANEJO Y BENEFICIOS ECONÓMICOS.-

Para regar cultivos ampliamente espaciados y plantados en hileras, el costo de un sistema de riego por goteo diseñado correctamente es bajo en relación con cualquier otro tipo de riego permanente. Además, cuando no se producen problemas de taponamiento de los goteros y el mantenimiento de las líneas de emisores es mínimo, los costos de operación y mantenimiento del sistema de riego por goteo son muy pequeños. Sin embargo, en las plantaciones de cultivos en hileras o en viñas, donde la distancia promedio entre las líneas de emisores debe ser menos de tres metros, el costo del riego por goteo es relativamente alto.

El riego por goteo es ideal para regar cultivos bajo cubierta plástica y campo abierto, porque las líneas de emisores pueden ser colocadas bajo las cubiertas. Además, la operación del sistema de riego no es afectada por el viento, lo cual es muy importante. El sistema de riego por goteo puede ser adaptado para terrenos con pendientes quebradas o pendientes no uniformes.

Finalmente, el riego por goteo requiere presiones relativamente bajas y descargas constantes y su eficiencia de aplicación es generalmente alta, lo cual reduce el tamaño de las cañerías y el uso de energía. (www.emagister.com/sistema-riego-goteo-cursos-2279384.htm).

2.8.- DESVENTAJAS Y PROBLEMAS POTENCIALES DEL RIEGO POR GOTEO. -

El riego por goteo está sujeto a tres problemas potenciales importantes: la taponadura de los emisores, problemas de salinidad alrededor de la planta y una mala distribución de la humedad en el suelo (www.hidro-plant.com/hidro-plant-microaspersion.html).

A continuación se detalla cada una de ellas:

- **Sensibilidad en el tapamiento o taponamiento de los goteros:** El taponamiento del paso del agua en los emisores es el problema más serio que debe considerarse en el riego por goteo. Las causas más comunes de taponamiento son las partículas de arena y los crecimientos orgánicos. La filtración del agua de riego es la mejor defensa contra estos problemas, pues es bastante difícil y caro detectar un emisor tapado.
- **Desarrollo de condiciones de salinidad del suelo:**

Todas las aguas de riego contienen algunas sales disueltas. Como la planta absorbe solamente el agua, una gran parte de la sal es dejada en el suelo. Estas sales son generalmente empujadas hacia los bordes de la masa de suelo humedecida durante la

estación de crecimiento. Por medio de una aplicación mayor de agua que la cantidad consumida por las plantas, la mayor parte de las sales puede ser empujada o lavada fuera de las zonas de raíces. De esta manera, la sal se acumula alrededor de los bordes de la superficie mojada.

2.9.- PARTES QUE CONSTA UN RIEGO POR GOTEO. –

- **Cabezal de riego:** Es el conjunto que forman el sistema de filtrado y el de abonamiento o fertilización con sus correspondientes válvulas y accesorios. Junto con las tuberías y los goteros forman los elementos fundamentales del sistema.
- **Equipo de filtración:** imprescindible para filtrar las aguas que bien provengan de estanques al aire libre o de pozos y sobre todo de los ríos, nunca garantizan su limpieza. Es más, si el sistema se fundamenta en el racionamiento del agua y su buena y uniforme distribución a través de unos agujeros en las tuberías o unos dispositivos calibrados para efectuar gota a gota (goteros), es elemental que garanticemos la limpieza de las aguas.
- **Sistemas de filtrado:** hay muchos y evidentemente todos tratan de conseguir la limpieza del agua de partículas extrañas. Filtros de arena y gravas, de mallas, de algas; sistemas fundados en la decantación, en cilindros, con sistemas automatizados o no, todos ellos pueden resultar válidos si forman parte de un buen proyecto que garantice la mínima obstrucción posible, ya que de ella depende la eficacia del sistema.
- **Equipo de fertilización:** una de las grandes ventajas del riego por goteo radica en la posibilidad de incorporar al riego el abono necesario para el buen cultivo de las plantas. Esta modalidad de abonamiento garantiza el reparto

proporcionado del complemento nutritivo así como la puntualidad del momento adecuado para efectuarlo.

- **Control del riego:** es fundamental que la instalación deba tener un buen sistema que garantice la presión, el caudal, el tiempo etc. Todo ello lo realizan las válvulas, tensiómetros y reguladores de caudal que son lo que contribuyen con su eficacia al mejor aprovechamiento de la instalación, (Cadahia, 2000).
- **Goteros:** son los elementos cuya misión no es otra que la de aplicar el agua a las plantas a cultivar. Son también de diversas clases y modalidades, pero todos ellos han de reunir al final las condiciones de regular el caudal adecuadamente y tener el orificio del tamaño adecuado para que se eviten las obstrucciones que constituyen el principal problema de esta modalidad de riego.
- **Tuberías:** evidentemente la red de tuberías con sus distintos diámetros, reductores y accesorios, como la estructura del riego por goteo. Facilidad en el corte y en el pegado y al mismo tiempo la dureza y resistencia ante los cambios de temperatura, han hecho que el fibrocemento se deje sólo para las redes principales de grandes cultivos. (www.euroresidentes.com/jardineria/sistemas...riego/riego/riego_por_goteo/caracteristicas_del_riego_por_goteo.ht).

Los goteros suelen trabajar a una presión de aproximadamente 1 kg/cm² conocido popularmente por kilo y suministran caudales entre 2 y 16 litros/horas. Lo más frecuente es que las tuberías laterales y los goteros estén situados sobre la superficie del suelo, y el agua se infiltre y distribuya en el subsuelo. En ocasiones las tuberías laterales se entierran entre 20 y 70 cm y los goteros aportan el agua a esa profundidad, conociéndose entonces como riego por goteo subterráneo. La profundidad de enterrado del porta goteros dependerá del tipo de cultivo y del tipo de suelo. Este sistema está basado en la utilización de franjas de humedad que garantizan

una buena uniformidad de riego. Tiene como principal inconveniente la obstrucción de goteros y la dificultad de detectar fallos en el funcionamiento de estos así como de su reparación, (<http://www.gro.itesm.mx>.2002).

2.10.-EL INVERNADERO.-

Un invernadero es una construcción agrícola con una cubierta traslúcida que tiene por objetivo reproducir o simular condiciones climáticas adecuadas para el crecimiento y desarrollo de plantas de cultivo establecidas en su interior, con cierta independencia del medio exterior. De las estructuras empleadas para proteger cultivos, los invernaderos permiten modificar y controlar de forma más eficiente los principales factores ambientales que intervienen en el crecimiento y desarrollo de las especies vegetales.

La finalidad de los invernaderos es proteger cultivos de los factores y elementos adversos a su desarrollo; como son altas y bajas temperaturas, granizadas, vientos, lluvias torrenciales, cantidad y calidad de energía luminosa. Estos factores y elementos pueden ser modificados y controlados eficientemente mediante el diseño, equipamiento y manejo apropiado de cada invernadero, considerando las condiciones climáticas locales y los requerimientos de cada especie agrícola a cultivar dentro de ellos.

El desarrollo de los cultivos en invernaderos, en sus diferentes fases de crecimiento, está condicionado por cuatro factores ambientales o climáticos: temperatura, humedad relativa, luz y CO₂.

I.2. LAS CONDICIONES DE HUMEDAD EN LOS INVERNADEROS.-

En el interior del invernadero, la humedad absoluta es siempre superior a la de la exterior. Ello es debido a que en el interior del invernadero existe una gran densidad de plantas, que debido a la transpiración, elevan la humedad absoluta del interior.

Las condiciones de alta humedad son más prevalentes en la noche en climas fríos o también durante el día en estaciones frías. En la noche la humedad relativa puede

hacerse muy alta con el descenso de la temperatura en el anochecer y mantenerse alta hasta la mañana cuando el calor del sol calienta el invernadero. Pero si este calor del sol es en pequeña cantidad, la atmósfera del invernadero permanece húmeda por todo el día.

Tales condiciones de humedad causan serios problemas, tanto a las plantas, estimulando enfermedades fungoides (hongos), como a las estructuras metálicas, provocando la corrosión. La humedad afecta también a la madera de puertas y ventanas del invernadero, ya que éstas se mantienen permanentemente húmedas con riesgo a pudrirse.

2.11.-DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO.-

A continuación se describen los principales pasos a seguir para diseñar un sistema de riego, es importante recordar que cada uno de estos pasos tiene interrelación y el éxito de cada uno dependerá de la calidad, esfuerzo y dedicación con que se realicen.

Para la elaboración del diseño, debe recopilarse información básica, que a continuación se describe:

2.11.1.- TIPO DE CULTIVO.-

En este apartado se debe recopilar: profundidad de las raíces, criterio, K_c del cultivo, tipo de riego recomendado y su eficiencia, densidad de plantación: número de hileras y plantas por hileras.

2.11.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA.-

Recopilar información, características climáticas, velocidad del viento afectando la eficiencia del riego, características físicas del terreno, estructura, velocidad de infiltración.

Obtenida esta información se puede comenzar a diseñar el sistema de riego realizando los siguientes cálculos. Con la información recopilada, es importante que se siga esta secuencia lógica:

2.11.3.-DISEÑO AGRONÓMICO.-

El diseño Agronómico es el componente fundamental dentro de todo proyecto de riego, en cuanto decide una serie de elementos de la instalación, tales como número de emisores, disposición de los mismos, etc. Además, proporciona unos datos básicos para el posterior diseño Hidráulico, como caudal por emisor y planta, duración del riego, etc. (Fuente. Fernando Pizarro 1996 Pg.183)

El diseño agronómico consta de dos fases o etapas:

1. Cálculo de las necesidades de agua
2. Determinación de los parámetros de riego: dosis, frecuencia e intervalo entre riegos, caudal necesario, duración del riego, número de emisores y disposición de los mismos. (Fuentes 2003).

Esquema para el diseño agronómico

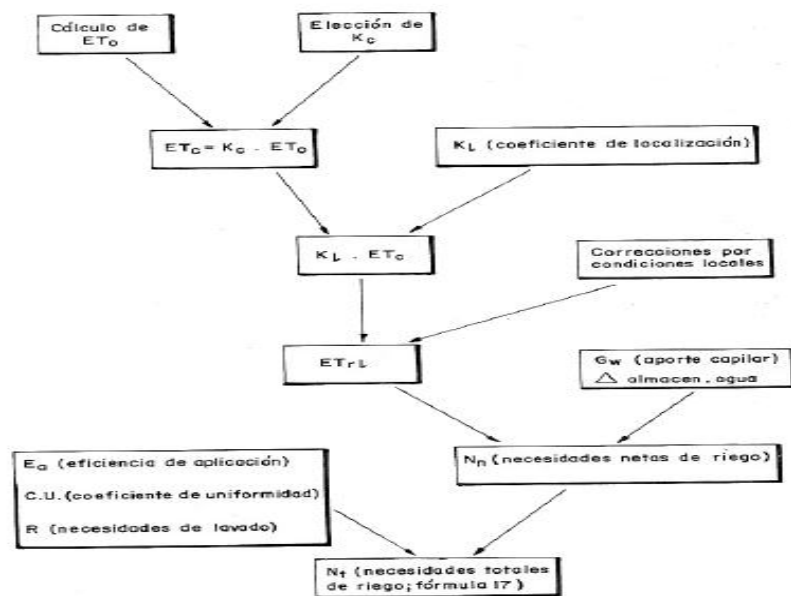


Figura 1 Esquema del diseño agronómico

Fuentes (2000), muestra que una vez calculadas las necesidades de riego hay que determinar la dosis, frecuencia y duración del riego, así como el número de emisores por plantas y el caudal por emisor. Para finalmente decidir la disposición de los emisores calculando lo siguiente:

- Superficie mojada por emisor.
- Porcentaje de la superficie mojada.
- Número de emisores por planta.
- Profundidad del bulbo.
- Dosis de intervalo entre riego y profundidad de riego.
- Disposición de los emisores.
-

2.11.3.1.-DETERMINACIÓN DE LAS NECESIDADES DE AGUA.-

La planta sólo utiliza una pequeña parte del agua disponible en sus procesos metabólicos, el resto se pierde por la transpiración del propio vegetal y por evaporación en el suelo, fenómeno conocido como **evapotranspiración del cultivo (Etc.)**. La cantidad de agua a aportar deberá ser igual a la **Etc., para** así compensar dichas pérdidas. **ET₀** es la evapotranspiración de referencia, dato que se puede obtener de las estaciones meteorológicas más cercanas de cada provincia. ([http://riegos.ivia.es/datos-meteorologicos.](http://riegos.ivia.es/datos-meteorologicos))

2.11.3.2.-EVAPOTRANSPIRACIÓN DE REFERENCIA Y EVAPORACIÓN POTENCIAL.-

Se denomina evapotranspiración del cultivo de referencia o simplemente evaporación de referencia (E_{rc}) a la evaporación (mm/d) de un cultivo ideal de hierba con una altura fija de 0,12 m, un albedo de 0,23 y una resistencia superficial de 69 s/m. La precisión de la definición sugiere que es el resultado de muchas iteraciones, cosa que es efectivamente cierta.

2.11.3.3.-EVAPOTRANSPIRACION DEL CULTIVO (Etc.).-

Es la máxima evapotranspiración de un cultivo particular en un estado específico de su desarrollo. Demanda de agua de un cultivo en particular. Puede ser medida a partir de lisímetros o estimada a partir de la ET₀ utilizando coeficientes empíricos.

La evapotranspiración del cultivo se calcula multiplicando E_{To} por K_c , el cual es un coeficiente que expresa la diferencia entre la evapotranspiración de la superficie cultivada y la superficie del pasto de referencia. Esta diferencia puede ser combinada dentro de un coeficiente único o integrado del cultivo, o puede ser separada en dos.

2.11.3.4.-EL COEFICIENTE DE CULTIVO O K_C

ES un coeficiente de ajuste que permite calcular la E_{Tr} a partir de la ETP o E_{To} . Estos coeficientes dependen fundamentalmente de las características propias de cada cultivo, por tanto, son específicos para cada uno de ellos y dependen de su estado de desarrollo y de sus etapas fenológicas, por ello, son variables a lo largo del tiempo. Dependen también de las características del suelo y su humedad,¹⁰ así como de las prácticas agrícolas y del riego

2.11.3.5.-EFECTO DE LOCALIZACIÓN K_L .

Se han propuesto numerosos procedimientos que corrigen la E_{Tr} por el “efecto de localización”. Entre ellos hemos seleccionado como más práctico los que se basan en *la fracción de la superficie del suelo sombreada por la cubierta vegetal al medio día en el solsticio de verano, respecto a la superficie total*. A efectos prácticos se puede hacer coincidir la superficie sombreada con la proyección sobre el terreno del perímetro de la cubierta vegetal.

La fracción de área sombreada es:

$$(1.1) \quad A = \frac{(\pi * a^2) / 4}{a * b} = \text{Área sombreada}$$

Diversos autores han estudiado la relación entre K_L (factor de corrección por efecto de localización) y A , obteniendo las fórmulas siguientes:

Aljibury et al. $K_L = 1,34 A$

Decroix $K_L = 0,1 + A$

Hoare et al.

$$K_L = A + 0,5 (1 - A)$$

Keller

$$K_L = A + 0,15 (1 - A) \text{ gg}$$

El valor medio de los coeficientes de localización es $K_L=0.54$. Si se eliminan los valores no próximos, la media de los dos restantes es $K_L=0.50$, valor casi igual al anterior.

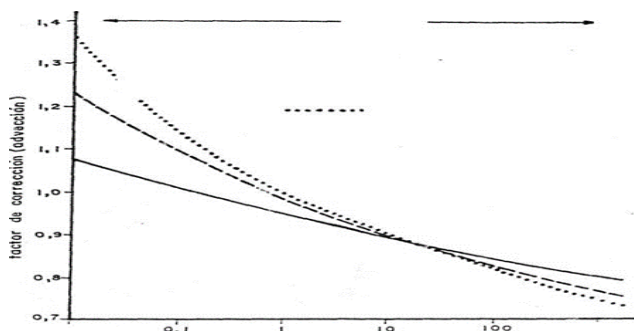
2.11.3.6-CORRECCIONES POR CONDICIONES LOCALES.-

VARIACIÓN CLIMÁTICA.-

Cuando la ET_0 utilizada equivale al valor medio del período estudiado, debe mayorarse, multiplicándola por un coeficiente, pues de otra forma las necesidades calculadas serían también un valor medio, lo que quiere decir que aproximadamente la mitad de los años, el valor calculado sería insuficiente. En riego por goteo el volumen de suelo mojado es reducido y por tanto los coeficientes son siempre elevados. Adoptamos el criterio de Hernández Abreu de aplicar siempre un coeficiente comprendido entre 1.15 y 1.20.

VARIACIÓN POR ADVECCIÓN.-

Figura 2. Variación por Advección



Tamaño del campo en hectáreas Fuente: "Riegos Localizados de Alta Frecuencia".
Fernando Pizarro.

2.11.3.7.-NECESIDADES NETAS (Nn)

Las necesidades netas de riego se pueden calcular según:

$$Nn = E_{trl} - P_e - G_w - \Delta w$$

Dónde:

E_{trl} : Evapotranspiración corregida por los efectos de riego localizado

P_e : Precipitación efectiva.

G_w : Aporte capilar

Δw : Almacenamiento de agua del suelo

Aunque estadísticamente en el mes de máximas necesidades se produzca una cierta lluvia media que dé lugar a una precipitación efectiva P_e , ésta no debe tenerse en cuenta. En efecto, dada la alta frecuencia de riego, que a veces es diaria, es muy improbable que siempre ocurra una lluvia en el intervalo entre dos riegos.

En cuanto al aporte capilar (G_w) puede ser importante en los casos en que la capa freática esté próxima. Su cálculo es materia difícil.

La variación de almacenamiento de agua del suelo (Δw) generalmente no se debe tener en cuenta para el cálculo de las necesidades punta: los riegos localizados de alta frecuencia por goteo pretenden mantener próximo a cero el potencial hídrico del suelo, lo que consiguen reponiendo con alta frecuencia el agua extraída.

Si se permite que las necesidades de los cultivos se satisfagan con el agua almacenada, la humedad del suelo y el potencial hídrico irán disminuyendo y posiblemente alcancen valores alejados del óptimo.

Por tanto, en la mayoría de los casos se cumplirá que $Nn = E_{trl}$.

2.11.3.8.-NECESIDADES TOTALES.-

Para el cálculo de las necesidades totales a partir de las necesidades netas hay que tener en cuenta tres hechos:

- Pérdida de agua por percolación.
- Necesidades de lavado.
- Falta de uniformidad del riego.
-

Los dos primeros se estudian conjuntamente para tratar después el tema de la uniformidad. Con el objeto de no desviar la atención del razonamiento central, en primer lugar se deduce la fórmula que permite el cálculo de las necesidades totales.

2.11.3.9.-EFICIENCIA DE APLICACIÓN EN RIEGO POR GOTEO.-

Varios autores informan acerca de los valores de la eficiencia de aplicación E_a . Entre ellos seleccionamos los proporcionados por Keller (1978) según el cual, para la estimación de E_a hay que distinguir dos casos:

1. *Climas áridos*, en lo que para el cálculo de N_n no se ha tenido en cuenta la precipitación efectiva (P_e). Los valores de E_a se muestran en la tabla 1.
2. *Fuente: "Riegos Localizados de Alta Frecuencia". Fernando Pizarro.*

2.11.3.10.-NECESIDADES DE LAVADO.-

El cálculo de las necesidades de lavado LR es asunto complicado. Un método más sencillos de cálculo, aunque menos correcto, consiste en calcular LR según:

Dónde:

$$LR = \frac{CE_i}{2 * CE_e * f}$$

CE_i : conductividad eléctrica del agua de riego.

CE_e : conductividad eléctrica del extracto de saturación del suelo, valor que se impone como objetivo a conseguir con el lavado y que depende de los cultivos a implantar.

f : coeficiente de eficiencia de lavado. Se toma 85%.

El valor de CE_e se puede obtener en función de la producción (P) del cultivo en % respecto al máximo, de la siguiente tabla:

2.11.3.11.-COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD (CU).-

La uniformidad es una magnitud que caracteriza a todo el sistema de riego y que además interviene en su diseño, tanto en el agronómico, pues afecta al cálculo de las necesidades totales de agua (Nt), como en el hidráulico, pues en función de ella se definen los límites entre los que se permite que varíen los caudales los emisores.

Valores recomendados de CU

En la tabla se indican unos valores orientativos.

Emisor	Emisores por planta	Topografía y pendiente (i)	CU
Goteros espaciados más de 1 m	Más de 3	Uniforme (i<2%)	0,90-0,95
		Uniforme (i>2%) u ondulada	0,85-0,90
	Menos de 3	Uniforme (i<2%)	0,85-0,90
		Uniforme (i>2%) u ondulada	0,80-0,90
Goteros espaciados menos de 1 m, mangueras y cintas de exudación		Uniforme (i<2%)	0,80-0,90
		Uniforme (i>2%) u ondulada	0,70-0,85
Difusores y microaspersores		Uniforme (i<2%)	0,90-0,95
		Uniforme (i>2%) u ondulada	0,85-0,90

2.11.3.12.- PORCENTAJE DE SUPERFICIE MOJADA.-

Una de las características del riego por goteo es precisamente la localización, es decir, el aplicar el agua solamente a una parte del suelo. A efectos de diseño es necesario establecer un mínimo de volumen de suelo a humedecer, donde el porcentaje de suelo húmedo del orden del 30 – 40 % puede ser suficiente.

El parámetro “porcentaje de superficie mojada” se representa por P. Keller, quien recomienda los siguientes valores mínimos para el caso de árboles:

	<u>P mínimo</u>
Clima húmedo	20 %
Clima árido	33 %

La elección de P es asunto importante: valores altos de P aumentan la seguridad del sistema, sobre todo en caso de avería de la instalación o situaciones de extrema evapotranspiración, ya que el mayor volumen de suelo explorado por las raíces permite a éstas extraer más agua del suelo y resistir más tiempo. En cambio, al aumentar P aumenta el costo de la instalación (más emisores por planta, mayores diámetros en las tuberías, etc.). Digamos finalmente que cuanto mayor es el intervalo entre riegos, mayor es el riesgo en caso de un valor de P muy próximo al mínimo.

(Fuente Fernando Pizarro 1996)

1 Área mojada por un emisor

Para determinar el área mojada por un emisor, es necesario conocer el bulbo húmedo (parte de suelo humedecido por un emisor o gotero en nuestro caso) que en su forma y dimensiones intervienen numerosos factores como textura, estratificación del suelo, caudal del emisor y tiempo o volumen de riego

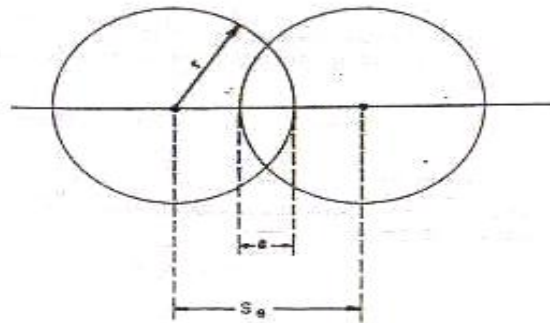
1.1 Solape de bulbos húmedos

El solape se define en forma de porcentaje respecto al radio del bulbo húmedo. Dicho porcentaje debe estar comprendido entre el 15 y el 30 %. En la figura3 se muestran dos emisores cuyos bulbos húmedos se solapan una distancia “s”. El radio del bulbo es “r” y el porcentaje de solape se denomina “a”:

$$s = \frac{a \times r}{100}$$

Para que se cumpla la condición de solape, la separación entre emisores debe ser:

$$Se = Rm \times \left(2 - \frac{a}{100} \right)$$



Solape de bulbos húmedos

Figura 3

Fórmulas a utilizar:

a) $0.9pr < p < 1.2pr$

Dónde:

Pr: profundidad radicular (m).

p: porcentaje del bulbo húmedo (m).

Esta fórmula establece unos límites a la profundidad del bulbo húmedo, de forma que no sea menor del 90 % de la profundidad radicular ni mayor del 120 % de la misma. Como se verá más adelante, a valores reducidos debe corresponder mayor número de emisores (e) y mayor porcentaje de superficie sombreada (P), es decir, una instalación más cara pero más eficiente desde el punto de vista agronómico.

$$b) \quad e \geq \frac{S_p \times P}{10 A_e}$$

Dónde:

e: número de emisores por planta

Sp: superficie ocupada por planta (m²)

P: porcentaje de superficie mojada

Ame: área mojada por emisor (m²)

2.11.3.13.-DOSIS, FRECUENCIA Y TIEMPO DE RIEGO. NÚMERO DE

EMISORES POR PLANTA Y CAUDAL DEL EMISOR.-

En la fase de diseño agronómico todas estas magnitudes están relacionadas entre sí, de forma que una variación en alguna de ellas modifica a las demás. Por tal razón, hay que estudiarlas conjuntamente y aunque en principio parezca lo contrario, conviene empezar por número de emisores por planta.

Dosis de riego

Al haber una gran eficiencia en la aplicación del agua, puede conseguirse que la humedad del terreno esté siempre próxima a la capacidad de campo, y por ser un riego a baja tensión, el agua útil no será la comprendida entre la capacidad de campo y el punto de marchites, como en los otros sistemas de riego, sino bastante menor.

Por otra parte, sólo se humedecerá una porción de la superficie asignada a cada planta, y además debe descender hasta la zona de raíces.

Tanto la humedad excesiva como su escasez retardan el crecimiento de las plantas. En el goteo debido a los pequeños caudales que se manejan, prácticamente no existen riesgos de encharcamiento, pero el alargar demasiado los intervalos entre riegos, puede producir una situación de escasez de agua con la consiguiente repercusión en el desarrollo de la planta.

Cuando una planta se ve estresada como consecuencia de la escasez de humedad del suelo, se producen varios cambios en los procesos fisiológicos de la planta, que si además coinciden con períodos críticos como la floración y la fructificación, afectan sensiblemente a la producción.

Intervalo entre riegos

El espaciamiento de los riegos es un factor que depende fundamentalmente del cultivo, el suelo y el clima. No existe un intervalo fijo óptimo, y dado que el objetivo del riego es satisfacer las necesidades del cultivo en forma idónea, habrá que mantener la humedad del suelo en un punto que permita una alta transpiración a la planta. Esto significa que habrá una variación del intervalo de riego según la fenología del cultivo y las condiciones climáticas.

Tiempo de riego

Depende de las necesidades del cultivo, del caudal del gotero, de la dosis de riego a aplicar, del número de emisores por m² y del intervalo entre riegos.

$$t = \frac{N_t \cdot I}{e \cdot q_a}$$

Dónde:

N_t = Necesidades totales del cultivo

I = Intervalo entre riegos

e = Número de emisores por m^2

q_a = Caudal del emisor

Turnos de riego

Al ser el riego por goteo más fácil de automatizar y requerir menos mano de obra que otros sistemas, debe tratar de emplearse al máximo tiempo posible en regar. Esto es particularmente en las grandes instalaciones en que, de acuerdo con las necesidades del cultivo, puede dividirse la instalación en varios sectores de riego simultáneo que permitan el costo de la misma, al tener que utilizar caudales menores y, en consecuencia, diámetros menores y grupos de impulsión de menor potencia.

El número de subunidades o turnos de riego, que se adoptarán dependerán, por tanto, en gran parte, del horario de riego disponible, y será:

t_r : Tiempo de riego en hrs.

Esta relación garantiza que el área mojada por todos los emisores que riegan una misma planta sea mayor que las necesidades mínimas definidas por P.

c)
$$D = e \times V \epsilon$$

d)
$$e \times V_e = Nt \times I$$

Dónde:

D: dosis de riego (l / planta).

Ve: volumen de agua por emisor en cada riego (litros).

Nt: necesidades totales de riego (l / planta día).

I: intervalo entre riegos (días)

El intervalo de riego (I) es generalmente la variable menos rígida y por tanto la que más se puede modificar. Desde el punto de vista agronómico no existe un valor mínimo de I: se podría incluso regar continuamente las 24 horas del día, pero ello conlleva numerosos inconvenientes, entre otros la total inflexibilidad del sistema que, por ejemplo, no permitiría recuperar el tiempo perdido por una avería.

El intervalo de riego consiste en la frecuencia de riego, es decir la continuidad con la que se va a regar el cultivo. La fórmula utilizada es la siguiente:

$$I = \frac{Nt \cdot e}{N}$$

2.11.4.-DISEÑO HIDRÁULICO

El diseño hidráulico tiene por finalidad el cálculo de las dimensiones de la red de distribución y del óptimo trazado de las mismas. La presión del agua en todos los emisores sea lo más parecida posible. (Playan, 2002).

El agua en su recorrido por la red va perdiendo presión debido al rozamiento, cambios bruscos de dirección, pasos por filtros, etc. A esta pérdida de carga se la conoce como pérdida de carga. Lógicamente cuando el recorrido de la tubería de carga sea ascendente, tendremos pérdida de presión y ganancia cuando sea descendente. (Rocha, 2003).

2.11.4.1.- CÁLCULOS DE LATERALES

Los laterales o porta-emisores son las tuberías que distribuyen el agua a las plantas por medio de los emisores acoplados a ellas. En su cálculo hay que aplicar el factor de Christiansen, ya que las salidas del agua están uniformemente espaciadas a lo largo de la tubería. En una sub-unidad de riego se admite una variación máxima de caudal

entre los distintos emisores del 10 % del caudal medio. Con esta condición, las variaciones admisibles de presión vienen dadas por la fórmula:(Fuentes, 2000).

$$dH = \frac{0,1}{X} H$$

dH =Variación máxima de la presión.

H =Presión de trabajo del emisor.

x = Exponente de descarga del emisor.

2.11.4.2.-LONGITUD FICTICIA DEL LATERAL

$$L_f = \text{Longitudreal} + \text{Longitudequivalente}$$

Se elige una tubería de polietileno de baja densidad y se comprueba si la pérdida de carga está dentro de los límites admisibles. Elegimos la tubería normalizada de Diámetro exterior 16 mm (diámetro interior 13,2 mm y presión 2,5 atmósferas). (Megh y Goyal 2010).

2.11.4.3.- CÁLCULO DE TUBERÍAS TERCIARIAS O PORTA LATERALES.

Las pérdidas de carga producidas en un lateral son menores del 55 % de las producidas en la subunidad, debido a que se toma un diámetro comercial que, por lo general, tiene una pérdida de carga inferior a la admitida. Por tanto, las pérdidas de carga admisibles en la terciaria serán igual a las perdidas admisibles en la subunidad menos las pérdidas reales producidas en un lateral, y vienen dadas por la fórmula:

$$h_a = \frac{0.1}{X} H - h$$

h, a = Perdidas de carga admisibles en la terciaria

H = Presión de trabajo del emisor

x = Exponente de descarga del emisor

h = Pérdida de carga real en un lateral

2.9.-Instalación del sistema de riego ha goteo

Este valor admisible de la pérdida de carga debe ser, como máximo, igual a la pérdida de carga que se produce en la terciaria.

$$h_s = J + F \cdot Lf$$

h_s = Pérdida en la terciaria, en mca

J = Pérdida de carga unitaria, en mca/m lineal

F = Factor de Christiansen

Lf = Longitud ficticia, en m

La presión en el origen de la terciaria viene dado por la fórmula

$$P_o = P_o + 0,73 h_s \pm \frac{hg}{2}$$

P_o = Presión en el origen de la terciaria

P_o = Presión en el origen del lateral

H_s = Pérdida de carga en la terciaria

Hg = Desnivel geométrico entre los extremos de la terciaria (signo + cuando es ascendente y signo – cuando es descendente). (Megh y Goyal 2010).

2.11.4.4.- CAUDAL DEL RAMAL.

El cálculo del diámetro de un ramal se basa en la uniformidad conseguida en la descarga del agua. El número de laterales por el caudal del lateral (Grassi, 2000).

$$Qr = NL \cdot qL$$

Donde

Q_r = caudal del ramal.

NL = número de laterales.

q_l = caudal del lateral

2.11.4.5.-CÁLCULO DE TUBERÍAS SECUNDARIAS

Las tuberías secundarias son aquellas de las que derivan la terciaria. Conociendo los caudales y fijando la velocidad, se calcula el diámetro con ayuda del ábaco correspondiente. (Fuentes, 2000).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1.- CARACTERÍSTICAS Y ALCANCE DEL TARABAJO DIRIGIDO

3.1.1.- Localización

El presente trabajo dirigido se realizó en las comunidades de Pasajes y Chorcoya Avilés, pertenecientes al distrito cuatro del municipio de Yunchará.

Geográficamente el municipio de Yunchará, se sitúa entre las coordenadas 21° 49' 30'' a 21° 55' 45' de latitud sud (S) y 65°31' 15'' de longitud oeste.

Yunchará cuenta con una extensión territorial aproximada de 1.768 km². Su capital municipal se encuentra a 2960 m.s.n.m y dista 110 km. de la ciudad de Tarija, capital del departamento.

Las comunidades de Pasajes y Chorcoya Avilés se encuentran al Nor este de Yunchará, la comunidad de Pasajes, está a una distancia de 35 Km. de Yunchará con 21° 41' 42" de latitud sud y 64° 59' 35" de longitud oeste y una altitud de 3700 m.s.n.m. La comunidad de Chorcoya Avilés, se encuentra a una distancia de 45 km. de Yunchará con 21° 38' 45" de latitud sud y 64° 57' 32" de longitud oeste; esta comunidad se encuentra a una altura de 3720 m.s.n.m; ambas comunidades se separan por tan sólo 15 km.

3.1.2.- CLIMA

El territorio del Municipio de Yunchará presenta varios tipos climáticos, determinados por la orografía y la altitud sobre el nivel del mar principalmente. En general, el verano se caracteriza principalmente por una temperatura y humedad relativa baja y masas de aire inestables, produciéndose precipitaciones aisladas de moderada intensidad y corta duración. Por otro lado, el invierno se caracteriza por temperaturas y humedad relativa generalmente bajas y la ausencia de precipitaciones.

La temperatura en la zona alta posee un clima frío, con características de precipitación pluvial en la zona Andina de Tajzara.

La región de las dos comunidades tiene una temperatura media anual de 10,0° C. y por su parte las precipitaciones anuales van desde los 400 a 800 mm anuales. Característico de una zona fría y árida.

3.1.3.-SUELOS.

Los suelos de la zona de estudio se caracterizan por ser suelos moderadamente bien drenados, pedregosos de textura media a fina, por ser superficiales a moderadamente profundos, de texturas francas a franco arcillosas y pH ligeramente ácido a neutro con pisos ecológicos muy salinos.

El uso del suelo en la mayoría de los distritos está por encima de su Capacidad de Uso Mayor. Las categorías de frágil y muy frágil abarcan el 90 % de las tierras y corresponden a las tierras de protección y uso ganadero extensivo con limitaciones, razón por la cual estas tierras deben ser manejadas con criterios de sostenibilidad, para evitar el deterioro de la cobertura vegetal.

3.1.4.-VEGETACIÓN.-

La vegetación natural característica de la zona alta es un pajonal bajo, con una cobertura de 40 a 75%, compuesto principalmente por paja (*Stipa sp.2*), pasto flechilla (*Stipa sp.*), algunas hierbas anuales entre ellas se tiene al mocomoco (*Gomphrena meyeniana* Walp.), oreja de ratón plateado (*Dichondra sericea* Swartz) y otras formando los pastizales alto andinos; la vegetación en la zona ofrece recursos específicos al ganado y generalmente está representada por gramíneas, con algunas matas de arbustos resinosos y espinosos de bajo porte.

3.1.5.-FAUNA.-

Entre la fauna más representativa del lugar tenemos:

- El ganado Ovino
- El ganado Camélido

3.1.6.-ACTIVIDAD ECONÓMICA.

La ganadería y la artesanía, es una de las principales actividades económico-productivas del municipio de Yunchará, especialmente en la zona de cabecera de valles o “media” y en la zona alto andina o “alta”; en estas zonas la ganadería, especialmente de ovinos en la zona alta, se constituye en la actividad económica más importante.

El sistema de manejo de la ganadería es de tipo extensivo o sin manejo, aprovechando el forraje (pajonales y/ pastos) que ofrecen las praderas naturales.

3.2.- DESCRIPCIÓN SISTEMATIZADA DEL DESARROLLO DEL TRABAJO DIRIGIDO

El desarrollo del trabajo dirigido se realizó en tres etapas. **La etapa 1 consistió en el levantamiento de datos para la zona de estudio y selección de las comunidades;** una vez hecho los levantamientos de datos en campo, se siguió con **la etapa 2. Trabajos en gabinete,** que consistió en el análisis e interpretación de datos recopilados en campo, para realizar el **diseño agronómico y diseño hidráulico,** que consistió en la realización de los cálculos del sistema de riego por goteo para el área del invernadero y por último **la etapa 3. Establecimiento de costos para el sistema e implementación del sistema de riego por goteo en invernadero.**

3.2.1.-ETAPA 1.-LEVANTAMIENTO DE DATOS PARA LA ZONA DE ESTUDIO Y SELECCIÓN DE LAS COMUNIDADES.

Consistió en **la recopilación de Información Básica para los Diseños e** identificar las comunidades que serán beneficiadas con este proyecto. Para ello, fue necesario conocer las **condiciones climáticas** y sobre todo, para **identificar el**

problema principal que afecta la producción de los principales cultivos en la zona y su interés en buscar soluciones.

Identificar las **condiciones edafológicas de la zona**, la topografía de la zona; recopilar **datos del invernadero y realizar el análisis del suelo o sustrato agregado** como suelo artificial al interior del mismo para posteriormente realizar trabajos en gabinete.

3.2.1.1.-Condiciones climáticas

Temperatura en la Zona Andina

La zona alta posee un clima frío, característico de la Puna, donde la media anual es de 10.0 °C., la máxima extrema es de 29 °C en el mes de octubre y la mínima extrema en el mes de julio con – 16.0 C., con frecuentes heladas en estos meses. Las principales características son las siguientes:

Cuadro N°1 Temperaturas de la zona

Indice	Unidad	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
Temp. Max. Media	°C	16,3	15,0	15,6	16,9	15,5	12,8	11,5	14,3	13,7	15,5	17,0	16,5	15,0
Temp. Min. Media	°C	4,0	3,1	2,4	-1,0	-4,8	-8,7	-10,0	-7,8	-6,0	-1,2	1,2	3,1	-2,2
Temp. Media	°C	10,1	9,0	9,0	7,9	5,4	2,0	0,8	3,3	3,8	7,2	9,1	9,8	6,4
Temp.Max.Extr.	°C	23,9	22,2	23,3	22,3	20,0	20,6	22,2	21,1	21,7	23,9	23,3	24,4	24,4
Temp.Min.Extr.	°C	-2,2	-6,7	-4,4	-10,0	-13,3	-17,2	-17,2	-16,7	-14,4	-10,0	-6,7	-2,2	-17,2

Fuente- **SENAMHI**

Precipitación pluvial en la Zona Andina de Tajzara

Datos de registro, según **SENAMHI**, presentan una media de 315 mm/año, promedio desde 1989 al 2007, correspondiendo una mayor precipitación en la Comunidad de Pasajes con 360 mm. El régimen pluvial presenta considerable variación. El periodo de lluvias abarca los meses de octubre a abril, concentrándose los meses de diciembre a marzo el 75% de las precipitaciones

CUADRO N° 2 Precipitación fluvial

Índice	Unidad	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
Precipitación	mm	74,5	52,6	42,7	8,7	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	26,6	23,3	69,1	298,4
Pp. Max. 24 hrs.	mm	27,7	21,8	19,7	9,0	0,0	0,0	0,0	5,0	0,0	25,6	16,0	51,0	51,0
Días con Lluvia		12	9	8	2	0	0	0	0	0	3	4	11	49

Fuente- SENAMHI

2.2.1.2.-Riesgos climáticos en la Zona Andina

La presencia de heladas y el descenso de la temperatura, se inician en el mes de abril, de acuerdo al registro de SENAMHI; la mínima extrema para este mes es de -15.5 °C., con una media de -6.5 °C., de congelación del agua, al inicio del mes. Las precipitaciones se concentran en los meses de diciembre a marzo, las probabilidades de retraso de lluvia son altas, situación que sólo permite cultivos con variedades de ciclo corto, para reducir posibles pérdidas por factores de clima. Los agricultores comentan que en los últimos 5 años se producen heladas, siendo estas heladas de mayor incidencia en el mes de enero de 2012, ya que se tuvo descensos bruscos de temperaturas afectando la producción agrícola y pecuaria en las comunidades de los distritos de Copacabana y Quebrada Honda. Las Granizadas le siguen en importancia, ya que generalmente se presentan en los meses de octubre a enero y producen pérdidas considerables en la producción agrícola.

Cuadro N°3 Riesgos climáticos para la zona

Índice	Unidad	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
Días con Helada		1	1	2	8	21	23	23	19	12	3	2	1	114
Temp.Min.Extr.	°C	-3	-2,5	-2,5	-5,5	-10,5	-16	-16	-10	-12	-6	-6,5	-4	-15,5

Fuente- SENAMHI

Cuadro N° 4 Pérdidas por heladas enero año 2012

DISTRITO	No Familias	Pérdidas %	Cultivos
Quebrada Honda	111	80	Papa, maíz y haba
Copacabana	358	80	Papa, haba y cebada
Total	467	80	

Fuente- Elaboración propia

3.2.1.4.- Condiciones edafológicas de la zona de estudio.-

Los suelos están formados por perfiles con horizontes A, cuya profundidad varía de 0 –38 cm. PH 6.10 a 7.04 (medios en suspensión de agua en una relación 1: 2.5), conductividad eléctrica de 611 a 617 μ/m (normal) y C débilmente desarrollados, el horizonte C formado por el material de origen tipo *cuarcita*. Son suelos bien drenados, presentan erosión laminar en grado moderado; textura franco arenoso, moderadamente gruesa, estructura *granular y blocosa subangular* muy fina y fina débil, la consistencia en mojado ligeramente adherente a ligeramente plástico, en húmedo friable, de color pardo rojizo oscuro. Taxonómicamente estos suelos son *Lithic cryorthens* o Clase VI, con limitaciones de profundidad del suelo, pedregosidad, no aptos para la agricultura. La geología de la unidad, pertenece a la formación Iscayachi del Ordovícico. Clasificación de tierras: según la Superintendencia Agraria SI – A corresponde a tierras para ganadería, con limitaciones y tierras de protección con uso restringido. Uso actual pastoreo extensivo de ganado ovino. Respecto a la fragilidad de las tierras, el 61,50 % están catalogadas como frágiles, es decir, que para su uso debe contarse con medidas de conservación, para evitar que se degraden, los mayores conflictos se presentan en las áreas donde se realiza actividades agrícolas, por estar estas por encima de la capacidad de uso mayor de la tierra, que es la de Tierras de Protección o Uso Restringido (TPR). Fuente- Diagnóstico Integral Yunchará año 2012

3.2.1.5.-Topografía

La topografía comprendida dentro del área de influencia del proyecto es muy variada, presentando un relieve muy escarpado, con pendientes que varían de 25 a 60 %; asimismo, presenta zonas con una topografía casi plana, con micro relieve ondulado suave, con pendientes que varían desde 3 a 8 %.

El uso del suelo, en la mayoría de los distritos, está por encima de su Capacidad de Uso Mayor, las categorías de frágil y muy frágil abarcan el 90 % de las tierras y corresponden a las clases IV –VII, tierras de protección y uso ganadero extensivo con limitaciones, razón por la cual estas tierras deben ser manejadas con criterios de

sostenibilidad, para evitar el deterioro de la cobertura vegetal y reducir el crecimiento de los eriales.

Índices de erosión para las diversas unidades fisiográficas, no se encuentran disponibles; sin embargo, en todas las unidades, ocurren procesos de erosión hídrica laminar y en cárcavas, eólica donde se observa con mayor precisión, es el incremento de las dunas en la llanura de Tajzara, por procesos geológicos, se presenta en todas las unidades, especialmente en las unidades de colinas y Serranías del Obispo del Carmen. Para el presente diseño se consideró una pendiente del surco y/o camellones del 2 %, siendo la misma uniforme en el transcurso del total de los 55 metros de longitud.

3.2.1.6.- Datos climáticos

Los datos climáticos se recopilaron de la estación de Pasajes y fueron facilitados por el Senamhi-Tarija y oscilan en el siguiente resumen de los años 1990-2014, en donde sólo se contó con los siguientes datos:

Datos de temperatura y precipitación fluvial que se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 7 Resumen climático estación Pasajes.

Índice	Unidad	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
Temp. Max. Media	°C	16,3	15,0	15,6	16,9	15,5	12,8	11,5	14,3	13,7	15,5	17,0	16,5	15,0
Temp. Min. Media	°C	4,0	3,1	2,4	-1,0	-4,8	-8,7	-10,0	-7,8	-6,0	-1,2	1,2	3,1	-2,2
Temp. Media	°C	10,1	9,0	9,0	7,9	5,4	2,0	0,8	3,3	3,8	7,2	9,1	9,8	6,4
Temp.Max.Extr.	°C	23,9	22,2	23,3	22,3	20,0	20,6	22,2	21,1	21,7	23,9	23,3	24,4	24,4
Temp.Min.Extr.	°C	-2,2	-6,7	-4,4	-10,0	-13,3	-17,2	-17,2	-16,7	-14,4	-10,0	-6,7	-2,2	-17,2
Precipitación	mm	74,5	52,6	42,7	8,7	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	26,6	23,3	69,1	298,4
Pp. Max. 24 hrs.	mm	27,7	21,8	19,7	9,0	0,0	0,0	0,0	5,0	0,0	25,6	16,0	51,0	51,0
Días con Lluvia		12	9	8	2	0	0	0	0	0	3	4	11	49

Fuente-Senamhi

3.2.1.7.-Datos del invernadero.

La orientación del invernadero en la comunidad de **Chorcuya Avilés** es de sur oeste a noreste, y de la comunidad de **Pasajes** es de este a oeste; el área del invernadero de ambas comunidades es 500 m²., tanto en la comunidad de **Chorcuya** como en la

comunidad de **Pasajes**. El material con el que están contruidos los invernaderos, es de policarbonato de 10 mm y la estructura es prefabricada en acero galvanizado; el invernadero es de tipo túnel porque tiene esa forma; la altura es de 4 m. y la pendiente a lo largo es de 2 % y a lo ancho 1%.

Dimensiones del invernadero

Ancho= 9 m

Largo=55m

Ventilación= Cenital

Altura del invernadero= 4,80

Altura de los pilares laterales=2,00 m

Distancia entre cimientos= 2,5

3.2.1.8.-Análisis edafológico del sustrato.

Se hizo el estudio del suelo extraído del interior del invernadero característico como suelo artificial o sustrato que estuvo compuesto de la siguiente dosis de preparación:

a).-En esta preparación del suelo se incorporó una capa de 20 cm. o más de espesor de tierra de naturaleza franco arcillosa o franca, capa que constituye el suelo del cultivo

b).-A continuación se incorporó el horizonte orgánico compuesto fundamentalmente de estiércol de oveja en dosis de 10kg/m²

c).-Por último se incorporó la capa de arena de entre 8 a 10 cm de espesor. El resultado de análisis del suelo y del estiércol de oveja, se obtuvo de los laboratorios SEDAG con las siguientes características físicas y químicas:

Cuadro n° 8 Propiedades químicas del sustrato.

PROPIEDADES QUIMICAS DEL SUSTRATO O SUELO DEL INVERNADERO			
DETERMINACIÓN	ANÁLISIS	CLASIFICACIÓN AGRONÓMICA	MÉTODO
REACCIÓN	p H (1:5) =6.97	LIGERAMENTE ÁCIDO	
NITRÓGENO(N)	Nt (%)= 0,435	BUENO	MÉTODO CALCINACION
FÓSFORO(P)	76.00(ppm)	EXCELENTE	OLSEN MODIFICADO
POTASIO(K)	0,39(meq/100 g)	MUY BUENO	OLSEN MODIFICADO
MATERIA ORGÁNICA	6.54(%)	EXCELENTE	WALKLEY BLACK
SALES SOLUBLES TOTALES	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (mmhos/cm) 1:5 =0,075	NO SALINO	EXTRACTO DE SATURACION

FUENTE- Elaboración propia

Cuadro N° 9 Propiedades físicas de sustrato

PROPIEDADES FISICAS DEL SUSTRATO O SUELO DEL INVERNADERO			
DETERMINACIÓN	ANÁLISIS	CLASIFICACIÓN AGRONÓMICA	MÉTODO
Densidad aparente Da	1.27(g/cc)	LIBIANO	CILINDRO
Capacidad de campo CC	5.77 (%)		GRAVIMETRICO
Punto de Marchitez Permanente PMP	1.96(%)		GRAVIMÉTRICO
Textura	arena=44.00 % limo=30.50% arcilla=25.50%	franca	HIDRÓMETRO

Fuente- Elaboración propia

3.2.1.9.-Análisis del agua de riego

Posteriormente para realizar el diseño del sistema de riego se hizo el estudio de la calidad del agua donde se tomó muestras de agua de dos litros por comunidad, las cuales para su análisis fueron llevadas a laboratorio del centro de análisis e investigación del CEANID que se encuentra dentro de los previos de la universidad autónoma Juan Misael Saracho, en donde se estudiaron varios valores del análisis de agua para ver la calidad de la misma, en el que se concluye que el agua analizada tiene un pH dentro de un rango aceptable, tiene un riesgo de salinidad bajo y no hay restricción de uso debido al contenido de nitratos; los análisis también indican que los resultados físico químicos están dentro de los rangos normales para agua de consumo y por lo tanto se indica que es buena y apta para riego. Más detalles del análisis de la calidad de agua se encuentran en el (ANEXO)

Para el levantamiento de datos de las comunidades se tomó en cuenta los siguientes criterios.

- En primer lugar se tomó las comunidades ideales que tenían un camino accesible para el transporte, tanto de los materiales como de la institución hacia a la zona.
- Se tomó datos climáticos de la estación meteorológica Pasajes facilitada por SENAMHI del que sólo se pudo obtener datos de temperatura y de precipitación fluvial.
- Se seleccionó comunidades con cierto grado de organización, esto ayudó en la ejecución del proyecto.

3.2.2.-ETAPA 2: TRABAJO EN GABINETE

El trabajo en gabinete se caracterizó por la elaboración del trabajo dirigido para el proyecto que se hizo coordinado con la institución encargada de la implementación del sistema de riego localizado, en el que se pudo realizar, tanto el diseño agronómico como el diseño hidráulico, ya que una vez tomado los datos para los diseños de riego

localizado para las comunidades beneficiarias, se hizo los cálculos en gabinetes de la propia institución.

El diseño Agronómico se realizó con datos de la zona, del cual se pudo recopilar sólo datos de temperatura y precipitación fluvial de la estación de Pasajes, y de esa forma encontrar la ETo también para calcular las necesidades de cultivo, como para elaborar el balance hídrico de las hortalizas que se producirán en el invernadero para las dos comunidades.

El diseño del sistema de riego en las dos comunidades son de las mismas condiciones, dimensiones, cantidad de materiales a implementar, etc. Para el diseño hidráulico, se tomó en cuenta las distancia, tanto del tanque de agua o reservorio de agua que está ubicado a cada 10 metros de cada invernadero, como también el área total del invernadero y del cual se hizo un diseño conceptual gráfico para antes de dimensionar los componentes del sistema de riego, por lo que se hizo el cálculo hidráulico siguiendo el sentido contrario del movimiento de agua, para lo que se tomó muy en cuenta las pérdidas de carga por componentes del sistema de riego.

3.2.3.- ETAPA 3; ESTABLECIMIENTO DE COSTOS PARA EL SISTEMA E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO EN INVERNADERO.

Se estableció los costos del sistema de riego por goteo de acuerdo a partes por instalación y por el número de materiales que tiene cada parte. Como ser costo del cabezal principal de 1" con venturí de 3/4", costos del sistema de bombeo costo de cabezal secundario o de distribución, costo de matriz principal y secundario, costos unidad de distribución para el área de riego de 475 m². Y seguidamente se hizo la implementación de los materiales del sistema de riego según cronograma que primeramente se implementó en Chorcoya Avilés y seguidamente en Pasajes.

3.3.- METODOS, TECNICAS Y MATERIALES EMPLEADOS EN EL TRABAJO DIRIGIDO

3.3.1.- Metodología.

La metodología empleada fue; participativa y descriptiva, en la cual mi persona como técnico; un día a la semana hacia extracción de la información durante el proceso de diseño e implementación del sistema de riego por goteo en invernadero en las comunidades pertenecientes al distrito cuatro del municipio de Yunchará.

El presente estudio comprendió de tres Etapas: **Levantamiento de datos, Trabajo en gabinete** en donde se hizo los cálculos agronómicos e hidráulicos para el diseño, y la última etapa que consistió en él **.Establecimiento de costos incurridos para el sistema e implementación del sistema de riego por goteo en invernadero**. En el trabajo se puso más énfasis en lo que son los cálculos, tanto agronómicos como hidráulicos para diseñar el sistema de riego por goteo y la implementación respectiva y para cumplir con los objetivos trazados.

3.3.1.1.-Metodología para el diseño Agronómico e Hidráulico.

Una vez recopilado los datos en campo se procedió a interpretarlos de acuerdo a las dimensiones de cada invernadero; las dimensiones del área del invernadero es de 55m x 9.5 m por esta razón que se procedió con el avance de los diseños. Se hizo el diseño agronómico de acuerdo balance hídrico tomado en cuenta las necesidades hídricas que tienen las hortalizas ya que los invernaderos se construyeron con fines de producción hortícola es por esta razón que una vez realizada el diseño agronómico se procedió a realizar el diseño Hidráulico. Que según diseño agronómico se calcularon los caudales correspondientes y las pérdidas de carga de las tuberías antes de hacer su respectiva implementación en los dos invernaderos por lo cual la toma de agua para el invernadero se la hizo de distintos lugares; para la comunidad Pasajes se conectó a la red agua potable y para la comunidad de Chorcoya se hizo la toma de un pozo ubicado a 150 metros de distancia hacia al invernadero cada invernadero cuenta con un reservorio de 10 metros cúbicos a una distancia de 5 metros de distancia.

3.3.1.1.1.-Metodos Diseño agronómico

A.1.- Determinación de la evapotranspiración de referencia (*ET_o*.)

La *ET_o* se la determinó mediante el método Hargreaves. Por falta de datos climáticos para la zona. Donde la fórmula que se empleo es:

$$ET_o = 0.0023 * Ra * (T_m + 17.8) * (TD)^{0.5}$$

Donde.

ET_o=Evapotranspiración de referencia

R_a=Radiación extraterrestre en (mm/día-tabla)

T_m=Temperatura media mensual °C

TD=Diferencia de temperatura promedio diaria en el periodo considerado ° C

TD= Temperatura Máxima media °C – Temperatura mínima media ° C

A.2.-Cálculo de la evapotranspiración del cultivo (*E_c*.)

E_c.=*ET_o***K_c*

Donde.

E_c.=Evapotranspiración del cultivo en mm/día

ET_o=Evapotranspiración de referencia mm/día

K_c=Coeficiente del cultivo. Según la zona y periodo Vegetativo.

A.3.- Corrección de la *E_c*. Por Efecto de localización (*K₁*).

Se hizo la corrección de la *E_c*. Por el efecto de localización que se basa en el área sombreada del cultivo.

$$A = \frac{(\pi * a^2) / 4}{a * b} = \text{Área sombreada}$$

Donde

A = Área sombreada

a = Separación entre plantas consecutivas en una misma fila, en m.

b = Separación entre filas de plantas, en m.

$a \times b$ = Marco de plantación, en m^2 .

$$Et_{kl} = K_L \times ET_C$$

Donde

Et_{kl} = Evapotranspiración corregida por el efecto de localización

K_L = Coeficiente de localización en base al área sombreada del cultivo

ET_C = Evapotranspiración obtenida por el producto de la E_{to} (evapotranspiración de referencia) y el coeficiente del cultivo K_c .

A.4.- Correcciones de la E_{tc} por condiciones locales**A.4.1.-Variación climática**

$$Et_{ka} = Et_{kl} \times 1.20 \text{ (Coeficiente de corrección según Hernández Abreu)}$$

Donde

Et_{ka} = Evapotranspiración corregida por los efectos de variación climática

ET_{kl} = Evapotranspiración del cultivo por el efecto de localización

A.4.2.-Variación por advección o movimiento de aire.

$$Et_a = E_{tr} \times K_r$$

Donde

Et_a = Evapotranspiración corregida por los efectos de variación por advección

E_{tr} = Evapotranspiración corregida por los efectos de variación climática

K_r = factor de advección

A.5.-CALCULO DE LAS NESECIDADES NETAS DE RIEGO

Las necesidades netas de riego se calcularon por la siguiente formula:

$$N_n = E_{Trl} - P_e - G_w - \Delta w$$

Donde:

N_n = Necesidades netas

E_{Trl} : Evapotranspiración corregida por los efectos de riego localizado

P_e : Precipitación efectiva.

G_w : Aporte capilar

Δw : Almacenamiento de agua del suelo

$$N_n = E_{tc} * K_L * K_r * K_a$$

A.6.- Necesidades totales para riego por goteo

Para el cálculo de las necesidades totales a partir de las necesidades netas se usó la siguiente formula:

$$N_t = \frac{N_n}{(1 - K) \times CU}$$

$$K = (1 - E_a) \quad \text{en el caso de pérdidas}$$

$$K = L_R \quad \text{en el caso de lavado}$$

Donde:

N_t = Necesidades totales

N_n = Necesidades netas

E_a = Eficiencia de aplicación

R_L = Requerimientos de lavado

CU = Coeficiente de uniformidad

A.6.1- Calculo de las Necesidades de lavado para riego por goteo

$$LR = \frac{CE_i}{2 * CE_e * f}$$

Donde:

CE_i : conductividad eléctrica del agua de riego.

CE_e : conductividad eléctrica del extracto de saturación del suelo, valor que se impone como objetivo a conseguir con el lavado y que depende de los cultivos a implantar.

f = coeficiente de eficiencia de lavado. Se toma 85%.

A.6.2.-Coeficiente de uniformidad (CU)

$$CU = \left(1 - \frac{1,27 CV}{\sqrt{e}} \right) \frac{q_{\min}}{q_m}$$

Donde

CV = Coeficiente de variación de fabricación del emisor.

E = Número de emisores por cada planta.

Q_{\min} = Caudal mínimo de los emisores considerados (se suele referir a una subunidad).

Q_m = Caudal medio de los emisores considerados

B.- Elección el Emisor, Número de emisores, frecuencia, Dosis, y tiempo de riego.

Tomando en cuenta la segunda parte para el diseño agronómico se calculó los siguientes parámetros.

B.1.-Elección del emisor.

Se tomó en cuenta varios aspectos antes de elegir el emisor como ser:

- Tipo de cultivo
- Disponibilidad en el mercado
- Requerimiento de presión mca
- Tipo de conexión
- Bajo costo
- Poca sensibilidad a las obturaciones

B.2.-Determinación del Area de humedecimiento o bulbo mojado por el emisor

Se aplicó la siguiente formula

$$Ame = \pi \times Rm^2 :$$

Donde

Ame=Área mojada por emisor (m²)

Rm= Radio Mojado (m) prueba en campo

B.3.-Numero de emisores por planta

$$e \triangleright \frac{P \cdot S}{100 \cdot Ame}$$

Donde

e= Número de emisores por planta

P=Porcentaje de superficie mojada para climas aridos (33% para climas áridos)

Ame=Area mojada por el emisor

Sp = Separación entre líneas de plantas

B.4.-Porcentaje de superficie mojada por el emisor

$$P = \frac{e \cdot Ame}{sp} \cdot 100$$

Donde

P (%)= Porcentaje de área mojada por emisor

e = Numero de Emisores por planta

Sp= Superficie ocupada planta

Ame= Área mojada por emisor

B.5.- Cálculo del Número de emisores por metro² y disposición de los mismos

$$N_e = \frac{1}{S_{lp} \cdot S_e}$$

Donde

N_e=Numero de emisores por m²

S_{lp}= Separación de líneas de plantas En (m)

S_e=Separación de emisores En (m) recomendado para hortalizas 0.30 m

B.6.-Frecuencia o Intervalo de riego

$$I = V_e \cdot e / N_t$$

Donde

i= intervalo de riego.

V_e= velocidad de descarga del emisor

Q_e = Caudal del emisor en el área del cultivo

B.7.-Tiempo de riego.

$$t = \frac{N_t \cdot I}{e \cdot q_a}$$

Donde:

N_t = Necesidades totales del cultivo

I = Intervalo entre riegos

N_e = Número de emisores por m^2

q_a = Caudal del emisor

B.8.- Dosis de riego.

$$D = n \cdot q \cdot t$$

Donde

D = Dosis total, en litros

N_e = Número de emisores

q = Caudal de cada emisor, en litros/hora

t = Tiempo de duración del riego, en horas

3.3.1.1.2.-DISEÑO HIDRÁULICO**D.- Cálculo hidráulico de tuberías**

Para dimensionar las tuberías, se dispone de los siguientes datos:

Superficie: **0,047 Has.**

N = Número de módulos o sectores de riego = 2

Cultivo: hortalizas

Marco de plantación: 1 m x 0,5 m

Disposición de los emisores: 3.3 emisores por metro²

Laterales: manguera de goteo con goteros integrados

Fuente.-Agros Sistemas de riego

Con el esquema conceptual del área de riego se comenzó a dimensionar siguiendo el sentido contrario del movimiento de agua por lo que se calcularon las pérdidas de carga y los caudales del sistema riego y sus componentes.

D.1.-Determinación de las pérdidas de carga del sistema y cálculo de tuberías

En el diseño hidráulico se determinaron las pérdidas de carga para caudales discontinuos se utilizó la fórmula de “Blasius”. Con Q (l/h) y D (mm): y se hizo en sentido contrario comenzado por los laterales hasta llegar a la tubería principal y la formula que se uso es la siguiente:

$$j = 0,496 \cdot \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}}$$

$$h = J \cdot F \cdot L$$

Siendo:

J = Pérdida de carga unitaria

F = Coeficiente de Christiansen en función de número de derivaciones de la tubería, depende de: Tipo de conexión lateral - terciaria y del tipo de régimen.

L = Longitud de la tubería.

Cálculo en el caudal de origen o porta goteros.

$$\#goteros = Lc/dg$$

Dónde

Longitud de la manguera= 50

Distanciamiento goteros=0.30 m

Caudal de la hoja técnica=2 L/h

Q = números de goteros x caudal de cada gotero

Longitud ficticia.

$$L_f = L + (\# \text{ goteros} * L_e)$$

Dónde

L_f = longitud ficticia (m)

L = longitud real (m)

L_e = longitud de distanciamiento de los emisores (m)

Pérdida de carga real

$$h = \frac{0,496 * Q^{1.75} * F_c * L_f}{D^{4,75}}$$

$D^{4,75}$

Dónde

h = pérdida de carga.

Q = caudal.

F = factor de Christiansen.

L_f = longitud ficticia

Presión necesaria en el origen.

$$P_o = P_m + 0,73 * h + H_g/2$$

Donde

P_o = presión en el origen del lateral.

P_m = presión de trabajo del gotero.

h = pérdida de carga en el lateral.

H_g = desnivel geométrico entre los extremo del lateral.

Cálculo de la tubería en la terciaría.**Caudal en el origen secundario.**

$$Q = n * q$$

Q = caudal.

n = números de laterales del sistema. q = caudal de cada lateral.

Longitud real.

$$L = n-1 * L_e + d_o$$

Dónde

L = longitud real.

n = números de laterales.

L_e = espacio de laterales.

d_o = espacio entre laterales.

Longitud ficticia.

$$L_f = \alpha * L$$

Donde

$$\alpha = 1.20$$

L = longitud real.

Pérdida de carga admisible.

$$H_a = 0,1/x * H - h$$

Dónde

H_a = Pérdida de carga.

X = exponente de descarga del emisor.

H = presión de trabajo del emisor.

h = pérdida de carga de un lateral.

Cálculo del diámetro.

$$D = \frac{0,496 * Q^{1,75} * F_c * L_f}{H_a}$$

H_a

Dónde

H_a = pérdida de carga. (m.c.a)

Q = caudal. (Ltrs/hra)

F = factor de Christiansen.

L_f = longitud ficticia.

Pérdida de carga.

$$h = \frac{0,496 * Q^{1,75} * F_c * L_f}{D^{4,75}}$$

D^{4,75}

Dónde

h = Pérdida de carga en la secundaria

Fc = factor de Christiansen.

Lf = longitud ficticia.

Q = caudal.

Presión en el origen de la secundaria

$$P'o = P_o + 0,73 * h + Hg/2$$

Dónde

P'o = Presión en el origen de la secundaria

Po = Presión en el origen del lateral.

h'= Pérdida de carga en la secundaria

Hg = Desnivel geométrico entre los extremos del lateral.

Cálculo de la tubería de conducción o primaria

Velocidad

$$V = \frac{4Q}{3.1416 * D^2}$$

Dónde

Q= Caudal (m³/seg)

D= Diámetro (m)

V= Velocidad (m/seg)

Cálculo del diámetro de línea de conducción o primaria

$$D = 0,5947 \sqrt{\frac{Q}{V}}$$

Dónde

D= Diámetro (m)

Q= Caudal (m³/seg)

V= Velocidad (m/seg)

LONGITUD FICTICIA.

$$L_f = \alpha * L$$

Dónde

α = 1.20

L = longitud real

Cálculo del diámetro según Blasius

$$h' = \frac{0,496 * Q^{1,75} * f_c * L_f}{D^{4,75}}$$

$$D^{4,75}$$

Dónde

h`a = Pérdida de carga. (m.c.a)

Q = Caudal. (Ltrs/hra)

F = factor de Christiansen.

Lf = longitud ficticia (m)

Pérdida necesaria en el origen de la primaria

$$P_o = P_{ro} + h$$

Donde

P_{ro} = Presión en el origen de la Secundaria m.c.a

h = Pérdida de carga (m.c.a)

Diámetro primario

$$h' = \frac{0,496 * Q^{1.75} * f_c * L_f}{D^{4.75}}$$

$$D^{4.75} = \frac{0,496 * Q^{1.75} * f_c * L_f}{H_a}$$

Donde

h`a = Pérdida de carga.

Q = Caudal.

F = factor de Christiansen.

Lf = Longitud ficticia.

3.3.1.1.3.-ETAPA 3.- ESTABLECIMIENTO DE COSTOS PARA EL SISTEMA E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

Los costos se realizaron de acuerdo a partes del sistema donde se analizó el costo por sistema en cada comunidad por dos ya que cada invernadero consto de los mismos materiales a ser implementados por lo cabe mencionar que los costos del sistema de riego comprende las siguientes partes:

- 1. Costo de cabezal principal de 1” con venturi de $\frac{3}{4}$**
- 2. Costo del sistema de bombeo**
- 3. Costo de cabezal secundario o de distribución**
- 4. Costo de matriz principal y secundario**
- 5. Costos unidad de distribución para el área de riego de 475 m²**

Una vez concluido los diseños se planifico para hacer la implementación del equipo de riego para las dos comunidades en la cual la institución y mi persona se pusieron de acuerdo y de esa manera se implementó el sistema de riego por goteo, la instalación se hizo primero en Chorcoya Avilés y seguidamente en Pasajes.

3.3.2- Técnicas

Las técnicas empleadas fueron:

3.3.2.1.-La observación y participación directa.

Esta técnica permitió realizar el seguimiento técnico durante la ejecución de la obra hasta su conclusión, también se pudo observar algunas novedades para mi persona que permitió alimentar mis conocimientos y me inspiro a seguir con más investigaciones acerca del tema de riego localizado.

3.3.3.-Materiales.

Los materiales que se emplearon fueron los siguientes:

3.3.3.1.- Materiales de campo

- Libreta de campo
- Cámara fotográfica
- Marcadores.
- Cinta métrica
- Lapiceros para tomar apuntes
- Otros

3.3.3.2.- Materiales de escritorio

- Computadora
- Impresiones
- Fotocopias
- Libros o texto
- CD Y DVD
- Flash de almacenamiento de memoria
- Lápices
- Lapiceros
- Otros.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1-PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN RECABADA.-

4.1.1.-RESULTADOS DISEÑO AGRONÓMICO

CUADRO N° 10 CEDULA DE CULTIVOS DEL AREA DEL INVERNADERO

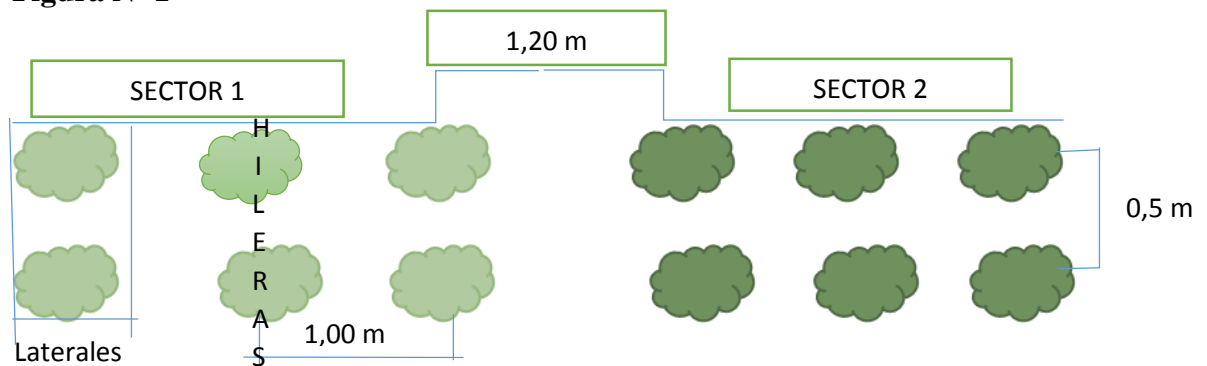
CULTIVO	AMBAS ALTERNATIVAS		
	SUPERFICIE SIN PROYECTO (M2)	SUPERFICIE CON PROYECTO (M2)	INCREMENTO SUPERFICIE CON RIEGO (M2)
TOMATE		100	100
PIMIENTO		100	100
LECHUGA		50	50
BERENGENA	0	100	20
FRUTILLA		100	100
ACELGA		50	50
TOTAL AREA CULTIVADA	0	500	420
INDISE DE USO	0	1	

Fuente-Elaboración propia

La cedula del cultivo con el que se hicieron los cálculos agronómicos para el diseño fueron de seis cultivos hortícolas como muestra el cuadro numero 10.

4.1.1.2.-Diseño Agronómico marcos de plantación hortalizas

Figura N° 1



El marco de plantación por sector fue de 1m. entre hileras y 0,5 m. entre plantas. Se colocaron dos mangueras de riego por hilera de planta

4.1.1.3.-Resultados del cálculo de la evapotranspiración de referencia.-

Cuadro N° 11

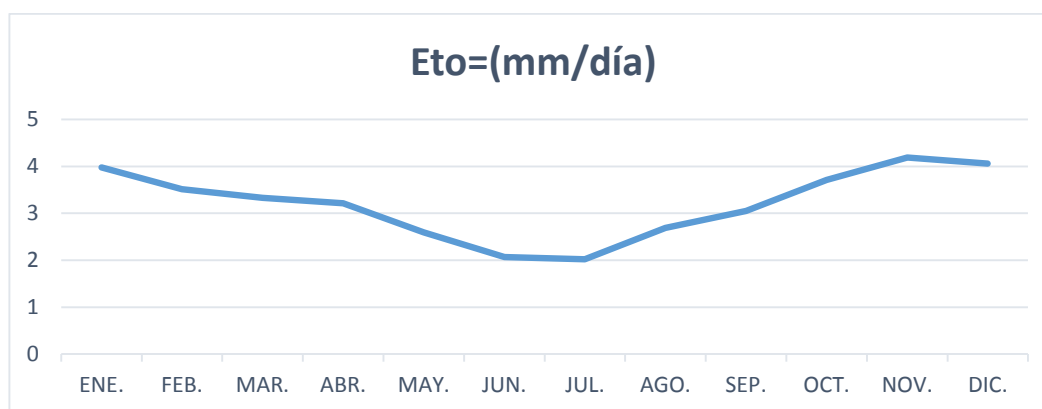
MESES	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
DIAS	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
Ra (mm/día-tabla)	17,7	16,5	14,9	12,8	10,8	9,8	10,2	11,8	13,8	15,8	17	17,5	168,6
Tmed= °C	10,13	9,011	8,961	7,939	5,35	2,019	0,781	3,275	3,838	7,181	9,125	9,7688	77,374
Tmax = °C	16,25	14,97	15,56	16,92	15,51	12,76	11,53	14,33	13,7	15,54	17,038	16,463	180,56
Tmin= °C	4	3,056	2,367	-1,04	-4,81	-8,73	-9,96	-7,78	-6,03	-1,18	1,2125	3,075	-25,81
vTD= °C	3,5	3,451	3,632	4,239	4,508	4,635	4,635	4,701	4,441	4,088	3,9781	3,6589	14,365
Eto=(mm/día)	3,979	3,512	3,331	3,212	2,592	2,071	2,021	2,689	3,05	3,711	4,188	4,0601	530,18

Fuente Elaboración propia

El valor de la evapotranspiración más elevada fue el mes de: noviembre en esta zona como muestra el cuadro con un valor de:

$$ET_o = 4.19 \text{ mm/día}$$

Figura N° 2



Fuente: Elaboración propia

Según muestra el grafico el cuadro la Eto. Mayor para esta zona se concentra en el mes de noviembre por lo tanto, es el mes donde hay mayor evapotranspiración y mayor necesidad de riego, ya que es este es el periodo crítico que se usó para diseño de riego por goteo según, la institución y fuentes recabadas de. Torrico 2004 pg. 182 y Fernando Pizarro 1196.

4.1.1.4.-Balance hídrico del área de invernadero

CUADRO N°12

BALANCE HIDRICO INVERNADERO													
VARIABLES	unid. de medida	ene.	feb.	mar.	abr.	may.	jun.	jul.	agosto.	sep.	oct.	nov.	dic.
Dias	dias	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Eto	(mm/dia)	3,98	3,51	3,33	3,21	2,59	2,07	2,02	2,69	3,05	3,71	4,18	4,06
Kc pimiento	adimencional	0,15	1	1,1	0,8								
Etc pimiento	mm/dia	0,60	3,51	3,66	2,57								
Kc berengena	adimencional	0,15	0,9	1	0,8								
Etc berengena	mm/dia	0,60	3,16	3,33	2,57								
Area de cultivo	hactareas	0,05	0,05	0,05	0,05								
kc lechuga	adimencional					0,15	0,75	0,9	0,9				
Etc lechuga	mm/dia					0,39	1,55	1,82	2,42				
kc Acelga	adimencional					0,15	0,75	0,85	0,75				
Etc Acelga	mm/dia					0,39	1,55	1,72	2,02				
Area de cultivo	hactareas					0,05	0,05	0,05	0,05				
Kc Tomate	adimencional									0,15	0,95	1,2	0,8
Etc Tomate	mm/dia									0,46	3,53	5,02	3,25
Kc Frutilla	adimencional									0,3	0,7	0,8	0,7
Etc Frutilla	mm/dia									0,92	2,60	3,34	2,84
Area de cultivo	hactareas									0,05	0,05	0,05	0,05
Kl(Coef.localizacion)	adimencional	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
ka(Coef.Var.Climatica)	adimencional	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Kr(Coef.Var.Adveccion)	adimencional	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Precipitacion efec.	mm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Demanda neta total	mm/mes	15,54	78,46	91,07	64,75	10,13	39,14	46,04	57,77	17,29	79,73	105,34	79,29
Necesidades de lavado	mm	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34
Demanda bruta total	mm	21,193	106,99	124,18	88,298	13,80857	53,368	62,783	78,771	23,583	108,72	143,64	108,13
Demanda total	(m3/ha)	211,93	1069,9	1241,8	882,98	138,0857	533,68	627,83	787,71	235,83	1087,2	1436,4	1081,3
Demanda de agua por el area del cultivo	(m3/0,0475 ha)	10,067	50,822	58,985	41,942	6,55907	25,35	29,822	37,416	11,202	51,642	68,229	51,36
Demanda de agua por el area del cultivo	litros/0,0475 ha	10067	50822	58985	41942	6559,07	25350	29822	37416	11202	51642	68229	51360
demanda de agua por dia	litros/dia	324,73	1815,1	1902,8	1398,1	211,5829	845	962	1207	373,4	1665,9	2274,3	1656,8
Total	(litros)/año												443397

Fuente-Elaboración propia de la institución

De acuerdo al cuadro 12 se muestra que la demanda máxima se encuentra en el mes de noviembre 143,91 mm mensual que corresponde al periodo crítico y donde muestra que la evapotranspiración máxima en el periodo de mayor demanda corresponde al cultivo de tomate en su etapa de mayor desarrollo.

4.1.2.-Dosis, frecuencia y tiempo de riego. Número de emisores por metro cuadrado y caudal del emisor.-

Se adoptó un emisor con las siguientes características:

4.1.2.1.-Datos emisor

Presión nominal: 10 m.c.a

Caudal nominal: 2 l/h

Conexión: interlínea.

Disposición en línea colocando dos líneas de emisores cada línea de plantas

Coefficiente de variación del proceso de fabricación: 0.03 (categoría A)

q = caudal del gotero, es de 2 l/h

$$K = \text{coeficiente de descarga} \rightarrow 2 = K \times 10^{0.509} \quad K = 0.6198, \quad \text{de donde}$$

$$q = 0.6198 \times H^{0.509}$$

x = Exponente de descarga $x = 0.509$

H = Presión a la entrada del gotero, 10 m.c.a

El área mojada por emisor fue de 0.360 m² datos obtenidos y medidos en el invernadero y el porcentaje de superficie mojada por el emisor fue 36 % en un metro cuadrado y para lo cual se hizo una relación de regla de 3 simple

$$1\text{m}^2 \dots\dots\dots 100\% \qquad 1\text{e} \dots\dots\dots 0,350\text{m}^2$$

0,350 m².....x= 35% x.....1m² entonces X=2,7 Emisores en m² pero se optó por poner tres emisores debido a la separación que los goteros tienen en las mangueras de riego.

La separación de emisores es de 30 cm y la de laterales de 60 cm. la disposición de los emisores por metro cuadrado es de 3,3 emisores por metro cuadrado.

4.1.2.2.-Intervalo de riego

$$I = 0,002 * 2387,0 / 4,78 = 0,99 = 1 \text{ dia}$$

El intervalo o frecuencia de riego es de un dia para el área del invernadero si se quiere satisfacer el periodo crítico de mayor necesidad

4.1.2.3.-Tiempo de riego

$$t = \frac{N_t \cdot I}{e \cdot q_a}$$

El tiempo de riego requerido es de 0,79 horas o 47 minutos

4.1.2.4.-Descripción oferta de agua por el sistema para cubrir la demanda

Cuadro N 13 Descripción oferta de agua por el sistema para cubrir la demanda

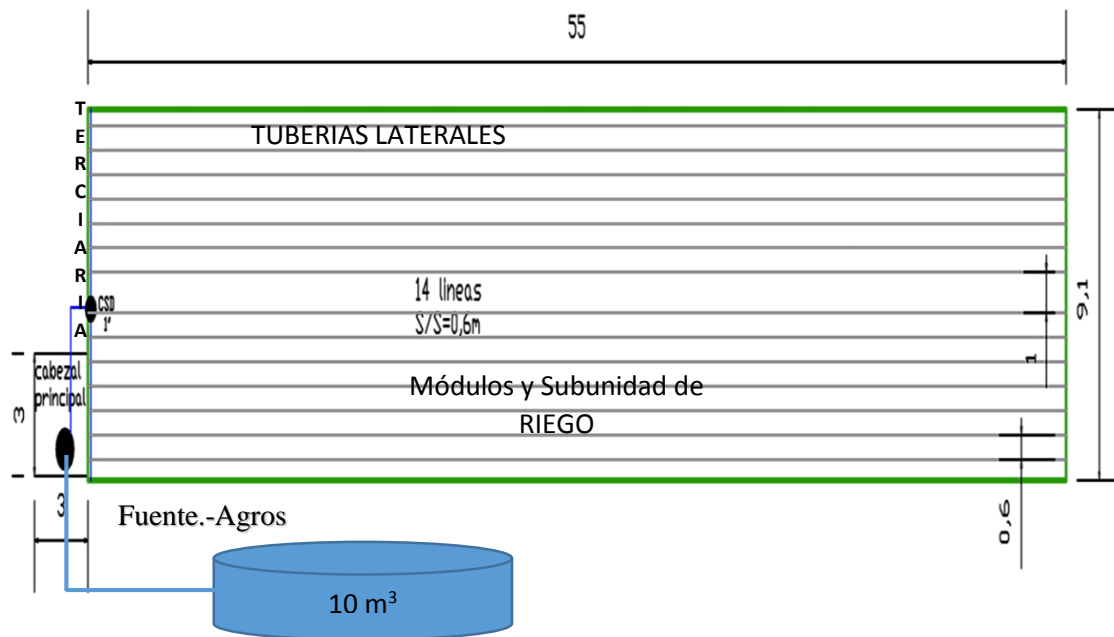
DESCRIPCION	UNIDADES	CANTIDAD
NUMERO DE LINEAS	Mangueras	14
LONGITUD DE LINEA	[m]	50,00
LONGITUD TOTAL	[m]	700,00
Q/TOTAL	[l/h]	4.666,67
AREA TOTAL	[m2]	500,00
LAMINA DE RIEGO	[mm]	5,00
VOLUMEN DE AGUA POR DIA	[m3/dia]	2,28
	[l/dia]	2.274,00
TIEMPO DE RIEGO	[horas]	0,47
MATRIZ PRINCIPAL	PULGADAS	1"
NUMERO DE VALVULAS	PULGADAS	2,00
CAUDAL POR VALVULA	[l/h]	2.333,33

Fuente: Elaboración propia

El cuadro número 13 indica la oferta de agua en compensación a la demanda por lo que tengo una demanda 2.2275 litros por hora día y una oferta de agua de 4666 litros por hora por lo que, cubre la demanda de agua duplicada, en ese caso solo debo regar media hora por día ya puedo compensar las necesidades del cultivo en el periodo más crítico.

4.1.3.-RESULTADOS DISEÑO HIDRÁULICO.-

Figura 3 Esquema conceptual del diseño hidráulico



Fuente.-Elaboración AGROS S.R.L

La gráfica número 3 muestra como está compuesto hidráulicamente el sistema de riego.

4.1.3.1.-Resultado pérdidas de carga y presiones de trabajo del sistema

Cuadro N° 14

PERDIDA DE CARGAS DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO						
DESCRIPCION	UNIDADES	Laterales	Túberia terciaria	Túberia secundaria	Tuberia primaria	Total
PÉRDIDA DE CARGA	m.c.a	5,97	1,8	1,22	0,034	9,027
PRESIONES REQUERIDOS	m.c.a	10,63291	12,59	12,59	20	
LONGITUDES	m	700	9	4	10	
DIAMETROS	mm	16	25,4	25,4	38.1	

El cuadro 14 muestra las pérdidas de carga más frecuentes del sistema, mostrando así donde se ocasionan las pérdidas de carga más frecuentes; la mayor pérdida de carga se ocasiona en los laterales con 5,97 m.c.a produciendo así, el 65% de pérdidas en relación al total que se provocan en el sistema

4.1.3.2.-Velocidad

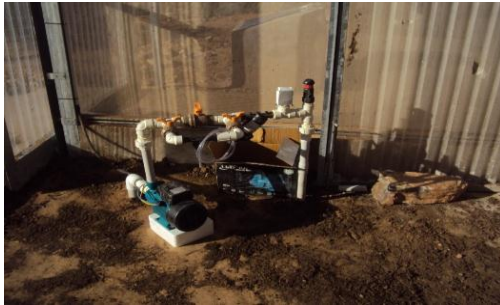
La velocidad con la que trabaja el sistema es de: 0,89 m/s

4.1.4.-INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO

3.1.4.1.-Instalación del sistema de bombeo

El sistema de bombeo estuvo compuesto por una bomba e 0,75 Hp, la cual fue conectada a la tubería de 1" ½ mediante adaptadores, la que se conecta al tanque o reservorio que este sistema de bombeo también está conectada al cabezal principal mediante unión universal

Gráfico 1,2.



3.1.4.2.-Instalación del cabezal de riego.-

Se utilizó un filtro de anillas de 1 pulgada de salida, para las impurezas existentes en el sistema carrizal, 1 regulador de presión o manómetro que trabaja con una presión de 2 atmósferas, una válvula de aire de 1 Pulgada, 1 válvula de 1 pulgada para dar paso al agua bombeada; el armado del cabezal de riego se hizo en taller con todos sus partes y accesorios.

Grafico 3 Armado del cabezal



Grafico 4 Instalación de cabezal de riego



4.1.4.3.-INSTALACIÓN DE MATRIZ PRINCIPAL.-

Con un codo de 1", la cual se conectó al cabezal principal y la tubería de 1", se dirigió al cabezal secundario o de distribución; la tubería tiene una longitud de 3 metros desde el cabezal principal al cabezal secundario

4.1.4.4.-ARMADO DEL CABEZAL SECUNDARIO.-

El cabezal secundario se armó en taller al igual que el cabezal principal y constó de dos válvulas de distribución, cada una para una unidad de riego de 238 m² de riego, 5 codos y tres tubos de 1", cada uno de 60 cm de longitud.

Grafico 5 Armado en taller



Grafico 6 Instalación en invernadero



4.1.4.5.- INSTALACION DE MATRIZ SECUNDARIO.-

El Armado del matriz secundario o tuberías secundarias; constó de una tubería de 1", la cual fue colocada a la anchura del invernadero conectada con codos de 1" al cabezal secundario, seguidamente fue perforada cada 60 cm., que es la distancia a la que van las mangueras o laterales de riego, juntamente a estas tuberías se conectaron los chicotillos en cada perforación, que luego se conectaron a las mangueras de riego a esta instalación se incluyeron los lavadores en cada subunidad de riego.

Grafico 7 Porta lateras



Grafico 8 Inst. De Porta laterales



4.1.4.6.-TENDIDO DE MANGUERAS Y SELLADO DE LOS MISMOS.-

El tendido de mangueras consistió en tirar las mangueras a la longitud del invernadero en líneas rectas según diseño, una vez hecho esto se realizó la conexión a los chicotillos que están conectados a la tubería secundaria. Una vez tendidas las mangueras, se procedió al sellado de las mismas en cada fin de líneas.

Gafica 9 Preparación para el tendido de laterales o mangueras de riego



Grafica 10 Tendido de mangueras y sellado de los mismos



3.1.5.-ESTABLECIMIENTO DE LOS COSTOS INCURRIDOS EN LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA RIEGO POR GOTEO.

Se estableció los costos del sistema de riego por goteo de acuerdo a partes por instalación y por el número de materiales que tiene cada parte.

4.1.5.1.-COSTO DE CABEZAL PRINCIPAL DE 1" CON VENTURI DE 3/4" CUADRO N°15

Nº ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNID	CANT	PRECIO UNIT. [Bs]	PRECIO TOTAL [Bs]
CABEZAL					2.323,80
1	filtro de 1"	pieza	1	350,00	350,00
2	manómetro	pieza	1	90,00	90,00
3	válvula cinetica de 1"de aire	pieza	1	492,80	492,80
4	llave bola de 1"	pieza	1	80,00	80,00
5	tee R 1"	pieza	4	17,00	68,00
6	niple de 1"	pieza	6	7,00	42,00
8	reducción buje 1 x 3/4"	pieza	2	8,00	16,00
9	reducción buje 1 x 1/2"	pieza	1	7,00	7,00
10	reducción de 1/2" a 3/8" FG	pieza	1	10,00	10,00
11	unión universal de 1"	pieza	2	28,00	56,00
12	codo de 1"	pieza	1	13,00	13,00
13	codo de 3/4"roscado	pieza	2	10,00	20,00
14	llave bola de 3/4"	pieza	2	65,00	130,00
15	niple de 3/4"	pieza	5	6,00	30,00
16	cupla de 3/4"	pieza	1	7,00	7,00
17	fertilizador Venturi de 3/4"	equipo	1	900,00	900,00
18	manguera transparente de 3/8"	ml	3	4,00	12,00

Fuente. Elaboración propia.

4.1.5.2.-COSTO DEL SISTEMA DE BOMBEO

CUADRO N°16

Nº	DESCRIPCIÓN	UNID	CANT	PRECIO UNIT.	PRECIO TOTAL
ÍTEM				[Bs]	[Bs]
1	Bomba	pieza	1	2000	2000
2	Válvula de succión	pieza	1	120	120
3	Codo 1,5" Y 1" RED.	Pieza	1	15	15
4	Unión universal	Pieza	1	28	28
5	Clefa	Envase 1/4 LTS	2	10	20
6	PVC	Envase 1/2 LTS	1	55	55
					2238

Fuente. Elaboración propia.

4.1.5.3.-COSTO DE CABEZAL SECUNDARIO O DE DISTRIBUCION

CUADRO N°17

Nº	DESCRIPCIÓN	UNID	CANT	PRECIO UNIT.	PRECIO TOTAL
ÍTEM				[Bs]	[Bs]
1	Tubería pvc 1"	Metros	6	8	48
2	Codos pvc 1 "	pieza	5	13	65
3	TES PVC 1"	pieza	1	17	17
4	llave bola de 1"	pieza	2	80,00	160,00
5	Adaptadores	pieza	4	5	20
					310

Fuente Elaboración propia

4.1.5.4.- COSTO DE MATRIZ PRINCIPAL Y SECUNDARIO

CUADRO N°18

Nº	DESCRIPCIÓN	UNID	CANT	PRECIO UNIT.	PRECIO TOTAL
ÍTEM				[Bs]	[Bs]
1	Tubería PVC 1"	Metros	24	8	192
2	Codos PVC 1"	pieza	3	13	39
3	Tapones 1"	pieza	2	6	12
4	Adaptadores	pieza	2	5	10
					253

4.1.5.5.-COSTO DE UNIDAD DE DISTRIBUCION PARA EL AREA DE RIEGO DE 475 m²

CUADRO N° 19

Nº	DESCRIPCIÓN	UNID	CANT	PRECIO UNIT.	PRECIO TOTAL
ÍTEM				[Bs]	[Bs]
1	Manguera PEBD	Metros	700	2,5	1750
2	Chicotillo	pieza	14	23	322
3	Fin de línea	pieza	14	4	56
					2128

Fuente Elaboración propia

4.1.5.6.-COSTO TOTAL DE LA IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO EN INVERNADERO.-

CUADRO N° 20

Nº	DESCRIPCIÓN	CANT	PRECIO INVERNADERO.	POR	PRECIO TOTAL
ÍTEM			[Bs]		[Bs]
1	SISTEMA DE BOMBEO	2	2.238,00		4476,00
2	CABEZAL PRINCIPAL	2	2.323,00		4646,00
3	CABEZAL DE DISTRIBUCION	2	310,00		620,00
4	MATRIZ PRIMARIO Y SEC.	2	253,00		506,00
5	UNIDAD DE RIEGO 475 m ²	2	2.128,00		4256,00
6	MANO DE OBRA	2	4.000,00		8000,00
			11.252,00		22504,00

Fuente. Elaboración Propia

El costo total para la implementación de un sistema de riego por goteo fue 11.252.00 Bs con mano de obra calificada y el total para los dos invernaderos en las dos comunidades fue de 22.504,00 Bs.

4.2.-INFORME DE LA INSTITUCION SOBRE LA EFICASIA DE LA INTERVENCION PROFESIONAL.



Tarija, 12 de marzo de 2015

Señor

Ing. Sebastián Ramos Mejía

DIRECTOR DEPARTAMENTO DE MANEJO DE CUENCAS, BOSQUES, SUELOS Y RIEGOS

Presente.-

Ref. Conclusión del trabajo dirigido

De mi consideración:

A través de la presente, reciba un cordial saludo, deseándole éxito en las labores por la facultad de Ciencias, Agrícolas y Forestales.

El motivo de la presente es para hacerle llegar el informe del Trabajo dirigido Titulado: "DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO BAJO INVERNADERO EN DOS COMUNIDADES DEL MUNICIPIO DE YUNCHARA PROVINCIA AVILEZ", elaborado por el universitario MELANO RUBEN RODRIGUEZ COLQUE.

El presente trabajo fue concluido por parte del universitario de manera satisfactoria, por lo cual sugiero que concluya con la elaboración del documento final para su posterior defensa como manda el reglamento de profesionalización I-II. Eso es cuanto puedo informar para fines legales.

Sin otro particular motivo me despido con las consideraciones del caso.

Atentamente,


Ing. Daniel Zamora Ramírez
Gerente AGROS S.R.L

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1- CONCLUSIONES:

- Para el diseño agronómico el cálculo de las necesidades netas como también de las necesidades totales, se los hizo en base al mes con mayor demanda de agua por lo tanto las necesidades totales para este mes cubren las necesidades que exigen los posteriores meses.
- El método que se usó para hacer el diseño agronómico y el hidráulico fue el de Fernando Pizarro riegos localizados de alta frecuencia que se basa más que todo en el empleo de tablas y formulas considerando parámetros edafoclimáticos obtenidos en base a experiencias de riego por goteo en otros proyectos.
- El diseño hidráulico solo se basó en el cálculo del caudal de demanda para regar el área del invernadero y de las pérdidas de carga en la tubería principal como también de las pérdidas en las mangueras de riego ocasionados por el manejo en el cabezal secundario.
- Se Implementó el sistema de riego por goteo para la producción de hortalizas en dos comunidades que tienen las mismas dimensiones de invernaderos por lo tanto mismas necesidades de riego.
- Al sistema de riego se le ha implementado un cabezal de riego a través del cual se podrá proporcionar los nutrientes necesarios para el crecimiento y el cuidado de los cultivos hortícolas.
- El sistema de riego por goteo implementado no fue echo con fines de rentabilidad puesto que más se vio la necesidad de las comunidades para su seguridad alimentaria ya que esta región no es adecuada para la producción de hortalizas que exigen condiciones climáticas adecuadas para su desarrollo por lo tanto la producción de hortalizas en el invernadero está destinada más a la dieta diaria de los beneficiarios

- En el diseño y la implementación se ha usado tuberías de PVC y de polietileno puesto que estos materiales nos dan la ventaja de tener menor costo, pero que también son más durables.

- El costo total del diseño como de la implementación fue de veinte dos mil trescientos sesenta Bolivianos (22.504,00 Bs)

- Con la implementación del sistema de riego se hizo una innovación tecnológica productiva en la zona ya que son bajo invernadero y que cuenta con todo un sistema de manejo mecanizado

5.2.-RECOMENDACIONES

- Se recomienda contar con estaciones agro meteorológicas dentro del invernadero, para saber necesariamente el comportamiento del suelo y los vegetales en el interior del mismo ya que los cálculos que se hicieron con fórmulas empíricas para fines de diseño.
- Es muy importante realizar una frecuencia del lavado y que sea periódica en todo el sistema, para que el trabajo del mismo sea más eficiente.
- El sistema de riego no debe ser considerado como una solución de riego para todos los cultivos, ya que simplemente es otra técnica conocida como los otros métodos tradicionales de inundación, surcos, por aspersión. etc.
- Se recomienda hacer un buen control en cuanto a los tiempos de riego y la frecuencia con la que se va regar de acuerdo a las necesidades de los cultivos en cada fase fenológica ya que tienen distintos requerimientos durante su desarrollo.
- Se recomienda contar con la calefacción necesaria en el interior del invernadero para la producción de los cultivos en la época de invierno ya que en la región en esta época se registran temperaturas bajo cero a lo ello puede afectar el interior del invernadero.