

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO HENRÍQUEZ UREÑA
UNPHU

Facultad De Ciencias Y Tecnología
Escuela De Ingeniería Civil



**“ Diseño De Sistema De Riego Por Aspersión
Automatizado Con Uso De Energía Renovable
Para El Centro Olímpico Juan Pablo Duarte”**

Presentado Por:

Dorca B. Peralta M.

Maverick A. Castillo

Trabajo De Grado Para La Obtención Del Título De:

Ingeniero Civil

Asesor:

Ing. César E. Mercedes F.

Santo Domingo, República Dominicana
Septiembre 2016

AGRADECIMIENTOS

A La UNPHU: Por la formación académica obtenida en estos casi cuatro años.

A Nuestros Profesores: Por habernos inculcado los conocimientos adquiridos en esta bella carrera. Gracias por la dedicación a tantas horas de docencia.

A Nuestro Director Ing. Ramón E. Tavárez B.: Por ser alguien incondicional con los estudiantes. Gracias por pensar siempre en nuestros beneficios, por ayudarnos a salir adelante y permitirnos culminar nuestra carrera con éxito.

A Nuestro Asesor, Ing. César E. Mercedes F.: Por guiarnos en el transcurso de la tesis y por enseñarnos las pautas a seguir para que este trabajo de grado fuese posible. Gracias por tu apoyo, pero sobre todo, gracias por paciencia.

A Nuestros Amigos de la Universidad: Lauren Ramírez (La Linda), Luis Miguel Gutiérrez (Luismi), Wancer Herrera. Sin ustedes no hubiese sido posible atravesar esta fase de nuestras vidas. Gracias por su amistad incondicional, los amamos.

A Nuestra Querida Secretaria María O. Ulloa B.: Gracias por soportarnos y ayudarnos en todo lo que necesitamos. Te amamos.

Dorca Peralta y Maverick Castillo

AGRADECIMIENTOS

A Dios: Por amarme, guiarme y siempre abrirme las puertas necesarias para poder atravesar el angosto camino de la vida, dándome sabiduría y visión ante todo, que me ha conducido a esta ocasión donde concluiré mi formación como Ingeniera Civil. Gracias por todo Señor.

A Mis padres, Dorka Martínez y Román Peralta: Por siempre poner a mis hermanas y mí a antes que todo, por luchar hasta el cansancio para que nunca nos faltara nada. Su sacrificio no fue en vano porque este momento justifica la razón de su lucha. Siempre me han apoyado en todo lo que me propongo alcanzar y esto no hubiera sido posible sin su ayuda. Los amo y gracias por todo lo que hacen por mí.

A Mis Hermanas Bianca y Lisette: Porque además de los pleitos, llantos y alegrías hemos sabido conllevarnos como hermanas, compañeras y amigas. Gracias porque de una forma u otra me han enseñado mucho en la vida, siempre estarán en mi corazón.

A Mi Cuñado y Mis Sobrinas: Porque también son una parte importante de nuestra pequeña, pero hermosa familia, en especial las dos princesas de la casa, que aunque a veces nos desesperan, son la alegría de todos. Los llevo en mi corazón.

A Todos los demás: A mis familiares, amigos y hermanos de la iglesia que siempre están al pendiente de mí en su mente, en su corazón y sobre todo en sus oraciones.

A Maverick Castillo: Por ocupar un lugar especial en mi corazón y compartir conmigo esta experiencia de ponerle nuestro sello a la conclusión de nuestra formación como Ingenieros Civiles. Gracias por estar a mi lado estos últimos años, primero como mi mejor amigo y después como mi pareja, tratando de comprenderme, escucharme y ser mi confidente cuando te he necesitado. Espero que nadie ni nada dañe este bello amor que tenemos. Sabes que siempre puedes contar conmigo, en las buenas y en las malas. T.A.M. ♥

Le agradezco a todo aquel que olvide mencionar, a todos los que creyeron en mí y me apoyaron.

Dorca B. Peralta M.

AGRADECIMIENTOS

A Dios: Por ser la razón de mi ser y mi existir, por darme su amor y apoyo en momentos difíciles, por ser mi guardián y mi guía, dándome sabiduría y visión ante todo, llenando cada día de mi existir de bendiciones, por haberme ayudado a cumplir ésta meta en mi vida.

A Mi Madre: (Glenys), por haberme dado la vida, por haberme apoyado cada día y haberme ayudado en mi educación hasta el día de hoy, has sido madre y padre y con mucho esfuerzo y trabajo me sacaste adelante y has podido ver ése fruto en todos mis logros. Siempre me has brindado tu apoyo incondicional. Gracias madre, Te amo.

A Mis Familiares: En primer lugar a mis padres Mi Padrastro (Socrates), Mi Abuelo (Guillermo), Mi Tío (Alexis), porque ustedes son mis papas, siempre han estado ahí para mí en todo lo que necesito, apoyándome de manera incondicional en cada etapa de mi vida, brindándome su cariño y atención en todo. También mi abuela (Nelly) que es mi segunda madre y mi tía (Ingrid), son dos mujeres importantes en mi vida que también las he tenido en momentos difíciles, brindándome su amor, consejos, apoyo y comprensión.

A Mi Novia: Porque ella es mi mejor amiga, colega, compañera de ésta tesis, que siempre está ahí conmigo, apoyándome y aconsejándome, en las buenas y las malas. Eres una gran mujer. Gracias por aguantarme, por quererme y permitirme estar a tu lado en éste momento, compartiendo éste nuevo logro en nuestras vidas. Muchas gracias Biane, Te amo.

Maverick Castillo,

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

El propósito de este trabajo de grado es desarrollar un tema de interés nacional medioambiental, aunque su diseño, en este caso, se limite a un área muy específica que es el Centro Olímpico Juan Pablo Duarte.

En los últimos años el sistema de riego por aspersión ha tenido mucho auge por sus múltiples ventajas dado que es un sistema de riego superficial que se produce cuando le aplicamos agua al suelo en forma de lluvia, utilizando aspersores. De ésta manera, podemos racionalizar el agua potable que tenemos disponible e irrigar de manera directa cada una de las áreas verdes que necesitan cuidado.

Al aplicar éste tipo de sistema de riego automatizado, teniendo en cuenta la eficiencia del riego, podemos garantizar la mejora y desarrollo de las áreas verdes del Centro Olímpico Juan Pablo Duarte, las cuales presentan un deterioro considerable y que además son una de las áreas verdes urbanas más importantes de la ciudad de Santo Domingo, considerando éste lugar como el principal pulmón del centro de la ciudad.

El hecho de que el agua es un recurso que cada vez está más escaso y que exista más competencia entre los diversos usos, nos obliga a utilizarla de forma eficiente y a manejar con eficiencia los mecanismos de gestión. El uso óptimo del recurso hídrico es de gran importancia para la toma de decisiones en la selección de los diferentes sistemas de riego.

Resulta fundamental en estos momentos la incorporación de las nuevas tecnologías agronómicas al regadío para que mejoren, entre otros, el diseño, el manejo y el funcionamiento de los sistemas de riego y poder conseguir un balance económico óptimo y una idónea utilización del agua.

El funcionamiento del sistema de riego que se plantea será a través de energía solar fotovoltaica, la cual nos proveerá un gran rendimiento en el sistema, así como también, una mejora para nuestro preciado medio ambiente y contra el cambio climático, reduciendo a su vez el efecto invernadero que tanto daño ocasiona a nuestra atmosfera dado que es una energía limpia sin emisiones de gases.

En base a todo lo mencionado anteriormente, en el estudio presente, se mostrará el diseño de un sistema de riego automatizado para el COJPD con la implementación de energía renovable como una solución a la problemática que presentan sus áreas verdes en deterioro.

CAPÍTULO I

CAPÍTULO I. - EL PROBLEMA

1.1. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

¿Cómo rehabilitar y preservar las tan necesarias áreas verdes del Centro Olímpico Juan Pablo Duarte las cuales presentan un deterioro por parte de las autoridades sin generar un gran impacto económico y medioambiental?

La necesidad de rehabilitar y preservar las áreas verdes del Centro Olímpico Juan Pablo Duarte, al cual llamaremos en lo adelante COJPD, radica en los efectos positivos que tienen sobre la población residente las zonas verdes en las ciudades, efectos que pueden manifestarse en varios ámbitos de carácter social: en la conciencia ambiental o ecológica; el sentimiento de seguridad; la salud mental y física de los ciudadanos entre otros.

Las áreas verdes en el interior de las ciudades pueden jugar un rol importante en la descontaminación de las mismas. La vegetación actúa como un filtro que absorbe y retiene la contaminación de polvo, partículas y gases que flotan en el aire. Un árbol urbano de grandes proporciones, por ejemplo, puede retener diariamente la contaminación producida por unos 100 vehículos, al mismo tiempo que purifica el aire, liberando oxígeno.

El COJPD representa una de las áreas verdes urbanas más importantes de la ciudad de Santo Domingo, considerado como el principal pulmón del centro de la ciudad, siendo también el mayor centro deportivo del país. Estas áreas no sólo ayudan en ese sentido, sino que generan valor a nuestra ciudad en muchos otros aspectos: fomentan la vida al aire libre,

el encuentro social, embellecen nuestros entornos, generan plusvalía, controlan la temperatura y retienen el agua, entre otras características. No en vano, el complejo deportivo y sus áreas verdes son auténticos oasis en medio de la jungla urbana, unos valiosos recursos para mejorar la salud y el bienestar (Canales & Priego, 2005).

Sin embargo, las áreas verdes del COJPD presentan un estado de deterioro alarmante. Algunos de los factores que contribuyen al deterioro de estas áreas verdes son los grandes problemas de contaminación atmosférica, suelos infértiles, falta de riego y de mantenimiento en general que presenta el centro (Marte, 2015).

Un mantenimiento adecuado de estas áreas tiene como objetivos primordiales alcanzar: una buena densidad con recubrimiento total del suelo, un buen aspecto estético y ornamental, un color verde intenso y mayor resistencia al pisoteo.

Las zonas verdes han pasado de ser un lujo a una necesidad y el riego es la operación más importante para mantenerlas. Los sistemas de riego ofrecen una serie de ventajas que posibilitan racionalizar el agua disponible.

Las plantas en su composición llegan a tener hasta el 80 y el 90% de agua, por ello el riego es de suma importancia para cubrir las necesidades hídricas de las mismas.

Hay que racionalizar las dosis de agua a aportar en el riego de las zonas verdes. El agua es un bien escaso que, por lo general, se usa en exceso. Se impone y cada vez se logra con mayor rigor, el aportar el agua en cantidades iguales o ligeramente inferiores para cubrir el déficit de agua del suelo.

El estudio presente mostrará el diseño de un sistema de riego automatizado para el Centro Olímpico Juan Pablo Duarte con la implementación de energía renovable como solución a la problemática enunciada.

1.2. PREGUNTAS DE LA INVESTIGACIÓN

- ¿Cuáles son las áreas que necesitan riego y cuál es su necesidad hídrica?

- ¿Cómo estarán instalados los componentes del sistema?

- ¿Cuál será la fuente de abastecimiento a usar?

- ¿Cuáles son las opciones de energía renovable de las que se dispone?

- ¿Qué equipo de bombeo será usado para suplir el agua de riego?

- ¿Cuál será el costo de todo el proyecto?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Diseñar un sistema de riego por aspersión automatizado con el uso de energía renovable para el Centro Olímpico Juan Pablo Duarte.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar las áreas que necesitan riego y la necesidad hídrica del cultivo.

- Ubicar los componentes del sistema (aspersores, válvulas, tuberías principales y secundarias) para cada zona de riego.

- Determinar los parámetros (caudal disponible, profundidad) del nivel freático para ser usado como fuente de abastecimiento.

- Estudiar las opciones de energía renovable disponible.

- Seleccionar equipo de bombeo de acuerdo a las solicitudes de caudal, altura y energía.

- Realizar el presupuesto de todo el proyecto.

1.4. JUSTIFICACIÓN

La necesidad de rehabilitar y preservar las áreas verdes del Centro Olímpico Juan Pablo Duarte radica en los efectos positivos que tienen sobre la población residente en las zonas aledañas las áreas verdes de este recinto. Dicho recinto representa una de las áreas verdes urbanas más importantes de la ciudad de Santo Domingo, considerado como el principal pulmón del centro de la ciudad.

Estas áreas verdes juegan un rol importante en la descontaminación de la ciudad. La vegetación actúa como un filtro que absorbe y retiene la contaminación de polvo, partículas y gases que flotan en el aire, al mismo tiempo que purifica el aire, liberando oxígeno.

Las zonas verdes han pasado de ser un lujo a una necesidad debido a que no sólo ayudan en la descontaminación del aire, sino que generan valor a nuestra ciudad en muchos otros aspectos: fomentan la vida al aire libre, el encuentro social, embellecen nuestros entornos, controlan la temperatura y retienen el agua, entre otras características.

1.5. ANTECEDENTES

(Suarez, 2014) en una revista en Bolivia menciona ‘‘ Historia del Aspensor’’, en la que establece que a través de los años como cualquier sistema se necesitaba evolucionar, en el caso de los sistemas de riego se ha logrado una automatización, siendo en el pasado un sistema muy básico y de funcionamiento manual, como es el caso de la regadera manual y las mangueras, ocupando éstos mucho tiempo y en el caso de la regadera manual que había que recargar el agua cada cierto tiempo y no era muy eficiente para grandes campos de riego, a diferencia de la manguera que la mejoraba con un sistema de agua continuo conectándolo a través de una tubería.

En la actualidad, el sistema más avanzado y más usado es el aspensor, el cual puede regar de manera programada o automáticamente una extensión de tierra o una plantación extensa, de manera fácil y eficiente. Además, nos permiten tener un control de la cantidad de agua que se aplica y los caudales que se apliquen se utilizan de una manera eficaz.

(Varas & Sandoval, 1989) Realizaron una publicación en Chile acerca del ‘‘Riego por Aspersión’’ en la cual plantearon que el riego consistía en la aplicación de agua al suelo, simulando una lluvia que sale por las boquillas del aspensor a una determinada presión, generada por una bomba.

Es preciso tomar en cuenta que el riego por aspersión no requiere de una nivelación de los suelos y nos permite una mejor utilización del uso de los suelos, además que nos permite regar de manera eficiente numerosas áreas verdes.

(Lladró, 2015) Realizó una publicación en Valencia ‘‘ Los agricultores instalan paneles solares para bombear agua de riego’’, en la cual menciona dos agricultores de la localidad de Valencia, que están sirviendo de ejemplo a otros profesionales y empresarios del campo con las soluciones solares que adoptaron para asegurar el suministro de agua a sus cultivos sin necesidad de pagar por el consumo de energía foránea ni depender de compañías de suministro de corriente o combustibles. Sólo dependen del sol. Éstos agricultores instalaron paneles fotovoltaicos para mover las bombas de riego de sus respectivas explotaciones agrícolas. En ambos casos se trata de bombas sumergidas que extraen el agua del subsuelo, aprovechando acuíferos pobres pero suficientes para aportar los modestos caudales que precisan.

(Hilera, 2016) Realizó una publicación en Nicaragua titulada ‘‘ Sistema de riego con paneles solares baja costos de producción’’, en la cual explicó que la utilización del sistema de riego eleva los costos de producción en su país, sin embargo el nuevo sistema de bombeo a través de paneles solares es una opción económica mejor que se está implementando. Se explica que aunque el costo inicial es un poco más caro que el sistema de riego convencional, después del año los productores logran el retorno de la inversión, pues la electricidad deja de ser un egreso de sus finanzas. Agregó que los costos de instalación van a depender de la fuente que se use, pues no es lo mismo usar, un pozo o un río, sin embargo en ambos casos se obtiene bajar el costo de producción, que generalmente son altos por la tarifa de riego.

Los sistemas por bombeo solar operan por energía solar. No dependen de energía eléctrica. Son sistemas hechos para poder poner en funcionamiento sistemas de riego en

lugares donde no hay electricidad. En la actualidad, por los grandes incrementos de la tarifa eléctrica, éste concepto cada vez se está volviendo más atractivo.

1.6. ALCANCES Y LÍMITES

La irrigación del terreno ubicado en el Centro Olímpico Juan Pablo Duarte, que se hará a partir de la implementación de un sistema de riego por aspersión automatizado.

La irrigación será en las áreas verdes internas del recinto, perimetrales a los edificios, es decir, no se incluirán las áreas verdes ubicadas en el interior de los pabellones debido a que no se desea perjudicar la estructura de los mismos.

1.7. MARCO CONTEXTUAL

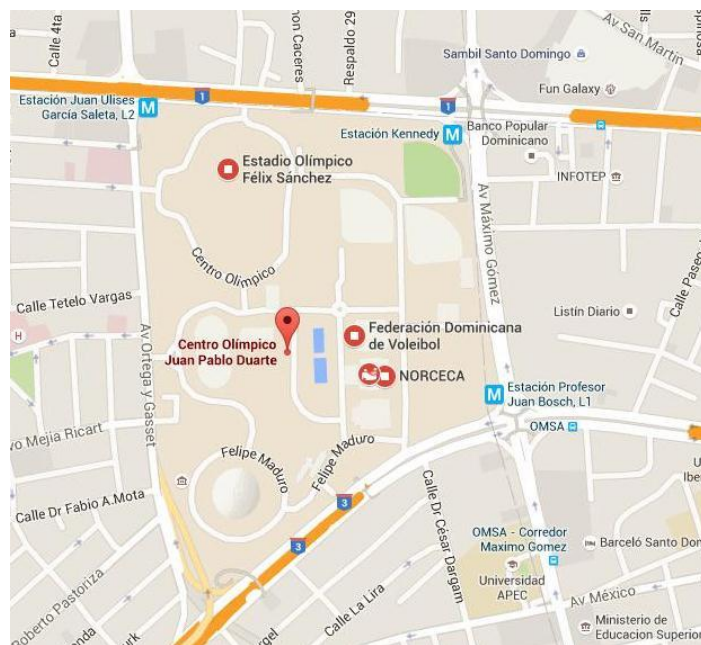
1.7.1. Ubicación geográfica

Se encuentra ubicado en el centro del Distrito Nacional, Republica Dominicana.

Coordenadas: 18° 28' 41.8" N, 69° 55' 0.44" O.



Su ubicación se encuentra limitada al norte por la Av. 27 de Febrero, al sur por la Av. John F. Kennedy, al este por la Av. Máximo Gómez y al oeste por la Av. Ortega y Gasset.



Ubicación Centro Olímpico J.P.D.

1.7.2. Descripción del lugar

El Centro Olímpico Juan Pablo Duarte es un complejo deportivo que alberga dentro de sí diferentes federaciones deportivas. Fue construido en el Gobierno del presidente Joaquín Balaguer en el periodo 1970-1974. Su construcción tuvo un costo de 20 millones de pesos y fue ideada por Juan Ulises García Saleta (Wiche).

Este complejo deportivo sirvió para el montaje de los XII juegos Centro Americanos y del Caribe en el 1974.

En la Actualidad en él se realizan actividades de gran afluencia de personas, como conciertos y ferias, siendo uno de los más populares el Estadio Olímpico Félix Sánchez y el palacio de los deportes Virgilio Travieso Soto.

El acceso al Centro Olímpico Juan Pablo Duarte es muy fácil ya que tiene dos estaciones de Metro en la avenida Máximo Gómez y una estación de metro en la avenida John F. Kennedy, además de rutas de transporte público en las calles aledañas.

Una de las intervenciones más importantes que ha sufrido este Complejo Deportivo fue para los Juegos Panamericanos Santo Domingo 2003, cuando el Gobierno intervino construyendo nuevos pabellones de voleibol, raquetbol, edificio administrativo del Ministerio de Deportes, pista de calentamiento, la remodelación y ampliación del complejo acuático, el gimnasio de judo, el estadio olímpico y los pabellones de combate, así como la construcción de un destacamento para la Policía Nacional y otro para la seguridad del complejo. Para ese entonces la inversión fue de 449.7 millones de pesos.

CAPÍTULO II

CAPÍTULO II. – MARCO TEÓRICO

2.1. MARCO CONCEPTUAL

2.1.1. NECESIDAD HÍDRICA DEL CULTIVO

Representa la cantidad de agua que necesita el cultivo para su desarrollo óptimo. Es la cantidad total de agua necesaria para la evapotranspiración y la construcción celular desde la plantación hasta la cosecha de un cultivo determinado en un régimen climático específico cuando el agua de los suelos se mantiene adecuadamente mediante la lluvia o el riego, no limitando así el crecimiento de las plantas ni el rendimiento de los cultivos. (FAO, 2000)

2.1.2. RIEGO

Es un procedimiento que consiste en el aporte artificial de agua necesaria a un determinado terreno, generalmente con la intención de intentar con el mismo facilitar el crecimiento de vegetales. Es implementado desde la antigüedad por su relevancia en el desarrollo de la agricultura.

2.1.3. CAUDAL

Se entiende por caudal o gasto de una corriente líquida al volumen de agua, que en la unidad de tiempo atraviesa la sección normal de dicha corriente y se mide por tanto, en unidades de volumen entre unidades de tiempo (m^3/seg , l/seg , etc).

2.1.4. ENERGÍA RENOVABLE

Es la energía que se obtiene de fuentes naturales inagotables ya sea por la inmensa cantidad de energía que contienen, o porque son capaces de regenerarse por medios naturales. Entre las energías renovables se cuentan la eólica, geotérmica, hidroeléctrica, mareomotriz, solar, undimotriz, la biomasa y los biocarburantes.

Las energías renovables son energías limpias que contribuyen a cuidar el medio ambiente mitigando a los efectos contaminantes y el agotamiento de los combustibles fósiles

2.1.5. EQUIPO DE BOMBEO

Es un transformador de energía. Recibe energía mecánica y la convierte en energía que un fluido adquiere en forma de presión, de posición o de velocidad. Consiste de dos elementos, una bomba y su accionador el cual puede ser un motor eléctrico o de combustión interna.

2.1.6. PRESUPUESTO

El concepto de presupuesto tiene varios usos, por lo general vinculados al área de las finanzas y la economía. El presupuesto es, en este sentido, la cantidad de dinero que se estima que será necesaria para hacer frente a ciertos gastos.

El presupuesto también es el cálculo anticipado del coste de una obra o un servicio.

2.2. SISTEMA DE RIEGO

2.2.1. DEFINICIÓN

Se denomina Sistema 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, los principales se citan a continuación. Sin embargo debe notarse que no necesariamente el sistema de riego debe constar de todas ellas, el conjunto de componentes dependerá de si se trata de riego superficial, por aspersión, por microaspersión o por goteo. (Salazar & V., 1987)

2.2.2. COMPONENTES HIDRÁULICOS DE UN SISTEMA DE RIEGO

- ✓ Aspersores, microaspersores, o goteros.
- ✓ Cabezal o bocatoma.
- ✓ Canales de riego con todos sus componentes.
- ✓ Canales de drenaje.
- ✓ Dispositivos móviles de riego.
- ✓ Embalse o depósito para el agua almacenada.
- ✓ Estación de bombeo.
- ✓ Pozos.
- ✓ Tuberías.

2.2.3. MÉTODOS DE RIEGO

2.2.3.1. Tradicional

Por este método los canales y canalillos llevan el agua y la distribuyen por las zonas agrícolas. En sus puntos terminales, los canalillos llegan a las arquetas, compuestas por portillos, que al estar abiertos permiten la entrada del agua. (Salazar & V., 1987)

Este antiguo modo de regar va cayendo en desuso en el mundo desarrollado, fomentándose el cambio por las administraciones públicas a otros sistemas.

2.2.3.2. Nuevos Sistemas

Actualmente, se realiza el riego por aspersión, microaspersión o por goteo, complementados con sistemas informatizadas que regulan la cuantía, humedad ambiente y fertilización del suelo. El sistema gota a gota es muy apropiado para los lugares donde hay escasez de agua. Para implantar un sistema eficiente de riego deben ser considerados cuidadosamente las relaciones: Agua-planta y Agua-suelo. (Varas & Sandoval, 1989)

2.2.3.2.1. Riego por Aspersión

Modernamente se ha empleado el riego por aspersión que, si se hace en horas nocturnas, necesita mucha menos agua. El riego por aspersión consiste en un mecanismo que esparce el agua por toda la superficie como si fueran gotas de lluvia.

2.2.3.2.2. Riego por Microaspersión

En el riego por microaspersión, el agua se aplica sobre la superficie del suelo en forma de lluvia muy fina, mojando una zona determinada que depende del alcance de cada emisor. Está indicado tanto para cultivos leñosos como para cultivos herbáceos de distinto marco de plantación. (Salazar & V., 1987)

2.2.3.2.3. Riego por Goteo

La técnica de riego más eficaz es el riego por goteo. Consiste en canalizar el agua con pequeños tubos hasta el pie de cada planta y dejar caer una gota cada cierto tiempo, hasta completar las necesidades de cada planta. (Salazar & V., 1987)

2.2.3.2.4. Riego Subterráneo

El sistema de riego subterráneo es poco usado por su costo excesivo, generalmente se limita a pequeñas áreas, y en cultivos de larga vida. Consiste en una red de tubos filtrantes enterrados, por los cuales circula el agua de riego. (Salazar & V., 1987)

2.2.4. EFICIENCIA DEL RIEGO

El uso ineficaz del agua (es decir, el riego excesivo) no solamente desperdicia el recurso que podría servir para otros usos y ayudar a evitar los impactos ambientales, aguas abajo, sino que también causa el deterioro, mediante saturación, salinización y lixiviación, y reduce la productividad de los cultivos. La optimización del uso del agua, por tanto, debe ser la preocupación principal de todo proyecto de riego. (Tarjuelo J. M., 1991)

La eficiencia del riego es la relación o porcentaje entre el volumen de agua efectivamente utilizado por las plantas y el volumen de agua retirado en la bocatoma. Del volumen de agua retirado en la bocatoma de un sistema de riego, una parte importante no es utilizada por las plantas. Las "pérdidas" pueden ser:

- ❖ Pérdidas en los canales y tuberías del sistema de distribución, antes de llegar propiamente a la parcela donde están los cultivos a ser regados. Este caso se denomina pérdidas en la distribución del agua.

- ❖ Pérdidas de agua en el interior de la parcela. Estas pérdidas son inherentes a las técnicas de riego utilizadas, y, en segundo lugar dependen de: las características del suelo, las dimensiones de la parcela, la declividad longitudinal de la parcela, lámina de agua suministrada en cada riego.

El volumen teórico de agua a ser suministrada al terreno es el necesario para mojar una capa uniforme del terreno, de un espesor equivalente a la profundidad media de las raíces, en esa fase del crecimiento de las plantas. (Tarjuelo J. M., 1991)

2.2.4.1. Factores que influyen en la eficiencia del riego

2.2.4.1.1. Infiltración

La infiltración es el proceso por el cual el agua superficial se introduce en las capas internas del suelo debido básicamente a las fuerzas gravitatorias, aunque también intervienen fuerzas de tipo capilar así como otras de naturaleza más compleja como química, etc.

El agua infiltrada puede llegar a los acuíferos, ríos, lagos o al mar, o bien puede quedar retenida en el suelo y volver a la atmósfera por fenómenos de evaporación y/o transpiración. (Ruiz, 2010)

La infiltración depende de:

- a) Las características del suelo, permeabilidad y estado de humedad del mismo.
- b) Las características de la cubierta vegetal.
- c) La intensidad y duración de la lluvia.
- d) El estado de la superficie del suelo, laboreo, etc.
- e) Las características del agua, temperatura, impurezas, etc.

2.2.4.1.2. Capacidad de Infiltración

Se entiende por capacidad de infiltración a la velocidad máxima con que el agua penetra en el suelo. La capacidad de infiltración depende de muchos factores, un suelo desagregado y permeable tendrá una capacidad de infiltración mayor que un suelo arcilloso y compacto. (Anónimo, Propiedades Físicas De Los Suelos, , 1976)

El índice de infiltración o capacidad media de infiltración es utilizado para calcular el escurrimiento en grandes áreas, donde sería difícil aplicar la curva de capacidad de infiltración. Este es equivalente a la velocidad media de infiltración.

2.2.4.1.3. Evapotranspiración

Dentro del intercambio constante de agua entre los océanos, los continentes y la atmósfera, la evaporación es el mecanismo por el cual el agua es devuelta a la atmósfera en forma de vapor; en su sentido más amplio, involucra también la evaporación de carácter biológico que es realizada por los vegetales, conocida como transpiración y que constituye, según algunos la principal fracción de la evaporación total. Sin embargo, aunque los dos mecanismos son diferentes y se realizan independientemente no resulta fácil separarlos, pues ocurren por lo general de manera simultánea; de este hecho se deriva la utilización del concepto más amplio de evapotranspiración que los engloba.

Se define la evapotranspiración como la pérdida de humedad de una superficie por evaporación directa junto con la pérdida de agua por transpiración de la vegetación. Se expresa en mm por unidad de tiempo. (Tarjuelo J. , 2005)

2.2.4.1.4. Saturación y Salinización

La saturación es causada, principalmente, por el drenaje inadecuado y el riego excesivo, y en un grado menor, por fugas de los canales y acequias. El riego exagera los problemas de la salinidad, que, naturalmente, son más agudos en las áreas áridas y semiáridas, donde la evaporación superficial es más rápida y los suelos, más salinos.

La alcalinización (acumulación de sodio en los suelos) es una forma, especialmente perjudicial, de salinización que es difícil de corregir. Aunque los suelos de las zonas áridas y semiáridas tienen una tendencia natural de sufrir salinización, muchos de los problemas relacionados con el suelo podrían ser atenuados si se instalan sistemas adecuados de drenaje. (Anónimo, Propiedades Físicas De Los Suelos, , 1976)

2.2.5. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO RELACIONADAS CON EL RIEGO.

2.2.5.1. Textura.

La textura es una condición del suelo de gran importancia por dos razones: en primer lugar porque es la propiedad característica del suelo más estable, y en segundo lugar porque está directa o indirectamente relacionada con otras propiedades del suelo como la superficie específica, el espacio poroso, y por lo tanto, con la retención y transferencia de las fases líquidas y gaseosas. (Anónimo, Propiedades Físicas De Los Suelos, , 1976)

Las clases de textura en un suelo se basan en las diferentes combinaciones de limo, arena y arcilla. Si predominan las arenas los suelos se denominan arenosos, y si predominan las arcillas los suelos son arcillosos. Los limos están comprendidos entre las arenas y las arcillas. La textura de un suelo no puede ser modificada y tiene una gran influencia en el movimiento del agua en el suelo, circulación del aire y velocidad de transferencia química. (Cedano Félix & Morales Cavallo, 2007)

2.2.5.2. Densidad Aparente y Densidad Real.

Se llama densidad aparente a la masa de un volumen determinado de suelo seco junto con sus poros. La densidad aparente de un suelo es un parámetro estrechamente relacionado con la textura, y sus valores alcanzan hasta 1.6 g/cc para suelos arenosos y menores para suelos arcillosos. Su valor baja mucho con el contenido en materia orgánica y aumenta con el contenido de gravas y pedregosidad y el grado de compactación del suelo. La densidad real es el cociente entre el peso de las partículas del suelo o fase sólida y su volumen. Este valor es mucho menos variable y en suelos minerales es alrededor de 2.65 g/cc y baja a medida que aumenta el contenido de materia orgánica. (Anónimo, Propiedades Físicas De Los Suelos, , 1976)

2.2.5.3. Estructura del Suelo.

La estructura de un suelo es la disposición espacial y la ordenación de sus constituyentes o sea cómo están situados los sólidos y vacíos unos con relación a otros. La estructura influye en el grado en que el aire y el agua penetran y se mueven en el suelo. Afecta también a la penetración de raíces y a la disponibilidad de elementos

nutritivos. Los diferentes tipos de estructuras que existen son: migajón, masivos, laminares, prismáticos, bloques y granulares. La estructura de un suelo puede ser modificada mediante varias prácticas. (Anónimo, Propiedades Físicas De Los Suelos, , 1976)

2.2.5.4. Porosidad.

La Porosidad se define como la relación entre el volumen de espacio vacío (espacio ocupado por aire y agua) y el volumen total del suelo incluido el del agua y aire. La porosidad viene dada por la siguiente fórmula: $E = (1 - D_a/D_s) * 100$

E= porosidad (%)

D_a= densidad aparente del suelo (g/cc)

D_s= densidad de los sólidos del web (g/cc).

2.2.5.5. Capacidad de Campo.

Es el contenido de humedad que existe en el suelo después que el exceso de agua gravitacional ha drenado y la tasa de movimiento vertical es prácticamente nula.

A la capacidad de campo se le considera el límite superior de la humedad disponible. La tensión de humedad en un suelo que ha alcanzado la capacidad de campo suele estar comprendida entre 1/10 y 1/3 de atmósfera. (Varas & Sandoval, 1989)

2.2.5.6. Punto de Marchitez Permanente.

Es el contenido de humedad en los suelos cuando las plantas se marchitan permanentemente. Este corresponde al límite inferior de la humedad disponible por las plantas. El contenido de humedad del suelo al cual las plantas presentan marchitez permanente se correlaciona adecuadamente con el contenido de agua retenida a 15 atmósferas.

2.2.5.7. Humedad Disponible o Agua Útil.

Es la diferencia de contenido de humedad del suelo entre la capacidad de campo y el punto de marchitez permanente. Esta representa el agua que puede ser almacenada en el terreno para su subsiguiente utilización por las plantas. (Tarjuelo J. , 2005)

2.2.5.8. Profundidad Efectiva de Raíces.

Para fines de riego puede considerarse como zona efectiva de la raíces de un cultivo la profundidad del suelo en la que tiene lugar el 80% de la absorción total del agua necesaria para la evapotranspiración. La profundidad efectiva de raíces varía según los cultivos y durante el crecimiento de los mismos. (Anónimo, Propiedades Físicas De Los Suelos, , 1976)

2.2.6. PROGRAMACION DE RIEGO

En la programación del riego vamos a determinar cuándo se ha de regar y cuánta agua aplicar. Para esto es imprescindible conocer las características del cultivo, las características físicas del suelo y las condiciones climáticas de la zona. Con la programación del riego podemos perseguir una maximización de la producción, de la calidad de los productos, del ahorro de abonos, de ahorro de agua, etc.

La influencia del cultivo y su estado fenológico es importante ya que las necesidades hídricas dependerán del tipo de planta y de su estado de desarrollo. Así mismo, las raíces de un cultivo ocupan distintas profundidades en función de la fase de desarrollo con lo que la cantidad de agua en distintas zonas debe variar acorde con el crecimiento. Atendiendo al tipo de suelo tendremos distintas capacidades para retener agua por lo que las estrategias de riego serán diferentes. A esto añadimos que las necesidades varían mucho en función del clima, la radiación solar, el viento, la precipitación, etc. por lo que se hace necesario conocer las características climáticas de la zona y del cultivo para programar adecuadamente los riegos. (Ruiz, 2010)

2.2.6.1. Necesidades de Agua de Riego

La necesidad de agua de riego es la cantidad de agua que debe aportarse a un cultivo para asegurar que recibe la totalidad de sus necesidades hídricas o una fracción determinada de éstas. Cuando el riego es la única aportación de agua que se dispone, la necesidad de agua de riego será al menos igual a las necesidades hídricas del cultivo, siendo mayor cuando existen pérdidas (escorrentía, percolación, falta de uniformidad en

la distribución, etc.), y menor cuando la planta puede satisfacer sus necesidades hídricas a partir de otros recursos (lluvia, reservas de agua en el suelo, etc.). (Cedano Féliz & Morales Cavallo, 2007)

Por tanto, para poder planificar los riegos, tanto en lo que se refiere a la frecuencia como a la dosis, es necesario conocer las necesidades hídricas de los cultivos, es decir, la cantidad de agua que requieren para un desarrollo óptimo. Según la FAO (Food and Agriculture Organization, 1986) este agua se corresponde con "el nivel de evapotranspiración de un cultivo libre de enfermedades y creciendo en un terreno de superficie superior a 1 Ha en unas condiciones óptimas de suelo (ETc)". Dichas necesidades se miden en mm/día y van a depender en cada momento de diversos factores: condiciones meteorológicas, características del suelo y del propio cultivo (especie, variedad, atado fenológico, adaptación al hábitat de cultivo, etc.). Para su cálculo, en primer lugar hay que determinar la evapotranspiración de referencia (ET_o), que se define como (FAO, 1986): "el nivel de evapotranspiración de una superficie considerable de césped de una altura uniforme (entre 8 y 15 cm) en crecimiento activo que recubra completamente el suelo y bien abastecida de agua". Para ello pueden emplearse diversos métodos, que requieren la medición de distintos datos climatológicos: Penman, Blaney-Criddle, medición de la radiación solar, medición de la evaporación de un tanque evaporímetro, etc. (Valverde, 2000)

2.2.6.2. Frecuencia del Riego

Las características de ambiente, de suelo y de tamaño van a determinar la frecuencia del riego. Por consiguiente no se pueden dar normas que predeterminen ni la cantidad, ni la frecuencia del mismo.

2.2.6.3. Fuentes de Agua

El agua de riego se obtiene de pozos o corrientes continuas de aguas naturales o por procesos de desalinización del agua del mar y, en menor medida, de lagos salados, que poseen el riesgo de salinizar las tierras. Se distribuye por acequias o por tuberías a presión. También puede ser obtenida de embalses o balsas que acumulan las corrientes discontinuas de agua procedentes de la lluvia (especialmente de las ramblas).

2.2.7. IMPACTO AMBIENTAL

Los potenciales impactos ambientales negativos de la mayoría de los grandes proyectos de riego incluyen la saturación y salinización de los suelos; la mayor incidencia de las enfermedades transmitidas o relacionadas con el agua; el reasentamiento o cambios en los estilos de vida de las poblaciones locales; el aumento en la cantidad de plagas y enfermedades agrícolas, debido a la eliminación de la mortandad que ocurre durante la temporada seca; y la creación de un microclima más húmedo. La expansión e intensificación de la agricultura que facilita el riego puede causar mayor erosión; contaminar el agua superficial y freática con los biosidas agrícolas; reducir la calidad del agua; y, aumentar los niveles de alimentos en el agua de riego y drenaje,

produciendo el florecimiento de las algas, la proliferación de las malezas acuáticas y la eutrofización de los canales de riego y vías acuáticas, aguas abajo.

Los grandes proyectos de riego que represan o desvían las aguas de los ríos, tienen el potencial de causar importantes trastornos ambientales como resultado de los cambios en la hidrología de las cuencas de los ríos. (Cedano Félix & Morales Cavallo, 2007)

2.2.7.1. Impacto Ambiental en Proyectos de Riego y Drenaje

Los proyectos de riego y drenaje manejan las fuentes de agua a fin de promover la producción agrícola. Hay muchos diferentes tipos de riego dependiendo de la fuente del agua (superficial o subterránea), su forma de almacenamiento, los sistemas de transporte y distribución, y los métodos de entrega (aplicación en el campo). (Valverde, 2000)

Desde hace mucho tiempo, se ha utilizado el agua superficial (principalmente los ríos) para riego, y, en algunos países, desde hace miles de años; todavía constituye una de las principales inversiones del sector público. Los proyectos de riego en gran escala, que utilizan el agua freática, son un fenómeno reciente, a partir de los últimos treinta años. (Valverde, 2000)

El método principal de entrega es el de superficie (riego por inundación o de surco); el agua se distribuye por gravedad en la zona que va a ser regada. Otros sistemas emplean rociadores y riego de goteo. El riego por aspersión rocía las gotas de agua en la superficie de la tierra, simulando el efecto de la lluvia. El riego de goteo libera gotas o un chorro fino, a través de los agujeros de una tubería plástica que se coloca sobre o debajo

de la superficie de la tierra. Aunque sean tecnológicas nuevas, relativamente, que requieren una inversión inicial más grande y manejo más intensivo que el riego de superficie, el riego por aspersión y el de goteo prometen mucho potencial para optimizar la eficiencia del uso del agua, y reducir los problemas relacionados con el riego.

2.2.7.2. Impacto Ambiental Causado por el Aumento del Escurrimiento Superficial

Los aumentos en el escurrimiento resultan de toda actividad que toma menos permeable la superficie de la tierra. Puede ser afectada la tasa de escurrimiento, la cantidad total del mismo, o ambas. Los impactos incluyen:

- La disminución del nivel freático.
- La inundación más frecuente o más intensa.
- Períodos de aguas bajas más prolongados o extremos.
- La excavación o sedimentación de los canales

Los cambios en las configuraciones naturales del flujo pueden modificar o eliminar las tierras húmedas y afectar la agricultura que depende de la inundación de cada temporada para su riego y para mantener la fertilidad del suelo. Donde se anticipa estos impactos, para atenuarlos se puede incorporar en los proyectos medidas estructurales y no estructurales. (Ruiz, 2010)

2.2.7.3. Impacto Ambiental Causado por la Disminución de Aguas Superficiales

Cuando el flujo general del agua superficial es reducido significativamente por su captación, desviación, o uso consuntivo, los usuarios y sistemas naturales aguas abajo experimentan impactos. Dos causas comunes de la reducción del flujo son el crecimiento en la cuenca por encima de lo que pueden soportar los recursos hidráulicos existentes, y el compromiso excesivo de los recursos hidráulicos debido a no tomar en consideración todos los usos y usuarios en la planificación del proyecto. Los impactos inmediatos pueden incluir:

- Un decaimiento en la calidad del agua debido a la menor dilución de los contaminantes.
- Una decaída temporal o continua en el abastecimiento para los usuarios aguas abajo.
- La reducción del área de las tierras húmedas.
- El aumento de salinidad y cambios en la circulación en los esteros.

Cada uno de estos impactos puede, a su vez, tener efectos secundarios. Las medidas atenuantes son pocas y la mayoría costosas; por ejemplo, la reubicación de industrias o importación de agua de otras cuencas hidráulicas. El método correcto es prevenir mediante la planificación y el manejo de los recursos hídricos a nivel de cuenca hidrográfica. Los términos de referencia para las evaluaciones ambientales de cualquier proyecto que comprende el consumo o desviación del agua a gran escala deben requerir,

desde un comienzo, un análisis de la disponibilidad y uso existentes, planificado y proyectado para evitar estos impactos. (Anónimo, Propiedades Físicas De Los Suelos, , 1976)

2.2.7.4. Impacto Ambiental Causado por el Manejo del Recurso Agua

Los problemas del manejo de los recursos hidráulicos, que pueden surgir en una evaluación ambiental, tienen que ver con decisiones sobre el uso del agua o la tierra que afectan la cantidad o calidad del agua superficial o subterránea. A su vez, tales cambios inciden en la gama de usos que puede soportar el recurso hidráulico en particular, o alteran las funciones de un sistema natural que depende del agua. (Núñez Ramos, 2000)

En cuanto a los proyectos de desarrollo, las acciones que pueden alterar la calidad o cantidad del agua incluyen:

- La contaminación del agua superficial por la descarga directa de afluentes.
- La contaminación de] agua superficial por fuentes no puntuales a difusas.
- La contaminación del agua superficial por contaminantes atmosféricos.
- La contaminación del agua subterránea o superficial por desechos eliminados por sobre o debajo de la tierra.
- El aumento de afluencia debido al desmonte, nivelación, pavimentación, drenaje o modificación de los canales.

2.3. RIEGO POR ASPERSIÓN

2.3.1. DEFINICIÓN

El riego por aspersión consiste en un método donde el agua se aplica al suelo en forma de lluvia utilizando unos dispositivos de emisión de agua, denominados aspersores, que generan un chorro de agua pulverizada en gotas. El agua sale por los aspersores dotada de presión y llega hasta ellos a través de una red de tuberías cuya complejidad y longitud depende de la dimensión y la configuración del área verde a regar. (Sistemas de Riego, 2012)

2.3.2. CARACTERÍSTICAS

Una de las características fundamentales de éste sistema es que es preciso dotar al agua de presión a la entrada en el área verde de riego por medio de un sistema de bombeo. La disposición de los aspersores se realiza de forma que se moje toda la superficie del suelo, de la forma más homogénea posible. (Ruiz, 2010)

El sistema de riego por aspersión está constituido básicamente por una red de distribución de agua; un sistema de control que incluye generalmente un programador, unas electroválvulas y unos difusores o boquillas que la pulverizan y la impulsan hasta las diversas zonas de riego.

2.3.3. TIPOS DE RIEGO POR ASPERSIÓN

2.3.3.1. Sistema de Riego de Desplazamiento Radial.

También se le conoce como Sistema de riego de pivote central. Es un sistema de riego que consiste en una tubería montada sobre ruedas, la cual gira en un desplazamiento radial con centro en un punto fijo en el cual recibe el agua por un tubo soterrado o una motobomba. Durante cada sucesivo pase (un giro completo), el equipo aplica una lámina igual de agua a todo lo largo del tubo. Los campos de riego son circulares y de grandes dimensiones, lo cual a veces dificulta su mecanización y la diversidad de cultivos. (Anónimo, 2014)

2.3.3.2. Sistema de Riego de Desplazamiento Frontal.

Sistema de riego superficial que consiste en un tubo aspersor conocido como lateral que se desplaza de forma transversal a los canales. Se aplica en áreas de forma rectangular y la toma de agua es de un canal paralelo al campo. Éste tipo de sistema reduce hasta un 90% la mano de obra y aumenta la uniformidad de aplicación de agua con respecto a la cobertura superficial de aluminio o PVC. Se controla con más exactitud la frecuencia y profundidad del riego así como la aplicación de fertilizantes. (Valverde, 2000)

2.3.3.3. Sistemas de Riego Localizado.

Sistemas de riego superficial mediante los cuales se aplica el agua en un lugar cercano a las raíces de las plantas con aspersores pequeños.

2.3.3.4. Sistema de Riego Estacionario.

Sistema de riego superficial mediante el cual el agua se aplica en un área generalmente fija, pues cuenta con tuberías y sus aspersores que no se desplazan durante el proceso de riego. (Tarjuelo J. , 2005)

Los sistemas de riego por aspersión se adaptan muy bien a topografías ligeramente accidentadas, tanto con las tradicionales redes de tuberías como con las máquinas de riego. El consumo de agua es moderado y la eficiencia de uso bastante aceptable. Sin embargo, la aplicación del agua en forma de lluvia está bastante condicionada a las condiciones climáticas que se produzcan, en particular al viento, y a la aridez del clima, ya que si las gotas generadas son muy pequeñas, en particular el viento, y a la aridez del clima, ya que las gotas podrían desaparecer antes de tocar el suelo por la evaporación. (Cedano Félix & Morales Cavallo, 2007)

2.3.4. ELEMENTOS QUE COMPONEN EL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSION

2.3.4.1. Red Distribución

Las tuberías trabajando “a presión” permiten conducir el agua, aún a contrapendiente. Para eso requieren de cierta cantidad de energía por unidad de peso, proporcionada por una unidad de bombeo. (Ramos, 2013)

Los materiales más comunes para los sistemas de riego tecnificado son las de PVC y PE (polietileno) teniendo características de mayor de mayor resistencia mecánica las de PVC con relación a las de PE.

Otra tubería muy usada es la de aluminio, debido a su poco peso y su fácil sistema de acople tiene gran aceptación en los sistemas de riego por aspersión móvil.

Tuberías PVC. Existen grandes diferencias entre las propiedades físicas y químicas de los plásticos más comunes, lo cual origina que existan diferentes tipos y grados. El PVC da lugar a cuatro tipos que llegan a tener diferentes grados y existen tres tipos principales de tuberías de PVC son calibre 40, 80 y 120, se utilizan para el encaminamiento del agua a través de hogares y sistemas de riego.

Como se ha mencionado el uso más común de las tuberías de PVC es en la conducción de agua, en la succión e impulsión, dentro de la impulsión las tuberías se divide en línea principal, secundaria y ramales. (Cedano Félix & Morales Cavallo, 2007)

Tuberías PE. El etileno se deriva en polietileno, provocando su polimerización sometiéndolo a un proceso de calor y presión. Las tuberías de PE se logran mediante extracción.

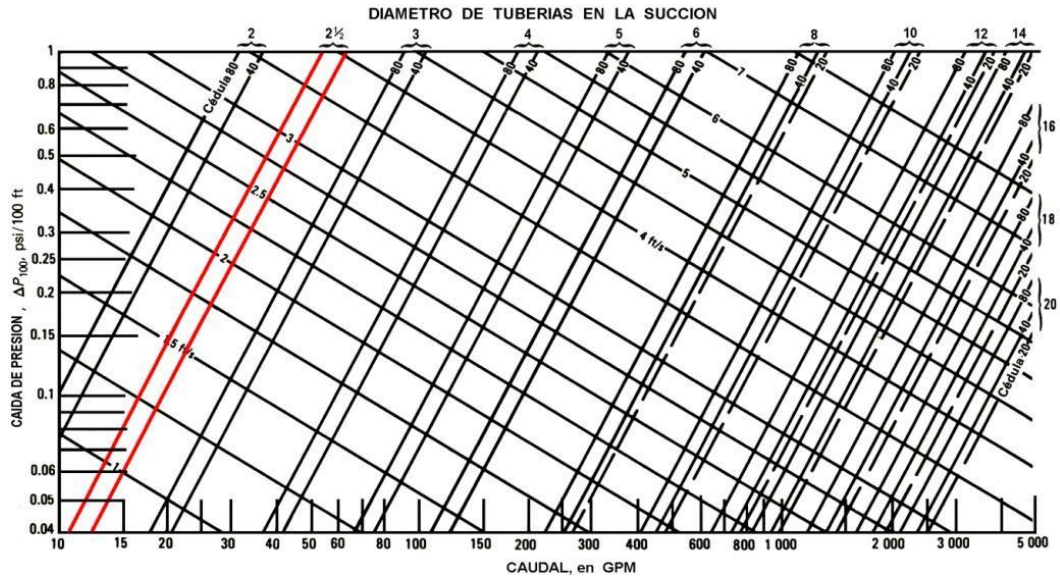
Así mismo éstas presentan diferentes tipos de tubos de polietileno, comercialmente se fabrican tres tipos, de baja, media y alta densidad. De los tres el de mayor uso en los sistemas de riego tecnificado es el de baja densidad usado en los ramales por su flexibilidad. (Ruiz, 2010)

Selección del diámetro de la tubería.

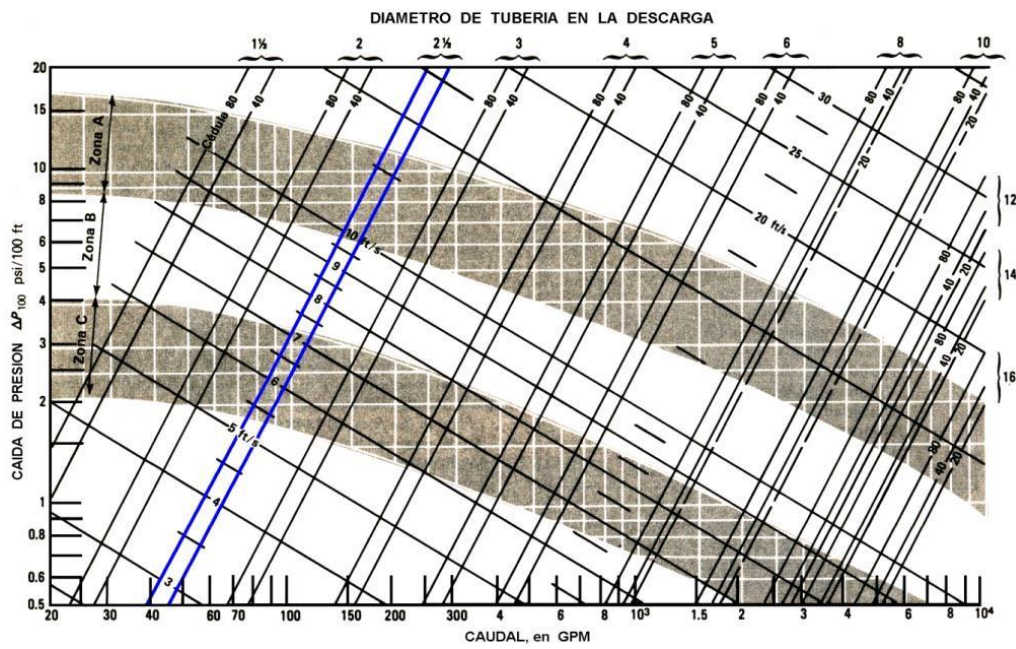
El diámetro de la tubería a emplearse en el sistema se obtiene en función del caudal y bajo los siguientes parámetros: (Ramos, 2013)

- Para mínimas pérdidas; mayor diámetro de tubería.
- Para mínimos costos; menor diámetro de tubería.

La selección de los diámetros de la tubería suele realizarse en función del caudal de aguas del sistema, para lo cual se emplean las siguientes cartas:



Carta para la selección de diámetros en la descarga



Carta para la selección de diámetros en la descarga

2.3.4.2. Emisores

Aspersores

Mecanismo mediante el cual el agua a presión se convierte en gotas menudas que se esparcen uniformemente sobre el cultivo o área verde. Al aspersor se le conoce también como boquilla o emisor. La mayor parte de los aspersores en la actualidad para uso de cultivos y áreas verdes son giratorios y dicho giro puede ser regulable. Los aspersores asimismo, pueden tener una o dos boquillas. (Tarjuelo J. M., 1991).

Los aspersores son los elementos de la instalación de riego por aspersión encargados de distribuir el agua en forma de lluvia sobre la superficie del suelo. Son elementos provistos de una o más boquillas montadas sobre un cuerpo central por las que sale el agua a presión.

La distribución del agua sobre la superficie regada por un aspersor no es uniforme, por lo que para conseguir la mayor uniformidad posible han de disponerse los aspersores lo suficientemente próximos entre sí de tal forma que se produzca un solape entre ellos. (Varas & Sandoval, 1989).

2.3.4.2.1. Clasificación de los aspersores

Por su presión

- ***Aspersores de presión baja:*** Menos de 2,5 kg/cm². Suelen ser de una boquilla de un diámetro menor de 4mm de caudal, descargando menos de 1000 l/h y con giro por choque. Adecuados para marco rectangular o cuadrado, con separación entre aspersores de 12m o en triángulo con separación de menos de 15m. Suelen utilizarse en jardinería y en riego de hortalizas o en frutales con poco ángulo para arrojar el agua por debajo de la copa de los árboles. (Valverde, 2000)

- ***Aspersores de presión media:*** Su rango está comprendido entre 2,5 a 4 kg/cm². Suelen llevar una o dos boquillas de diámetro, comprendido entre 4 y 7 mm, que arrojan caudales entre 1000 y 6000 l/h. Se usan en marcos que van de 12x12 a 24x24.

- ***Aspersores de presión alta:*** Más de 4 kg/cm². Suelen usarse para aspersores de tamaño grande también llamados cañones, con una, dos o tres boquillas y caudales de 6 a 40 m³/h, pudiendo llegar a superar los 200 m³/h. El mecanismo de giro, puede ser de choque o turbina, con alcances entre 25 y 70m. Suelen dar baja uniformidad de distribución al ser fácilmente afectados por el viento. (Valverde, 2000)

Según el tamaño de la zona a regar (alcance):

- Aspersores de gama residencial: tienen un alcance de 7 a 12 m. se usan en jardines de viviendas unifamiliares, comunidades de propietarios, zonas de tamaño pequeño/mediano. (Tarjuelo J. , 2005)
- Aspersores de gama comercial industrial: tienen un alcance de 12 a 18 m. Se usan para comunidades de viviendas, complejos residenciales, parques públicos, complejos deportivos, fábricas, hoteles, zonas de tamaño mediano/grande. (Tarjuelo J. , 2005)
- Aspersores de gama de gran alcance: tienen un alcance de 18 a 30 m. Se usan para grandes parques públicos, campos de fútbol, rugby, hipódromos, campos de golf, grandes zonas verdes. (Tarjuelo J. , 2005)

2.3.5. CONTROL DE RIEGO

Es fundamental que la instalación deba tener un buen sistema que garantice la presión, el caudal, el tiempo, etc. Todo ello lo realizaban los reguladores de presión, reguladores de caudal y las válvulas que son lo que contribuyen en su eficacia al mejor aprovechamiento de la instalación. (Ruiz, 2010)

2.3.5.1. Regulador de Presión

Los reguladores de presión se utilizan para regular y controlar la presión a partir del punto donde se instale. Con estos reguladores podemos evitar sobrepresiones que pudieran romper tuberías, emisores, etc. Normalmente regulan presiones entre 0.2 y 8 kg/cm².

Es muy importante colocar un regulador de presión a la entrada de cada sub unidad de riego para mantener la presión constante durante el funcionamiento de los emisores. Su uso es más importante cuanto más accidentado sea el terreno y mayores las mayores diferencias de presión en distintos puntos de la instalación. (Ruiz, 2010)

2.3.5.2. Reguladores de Caudal

Se utilizan para dejar pasar un caudal determinado. Es muy conveniente colocar un regulador de caudal a la entrada de cada unidad de riego para que pase solo la cantidad de agua que se desea hacia las terciarias y laterales. Los más usuales son los de diafragma, que regulan caudales entre 2 y 50 litros por segundo. Su funcionamiento se basa en un diafragma de material elástico que se deforma abriendo o cerrando la sección de paso y dejando pasar por tanto solo el caudal nominal. (Varas & Sandoval, 1989)

2.3.5.3. Válvulas

En todo sistema de riego es necesario instalar distintos tipos de válvulas y aparatos de control para garantizar su funcionamiento adecuado. En éste apartado nos proponemos describir el funcionamiento, ubicación y mantenimiento para garantizar que cumplan con eficiencia su trabajo.

2.3.5.3.1. Válvulas check

Las válvulas de check, también llamadas de retención o antirretorno, tienen el fin de evitar la descarga del agua en dirección a la bomba, esto evita daños por la rotación inversa de la bomba, además de impedir el vaciado de la tubería permitiendo que la puesta en marcha del sistema sea más rápida y segura además protegen a la bomba durante las sobre presiones. Estas válvulas actúan automáticamente por la acción de las presiones en los dos sentidos posibilitando el cierre y apertura. (Anónimo, Clasificación de las valvulas, 2012)

2.3.5.3.2. Válvulas de cierre

Permiten o cierran el paso de agua en las tuberías del sistema, es la válvula más usada en los sistemas de riego, existen gran variedad de diseños en dependencia de los mecanismos de cierre que ellas poseen y se fabrican en diversos materiales de acuerdo al fin al que estén destinadas. (Anónimo, Clasificación de las valvulas, 2012)

2.3.5.3.3. Válvulas de bola

Se fabrican para diámetros pequeños, hasta diámetro 110 mm, de metal y de materiales plásticos. El mecanismo de cierre de las válvulas de bola es una esfera perforada con el diámetro igual al del conducto, la apertura se produce por un giro de 90° para orientar el orificio en el sentido del conducto y el cierre girando el orificio en sentido perpendicular. La manivela indica el estado de la válvula; alineada con el conducto cuando está abierta y perpendicular cuando está cerrada. (Anónimo, Clasificación de las valvulas, 2012)

2.3.5.3.4. Válvulas de mariposa

Su mecanismo de cierre es un disco circular que gira un ángulo de 90° para abrir y cerrar, al igual que en la válvula de bola, la manivela indica su estado. La válvula se acciona por medio de una palanca, provista normalmente de un gatillo para fijarla en los ángulos entre 0°, 90°. Para diámetros mayores, con el fin de reducir el esfuerzo de maniobra o los golpes de ariete causados por un cierre demasiado rápido, se emplea un volante con reductor. (Anónimo, Clasificación de las valvulas, 2012)

Se fabrican en gran variedad de modelos, materiales y en diámetros mayores a 50 ms. En PVC este tipo de válvula se fabrica normalmente desde un diámetro de 75 mm hasta 315 mm. Tienen la ventaja de poseer muy poco avance en el sentido del flujo con relación a su diámetro, lo que las hace muy útiles en lugares de poco espacio, como ocurre en las estaciones de bombeo y cabezales de riego.

2.3.5.3.5. Válvulas de control

El mecanismo de cierre es por medio de un pistón o diafragma que cierra la salida. La regulación se logra limitando el grado de apertura del pistón para reducir el área de paso y de ésta forma provocar las pérdidas necesarias. El cierre y apertura se produce por presión hidráulica. (Anónimo, Clasificación de las valvulas, 2012)

Para facilitar su instalación se fabrican con distintos tipos de acoplamiento, y en diámetros de 19 a 250 mm, las de menor diámetro se fabrican en plástico y las mayores en metal revestido interiormente con pintura epóxica resistente a la corrosión.

2.3.6. VENTAJAS DEL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN

- Puesto que la dosis de riego es sólo función del tiempo de cada riego, puede adaptarse tanto a dosis grandes como pequeñas.
- No necesita nivelaciones, adaptándose a topografías onduladas, lo que permite conservar la fertilidad natural del suelo.
- Dosifica de forma rigurosa los riegos ligeros, lo cual es importante por la posibilidad de ahorrar agua, de ahí que se recomiende la aspersión cuando la dosis de riego sea inferior a 40 mm.
- Pueden conseguirse altos grados de automatización, con el consiguiente ahorro de mano de obra a costa normalmente de una mayor inversión.

2.3.7. DESVENTAJAS DEL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN

- Se requiere de componentes caros (bomba hidráulica de alta presión, tuberías, aspersores y de otros mecanismos y piezas).
- Todos los sistemas de aspersión a alta presión contribuyen a la compactación del suelo por la fuerza del impacto directo del agua sobre éste.
- El posible efecto de la aspersión sobre plagas y enfermedades.
- Las limitaciones vienen sobre todo en fuertes vientos, pendientes excesivas y riego bajo o sobre árboles.
- Interferencias sobre los tratamientos, por el lavado de los productos fitosanitarios que protegen la parte aérea del cultivo. Es preciso establecer la programación de riegos adecuada para evitar estas interferencias.
- Puede originar problemas de sanidad en la parte aérea del cultivo cuando se utilicen aguas salinas o residuales para regar, ya que al evaporarse aumenta la concentración de sales o las impurezas de la misma.
- Mala uniformidad en el reparto por la acción de los vientos.
- Los principales problemas suelen ser de carácter económico por las altas inversiones iniciales.

2.4. SISTEMA DE IMPULSIÓN FOTOVOLTAICO

2.4.1. LA ENERGÍA SOLAR

2.4.1.1. Energía Solar

Es la energía radiante producida en el Sol como resultado de reacciones nucleares de fusión. Llega a la Tierra a través del espacio en mantos de energía llamados fotones que interactúan con la atmósfera y la superficie terrestre. La intensidad de la radiación solar en el borde exterior de la atmósfera, si se considera que la Tierra está a su distancia promedio del Sol, se llama constante solar, y su valor medio es $1,37 \times 10^6 \text{ erg/s/cm}^2$, o unas 2 cal/min/cm^2 . Sin embargo, esta cantidad no es constante, ya que parece ser que varía un 0,2% en un periodo de 30 años. La intensidad de energía real disponible en la superficie terrestre es menor que la constante solar debido a la absorción y a la dispersión de la radiación que origina la interacción de los fotones con la atmósfera. (Hilera, 2016)

La intensidad de energía solar disponible en un punto determinado de la Tierra depende, de forma complicada pero predecible, del día del año, de la hora y de la latitud. Además, la cantidad de energía solar que puede recogerse depende de la orientación del dispositivo receptor. (Hilera, 2016)

2.4.1.2. Transformación Natural de la Energía Solar

La electricidad solar es la conversión directa de luz solar a electricidad. Es la opción más limpia de energía disponible que hay. Un panel solar es un módulo que aprovecha la energía de la radiación solar.

El termino técnico para “electricidad solar” es el “fotovoltaico”, un fenómeno natural descubierto en 1839 por el científico francés Edmund Becquerel, Dice así: “Cuando una célula eléctrica solar es expuesta a la luz solar, se produce una corriente eléctrica, la base de la electricidad”. La mayoría de las pilas solares del mercado actual están fabricadas de cristal de silicio sumamente puro. Un material semiconductor más barato conocido como Silicio amorfo o película delgada, ha tenido avances técnicos significativos en los últimos años. (Lladró, 2015)

2.4.2. PANELES SOLARES Y SISTEMA FOTOVOLTAICO

2.4.2.1. Paneles Solares

Un panel solar es un módulo que aprovecha la energía de la radiación solar. El término comprende a los colectores solares utilizados para producir agua caliente (usualmente doméstica) y a los paneles fotovoltaicos utilizados para generar electricidad.

Los paneles fotovoltaicos están formados por numerosas celdas que convierten la luz en electricidad. Las celdas a veces son llamadas células fotovoltaicas, que significa "luz-

electricidad". Estas celdas dependen del efecto fotovoltaico para transformar la energía del Sol y hacer que una corriente pase entre dos placas con cargas eléctricas opuestas.

La eficiencia de una célula solar está determinada por el espectro energético de la absorción óptica en el área activa del semiconductor y por la profundidad de la unión p-n medida en el lado de la célula que se expone al sol. Debido a pérdidas causadas por factores tales como el calor, la reflexión de la luz y los fotones que no son absorbidos por el semiconductor, el límite teórico de la eficiencia de una célula solar de silicio para convertir luz solar en electricidad se cifra en torno al 37%. Pérdidas adicionales en la célula significan que su Eficiencia real queda un poco alejada de la máxima teórica.

2.4.2.2. El Efecto Fotovoltaico.

El efecto fotovoltaico (FV) es la base del proceso mediante el cual una célula FV convierte la luz solar en electricidad. La luz solar está compuesta por fotones, o partículas energéticas. Estos fotones son de diferentes energías, correspondientes a las diferentes longitudes de onda del espectro solar. Cuando los fotones inciden sobre una célula FV, pueden ser reflejados o absorbidos, o pueden pasar a su través. Únicamente los fotones absorbidos generan electricidad. Cuando un fotón es absorbido, la energía del fotón se transfiere a un electrón de un átomo de la célula. Con esta nueva energía, el electrón es capaz de escapar de su posición normal asociada con un átomo para formar parte de una corriente en un circuito eléctrico. (Hilera, 2016)

Las partes más importantes de la célula solar son las capas de semiconductores, ya que es donde se crea la corriente de electrones. Estos semiconductores son especialmente

tratados para formar dos capas diferentemente dopadas (tipo p y tipo n) para formar un campo eléctrico, positivo en una parte y negativo en la otra. Cuando la luz solar incide en la célula se liberan electrones que pueden ser atrapados por el campo eléctrico, formando una corriente eléctrica.

Las células FV convierten la energía de la luz en energía eléctrica. El rendimiento de conversión, esto es, la proporción de luz solar que la célula convierte en energía eléctrica, es fundamental en los dispositivos fotovoltaicos, ya que el aumento del rendimiento hace de la energía solar FV una energía más competitiva con otras fuentes (por ejemplo la energía de origen fósil). (Lladró, 2015)

2.4.2.3. Elementos que Conforman un Sistema Fotovoltaico

Generador Solar: conjunto de paneles fotovoltaicos que captan energía luminosa y la transforman en corriente continua a baja tensión.

Acumulador: Almacena la energía producida por el generador. Una vez almacenada existen dos opciones:

- Sacar una línea de éste para la instalación (utilizar lámpara y elementos de consumo eléctrico).
- Transformar a través de un inversor la corriente continua en corriente alterna.

Regulador De Carga: Su función es evitar sobrecargas o descargas excesivas al acumulador, puesto que los daños podrían ser irreversibles. Debe asegurar que el sistema trabaje siempre en el punto de máxima eficacia.

Inversor (Opcional): Se encarga de transformar la corriente continua producida por el campo fotovoltaico en corriente alterna, la cual alimentará directamente a los usuarios.

Un Sistema fotovoltaico no tiene por qué constar siempre de estos elementos, pudiendo prescindir de uno o más de éstos, teniendo en cuenta el tipo y tamaño de las cargas a alimentar, además de la naturaleza de los recursos energéticos en el lugar de instalación. (Cedano Félix & Morales Cavallo, 2007)

2.4.2.4. Sistema De Bombeo Fotovoltaico

Los sistemas de bombeo fotovoltaicos se caracterizan por ser de alta confiabilidad, larga durabilidad y mínimo mantenimiento, lo cual se traduce en un menor costo a largo plazo si se le compara con otras opciones. Además no requiere el empleo de un operador y tienen un bajo impacto ambiental (no contaminan el aire o el agua y no producen ruido). Estos sistemas son muy sencillos en su operación.

La elaboración de un proyecto de bombeo fotovoltaico puede ser un proceso que consume tiempo y recursos; la inversión inicial es relativamente alta y por tanto debe realizarse con cuidado. (Servicios Ferro-Agro)

El bombeo solar para riego, en general, es competitivo. Las condiciones específicas en que la utilización de bombas FV pueden ofrecer ventajas económicas respecto a otras tecnologías son:

- ✓ Alta insolación y demanda de riego (climas áridos y semiáridos).
- ✓ Ausencia o altos costos de alternativos (falta de acceso a la red eléctrica; problemas de mantenimiento de bombas de diesel y de abasto de combustibles).
- ✓ Cultivo de productos de alta calidad para mercados seguros.
- ✓ Utilización de métodos de riego de conservación de agua (riego por goteo); un alto grado de utilización del sistema.

Dado que el proceso de bombeo de agua con paneles solares aunque es constante durante el día de operación -en condiciones normales en un día despejado- no mantiene un flujo uniforme por las características propias de este tipo de sistemas, los males observan un incremento gradual desde las primeras horas de insolación disponibles por la mañana hasta alcanzar un nivel máximo a mediodía (aproximadamente de 11:00 a.m. hasta 14:00 p.m.) y luego disminuyen gradualmente por la tarde. (Cedano Félix & Morales Cavallo, 2007)

El tamaño y diseño del sistema de riego por aspersion deberá considerar esa circunstancia con el fin de buscar el mayor nivel de eficiencia del uso del agua y lograr el objetivo de productividad buscado. Esta condición también deberá ser tomada en cuenta al momento de calcular el tamaño del equipo de bombeo solar.

2.4.2.5. Equipos Disponibles de Bombeo Fotovoltaico

La potencia que producen los módulos FV es directamente proporcional a la intensidad del sol. Es decir, a medida que varía la intensidad solar durante el día, también cambia la disponibilidad de potencia para la bomba. Fabricantes tales como Grundfos, Solarjack, A.Y. McDonald, Dankoff, Shurflo, entre otros, fabrican equipos para bombeo solar diseñados especialmente para trabajar en estas condiciones de potencia variable. Cada fabricante suministra el motor, la bomba y los controles necesarios. Aparte de los controles, las bombas son muy similares a las bombas convencionales. Hay equipos de bombeo solar con bombas centrífugas y volumétricas, sumergibles y no sumergibles. A continuación se mencionan algunas características de cada tipo. (Servicios Ferro-Agro)

Las *bombas centrífugas superficiales* tienen la ventaja de fácil acceso para reparaciones y mantenimiento. Sin embargo, están limitadas en términos de capacidad de succión (7 metros máximos). Son de bajo costo, larga durabilidad y toleran cierta cantidad de arena y otros sedimentos. Se recomiendan para aplicaciones que requieran grandes volúmenes de agua (20,000 a 40,000 litros por día) a baja carga dinámica total (1 a 10 metros). (Cedano Félix & Morales Cavallo, 2007)

Las *bombas centrífugas sumergibles* son las más comunes en sistemas de bombeo FV. Hay una gran variedad de modelos. Generalmente tienen varios impulsores y por ello, se les conoce como bombas de paso múltiple. La mayoría son muy confiables y pueden durar más de 10 años en servicio continuo, aunque su costo inicial es mayor que las bombas superficiales. Se recomiendan para bombear cantidades moderadas de agua (5,000 a 20,000 litros por día) a carga dinámica total media (20 a 35 metros).

Las *bombas volumétricas* o de desplazamiento positivo son adecuadas para el bombeo de bajas cantidades de agua (1,000 a 5,000 litros por día). Son más eficientes que las bombas centrífugas, especialmente mayor carga dinámica total. Algunas de estas bombas usan un cilindro y un pistón para mover el agua (bombas degimbaletes); otras utilizan diafragmas. Existen modelos sumergibles y no sumergibles.

2.4.2.6. Selección De La Bomba

Cada fabricante ofrece varios modelos de bombas y cada una tiene un rango óptimo de operación. El proceso de selección de la bomba se complica debido a la gran variedad de marcas disponibles.

2.4.2.7. Factibilidad y Costo de los Sistemas

Los sistemas fotovoltaicos son competitivos con respecto a los sistemas convencionales cuando:

- Se requieren cantidades pequeñas de energía.
- El lugar es remoto o de difícil acceso.
- Se prefiere alta confiabilidad y bajo mantenimiento.
- Se dispone de recurso solar suficiente.
- Se prefiere bajo impacto ambiental.

Debido a su bajo costo de operación y mantenimiento, los sistemas fotovoltaicos de bombeo pueden ser económicamente más costeados a largo plazo que los sistemas de combustión interna, a pesar de su alto costo inicial. Sin embargo, no todos los proyectos son factibles o recomendables desde el punto de vista económico. Como mínimo, el usuario o proyectista debe considerar la distancia a la red convencional, el ciclo hidráulico requerido y la disponibilidad del recurso solar en el lugar. (Hilera, 2016)

El costo de un sistema de bombeo solar depende de muchos factores. El factor más importante es la cantidad de energía hidráulica o ciclo hidráulico que se requiere, que es la carga dinámica total multiplicada por el volumen diario bombeado. El costo de un sistema particular varía de acuerdo a la calidad del equipo, el lugar de la instalación, el recurso solar del sitio y el costo de los servicios de post-venta.

2.4.2.8. Comparación con otras Fuentes de Energía.

La energía fotovoltaica ha sido mencionada en el plan de expansión de la corporación dominicana de electricidad, considerando que puede ser económicamente competitiva con centrales que funcionen con combustibles fósiles importados. A diferencia de cualquier otro tipo de central productora de energía eléctrica que requiere una gran cantidad de componentes diferentes, muchos de los cuales deben ser diseñados, fabricados y montados expresamente para la central en cuestión, la central fotovoltaica se construye ensamblando millones de células solares iguales, las cuales son fabricadas en serie.

La central fotovoltaica posee una amortización más rápida del capital invertido para su construcción ya que puede comenzar a producir energía tan pronto estén montados algunos módulos, caso este que no se aplica a las demás fuentes de energía eléctrica convencionales, donde debe esperarse que toda la central esté terminada para empezar a producir energía eléctrica.

Por otro lado, las centrales que utilizan combustibles fósiles requieren una atención periódica, un equipo de mantenimiento y uno o dos aparatos de sostenimiento, para evitar fallos, aparte de que son ruidosas y producen contaminación, mientras que en las centrales fotovoltaicas el mantenimiento necesario es prácticamente nulo, no producen ruido, son completamente estáticas y no producen contaminación alguna.

Los sistemas fotovoltaicos poseen un alto grado de fiabilidad, los paneles fotovoltaicos tienen una vida útil de veinte años o más, mientras que las fuentes convencionales de energía poseen una fiabilidad más baja, y una duración corta de aproximadamente cinco años.

2.4.2.9. Impacto Ambiental

La energía solar fotovoltaica es, al igual que el resto de energías renovables, inagotable, limpia, respetable con el medio ambiente y sentando las bases de un autoabastecimiento. Al igual que el resto de las energías limpias, contribuye a la reducción de emisión de gases de efecto invernadero y especialmente de CO₂, ayudando a cumplir los compromisos adquiridos por el Protocolo de Kioto y a proteger nuestro planeta del cambio climático. (Cedano Félix & Morales Cavallo, 2007)

CAPÍTULO III

CAPÍTULO III. – MARCO METODOLÓGICO

3.1. HIPÓTESIS

La solución al mal estado en que se encuentran las áreas verdes del Centro Olímpico Juan Pablo Duarte es la implementación de un sistema de riego por aspersión que no generara grandes impactos económicos ni medioambientales a largo plazo.

3.2. OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES

Variable	Definición	Dimensiones	Indicadores
Necesidad hídrica del cultivo	Representa la cantidad de agua que necesita el cultivo para su desarrollo óptimo.	Agua necesaria	Tasa de evapotranspiración de referencia, ET_0
Riego	Consiste en el aporte artificial de agua necesaria a las plantas.	Esparcir. Circuito continuo. Presión.	Volumen de líquido. Longitud que alcanza el agua.
Caudal	Volumen de agua que circula en un lugar y tiempo determinados.	Disponibilidad	Pozos representativo del acuífero
Energía renovable	Es la energía limpia que se obtiene de fuentes naturales inagotables.	Comparación con otras fuentes de energía	Viabilidad. Eficiencia.
Equipo de bombeo	Es un transformador de energía. Recibe energía mecánica y la convierte en energía que un fluido adquiere en forma de presión, de posición o de velocidad.	Parámetros hidráulicos	Caudal TDH HP
Presupuesto	Cálculo anticipado del coste de una obra o un servicio.	Costo del proyecto	Cantidad de materiales. Cotizaciones.

3.3. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

El enfoque mixto es un proceso que recolecta, analiza y vincula datos cuantitativos y cualitativos en un mismo estudio, en una serie de investigaciones para responder a un planteamiento del problema, o para responder a preguntas de investigación de un planteamiento del problema. (Tashakkori; Teddlie, 2003)

Se usan métodos de los enfoques cuantitativo y cualitativo y pueden involucrar la conversión de datos cualitativos en cuantitativos y viceversa.

En el estudio presente se realizarán mediciones de parámetros hidráulicos para fines de diseño y a su vez se establecerán comparaciones respecto a ventajas y desventajas de la aplicación del mismo. Por lo cual el enfoque de este estudio es mixto.

3.4. TIPO DE INVESTIGACIÓN

❖ *De acuerdo al análisis global*

Una *investigación aplicada*. Denominada práctica o empírica, guarda íntima relación con la investigación básica, porque depende de los descubrimientos y avances de esta última, enriqueciéndose de los mismos, con utilización y consecuencias prácticas de los conocimientos. (Mertens, 2005)

La Investigación aplicada busca la generación de conocimiento con aplicación directa a los problemas de la sociedad; busca el conocer, para hacer, para actuar, para

construir y para modificar, ocupándose del proceso de enlace entre la teoría y el producto.

Se considera esta investigación como aplicada porque plantea la implementación de un sistema de riego como solución para resolver el problema de estudio.

❖ *Según el objetivo*

Una *investigación descriptiva*. También conocida como la investigación estadística, describe los datos y este debe tener un impacto en las vidas de las personas que le rodea. En un estudio descriptivo se seleccionan una serie de conceptos o variables y se mide cada una de ellas independientemente de las otras, con el fin, precisamente, de describirlas. (Mertens, 2005)

Esta investigación es descriptiva, pues expone la problemática existente que es el deterioro de las áreas verdes del recinto debido a falta de mantenimiento y el impacto socioambiental que esto representa.

❖ *Según la recogida de datos*

Una *investigación documental*. El objetivo de la investigación documental es elaborar un marco teórico conceptual para formar un cuerpo de ideas sobre el objeto de estudio y descubrir respuestas a determinados interrogantes a través de la aplicación de procedimientos documentales. Estos procedimientos han sido desarrollados con el objeto de aumentar el grado de certeza de que la información reunida será de enteres para los

integrantes que estudia y que además, reúne las condiciones de fiabilidad y objetividad documental. Técnica documental que permite la recopilación de información para enunciar las teorías que sustentan el estudio de los fenómenos y procesos. Incluye el uso de instrumentos definidos según la fuente documental a que hacen referencia. (Hernández, 2003)

Con el propósito de elegir los instrumentos para la recopilación de información es conveniente referirse a las fuentes de información. Para esta investigación se utilizaron fuentes primarias para la recopilación de información que respalda el estudio.

Fuente Primaria: Libros, artículos, monografías, tesis, documentos, trabajos de investigación presentados en conferencias, congresos y seminarios .Estas fuentes son los documentos que registran o corroboran el conocimiento inmediato de la investigación. Incluyen libros, revistas, informes técnicos y tesis. (Mesino, 2010)

3.5. PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

El procedimiento especifica los pasos que se han venido dando para la obtención de la información en el desarrollo del tema a estudiar. En este punto se explican las diferentes fases secuenciales para desarrollar la investigación. (Mesino, 2010)

El proceso de un estudio de investigación tiene unas tres fases. A continuación se detalla en que consiste cada una:

Fase conceptual: se concibe el problema de investigación, se escriben los objetivos, se realizan las investigaciones para recopilar las fuentes bibliográficas que le serán de apoyo a la investigación, se elabora el marco teórico y se formula la hipótesis de la investigación. (Rivero, 2008)

Fase metodológica: es el diseño de la investigación. Se elige el tipo de investigación y los métodos más factibles, se define la población y la muestra, se describen las variables, se seleccionan las técnicas e instrumentos de recogida de datos.

Fase empírica: en esta fase se materializan las ideas, que dejan de ser abstractas y se vuelven reales. Se recogen los datos, se analizan y se interpretan, de acuerdo a lo detallado en la fase metodológica. Luego, se presentan los resultados y las conclusiones obtenidas. (Mertens, 2005)

3.6. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

Los métodos de investigación empírica conllevan toda una serie de procedimientos prácticos con el objeto y los medios de investigación que permiten revelar las características fundamentales y relaciones esenciales del objeto; que son accesibles a la contemplación sensorial. Se aproximan al conocimiento del objeto mediante su conocimiento directo y el uso de la experiencia, el cual es sometido a cierta elaboración racional. (Rivero, 2008)

La observación científica, como método de investigación empírica, consiste en la percepción directa del objeto de investigación. La observación investigativa es el

instrumento universal del científico. La observación permite conocer la realidad mediante la percepción directa de los objetos y fenómenos.

La observación, como procedimiento, puede utilizarse en distintos momentos de una investigación más compleja: en su etapa inicial se usa en el diagnóstico del problema a investigar y es de gran utilidad en el diseño de la investigación. (Mesino, 2010)

3.7. TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

Se utilizarán, en esencia, las técnicas de observación de campo directa y estructurada, documentación, medición, fichaje

La Observación: Es una técnica que consiste en observar atentamente el fenómeno, hecho o caso, tomar información y registrarla para su posterior análisis.

Es de campo cuando se realiza en los lugares donde ocurren los hechos o fenómenos investigados. Es el recurso principal de la observación descriptiva. Es directa cuando el investigador se pone en contacto personalmente con el hecho o fenómeno que trata de investigar. Es estructurada cuando se realiza con la ayuda de elementos técnicos apropiados, tales como: fichas, cuadros, tablas, etc, por lo cual se la denomina observación sistemática. (Hernández, 2003)

Documentación: Es la técnica donde los analistas utilizan una variedad de procesos a fin de recopilar los datos sobre una situación existente, como entrevistas, cuestionario, inspección de registros y observación. Generalmente, se utilizan dos o tres para complementar el trabajo de cada una y ayudar a asegurar una investigación completa.

Medición: Es la técnica que se desarrolla con el objetivo de obtener información numérica acerca de una propiedad o cualidad del objeto, proceso o fenómeno, donde se comparan magnitudes medibles y conocidas. (Tashakkori; Teddlie, 2003)

El fichaje: Es una técnica auxiliar de todas las demás técnicas empleada en investigación científica; consiste en registrar los datos que se van obteniendo en los instrumentos llamados fichas, las cuales, debidamente elaboradas y ordenadas contienen la mayor parte de la información que se recopila en una investigación por lo cual constituye un valioso auxiliar en esa tarea, al ahorra mucho tiempo, espacio y dinero. (Tashakkori; Teddlie, 2003)

CAPÍTULO IV

CAPÍTULO IV. – METODOLOGÍA Y DISEÑO DEL PROYECTO

4.1. INFORMACIONES GENERALES

El Centro Olímpico Juan Pablo Duarte es un complejo deportivo que alberga dentro de sí diferentes federaciones deportivas. Fue construido en el Gobierno del presidente Joaquín Balaguer en el periodo 1970-1974. Su construcción tuvo un costo de 20 millones de pesos y fue ideada por Juan Ulises García Saleta (Wiche).

Este complejo deportivo sirvió para el montaje de los XII juegos Centro Americanos y del Caribe en el 1974.

En la Actualidad en él se realizan actividades de gran afluencia de personas, como conciertos y ferias, siendo uno de los más populares el Estadio Olímpico Félix Sánchez y el palacio de los deportes Virgilio Travieso Soto.

El acceso al Centro Olímpico Juan Pablo Duarte es muy fácil ya que tiene dos estaciones de Metro en la avenida Máximo Gómez y una estación de metro en la avenida John F. Kennedy, además de rutas de transporte público en las calles aledañas.

En él se encuentran las siguientes Instalaciones:

- Palacio de los Deportes
- Piscina Olímpica
- Estadio Olímpico
- Velódromo
- Pabellón de voleibol
- Pabellón gimnasia

- Estadios de softbol
- Estadios béisbol
- Canchas abiertas de tenis
- Canchas abiertas voleibol
- Canchas abiertas baloncesto
- Complejo acuático
- Pabellón de lucha
- Pabellón de Judo
- Pabellón de esgrima
- Pabellón de ajedrez
- Pabellón de racquetbol
- Pista de entrenamiento
- Cancha de voleibol playa
- Edificio Administrativo Sedefir
- Museo del deporte
- Sala ceremonial Salón de la Fama
- Gimnasio de Boxeo
- Gimnasio Pesas
- Edificio Administrativo de softbol
- Destacamento de la PN
- Destacamento del EN
- Cancha fútbol sala
- Mini estadio de béisbol
- Parques infantiles
- Pabellón combate

4.1.1. UBICACIÓN

El Centro Olímpico Juan Pablo Duarte se encuentra ubicado en el centro del Distrito Nacional, República Dominicana. Su ubicación geográfica corresponde a los 18° 28' 41.8" Latitud Norte y 69° 55' 0.44" Longitud Oeste.

El Centro Olímpico Juan Pablo Duarte se encuentra limitado al norte por la Av. 27 de Febrero, al sur por la Av. John F. Kennedy, al este por la Av. Máximo Gómez y al oeste por la Av. Ortega y Gasset.

4.1.2. CLIMA

Según los datos obtenidos en ONAMET nos referimos al clima, temperatura, humedad, insolación, viento, en el orden siguiente:

Mes	Temp Min	Temp Max	Humedad	Viento	Insolación	Rad	ETo
	°C	°C	%	m/s	horas	MJ/m ² /día	mm/día
Enero	20.0	32.5	82	2.6	11.1	20.9	4.32
Febrero	19.9	32.7	81	2.5	11.3	23.3	4.81
Marzo	20.5	32.8	80	2.5	12.0	26.5	5.48
Abril	21.4	34.5	79	2.6	12.3	28.3	6.17
Mayo	22.5	33.8	82	2.5	12.5	28.7	6.09
Junio	23.1	35.7	82	2.4	13.1	29.4	6.48
Julio	23.0	35.6	82	2.3	13.1	29.4	6.53
Agosto	23.0	35.5	83	2.3	12.5	28.4	6.24
Septiembre	23.0	35.2	84	2.2	12.1	26.9	5.83
Octubre	22.6	35.3	85	2.2	11.5	24.0	5.21
Noviembre	21.9	33.8	84	2.4	11.2	21.4	4.53
Diciembre	20.6	33.0	83	2.5	11.0	20.1	4.17
Promedio	21.8	34.2	82	2.4	12.0	25.6	5.49

Precipitación Media Mensual Observada

Mes	Precipitación	Precipitación. efectiva
	mm	mm
Enero	63.0	56.6
Febrero	57.0	51.8
Marzo	54.0	49.3
Abril	72.0	63.7
Mayo	185.0	130.2
Junio	140.0	108.6
Julio	145.0	111.4
Agosto	177.0	126.9
Septiembre	181.0	128.6
Octubre	184.0	129.8
Noviembre	100.0	84.0
Diciembre	84.0	72.7
Total	1442.0	1113.7

4.2. CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO

4.2.1. LOCALIZACIÓN

El área específica para el proyecto a regar son todas las áreas verdes internas del Centro Olímpico Juan Pablo Duarte, perimetrales a los edificios, es decir, no se incluirán las áreas verdes ubicadas en el interior de los pabellones debido a que no se desea perjudicar la estructura de los mismos.

4.2.2. EXTENSIÓN

El área del Centro Olímpico Juan Pablo Duarte es de 515,009.1126 m² o 51.50 hectáreas, donde el área a regar es de 131,795.40 m² o 13.18 hectáreas equivalente al 25.6% del área total.

4.2.3. CARACTERÍSTICAS DEL CULTIVO

- Nombre científico o latino: *Cynodon dactylon* x *Cynodon transvaalensis*.
- Nombre común o vulgar: Bermuda híbrida.
- Variedades: Tifgreen, Tifdwarf, Tifeagle, Tifway-419.

Son las Bermudas híbridas, aparecidas recientemente en el mercado. Al ser un híbrido de especies distintas es estéril por lo que la única manera de reproducirla es de una manera vegetativa, no mediante semillas. Césped muy denso, hoja fina, logra una

superficie suave y homogénea, de color verde oscuro de crecimiento agresivo y cobertura dominante.

Uso: áreas residenciales, parques, jardines y campos deportivos. Soporta tránsito intenso y tiene excelente capacidad de recuperación en caso de deterioro.

Climas: templados a tropicales, soleados, cálidos, húmedos a semi-secos, gran adaptación a diferentes ambientes. No tolera la sombra.

Suelos: todo tipo de suelos, arcillosos a arenosos; pH desde 5,5 a 8,5. Tolera veranos secos y calurosos, sus requerimientos de agua pueden suponer un 30 % de ahorro respecto a especies de Festuca arundinacea, y de un 10 % respecto a cualquier variedad de Cynodon dactylon, con un valor ornamental mucho más alto.

Riego: abundante en época cálida, la sequía detiene su crecimiento. Tolera diferentes tipos de agua en cuanto a calidad, hasta medianamente salinas.

4.2.4. PROCEDENCIA O NATURALEZA DEL AGUA DE RIEGO

Para este proyecto en específico se utilizara el agua proveniente del pozo de abastecimiento que ya es existente en el campo. Este pozo consta de un diámetro de 6'' y una profundidad 228 pies. El caudal del pozo es de 130 G.P.M., según datos suministrador por la CAASD.

4.2.5. DISEÑO HIDRÁULICO Y AGRONÓMICO DEL SISTEMA DE RIEGO

Para realizar el diseño agronómico del sistema de riego se utilizó un software llamado CROPWAT 8.0 el cual es un software desarrollado por la FAO (La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) el cual sirve para calcular los requerimientos de agua y la programación de riego de los cultivos en base a datos introducidos por el usuario.

Todos los procedimientos de cálculo utilizados en CROPWAT 8.0 se basan en las dos publicaciones de la FAO de la Serie de Riego y Drenaje, a saber, N ° 56 " evapotranspiración del cultivo - Directrices para el cálculo de los requerimientos de agua de los cultivos" y N° 33 titulado "Respuesta de rendimiento al agua".

En dicho programa se introducen los siguientes datos:

- Datos climáticos: temperatura máxima y mínima, humedad, viento, insolación, precipitación.
- Datos del cultivo: kc, etapas de crecimiento, profundidad radicular, agotamiento crítico.
- Datos del suelo.

Una vez introducidos estos datos CROPWAT 8.0 arrojó los resultados del diseño agronómico (Ver Memoria de Cálculos).

En cuanto al Diseño Hidráulico se utilizó un software llamado TLALOC que es un programa para calcular el diseño de sistema de riego presurizado goteo, micro-aspersión y aspersión.

El programa tiene las siguientes funciones:

- Calculo del diseño agronómico para el riego por goteo.
- Calculo del diseño agronómico para el riego por micro-aspersión.
- Calculo del diseño agronómico para el riego por aspersión.
- Calculo de las tolerancias de presiones.
- Calculo del diseño físico. Calculo del diseño de laterales (Darcy – Weisbach).
- Calculo del diseño de laterales (Hazen - Williams). Calculo del diseño de terciaria.
- Calculo de módulos rectangular con dos diámetros variable.
- Calculo de módulos rectangular con tres diámetros variable.
- Calculo por el método numérico.
- Calculo del diseño de tubería principal.
- Calculo del cabezal de riego.

CONCLUSIÓN

CONCLUSIÓN

Se determinó, mediante observación y criterios de selección, que el diseño constará de 26 áreas en total para riego las cuales están distribuidas en tres zonas. Mediante el diseño agronómico se determinó que la necesidad hídrica del cultivo (pasto especie Bermuda) es de 2.8 mm/día, que de acuerdo a la distribución realizada, se estará irrigando 3.18 mm/día.

De acuerdo al diseño hidráulico, el sistema está compuesto por un total de 878 aspersores, 456 difusores y 25 válvulas, los cuales están dispuestos en 3 zonas.

El sistema de riego y de impulsión se ha planteado con el propósito de evaluar su factibilidad técnica y económica.

Desde el punto de vista técnico se concluye que el sistema diseñado puede ejecutarse con materiales disponibles en el mercado nacional. Cabe señalar que existe una amplia gama de equipos disponibles de diferentes marcas que pueden obtenerse alternativamente en caso de que los equipos que se sugieren en el trabajo presente no puedan adquirirse por alguna razón.

Por otra parte, desde el punto de vista económico, en este estudio se presenta como alternativa un sistema de impulsión por medio del uso de generadores con paneles fotovoltaicos, con el cual se pretende utilizar energía limpia y disminuir los costos de mantenimiento, aunque en esto influye un alto costo inicial.

Los beneficios de este tipo de sistemas son extensos entre los que cabe mencionar:

- No requieren combustibles, más que el sol.
- Poseen una alta fiabilidad y larga duración de más de veinte años.
- No origina polución atmosférica ni térmica.
- No representa ningún tipo de peligro para la población o el medioambiente que las rodea.

En comparación con otras fuentes de energía, la central fotovoltaica posee una amortización más rápida del capital invertido para su construcción ya que puede comenzar a producir energía tan pronto estén montados algunos módulos.

En caso de que la propuesta fuera aceptada, la inversión inicial del proyecto es relativa en función de los beneficios que esta pueda producir. Los costos iniciales de la instalación del sistema de riego, dígase materiales, mano de obra, sistema de impulsión, es de unos RD\$12,828,084.49 los cuales no incluyen costos de mantenimiento. Sin embargo se determinó un ahorro total anual de unos RD\$1,578,964.37 en comparación con el uso de energía eléctrica convencional.

Por tanto se concluye que el sistema propuesto es factible tanto a nivel técnico como a nivel económico.

REFERENCIAS

1. Anónimo. (1976). *Propiedades Físicas De Los Suelos*, Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).
2. Anónimo. (2012). Clasificación de las válvulas. Obtenido de www.uclm.es
3. Anónimo. (2014). Tipos de sistema de riego por aspersión.
4. Canales, G. d., & Priego, C. (2005). *ÁREAS VERDES EN LAS CIUDADES*. Revista Ambiental.
5. Cedano Félix, I., & Morales Cavallo, F. (2007). *Propuesta y Diseño de un Sistema de Riego por Goteo en la Hacienda Nigua*, UNPHU. Tesis UNPHU.
6. FAO, F. a. (2000). *Land and Water Digital Media Series 12. Irrigation Guidelines*.
7. Hernández, e. (2003). En *Metodología de la Investigación Científica*.
8. Hilera, S. (2016). *Sistema de riego con paneles solares baja costos de producción*.
9. Lladró, V. (2015). *Los agricultores instalan paneles solares para bombear agua de riego*.
10. Marte, G. (2015). *El Olímpico, cada vez menos verde*. El Día.
11. Mertens, A. (2005). *Tipo de Investigación*. En *Investigación Científica*.
12. Mesino. (2010). *Fundamentos de la Investigación Científica*.
13. Núñez Ramos, P. (2000). *Plan de Manejo de las Áreas Forestales en Santo Domingo*. Santo Domingo.

14. Ramos, M. P. (2013). dspace.espoch.edu.ec.
15. Rivero, F. (2008). Métodos de Investigación.
16. Ruiz, A. (2010). Control del sistema de riego.
17. Salazar, M., & V., P. (1987). Proyecto y Diseño de un Sistema de Riego por Aspersión en el Campo Experimental y de Practicas del Recinto Agropecuario UNPHU. Santo Domingo: Tesis UNPHU.
18. Servicios Ferro-Agro. (s.f.). Bombeo Solar. Solar Varipower.
19. Sistemas de Riego. (2012). Obtenido de El Riego: <http://www.Elriego.com>
20. Suarez, W. (2014). Historia del Aspersor.
21. Tarjuelo, J. (2005). Riego por aspersión.
22. Tashakkori; Teddlie. (2003). Metodología de la investigación.
23. Valverde, J. C. (2000). Riego y drenaje.
24. Varas, E., & Sandoval, J. (1989). Riego por Aspersión.

MEMORIA DE CÁLCULO

DISEÑO AGRONÓMICO

Turnos y Tiempo de Riego

Necesidades hidricas del cultivo (Nn) :	2,80 mm/dia
Pluviometria med. del aspersor (Plv.) :	8,67 mm/hr
Eficiencia del Sistema de Riego (Efc.) :	90%

$$\text{Tiempo de riego} = \frac{Nn}{Plv * Efc}$$

$$\text{Tiempo de riego} = \frac{2,8}{8,67 * 0,90}$$

Tiempo de riego =	0,359 hr/dia
-------------------	--------------

Tiempo de riego =	21,530 min/dia
-------------------	----------------

Nota : Se regará en 2 turnos de 11 min. cada uno por válvula.

Aporte Real de Riego =	3,18 mm/dia
------------------------	-------------

Cant. Válvulas por Sistema :	Zona 1	Zona2	Zona3
	9	8	8

Tiempo de riego Zona 1 =	3,30 hr/dia
--------------------------	-------------

Tiempo de riego Zona 2 =	2,93 hr/dia
--------------------------	-------------

Tiempo de riego Zona 2 =	2,93 hr/dia
--------------------------	-------------

Tiempo Total de riego =	9,17 hr/dia
-------------------------	-------------

DISEÑO HIDRÁULICO

DIVISIÓN DE ZONAS Y ÁREAS

El terreno del Centro Olímpico Juan Pablo Duarte (COJPD) cuenta con una superficie total de terreno de 51.50 hectáreas, para un total de áreas verdes de 13.18 hectáreas (Ver plano anexo).

Por conveniencia, se dividió el terreno en 3 zonas (zona 1, zona 2 y zona 3). Cada zona tendrá un equipo de bombeo que funcionará de manera independiente a los demás. Además se dividieron un total de 26 áreas verdes, distribuidas en cada zona (Ver plano anexo).

- ✓ La zona 1 comprende las áreas A2, A3, A4, A6 y A7, para un total de 3.97 hectáreas.
- ✓ La zona 2 comprende las áreas A1, A5, A8 hasta la A16, para un total de 4.79 hectáreas.
- ✓ La zona 3 comprende las áreas A17 hasta la A26, para un total de 4.42 hectáreas.

Todas las áreas verdes mencionadas anteriormente, conforman las áreas exteriores del centro, ubicadas dentro del terreno y alrededores de los edificios.

DETALLES DE ASPERSORES POR ÁREAS

De acuerdo a las divisiones antes mencionadas, los aspersores están ubicados por cada área comprendida en cada zona.

Los aspersores fueron colocados de acuerdo al tamaño y espacio disponible que se disponía en cada área.

- ✓ La Zona 1 comprende un total de 271 difusores PROSPRAY y un total de 241 aspersores PGP los cuales generan un consumo de 1,118.52 GPM.
- ✓ La Zona 2 comprende un total de 161 difusores PROSPRAY y un total de 368 aspersores PGP los cuales generan un consumo de 1,054.87 GPM.
- ✓ La Zona 3 comprende un total de 24 difusores PROSPRAY y un total de 269 aspersores PGP los cuales generan un consumo de 940.18 GPM.

Modelo de Aspersores				
Modelo	Radio (m)	Presion (bar)	Caudal (l/min)	Color
PGP.1	8,2	1,7	1,7	rojo
PGP.4	10,4	4,5	7,1	amarillo
PGP.8	12,8	4,5	17,6	azul claro

Modelo de Difusores				
Modelo	Radio (m)	Presion (bar)	Caudal (l/min)	Color
PROSPRAY.10A (180°)1	2,1	1	2,52	verde
PROSPRAY.10A (180°)2	3,5	2,5	4,16	azul oscuro

Zona	Area		Aspersores			Caudal Total		
	No.	m2	Modelo	Cantidad	Caudal	l/m	g/m	
1	A2	6.770,73	PGP.8	36	17,6	633,60	669,10	176,76
			PGP.4	5	7,1	35,50		
	A3	12.688,98	PGP.8	50	17,6	880,00	1.266,98	334,70
			PGP.4	35	7,1	248,50		
			PGP.1	2	1,7	3,40		
			PRO.10A 2	4	4,16	16,64		
			PRO.10A 1	47	2,52	118,44		
	A4	5.018,26	PGP.8	29	17,6	510,40	632,52	167,09
			PGP.4	6	7,1	42,60		
			PGP.1	2	1,7	3,40		
			PRO.10A 2	8	4,16	33,28		
			PRO.10A 1	17	2,52	42,84		
	A6	11.499,48	PGP.8	43	17,6	756,80	1.331,04	351,62
			PGP.1	14	1,7	23,80		
			PRO.10A 2	36	4,16	149,76		
			PRO.10A 1	159	2,52	400,68		
	A7	3.731,92	PGP.8	19	17,6	334,4	334,4	88,34
A1	3.180,87	PGP.8	17	17,6	299,20	299,20	79,04	
A5	3.135,63	PGP.8	1	17,6	17,60	228,96	60,49	
		PGP.4	18	7,1	127,80			
		PGP.1	10	1,7	17,00			
		PRO.10A 2	16	4,16	66,56			
A8	4.179,43	PGP.4	10	7,1	71,00	401,96	106,19	
		PGP.1	36	1,7	61,20			
		PRO.10A 2	60	4,16	249,60			

2			PRO.10A 1	8	2,52	20,16		
	A9	121,31	PRO.10A 2	14	4,16	58,24	58,24	15,39
	A10	1.644,01	PGP.8	10	17,6	176,00	190,20	50,25
			PGP.4	2	7,1	14,20		
	A11	3.180,26	PGP.4	29	7,1	205,9	205,9	54,39
	A12	9.354,76	PGP.8	42	17,6	739,20	965,52	255,06
			PGP.4	8	7,1	56,80		
			PRO.10A 2	25	4,16	104,00		
			PRO.10A 1	26	2,52	65,52		
	A13	976,11	PGP.4	9	7,1	63,90	94,14	24,87
			PRO.10A 1	12	2,52	30,24		
	A14	8.951,57	PGP.8	32	17,6	563,20	662,60	175,04
			PGP.4	14	7,1	99,40		
	A15	2.555,46	PGP.8	15	17,6	264,00	271,10	71,62
			PGP.4	1	7,1	7,10		
	A16	10.611,16	PGP.8	17	17,6	299,20	615,30	162,55
PGP.4			28	7,1	198,80			
PGP.1			69	1,7	117,30			
3	A17	16.845,80	PGP.8	62	17,6	1091,20	1.265,20	334,23
			PGP.4	19	7,1	134,90		
			PGP.1	23	1,7	39,10		
	A18	674,29	PGP.4	4	7,1	28,40	28,40	7,50
	A19	2.052,71	PGP.8	12	17,6	211,20	225,40	59,54
			PGP.4	2	7,1	14,20		
	A20	5.066,37	PGP.8	17	17,6	299,20	415,20	109,68
			PGP.4	10	7,1	71,00		
			PGP.1	2	1,7	3,40		
			PRO.10A 2	10	4,16	41,60		
	A21	12.974,01	PGP.8	51	17,6	897,60	940,20	248,38
			PGP.4	6	7,1	42,60		
	A22	1.830,85	PGP.8	11	17,6	193,6	193,6	51,14
	A23	921,02	PGP.8	7	17,6	123,20	130,30	34,42
			PGP.4	1	7,1	7,10		
	A24	627,61	PGP.8	2	17,6	35,20	89,78	23,72
PGP.4			3	7,1	21,30			
PRO.10A 2			8	4,16	33,28			
A25	516,35	PGP.1	7	1,7	11,90	36,86	9,74	
		PRO.10A 2	6	4,16	24,96			
A26	2.672,17	PGP.8	2	17,6	35,2	234,00	61,82	
		PGP.4	28	7,1	198,8			

DIMENSIONAMIENTO DE TUBERÍA

Los diámetros de las tuberías principales, secundarias y terciarias fueron calculados mediante el programa TLALOC tomando en consideración varios factores como son: caudal, velocidad, número de salidas por tramo, entre otros.

Se utiliza Hazem-Williams para el cálculo de pérdida de carga (pérdidas por fricción) considerando el caudal, la longitud del tramo, una constante del material de la tubería y diámetro de esta.

También se consideró el coeficiente de Christiansen (Factor de salidas múltiples) dado que cuando una tubería tiene muchas salidas, la pérdida de carga variará en la misma, ya que se produce una disminución en el caudal. Mediante el coeficiente de Christiansen se corrige la pérdida de carga considerando las salidas que tenga.

Una vez introducidos los datos de servicio del sistema al programa este arrojó como resultado lo siguiente:

- ✓ Tubería Principal: 83.40 mm
- ✓ Tubería Secundaria: 30.70 mm
- ✓ Tubería Terciaria: 30.70 mm

Considerando los diámetros de tuberías comerciales según la tabla siguiente:

Característica de la tubería de bombeo			
Diámetro		Caudal	
(mm)	(pulgada)	(litros/seg.)	(litros/día)
20	½	0 - 0,3	25 920
25	¾	0,3 - 0,5	43 200
32	1	0,6 - 0,9	77 760
40	1 ¼	1,0 - 1,4	120 960
50	1 ½	1,5 - 2,1	181 440
62	2	2,2 - 3,5	264 600
75	2 ½	3,6 - 5	432 000
90	3	5,1 - 7	604 800
110	4	7,1 - 11	950 400

Los nuevos diámetros serán:

- ✓ Tubería Principal: 90.0 mm \approx 3''
- ✓ Tubería Secundaria: 32.0 mm \approx 1''
- ✓ Tubería Terciaria: 32.0 mm \approx 1''

DETALLES DE BOMBAS Y VÁLVULAS

Cada zona manejará un equipo de bombeo particular. La bomba 1 estará ubicada en la Zona 1, la bomba 2 estará ubicada en la Zona 2 y la bomba 3 estará ubicada en la Zona 3.

Se seleccionaron 25 válvulas de 130 GPM distribuidas como sigue:

- ✓ La Zona 1 comprende un total de 9 válvulas.

- ✓ Las zonas 2 y 3 comprenden un total de 8 válvulas cada una.

El equipo de bombeo a usar será una Electrobomba Sumergible Caprari, Modelo E6S54, con una potencia de 12 HP trifásica para trabajar con 440 V. Es capaz de suministrar 130 GPM con 220 Pies de TDH. Cuenta con una frecuencia de 60 Hz, una tensión nominal de 460 V y una corriente nominal de 17.8 A.

La selección del equipo se realizó mediante revisión de la curva característica del modelo ya mencionado el cual fue recomendado por profesionales de la empresa SERVICIOS FERRO-AGRO. (Selección anexa)

DISEÑO FOTOVOLTAICO

GASTO ENERGÉTICO DE BOMBA

Según los datos suministrados por la empresa Servicios Ferro-Agro, S.R.L, se obtuvo un equipo de bombeo con las siguientes características:

Electrobomba sumergible Caprari, modelo E6S54, con una potencia de 12 HP trifásica a 440V.

1Kwh = 1.30 HP

Sabiendo ésta relación, dividiremos los 12 HP que tiene nuestra bomba entre 1.3 HP, para determinar el consumo de la bomba en Kwh:

- Consumo (Kwh) = $\frac{12 \text{ HP} \times 1 \text{ Kwh}}{1.3 \text{ HP}} = 9.23 \text{ Kwh}$

Consumo Total de la Bomba:

Se determinó mediante el diseño agronómico que el tiempo de funcionamiento total del sistema es de 9.17 horas por día.

De lo cual obtenemos un total de 84.64 Kwh x día para un total de 30,893.27 Kwh x año.

CÁLCULO DE PANELES SOLARES

1 Kwh = 1000 Wp

Sabiendo ésta relación, multiplicaremos por 1000 para determinar el consumo de la bomba en Wp:

- Consumo de Bomba (Wp) = $\frac{9.23 \text{ Kwh} \times 1000 \text{ Wp}}{1 \text{ Kwh}} = 9,230 \text{ Wp}$

Determinaremos la potencia total producida por la bomba, multiplicando los Wp x un factor de seguridad:

- Potencia Total (Wp) = Wp x Factor de Seguridad
= 9,230 Wp x 1.6
= 14,768 Wp

Según los datos suministrados por la empresa Servicios Ferro-Agro, S.R.L, trabajaremos con el siguiente tipo de panel:

Solar Module Typical Performance Characteristics	
Model	310M(72)
Maximum Power (Pmax)	310 W ± 3%
Maximum Power Voltage (Vmp)	36.70 V
Maximum Power Current (Imp)	8.45 A
Open Circuit Voltage (Voc)	45.20 V
Short Circuit Current (Isc)	8.96 A
Maximum System Voltage	1000 V
Maximum Series Fuse	15 A
Standard Test Conditional (E = 1000W/m2 Tc = 25°C AM1.5)	
Nominal operating Cell Temperature (NOCT)	47 ± 2°C
For field connections, use minimum No. 11 AWG copper wires	
Insulated for a minimum 90 °C	

- Cantidad de paneles = $\frac{Wp \text{ Total Bomba}}{Wp \text{ de Panel}} = \frac{14,768}{310} = 47.64 \approx 48$ paneles

Comprobación:

Para la comprobación utilizaremos un factor de eficiencia (F.E.) que ronda entre 25-30%.

- Cantidad de paneles por serie = $\frac{(\text{Voltaje a trabajar} \times \text{F.E.}) + \text{Voltaje a trabajar}}{\text{Voltaje del Panel}} + 1$
 $= \frac{(440 \text{ V} \times 0.28) + 440 \text{ V}}{36 \text{ V}} + 1$
 $= 16.64 \approx 17$

Tendremos 17 Paneles Solares x Serie

- Cantidad de Series:
 - ✓ Corriente de la Bomba = 17.8 A \approx 17 A
 - ✓ Corriente del Panel = 8.45 A \approx 8 A

2 Series de 8A = 16A < 17A, por consiguiente No satisfice.

3 series de 8A = 24 A > 17A, por consiguiente Sí Satisfice.

- Cantidad Total de Paneles = 3 series de 17 paneles = 3 x 17
Cantidad Total de Paneles = 51 paneles

- Producción de Paneles (Wp) = Total de Paneles x Potencia de Panel
= 51 x 310 Wp
15,810 Wp

Estos paneles nos proveen una producción por hora de 15,810 Wp > 14,768 Wp

Producción Total de los Paneles:

- Producción de paneles (Kwh) = $\frac{1 \text{ Kwh} \times 15,810 \text{ Wp}}{1,000 \text{ Wp}} = 15.81 \text{ Kwh.}$

El tiempo de insolación promedio es de 12 horas por día.

De lo cual obtenemos un total de 189.72 Kwh x día, para un total de 69,247.80 Kwh x año.

CÁLCULO DE ENERGÍA INYECTADA AL SISTEMA

Para determinar la cantidad de energía que se estará inyectando al sistema, haremos una diferencia entre el total producido por los paneles y el total consumido por la bomba.

Cantidad de energía = Total Producido por los paneles – Total Consumido por la Bomba

- Cantidad de energía por día = 189.72 Kwh – 84.64 Kwh = 105.08 Kwh
- Cantidad de energía por año = 69,247.80 Kwh – 30,893.27 Kwh = 38,354.53 Kwh

Los resultados se presentan para un solo equipo de bombeo fotovoltaico. Para el sistema completo de 3 equipos de bombeo se tendrá lo siguiente:

- Cantidad de energía por día = 105.08 Kwh * (3) = 315.24 Kwh
- Cantidad de energía por año = 38,354.53 Kwh * (3) = 115,063.59 Kwh

ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

RELACIÓN: COSTO DEL SISTEMA CON ENERGIA CONVENCIONAL

La bomba tiene un consumo de 84.64 Kwh por día, para un consumo de 2,539.2 Kwh al mes.

Según EDESUR, el costo por Kwh por mes de la bomba se detalla en la siguiente tabla:

Cantidad Kwh	Costo (RD\$)	Total (RD\$)
Primeros 200	RD\$ 4.44	RD\$ 888.00
100	RD\$ 6.97	RD\$ 697.00
100	RD\$ 10.86	RD\$ 1,086.00
100	RD\$ 14.75	RD\$ 1,475.00
100	RD\$ 18.64	RD\$ 1,864.00
100	RD\$ 22.53	RD\$ 2,253.00
$\Sigma = 700$		
Cada 100 a partir de aquí	RD\$ 11.10	
1500	RD\$ 11.10	RD\$ 16,650.00
339.2	RD\$ 11.10	RD\$ 3,765.12
		$\Sigma =$ RD\$ 28,678.12

De acuerdo a lo calculado, tendremos un consumo total al mes, incluyendo los 3 equipos de bombeo, de RD\$ 86,034.36. Para un total anual de RD\$ 1,032,412.32.

RELACIÓN: INGRESOS POR ENERGÍA DE PANELES

Según lo calculado anteriormente la energía total inyectada al sistema es de 38,354.53 Kwh por año con relación al consumo del equipo de bombeo.

Dicha energía se pagará al final de cada año, a la fecha de 31 de diciembre, de acuerdo al programa de "Medición Neta", cada Kwh acumulado hasta ése momento a un costo de RD\$ 4.75, para un total de RD\$ 182,184.02 por año por equipo.

El sistema completo generaría en su totalidad RD\$ 546,552.05 en ingresos anuales.

RELACIÓN: ENERGÍA CONVENCIONAL – ENERGÍA RENOVABLE

En cuanto a la energía convencional, ya calculada anteriormente, se determinó que el costo del consumo energético del sistema de bombeo ronda los RD\$ 1,032,412.32, sin recibir ingresos de ningún tipo en el ámbito energético.

En cuanto a la energía renovable, se tendrá un ahorro total al año, considerando la condición del ahorro del pago anual del consumo energético del sistema de bombeo, más los ingresos anuales producidos por la energía almacenada de los paneles, es decir, el pago obtenido del programa de ‘Medición Neta’, los cuales se presentan a continuación:

$$\begin{aligned}\text{Ahorro Total} &= \text{Total consumido por la bomba} + \text{Total Producido por los Paneles} \\ &= \text{RD\$ } 1,032,412.32 + \text{RD\$ } 546,552.05 \\ &= \text{RD\$ } 1,578,964.37\end{aligned}$$

Se tendrá un ahorro total anual de RD\$ 1,578,964.37.

ANEXOS

MATERIALES USADOS

Todos los materiales descritos a continuación (aspersores, difusores, válvulas y programador) fueron seleccionados del Catálogo HUNTER.

ASPERSORES

Se utilizaron aspersores PGP. Estos aspersores poseen una gran variedad de toberas, pero las que usamos fueron la #1, #4 y #8 roja, según el catálogo Hunter.

Los aspersores PGP poseen las siguientes características:

- Modelo: 10 cm.
- Configuración del sector: de 40 a 360 grados.
- Poseen una cubierta de goma instalada de fábrica.
- Ajuste del sector por la parte superior.
- Mecanismo de verificación rápida del sector.
- Poseen un engranaje lubricado por agua.
- Tiene un total de 27 tipos de toberas.
- Poseen un periodo de garantía de 2 años.

Las especificaciones de funcionamiento de éste aspersor son:

- Poseen un radio de 6.4 a 15.8 metros.
- Trabajan un caudal de 1.70 a 53.70 l/min.

- Intervalo de presión recomendado de 1.70 a 4.50 bar.
- Intervalo de presión de funcionamiento de 1.40 a 7.00 bar.
- Poseen unas pluviometrías de 100 mm/hr aproximadamente.



DIFUSORES

Se utilizaron difusores PRO-SPRAY. Poseen una gran variedad de toberas ajustables, pero las que usamos fueron de las 10A a 180°.

Los difusores PRO-SPRAY poseen las siguientes características:

- Pueden tener aplicación tanto residencial como comercial.
- Modelos: aéreo, 5 cm, 7.5 cm, 10 cm, 15 cm y 30 cm.
- Es compatible con todas las toberas roscadas hembra.
- Versión sin entrada lateral (NSI) disponible en 15 y 30 cm.
- Poseen un período de garantía de 5 años.
- Poseen una junta de limpieza co-moldeada.
- No presentan fugas por la tapa a altas presiones.
- Tienen un muelle resistente.

Las especificaciones de funcionamiento de éste aspersor son:

- Presentan un intervalo de presión recomendado entre 0.10 a 0.70 bar.
- Opciones instaladas de fábrica:
 - Válvula anti-drenaje, de hasta 3 m de desnivel.
 - Tapa identificadora de agua reciclada.
- Opciones instaladas por el usuario:

- Válvula anti-drenaje de hasta 3 m de desnivel.
- Tapa identificadora de agua reciclada.
- Cubierta acoplable de agua reciclada.

La tobera utilizada 10ª a 180º trabaja un radio de 3.5 m, a una presión de 2.5 bar, con un caudal de 4.16 l/min y una pluviometría de 41 mm/hr.



PROS-00
 Altura total: 4 cm
 Conexión: ½"



PROS-02
 Altura total: 10 cm
 Altura de emergencia: 5 cm
 Diámetro expuesto: 5,7 cm
 Conexión: ½"



PROS-03
 Altura total: 12,5 cm
 Altura de emergencia: 8 cm
 Diámetro expuesto: 5,7 cm
 Conexión: ½"



PROS-04
 Altura total: 15,5 cm
 Altura de emergencia: 10 cm
 Diámetro expuesto: 5,7 cm
 Conexión: ½"

ELECTROVÁLVULAS

En éste sistema se utilizaron un total de 25 válvulas de 130 GPM.

Las válvulas PGV de Tapa Roscada presentan las siguientes características:

- Conexión de 1'' (25 mm).
- La purga manual interna y externa permite una activación rápida y sencilla a “nivel de la válvula”.
- Diseño de junta de diafragma con doble reborde para un rendimiento superior sin pérdidas.
- Los solenoide latch CC CC admiten los programadores Hunter con pilas.
- La posibilidad de caudal bajo permite utilizar los productos de micro riego de Hunter.
- Solenoide encapsulado de 24 V CA con émbolo cautivo para un mantenimiento sin problemas.
- Temperaturas de 66 °C.
- Periodo de garantía de 2 años.
- Regulador de caudal.
- Compatible con Accu-Sync.

Especificaciones de funcionamiento:

- Caudal de 0.70 – 570 l/min.
- Intervalo de presión recomendado de 1.5 – 10 bar.

Especificaciones del Solenoide:

- 24 VAC solenoid

- ✓ 350 mA de arranque, 190 mA en mantenimiento, 60 Hz.

- ✓ 370 mA de arranque, 210 mA en mantenimiento, 50 Hz.



PROGRAMADOR DE RIEGO

Éste programador presenta las siguientes características:

- Tiene un número de estaciones de 6, 9, 12, 15.
- Es un sistema fijo.
- Tiene un armario interior y exterior.
- Tiene 3 programas independientes.
- Tiene 4 horas de inicio por programas.
- Tiene un máximo de tiempos de riego de las estaciones de 6 horas.
- Presenta un período de garantía de 2 años.
- Los programadores específicos de iluminación opcionales proporcionan un control independiente del riego y la iluminación (requiere la actualización de la carátula Pro-C/FX).
- Tiene un retraso por lluvia programable.
- Presentan una protección automática frente a cortocircuitos.
- Programabilidad del sensor
- Calculadora de tiempos de riego.

Especificaciones eléctricas:

- Entrada del transformador de 120 o 230 V CA (modelo internacional).
- Salida del transformador (24 V CA): 1 A.
- Salida de la estación (24 V CA): 0.56 A.
- Salida de bomba / válvula maestra (24 V CA): 0.28 A.
- Entradas de sensor: 1.
- Temperatura de funcionamiento de 18 60 °C.



De interior en plástico

Altura: 21,1 cm

Anchura: 24,4 cm

Profundidad: 9,5 cm



De exterior en plástico

Altura: 22,6 cm

Anchura: 25,1 cm

Profundidad: 10,9 cm

TUBERÍA DE POLIETILENO

En base a los cálculos realizados, se determinó que el diámetro de tubería de polietileno requerido en éste sistema es de 32 mm, el cual es un diámetro considerable para sistemas de riego.

El diámetro de la tubería a emplearse en el sistema se obtiene en función del caudal y bajo los siguientes parámetros:

- Para mínimas pérdidas; mayor diámetro de tubería.
- Para mínimos costos; menor diámetro de tubería.
- Ésta tubería posee las siguientes características:
- Tiene resistencia a la corrosión y una vida de servicio larga. El polietileno de alta densidad (PE) tiene estabilidad química excelente para las buenas propiedades mecánicas, resistencia a la corrosión, de alta resistencia, se puede utilizar por más de 50 años en condiciones normales del uso.
- No ocasiona daños a la salud y protege el medio ambiente. Ningún escalamiento, ninguna cría de bacterias, solucionando la contaminación secundaria del agua potable.
- Tiene buena flexibilidad.
- Es de peso ligero, fácil transporte, fácil instalación.
- Resistencia del flujo. Es de pared lisa, fricción baja, pérdida de la resistencia fluida y de una presión más baja y tubería del agua en el consumo de energía, significativo en ventajas económicas.

- Conexiones aflautadas convenientes y confiables. La conexión de tubo de polietileno es de alta densidad.



PRESUPUESTO



SERVICIOS FERRO-AGRO, S.R.L.

EQUIPO DE RIEGO - EQUIPOS AGRICOLAS

RNC: 1-01-15887-5

21 de Junio del 2016

Señores,
Maverick Alexander Castillo

Centro Olimpico

Tel:829-708-9050

email: maverick-alexander@hotmail.com

Asunto: Cotizacion de Equipos Solar Para Bomba Sumergible de 12 hp a 440v.

COTIZACION

cant	DESCRIPCION	PRECIO
51	Placas Solares Fotovoltaicos Monocristalina de 310 wp	
	Soporte Para Placas en Acero Con Su tornillo	
	Cuadro Electrico Solar Varipower (SVPC)	
	con Variador de Frecuencia, Dispositivo de	
	Control, Sistema de Proteccion	
	Cables Electricos Unipolar Para Interconexion	
	de Placas y Acometida al Cuadro Electrico	
	Electrobomba sumergible caprari modelo E6S54	
	de 12 hp trifasica 440v para suministrar 130gpm	
	con 220 pies de TDH.	
	19 Tubos Hg en succion de 10 pies para bomba.	
	Accesorio Proteccion	
3	Braker de 60 Amp	
	Protector Contra Rayos, Estándar	
1	Materiales Electricos Estimado Para Instalar	
1	Mano de Obra Instalacion, Dieta y Viaje Obrero	
	Total Neto RD\$	RD\$1,692,623.00
	220 Pies de cable electrico # 8/3 AWG	RD\$ 29,339.52
	Total General	RD\$ 1,721,962.52



PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE RIEGO EN COJP						
PRESUPUESTO COJP (A = 131,795.40 MT2)						
NO.	PARTIDA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	SUB-TOTAL	TOTAL
1	ZONA 1					RD\$ 3.291.870,12
1,001	EXCAVACION A MANO	193	M3	RD\$ 300,00	RD\$ 57.900,60	
1,002	VÁLVULA AUTOMÁTICA HUNTER 3"	9	UD	RD\$ 9.204,00	RD\$ 82.836,00	
1,003	CONTROLADOR HUNTER 9 VÁLVULAS	1	UD	RD\$ 8.850,00	RD\$ 8.850,00	
1,004	SENSOR DE LLUVIA HUNTER	1	UD	RD\$ 5.000,00	RD\$ 5.000,00	
1,005	CAJA DE REGISTRO	9	UD	RD\$ 5.400,00	RD\$ 48.600,00	
1,006	TAPONES DE 32MM	57	UD	RD\$ 50,00	RD\$ 2.850,00	
1,007	CONECTORES 32MM/1"	57	UD	RD\$ 60,00	RD\$ 3.420,00	
1,008	NIPLE 1"	512	UD	RD\$ 25,00	RD\$ 12.800,00	
1,009	CLAN 90MM/1"	57	UD	RD\$ 225,00	RD\$ 12.825,00	
1,010	CLAN 32MM/1"	512	UD	RD\$ 75,00	RD\$ 38.400,00	
1,011	TUBERIA DE PE	6325	ML	RD\$ 25,00	RD\$ 158.125,00	
1,012	ASPERSOR HUNTER PGP.8	177	UD	RD\$ 950,00	RD\$ 168.150,00	
1,013	ASPERSOR HUNTER PGP.4	46	UD	RD\$ 914,00	RD\$ 42.044,00	
1,014	ASPERSOR HUNTER PGP.1	18	UD	RD\$ 890,00	RD\$ 16.020,00	
1,015	DIFUSOR HUNTER PROSPRAY.10A (180°)1	223	UD	RD\$ 434,00	RD\$ 96.782,00	
1,016	DIFUSOR HUNTER PROSPRAY.10A (180°)2	48	UD	RD\$ 434,00	RD\$ 20.832,00	
1,017	EQUIPO DE BOMBEO FOTOVOLTAICO A TODO COSTO	1	UD	RD\$ 1.721.962,52	RD\$ 1.721.962,52	
1,018	MANO DE OBRA DE INSTALACIÓN DE EQUIPO DE RIEGO	39724	M2	RD\$ 20,00	RD\$ 794.473,00	
2	ZONA 2					RD\$ 3.350.473,32
2,001	EXCAVACION A MANO	424	M3	RD\$ 300,00	RD\$ 127.202,40	
2,002	VÁLVULA AUTOMÁTICA HUNTER 3"	8	UD	RD\$ 9.204,00	RD\$ 73.632,00	
2,003	CONTROLADOR HUNTER 9 VÁLVULAS	1	UD	RD\$ 8.850,00	RD\$ 8.850,00	
2,004	SENSOR DE LLUVIA HUNTER	1	UD	RD\$ 5.000,00	RD\$ 5.000,00	
2,005	CAJA DE REGISTRO	8	UD	RD\$ 5.400,00	RD\$ 43.200,00	
2,006	TAPONES DE 32MM	33	UD	RD\$ 50,00	RD\$ 1.650,00	
2,007	CONECTORES 32MM/1"	33	UD	RD\$ 60,00	RD\$ 1.980,00	
2,008	NIPLE 1"	296	UD	RD\$ 25,00	RD\$ 7.400,00	
2,009	CLAN 90MM/1"	33	UD	RD\$ 225,00	RD\$ 7.425,00	
2,010	CLAN 32MM/1"	296	UD	RD\$ 75,00	RD\$ 22.200,00	
2,011	TUBERIA DE PE	4320	ML	RD\$ 25,00	RD\$ 108.000,00	
2,012	ASPERSOR HUNTER PGP.8	164	UD	RD\$ 950,00	RD\$ 155.800,00	
2,013	ASPERSOR HUNTER PGP.4	76	UD	RD\$ 914,00	RD\$ 69.464,00	
2,014	ASPERSOR HUNTER PGP.1	32	UD	RD\$ 890,00	RD\$ 28.480,00	
2,015	DIFUSOR HUNTER PROSPRAY.10A (180°)2	24	UD	RD\$ 434,00	RD\$ 10.416,00	
2,016	EQUIPO DE BOMBEO FOTOVOLTAICO A TODO COSTO	1	UD	RD\$ 1.721.962,52	RD\$ 1.721.962,52	
2,017	MANO DE OBRA DE INSTALACIÓN DE EQUIPO DE RIEGO	47890,57	M2	RD\$ 20,00	RD\$ 957.811,40	
3	ZONA 3					RD\$ 3.450.563,32
3,001	EXCAVACION A MANO	184	M3	RD\$ 300,00	RD\$ 55.090,20	
3,002	VÁLVULA AUTOMÁTICA HUNTER 3"	8	UD	RD\$ 9.204,00	RD\$ 73.632,00	
3,003	CONTROLADOR HUNTER 9 VÁLVULAS	1	UD	RD\$ 8.850,00	RD\$ 8.850,00	
3,004	SENSOR DE LLUVIA HUNTER	1	UD	RD\$ 5.000,00	RD\$ 5.000,00	
3,005	CAJA DE REGISTRO	8	UD	RD\$ 5.400,00	RD\$ 43.200,00	
3,006	TAPONES DE 32MM	59	UD	RD\$ 50,00	RD\$ 2.950,00	

3,007	CONECTORES 32MM/1"	59	UD	RD\$ 60,00	RD\$ 3.540,00
3,008	NIPLE 1"	529	UD	RD\$ 25,00	RD\$ 13.225,00
3,009	CLAN 90MM/1"	59	UD	RD\$ 225,00	RD\$ 13.275,00
3,010	CLAN 32MM/1"	529	UD	RD\$ 75,00	RD\$ 39.675,00
3,011	TUBERIA DE PE	7130	ML	RD\$ 25,00	RD\$ 178.250,00
3,012	ASPERSOR HUNTER PGP.8	134	UD	RD\$ 950,00	RD\$ 127.300,00
3,013	ASPERSOR HUNTER PGP.4	119	UD	RD\$ 914,00	RD\$ 108.766,00
3,014	ASPERSOR HUNTER PGP.1	115	UD	RD\$ 890,00	RD\$ 102.350,00
3,015	DIFUSOR HUNTER PROSPRAY.10A (180°)	46	UD	RD\$ 434,00	RD\$ 19.964,00
3,016	DIFUSOR HUNTER PROSPRAY.10A (180°)2	115	UD	RD\$ 434,00	RD\$ 49.910,00
3,017	EQUIPO DE BOMBEO FOTOVOLTAICO A TODO COSTO	1	UD	RD\$ 1.721.962,52	RD\$ 1.721.962,52
3,018	MANO DE OBRA DE INSTALACIÓN DE EQUIPO DE RIEGO	44181,18	M2	RD\$ 20,00	RD\$ 883.623,60
SUBTOTAL				RD\$ 10.092.906,76	
GASTOS GENERALES E INDIRECTOS					
	Dirección Técnica	10,00%		RD\$ 1.009.290,68	
	Transporte	3,00%		RD\$ 302.787,20	
	Gastos Administrativos	3,00%		RD\$ 302.787,20	
	Seguro y Fianza	4,50%		RD\$ 454.180,80	
	Imprevisto	5,00%		RD\$ 504.645,34	
	ITBIS sobre la Dirección Técnica	16,00%		RD\$ 161.486,51	
					RD\$ 2.735.177,73
TOTAL GENERAL				RD\$ 12.828.084,49	

DATOS SUMINISTRADOS



Corporación del Acueducto y Alcantarillado de Santo Domingo
— CAASD —

Euclides Morillo No. 65 • TELEFONO: 562-3500 • CABLE: CAASD • Apartado 1346 • SANTO DOMINGO, REPUBLICA DOMINICANA

14 de julio de 2016

Cortésmente, remitimos los datos solicitados referentes a los acuíferos del subsuelo en la zona del Centro Olímpico Juan Pablo Duarte que tenemos registrados en nuestro Banco de Datos Hidrogeológico, y, con respecto a la sección del mapa hidrogeológico de la zona, lamentamos no poder atender su solicitud, en virtud de la carencia del mismo en nuestra Planoteca.

Centro Olímpico	Profundidad Total Del Pozo (pies)	Nivel Estático (pies)	Caudal (GPM)	Capacidad Especifica (GPM/pie)
COJPD	228	147	150	20.5

Siempre a su disposición.


Ing. Nadim Rivas
Sub-Director de Hidrología



PLANOS
