




MODULO Nº 1



**SISTEMAS DE RIEGO POR GOTEO,
MICROASPERSIÓN Y ASPERSIÓN**



Programa de capacitación teórico, práctico e innovación tecnológica para implementar sistemas de riego presurizado en el cantón Espíndola.

Módulo 1

Diseño modular para formación de promotores en gestión del conocimiento

FEPP Reg. Loja

Av. Nueva Loja 1378 entre Yaguachi y Catarama

Teléf. (07) 2723781 / 2726989

loja@fepp.org.ec

Compilación:

FEPP REGIONAL LOJA – Atilio Prado

Revisado por: Jorge Cuenca

Diseño e impresión:

Imprenta Cosmos | 2572030 | 0986673375

imprentacosmos@hotmail.com

Loja, octubre 2020



ÍNDICE

| | |
|--|----|
| CAPITULO 1: SISTEMAS DE RIEGO PARCELARIO TECNIFICADO | 6 |
| 1. CONCEPTO DE RIEGO DESDE UNA VISIÓN TÉCNICA | 6 |
| 1.1. FACTORES INFLUYENTES EN EL RIEGO. | 6 |
| 1.1.1. El Suelo. | 6 |
| 1.1.1.1. Propiedades. | 6 |
| 1.1.1.2. Clasificación. | 7 |
| 1.1.1.3. Clases agrológicas. | 7 |
| 1.1.2. El agua de riego. | 9 |
| 1.1.3. El clima. | 10 |
| 1.1.4. Los cultivos. | 11 |
| 1.1.5. Los regantes. | 11 |
| 1.1.6. La estructura de la propiedad. | 11 |
| 2. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE SISTEMAS DE RIEGO PRESURIZADO. | 12 |
| 2.1. Ventajas: | 12 |
| 2.2. Desventajas: | 12 |
| 3. SELECCIÓN DEL AREA DE RIEGO | 13 |
| CAPITULO 2: DISEÑO AGRONÓMICO | 15 |
| 1. PROCESO TÉCNICO PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA. | 15 |
| 2. DISEÑO AGRONÓMICO. | 15 |
| 2.1. Este diseño agronómico abarca: | 15 |
| 3. DISEÑO HIDRÁULICO. | 16 |
| 3.1. El diseño hidráulico comprende: | 16 |
| 4. MÉTODOS DE RIEGO | 17 |
| 4.1. CLASIFICACIÓN: | 17 |
| 4.1.1. El sistema de riego por gravedad. - | 17 |
| 4.1.2. El sistema de riego a presión. - | 17 |
| 4.2. ELECCIÓN DEL MÉTODO DE RIEGO | 18 |
| 4.2.1. Un método inadecuado de riego puede ocasionar: | 18 |
| 4.2.2. Cada sistema es bueno de acuerdo a ciertas circunstancias específicas de: | 18 |
| 4.2.3. El riego por aspersión. - | 18 |
| 4.2.4. El riego por goteo.- | 18 |
| 5. CULTIVO A IMPLEMENTAR. | 19 |
| 5.1. En los sistemas de riego parcelario de la AFC. - | 19 |
| 5.2. Cultivos de hortalizas. - | 19 |
| 5.3. Cultivos de ciclo corto. - | 19 |
| 5.4. Cultivos agroforestales y perennes. - | 19 |
| CAPITULO 3: DISEÑO DE RIEGO PARCELARIO. | 21 |
| 1. INFORMACIÓN BASE DEL ÁREA | 21 |
| 1.1. DATOS DEL CLIMA | 21 |

| | | |
|----------|---|----|
| 1.2. | DATOS DE LA PARCELA | 21 |
| 1.3. | DATOS DEL CULTIVO | 21 |
| 1.4. | DATOS DEL SUELO | 21 |
| 1.5. | FUENTE DE AGUA | 21 |
| 2. | EL SISTEMA DE RIEGO PARCELARIO | 21 |
| 2.1. | Cálculos | 22 |
| 2.1.1. | Lámina de agua aprovechable LAA | 22 |
| 2.1.2. | Lámina de agua rápidamente aprovechable LARA | 22 |
| 2.1.3. | Evapotranspiración del cultivo ETC | 22 |
| 2.1.4. | Frecuencia de riego Fr | 22 |
| 2.1.5. | Frecuencia de riego corregida Frc | 23 |
| 2.1.6. | Lámina de agua rápidamente aprovechable corregida LARAc | 23 |
| 2.1.7. | Lámina de riego Lr | 23 |
| 2.1.8. | Separación entre aspersores | 23 |
| 2.1.9. | Precipitación horaria del aspersor P hr | 24 |
| 2.1.10. | Comparación de la precipitación horaria con la velocidad de infiltración | 24 |
| 2.1.11. | Tiempo de riego por posición Tr | 24 |
| 2.1.12. | Número de posiciones totales No posc. tot. | 25 |
| 2.1.13. | Número de posiciones por día | 25 |
| 2.1.14. | Número de posiciones por aspersor y por día | 25 |
| 2.1.15. | Número de aspersores | 25 |
| 2.1.16. | Caudal de diseño de la principal | 25 |
| 3. | SELECCIÓN DE MATERIALES Y ACCESORIOS PARA LA INSTALACIÓN DEL RIEGO | 26 |
| 3.1. | TUBERÍAS | 26 |
| 3.1.1. | Tipo de material: | 26 |
| 3.1.1.1. | Cuando las tuberías son de PE, | 26 |
| 3.1.1.2. | Las tuberías de PVC, | 26 |
| 3.1.1.3. | Tubería de PP polipropileno.- | 26 |
| 3.1.2. | Diámetro de la tubería: | 26 |
| 3.1.3. | Selección del diámetro de la tubería principal | 28 |
| 3.1.4. | Para seleccionar el diámetro de la tubería considerando el criterio de velocidad se utiliza el siguiente método: | 28 |
| 3.1.4.1. | Método. | 28 |
| 3.2. | ACCESORIOS | 29 |
| 3.2.1. | Los accesorios de PE, existen variedades en el mercado con rosca, sin rosca, con anillo metálico, etc. | 29 |
| 3.2.2. | Accesorios de PP para tubería roscable y de compresión. | 30 |
| 3.2.3. | Accesorios en PVC espiga campana (pegable) | 30 |
| 3.3. | HERRAMIENTAS | 30 |
| 3.4. | LOS EMISORES. | 31 |
| | Glosario: | 33 |
| | BIBLIOGRAFÍA | 34 |

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de riego presurizado parcelario son el alma de la AFC en el sector rural, ello permite la producción de alimentos sanos y con alto valor nutritivo, necesario para la seguridad alimentaria de la familia y sus excedentes para aportar a la soberanía alimentaria de la población en general; es por ello que el proyecto “Mejora de la agricultura familiar campesina – AFC a través de la innovación, conservación y uso eficiente de las fuentes de agua, que permitan la restauración de ecosistemas del cantón Espíndola, generando condiciones propicias para la resiliencia de la población frente al cambio climático”, tienen el objetivo de contribuir al desarrollo agropecuario e integral de las familias y comunidades del cantón Espíndola, con sistemas de riego parcelario; además es muy importante que las personas participantes en el proyecto sean los protagonistas en el proceso de diseño, instalación y mantenimiento de su sistema para que generen aprendizajes que les serán muy útiles para la operación, manejo y el aprovechamiento óptimo del agua.

Conscientes que el agua es un recurso natural indispensable para la vida, es preciso tener presente que debemos cuidarla, conservarla y aprovecharla eficientemente en las necesidades humanas; es por ello que con este módulo nos proyectamos implementar sistemas de riego tecnificado para hacer el máximo provecho del agua que disponen las familias participantes en el proyecto.



CAPITULO 1: SISTEMAS DE RIEGO PARCELARIO TECNIFICADO

1. CONCEPTO DE RIEGO DESDE UNA VISIÓN TÉCNICA

Desde el punto de vista técnico: El riego es la aplicación *ARTIFICIAL, OPORTUNA Y UNIFORME DE AGUA AL SUELO EN LA ZONA DE LAS RAÍCES*, con el objeto de reponer el agua que ha sido consumida por las plantas entre dos riegos consecutivos, con el propósito de mantener un buen desarrollo y producción de los cultivos.

Es artificial porque el agua se lleva por canales, acequias y tuberías hasta la planta.

Es oportuna, porque el riego no es permanente, sino que se riega durante cortos períodos de tiempo, para satisfacer las necesidades permanentes de agua de las plantas.

Es uniforme, porque todas las plantas de una misma huerta deben recibir más o menos la misma cantidad de agua para obtener una producción uniforme; es decir, que no haya unas plantas demasiado pequeñas por falta o exceso de agua.

1.1. FACTORES INFLUYENTES EN EL RIEGO.

Toda transformación en regadío debe tener en cuenta una serie de factores que condicionan la operación y que son los siguientes:

- El suelo.
- El agua.
- El clima.
- Los cultivos.
- Los regantes.
- La estructura de la propiedad.

1.1.1. El Suelo.

El suelo se utiliza en regadío como depósito de las aportaciones de agua. Desde este punto de vista, presentan interés diversas propiedades del suelo, entre las que destacan son las siguientes:

1.1.1.1. Propiedades.

- La **textura** o composición granulométrica del suelo, se refiere a las cantidades de granos o partículas minerales que existen en el suelo y que pueden ser de tres clases: ARENA, LIMO y ARCILLA. Los mismos que intervienen en las reacciones químicas que se producen.

- **La estructura**, que es el modo como se disponen las partículas terrosas en contacto entre sí. La estructura influye fuertemente en los demás factores físicos del suelo, así como, en las características

químicas y biológicas. La estructura es la forma en que las partículas del suelo se reúnen para formar agregados.

- La **porosidad**, íntimamente ligada a las anteriores, y que consiste en un espacio aéreo constituido por poros que existen en el suelo. Su influencia es muy grande en la capacidad del campo.

- La **densidad**, que está relacionada con el contenido de materia orgánica. A mayor densidad, menor contenido de materia orgánica. Refleja el contenido total de porosidad en un suelo y es importante para el manejo de los suelos (refleja la compactación y facilidad de circulación de agua y aire)

- La **capilaridad**, que influye en las posibles aportaciones de agua de la capa freática.

- La **plasticidad**. A mayor plasticidad, mayor porcentaje de humedad. Es la cualidad por la cual el material edáfico cambia continuamente de forma, pero no de volumen, bajo la acción de una presión constante, y mantiene dicha forma al desaparecer la presión.

- La **permeabilidad** influye decisivamente en la práctica del riego, ya que es el factor que determina la capacidad que tiene el suelo para absorber una aportación de agua en un tiempo dado. Permeabilidad es la propiedad que tiene el suelo de transmitir el agua y el aire. Se mide en cm/hora y sus valores se clasifican desde 0,1 cm/h. (muy lenta), hasta 25 cm/h (muy elevada).

Del conjunto de estas propiedades depende la aptitud de un suelo para su transformación en regadío, siendo la permeabilidad la que más importancia tiene. El resto de las propiedades influyen más bien en la capacidad del suelo para retener la humedad. De un modo general esta capacidad aumenta con el porcentaje de finos, a la vez que desciende la permeabilidad.

1.1.1.2. Clasificación.

Para el Plan de Ordenamiento y Manejo de las Cuencas, los suelos fueron agrupados en ocho clases agrológicas que caracterizan los atributos de la tierra de acuerdo al clima, pendiente, características físico-químicas, erosividad, drenaje y peligros de inundación.

1.1.1.3. Clases agrológicas.

El presente estudio ha sido realizado a nivel de planificación regional, y, por ser un proceso interpretativo, está sujeto a variaciones ocasionadas por la evolución tecnológica. Se describen a continuación las clases agrológicas presentes en la región.

- **Clase I y II:** En el área estudiada no se presentan las clases I y II debido a las particulares características climáticas, especialmente relacionadas con exceso de humedad y temperaturas excesivamente altas y excesivamente bajas.

- **Clase III:** A esta clase pertenecen los suelos de relieve plano de las superficies de explayamiento o abanicos aluviales con pendientes inferiores al 6%.

Los suelos presentan un pH desde ligeramente ácido a ácido, una fertilidad media a alta, textura media

susceptible de una producción moderada a alta, con aptitud para todos los cultivos adaptados a la zona (maíz, arroz, yuca, plátano, cítricos, pastos, palma africana, café).

- **Clase IV:** A esta clase pertenecen los suelos de relieve plano a moderadamente ondulado, con pendientes inferiores al 12% en más del 80% de la superficie. En general, corresponden a las terrazas altas y medias de la red actual o de paleo cauces. Eventualmente pueden estar sujetos a inundaciones ocasionales y de corta duración.

Son suelos de fertilidad media a alta, de textura variable, desde arenosa hasta arcillosa, son de moderadamente profundos a profundos. En estos suelos se puede realizar la mayoría de los cultivos adaptados a la zona, tales como arroz, café, plátano, cultivos de subsistencia.

- **Clase V:** Corresponden a esta clase los suelos de los valles interandinos desarrollados sobre sedimentos aluviales y derrames basálticos; relieves estructurales sobre materiales sedimentarios con cobertura de cenizas volcánicas y, las terrazas medias y bajas sujetas a inundaciones ocasionales en la llanura amazónica.

Los suelos de esta clase son de textura media a gruesa, medianamente ácidos a ácidos, de fertilidad natural media a alta, susceptibles a inundaciones ocasionales y de corta duración. Su uso es limitado por los peligros de inundación y la fragilidad del suelo, la gama de cultivos es reducida (arroz, pastos, maíz, yuca).

- **Clase VI:** A esta clase pertenecen los suelos de la vertiente andina baja, los de relieves estructurales y, en la llanura amazónica propiamente dicha, los relieves colinados, zonas semipantanosas temporalmente inundadas y suelos desarrollados en abanicos aluviales.

En general, los suelos de esta clase tienen las siguientes características: fertilidad natural de baja a media, generalmente ácidos, de textura muy variable, desde arenosa hasta arcillosa, suelos orgánicos-fibricos, a menudo con aluminio tóxico alto, suelos frágiles. Su uso se restringe a una gama limitada de cultivos de la zona, como maíz, café, plátano, pastos, yuca.

- **Clase VII:** Corresponden a esta clase los suelos agrupados en las unidades de alta montaña con modelado glacial, páramos altos y declives de la cordillera externa. Los suelos que caracterizan esta zona son de origen volcánico con alta retención de agua, pendientes superiores al 40% en menos del 60% de la superficie, afloramientos rocosos y pedregosidad, de textura generalmente limosa, ácidos con aluminio tóxico alto, generalmente de fertilidad natural media a baja.

Los suelos de esta clase no permiten sino un uso restringido y con una productividad baja (pastos, maíz).

- **Clase VIII:** Esta clase agrupa los siguientes paisajes:

En la Cordillera Oriental, suelos andinos, nevados con relieves de alta montaña. La vertiente de la Cordillera Oriental presenta pendientes superiores al 40% que cubren más del 60% de la superficie, con derrames lávicos, una cordillera secundaria sobre granitos intrusivos con capas de cenizas,

MÓDULO 1 ——— SISTEMAS DE RIEGO POR GOTEO, MICROASPERSIÓN Y ASPERSIÓN

desarrolladas sobre rocas metamórficas y sedimentarias, suelos superficiales y asociados a afloramientos rocosos.

En la llanura amazónica propiamente dicha, corresponden a zonas pantanosas o permanentemente inundadas.

Las características principales de estos suelos son: fertilidad natural de baja a media, generalmente ácidos, de texturas muy variables, desde arenosa a arcillosa, generalmente con aluminio tóxico alto, suelos inestables, gran propensión a movimientos en masa. Su uso se restringe a bosques protectores y áreas silvestres.

Cuadro: APTITUD DE LAS TIERRAS

| Clase agrológica | Aptitud |
|------------------|--|
| III | Todos los cultivos adaptados a la zona, con rendimiento alto: maíz, arroz, yuca, plátano, cítricos, pastos, palma africana, etc. |
| IV | La mayoría de los cultivos adaptados a la zona, con rendimientos medios a altos: arroz, café, plátano, cultivos de subsistencia. |
| V | Uso limitado de cultivos con rendimiento medio: arroz, pastos, maíz, yuca. |
| VI | Uso limitado con prácticas adecuadas, rendimientos bajos: maíz, café, plátano, pastos, yuca. |
| VII | Uso extremadamente limitado, con rendimientos bajos: pastos, maíz. |
| VIII | Uso exclusivo de bosques protectores y áreas silvestres |

1.1.2. El agua de riego.

El agua utilizada para riego contiene normalmente una cantidad apreciable de sales en disolución y elementos sólidos en suspensión.

Según la cantidad y clase de elementos sólidos en suspensión el agua podrá influir en el método de riego a elegir y, si éste es aspersión y sobre todo si es riego localizado, la calidad del agua determinará la clase de tratamiento filtrante necesario.

Según la cantidad y clase de sales disueltas que contenga el agua se podrán producir reacciones químicas con el suelo que afectarán de forma más o menos perjudicial a la relación suelo-planta, pudiendo provocar los siguientes problemas.

- Salinidad.
- Permeabilidad.
- Toxicidad.
- Efectos diversos.

Los problemas de salinidad afectan fundamentalmente sobre la disponibilidad de agua para el cultivo. En efecto, las sales disueltas en el agua de riego se van concentrando en el suelo a medida que las plantas y la evaporación van sustrayendo el agua. Una excesiva acumulación de sales aumentará el potencial osmótico del agua y la energía que necesitaría emplear la planta para succionar el agua se ve mermada por la que tiene que emplear para vencer el potencial osmótico. Como consecuencia la salinidad del agua afecta a la disponibilidad de la misma para las plantas, exigiendo un alto contenido de humedad en el suelo.

Esta salinidad se mide normalmente por medio de la conductividad eléctrica del agua y se expresa en mhos/cm. La relación entre la salinidad y la presión osmótica que tiene que vencer la planta como consecuencia de la misma es la siguiente:

Los problemas de permeabilidad se pueden producir debido a la baja salinidad del agua de riego o a la alta proporción de sodio en la misma. En el primer caso, las aguas son corrosivas y tienden a disolver las sales de los suelos causando su dispersión. Una vez evaporada el agua las sales se depositan de nuevo rellenando los huecos del terreno y disminuyendo la permeabilidad. En el segundo caso, que es el más frecuente, se pueden producir reacciones químicas que afecten gravemente a la permeabilidad.

El método empleado en laboratorio para evaluar este problema se expresa por el llamado índice SAR (relación de absorción de sodio).

En ambos casos el empleo de esta agua disminuirá la permeabilidad, perjudicando el riego.

Los problemas de toxicidad que puede plantear el agua de riego se deben a la acumulación dentro de la planta de ciertos constituyentes de dicha agua. Los elementos tóxicos que pueden afectar a los cultivos son el sodio, el cloro y el boro.

Además de los problemas indicados el agua de riego puede plantear diversos problemas en relación con el nitrógeno (excesivo crecimiento foliar), el bicarbonato, el pH, etc.

Como consecuencia de todo lo anterior, las aguas que se van a emplear en un regadío deben ser analizadas por especialistas que determinen sobre la conveniencia de su empleo y los condicionantes que pueden imponer tanto al sistema de riego como a los cultivos.

1.1.3. El clima.

La influencia del clima en un regadío es obvia, condicionando tanto los cultivos a implantar como las

cantidades de agua que hay que aportar al suelo. Por lo tanto, todo estudio de regadío debe ir precedido de un estudio climatológico que detalle las pluviometrías, las temperaturas e incluso, los vientos de la zona.

La evapotranspiración y la lluvia son dos elementos climáticos más considerados. Cuando se evalúa el SUMINISTRO del agua de riego. La evapotranspiración ET (Cultivo) indica la tasa de evapotranspiración de un cultivo exento de enfermedades, que crece en un campo extenso (una o más hectáreas) en condiciones óptimas de suelos, incluida la fertilidad y agua suficiente, en el que se llega a un potencial de plena producción con arreglo al medio vegetativo dado. La lluvia a su vez, aporta en algunos casos, grandes cantidades de agua las mismas que deben ser evaluadas (en calidad y cantidad), finalmente ser consideradas en otro programa de riego.

1.1.4. Los cultivos.

La influencia de los cultivos en la técnica del riego es evidente, ya que cada uno de ellos tiene el ciclo vegetativo en una determinada época del año y unos consumos de agua específicos. Por otra parte, la profundidad de las raíces, condiciona el espesor del suelo que se puede utilizar como depósito regulador.

Sin embargo, es un hecho comprobado que la mayoría de los terrenos en riego son empleados para un gran número de cultivos y que las necesidades de agua de los mismos se compensan unas con otras, llegándose en las grandes zonas de cultivos múltiples a unos consumos medios bastante constantes.

Al proyectar una zona de riego es necesario conocer los cultivos que se van a implantar, ya que pueden tener influencia decisiva en el sistema a emplear y, sobre todo, en la capacidad de transporte necesaria en los terminales de las redes.

1.1.5. Los regantes.

El factor humano es el más influyente en una transformación en regadío, pudiéndose contemplar dos aspectos distintos: la aptitud del regante para manejar el agua, y la disposición del mismo para el cambio del sistema de explotación de las tierras.

Deben realizarse siempre unos estudios sociológicos, ya que desgraciadamente son bastantes las zonas en que, disponiendo de agua, no se riega por falta de vocación de los agricultores, o por haber proyectado un sistema de riego poco adecuado a los mismos.

1.1.6. La estructura de la propiedad.

El último factor, pero no el menos importante, que influye en un regadío es la estructura de la propiedad, ya que el grado de parcelación de las tierras puede afectar enormemente al sistema de distribución de agua, y si no se tiene en cuenta al redactar los proyectos puede dar lugar a transformaciones en regadío totalmente inoperantes.

Desde este punto de vista es más peligroso no tener en cuenta la existencia de un excesivo grado de parcelación, que como queda dicho puede impedir el regadío, que ignorar los grandes latifundios, en los cuales el olvido de este factor de la propiedad sólo puede suponer como mucho el encarecimiento de la transformación.

También hay que considerar la futura forma de explotación de la tierra, ya que las sociedades cooperativas, hoy en expansión, pueden condicionar el empleo de un determinado sistema de riego.

2. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE SISTEMAS DE RIEGO PRESURIZADO.

2.1. Ventajas:

- Ahorro de mano de obra.
- Mayor aprovechamiento de suelo y agua.
- Posibilidad de regar en cualquier tipo de topografía y espacios de suelo.
- Control adecuado de la aplicación y la distribución del agua.
- Posibilidad de usar aguas con alto contenido de sales.
- Se eliminan completamente los canales y acequias de distribución usadas en riego por gravedad.
- Del riego localizado se obtienen algunos beneficios agronómicos, tales como:
- Facilita el control de hierbas y montes naturales en el terreno, debido a que hay partes del mismo que no se mojan.
- Aumento en la producción y calidad de los frutos, ya que se mantiene un bajo esfuerzo de humedad del suelo durante todo el ciclo del cultivo.
- Riego continuo del cultivo durante un tiempo prolongado sin que esto traiga problemas de asfixia radicular.
- Fertilización a través del agua de riego, aumentando la eficiencia, la localización y dosis de los abonos.
- Permite realizar, simultáneamente al riego, otras labores culturales, ya que al haber zonas secas, no se presenta obstáculo para desplazarse sobre el terreno.
- Evita la lixiviación de los nutrientes del suelo y el control sanitario se reduce notablemente.

2.2. Desventajas:

- El costo inicial de implementación es elevado.
- El taponamiento de los emisores (goteros principalmente) debido a que su área de salida es bastante reducida. Esto está relacionado directamente con la filtración y la calidad química del agua.
- En caso de utilizar aguas con alto contenido de sales periódicamente sin realizar lavados al final de cada ciclo, el suelo corre el peligro de colmatarse a corto o mediano plazo.
- Requiere de conocimientos técnicos en el manejo adecuado del equipo instalado.
- Requiere de mantenimiento constante.
- Se crea dependencia de los almacenes para compra de accesorios.

3. SELECCIÓN DEL AREA DE RIEGO

Para seleccionar el área de riego es necesario tomar en cuenta los siguientes aspectos:

Ubicar el área de terreno de acuerdo al cultivo que se desea regar

Si es para un huerto de hortícola, se debe ver que esté cerca de la casa.

Que no tenga que tumbar árboles.

Que de facilidad para construir las platabandas.

Que no haya riesgo de derrumbe.

Se ha demostrado que el uso racional del riego permite alcanzar un alto nivel de rendimiento en el cultivo, aprovechando mejor los abonos o fertilizantes, lo que provoca un mayor rendimiento y por lo tanto una disminución de costos.

Para obtener altos rendimientos en el cultivo, la correcta administración del agua es fundamental. Debemos usar con la máxima eficiencia posible el recurso que tenemos más a mano: el agua de lluvia y lograr que se infiltre en los suelos sin que se encharquen o se pierda por escorrentía. Para conseguirlo, el suelo no debe estar compactado o pulverizado, ni debe usarse labranza profunda.

CUESTIONARIO:

1) Señale los factores que influyen en el riego _____

2) Según la aptitud de las tierras

¿A qué clase agrológica cree que corresponde su terreno? _____

¿Por qué? _____

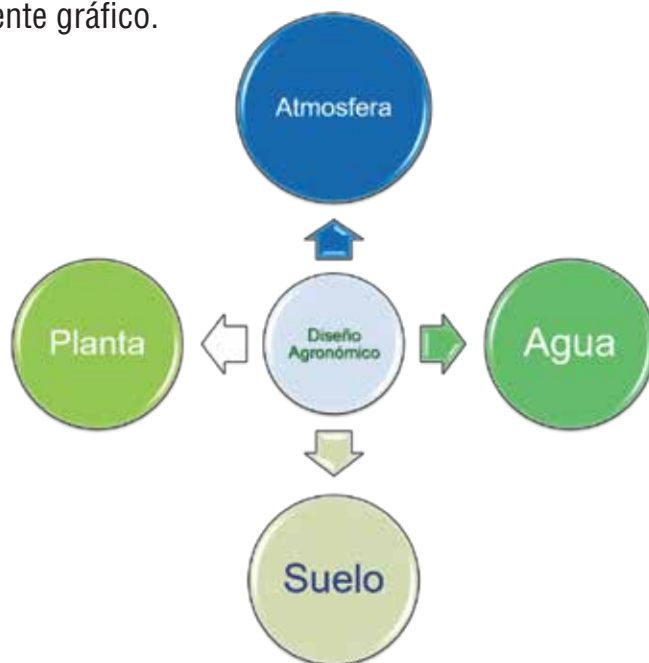
3) Según su criterio señale 5 ventajas de los sistemas de riego presurizado.

4) Señale 4 desventajas de los sistemas de riego presurizado que podrían darse en su terreno

5) Que aspectos usted tomaría en cuenta para la implementación de su sistema de riego

CAPITULO 2: DISEÑO AGRONÓMICO

El diseño agronómico es un proceso técnico muy necesario para la elaboración de diseños de riego. Consiste en determinar las necesidades hídricas del cultivo, es decir calcular la cantidad de agua que necesita para su normal desarrollo sin ocasionar déficit hídrico; estudia la relación del comportamiento del suelo, planta, atmósfera y el agua, como se muestra en el siguiente gráfico.



1. PROCESO TÉCNICO PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA.

El sistema de riego se calcula y dimensiona en función de los factores de producción vegetal: suelo, clima, y cultivo; y, las características del agua de riego. A partir de estos datos se debe tomar ciertas decisiones desde el punto de vista técnico y económico.

El diseño de riego se puede dividir en dos etapas: Diseño agronómico y diseño hidráulico.

2. DISEÑO AGRONÓMICO.

Debe garantizar el suministro de agua para abastecer las necesidades hídricas del cultivo (en condición de mayor demanda), con una adecuada eficiencia de aplicación.

2.1. Este diseño agronómico abarca:

- El cálculo de las necesidades totales de riego.
- La determinación de la dosis de riego.
- Numero de secciones y turnos de riego: análisis de caudal disponible, se analiza el

gasto total del sistema de riego con respecto al gasto disponible.

3. DISEÑO HIDRÁULICO.

Debe asegurar el diseño óptimo de la red, con el fin de cumplir con los requerimientos resultantes del diseño agronómico. Intervienen nuevos datos de partida, como la topografía y varios parámetros opcionales que se basan en criterios técnico-económicos.

3.1. El diseño hidráulico comprende:

- El tiempo y frecuencia de riego, que depende del tipo y del número de emisores por planta (unidad de superficie), caudal y disposición.
- Las dimensiones de la red de distribución y su forma de operación. Aquí es donde se definen tanto los costos del sistema como los costos de operación.
- Accesorios de medición y requerimientos de filtrado; se determina el tamaño y tipo de la bomba (en caso de ser necesario).
- Diseño electromecánico: de ser necesario se determina el tamaño y tipo de bomba, dependiendo de ello se selecciona la conexión o caja de control, calibre de los cables, y si lleva línea eléctrica o no.

En la siguiente imagen observamos de manera resumida los pasos a seguir para realizar un diseño de un sistema de riego (en la imagen se agrega la instalación y mantenimiento como parte del diseño).



El sistema de riego no solo dependerá de un correcto diseño, sino también de una excelente operación y un perfecto mantenimiento, mientras el operador del sistema se apegue a las características de operación del diseño establecido.

Los pasos a seguir para la instalación del sistema de riego son en resumidas cuentas los siguientes:

- Preinstalación: limpia, trazo, ubicación de obras civiles, permisos de construcción, apertura de zanja.
- Instalación de tuberías: relleno compactado para minimizar asentamientos sobre tubería, instalación de conexiones.
- Instalación de válvulas en sitios estratégicos.
- Instalación de emisores o línea lateral.
- Lavar la red de tuberías antes de la Instalación de emisores (aspersores, micro-aspersores o goteros).
- Instalación de bombas en caso de ser necesario, debe facilitar el libre acceso para el mantenimiento o remoción.
- Prueba del sistema de riego.

4. MÉTODOS DE RIEGO

4.1. CLASIFICACIÓN:

De una forma muy general los sistemas de riego se pueden clasificar en dos grandes grupos: sistema de riego a gravedad y sistema de riego a presión.

4.1.1. El sistema de riego a presión.-

Utiliza accesorios como aspersores o goteros para la distribución del agua. Para el funcionamiento de estos accesorios, se necesita que el agua tenga presión. El agua entonces es conducida a través de tuberías; y, es en estas tuberías donde se conectan los aspersores o goteros.



La presión del agua puede ser obtenida de dos maneras: Una, es por desnivel del terreno; y, otra por medio de una bomba.

Entre los sistemas o métodos de riego a presión más conocidos se cuentan:

- cañón.
- aspersión
- mini aspersión
- micro aspersión; y,
- goteo.

4.2. ELECCIÓN DEL MÉTODO DE RIEGO

Es importante la elección del método de riego para conseguir los máximos beneficios. Si se emplea un método inadecuado se pueden producir fallas en el riego y causar daños al suelo y al cultivo.

4.2.1. Un método inadecuado de riego puede ocasionar:

- erosión del suelo
- encharcamiento
- acumulación de sales
- desperdicio del dinero invertido en la instalación del sistema de riego.

4.2.2. Cada sistema es bueno de acuerdo a ciertas circunstancias específicas de:

- clima
- suelos
- topografía
- cultivos
- abastecimiento de agua; y,
- situación económica del agricultor.

El conocimiento de estos factores, contribuye a seleccionar el método apropiado. Cada método tiene características que pueden determinar su elección.

4.2.3. El riego por aspersión. -

Se lo utiliza en todo tipo de climas, aunque se reduce su eficiencia en climas áridos donde se produce gran evaporación de las gotas de agua cuando vuelan desde los aspersores hasta el suelo. También tiene limitaciones de uso en climas donde el viento por su velocidad puede llegar a distorsionar la aplicación del agua.

Tiene grandes ventajas en suelos delgados o arenosos, o suelos con pendientes pronunciadas. Puede utilizarse en todos los cultivos, aunque en ciertos cultivos puede crear condiciones favorables para el apareamiento de enfermedades. Una desventaja es su alto costo inicial de instalación.

4.2.4. El riego por goteo.-

Es adecuado para ser utilizado en todo tipo de climas, ya que aplica el agua en la superficie del suelo bajo el follaje de los cultivos, disminuyendo de esta manera la evaporación del agua; además, no sufre ninguna distorsión en su aplicación por acción de los vientos. Desde el punto de vista de los suelos este método se lo puede aplicar en todos los tipos de suelo, desde suelos arenosos hasta suelos



arcillosos. Considerando la topografía o pendiente de los terrenos, este método tiene grandes ventajas, ya que los goteros modernos emiten la misma cantidad de agua con distintos desniveles del terreno. Es apto para huertos, para hortalizas sembradas en hileras; para plantas perennes como frutales: cítricos, banano. Su desventaja es su alto costo inicial de instalación.

5. CULTIVO A IMPLEMENTAR.

5.1. En los sistemas de riego parcelario de la AFC.-

Se acostumbra sembrar un sinnúmero de plantas que son útiles para la nutrición familiar, por lo que se cultivan con el ánimo de mejorar la calidad nutricional de la familia; así como para la seguridad alimentaria. Entre ellas se acostumbra sembrar hortalizas, plantas de condimento, de jardín, plantas medicinales, cultivos de ciclo corto, cultivos anuales y agroforestales como guineo y frutales.

5.2. Cultivos de hortalizas.-

Por lo general dentro de la agricultura familiar campesina AFC los huertos hortícolas están compuestos de una gran variedad de especies como, hortalizas de hoja: col, lechuga, acelga, nabo, yuyo; hortalizas de flor: brócoli, coliflor, romané; plantas de condimento: perejil, cilantro, apio, orégano, ajo, cebolla, hierba buena, menta, albahaca; hortalizas de bulbo: zanahoria amarilla y blanca, remolacha, rábano, camote, papa-nabo, papa-china, jengibre; hortalizas de fruto: tomate, pimiento, ají, pepino, pepinillo, zukini, achogcha, chayote; plantas medicinales: malva olorosa, llantén, manzanilla, tipo, cola de caballo, escancel, congona, sábila, busca-pina, toronjil; así mismo se siembra plantas de jardín como flores para embellecer la casa y no pueden hacer falta las plantas repelentes como: tabaco, ruda, marco, ajeno.

5.3. Cultivos de ciclo corto.

También se encuentra una diversa variedad de especies como: maíz, fréjoles, haba, arveja, soya, vainita, papa, yuca, zapallo, zambo, zarandaja, jícama.

5.4. Cultivos agroforestales y perennes.-

Dentro de este rubro se siembra: guineo, plátano, café, cacao, frutales, caña, piña.

Questionario:

1) Con sus propias palabras describa ¿Qué es el diseño agronómico?

2) ¿En cuántas etapas se puede dividir el diseño de riego?

3) Los métodos de riego ¿En cuántos grupos se dividen?

4) Señale cuales son los sistemas de riego a presión

5) ¿Qué cultivos podemos regar con un sistema de riego a presión?

CAPITULO 3: DISEÑO DE RIEGO PARCELARIO.

1. INFORMACIÓN BASE DEL ÁREA

1.1. DATOS DEL CLIMA

- Evaporación del Tanque $E_{tan} = 4 \text{ mm / día}$
- Coeficiente del tanque $K_{tan} = 0.75$
- Velocidad del viento $< 3 \text{ m / s}$

1.2. DATOS DE LA PARCELA

- Superficie bajo riego $S_r = 500 \text{ m}^2$

1.3. DATOS DEL CULTIVO

- Nombre = hortalizas
- Fase = Media (mayor demanda de agua)
- Coeficiente de cultivo = 0.90
- Profundidad radicular efectiva = 0.3 m
- Umbral de riego = 50 %

1.4. DATOS DEL SUELO

- Textura = Franco
- Capacidad de campo = $CC = 22 \%$ en base a peso seco
- Punto de Marchitez Permanente = $PMP = 10 \%$ en base a peso seco
- Densidad aparente = $d_a = 1.4 \text{ g / cm}^3$
- Velocidad de infiltración = $V_{inf} = 12,5 \text{ mm / h}$
- Profundidad del suelo = 1.5 m

1.5. FUENTE DE AGUA

- Caudal disponible = Sin limitaciones

2. EL SISTEMA DE RIEGO PARCELARIO

- Método = Aspersión
- Eficiencia = 85 %
- Modelo del aspersor = Naan 501-U amarillo
- Presión de operación = 2 atmósferas
- Caudal del aspersor = 219 l/h

- Diámetro húmedo = 13 m
- Máximas horas de operación por día = 8
- Ciclo de riego = 2

2.1. Cálculos

2.1.1. Lámina de agua aprovechable LAA

$$LAA = \frac{CC - PMP}{100} \times da \times \text{Prof. Efec.}$$

$$LAA = \frac{22 - 10}{100} \times 1.4 \times 300 \text{ mm}$$

$$LAA = 50,4 \text{ mm}$$

2.1.2. Lámina de agua rápidamente aprovechable LARA

$$LARA = LAA \times UR$$

$$LARA = 50,4 \text{ mm} \times 50/100$$

$$LARA = 25,2 \text{ mm}$$

2.1.3. Evapotranspiración del cultivo ETC

$$ETc = E_{tan} \times K_{tan} \times K_c$$

$$ETc = 4 \text{ mm / día} \times 0.85 \times 0.9$$

$$ETc = 3,06 \text{ mm / día}$$

2.1.4. Frecuencia de riego Fr

$$Fr = \frac{LARA}{Etc}$$

$$Fr = \frac{25,2 \text{ mm}}{3,06 \text{ mm/día}}$$

$$Fr = 8,23 \text{ días}$$

2.1.5. Frecuencia de riego corregida Frc

Por facilidad de operación del sistema de riego se impone una frecuencia de riego de 7 días

$$Frc = 7 \text{ días}$$

2.1.6. Lámina de agua rápidamente aprovechable corregida LARAc

$$LARAc = ETc \times Frc$$

$$LARAc = 3,06 \text{ mm/día} \times 7 \text{ días}$$

$$LARAc = 21,42 \text{ mm}$$

Se debe aplicar 21,42 mm de lámina de agua cada 7 días

2.1.7. Lámina de riego Lr

$$Lr = \frac{LARAc}{Efic}$$

$$Lr = \frac{21,42 \text{ mm}}{0.85}$$

$$Lr = 25,2 \text{ mm}$$

La lámina de riego quiere decir que hay que aplicar 25,2 mm de lámina de agua, para que efectivamente queden en el suelo 21,42 mm. Es decir la diferencia 3,78 mm se desperdician debido a la eficiencia del sistema (se pierden por evaporación, percolación)

2.1.8. Separación entre aspersores

Separación en cuadro

$$Sep / asp = 0.60 \times D H$$

$$Sep / asp = 0.60 \times 13 \text{ m}$$

$$Sep / asp = 7,8 \text{ m}$$

$$Sep / asp = 6 \text{ m}$$

(le aproximamos a 6 m para lograr una mayor precipitación horaria)

2.1.9. Precipitación horaria del aspersor P hr

$$P \text{ hr (mm / h)} = \frac{\text{Caudal del aspersor en m}^3/\text{h} \times 1000}{\text{Distancia entre aspersores} \times \text{distancia entre laterales}}$$

$$P \text{ hr (mm / h)} = \frac{0,219 \text{ m}^3/\text{h} \times 1000}{6 \text{ m} \times 6 \text{ m}}$$

$$P \text{ hr (mm / h)} = 6,08 \text{ mm / h}$$

2.1.10. Comparación de la precipitación horaria con la velocidad de infiltración

$$P \text{ hr (mm / h)} = 6,08 \text{ mm / h}$$

$$V \text{ inf} = 12,5 \text{ mm / h}$$

Como la precipitación horaria es menor a la velocidad de infiltración, no se produce encharcamiento, por lo tanto el aspersor está bien seleccionado

2.1.11. Tiempo de riego por posición Tr

$$Tr = \frac{\text{Lámina de riego}}{\text{Precipitación horaria del Aspersor}}$$

$$Tr = \frac{25,2 \text{ mm}}{7,8 \text{ mm / h}} = 3.23 \text{ h}$$

2.1.12. Número de posiciones totales No posc. tot.

$$\text{No posc.} = \frac{\text{Sup. de riego}}{\text{Sup. moj. por asp.}}$$

$$\text{No posc.} = \frac{500 \text{ m}^2}{6 \text{ m} \times 6 \text{ m}}$$

$$\text{No posc.} = 13,8; \text{ Se redondea a } 14.$$

2.1.13. Número de posiciones por día

$$\text{No posc / día} = \frac{\text{No posc totales}}{\text{Ciclo de riego}}$$

$$\text{No posc / día} = \frac{14 \text{ posc totales}}{2 \text{ días}}$$

$$\text{No posc / día} = 7$$

2.1.14. Número de posiciones por aspersor y por día

$$\text{No posic por asp. / día} = \frac{\text{No de horas riego por día}}{\text{No de horas por posic.}}$$

$$\text{No posic por asp. / día} = \frac{8 \text{ horas riego por día}}{3 \text{ horas por posic.}}$$

$$\text{No posic por asp. / día} = 2$$

2.1.15. Número de aspersores

$$\text{No. Aspersores} = \frac{\text{No posic. por día}}{\text{No de posic. por asp por día.}}$$

$$\text{No. Aspersor} = \frac{7 \text{ posic. por día}}{2 \text{ posic. por asp. por día.}}$$

$$\text{No. Aspersores} = 3,5; \text{ nos aproximamos a } 4$$

2.1.16. Caudal de diseño de la principal

Qd = Caudal del aspersor x número de aspersores

Caudal del aspersor = 0,219 l/h = 0.06 l/s.

Qd = 0.083 l/s x 4 aspersores

Qd = 0,24 l/s.

3. SELECCIÓN DE MATERIALES Y ACCESORIOS PARA LA INSTALACIÓN DEL RIEGO

3.1. TUBERÍAS

Las tuberías son conductos cerrados para transportar agua a presión. Se pueden clasificar de acuerdo a:

- Tipo de material,
- Presión de trabajo; y,
- Diámetro nominal

3.1.1. Tipo de material:

En la actualidad, las tuberías para riego pueden ser de:

- PE o polietileno,
- PVC o policloruro de vinilo, y
- PP o polipropileno.

3.1.1.1. Cuando las tuberías son de PE,

estas pueden ser:

- De materia prima virgen; y,
- De material reciclable.

Las tuberías de materia prima virgen son de mejor calidad, pero son más caras. La calidad se manifiesta cuando la tubería se dobla, pero no se rompe; mientras que cuando es de material reciclado, la tubería al doblarse se rompe.

Las tuberías de PE son flexibles y se las utiliza cuando la ruta que debe seguir la conducción es muy escarpada.

3.1.1.2. Las tuberías de PVC,

Son más rígidas, lo que a veces dificulta el trabajo en sitios escarpados. Es importante recalcar que si se utiliza tubería de PVC queda vista, por acción del sol se vuelve vidriosa y se rompe; para ello es necesario protegerla o pintarla.

3.1.1.3. Tubería de PP polipropileno.-

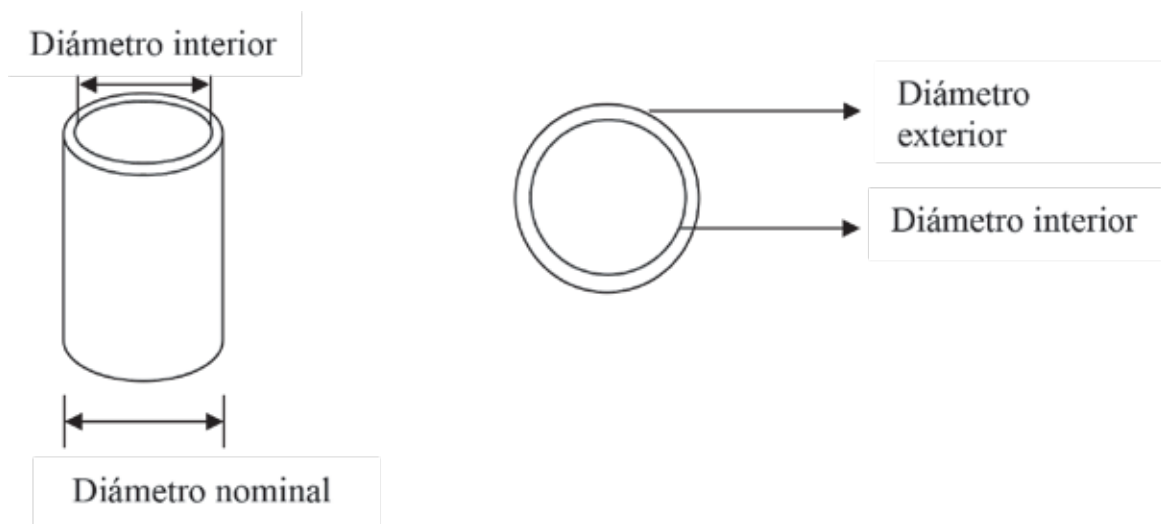
Es una tubería rígida, que permite hacer rosca en los extremos para uniones. Se la conoce en el mercado como tubo roscable. En el riego por aspersión se la utiliza para elevadores.

3.1.2. Diámetro de la tubería:

Un aspecto importante en el diseño de un sistema de riego es seleccionar el diámetro de la tubería que va a conducir el agua para abastecer a los emisores.

Una consideración muy importante a tomar en cuenta es que los catálogos de las tuberías vienen dos diámetros:

- El **diámetro nominal**, es el diámetro exterior; y,
- El diámetro interior.



En un catálogo de tuberías, para un mismo diámetro nominal (diámetro exterior), existen tuberías de distinto diámetro interior ¿por qué es esto?

Es lógico, que al cambiar el diámetro interior, manteniéndose constante el diámetro nominal, cambia el espesor de la pared de la tubería, por lo tanto cambia la resistencia de la tubería a la presión del agua.

La idea de mantener constante el diámetro nominal es que los accesorios utilizados siempre calcen con precisión. Por ejemplo un collarín o montura de 32 mm, calzará muy bien en una tubería de 32 mm de diámetro nominal, así sea que cambie el valor del diámetro interior.

Para el cálculo del área de una tubería se utiliza como dato el diámetro interior, porque es por dentro del diámetro interior, por donde se moverá el agua.

También es muy común distinguir los diámetros de las tuberías en pulgadas. Las equivalencias entre unidades de medida en los diámetros nominales son las siguientes:

DIÁMETRO NOMINAL

| Pulg. | mm |
|-------|-----|
| ½ | 21 |
| ¾ | 26 |
| 1 | 31 |
| 1 ½ | 47 |
| 2 | 61 |
| 2 ½ | 75 |
| 3 | 89 |
| 4 | 118 |

3.1.3. Selección del diámetro de la tubería principal

- Para seleccionar el diámetro de la tubería primero se debe tomar en cuenta el caudal de agua que vamos a conducir; es decir, el caudal de diseño, o sea la suma del caudal de todos los aspersores que funcionarán simultáneamente.
- El otro elemento importante a considerar es la VELOCIDAD del agua dentro de la tubería.

La velocidad del agua debe estar entre 1 y 2,5 metros por segundo

Para velocidades menores a 1 m/s, se necesitará diámetros mayores, lo que encarece el sistema, porque tuberías de mayor diámetro cuestan mucho más; mientras que, velocidades mayores a 2.5 m/s, en caso de que el flujo se cierre bruscamente, producirá un choque del agua que incrementa la presión, inclusive puede llegar a romper la tubería; esta sobre presión, se la conoce como golpe de ariete.

3.1.4. Para seleccionar el diámetro de la tubería considerando el criterio de velocidad se utiliza el siguiente método:**3.1.4.1. Método.**

Utilizando la fórmula:

$$V = 1\,273.2 \times \frac{Q}{D^2}$$

Donde:

V = Velocidad del agua dentro del tubo, expresada en m/s

Q = Caudal que circula por la tubería, expresado en l/s

D = Diámetro interior de la tubería, expresado en mm

Ejemplo: Queremos regar un huerto de 500 m², y se obtuvo que el caudal de diseño para hacer funcionar 4 aspersores NAAN 501-U de 0.24 l/s y se requiere calcular el diámetro de la manguera a utilizar.

$$\text{Fórmula: } V = 1\,273.2 \times \frac{Q}{D^2}$$

Nos imponemos un diámetro de 1/2 pulgada

V = Velocidad del agua dentro del tubo, expresada en m/s

Q = 0.24 l/s

D = 15.8 mm especificaciones para tubería de PE de baja densidad (plastigama)

$$V = 1\,273.2 \times \frac{0.24}{15.8^2}$$

V = 1.22 m/s (Es una velocidad permisible. Podríamos quedarnos con este diámetro)

3.2. ACCESORIOS

Los accesorios para las instalaciones de riego se clasifican accesorios de PE polietileno y accesorios de PVC.

3.2.1. Los accesorios de PE, existen variedades en el mercado con rosca, sin rosca, con anillo metálico, etc.



3.2.2. Accesorios de PP para tubería roscable y de compresión.



3.2.3. Accesorios en PVC espiga campana (pegable)



3.3. HERRAMIENTAS

Para cada tipo de material hay también herramientas que obviamente con un poco de experiencia se puede utilizar de cualquier modo.

Para tubería flex por lo general se utiliza destornilladores, un juego de dados o llaves para aflojar o atornillar las abrazaderas.

También hará falta una sierra, cuchillo o tijera para cortar la tubería.

Para la tubería PVC y de compresión, se requiere otras herramientas como: juego de llaves, llave inglesa, llaves de tubo, taladro a inalámbrico a batería, brocas de 8, 10 y 12 tijera corta tubos o sierra; adicionalmente se necesita polilimpia, polipega y guaipe o algodón.

Un elemento importante también es el teflón para poner en las roscas para evitar caliches de agua.

3.4. LOS EMISORES.

Dependiendo del método seleccionado para regar, se define también los emisores a utilizar.

1.1.1 En un sistema de goteo se necesitará comprar los accesorios apropiados para el sistema de goteo pudiendo ser un filtro, válvula cortadora, válvula de aire, hid conector, empaques, adaptadores, iniciales y terminales, cinta de goteo de acuerdo al cultivo a regar.

1.1.2 En un sistema de aspersión dependiendo del sistema se necesita aspersores, micro-aspersores, mini-aspersores, nebulizadores con sus respectivos accesorios para la instalación.

Cuestionario:

1) Para elaborar el diseño de riego parcelario, señale de forma general ¿Qué datos se requieren?

2) Con sus propias palabras describa que es la Evapotranspiración del cultivo ETc?

3) ¿Qué nos indica la frecuencia de riego?

4) ¿Para qué es importante la separación adecuada de los aspersores?

5) Qué tipo de materiales cree que se puede utilizar en el riego de su parcela ¿Por qué?

6) Para hacer el cálculo de un sistema de riego ¿Cuál es el diámetro que se debe considerar, y por qué?

7) La velocidad del agua que circula en la tubería en que rango es normal considerar, metros por segundo

8) Los accesorios flex o de polietileno ¿En qué tipo de tubería se utilizan?

9) ¿Se puede hacer adaptaciones de tubería PVC a Flex o viceversa?

Como se lo hace.

10) ¿Cuáles son los emisores de riego?

Glosario:

Paleocauce: tramo de cauce (fluvial) que ha sido abandonado por el cambio de curso de un río. Puede formar un cuerpo de agua aislado, ser paulatinamente colmatado o retomado eventualmente por el río que lo abandonó u otro río.

Mhos: mega-ohmio = Unidad de resistencia eléctrica.

SAR: relación de absorción de sodio.

pH: El pH es una medida de acidez o alcalinidad de una disolución

AFC: Agricultura familiar campesina.

Melga: Parcela de tierra preparada y señalada para la siembra.

Polietileno: químicamente es el polímero más simple. Se representa con su unidad repetitiva. Es uno de los plásticos más comunes debido a su bajo precio y simplicidad en su fabricación.

Polipropileno: es el polímero termoplástico, parcialmente cristalino, que se obtiene de la polimerización del propileno.

Policloruro de vinilo: es el producto de la polimerización del monómero de cloruro de vinilo. Es el derivado del plástico más versátil.

Emisores: son dispositivos que controlan la salida del agua desde las tuberías laterales.

Polilimpia: producto para limpiar la tubería antes de pegarla

Polipega: Producto para pegar tubería hasta de 200mm.

Guaípe: hilachas de hilo para limpiar

BIBLIOGRAFÍA

AMOROS, M. 1991. Riego por goteo en cítricos. Agrogúías Mundi-prensa. Madrid.

BOOHER, L. J. 1974. El riego superficial. Colección FAO: fomento de tierras y aguas. Roma.

CARRILLO, J.V. y GAHONA, M., 2004. Intervenciones en riego a pequeña escala. Guía Metodológica y técnica.

MEDINA, J. 1981. Riego por goteo: teoría y práctica. Mundi-prensa. Madrid.

REINOSO, M. 1986. Evaluación del sistema de riego por goteo La Argelia. Tesis de grado. Loja-Ecuador.

ROLLAND, L. 1986. Mecanización del riego por aspersión. Estudio FAO, riego y drenaje No. 35. Roma.

Flores Velázquez, J., Ojeda Bustamante, W., Iñiguez Covarrubias, M., & Castillo González, J. (2014). RIEGO DE PRECISIÓN: DISEÑO, APLICACIÓN Y EVALUACIÓN. Jiutepec: IMTA.

Pascual, B. 2008. "Riego de gravedad y a presión". Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España.



FEPP Reg. Loja

Av. Nueva Loja 1378 entre Yaguachi y Catarama

Teléf. (07) 2723781 / 2726989

loja@fepp.org.ec