



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO HENRIQUEZ UREÑA
VICERRECTORÍA DE POSTGRADO
Escuela de graduados

“Propuesta de Guía de la planificación y control para la instalación de sistemas de riego por goteo en proyectos agrícolas para la provincia Independencia usando metodología PMBOK.”

SUSTENTANTES:

César Elías Mercedes Frías
César Mauricio Torres Arias

Para optar por el grado de Magister en:

**GERENCIA DE PROYECTOS; MENCIÓN EN
PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE PROYECTOS**

Asesor:

Metodológico y de Contenido:

Dr. Ángel Puentes

Santo Domingo, DN. República Dominicana,
Noviembre, 2017

Tabla de Contenido

Tabla de Contenido.....	ii
Índice de tablas	iv
Índice de figuras	v
Índice de anexos	vi
Dedicatorias	vii
Dedicatorias	viii
Agradecimientos.....	iii
Agradecimientos.....	x
Resumen.....	xi
Capítulo 1. Presentación del problema	6
1.1 Introducción.....	6
1.2 Planteamiento del problema.	7
1.2.1 Delimitación de la investigación.....	7
1.3 Objetivos de la Investigación	8
1.3.1 Objetivos Generales	8
1.3.2 Objetivos Específicos.....	8
Capítulo 2. Fundamentos teóricos	9
2.1 Generalidades	9
2.2 Generalidades de Sistemas de Riego.....	12
2.2.1 Necesidades hídricas de los cultivos.....	12
2.2.2 Sistemas de riego por aspersión vs riego por goteo.....	19
2.2.3 Componentes del sistema de riego por goteo	29
2.3 Modelos de planificación y control de proyectos.....	33
2.4 Importancia de la gestión de proyectos	36
2.4.1 Iniciación	38
2.3.2 Planificación	39
2.3.3 Ejecución	41

2.3.4 Control.....	42
2.3.5 Cierre.....	44
2.5 Optimización de proyectos.....	45
2.5.1 Tipos de redes, diagramas y aplicaciones.....	45
2.6 Marco legal.....	54
Capítulo 3. Descripción de la provincia Independencia.....	56
3.1 Generalidades.....	56
3.2 Sistemas de Riego por goteo en la provincia.....	58
Capítulo 4. Marco metodológico.....	60
4.1 Diseño metodológico.....	60
4.1.1 Tipo de estudio y método.....	60
4.1.2 Localización: delimitación en tiempo y espacio.....	61
4.1.3 Universo y muestra.....	61
4.1.4 Técnicas de investigación.....	62
4.1.5 Instrumentos de la investigación.....	62
4.1.6 Procedimientos de recolección de datos.....	63
Capítulo 5. Resultados.....	64
5.1 Presentación de los resultados.....	64
Discusión.....	65
Conclusiones.....	68
Recomendaciones.....	70
Bibliografía.....	72
Anexos.....	77

Índice de tablas

Tabla 1. Actividades grupo de procesos de inicio.....	39
Tabla 2. Grupo de proceso vs Área de Conocimiento (Planificación).....	41
Tabla 3. Área de conocimiento vs Grupo de procesos ejecución.....	42
Tabla 4. Área de conocimiento vs Grupo de procesos Seguimiento y Control.....	44
Tabla 5. Términos más usados en CPM.....	49

Índice de figuras

Figura 1 Ejemplo de estación agroclimática.....	16
Figura 2 Ejemplo sistema estacionario.....	21
Figura 3. Muestra pivote estacionario	22
Figura 4 Aspersor de impacto.....	22
Figura 5 Aspersor rotativo turbina.....	23
Figura 6. Aspersor plato rotativo.....	23
Figura 7 Ejemplo de goteros.....	27
Figura 8 Ejemplo micro aspersores	28
Figura 9 Ejemplo riego a chorros y riego superficial	28
Figura 10. Vista general de un sistema de riego por goteo.....	29
Figura 11. Componentes de sistema de riego por goteo.....	32
Figura 12. Interacciones entre Procesos de la Dirección de Proyectos.	37
Figura 13. Interacciones entre Procesos en línea de tiempo.....	37
Figura 14. Interacciones Límites del Proyecto.	38
Figura 15. Diagrama de Gantt	46
Figura 16. Grafica de aplicación PERT.....	48
Figura 17. Grafica método CPM	49
Figura 18. Descripción método Crashing.....	51

Índice de anexos

Anexo A. Conversión de sistema de riego de pivote central a riego por goteo para 3000 Ta. ..	78
Anexo B. PT PATCA I.....	83
Anexo C. PT PATCA II.....	84
Anexo D. Manual de usuario PATCA II.....	101
Anexo E. Entrevistas	102
Anexo F. Fotografías	107
Anexo G Formulario de las encuestas	115
Anexo H Gráficos con resultado de encuestas.....	117
Anexo I Propuesta de Guía para la elaboración de manual de la planificación y control para la instalación de sistemas de riego por goteo en proyectos agrícolas para la provincia independencia.....	121
Anexo J Guía para la planificación y control para la instalación de sistemas de riego por goteo en proyectos agrícolas para la provincia Independencia usando metodología PMBOK.....	127

Dedicatorias

A la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña (UNPHU): por toda la facilidad que nos otorgaron para poder hacer esto posible.

A mi núcleo familiar, Yoany Arias, Freddy Torres, Freddy hijo y Marlene por sus buenos consejos y apoyo incondicional.

A mi esposa, Lic. Mariela Severino; mis hijos, aun no los tengo pero en algún momento llegarán, por ser soporte fundamental del proyecto de vida.

A mi compañero de tesis, César Elías, tocayo un honor compartir esto con usted,
¡Gracias!

Ing. César Mauricio Torres Arias

Dedicatorias

A la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña (UNPHU): por toda la facilidad que nos otorgaron para poder hacer esto posible.

A mi esposa, Sra. Doriscely Cabrera, por su apoyo y dedicación en cada etapa vivida y en cada logro alcanzado.

A mi hijo, César Alexander, porque lo importante no es llegar sino disfrutar del viaje, somos ejemplo de nuestros hijos y me siento orgulloso de ti porque sé que ya puedes leer y veras que te dedico estas palabras.

A mi compañero de tesis, César Mauricio, siempre unidos desde el primer día y nos queda una vida para cosechar logros, gracias hermano.

Ing. César Elías Mercedes Frías

Agradecimientos

A Dios: por estar conmigo en cada momento y darme las fuerzas para encarar todas las adversidades que se presentaron durante este trayecto.

A la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña (UNPHU): porque fueron los tutores de esta maestría y los responsables del logro de esta meta.

A mis padres, Yoany Arias y Freddy Torres, soy lo que soy por ustedes, ya que todos mis valores, principios y virtudes se los debo a ustedes, y esa llamada de aliento y motivación nunca faltó para este proyecto.

A mi esposa, Mariela Severino, porque haces que nuestro proyecto de vida funcione y eres el motor que empuja cada vez que me siento sin fuerzas para seguir.

A mis hijos, en cada paso que doy siempre es pensando en ustedes, que aunque no han llegado, pretendo dejarles un legado de valores y trabajo honesto, son una motivación que siempre tengo presente.

A mis hermanos, Marlene y Freddy Rainier, porque siempre me apoyan hasta sin saber lo que haga, los quiero.

A mi compañero de tesis, César Elías, porque a pesar de las diferencias de horarios y los compromisos, siempre caminamos juntos este sendero de tropiezos y logros que hoy culmina.

Muchísimas gracias al **Dr. Ángel Puentes Puente,** por sus orientaciones, sugerencias y sus tan necesarios consejos.

A mis compañeros de Maestría, Geury Mota, Román Reyes, Jarico Hurtado, Mariam Romero, Jabnel Contreras, Ramón Montero, Andrea Taveras y no se puede quedar un hermano como José Ernesto Montero, porque todavía a estas alturas seguimos ayudándonos unos a otros.

Ing. César Mauricio Torres Arias

Agradecimientos

Primero las gracias a Dios todo poderoso por permitirme finalizar este proyecto y por las bendiciones que derrama todos los días en mí y en mi familia, especialmente a:

Mis padres José Mercedes y Dilenia Frías, los padres son parte fundamental en los logros de los hijos, gracias por estar ahí para apoyarme y por la educación brindada, gracias a mis hermanos y a toda mi familia por su apoyo.

A mi esposa la Sra. Doriscely de Cabrera de Mercedes, gracias por ser parte de mi vida, de mis penas y alegrías por estar hay en mis momentos más difíciles.

A mi hijo, César Alexander, porque lo importante no es llegar sino disfrutar del viaje, somos ejemplo de nuestros hijos y me siento orgulloso de ti porque sé que ya puedes leer y veras que te dedico estas palabras.

A mi compañero de tesis César Torres, por acompañarme en este proceso y por depositar la confianza en mí en este largo proceso.

Muchísimas gracias al **Dr. Ángel Puentes Puente**, por sus orientaciones, sugerencias y sus tan necesarios consejos.

Agradecimientos sinceros a todos aquellos que colaboraron de una forma u otra en la realización de este proyecto, al **Ing. Ramón Tavares** por el apoyo en este proceso a mis amigos y compañeros gracias a todos por estar presentes.

Resumen

El presente trabajo contiene una propuesta de Guía de la planificación y control para la instalación de sistemas de riego por goteo en proyectos agrícolas para la provincia Independencia usando metodología PMBOK.

La investigación nace a raíz de la preocupación de los autores, de que en la República Dominicana se ha tenido durante casi toda su vida republicana la incapacidad para desarrollar una planificación adecuada y sobre todo un correcto control en los proyectos gubernamentales, y luego de visitar la provincia Independencia y ver el estado de algunos de los proyectos con menos de un año de inaugurados.

Particularmente se eligió esta provincia por la experiencia de los autores en la zona y por conveniencia con los proyectos desarrollados y el conocimiento previo de los mismos desde su etapa inicial.

Se realiza una descripción detallada de los sistemas de riego y de los modelos de planificación, se utilizó información oficial del PMI, también se revisó el modelo de planificación sugerido para proyectos de inversión del Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo de la República Dominicana.

Se plantearon tres (3) objetivos específicos, identificar los problemas existentes en la planificación de sistemas de riego por goteo, identificar el estado de los proyectos de sistemas de riego por goteo realizados en los últimos cinco (5) años en la provincia Independencia y desarrollar una guía para la planificación y control aplicados a los sistemas de riego por goteo.

En otro orden, a partir de los datos y la información encontrada con las entrevistas y encuestas realizadas se procedió a elaborar un modelo de guía.

Finalmente, y con fundamento en la investigación realizada, se desarrollaron conclusiones y recomendaciones para la utilización y mejora de la propuesta de guía.

Capítulo 1. Presentación del problema

1.1 Introducción

La República Dominicana adolece en la mayoría de sus instituciones, tanto públicas como privadas, de la ausencia de un lenguaje único en la planificación, seguimiento y control de proyectos, es por esto que en muchas ocasiones no se obtienen los beneficios esperados y los objetivos que se buscan alcanzar se convierten en odiseas, difíciles de lograr. En el caso específico de los proyectos de corte social, la Guía de preparación de proyectos de inversión del MEPYD sugiere el método del marco lógico.

No obstante, la gestión de proyectos tiene dentro de sus principales objetivos poder aplicar su metodología a cualquier tipo de actividad que se desarrolle en la vida, por lo que en el presente trabajo se ha tomado en consideración la *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos, mejor conocida como guía “PMBOK”*, con el fin de aplicarla a la planificación y control en la instalación de sistemas de riego por goteo en proyectos agrícolas para la provincia Independencia.

El objetivo de esta investigación es brindar una herramienta que facilite la comprensión de la metodología usada por el Project Management Institute (PMI) para ser aplicada de forma sencilla y digerible, contribuyendo a los directores de proyectos, los encargados de la planificación y a quienes deben controlar y dar seguimiento a los proyectos, para que puedan tomar mejores decisiones, que redunden en beneficios para sus trabajos.

La investigación se centró en realizar una guía con todos los componentes de planificación y control para proyectos de sistemas de riego por goteo, iniciando con los aspectos técnicos de los sistemas de riego, luego las metodologías de planificación utilizadas, tomando a la provincia Independencia como lugar de desarrollo por las condiciones naturales que presenta la misma para requerir sistemas de este tipo en el desarrollo agrícola. Esta propuesta se sustentó en investigación de campo, entrevista a responsables de áreas y personal involucrado en la planificación y ejecución de proyectos, buscando conocer los errores cometidos en el pasado, debido a la premura con la que se realizan estos proyectos, que generalmente responden a soluciones rápidas para las distintas comunidades, ante una queja o demanda de las mismas, y por ende no parten de una planificación que garantice la vida útil de los proyectos.

1.2 Planteamiento del problema.

En la República Dominicana se ha tenido durante casi toda su vida republicana la incapacidad para desarrollar una planificación adecuada y sobre todo un correcto control en los proyectos gubernamentales, esto ha provocado que muchas de las obras que se realizan en los diferentes ámbitos de la vida nacional sufran fallas, e incluso no funcionen. El sector agrícola no es la excepción, ya que debido a la premura con la que se realizan estas obras se suelen ejecutar sin tener una herramienta confiable y eficiente que pueda dar una idea clara, de que la inversión de recursos económicos se hace siguiendo al menos una línea base.

En líneas generales ejemplos sobran, en la provincia Independencia se tiene una pequeña muestra, el proyecto Espartillar y el Nuevo Boca de Cachón, son algunos de los que han fallado técnicamente debido a principalmente problemas con la planificación y la correcta elección de la fuente de agua; también al carente seguimiento y control de estos, ya que casi siempre queda en manos de los beneficiarios y que suelen desconocer cómo mantenerlos funcionando de forma adecuada.

1.2.1 Delimitación de la investigación

Con la elaboración de este proyecto se busca la creación de un documento que sirva de guía para proyectos agrícolas, una herramienta para los planeadores de proyectos del gobierno dominicano, en busca de lograr mayores y mejores resultados en beneficio del país. No se tocaran aspectos relacionados a la planificación del estado a otros niveles, solo en el plano de la instalación de sistemas de riego para proyectos agrícolas. Se desarrolló entre 2015 y 2017.

La propuesta consiste en una guía de planificación y control para poder ejecutar, con herramientas administrativas y técnicas, un proyecto o iniciativa agrícola de manera adecuada.

La intención de este proyecto no es significar que no existan planes adecuados, tampoco que exista una mala gestión, se busca brindar un aporte para el sector, que pueda ser fácilmente dilucidado y entendido por los usuarios.

1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1 Objetivos Generales

Elaborar una propuesta que sirva de guía para las dependencias y entidades del sector agrícola en la planificación y control de proyectos que cuenten con sistemas de riego por goteo.

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Identificar los problemas existentes en la planificación de sistemas de riego por goteo.
2. Identificar el estado de los proyectos de sistemas de riego por goteo realizados en los últimos cinco (5) años en la provincia Independencia.
3. Desarrollar una guía para la planificación y control aplicados a los sistemas de riego por goteo.

Capítulo 2. Fundamentos teóricos

2.1 Generalidades

Sistemas de riego

La palabra Riego proviene del latín “*Irrigatio*” que significa Regar. Es decir, aplicar el agua a la tierra a través de métodos artificiales. (IDIS, 2017) Para llevar a cabo la actividad agrícola, en la historia de la humanidad ha sido necesario el uso de sistemas de control de almacenamiento del agua, al no llover de manera regular y de manera suficiente en todas las zonas.

Se ha indicado que los primeros registros del riego en agricultura se remontan al año 6000 a.C. en Egipto y en Mesopotamia (Irak e Irán en la actualidad) cuyos pobladores utilizaban los patrones de riada del Nilo o del Tigris y Éufrates, respectivamente. Las inundaciones que ocurrían de julio a diciembre, eran desviadas hacia los campos durante unos 40 ó 60 días. Luego se drenaba el agua hacia el río en el momento preciso del ciclo de cultivo (Traxco, 2010).

Recientemente, en 2014 la Agencia oficial Xinhua (EFE Futuro, 2014) descubrió un sistema de irrigación con unos 4.000 años de antigüedad, que lo convertiría en uno de los más antiguos de la historia, ubicado en la provincia central china de Sichuan.

En Europa, específicamente en la antigua Roma aparecen las tuberías de cemento y de roca molida, los famosos acueductos, como el Aqua Marcia se hacen notar y continúo el desarrollo.

Se han hecho investigaciones que destacan y establecen que en América, las culturas, Toltecas, Azteca, Maya, entre otras, también muestran evidencias del avance en el manejo de agua y específicamente en el riego, desarrollaron sistemas que al día de hoy se pueden observar las ruinas históricas de ellos, en zonas de México (Eurosur, 2015).

Para el caso de la República Dominicana según la Organización para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2000), “el desarrollo del riego comenzó a finales del siglo XIX con la construcción los canales de Juan Caballero, Luis Bogart y Santana, y el proyecto Manzanillo. En los años 20, debido principalmente a la inversión gubernamental, el desarrollo del riego aumentó considerablemente. La superficie bajo riego continuó aumentando en los años 40 y 50 desde 32.000 ha en 1941 hasta 132.000 en 1954. Durante los años 60, el desarrollo de sistemas hidráulicos puso su mirada en las presas de fines múltiples, volvió al desarrollo de redes de canales durante los siguientes 30 años y llegó a las 280.000 ha actuales equipadas con infraestructura de riego”.

De la gestión de proyectos

Según (Montero, 2012) la gestión de proyectos se ha practicado desde principios de la civilización. Hasta 1900 los proyectos de ingeniería civil fueron generalmente administrado por arquitectos e ingenieros creativos, entre ellos se destacan los de Vitruvio, (siglo I antes de Cristo), Christopher Wren (1632-1723), Thomas Telford (1757-1834) y Isambard Kingdom Brunel (1806-1859), no fue hasta la década de 1950, que las organizaciones empezaron a aplicar las herramientas de gestión sistémica y técnicas para proyectos complejos.

Autores como Figuerola, Beras y Lopez Valera consideran a Henry Gantt (1861-1919), como el padre de la planificación y el control, ya que la convirtió en una disciplina, utilizando técnicas de gestión de proyectos, desarrollados a partir de distintos campos de aplicación, incluyendo la construcción, la ingeniería y de defensa. Gantt es famoso y conocido por el uso de la gráfica de Gantt, como una herramienta de gestión de proyectos.

Rachman indicó que gracias a los aportes de Henri Fayol con la creación de las cinco funciones de gestión, que constituyen la base para el cuerpo de conocimientos relacionados con proyectos y gestión del programa (Rachman, 1997). Ambos, Gantt y Fayol eran conocidos como estudiantes de las teorías de Frederick Winslow Taylor de la gestión científica. Henry Gantt es el precursor de las herramientas modernas de gestión del proyecto, incluyendo la estructura de desglose de trabajo (EDT) y la asignación de recursos.

Para la mayoría de autores y así lo recoge la historia (Enciclopedia Financiera, 2016), la década de los 50, marcó el comienzo de la era moderna de gestión de proyectos, reconocida como una disciplina distinta derivada de la disciplina de gestión. Aunque, en los Estados Unidos, antes de la década de 1950, se gestionaron los proyectos sobre una base ad hoc, utilizando principalmente las cartas o gráficas de Gantt, como herramientas. Además se desarrollaron dos proyectos de modelos matemático-programación: el "Critical Path Method" (CPM), desarrollado en una empresa conjunta de DuPont Corporation y Remington Rand Corporation para la gestión de proyectos de mantenimiento de la planta, y el "Programa de Evaluación y Revisión Técnica" o PERT, desarrollado por Booz-Allen & Hamilton, como parte de la Armada de los Estados Unidos (en relación con la Corporación Lockheed), para el programa de misiles submarinos Polaris. Estas técnicas matemáticas se extendieron rápidamente en muchas empresas privadas.

La tecnología para la estimación y gestión de costos de proyecto, y economía de la ingeniería fue evolucionando, con el trabajo pionero de Hans Lang y otros. En 1956, la Asociación Americana de Ingenieros de Costo (AACE Chile, 2016), (AACE, ahora Internacional, Asociación para la Promoción de la Ingeniería de Costo) fue formado por

profesionales de principios de gestión de proyectos y las especialidades asociadas de la planificación y la programación, la estimación de costos, y el coste / Calendario de control (proyecto de control). AACE ha continuado su labor pionera y en 2006 lanzó el proceso de la primera integración de la cartera, programa y gestión de proyectos (Total Cost Management Framework).

En un artículo nombrado como historia del PMI y publicado por el capítulo mexicano del PMI (PMI, MÉXICO, 2017), se recoge que en 1969, el Project Management Institute (PMI) se formó para servir los intereses de la industria de gestión de proyectos. La premisa de PMI es que las herramientas y técnicas de gestión de proyectos son comunes, incluso entre la aplicación generalizada de los proyectos del software de la industria a la industria de la construcción. En 1981, el PMI a través de su Consejo de Administración autorizó el desarrollo de lo que se ha convertido en una guía a la Dirección de Proyectos del Conocimiento (PMBOK Guide), que contiene las normas y directrices de las prácticas que son ampliamente utilizados en la profesión.

Se recoge del sitio web de la Internacional Project Management Association (IPMA) (IPMA, 2017), entidad que fue fundada en Europa en 1967, y que ha experimentado un desarrollo similar y estableció la línea base de competencia del IPMA (ICB). El enfoque de la ICB también comienza con el conocimiento como una fundación, y añade consideraciones sobre la experiencia, las habilidades interpersonales y la competencia. Ambas organizaciones están participando en el desarrollo de un proyecto de gestión estándar de la Organización Internacional de Normalización (ISO).

2.2 Generalidades de Sistemas de Riego

2.2.1 Necesidades hídricas de los cultivos

Las necesidades hídricas de los cultivos, se corresponden con su evapotranspiración (ET) según (Allen, Pereira, Raes, & Smith, 1998) en un determinado ambiente y bajo un manejo concreto del mismo; dicha ET es la suma de dos procesos, fundamentalmente, la transpiración de la cubierta vegetal y la evaporación de agua desde el suelo que la soporta.

En la misma publicación señalan que la ET puede medirse directamente, con lisímetros, e indirectamente, con métodos micro meteorológico, pero puede estimarse mediante diferentes modelos, más o menos empíricos, a partir de registros periódicos de distintas variables climáticas. Mientras que las dos primeras posibilidades son más propias del campo de la investigación, la tercera alternativa es la más extendida en la práctica del riego.

La ET de los cultivos puede estimarse, en base a registros climáticos periódicos, mediante modelos específicos que existen, generalmente recurriendo al de Penman-Monteith (se describe más adelante), que utiliza parámetros propios de la cubierta vegetal, o tomando un camino de estimación que requiere concretar dos pasos; en primer lugar, calcular la demanda evaporativa impuesta por las condiciones climáticas (es decir, la evapotranspiración de referencia, ET_0) y, en segundo lugar, considerar las especificidades de los cultivos mediante un coeficiente de cultivo.

Estas definiciones siguen la metodología propuesta por Allen et al. (1998), para ello, se recurre a una cubierta vegetal de referencia, mediante la cual se obtiene la ET_0 , luego para el cultivo en cuestión, se supone que se maneja óptimamente para la consecución de sus rendimientos máximos. A través de estos dos pasos, se llega a la estimación de la ET máxima de un cultivo bien dotado de agua y sin restricciones en las demás prácticas culturales. Se puede emprender un tercer paso, aplicando a los dos anteriores un coeficiente de estrés, y poder, así, estimar la ET_{real} ó ET_{actual} .

2.2.1.1 Definición de la evapotranspiración de referencia (ET_0).

Monteith indicó que la evapotranspiración de referencia (ET_0) definido por las ecuaciones siguientes, parte de poder calcular una evapotranspiración (ET), que, multiplicada por un coeficiente de cultivo (K_c), pueda servir para estimar la evapotranspiración de los cultivos ($ET_c = ET_0 K_c$). (Monteith, 1965)

El método de Penman-Monteith fue seleccionado por la FAO (2006) en su manual de riego y drenaje para calcular la ET_0 por su capacidad para proporcionar resultados similares a los que se obtienen recurriendo a las mediciones directas e indirectas de la ET de cubiertas

cespitosas, por tener una base física sólida y por incorporar tanto parámetros fisiológicos como aerodinámicos. Para evitar las calibraciones locales, que obligan a estudios laboriosos y onerosos, se elige, como cultivo de referencia, una cubierta cespitosa con una altura y resistencia de superficie constantes.

Monteith (1967) hace la salvedad de que obviamente, la elección de los parámetros de cultivo constantes, como son la altura y la resistencia de superficie, podría no representar totalmente la realidad en todos los regímenes climáticos. Con todo, este método proporciona valores de ETo consistentes para todas las regiones y climas.

La ecuación de Penman-Monteith, siendo una representación simplificada y aproximada de los factores físicos y fisiológicos que regulan el proceso de evapotranspiración, permite tomar en consideración los efectos de las variables climáticas en la evapotranspiración del cultivo de referencia. Por otro lado, los coeficientes de cultivo recogen las respuestas específicas de los diferentes cultivos en sus distintas fases y etapas del ciclo agronómico. Las variaciones de r_s y r_a de cada cultivo se tienen en cuenta en el coeficiente de cultivo K_c .

La ETo según (Monteith, 1967) se define como la tasa de evapotranspiración de una cubierta vegetal de referencia en óptimas condiciones de crecimiento y bajo un suministro adecuado de agua; para lo cual, se asume una altura de 0,12 m, una resistencia de superficie constante de 70 sm^{-1} y un albedo de 0,23.

2.2.1.2 La ecuación FAO Penman-Monteith (FAO – PM) para el cálculo de la ETo (Allen, Pereira, Raes, & Smith, 1998)

El cultivo de referencia hipotético, definido anteriormente, puede ser representado totalmente a través de la aproximación de Penman-Monteith. Si se considera una altura constante para el cultivo de referencia de $h = 0,12 \text{ m}$, se obtienen (ecuaciones. 1.11 a 1.13)

Allen en 1989 estableció los siguientes parámetros estandarizados para un cultivo de referencia: (Allen R. J., 1989)

- La altura de desplazamiento del plano cero, $d = 0,08 \text{ m}$.
- La altura de rugosidad para la transferencia de cantidad de movimiento, $z_{om} = 0,015 \text{ m}$.
- La altura de rugosidad para las transferencias de calor y de vapor de agua, $z_{oh} = 0,0015 \text{ m}$.

Considerando una altura de referencia de 2,0 m ($z_m = z_h = 2,0$ m) para las mediciones de la velocidad del viento, temperatura y humedad relativa (“Relative Humidity”, HR), e introduciendo los parámetros fijados anteriormente en la ecuación (1.7), la resistencia aerodinámica se obtiene con la expresión siguiente:

$$r_a = 208 / u_2^2 \quad (1.7)$$

Dónde:

- r_a , es la resistencia aerodinámica (sm^{-1}); y
- u_2 , es la velocidad media del viento a 2,0 m (ms^{-1}).

Sin embargo, la velocidad del viento es medida frecuentemente a una altura z_m superior a 2,0 m. Considerando el perfil logarítmico del viento (ecuación 1.6), la velocidad del viento a 2,0 m (u_2) se puede obtener a partir de la velocidad del viento tomada a la altura z_m (u_z) mediante la expresión:

$$u_2 = u_z \frac{\ln\left(\frac{2-d}{z_{om}}\right)}{\ln\left(\frac{z_m-d}{z_{om}}\right)} \quad (1.18)$$

La ecuación (1.18), para valores estandarizados de $d = 0,08$ m y $z = 0,015$ m, se simplifica, quedando de la siguiente forma:

$$u_2 = u_z \frac{4,87}{\ln(67,8z_m - 5,42)} \quad (1.19)$$

Dónde: z_m , es la altura a la que se registra la velocidad del viento (m).

Si se introduce en la ecuación (1.2) los valores de r , dados por la ecuación (1.17), y de $r_1 = 70 \text{ sm}^{-1}$, se llega a la ecuación (1.20), que estima la E_{To} para períodos de 24 horas:

$$E_{To} = \frac{0,408\Delta(Rn - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_a - e_d)}{\Delta + \gamma(1 + 0,34u_2)} \quad (1.20) \quad (\text{Allen, Pereira, Raes, \& Smith, 1998})$$

Dónde:

- E_{To} , es la evapotranspiración de referencia (mmdía^{-1});
- Δ , es la pendiente de la curva de presión de vapor ($\text{kPa}^\circ\text{C}^{-1}$);
- R_n , es la radiación neta en la superficie del cultivo ($\text{MJm}^{-2}\text{día}^{-1}$);

- G , es la densidad del flujo de calor en el suelo ($\text{MJm}^{-2}\text{día}^{-1}$);
- γ , es la constante psicrométrica ($\text{kPa}^{\circ}\text{C}^{-1}$);
- T , es la temperatura media del aire medida a una altura de 2 m ($^{\circ}\text{C}$);
- u_2 , es la velocidad del viento promedio diario medida a una altura de 2 m (ms^{-1});
- e_a , es la presión de saturación promedio diario a 2 m de altura (kPa);
- e_d , es la presión real o actual de vapor de agua promedio diario existente en el aire a 2 m de altura (kPa); y
- $(e_a - e_d)$, es el déficit de presión de vapor promedio diario en el aire a 2 m de altura (kPa).
- Las constantes son: 0,408, valor de $1/\lambda$, con $\lambda = 2,45 \text{ MJkg}^{-1}$; 900, coeficiente para el cultivo de referencia (kJ-1kgK), que proviene de la conversión de segundos en días y de los valores de ρ , e_p y r_a (Allen et al., 1998b);
- 0,34, es un coeficiente del viento para el cultivo de referencia (kJ-1kgK) que proviene de la relación r_s/r_a (70/208).

Los pormenores sobre la obtención de la ecuación (1.20) son dados por Allen et al. (1998), y la ecuación y metodología para el cálculo horario de la ETo se encuentra en (Allen R. P., 1999).

Según (Pereira, 1999) para asegurar la bondad de los cálculos, los registros climáticos utilizados en la ecuación (1.20) deben tomarse sobre una superficie cespitosa extensa, que cubre totalmente el suelo y no se encuentra sometida a estrés hídrico, es decir, que no tenga restricciones de agua.

2.2.1.3 *El cálculo diario de la ETo por medio del método FAO-PM*

En el cálculo de la ETo por el método FAO-PM (2006) (FAO, 2006), se necesitan varios parámetros que caracterizan la temperatura y la humedad relativa del aire y las transferencias de vapor de agua entre la superficie de la cubierta y el aire. Tales parámetros se obtienen a partir de los registros tomados en estaciones agroclimáticas estandarizadas; normalmente, recurriendo a estaciones automatizadas donde se recogen datos de la temperatura y humedad relativa del aire, radiación solar o insolación real diaria, y velocidad del viento.

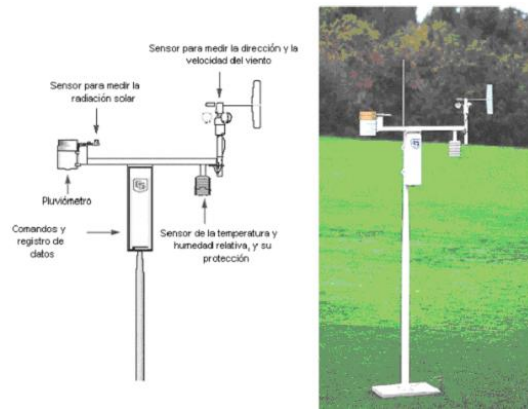


Figura 1 Ejemplo de estación agroclimática. Fuente: Manual evapotranspiración FAO

La pendiente de la curva de saturación del vapor de agua (Δ), que caracteriza la relación entre la temperatura del aire y la presión de vapor de saturación para una gama de temperaturas del aire registradas durante un determinado tiempo, se calcula mediante la ecuación (1.21) (FAO, 2006):

$$\Delta = \frac{2504 \exp\left(\frac{17,27T}{T + 237,3}\right)}{(T + 237,3)^2} \quad (1.21)$$

$$T = (T_{\max} + T_{\min})/2 \quad (1.22)$$

Dónde:

- Δ , es la pendiente de la curva de saturación del vapor (kPa°C-1);
- T_{\max} , es la temperatura máxima diaria (°C);
- T_{\min} , es la temperatura mínima diaria (°C); y
- T , es la temperatura media diaria del aire (°C), dada por la ecuación (1.22).

La constante psicométrica (γ), que relaciona la presión de vapor de saturación a la temperatura del termómetro de bulbo húmedo con la temperatura y presión de vapor actual del aire viene dada por la expresión (FAO, 2006):

$$\gamma = 0,00163 \frac{P}{\lambda} \quad (1.23)$$

Dónde:

- γ , es la constante psicométrica ($\text{kPa}^\circ\text{C}^{-1}$);
- 0,00163, es un factor de conversión ($\text{MJkg}^{-1}\text{C}^{-1}$);
- P, es la presión atmosférica (kPa) (ecuación 1.25); y
- λ , es el calor latente de vaporización (MJkg^{-1}) (ecuación. 1.24).

El calor latente de vaporización (λ) es la energía necesaria para evaporar una unidad de masa de agua. Su valor sufre apenas variaciones ligeras para las temperaturas por encima de 20°C , por lo que es usual tomar el valor de (FAO, 2006):

$$\lambda = 2,45 \text{ MJkg}^{-1} \quad (1.24)$$

La presión atmosférica (P) puede calcularse por medio de una ecuación simplificada, obtenida a partir de la ley de un gas perfecto (FAO, 2006):

$$P = 101,3 \left(\frac{293 - 0,0065z}{293} \right)^{5,28} \quad (1.25)$$

Dónde:

- P, es la presión atmosférica a la altura z (kPa);
- 101,3, es la presión atmosférica al nivel del mar ($z = 0$) (kPa);
- z, es la altitud sobre el nivel del mar (m);
- 293, es la temperatura de referencia (K) a la altura $z = 0$ y la temperatura de 20°C ; y
- 0,0065, es la tasa de decrecimiento de la temperatura del aire húmedo con la altitud sobre el nivel del mar (Km).

La presión de vapor de saturación (e_a), que es la presión de vapor del aire cuando, para una temperatura T, el aire se encuentra saturado por la humedad, se puede calcular mediante la relación siguiente (FAO, 2006):

$$e^{\circ}(T) = 0,611 \exp\left(\frac{17,27T}{T + 237,3}\right) \quad (1.26)$$

Dónde:

- $e^{\circ}(T)$, es la presión de saturación del vapor de agua a la temperatura T (kPa);
- 0,611, es un factor de conversión (kPa); y
- T, es la temperatura del aire (°C).

Para períodos de 24 horas, e_a se debe calcular recurriendo a la ecuación (1.27) (FAO, 2006):

$$e_a = \frac{e^{\circ}(T_{\max}) + e^{\circ}(T_{\min})}{2} \quad (1.27)$$

Dónde:

- e_a , es la presión de vapor de saturación (kPa);
- T max, es la temperatura máxima diaria (°C);
- Tmin, es la temperatura mínima diaria (°C).

Para evitar subestimaciones de e_a , se debe recurrir a la temperatura media diaria, puesto que la relación temperatura-presión de vapor de saturación no es lineal, en vez de a la ecuación (1.27) (FAO, 2006).

Dónde:

- P, es la presión atmosférica a la altura z (kPa);
- 101,3, es la presión atmosférica al nivel del mar ($z = 0$) (kPa);
- z, es la altitud sobre el nivel del mar (m);
- 293, es la temperatura de referencia (K) a la altura $z = 0$ y la temperatura de 20 °C; y
- 0,0065, es la tasa de decrecimiento de la temperatura del aire húmedo con la altitud sobre el nivel del mar (Km-1).

2.2.2 *Sistemas de riego por aspersión vs riego por goteo*

Se denomina riego al aporte de agua que se realiza a los cultivos por medio del suelo para satisfacer sus necesidades hídricas que no fueron cubiertos mediante la precipitación. Se utiliza en la agricultura y en jardinería. (Alarcón, 2000)

Alarcón también definió las infraestructuras de riego más comunes entre ellas:

- Por arroyamiento o surcos.
- Por inundación o sumersión, generalmente, en bancales o tabloneros aplanados entre dos caballones.
- Por aspersión: Se rocía el agua en gotas por la superficie de la tierra, asemejando el efecto de la lluvia.
- Por infiltración o canales.
- Por goteo o riego localizado: Se liberan 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.
- Por drenaje.

Se analizó que dadas las características de este proyecto de investigación se podría analizar las diferencias y similitudes en dos tipos de instalaciones, los sistemas de riego por aspersión y el objeto de estudio sistema de riego por goteo, esta comparación se hace a modo descriptivo con el interés de aportar las generalidades de ambos sistemas.

2.2.2.1 *Sistema de riego por aspersión*

Los sistemas de riego por aspersión más antiguos según (Santos, 2010) datan de los principios de siglo XX, donde fueron utilizados en el riego de los céspedes ornamentales. Después, la aspersión en la agricultura fue desarrollándose lentamente para el riego de frutales, viveros y hortalizas en cultivo intensivo.

En la década de los treinta, con el desarrollo de los aspersores de impacto y de las tuberías en acero ligero con uniones rápidas, el riego por aspersión comenzó a extenderse y ser utilizado en una gama amplia de cultivos por todo el Mundo. En los años cincuenta, surgieron nuevos aspersores, tuberías de aluminio y sistemas de bombeo más eficientes, lo que favoreció la reducción de costes y aceleró la extensión de este método de riego. Más recientemente, en la década del 1960, surgen los equipos pivote, con costos relativamente bajos, riegos de alta frecuencia, automatización del riego y grandes reducciones de mano de obra. La innovación en los aspersores y en los otros equipos ha sido continua y ha proporcionado la posibilidad de prestar buenos servicios desde que los sistemas están concebidos adecuadamente.

Datos de esta misma publicación (Santos, 2010) denotan que cerca del 10% de las áreas de riego en todo el Mundo son por aspersión, siendo este porcentaje más elevado en países desarrollados, con altos costes de mano de obra y bajos costos de energía. Las innovaciones que se introducen mejoran el funcionamiento del riego y favorecen la adaptación de la aspersión a todos los tipos de suelo, de topografía, de cultivos y de climas.

Una importante parte de los sistemas del riego por aspersión, actualmente utilizados, todavía, usan tuberías que se mueven manualmente. Sin embargo, la carencia de la mano de obra va haciendo la automatización cada vez más popular. En su forma más simple, la automatización consiste en el uso de las válvulas volumétricas que, como el nombre indica, controlan el volumen de agua deseado y cierran automáticamente después de su suministro. En un nivel más avanzado, estas válvulas se pueden programar para funcionar según una secuencia determinada. Más sofisticado, es el uso de unidades de control, que ordenan automáticamente la apertura y el cierre de las válvulas de acuerdo con el manejo del riego deseado.

Finalmente, la automatización permite que varias parcelas puedan regarse sin la intervención de la mano de obra uniendo las unidades de control de campo a una unidad principal comandada por una computadora y ordenando el riego a partir de la computadora o por teléfono móvil.

Existen muchas variantes tecnológicas de sistemas de riego por aspersión Santos señala que permiten su adaptación a una gran variedad de condiciones socio-económicas y de características de suelo y de cultivos. Sin embargo, todos los sistemas tienen común los siguientes componentes básicos:

- ✓ Bomba, accionada por un motor combustión o eléctrico, que tiene la función de elevar el agua a partir de su origen, una balsa, un pozo o un río, y alimenta el sistema de riego con la presión necesaria para el funcionamiento de los aspersores.
- ✓ Tuberías. La tubería principal conduce el agua desde la bomba a las tuberías secundarias, y de éstas a los ramales. En la mayoría de los casos, la tubería principal es fija, instalada sobre el suelo o, más generalmente, enterrada. En otros casos es desplazable, pudiendo ser trasladada de parcela a parcela. Las tuberías fijas puede ser de acero galvanizado, de fibrocemento o de plástico de alta densidad. Las tuberías móviles son de aluminio ligero o de plástico, para que sean fácilmente transportables de un lugar a otro.
- ✓ Los ramales, o laterales, que son las tuberías donde se montan los aspersores, pueden ser fijos (en este caso, van generalmente enterrados), desplazables o móviles.

- ✓ Aspersores, que son los dispositivos que aplican el agua sobre el suelo y los cultivos en forma de gotas pequeñas, imitando la lluvia, y que constituyen los elementos principales en el diseño de los sistemas de riego y en la calidad de su funcionamiento.

Los sistemas de riego por aspersión se pueden, genéricamente, dividir en sistemas estacionarios y móviles o autopropulsados. En los sistemas estacionarios (ilustración 9), los aspersores permanecen en una posición fija mientras dura la aplicación del agua. En las instalaciones móviles, con desplazamiento continuo, los aspersores funcionan mientras se mueven, de forma independiente o junto con las tuberías donde van montados, siguiendo una trayectoria lineal o circular. Dentro de los sistemas estacionarios, se incluyen los que se desplazan de una posición de riego a otra, ya sea a mano, tirados por tubería flexible o de forma mecanizada, como es el caso de las tuberías con ruedas, que se denominan sistemas de desplazamiento discontinuo.



Figura 2 Ejemplo de sistema estacionario. Fuente: (Archivo TRAGSA, 2017)

Los sistemas estacionarios incluyen también las instalaciones fijas, de cobertura total. Los principales sistemas móviles, con desplazamiento continuo, son los sistemas pivote (Figura 3), los laterales de avance frontal y los cañones tirados por una tubería con enrollador o tirados por cable.



Figura 3. Muestra pivote estacionario. Fuente: (Galindo, 2016)

Según información recogida en el curso en línea abierto Riego por Aspersión 2016 de la Universidad de Sevilla (Sevilla, 2016) Los aspersores pueden ser clasificados como:

- ✓ Aspersores rotativos de impacto (figura 4), los más utilizados, en los que el giro es producido por el impacto del chorro sobre una pala oscilante, disponiéndose de una amplia gama de presiones, caudales y alcances.



Figura 4 Aspersor de impacto. Fuente: (Senninger, 2017)

- ✓ Aspersores rotativos de turbina (Figura 5), disponibles en una amplia gama de características, donde la rotación se debe al accionamiento de una pequeña turbina instalada en el mismo aspersor. Su uso en la agricultura es escaso, al contrario de lo que pasa en el riego de jardines, campos de golf y otros espacios verdes.



Figura 5 Aspersor rotativo turbina. Fuente: (Habitissimo, 2017)

- ✓ Aspersores de plato rotativo (Figura 6) con boquilla de bajo arrastre de gotas por el viento (“LDN, Low Drift Nozzles”), que son, generalmente, de baja presión y pequeño alcance, y que constituyen la generación moderna de aspersores; han substituido los de turbina en usos agrícolas.



Figura 6. Aspersor plato rotativo. Fuente: (John Deere, 2017)

- **Adaptabilidad del riego por aspersión**

El riego por aspersión es apropiado para la mayoría de los cultivos así lo plantea Reynolds (1955) y se adapta a casi todos los suelos regables porque los aspersores tienen una gama amplia de características y de capacidades. Con los aspersores a los espaciamientos apropiados, en los sistemas estacionarios, el agua puede ser aplicada con cualquier pluviometría, desde un mínimo de 3 mmh-1, lo que permite el uso de la aspersión en los suelos de textura fina y con una baja tasa de infiltración. (Reynolds, 1995)

Los sistemas estacionarios se adecuan tanto a riegos frecuentes, diarios o casi diarios, en el caso de suelo con muy baja capacidad de retención y cultivos con raíces poco profundas, como a riegos con grandes dosis y baja frecuencia. Los sistemas de laterales móviles se adaptan particularmente a riegos de alta frecuencia, pero, cuando la infiltración y la permeabilidad del suelo son bajas, provoca escorrentía superficial.

La flexibilidad de los equipos del riego por aspersión como lo resaltan Keller & Bliesner (1990), incluso para el control de la aplicación del agua, hace que su aplicabilidad sea casi universal para la mayor parte de las condiciones topográficas y climáticas. Sin embargo, las altas temperaturas y las grandes velocidades del viento, asociadas a las bajas humedades del aire, originan pérdidas de agua por evaporación y arrastre y problemas de toxicidad cuando el agua de riego tiene concentraciones de sales disueltas relativamente altas. (Keller & Bliesner, 1990)

Cuando el diseño es el adecuado, el agua puede ser aplicada con buena uniformidad y con una pluviometría compatible con la tasa de infiltración del suelo, siendo posible controlar la escorrentía y evitar daños al suelo y a los cultivos. Los sistemas de laterales móviles pueden alcanzar uniformidades de distribución del agua más altas que los restantes sistemas, incluyendo los sistemas estacionarios permanentes; además, puede ajustarse su velocidad para aplicar pequeñas dosis de riego de forma que se puede controlar la escorrentía en la superficie del suelo.

Ventajas y desventajas del riego por aspersión

Las ventajas del riego por aspersión, según (Hart, W.; Collins, H.; Woodward, G.; Humpherys, A., 1980), respecto al riego de gravedad, pueden resumirse como sigue:

✓ Adaptabilidad:

1. A caudales pequeños, pero continuos, como es el caso de pequeños pozos y minas de agua.
2. A suelos de textura ligera, de elevada infiltración y baja capacidad de retención, difíciles tanto para el riego de la superficie como para riego por goteo.
3. A suelos con texturas o perfiles no uniformes y/o suelos poco profundos que no pueden ser nivelados.
4. A terrenos con topografía ondulada, o en ladera, pero que requieren un cuidadoso diseño y, frecuentemente, reguladores de presión para una adecuada uniformidad de los caudales aplicados.
5. A la aplicación de riegos pequeños y frecuentes, incluso para la germinación de cultivos que se podrían regar, posteriormente, por gravedad.

✓ Ahorro de mano de obra:

1. Los sistemas de aspersión fijos (de cobertura total) y los laterales móviles eliminan prácticamente las necesidades de la mano de obra, ya que pueden automatizarse totalmente.
2. Los sistemas de cañón móvil y algunos sistemas estacionarios pueden automatizarse también, y necesitan de poca mano de obra y son de fácil manejo.
3. Los sistemas de desplazamiento periódico requieren 1 ó 2 períodos diarios de trabajo, relativamente cortos, durante los cuales se procede al traslado de la tubería o de los aspersores, no teniendo exigencias de mano de obra especializada.

✓ Usos especiales, tales como para:

1. Humidificación del ambiente y refrigeración de las plantas en climas calientes y áridos, incluso en invernaderos.

2. Riego anti helada, evitando daños en las yemas y primeras hojas.
3. Riego de apoyo, o de complemento, cuando hay periodos secos durante la estación de lluvias, o para asegurar la germinación de los cultivos, en particular para siembras tempranas.
4. Lavado de sales en suelos salinos, que pueden ser más eficientes por aspersión que con riego de superficie cuando el terreno está asurcado o sistematizado en caballones.

La economía del agua, que tiene lugar cuando los sistemas están bien elegidos para los cultivos, suelos y parcelas a que van destinados, y están bien dimensionados y funcionan correctamente. En tales condiciones, es posible aplicar las dosis deseadas y evitar pérdidas por evaporación y arrastre por el viento, escorrentía y percolación profunda del agua de riego. Sin embargo, el ahorro del agua respecto a los riegos de gravedad bien diseñado y manejado, sólo es evidente en el caso de suelos con alta permeabilidad, donde la percolación puede ser muy fuerte.

El riego por aspersión, también, presenta desventajas y limitaciones, tales como estableció (Jensen, 1990):

1. Costes elevados, tanto de la inversión, más elevada que en riego de superficie en suelo llanos, como de explotación, destacando los costes de energía para el bombeo, que dependen de la presión requerida por los sistemas.
2. Limitaciones relativas a la distribución del agua a los regantes puesto que, cuando ésta es periódica, se necesitan depósitos en la finca o la adopción de sistemas fijos de cobertura total. En el caso de redes colectivas, son necesarias redes bajo presión, funcionando a la demanda, y donde serán mínimas las variaciones de caudal y presión.

2.2.2.2 Riego Localizado

Según la Facultad de Agronomía (USAC, 2013) denomina riego localizado, o microrriego, a un riego a presión en el que el agua es aplicada a la parte de la parcela cultivada en la que se desarrollan las raíces de la planta.

La aplicación del agua en riego localizado, a semejanza del riego por aspersión, exige una red de tuberías principales, secundarias y terciarias, y ramales porta emisores; normalmente, enterradas, a excepción de los ramales. Los dispositivos, a partir de los cuales se aplica el agua al suelo, y en la zona radicular, se denominan emisores, los cuales se colocan equidistantes en el lateral, o por grupos en el caso de algunos cultivos leñosos.

Los sistemas de riego localizado se agrupan en cuatro categorías según (USAC, 2013), a los que corresponden trazados y cálculos hidráulicos diferentes:

- Riego por goteo, donde el agua se aplica lentamente a la superficie del suelo a través de pequeños orificios emisores, llamados goteros (Figura 7), con caudales de 2 a 8 lh^{-1} .
- Micro aspersión, en el que el agua se pulveriza sobre la superficie del suelo, como en aspersión, pero produciendo áreas regadas pequeñas y localizadas, de 1 a 5 m de diámetro, siendo los emisores, en general, de caudales de 50 a 150 lh^{-1} , denominados micro aspersores (Figura 8), al tener algún elemento móvil.



Figura 7 Ejemplo de goteros. Fuente: (Ro-Drip, 2014)



Figura 8 Ejemplo micro aspersores. Fuente: (Ro-Drip, 2014)

- ✓ El riego a chorros, en el que pequeños chorros de agua se aplican a pequeñas balsillas a ras del suelo, adyacentes a cada árbol de una parcela de frutales, recurriendo a emisores especiales, designados difusores (“bubblers”), que impulsan el agua (ilustración 16) con caudales de 100 a 150 lh-1.
- ✓ Riego superficial, en el que el agua se aplica a través de emisores integrados en ramales colocados por debajo de la superficie del suelo, estando, normalmente, toda la red de tuberías enterradas (ilustración 16); como alternativa, el agua puede ser aplicada mediante tubos porosos, pero esta variante tecnológica tiende a ser sustituida por tubos de doble cámara con orificios.



Figura 9 Ejemplo riego a chorros y riego superficial. Fuente: (Ro-Drip, 2014)

Similitudes de ambos sistemas

La similitud entre el riego localizado y el de aspersión radica en que, en los dos sistemas de riego según Hart, W.; Collins, H.; Woodward, G.; Humpherys, A., (1980), el agua se aplica a presión por medio de una red de tuberías y emisores espaciados regularmente. No obstante, en riego localizado, en su variante por goteo, los espaciamientos, los caudales y las presiones de funcionamiento son muy inferiores, lo que conlleva a que, en general, la duración de la aplicación del agua y los intervalos entre riego son menores que en riego por aspersión.

Los sistemas de riego por goteo son, normalmente, sistemas de cobertura total. Las tuberías y los ramales permanecen en el terreno durante todo el período vegetativo de los cultivos, o de forma permanente en el caso de los cultivos leñosos y en algunos casos de riego superficial.

Cuando se riegan cultivos herbáceos u hortícolas, las tuberías terciarias y los ramales se colocan en el terreno al inicio de la estación y se recogen antes de que comience la recolección. Para ello, pueden utilizarse tambores enrolladores de las tuberías, inclusive accionados por un tractor. En el caso de riego superficial, la colocación de las tuberías es mecanizada.

2.2.3 Componentes del sistema de riego por goteo

Para arrojar luz Buxens, (1979) sobre los componentes con que debe contar la instalación de un sistema de riego por goteo sencillo, es importante describir sus partes, los sistemas son sencillos y fáciles de instalar.

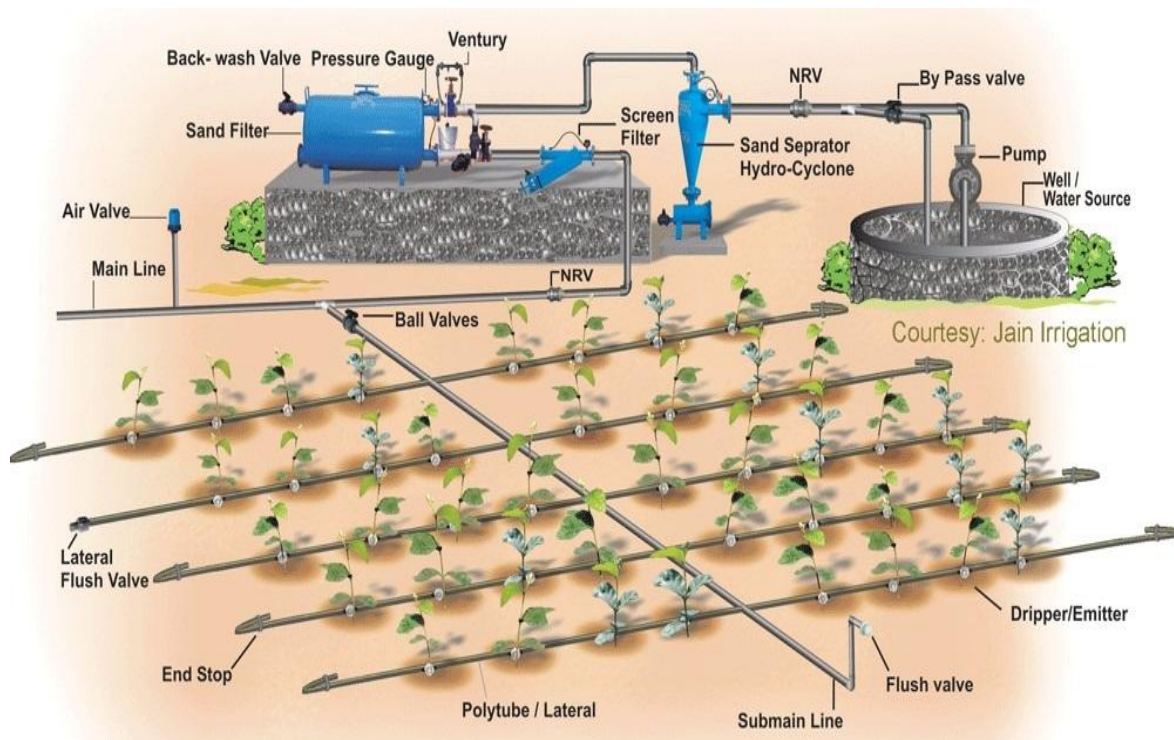


Figura 10. Vista general de un sistema de riego por goteo. Fuente: (Desconocido, 2017)

2.2.3.1 Componentes hidráulicos del sistema de riego por goteo

Bocatoma

La Facultad de Agronomía (USAC, 2013), describe que una bocatoma, o captación, es una estructura hidráulica destinada a derivar desde unos cursos de agua, río, arroyo, o canal; o desde un lago; o incluso desde el mar, una parte del agua disponible en esta, para ser utilizada en un fin específico, como pueden ser abastecimiento de agua potable, riego, generación de energía eléctrica, acuicultura, enfriamiento de instalaciones industriales, etc.

Tradicionalmente las bocatomas se construían, y en muchos sitios se construyen aun, amontonando tierra y piedra en el cauce de un río, para desviar una parte del flujo hacia el canal de derivación. Normalmente estas rudimentarias construcciones debían ser reconstruidas año a año, pues las avenidas las destruían sistemáticamente.

Canal de riego

A su vez la Facultad de Agronomía de la USAC (2013) que los canales de riego tienen la función de conducir el agua desde la captación hasta el campo o huerta donde será aplicado a los cultivos. Son obras de ingeniería importantes, que deben ser cuidadosamente pensadas para no provocar daños al ambiente y para que se gaste la menor cantidad de agua posible. Están estrechamente vinculados a las características del terreno, generalmente siguen aproximadamente las curvas de nivel de este, descendiendo suavemente hacia cotas más bajas (dándole una pendiente descendente, para que el agua fluya más rápidamente y se gaste menos líquido).

La construcción del conjunto de los canales de riego es una de las partes más significativas en el costo de la inversión inicial del sistema de riego, por lo tanto su adecuado mantenimiento es una necesidad imperiosa.

Las dimensiones de los canales de riego son muy variadas, y van desde grandes canales para transportar varias decenas de m^3/s , los llamados canales principales, hasta pequeños canales con capacidad para unos pocos l/s , son los llamados canales de campo.

2.2.3.2 Tanques inyectoros de fertilización

El mismo Buxens, (1979) describe los tanques de fertilización como elementos que se construyen en metal, con un revestimiento protector, para que las sales de los abonos no le ataquen, a su vez señala que se coloca en paralelo a la tubería principal, y por lo general,

antes del filtro malla. Cuando el tanque sea portátil se le agregará el filtro malla antes de introducirse en la tubería.

Su funcionamiento se basa en que parte del agua se desvía hacia el tanque, en el cual se disuelven los abonos, y la solución fertilizada se incorpora otra vez a la red de riego. El agua circula a través del tanque por una diferencia de presión entre la entrada y la salida.

La desventaja principal descrita por Buxens (1979) es que el abono suele estar más concentrado al inicio, mientras que al transcurrir el riego el abono se va diluyendo.

2.2.3.3 Inyectores de Fertilizantes y de bombas hidráulicas

En esta parte del sistema los abonos se disuelven en un tanque, y se inyectan a la red por medio de una bomba donde se puede precisar la cantidad de abono que se desea incorporar datos obtenidos de la publicación de (Threadgill, Eisenhauer, & Young, 1990)

La concentración del abono es el mismo durante todo el riego, y si el caudal aumenta, es detectado por la bomba para mantener siempre la misma concentración.

Los inconvenientes de este sistema suelen venir asociados al costo y a la necesidad de energía eléctrica.

En el caso de los inyectores de bombas hidráulicas la fuente de energía es la misma presión del agua.

El inconveniente relacionado a este componente es que no se puede variar la dosis de inyección, además de la alta presión que necesita para su funcionamiento.

2.2.3.10 Controladores de presión, y de caudal

Los controladores de presión son aparatos que mantienen la gestión de la red de tuberías para que los goteros trabajen a su presión nominal, y mantengan así una uniformidad de riego.

Los reguladores de presión están formados por diafragma o pistón y un muelle comprimido, que deja abierta una sección o paso. Cuando aumenta la presión en el muelle comprime el diafragma y cierra la apertura de paso, de esta forma se consume el exceso de presión.

(Buxens, 1979) describe los controladores de caudal como controladores que pueden controlar tanto el tiempo como los caudales, básicamente son válvulas volumétricas donde se marca el volumen de agua para el riego.

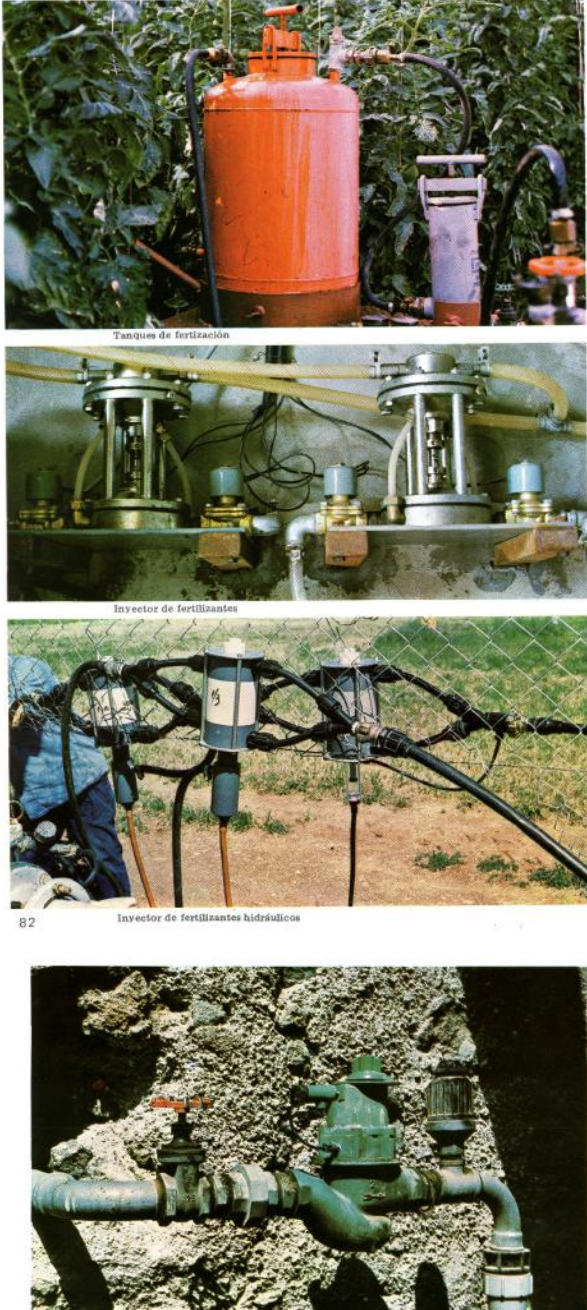


Figura 11. Componentes de sistema de riego por goteo. Fuente: (Buxens, 1979)

2.2.4 Sistemas de riego en la República Dominicana

Según la Organización para la Alimentación y la Agricultura (FAO), (FAO, 2008) el desarrollo del riego en la República Dominicana comenzó a finales del siglo XIX con la construcción los canales de Juan Caballero, Luis Bogart y Santana, y el proyecto Manzanillo. En los años 20, debido principalmente a la inversión gubernamental, el desarrollo del riego aumentó considerablemente. La superficie bajo riego continuó aumentando en los años 40 y 50 desde 32.000 ha en 1941 hasta 132.000 en 1954. Durante los años 60, el desarrollo de sistemas hidráulicos puso su mirada en las presas de fines múltiples, volvió al desarrollo de redes de canales durante los siguientes 30 años y llegó a las 280.000 ha actuales equipadas con infraestructura de riego.

En la tabla siguiente se muestra los recogido por el programa de transferencia del manejo del riego (TMR) delega la responsabilidad de administración, operaciones y mantenimiento de la infraestructura de riego a las ACU y mantiene su pertenencia al Estado. (FAO, 2008)

Distrito de Irrigación	Juntas de Regantes	Asociaciones (#)	Tareas (15.9 tareas = 1 ha)	Usuarios (#)
Alto Yaque del Norte	Ulises Francisco Espaillat	10	392,336	5,827
	Monsieur Bogaert	5	211,040	2,416
	Mao	8	171,360	1,775
Bajo Yaque del Norte	General Fernando Valerio	7	374,848	4,014
	Horacio Vásquez	5	180,416	2,146
	Dajabón	4	49,744	1,090
Yuna-Camu	Camú	6	91,840	1,494
	Rincón	3	133,920	1,421
	Hatillo	5	195,152	1,598
	Yuna	6	61,548	1,286
	Constanza	6	44,660	1,575
	Jarabacoa	2	9,056	415
Bajo Yuna	Aglipo	8	124,128	3,152
	Boba	5	47,041	2,461
	Aglipo II	4	83,520	1,541
	Limón del Yuna	4	123,344	1,394

	Villa Riva	2	78,160	3,160
	Nizao-Valdesia	12	299,349	4,495
Del Este	Nisibón-Yuma	5	28,500	422
	General Gregorio Luperón	4	37,680	581
	La Esperanza	4	142,576	1,008
	Asociación independiente	1	21,733	303
Valle de Azua	Ysura	11	331,102	8,430
	Padre las Casas	5	42,000	786
Valle de San Juan	Valle de San Juan	6	256,352	6,180
	Asociación independiente	1	63,136	800
	Asociación independiente	1	35,857	857
Enriquillo	Neyba	9	267,808	4,733
	Tamayo	10	353,184	4,012
Yaque del Sur	Pedernales	4	10,064	241
	Yaque del Sur	9	163,088	4,153

Fuente: INDRHI 2008, Actualizado 2013.

De la tabla se resume que existe un total de 28 juntas de regantes, que representan un total de 71.800 usuarios del agua (de un total de 89.300) y cubren 4,3 millones de tareas (15,9 tareas = 1 ha).

2.3 Modelos de planificación y control de proyectos.

A fin de identificar los modelos de planificación y control de proyectos veamos los siguientes:

- Metodología del marco lógico (Consultores en Educación, Desarrollo y Capacitación, S.C. .:CEDEC, 2017)

La metodología del marco lógico (MML) o como se conoce en inglés *Logical Framework Approach* (LFA) es definido por el Banco Mundial como una herramienta para facilitar el proceso de conceptualización, diseño, ejecución y evaluación de proyectos. Su propósito es brindar estructura al proceso de planificación y comunicar información esencial relativa al proyecto. Puede utilizarse en todas las etapas de preparación del proyecto: programación, identificación, orientación, análisis, presentación ante los comités de revisión, ejecución y evaluación ex-post.

La estructura del marco lógico es una matriz de 4 columnas por 4 renglones. Los principales beneficios de usar el Marco Lógico en la definición y diseño del proyecto incluyen:

Mantener la línea de trabajo

El proyecto así definido tiene un considerable poder en mantener alineadas las acciones de la organización con su Misión, planeación estratégica y planes de trabajo, tanto institucional, como individualmente.

Identifica dónde se ubica un proyecto en términos de importancia para lograr los fines de la organización.

Asegura que todos los proyectos de la organización están enfocados en un punto común.

Comunicación

Contribuye a lograr un proceso de definición y diseño de base amplia dentro de la organización, es decir participativo.

Facilita el entendimiento común y una mejor comunicación entre los tomadores de decisiones, administradores, responsables, beneficiarios, el equipo del proyecto y la agencia financiera.

Ayuda a obtener los acuerdos y apoyo necesarios para la viabilidad del proyecto, especialmente con los beneficiarios, población objetivo y responsables del proyecto.

Ayuda a determinar las responsabilidades y autoridades en el equipo de proyecto. Proporciona una base simple para hacer presentaciones y reportes a Comités, Juntas de Gobierno, Autoridades Comunitarias, Agencia Financiera, etc.

- Metodología PMBOK (PMI, 2013)

La Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (del inglés A Guide to the Project Management Body of Knowledge o PMBOK por sus siglas) es un libro en el que se presentan estándares, pautas y normas para la gestión de proyectos. (PMI, 2013)

La Guía PMBOK está basada en procesos, lo que significa que ésta describe el trabajo aplicado en los procesos en sí. Este enfoque es coherente, y muy similar, al mismo usado en otros estándares de gestión (Por ejemplo ISO 9000 y CMMI). Los procesos se superponen e interactúan a lo largo de la realización de las fases del proyecto. Los procesos están descritos en términos de:

Entradas (documentos, planes, diseños, etc.)

Herramientas y técnicas (mecanismos aplicados a las entradas)

Salidas (documentos, planes, diseños, etc.)

La versión 5.0 La guía del PMBOK describe 49 procesos de dirección de proyecto que clasifica en 10 áreas de conocimiento (Integración, Alcance, Tiempo, Costes, Calidad, Recursos, Comunicación, Riesgos, Adquisiciones e Interesados) y 5 grupos de procesos (Inicio, Planificación, Ejecución, Monitoreo y control y Cierre.

2.4 Importancia de la gestión de proyectos

La gestión de proyectos es un enfoque metódico para planificar y orientar los procesos del proyecto de principio a fin. Según el Instituto de Gestión de Proyectos (Project Management Institute, PMI), los procesos se guían por cinco etapas o grupos de procesos: iniciación, planificación, ejecución, control y cierre. La gestión del proyecto se puede aplicar a casi cualquier tipo de proyecto y es ampliamente utilizado para controlar los complejos procesos de los proyectos de desarrollo de software, (Rouse, 2015).

El PMBOK, en su quinta edición, define cada una de las etapas de la gestión de proyectos en paquetes o grupos de procesos asociados. En la ilustración siguiente se presentan las interacciones entre los procesos de gestión de proyectos (PMI, 2013).

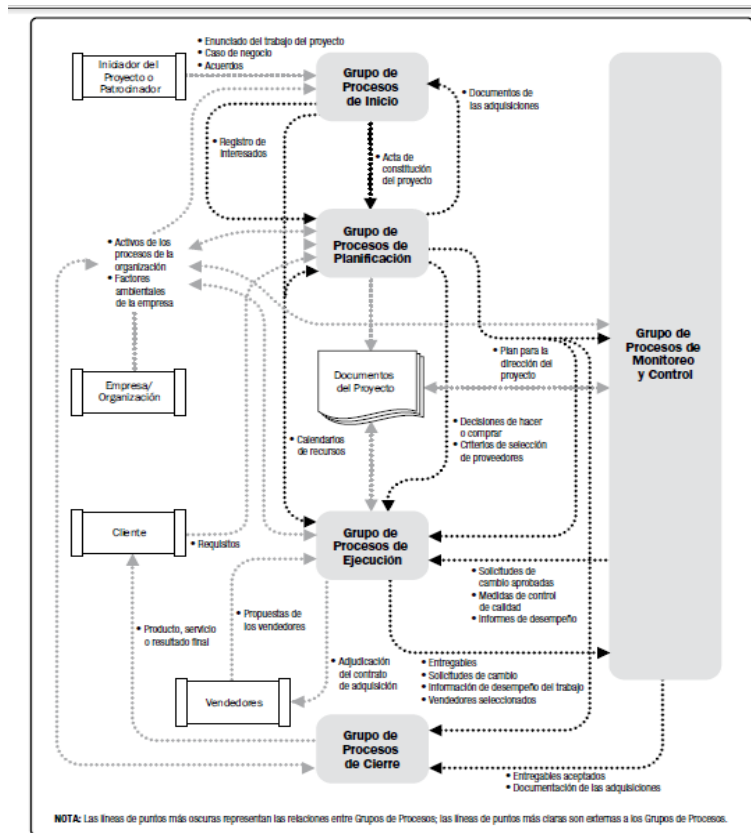


Figura 12. Interacciones entre Procesos de la Dirección de Proyectos. Fuente: (PMI, 2013)

En la Ilustración 13, podemos ver cómo interactúan los procesos en una línea de tiempo

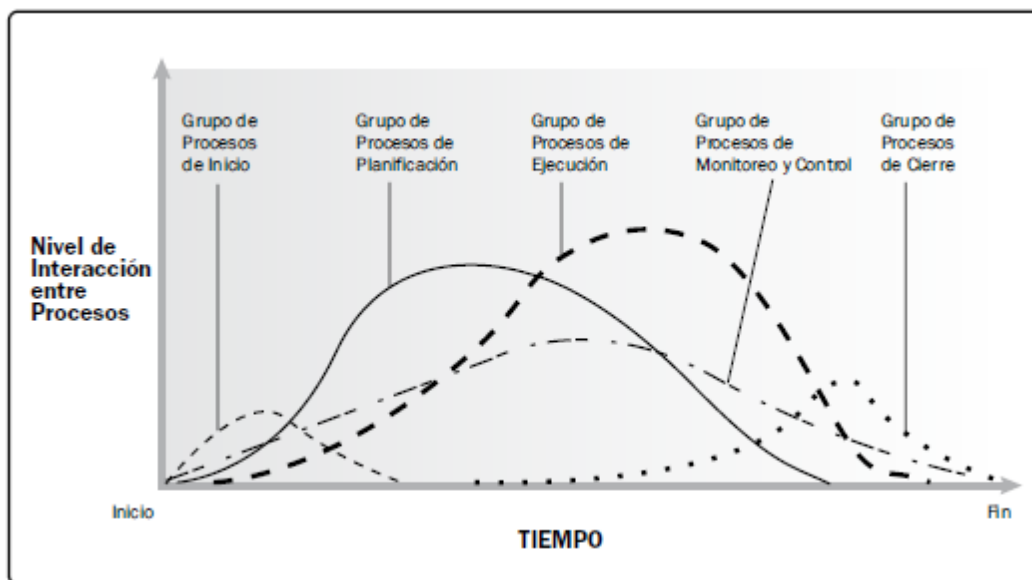


Figura 13. Interacciones entre Procesos en línea de tiempo. Fuente: (PMI, 2013)

A continuación se tratan en detalle las principales etapas de la gestión de proyectos expresadas en el PMBOK del (PMI, 2013).

2.4.1 Iniciación

En la iniciación o grupos de procesos de inicio se definen aquellos procesos realizados para definir un nuevo proyecto o una nueva fase de un proyecto existente al obtener la autorización para iniciar el proyecto o fase. Dentro del ámbito de los procesos de inicio es donde se define el alcance inicial y se comprometen los recursos financieros iniciales. Además, se identifican los interesados internos y externos que van a participar y ejercer alguna influencia sobre el resultado global del proyecto (PMI, 2013).

Finalmente, si aún no hubiera sido nombrado, se selecciona el director del proyecto. Esta información se registra en el acta de constitución del proyecto y en el registro de interesados. En el momento en que se aprueba el acta de constitución del proyecto, éste se considera oficialmente autorizado. Aunque el equipo de dirección del proyecto puede colaborar en la redacción de esta acta, este estándar supone que la evaluación, la aprobación y el financiamiento del caso de negocio se manejan fuera de los límites del proyecto, en la ilustración siguiente podemos observar de forma gráfica los límites del proyecto:

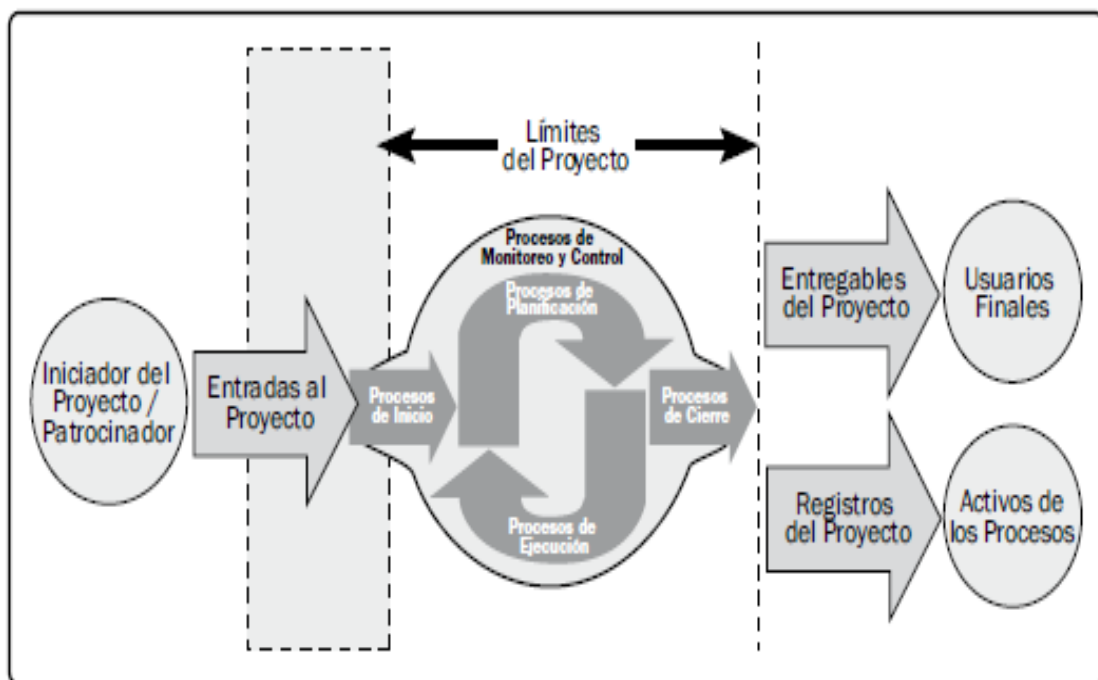


Figura 14. Interacciones límites del Proyecto. Fuente: (PMI, 2013)

En el PMBOK se describe que el propósito clave de este Grupo de Procesos es alinear las expectativas de los interesados con el propósito del proyecto, darles visibilidad sobre el alcance y los objetivos, y mostrar cómo su participación en el proyecto y sus fases asociadas puede asegurar el logro de sus expectativas. Estos procesos ayudan a establecer la visión del proyecto: qué es lo que se necesita realizar.

En proyectos complejos debe realizarse la iniciación o grupos de procesos de inicio al comienzo de cada fase para ayudar a mantener el proyecto centrado en la necesidad de negocio que el proyecto se comprometió a abordar.

A modo de presentar de forma gráfica las actividades que abarcan este grupo de procesos veamos la siguiente tabla.

GRUPO DE PROCESOS DE INICIO	GRUPO DE PROCESOS DE INICIO RESUMIDOS EN 11 ACTIVIDADES DIRECTIVAS PRINCIPALES
PROCESOS	ACTIVIDADES
4.1 Elaborar el Acta de Constitución del Proyecto.13.1 Identificar a los Interesados.	1. Seleccionar al director del proyecto.
	2. Determinar la cultura de la compañía y los sistemas existentes (FAES).
	3. Recopilar procesos, procedimientos e información histórica (APOs).
	4. Entender y documentar el propósito del proyecto: SOW, acuerdos y/o caso de negocio.
	5. Descubrir requisitos, suposiciones, restricciones y riesgos iniciales.
	6. Valorar la viabilidad del producto y del proyecto dentro de las restricciones dadas.
	7. Dividir los proyectos grandes en fases.
	8. Determinar objetivos medibles para la fase y el proyecto.
	9. Identificar, analizar y registrar actores interesados en el proyecto.
	10. Determinar el equipo de dirección del proyecto.
	11. Elaborar y aprobar el Acta de Constitución del Proyecto.

Tabla 1. Actividades grupo de procesos de inicio. Fuente: (Sanz, Actividades del Grupo de Proceso de Inicio, 2017)

2.3.2 Planificación

Según el PMI, (2013) en la planificación o grupos de procesos de planificación se definen aquellos procesos realizados para establecer el alcance total del esfuerzo, definir y refinar los objetivos, y desarrollar la línea de acción requerida para alcanzar dichos objetivos.

Los procesos de planificación desarrollan el plan para la dirección del proyecto y los documentos del proyecto que se utilizarán para llevarlo a cabo. La naturaleza compleja de la dirección de proyectos puede requerir el uso de reiterados ciclos de retroalimentación para un análisis adicional (PMI, 2013).

A medida que se va recopilando y comprendiendo más información o más características del proyecto, es probable que se requiera una planificación adicional. Los cambios

importantes que ocurren a lo largo del ciclo de vida del proyecto generan la necesidad de reconsiderar uno o más de los procesos de planificación y posiblemente algunos de los procesos de inicio. Esta incorporación progresiva de detalles al plan para la dirección del proyecto recibe el nombre de elaboración progresiva, para indicar que la planificación y la documentación son actividades iterativas y continuas.

El beneficio clave de este Grupo de Procesos según lo que establece PMI, (2013) consiste en trazar la estrategia y las tácticas, así como la línea de acción o ruta para completar con éxito el proyecto o fase. Cuando se gestiona correctamente el grupo de procesos de planificación, resulta mucho más sencillo conseguir la aceptación y la participación de los interesados. Estos procesos expresan cómo se llevará esto a cabo y establecen la ruta hasta el objetivo deseado.

Lo establecido por el PMI, (2013) indica que el plan para la dirección del proyecto y los documentos del proyecto, desarrollados como salidas del grupo de procesos de planificación, explorarán todos los aspectos de alcance, tiempo, costo, calidad, comunicaciones, recursos humanos, riesgos, adquisiciones y participación de los interesados.

Otras posibles interacciones entre los procesos dentro del Grupo de Procesos de Planificación dependerán de la naturaleza del proyecto. En algunos proyectos, por ejemplo, los riesgos serán mínimos o no identificables mientras no se haya realizado un esfuerzo importante de planificación

En la tabla 2, se puede ver como asociar el grupo de procesos de planificación de acuerdo al área de conocimiento, tomando en consideración lo expresado por el PMBOK:

Áreas de conocimiento	Grupo del Proceso de Planificación
4. Gestión de la integración del proyecto	4.2 Desarrollar el Plan para la Dirección del Proyecto
5. Gestión del alcance del proyecto	5.1 Planificar la gestión del alcance
	5.2 Recopilar Requisitos
	5.3 Definir el Alcance
	5.4 Crear la EDT
6. Gestión del Tiempo del proyecto	6.1 Planificar la gestión del cronograma
	6.2 Definir las Actividades
	6.3 Secuenciar las Actividades
	6.4 Estimar los Recursos de las Actividades
	6.5 Estimar la Duración de las Actividades
	6.6 Desarrollar el Cronograma
7. Gestión de los costos del proyecto	7.1 Planificar la gestión de costos
	7.2 Estimar Costos
	7.3 Determinar el Presupuesto
8. Gestión de la Calidad del proyecto	8.1 Planificar la gestión de la Calidad
9. Gestión de los Recursos Humanos del proyecto	9.1 Planificar la gestión de Recursos Humanos
10. Gestión de las Comunicaciones del proyecto	10.2 Planificar la gestión de las Comunicaciones
11. Gestión de los Riesgos del proyecto	11.1 Planificar la Gestión de Riesgos
	11.2 Identificar Riesgos
	11.3 Realizar Análisis Cualitativo de Riesgos
	11.4 Realizar Análisis Cuantitativo de Riesgos
	11.5 Planificar la Respuesta a los Riesgos
12. Gestión de las adquisiciones del proyecto	12.1 Planificar la gestión de las Adquisiciones
13. Gestión de los interesados del proyecto	13.2 Planificar la gestión de los interesados

Tabla 2. Grupo de proceso vs Área de Conocimiento (Planificación). Fuente: (Elaboración Propia, Desglose PMBOK)

2.3.3 Ejecución

El grupo de procesos de ejecución está compuesto por aquellos procesos realizados para completar el trabajo definido en el plan para la dirección del proyecto a fin de cumplir con las especificaciones del mismo, la guía del PMBOK en su quinta edición así lo establece.

Este Grupo de Procesos implica coordinar personas y recursos, gestionar las expectativas de los interesados, así como integrar y realizar las actividades del proyecto conforme al plan para la dirección del proyecto. (PMI, 2013)

Durante la ejecución del proyecto, en función de los resultados obtenidos, se puede requerir una actualización de la planificación y una revisión de la línea base. Esto puede incluir cambios en la duración prevista de las actividades, cambios en la disponibilidad y productividad de los recursos, así como riesgos no previstos. Tales variaciones pueden afectar al plan para la dirección del proyecto o a los documentos del proyecto, y pueden requerir un análisis detallado y el desarrollo de respuestas de dirección de proyectos adecuadas.

Los resultados del análisis pueden dar lugar a solicitudes de cambio que, de acuerdo a la aplicación podrían ser aprobadas, estas podrían modificar el plan para la dirección del proyecto u otros documentos del mismo, y posiblemente requerir el establecimiento de

nuevas líneas base. Gran parte del presupuesto del proyecto se utilizará en la realización de los procesos del grupo de procesos de ejecución.

En la tabla 3 se puede ver las actividades de este grupo de procesos de ejecución comparándola con el área de conocimiento.

Area de Conocimiento	Grupo de proceso de ejecución
4. Gestión de la integración del proyecto	4.3 Dirigir y gestionar la ejecución del proyecto
5. Gestión del alcance del proyecto	
6. Gestión del Tiempo del proyecto	
7. Gestión de los costos del proyecto	
8. Gestión de la Calidad del proyecto	8.2 Realizar aseguramiento de la calidad
9. Gestión de los Recursos Humanos del proyecto	9.2 Adquirir el equipo del proyecto
	9.3 Desarrollar el equipo del proyecto
	9.4 Dirigir el equipo del proyecto
10. Gestión de las Comunicaciones del proyecto	10.2 Gestionar las comunicaciones
11. Gestión de los Riesgos del proyecto	
12. Gestión de las adquisiciones del proyecto	12.2 Efectuar adquisiciones
13. Gestión de los interesados del proyecto	13.3 Controlar los compromisos con los interesados

Tabla 3. Área de conocimiento vs Grupo de procesos ejecución. Fuente: (Elaboración Propia, Desglose PMBOK)

2.3.4 Control

El control o grupo de procesos de monitoreo y control según lo establecido en la guía PMBOK (PMI, 2013) está compuesto por aquellos procesos requeridos para rastrear, analizar y dirigir el progreso y el desempeño del proyecto, para identificar áreas en las que el plan requiera cambios y para iniciar los cambios correspondientes. El beneficio clave de este Grupo de Procesos radica en que el desempeño del proyecto se mide y se analiza a intervalos regulares, y también como consecuencia de eventos adecuados o de determinadas

condiciones de excepción, a fin de identificar variaciones respecto del plan para la dirección del proyecto. El Grupo de Procesos de Monitoreo y Control también implica (PMI, 2013):

- Controlar los cambios y recomendar acciones correctivas o preventivas para anticipar posibles problemas.
- Monitorear las actividades del proyecto, comparándolas con el plan para la dirección del proyecto y con la línea base para la medición del desempeño del proyecto.
- Influir en los factores que podrían eludir el control integrado de cambios o la gestión de la configuración, de modo que únicamente se implementen cambios aprobados.

Este monitoreo continuo proporciona al equipo del proyecto conocimiento sobre la salud del proyecto y permite identificar las áreas que requieren más atención. El grupo de procesos de monitoreo y control no sólo monitorea y controla el trabajo que se está realizando dentro de un Grupo de Procesos, sino que también monitorea y controla el esfuerzo global dedicado al proyecto.

En proyectos de varias fases, el Grupo de Procesos de Monitoreo y Control (PMI, 2013) coordina las fases del proyecto a fin de implementar las acciones correctivas o preventivas necesarias para que el proyecto cumpla con el plan para la dirección del proyecto. Esta revisión puede dar lugar a actualizaciones recomendadas y aprobadas del plan para la dirección del proyecto. Por ejemplo, el incumplimiento de la fecha de finalización de una actividad puede requerir ajustes y soluciones de compromiso entre los objetivos de presupuesto y de cronograma.

Con el fin de reducir o controlar los gastos generales, se puede considerar la implantación de procedimientos de gestión por excepción y otras técnicas de gestión.

En la tabla 4, se puede ver las actividades de este grupo de procesos en comparación al área de conocimiento que pertenecen.

Area de Conocimiento	Grupo de proceso de Seguimiento y Control
4. Gestión de la integración del proyecto	4.4 Monitorear y controlar el trabajo del proyecto
	4.5 Realizar el control integrado de cambios
5. Gestión del alcance del proyecto	5.5 Validar el Alcance
	5.6 Controlar el Alcance
6. Gestión del Tiempo del proyecto	6.7 Controlar el cronograma

7. Gestión de los costos del proyecto	7.4 Controlar los costos
8. Gestión de la Calidad del proyecto	8.3 Controlar la calidad
9. Gestión de los Recursos Humanos del proyecto	
10. Gestión de las Comunicaciones del proyecto	10.3 Controlar las comunicaciones
11. Gestión de los Riesgos del proyecto	11.6 Controlar los riesgos
12. Gestión de las adquisiciones del proyecto	12.3 Controlar las adquisiciones
13. Gestión de los interesados del proyecto	13.3 Controlar la participación los interesados

Tabla 4. Área de conocimiento vs Grupo de procesos Seguimiento y Control. Fuente: (Elaboración Propia, Desglose PMBOK)

2.3.5 Cierre

En la guía PMBOK (PMI, 2013) se establece que El cierre o El Grupo de Procesos de Cierre está compuesto por aquellos procesos realizados para finalizar todas las actividades a través de todos los Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos, a fin de completar formalmente el proyecto, una fase del mismo u otras obligaciones contractuales. Este Grupo de Procesos, una vez completado, verifica que los procesos definidos se han completado dentro de todos los Grupos de Procesos a fin de cerrar el proyecto o una fase del mismo, según corresponda, y establece formalmente que el proyecto o fase del mismo ha finalizado.

Este Grupo de Procesos también establece formalmente el cierre prematuro del proyecto. Los proyectos cerrados prematuramente podrían incluir, por ejemplo, proyectos abortados, proyectos cancelados y proyectos en crisis. En casos particulares, cuando algunos contratos no pueden cerrarse formalmente (p.ej., reclamaciones, cláusulas de rescisión, etc.) o algunas actividades han de transferirse a otras unidades de la organización, es posible organizar y finalizar procedimientos de transferencia específicos.

En el cierre del proyecto o fase, puede ocurrir lo siguiente:

- Que se obtenga la aceptación del cliente o del patrocinador para cerrar formalmente el proyecto o fase.
- Que se realice una revisión tras el cierre del proyecto o la finalización de una fase.
- Que se registren los impactos de la adaptación a un proceso.
- Que se documenten las lecciones aprendidas.

- Que se apliquen las actualizaciones adecuadas a los activos de los procesos de la organización.
- Que se archiven todos los documentos relevantes del proyecto en el sistema de información para que la dirección de proyectos pueda utilizarlos como datos históricos.
- Que se cierren todas las actividades de adquisición y se asegure la finalización de todos los acuerdos relevantes.
- Que se realicen las evaluaciones de los miembros del equipo y se liberen los recursos del proyecto.

2.5 Optimización de proyectos

La Real Academia Española (RAE, 2017) define optimizar como la mejor manera de realizar una actividad, como se desarrolló en el capítulo anterior y atendiendo al objetivo de este trabajo se definirá como mejorar la planificación y control de un proyecto de instalación de sistema de riego por goteo. Para ello se procederá a mencionar y clarificar algunos métodos que son reconocidos mundialmente para realizar de una mejor manera las actividades de planificación y control.

Para ello se definirá en los títulos siguientes las técnicas más usadas para optimizar tanto la planificación como el seguimiento y control, las mismas no están dentro de la guía PMBOK pero son ampliamente utilizadas.

2.5.1 Tipos de redes, diagramas y aplicaciones

El ingeniero Víctor Beras identificó que entre las redes, diagramas y aplicaciones más importantes se encuentran, (Beras, 2014):

2.5.1.1 Diagrama de Redes o de Gantt

En proyectos el diagrama de barras o de Gantt es muy útil, Ballater, (2010), lo define como una sencilla herramienta de gráficos de tiempo que resulta bastante eficaz para la planificación y la evaluación del avance de los proyectos. Las principales características de este tipo de diagramas vienen dadas por lo siguiente:

1. Cada barra simboliza una tarea del proyecto.
2. El eje horizontal representa el tiempo.
3. Verticalmente, y en la columna izquierda, se escribe una relación de las tareas.

2.5.1.2 Método PERT

La Oficina de Proyectos Especiales de la Marina de Guerra del Departamento de Defensa de los Estados Unidos (Oficina de Proyectos Especiales de la Marina de Guerra del Departamento de Defensa de los Estados Unidos, 1957) creó PERT son las siglas en inglés del (Project Evaluation and Review Technique) que traducido es la técnica de evaluación y revisión de proyectos, es un método que sirve para la evaluación de proyectos en los que hace falta coordinar un gran número de actividades. En términos generales consiste en la representación gráfica de una red de tareas, que, cuando se colocan en una cadena, permiten alcanzar los objetivos de un proyecto. Fue diseñado para permitir la coordinación del trabajo de miles de personas que tenían que construir misiles con cabezas nucleares POLARIS.

Schroeder (1995) describe las siguientes ventajas y desventajas del PERT, a continuación citamos:

“El PERT tiene cinco (5) ventajas importantes:

- 1), obliga a los administradores a planear, porque es imposible hacer un análisis de tiempo-evento sin elaborar planes y ver como las piezas encajan entre sí.
- 2), obliga a planear en forma descendente por toda la cadena de autoridad, debido a que cada administrador subordinado debe preparar planes para el acontecimiento bajo su responsabilidad.
- 3), concentra la atención en elementos críticos que quizá necesiten corrección.
- 4), hace posible cierto control a futuro; una demora afectará los acontecimientos posteriores y posiblemente a todo el proyecto, a menos que el administrador pueda compensar el tiempo asignado a alguna otra tarea.
- 5), el sistema de red con sus subsistemas les permite a los ejecutivos dirigir los informes y la presión para obtener acción en el lugar y nivel precisos en la estructura de la organización, en el momento correcto.

Las desventajas del PERT que cita Schroeder:

- 1), no es útil cuando el programa es impreciso y no se pueden hacer las “estimaciones al azar” razonables del programa: sin embargo, incluso en este caso se puede “comprar”

seguridad mediante una práctica que consiste en poner a trabajar en una tarea a dos o más grupos de personas, cuando el costo lo permite.

2) Otra desventaja importante del PERT ha sido su insistencia solo en el tiempo, en perjuicio de los costos. Aunque este enfoque es apropiado para programas en los que el tiempo es esencial o cuando, como sucede con tanta frecuencia, este y los costos tienen una relación estrecha y directa, la herramienta es más útil cuando se incluyen en el análisis otras consideraciones.

Además PERT no es una idealidad de metodología. No realiza la planeación, aunque obliga a planear. No automatiza el control, pero establece un ambiente donde se pueden apreciar y utilizar los principios correctos del control, a menos, por supuesto, que el proceso haya adquirido una innecesaria complejidad.”

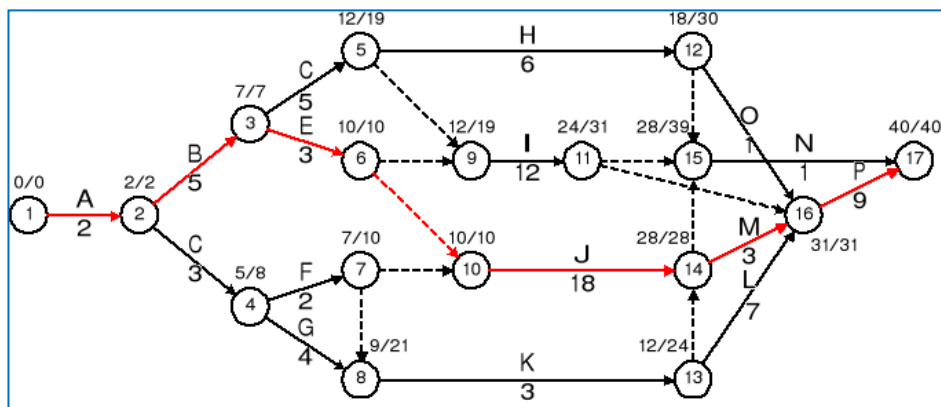


Figura 16. Gráfica de aplicación PERT. Fuente: (Elaboración Propia)

2.5.1.3 Método CPM

El método CPM (Critical Path Method) conocido popularmente como el de la ruta crítica fue desarrollado por la Compañía DuPont, junto con la división UNIVAC de la Remington Rand (Dupont ; Remington Rand, 1957) el fin del mismo era controlar el mantenimiento de proyectos de plantas químicas de DuPont. El CPM es idéntico al PERT en concepto y metodología. La diferencia principal entre ellos, es, simplemente el método por medio del cual se realizan estimados de tiempo para las actividades del proyecto. Con CPM, los tiempos de las actividades son determinísticos. Con PERT, los tiempos de las actividades son probabilísticos o estocásticos. (Beras, 2014).

En el CPM se establecen algunas características o etapas a seguir para poder ser desarrollado en la planificación de proyectos, por lo que para poder usar ese método se deben seguir los siguientes pasos según (Beras, 2014):

- 1 Definir el proyecto con todas sus actividades o partes principales.
- 2 Establecer relaciones entre las actividades. Decidir cuál debe comenzar antes y cuál debe seguir después.
- 3 Dibujar un diagrama conectando las diferentes actividades en base a sus relaciones de precedencia.
- 4 Definir costos y tiempo estimado para cada actividad.
- 5 Identificar la trayectoria más larga del proyecto, siendo ésta la que determinará la duración del proyecto (Ruta Crítica).
- 6 Utilizar el diagrama como ayuda para planear, supervisar y controlar el proyecto.

El CPM o ruta crítica como es conocido es vital para la elaboración del programa que no es más, entonces, que una tabla, una matriz, de tiempos correspondientes a un plan de un proyecto que no se puede establecer sino hasta tanto el plan se halla desarrollado.

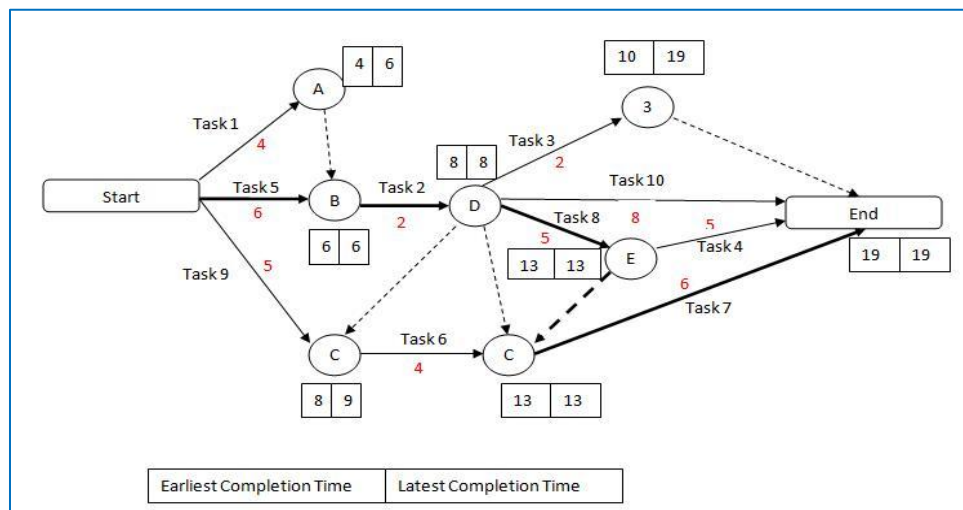


Figura 17. Grafica método CPM. Fuente: (Bennett, 1977)

Para poder familiarizarnos con algunos de los términos y siglas empleados en CPM, describimos a continuación los más usados y su forma de obtener a través de la siguiente tabla:

Tabla 5. Términos más usados en CPM

TIEMPOS	SIGLAS	FORMULAS
Duración	(t_{ij})	$(a + 4m + b)/6$
Iniciación más temprano	(IP_{ij})	(OP_i)

Terminación más temprano	(FP_{ij})	$(OP_i + t_{ij})$
Terminación más tardía	(FT_{ij})	(OT_j)
Iniciación más tardía	(IT_{ij})	$(OT_j - t_{ij})$
Máximo tiempo disponible	(r)	$(OT_j - OP_i)$

Fuente: Elaboración propia

2.5.1.4 Cálculos sobre la red

El CPM y el PERT según (Bennett, 1977) son iguales en concepto como hemos expresado anteriormente, no obstante se diferencian en la forma en cómo se obtienen los tiempos con CPM, los tiempos de las actividades son determinísticos. Con PERT, los tiempos de las actividades son probabilísticos o estocásticos.

El PERT/CPM fue diseñado para proporcionar diversos elementos útiles de información para los administradores del proyecto. Primero, el PERT/CPM expone la "ruta crítica" de un proyecto. Estas son las actividades que limitan la duración del proyecto. En otras palabras, para lograr que el proyecto se realice pronto, las actividades de la ruta crítica deben realizarse pronto. Por otra parte, si una actividad de la ruta crítica se retarda, el proyecto como un todo se retarda en la misma cantidad. Las actividades que no están en la ruta crítica tienen una cierta cantidad de holgura; esto es, pueden empezarse más tarde, y permitir que el proyecto como un todo se mantenga en programa. El PERT/CPM identifica estas actividades y la cantidad de tiempo disponible para retardos.

2.5.1.5 Métodos para la compresión de proyectos

La compresión es una técnica utilizada en la administración de proyectos con el objetivo de acortar la duración de un proyecto, mediante el aumento de la cantidad de los recursos para disminuir el tiempo de duración de las tareas. Ello se logra al analizar las actividades de la ruta crítica, con base en el menor costo por unidad de tiempo, para identificar las actividades que podrían ser objeto de compresión al menor costo incremental. (Figuerola, 2015)

De los métodos que se usan para la compresión de proyectos podemos dividirlos en dos grupos, gráficos y analíticos, veamos: (Beras, 2014)

- Métodos gráficos

En los métodos gráficos se destacan dos: Crashing o Intensificación y Fast Tracking o Ejecución rápida.

El Crashing es una técnica utilizada en la gestión de proyectos con el objetivo de acortar la duración de un proyecto. Este objetivo se logra mediante la asignación de un mayor número de recursos a las actividades (dinero, trabajadores, máquinas, etc) de modo de disminuir la duración de las actividades.

Por tanto, el concepto crashing involucra un análisis costo beneficio, en el sentido de que un menor tiempo en el proyecto tiene asociado mayores costos para la empresa. Para poder realizar este análisis se requiere conocer: estimaciones de tiempo (duración normal y duración crash) y estimaciones de costo (costo normal y costo crash). (Salas, 2015)

$$\text{Costo crash/unidad tiempo} = \frac{\text{Costo crash} - \text{costo normal}}{\text{Tiempo normal} - \text{tiempo crash}}$$

Figura 18. Descripción método Crashing

Elaboración propia

En principio, tiene sentido reducir el tiempo de aquellas actividades que son críticas (holgura igual a cero) debido a que si reducimos el tiempo de una actividad no crítica no reduciremos el tiempo para completar el proyecto. Sin embargo, se debe tener especial cuidado dado que en la medida que reducimos el tiempo en las actividades críticas, algunas actividades que inicialmente no eran críticas pueden pasar ahora a ser críticas.

Se debe tener especial cuidado en este método en cuanto al costo que pueda desprenderse de realizar la intensificación.

Fast Tracking o Ejecución rápida se refiere a cuando se decide que las actividades que deberían hacerse de manera secuencial, se realizarán en forma paralela. Este método tiende a aumentar los riesgos y por ende a una escalada de los costos. Resulta peligroso utilizar este método sino se tiene una conciencia clara de lo que se busca con la ejecución rápida. (Beras, 2014)

- Método analítico

El método analítico consiste básicamente en modificaciones que requieren un nivel de conciencia mayor, pues este tipo de medidas tienden a modificar el alcance del proyecto a fin de evitar retrasos. Este método requiere análisis y un cambio a nivel de los promotores del proyecto, muchas veces el director de proyectos es solo un comunicador de la situación. Algunos de los métodos más usados son los siguientes (Figuerola, 2015):

Aplicar “cero tolerancia” a los cambios

En muchos casos los proyectos comienzan a retrasarse simplemente porque se está haciendo más trabajo de lo que originalmente estaba comprometido. Esto es probablemente el resultado de la mala gestión de cambios al alcance. Si usted está en riesgo de no cumplir la fecha límite, debería trabajar con el cliente y los miembros del equipo para asegurarse de que ningún trabajo imprevisto sea solicitado sin pasar por un buen y formal procedimientos de gestión del cambio. Toda la energía debe concentrarse en completar la labor básica que se acordó y todo el trabajo adicional deberá ser financiado de forma incremental. En algunos casos y con el objeto de cumplir el contrato se debería “congelar” cualquier cambio para evitar el famoso “scopecreep” que es un fenómeno puede ocurrir cuando el alcance de un proyecto no se define, documenta o controla correctamente.

Reasignación de recursos

El gerente de proyecto debe entender qué actividades se consideran más vitales para el éxito del proyecto, o las que están en el “camino crítico”. Después de todo, si el proyecto está atrasado, por definición, es el camino crítico el que lo está. Una vez que se entiende la ruta crítica, la misma podría analizarse para ver si los recursos se pueden mover de otras actividades para ayudar a resolver el problema. Retrasando o extendiendo cierto trabajo que no está en ruta crítica y moviendo sus recursos a la misma permitirá ponerla nuevamente a tiempo. Por supuesto habrá que tener cuidado, dado que retrasar un trabajo puede terminar en el hecho de cambiar la ruta crítica. Es necesario comprobar siempre cual es la ruta crítica, cada vez que se cambien recursos o se apliquen ciertas técnicas.

Se recuerda que lo primero que debe hacerse cuando se está atrasado es determinar la causa. Una causa puede encontrarse en que se tiene uno o más recursos que no son tan productivos como lo planeado. Quizás es porque no tienen los conocimientos o experiencia adecuados. En estos casos deberían buscarse alternativas para reemplazar dichos recursos. En algunos casos, es simplemente una redistribución, otras veces, es liberar el recurso y traer a otra persona más experta.

Análisis de Dependencias

El diagrama de redes o el cronograma del proyecto nos muestran las dependencias entre las actividades que deberán completarse en un orden determinado. Al trazar la relación entre todas las actividades del proyecto se puede observar que algunas de las actividades tienen una dependencia fuerte y otras tienen una dependencia suave. Esto es, en muchos casos una actividad debe ejecutarse sólo al finalizar otra actividad (restricción). En algunos casos esa restricción de dependencia entre las actividades puede ser una dependencia de tipo obligatoria o lógica, mientras que en otros casos la dependencia es discrecional. Es importante saber la diferencia. Por ejemplo, si se construye una casa, no se puede iniciar la colocación de la estructura hasta que la fundación se vierte y se seca.

Mejora de los procesos.

Al buscar la causa de demoras en un proyecto, puede encontrarse que algunos de los procesos internos de trabajo son factibles de ser mejorados. El gerente de proyecto debe solicitar la retroalimentación a los miembros del equipo y buscar las formas que están dentro de su control para racionalizar y hacer más eficientes los procesos. Por ejemplo, en lugar de tener una reunión diaria del estado de avance del proyecto que no proporciona valor, la misma puede ser reducida a una vez por semana.

También puede encontrar que hay cuellos de botella al conseguir la aceptación de los cambios. Al encontrar que hay retrasos causados por procesos externos, trate de mejorarlos o cambiarlos, al menos de forma temporal. Por ejemplo, puede encontrar que las actividades se están retrasando porque la gente está trabajando en actividades administrativas, en solicitar cualquier tipo de recursos vía procedimientos no eficientes de la empresa, en llenar formularios de control para la PMO, entre otros.

Si bien algunas actividades son importantes, tal vez el momento de completarlas puede ser cambiado para permitir enfocarse en las actividades críticas del proyecto. Esta es una buena técnica para proyectos a largo plazo ya que se tiene la oportunidad de optimizar los procesos del proyecto, ver los resultados y optimizarlos, y puede no tener sentido para pequeños proyectos donde es difícil hacer una mejora de procesos en un proyecto de 30 días, dado que al momento en que usted quiere hacerla, probablemente el proyecto habría terminado.

Recuperar compromisos

A veces, el cumplimiento de los plazos se pierde con tanta frecuencia que el equipo ya no tiene un compromiso con la finalización de su trabajo a tiempo o dentro del presupuesto. Esto ocurre especialmente cuando los miembros del equipo sistemáticamente fallan en sus plazos y no hay ninguna consecuencia. Otros miembros del equipo se preguntarán por qué tienen que trabajar duro para cumplir sus plazos y presupuesto cuando los demás no cumplen los suyos. Cuando esto sucede, el gerente de proyecto debe comunicarse con los miembros del equipo para que se comprometan a completar el trabajo asignado en la fecha prevista. El gerente de proyecto tiene que tratar de reorientar al equipo para cumplir con los plazos a los que ellos se habían comprometido, asegurando con cada miembro del equipo su compromiso personal de hacer lo que se necesita para cumplir con el presupuesto y el calendario.

Puede ocurrir también que la moral del equipo sea pobre. La baja moral en última instancia causa problemas en el rendimiento y el cumplimiento del proyecto.

2.6 Marco legal

La Ley sobre Dominio de Aguas Terrestres y Distribución de las Aguas Públicas, No. 5852, aprobada en fecha 29 de marzo de 1962, fomenta la creación de los distritos de riego y las organizaciones de riego. Entre los aspectos relevantes de esta ley, se incluyen el establecimiento de limitaciones a los derechos de propiedad sobre el agua originada en parcelas privadas a través de manantiales y agua de lluvia, y la relación de derechos sobre el agua con posesiones de tierras. (Congreso de la República Dominicana, 1962)

El Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INDRHI), se creó con la Ley No. 6 de 1965, como la autoridad de aguas nacional, y se le asignaron funciones para poner en marcha sistemas de riego con la participación de los usuarios. (Congreso de la República Dominicana, 1965)

El INDRHI ha sido el promotor y el desarrollador de los sistemas de riego y tiene responsabilidades en tres niveles funcionales: desarrollo y planificación de políticas a nivel constitucional (normativa); administración de derechos sobre el agua, aplicación de las regulaciones y servicios hidrológicos a nivel organizativo; y el uso del agua para el sistema de riego a nivel operativo.

Los acuerdos y decretos presidenciales entre el INDRHI y la asociación civil de usuarios (asociaciones de regantes) han proporcionado apoyo legal al programa de transferencia del manejo del riego.

La Ley No.5879 del 27 de Abril del año 1962 y sus modificaciones que crea el Instituto Agrario Dominicano (IAD) bajo la supervisión del Ministerio de Agricultura.

La Constitución del 25/02/1854 en su artículo 84, crea el Ministerio de Agricultura, dándole funciones de órgano rector del sector agrícola de la República Dominicana.

Ley No. 498-06, del 28 de Diciembre de 2006; Ley de Planificación e Inversión Pública. Diciembre 2006

Ley No. 496-06, del 28 de Diciembre de 2006; Ley que crea la Secretaría de Estado de Economía, Planificación y Desarrollo (SEEPYD). Diciembre 2006

Ley No. 0153-98, del 28 de mayo de 1998, Gaceta Oficial; Ley General de Telecomunicaciones. Mayo 2006

Ley No. 0450-72, del 29 de diciembre de 1972, Gaceta Oficial No. 9289; que crea la Secretaría de Estado de la Presidencia, y dicta otras disposiciones. Diciembre 1972

Ley No. 0055-65, del 22 de noviembre del 1965, Gaceta Oficial Núm. 8958, que crea e integra el Consejo Nacional de Desarrollo e instituye el Sistema Nacional de Planificación. Noviembre 1972

Ley No. 0010-65 , del 08 de septiembre del 1965, Gaceta Oficial Núm. 8946, que suprime la Secretaría de Estado de la Presidencia y crea un Secretariado Técnico y un Secretariado Administrativo, a cargo de la Presidencia de la República. Septiembre 1972

Ley No. 5096-59, del 06 de marzo de 1959; Gaceta Oficial No. 9341; sobre Estadística y Censos Nacionales. Marzo 1972

Ley No. 1363-37, del 30 de Julio de 1937, Gaceta Oficial No. 5055; Ley sobre el presupuesto de ingresos y la ley de gastos públicos. Julio 1972

Capítulo 3. Descripción de la provincia Independencia.

3.1 Generalidades

La provincia Independencia figura en los archivos del Congreso Nacional con fecha de creación de la provincia: 1^{ro} de enero de 1950. La ley que creó esta provincia, del 29 de diciembre de 1948, le asignó el nombre de Provincia Jimaní, nombre que fue cambiado el 28 de enero de 1949 a Provincia Nueva Era, que luego fue cambiado al actual de Independencia el 13 de mayo de 1949.

El geocódigo ISO de la provincia es el 3166-2:DO-10. Su superficie: 2,006.39 kilómetros cuadrados. Está en el octavo lugar en cuanto a superficie con 4.2% del territorio nacional.

Sus límites: son por el norte con las provincias Elías Piñas y Bahoruco, por el este con la provincia Barahona, por el sur con la provincia Pedernales y por el oeste con la República de Haití.

Región: Forma parte de la Región VII - Enriquillo.

Hidrología

Los principales ríos, todos de corto recorrido y que desembocan en el Lago Enriquillo, son Bermesí, Las Damas y Guayabal. La mayor parte del Lago Enriquillo se encuentra en esta provincia. La Laguna Rincón o Cabral se encuentra parcialmente en el límite oriental de la provincia, compartida con la provincia Barahona. La Laguna Limón hace ya un tiempo que se ha secado. Además se encuentran fuentes de ríos resurgentes, llamados "cachones" o "sursas" (también "zurzas", del francés sources), algunas de aguas sulfurosas.

En la provincia prácticamente sólo hay dos cuencas hidrográficas: la del río Yaque del Sur, que se encuentra en la parte oriental de la provincia, al norte de la laguna de Rincón, y abarca una superficie de 59.30 km², y la cuenca del lago Enriquillo, que ocupa el resto de la provincia y abarca una superficie de 1,661.14 km².

Según información suministrada por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en la provincia Independencia se encuentran siete zonas de vida y dos zonas de transición. (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2012)

Las zonas de vida en la provincia son:

1. Monte espinoso Subtropical (me-S), con una superficie de 128.65 km²; se encuentra al sur y este del lago Enriquillo, desde la Laguna del Medio hasta Cachón Viejo.
2. Bosque seco Subtropical (bs-S), con una superficie de 876.80 km²; es la zona de vida más extensa en la provincia, formando una ancha banda alrededor del lago Enriquillo e incluye la isla Cabritos. También se encuentra en la ladera norte de la Sierra de Bahoruco, incluyendo Puerto Escondido.
3. Bosque húmedo Subtropical (bh-S), con una superficie de 323.31 km²; es la segunda zona de vida de la provincia en cuanto a extensión, cubriendo las laderas medias de las sierras de Neiba y Bahoruco.
4. Bosque muy húmedo Subtropical (bmh-S), con una superficie de 12.83 km², localizado en las laderas medias de la Sierra de Neiba.
5. Bosque húmedo Montano Bajo (bh-MB), con una superficie de 157.20 km², se encuentra en partes altas de las sierra de Neiba y Bahoruco.
6. Bosque muy húmedo Montano Bajo (bmh-MB), con una superficie de 217.76 km², localizado en partes altas de las sierra de Neiba y Bahoruco por encima del bh-MB.
7. Bosque muy húmedo Montano Bajo (bmh-MB), con una superficie de 10.17 km², en los pinares de las sierra de Neiba y Bahoruco.

De acuerdo al mapa de cobertura forestal del año 2011 (ver anexo A), elaborado por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en la provincia existen aproximadamente 715.94 km² de bosques, de la cual 511.09 km² corresponde a bosques latifoliados y de coníferas, 200 km² corresponden a bosque seco y unos 4.85 km² de bosque de mangles.

El Viceministerio de Áreas Protegidas en su reporte del año 2012 indica que en la provincia hay un total de nueve áreas protegidas en la provincia que forman parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas. (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2012) Estas áreas son:

I. Áreas de Protección Estricta

Reserva Biológica

1. Loma Charco Azul, con superficie de 174.19 km² completamente en la provincia.

II. Parques Nacionales

Parque Nacional

2. La Gran Sabana, con una superficie de 219.57 km².
3. Lago Enriquillo e Isla Cabritos.
4. Sierra de Bahoruco.

5. Sierra de Neiba.

III. Áreas de Protección Especial

Monumento Natural

6. Las Caobas.
7. Los Cacheos, con una superficie de 51 km².
8. Manantiales de las Barías, con una superficie de 1.23 km².

IV. Áreas de Manejo de Hábitats/Especies

Refugio de Vida Silvestre

9. Laguna Cabral o Rincón.

Clima.

El clima de la provincia Independencia varía de estepario a clima desértico, predominando el estepario, también conocido como semidesértico. Las precipitaciones son escasas y las temperaturas son muy altas, oscilando normalmente entre los 35 y 38 grados Celsius durante el día, sobre todo en los meses de verano. Las lluvias acumuladas durante un año rondan los 519.4 milímetros. (Oficina Nacional de Estadística, 2012)

Descripción demográfica.

Según el último censo de población y vivienda, del año 2010, en la provincia hay 52,589 habitantes, un 69% de estos entre los municipios de Jimaní, La Descubierta y Duvergé, la provincia ocupa una extensión de 2,007.4 km² siendo la relación de habitante/km² de 26, siendo la segunda más baja del país, luego de la provincia Pedernales.

3.2 Sistemas de Riego por goteo en la provincia

Proyectos desarrollados en los últimos cinco años

El gobierno dominicano ha desarrollado desde el 2012 a la fecha un gran proyecto: El Espartillar, que fue concebido para producir riego a través de pivote central, debido a problemas asociados a la cantidad de agua disponible en febrero de 2017 el IAD desarrolló la planificación de un proyecto para la conversión de sistema de riego de pivote central a

riego por goteo para 3000 ta, en Duvergé (ver anexo A). Este proyecto pretende ser la solución y respuesta a necesidad de proveer zonas de producción a los desplazados por la inundación del lago Enriquillo y los diferentes fenómenos presentados en el país en la última década. (Instituto Agrario Dominicano, 2017)

Al realizar la investigación correspondiente se pudo identificar que los productores de la zona consideraron desde el inicio de los planes que la instalación de dichos sistemas no era la solución al problema, como mencionó Ernesto Fernández Pérez, que señaló que *muy pocas tierras de la que se están preparando en dicho lugar son aptas para la agropecuaria, más de que solo es para los ganaderos, porque ni agua tiene y se pretende instalar a través de pozos.* (Sánchez, 2012)”

El proyecto fue entregado en agosto de 2015 y ya en 2017 se está necesitando una conversión del mismo.

En total la República Dominicana cuenta con unas 270,000 hectáreas en la provincia Independencia, entre los diferentes sistemas de riego se cuentan con una superficie de 10,604 hectáreas. (FAO, 2008).

El proyecto Espartillar abarca unas 14,000 tareas, En sus términos de referencia se establecía un sistema de riego por goteo, sin embargo la empresa ganadora ofreció un sistema de riego por aspersión de pivote central. Actualmente el gobierno dominicano está invirtiendo nuevamente en la misma zona con la reconversión a riego por goteo.

Por otra parte en la zona de Baitoa de la referida provincia se desarrolló un proyecto de riego por goteo en unas 600 tareas en el año 2014, a solo un año de construido, cuando los autores estuvieron en la zona el mismo se encontraba abandonado y al investigar en la zona se constató que la fuente de agua disminuyó, lo que ocasionó que este sistema no funcionara.

Capítulo 4. Marco metodológico

4.1 Diseño metodológico

4.1.1 Tipo de estudio y método

El diseño o estrategia empleada para desarrollar una investigación depende del tipo de investigación, Hernández Sampieri indica que “el diseño consistirá en el plan o estrategia necesaria para obtener la información que se requiere para una investigación”. (Hernández Sampieri, 2014)

(Hernández Sampieri, 2014) establece que los estudios o investigaciones pueden tener un alcance, descriptivo, exploratorio, correlacional o explicativo.

(Hernández Sampieri, 2014) Indica que los estudios de alcance descriptivo: buscan especificar las propiedades, características y los perfiles de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis. Es decir únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre las variables a las que se refieren. Esto es, su objetivo no es como se relacionan éstas.

Valor: Es útil para mostrar con precisión los ángulos o dimensiones de los fenómenos, suceso, comunidad, contexto o situación.

Así también indica que los estudios de alcance exploratorio se realizan: *cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado o que no ha sido abordado antes.*

(Hernández Sampieri, 2014) También detalla que en los estudios de alcance correlacional se tiene como propósito medir el grado de relación que exista entre dos o más conceptos o variables, miden cada una de ellas y después, cuantifican y analizan la vinculación. Tales correlaciones se sustentan en hipótesis sometidas a prueba.

En los estudios de alcance explicativo, (Hernández Sampieri, 2014) detalla que van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos; están dirigidos a responder a las causas de los eventos físicos o sociales, se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se da éste, o por qué dos o más variables están relacionadas.

Las investigaciones explicativas son más estructuradas que las demás clases de estudios y de hecho implican los propósitos de ellas (exploración, descripción y correlación), además de que proporcionan un sentido de entendimiento del fenómeno a que hacen referencia.

En el presente estudio se realizó un análisis de tipo Explorativo - Descriptivo porque se basa en la recolección, evaluación y presentación de información, además de identificar antecedentes generales, números y cuantificaciones, temas y tópicos respecto a la situación presentada con los sistemas de riego por goteo en la provincia Independencia y la planificación y control de estos trabajos.

4.1.2 Localización: delimitación en tiempo y espacio

El mismo Hernández Sampieri Sugiere que “al delimitar conviene tener cuenta a qué población va a llegar el estudio, las posibles variables o hipótesis que se van a tener en cuenta y contrastar esas variables con el objetivo. Es necesario también presentar los elementos que pueden condicionar la investigación, ya sea de una u otra forma a nivel de tiempo, métodos, recursos, etc.” (Hernández Sampieri, Metodología de la Investigación, 2014)

En el caso de la investigación propuesta se delimita al estudio de dos proyectos puntuales en la República Dominicana, específicamente en la provincia Independencia, en las localidades de Baitoa y Espartillar en el periodo correspondiente a los años 2012 y hasta febrero de 2017.

4.1.3 Universo y muestra

La técnica o método de muestreo a utilizar en el desarrollo del presente proyecto de investigación, está referida a los procedimientos empleados para seleccionar la muestra de individuos sobre los que se van a recoger los datos para su posterior análisis y estudio.

A continuación se definen algunos conceptos importantes:

Universo o Población:

Para Sampieri (2014) y Selltiz, (1980), “una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones”

Muestra:

Una muestra es una pequeña proporción seleccionada para el análisis. Mediante la observación de la muestra pueden hacerse ciertas deducciones acerca de la población. Las muestras no son seleccionadas de cualquier modo, sino procediendo deliberadamente, para que pueda estimarse la influencia del cambio o de la probabilidad.

Para Sampieri, (2014) la muestra es, en esencia, un subgrupo de la población. Digamos que es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población.

Otro concepto importante a definir es el tipo de muestra no probabilística.

Muestras no probabilísticas:

La elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de las causas relacionadas con las características de la investigación o de quien hace la muestra. Aquí el procedimiento no es mecánico ni con base en una fórmula de probabilidad, sino que depende del proceso de toma de decisiones de un investigador o de un grupo de investigadores y, desde luego, las muestras seleccionadas obedecen a otros criterios de investigación. (Gómez, 2006)

En el caso del presente estudio la muestra fue seleccionada de forma no probabilística y por conveniencia, y de acuerdo a la ubicación de los proyectos tomados como muestra, Espartillar y Baitoa.

Esta decisión se realizó de acuerdo a la convicción de los autores y a la necesidad de tomar muestras que se encuentren en área de estudio.

4.1.4 Técnicas de investigación

En lo que recomienda (Hernández Sampieri, Metodología de la Investigación, 2014) como técnicas de investigación se sugieren, las fuentes de consulta para la resolución de problemas. Conviene visitar con frecuencia las bibliotecas y consultar los libros e índices disponibles hasta familiarizarse por completo con las fuentes existentes, tales como libros de consulta, enciclopedias, diccionarios, anuarios y guías que puedan ayudarlo; publicaciones periódicas; folletos, periódicos, guías de publicaciones, sitios web, etc.

Para recolectar la información se identificaron fuentes bibliográficas relacionadas con el tema en cuestión, publicaciones de periódicos, sitios web, guías de publicaciones, también se realizaron entrevistas, visitas a las zonas de los proyectos, informaciones suministradas por la guía PMBOK. También, se usaron los manuales de planificación y optimización de proyectos suministrados por el Ing. Víctor Beras.

4.1.5 Instrumentos de la investigación

Los instrumentos de la investigación se refieren a las herramientas utilizadas por el investigador, específicamente diseñado, construido y a menudo refinado a través del método de prueba y error para recolectar información que va a servir para facilitar la resolución del problema de la investigación.

Briones, (1996), indica que la entrevista viene a ser una conversación entre un investigador y una persona que responde una serie de preguntas, las cuales, están orientadas a obtener la información exigida por los objetivos específicos de un estudio. Es importante manifestar, que la entrevista puede ser: formal, en las que respuestas se obtienen de manera estructurada; o informal en la que no existe una estructuración sistemática de las preguntas.

En el caso del estudio desarrollado se emplearon cuestionarios pre elaborados para la entrevista como instrumento para obtención de información relacionada con la planificación de los proyectos, también se empleará la observación en campo del estado de los proyectos de sistemas de riego seleccionados, además de la encuesta como herramienta de levantamiento de información.

El cuestionario de seis preguntas, las mismas son orientadas a conocer el estado de la planificación y control de los proyectos agrícolas en las instituciones a las que pertenecen los involucrados, para conocer el interés de estos en la elaboración de un manual que ayude a viabilizar y agilizar la planificación y control de la instalación de sistemas de riego por goteo.

La encuesta también ha sido elaborada a fin de conocer la viabilidad del desarrollo del manual de planificación y control para la instalación de sistemas de riego por goteo en proyectos agrícolas.

4.1.6 Procedimientos de recolección de datos

El procedimiento de recolección de datos según (Hernández Sampieri, Metodología de la Investigación, 2014) desde el punto de vista cualitativo se obtienen en los ambientes naturales y cotidianos de los participantes o unidades de análisis.

El procedimiento consistirá en realizar entrevistas con algunos de los involucrados en la planificación de los sistemas de riego seleccionados para la investigación, también se entrevistará a representantes de instituciones que han tenido éxito en la planificación de sistemas de riego en el país y la región.

Impartir un formulario de encuesta a los involucrados con preguntas relacionadas con la planificación y control en la instalación de sistemas de riego.

Capítulo 5. Resultados.

5.1 Presentación de los resultados

El presente estudio se basó en la entrevista en campo, encuestas y visitas a las instituciones agrícolas involucradas en estos proyectos, que fueron concebidos para mitigar los daños de la crecida del Lago Enriquillo y sus repercusiones en la agricultura y la ganadería.

Resumen de entrevistas (ver Anexo E, para entrevistas completas) en las instituciones agrícolas visitadas:

Ministerio de Agricultura.

Noviembre 2015

Se entrevistó al vice ministro de planificación, el cual explicó que no había una planificación establecida para la instalación de proyecto agrícolas y que la planificación que había en la institución era para cumplir la estrategia nacional de desarrollo y no para la planificación interna de los departamentos y/o proyectos.

Diciembre 2015

Se acudió a la oficina encargado de compras y contrataciones para entrevistar al encargado de este departamento el Ingeniero agrónomo Alfonso Valenzuela, él informó de los planes del sector agrícola, pero basados en la estrategia nacional de desarrollo. Además, se definió investigaciones previas para la elaboración de términos de referencia ya que para esto hay una planificación previa en la preparación de dichos términos e informó que generalmente llaman a empresas agrícolas a que hagan ofertas de tecnología agrícola y de allí toman parte de los términos de referencia

Instituto Agrario Dominicano

Diciembre 2015

Se entrevistó a la encargada de planificación licenciada Damaris Ramírez con el fin de que suministrara un manual de planificación de ejecución y control de obras, la Lic. Ramírez informó que la institución no consta de planes para la ejecución de proyectos y que el control de los proyectos estaba en manos de inspectores regionales. Se indagó de la preparación académica de estos inspectores e informó que en su mayoría eran técnicos agrícolas.

Proyectos del Banco Interamericano de Desarrollo (BID)

Febrero 2016

Se decidió investigar en el sector sobre cuales de las instituciones nacionales o internacionales habían tenido mejores resultados en sus proyectos agrícolas por lo que encontramos el Proyecto de Apoyo a la Transición Competitiva Agroalimentaria (PATCA) modelo del Banco Interamericano De Desarrollo (BID) para América Latina, pudimos entrevistarnos con la directora de la institución Lic. Argentina Betances la cual nos explicó la planificación con la que su oficina había logrado resultados no solo en la región Sur sino en todo el país con una planificación ajustada a sus necesidades. La licenciada sugirió la revisión de los documentos PT PATCA I (ver anexo B) y PT PATCA II (ver anexo C) y Manual de usuario PATCA II (ver anexo D).

Discusión

Se pudo interpolar que la planificación en los procesos es la causa principal de fracaso en la selección de la tecnología agrícola cabe destacar que la falta de estudios básicos y la elaboración de un diagnóstico de estos estudios produce errores en la selección de los sistemas de riego en perjuicio del estado dominicano.

La carencia de lo modelos de planificación y control para la instalación de sistemas de riego en general produjeron grandes desaciertos en la zona ocasionando estancamiento económico, en zonas que ya por consecuencia de la crecida del lago venían arrastrando problemas para el desarrollo agrícola regional.

La implementación de herramientas que estandaricen la selección y seguimientos para la instalación de tecnología agrícola es un necesidad urgente en un sector que aparentemente trabaja unido pero que al final, se apreció que cada institución tiene una misión diferente con los recursos que recibe; marginando a los usuarios finales de estos apoyos que brinda el estado dominicano, de allí, la necesidad de desarrollar un manual básico que garantice la selección, funcionamiento y seguimiento de estos proyectos, tomando como modelo herramientas utilizados por instituciones como el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) utilizadas en el Proyecto de Apoyo a la Transición Competitiva Agroalimentaria (PATCA), además de las herramientas de planificación y control existente.

Ninguna de las instituciones que instrumentaron estos proyectos realizaron todos los estudios básicos que requiere un proyecto de esta envergadura, por ejemplo el Instituto Agrario Dominicano (IAD) licitó para el proyecto Espatillar, y como se hace constar en sus términos de referencia, un sistema de riego por goteo, sin embargo la obra fue concedida a una empresa que ofertó un sistema de riego por pívot central. Se desconocen las razones, pero si una

consecuencia, tres años después hay un informe del (Instituto Agrario Dominicano, 2017), que detalla que se requiere convertir este sistema de riego por pivot central a sistema de riego por goteo, debido a que las fuentes hidrográficas cercanas no contaban con el caudal suficiente para proveer a dicho sistema de agua.

Se puede inferir dos cosas, primero que no había un estudio previo para la selección de tecnología, porque de ser así este proyecto no hubiera pasado de la oferta inicial en la licitación y segundo, el personal a cargo de la evaluación de la licitación no tenía la ningún documento que les permitiera evaluar esos proyectos.

También se realizaron encuestas aleatorias de forma no probabilística y por conveniencia en las instituciones involucradas y en la visita realizada a la provincia Independencia, se puede ver en el Anexo G el formulario de dicha encuesta, en total se levantaron cincuenta (50) encuestas, a miembros del Instituto Agrario Dominicano (IAD), del Fondo Especial Para El Desarrollo Agropecuario, (FEDA), del Ministerio de Agricultura y algunos ingenieros encontrados en las zonas de desarrollo de los proyectos, el detalle de cómo fueron levantadas estas encuestas y la estratigrafía lo presenta el grafico de pastel del Anexo I.

El análisis de la recolección de los datos arroja lo siguiente:

Se pudo identificar que la gran mayoría de los encuestados, un 96 % considera necesario que se planifiquen las obras de instalación de sistemas de riego, identificándose como muy de acuerdo o de acuerdo a la planificación. (Ver anexo I)

En las encuestas se encontró que la mayoría al momento de realizadas las mismas no conocía algún plan o manual para la instalación de sistemas de riego. Este dato es preocupante para los autores pues refleja como los involucrados perciben la planificación.

El 98 % de los encuestados consideró factible el desarrollo de un manual para la instalación de sistemas de riego en su institución, esta información revela que sería acogida la propuesta de manual elaborada por los autores, ya que los involucrados en el sector están ávidos de un sistema estándar para la planificación y control en la instalación de sistemas de riego.

Un 84 % de los encuestados indico que utilizaría un manual para la instalación de sistemas de riego, el 16 % que no estuvo de acuerdo los autores tienen la percepción que es la naturaleza de los seres humanos a resistirse al cambio o salir de su zona de confort.

Un 70 % de los encuestados no participaría en la elaboración de un manual o guía para la instalación de sistemas de riego, solo el 30 % estaría dispuesto, según podemos ver en el Anexo I, esto nos indica que existe resistencia a la hora de solicitar apoyo para participar en la elaboración de un manual para la planificación y control en la instalación de sistemas de riego, se puede inducir que los involucrados prefieren que el manual les sea suministrado y no participar de la elaboración del mismo. Esta respuesta preocupa, ya que para que cualquier instrumento

funcione mejor y responda a las necesidades concretas de todos los involucrados requiere de la participación de todos.

Luego de analizar la información obtenida mediante entrevistas y encuestas, los autores consideraron necesario proponer una guía para la planificación y control en la instalación de sistemas de riego, debido a las carencias y al sentir de los involucrados, con el propósito de servir de modelo y sujeto a cualquier mejora que se considere necesaria.

En el anexo J se detalla la propuesta de guía, indicando los aspectos a tomar en cuenta para la planificación de y control siguiendo la metodología PMBOK.

En el anexo K se sugiere la estética del documento elaborado para que cada fase de la guía esté definida por este formato.

Conclusiones

Con la presente investigación se pudo determinar que las autoridades que dirigieron el sistema agrícola en el periodo del estudio estaba muy segregado no disponía de un plan que dirigiera los esfuerzos y recursos de manera adecuada en la instalación de sistemas de riego por goteo. En este periodo solo se pudo palpar que las únicas organizaciones y entidades que disponían de un plan para la instalación de sistemas de riego eran las organizaciones internacionales como la Organización de las Naciones Unidas Para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

En el estudio realizado resalto la carencia de una guía o manual que haya servido de modelo para la ejecución de proyectos agrícolas, esto reflejó que un 96 % de los técnicos e ingenieros que ejecutaron obras consideraron necesario que se planifiquen las obras de instalación de sistemas de riego, por lo que se creó la misma que podemos ver en el anexo K, como un punto de partida y respondiendo al objetivo principal de la investigación.

En trabajo de campo se pudo verificar que el 60 % del personal técnico que ejecutaba los proyectos en la provincia Independencia desconocían la existencia de algún plan o manual para la instalación de sistemas de riego por goteo propia de su institución, por lo que se pudo cumplir con el objetivo específico 1, que buscaba identificar los problemas existentes en la planificación de sistemas de riego por goteo, por otra parte un 70 % de los encuestados vio favorable participar en la elaboración de un manual para la instalación de sistemas de riego por goteo y un 84 % implementaría el mismo si estuviese elaborado.

Con la guía propuesta pudo preverse los errores que se cometieron en estos proyectos, como se identificó en el caso del proyecto Espartillar, cumpliendo así con el objetivo específico 2, que buscaba conocer el estado de los proyectos realizados en los últimos 5 años, en Espartillar se pudo identificar que desde los estudios básicos de investigación y por la mala selección de las fuentes hídricas, el proyecto tuvo que ser reconvertido a sistema a riego por goteo, esto pudo evitarse con la aplicación del documento propuesto en este trabajo.

En cuanto al objetivo específico 3, que buscaba desarrollar una guía para la planificación y control aplicados a los sistemas de riego por goteo, se realizó un punto de partida que debe mejorarse, ya que regularmente para elaborar estos documentos se requiere de un personal multidisciplinario, el cual requiere de una inversión cuantiosa de recursos económicos, que generalmente son aportados por una entidad gubernamental interesada o un órgano regulador, no obstante al aplicar la metodología PMBOK en este tipo de proyectos sociales se pudo observar que la misma es aplicable a cualquier proyecto.

Recomendaciones

- Crear un plan nacional de desarrollo agrícola a largo plazo definiendo que involucren a todos los sectores, comprometiéndolos a que estos planes perduren a través del tiempo y que los planes de gobierno estén alineados a estos fines para así aprovechar los recursos agrícolas disponibles en esta gran nación llena de riquezas naturales teniendo en cuenta el cuidado medioambiental.
- Poner en práctica una estrategia común y no solo responder a demandas de las comunidades.
- Mejorar la propuesta de guía elaborada en este trabajo, a fin de refinar los posibles errores y aplicar la metodología PMBOK a los proyectos sociales.
- Utilizar un modelo de planificación, seguimiento y control para los proyectos de instalación de sistemas de riego que sea común a todas las instituciones que interactúan con el sector.
- Definir la política del agua del país, ya que la Ley sobre Dominio de Aguas Terrestres y Distribución de las Aguas Públicas, No. 5852, data de 1962, siendo obsoleta para el contexto actual de la República Dominicana.
- Elaborar un documento que puede ser homologado no solo a proyectos agrícolas sino que puede ser aplicado a cualquier proyecto no importa su índole.
- Profundizar en las investigaciones, se debe continuar con el refinamiento del documento propuesto, a fin de que el mismo pueda ser adaptado y mejor empleado para el beneficio del país y las comunidades donde se decida utilizar.
- Estrechar lazos con organizaciones internacionales que pueden y quieren aportar sus experiencias en sector alimentario.

- Proveer de capacitación permanente en las aplicaciones de nuevas tecnologías agrícolas.
- Buscar mercados internacionales de exportación para aprovechar los puertos de las zonas de la provincia Independencia y dinamizar la economía.
- Crear instituciones de capacitación técnica agrícola ya que la zona no cuenta con este tipo de instituciones.
- Crear una base de datos de fuentes hídricas aprovechables para riego disponibles en cada región.

Referencia bibliográfica

- AACE Chile. (4 de Mayo de 2016). *AACE Chile*. Obtenido de <http://aace.cl/acerca-de-aace/>
- Alarcón, A. (2000). *Tecnología para cultivos de alto rendimiento*. España: Novedades Agrícolas, 2000.
- Allen, R. J. (1989). Operational estimates of reference evapotranspiration. Roma: FAO.
- Allen, R. P. (1999). *Crop Water Requirements*. Roma: FAO.
- Allen, R., Pereira, L., Raes, D., & Smith, M. (1998). *Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements - FAO Irrigation and drainage paper 56*. Roma: FAO.
- Amendola, L. (2009). Dirección y Gestión de Proyectos. Desarrolla tus competencias en Project Management. En L. Amendola.
- Archivo TRAGSA, E. M. (01 de Agosto de 2017). *mapama.gob.es*. Obtenido de <http://www.mapama.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/plataforma-de-conocimiento-para-el-medio-rural-y-pesquero/observatorio-de-tecnologias-probadas/material-de-riego/aspersion.aspx>
- Ballater, A. (2010). *La Gestió de Projectes*. España: UOC.
- Bennett, L. (1977). *Critical Path Precedence Networks: a handbook on activity-on-node networking for the construction industry*. New York: Van Nostrand Reinhold Co.
- Beras, V. (2014). Gerencia de Proyectos: Planificación y Control. En V. Beras. Santo Domingo: No Publicado.
- Briones, G. (1996). *Metodología de la investigación cuantitativa en las ciencias sociales*. Bogotá: Insitute Colombiano para el Fomento de la Educación Superior (ICFES).
- Buxens, J. (Octubre de 1979). Descripción del sistema de riego por goteo: Componentes. *Xoba*, 81-83.
- Congreso de la República Dominicana. (1962). Ley del Agua. *Ley No. 5852*. Santo Domingo.
- Congreso de la República Dominicana. (1965). Ley No. 6-65. Santo Domingo.

- Desconocido. (2017). *eoi*. Obtenido de <http://www.eoi.es/blogs/carolinamarianelagiannoni/2012/12/07/proyecto-adquisicion-del-sistema-riego-por-goteo-por-la-empresa-esparragos-del-peru-sac/>
- Dupont ; Remington Rand. (1957). *Critical Path Method*.
- EFE Futuro. (8 de Mayo de 2014). *Hallan un sistema de riego de 4.000 años de antigüedad en China*. Obtenido de <http://www.efefuturo.com/noticia/hallan-un-sistema-de-riego-de-4-000-anos-de-antiguedad-en-china/>
- Enciclopedia Financiera. (16 de Abril de 2016). *Enciclopedia Financiera*. Obtenido de <http://www.encyclopediainanciera.com/habilidades-directivas/historia-de-la-gestion-de-proyectos.htm>
- Eurosur. (14 de Junio de 2015). *Eurosur.org*. Obtenido de http://www.eurosur.org/medio_ambiente/bif60.htm
- Facultad de Agronomía USAC. (30 de Agosto de 2013). *fausac*. Obtenido de http://fausac.usac.edu.gt/GPublica/index.php/Dise%C3%B1o_de_un_sistema_de_riegos
- FAO. (2000). *Aquastats (Dominican Republic: Country Profile)*. Roma.
- FAO. (2001). Conferencia de las Naciones Unidas sobre los países menos adelantados. Bruselas: FAO Digital (<http://www.fao.org/docrep/003/Y0491S/y0491s01.htm>). Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/003/Y0491S/y0491s01.htm>
- FAO. (2006). *Manual Evapotranspiración del cultivo Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos*. Roma: FAO.
- FAO. (2008). *Lessons from the Dominican Experience in Irrigation Management Transfer*. Roma.
- Figuerola, N. (2015). *Técnicas para recuperar un Cronograma atrasado*. Obtenido de PMQ LinkedIn: <https://pmqlinkedin.wordpress.com/about/tecnicas-para-recuperar-un-cronograma-atrasado/>
- Galindo, R. (3 de Julio de 2016). *Slideshare*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/camilosal/riego-x-aspersion>
- Gómez Arias, R. (2009). *Manual de Gestion de Proyectos*. Medellin: Universidad Antioquia.
- Gómez, M. (2006). *Introducción a la metodología de la investigación científica*. Cordoba: Editorial Brujas.

- Habitissimo. (2017). *habitissimo*. Obtenido de <https://www.habitissimo.es/presupuestos/aspersores>
- Hart, W., Collins, H., Woodward, G., & Humpherys, A. (1980). *Design and operation of gravity or surface systems*. Michigan.
- Hart, W.; Collins, H.; Woodward, G.; Humpherys, A. (1980). *Design and operation of gravity or surface systems*. Michigan.
- Hernández Sampieri. (2014). *Metodología de la Investigación*. Mexico: McGraw Hill.
- Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología de la Investigación*. Mexico: McGraw Hill.
- Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología de la Investigación*. En *Metodología de la Investigación* (págs. 158-162). Mexico: McGraw Hill.
- IDIS. (3 de Julio de 2017). Obtenido de <http://www.idiscompany.com/evolucion-de-los-sistemas-de-riego/>
- Instituto Agrario Dominicano. (2017). *Conversión de Sistemas de Riego de pivote a riego por goteo para 3,000 Ha en Duvergé*. Santo Domingo.
- IPMA. (4 de Abril de 2017). *IPMA World*. Obtenido de <http://www.ipma.world/about/ipma-history/>
- Jensen, M. (1990). *Design and Operation of Farm Irrigation Systems*. Michigan: ASAE, St. Joseph.
- John Deere. (2017). *deere.com*. Obtenido de https://www.deere.com/en_US/parts/parts_by_industry/ag/technozzleggy/technozzleggy.page
- Keller, J., & Bliesner, R. (1990). *Sprinkle and Trickle Irrigation*. New York: Van Nostrand Reinhold.
- López Valera, P. (2007). *Planificación, programación y control de proyectos mediante técnicas de camino crítico*. En S. Iglesias Baniela, *Planificación, Programación y Control de Proyectos*. Santiago de Compostela. Perú: Andavira Editora.
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2012). *Zonas de Vida de República Dominicana*. Santo Domingo.
- Monteith, J. (1965). En *Evaporation and Environment, 19th Symposia of the Society for Experimental Biology* (págs. 205-234). Cambridge: University Press Cambridge.

- Montero, G. (16 de Mayo de 2012). *Ideas Sencillas* . Obtenido de <http://www.ideassencillas.com/2012/05/la-historia-de-la-gestion-de-proyectos.html>
- Naturales, M. d. (Abril de 2016). *Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales*. Obtenido de <http://www.ambiente.gob.do/ambienterd/informacion-ambiental/cuencas/ozama/#1456240164717-0212e263-ff78>
- Oficina de Proyectos Especiales de la Marina de Guerra del Departamento de Defensa de los Estados Unidos. (1957). *Metodo PERT*.
- Oficina Nacional de Estadística. (2012). *IX Censo Nacional de Población y Vivienda*. Santo Domingo: ONE.
- Organizacion Mundial de la Salud*. (Agosto de 2016). Obtenido de http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/guidelines/es/
- Pereira, L. S. (1999). *CIGR Handbook of Agricultural Engineering, Vol I: Land and Water Engineering*. Holanda: Wageningen Agricultural University.
- PMI. (2013). *Guía de los fundamentos para la dirección: Guía PMBOK 5ta Edicion*. Estados Unidos: Project Management Institute.
- PMI, MÉXICO. (13 de Febrero de 2017). *pmichapters-mexico*. Obtenido de [http://www.pmichapters-mexico.org/pmi/detalle-de-contenido?es,0,PAG;CONC;7;8;D;677439289;2;PAG;,"](http://www.pmichapters-mexico.org/pmi/detalle-de-contenido?es,0,PAG;CONC;7;8;D;677439289;2;PAG;,)
- Rachman, D. (1997). *Introducción a los Negocios Enfoque Mexicano*. Mexico: Mc Graw Hill.
- Reynolds. (1995). *Low-head bubbler irrigation systems. Part I: Design*. Agric. Water Manag.
- Ro-Drip. (2014). <http://rivulis.com>. Obtenido de <http://rivulis.com/productos/drip-tapes/ro-drip-drip-tape/?lang=es>
- Rouse, M. (Septiembre de 2015). *TechTarget*. Obtenido de <http://searchdatacenter.techtarget.com/es/definicion/Gestion-de-proyectos-definicion>
- Salas, X. (Agosto de 2015). *Global School of Project Management*. Obtenido de <http://www.ucigspm.com/es/la-tecnica-de-compresion/>
- Sánchez, T. (18 de Enero de 2012). *El proyecto del Espartillar de Duvergé no resuelve el problema de los ganderos ya que no es apto*. *El Nacional*.
- Santos, L. (2010). *El riego y sus tecnologías*. España: Universidad de Castilla - La Mancha.

- Sanz, R. (2017). *Actividades del Grupo de Proceso de Inicio*. Obtenido de <http://www.uv-mdap.com/blog/cuales-son-las-actividades-del-grupo-de-procesos-de-inicio-del-pmbok/>
- Sanz, R. (29 de Julio de 2017). *MDAP*. Obtenido de <http://www.uv-mdap.com/blog/cuales-son-las-actividades-del-grupo-de-procesos-de-inicio-del-pmbok/>
- Schroeder, R. (1995). *Administración de operaciones: toma de decisiones en la función de operaciones*. McGraw-Hill.
- Senninger. (2017). *irrigacao e jardim*. Obtenido de <http://www.ecoirrigacaoejardim.com.br/produtos/detalhe/aspersor-de-impacto-senninger-2023-hs-3-4-304-a-904-l-h-diametro-253m>
- Sevilla, U. d. (8 de Mayo de 2016). *Open Course Ware US*. Obtenido de http://ocwus.us.es/ingenieria-agroforestal/hidraulica-y-riegos/temario/Tema%209.%20Riego%20por%20asersion/page_04.htm
- Threadgill, E. D., Eisenhauer, D. E., & Young, J. R. (1990). *Management of Farm Irrigation Systems*. Michigan: ASAE, St. Joseph.
- Traxco. (10 de Octubre de 2010). *traxco.es*. Obtenido de <https://www.traxco.es/blog/noticias-agricolas/historia-ancestral-del-riego>
- Universidad de Sevilla. (8 de Mayo de 2016). *Open Course Ware US*. Obtenido de http://ocwus.us.es/ingenieria-agroforestal/hidraulica-y-riegos/temario/Tema%209.%20Riego%20por%20asersion/page_04.htm
- USAC, F. d. (30 de Agosto de 2013). *fausac*. Obtenido de http://fausac.usac.edu.gt/GPublica/index.php/Dise%C3%B1o_de_un_sistema_de_riegos

Anexos

Anexo A.

Conversión de sistema de riego de pivote central a riego por goteo para 3000 Ta.

INSTITUTO AGRARIO DOMINICANO (IAD)



**CONVERSION DE SISTEMA DE RIEGO DE
PIVOTE CENTRAL A RIEGO POR GOTEO
PARA 3000 Ta**

**Provincia Independencia, Municipio Duvergé,
Proyecto El Espartillar**

Elaborado por: Departamento de Ingeniería IAD

08/02/2017



PROYECTO:

Resumen Ejecutivo

Justificación

El Proyecto el Espartillar está comprendido en un área de 14,000 Ta, destinadas a la producción Agrícola y Ganadera del municipio de Duvergé.

Este proyecto es la solución y respuesta a necesidad de proveer zonas de producción a los desplazados por la inundación del lago Enriquillo y los diferentes fenómenos presentados en el país en la última década.

El Proyecto es viable desde el punto de vista técnico y económico; desde el punto de vista de la inversión requerida para la construcción, los costos del proyecto están cuantificado con base a los precios mercado, estos se mantendrán constantes a lo largo del periodo de ejecución del proyecto, que se ha planificado en tres (3) meses. Por otro lado, la proyección de ingresos a generarse con el proyecto está basada en el potencial productivo de la zona, de los productos directos, derivados de la comercialización de cárnicos, lácteos y de los precios vigentes de mercado.

Las infraestructuras propuestas producirán sustanciales y sostenibles beneficios económicos y sociales, entre ellos el mejoramiento de la calidad de vida de los beneficiarios directos y de la población en su conjunto.

Origen de la idea del Proyecto

En fecha 20/09/15 El Presidente Lic. Danilo Medina visita las organizaciones comunitarias de la comunidad de Boquerón del municipio las Charcas, Provincia Azua, entre ellas la Asociación Isla Verde de Agricultores, los cuales le solicitan al Presidente Lic. Danilo Medina Sánchez, la Construcción de una Granja para Crianza Ovino-Caprino. En respuesta a la solicitud de las organizaciones comunitarias se decidió llevar a cabo el Estudio de del Proyecto

Objetivo y Alcance

El Proyecto tiene como objetivo fundamental mejorar la calidad de vida de los beneficiarios directos y sus familias, así como de dinamizar la economía local.

Las actividades que conforman este proyecto comprenden toda labor constructiva de las infraestructuras requeridas mínimas para la sostenibilidad de Granjas de crianzas de Ovejos y Cabras.

Actividades a realizar:

La Construcción de una granja para crianza ovino-caprina incluye los aspectos siguientes:

- Perforación, Electrificación y Equipamiento de Dos (2) Pozos.
- Construcción de Cerca Perimetral y Puerta Peatonal.
- Construcción de Cuatro(4) Corrales
- Construcción de Oficina y Salón de Reuniones

Descripción de las actividades a realizar

- **Perforación, Electrificación y Equipamiento de Dos (2) Pozos.**

Consiste en la construcción de la infraestructura, que incluye el sistema de bombeo completo para abastecimiento de agua de consumo a los animales y de servicio humano.

- **Construcción de Cerca Perimetral y Puerta Peatonal.**

Estará conformada por nueve (9) cuerdas de alambre de púas, sujetadas a los postes con grapas, instaladas de la siguiente manera las primeras tres líneas separadas 20 cms, las tres próximas separadas a 25 cms y las tres siguientes o ultimas separadas 30 cms.

Los postes de madera de 2 ½", de origen bosque seco, provenientes de la zona estarán separados a 1.00 mt uno de otro, Las Madrinan estarán separadas 10.00 mts unas de otras y tendrán un diámetro mínimo de 4", tanto los parales como las madrinan tendrán un corte en su terminación de 45 grados y pintura amarillo tipo tráfico con franja de espesor de 15 cms.

La puerta de acceso será construida en tubería de hierro negro de 1 ½" con refuerzo de varillas corrugadas de 3/8" pintadas con pintura contra oxido y de tipo industrial.

- **Construcción de Cuatro(4) Corrales**

Esta actividad consiste en la conformación de cuatro (4) postreros de crianza con una superficie de 1,000 Ta cada uno, diagramado de forma tal que sea posible al pastoreo tabulado o rotativo.

Estos postreros y su conformación son la cerca perimetral que encerrara 4,000 Ta para mantener el ganado en áreas de manejo adecuado.

Dentro de cada postrero se construirá un corral con un área de 1 Ta con estructura semejante a la cerca de perímetro antes citada, cada postrero al igual que los corrales tendrán puertas de acceso tipo vaquero construidas por tablas con aldaba y bisagra rancheras.

Cada corral será provisto de un Aprisco construido en madera con un área de 240 mt² en total con piso de arena y grava y techados en aluzinc.

- **Construcción de Oficina y Salón de Reuniones**

Comprende la construcción de un espacio de 75 mt² que tendrá las siguientes características:

- a) Áreas administrativas del proyecto
- b) Baños y cocina fría

- c) Veterinaria y farmacia
- d) Deposito
- e) Salón de reuniones

Toda la estructura será en bloques de hormigón violinados en ambas caras, con piso de cemento pulido, puertas en polimetal y ventanas de aluminio salomónicas, el salón de reuniones será en salón multiuso abiertos sin paredes, la cubierta de techo será alizinc con estructura en madera.

Nota:

- a) En ningunos de los casos presentados se harán desmonte, ni nivelaciones de superficies, ni se procederá a descapote, todo será fundado sobre y bajo terreno natural.
- b) En el caso de hacer alguna intervención a la vegetación será desmalezamiento y se harán a mano con herramientas manuales.
- c) Las estructuras de corrales, cercas y apriscos serán removibles.

Anexo B.

PT PATCA I

(PDF ver en impresión)

Anexo C.
PT PATCA II



MINISTERIO DE AGRICULTURA
Oficina de Ejecución de
Proyectos (OEP)

PATCA II: "Programa de Apoyos a la
Innovación Tecnológica Agropecuaria"
PRÉSTAMO NO. 2443/OC-DR

**JORNADA DE TRABAJO
CON TÉCNICOS DISEÑO
RIEGO DE "PT-PATCA II"**

Santa Domingo - 19 Junio 2013



MINISTERIO DE AGRICULTURA

OEP - PATCA II
"Programa de Apoyos a la Innovación Tecnológica Agropecuaria"
PRÉSTAMO NO. 2443/OC-DR

Unificación de criterios y estandarización de los diseños agronómico e hidráulico para sistemas de riego goteo, aspersión y micro-aspersión requeridos por el "PATCA II"

Objetivo y Resultado: El principal objetivo de esta Sesión de Trabajo con todos los técnicos de los PT que realizan el diseño de los sistemas de riego a instalar a productores beneficiarios del PATCA II, es obtener al final de la sesión un Diseño Agronómico e Hidráulico más estandarizado acorde con las necesidades de los productores y del Programa.



TEMAS A TRATAR

1. Cada PT expondrá la Metodología empleada para sus diseños Agronómicos e Hidráulicos.
2. Se analizará cada una de estas Metodologías de diseño.
3. Se determinará, entre todos los participantes, la Metodología a utilizar, los datos básicos que tendrán que aparecer en cada diseño y que serán analizados por el Programa.



MEMORIA TÉCNICA

La memoria técnica es el documento o serie de documentos que fundamenta la solución adoptada, en su aspecto técnico, económico, social y ambiental; los estudios y los datos básicos que han servido para justificar y estructurar el proyecto de Riego.



ASPECTOS MÁS RELEVANTES DE LAS MEMORIAS

- ✓ **Resumen:** el proyecto ejecutivo debe incluir un resumen con las características básicas del sistema de riego, entre otras: la superficie beneficiada, el gasto disponible, el gasto de diseño, el tipo de sistema de riego y la inversión total.
- ✓ **Información básica:** caracterización del sitio (Micro-relieve), estadística del clima, tipo de suelo, **muestras de agua o información sobre las condiciones del contenido del agua en la zona, incluyendo a ser posible, el contenido bioquímico.** Vocación agroecológica de parcela para el cultivo, fuente de abastecimiento, y plano de la finca.



- ✓ **Pruebas y ensayo:** cuando el sistema de riego proyectado se conecta a la descarga de una o varias bombas existentes, es necesario realizar una prueba para determinar su funcionamiento real; esta prueba permite conocer las relaciones gasto-carga y gasto-eficiencia de cada equipo.



- ✓ **Diseño agronómico:** este proceso consiste en dimensionar la superficie máxima de cada unidad, así como su tiempo de riego a partir de la lámina de diseño, el gasto disponible y de diseño, el tiempo de operación, el gasto del emisor y otras variables.
- ✓ **Diseño de la red hidráulica:** esta etapa consiste en calcular, bajo un criterio de optimización, el diámetro de las tuberías regantes, distribuidoras y de conducción; así como la pérdida de energía de la red. El diseño de la red parcelaria debe considerar al menos dos criterios básicos: que las secciones operen con una uniformidad de emisión mayor a 90%, y que la velocidad en las tuberías de la red parcelaria no sea mayor de 2.0 m/s. La red de conducción se debe diseñar manteniendo un equilibrio entre la inversión inicial y el costo de operación por consumo de energía eléctrica, pues a mayor inversión inicial por aumento del diámetro de las tuberías, se presentará un menor costo por concepto de energía eléctrica y viceversa.



- ✓ **Diseño de la unidad de control general y equipo de bombeo:** en esta etapa se seleccionan los elementos de la unidad de bombeo de acuerdo con las necesidades de filtrado y de inyección del sistema de riego; la unidad de bombeo se selecciona para satisfacer la carga dinámica total necesaria para operar el sistema de riego, incluido el sistema de inyección de agroquímicos.
- ✓ **Diseño de la obra civil: (Si es necesario)** en esta etapa se diseña el cárcamo de bombeo y en algunos casos también la obra de toma, el canal de llamada, las instalaciones eléctricas, la caseta de controles, los atraques y otros elementos adicionales. El cárcamo de 1-5 Planeación de los sistemas de riego bombeo es la obra civil más importante, ya que es esencial para la correcta operación del sistema de impulsión; el cárcamo de bombeo y el resto de las obras se diseñan para satisfacer la demanda de agua del sistema de riego y las solicitudes a las que estarán expuestas.



- ✓ **Manual de Operaciones y Mantenimiento del Sistema:** la operación del sistema depende de los aspectos agronómico e hidráulico; cuando el proyecto ha integrado ambos aspectos, resultan unidades de riego con áreas de la misma magnitud, aunque tengan diferente forma. Este hecho simplifica la operación del sistema, pues se generan así tiempos de riego iguales, para todas las unidades de riego. Las reglas básicas de operación deben especificar el tiempo de riego necesario para satisfacer la demanda evapotranspirativa del cultivo en su etapa crítica. Además, según el tamaño de la unidad y el número de secciones de riego, se debe especificar claramente la ubicación de las secciones que pueden operar individual o simultáneamente.

En todas las etapas del diseño se deben incluir las variables y fórmulas que se hayan empleado durante el proceso de cálculo sistematizado en formatos que faciliten la revisión del proceso.



PLANOS CONSTRUCTIVOS

Los planos constructivos de conjunto y de detalle son una representación gráfica del sistema y deben ser los necesarios y suficientes para que pueda realizarse el proyecto sin dificultad, así como los planos de ensamble en obra, taller o gabinete. Los planos constructivos deben permitir, tanto a la empresa instaladora como al usuario, identificar las partes y las características básicas del sistema de riego.



- ✓ **Plano general:** el plano general de conjunto del sistema debe contener, al menos, las siguientes características: una escala que permita identificar fácilmente las partes del sistema, los símbolos de las tuberías, el catálogo de conceptos, la configuración del terreno, la planta con la ubicación de las unidades de control de las secciones de riego, el trazo de la red, las características hidráulicas del sistema, así como la operación básica de las unidades y secciones de riego, los atraques y silletas.
- ✓ **Plano de componentes:** El plano de componentes debe contener las especificaciones de los elementos de la unidad de: Bombeo y cabezal de riego, de los sistemas de filtrado, inyección de agroquímicos (fertiriego), control y seguridad; Arquillos con todos sus elementos.



Contenido del Diseño Agronómico e Hidráulico

Método de Riego Estandarizado



PRIMERA SECCIÓN

La primera consiste en el levantamiento de datos generales del productor y la parcela, lo que incluye: clima, levantamiento de la parcela, realización del plano, tipo del cultivo, tipo de suelo y fuente de agua. Para completar esta sección 1, se presenta el instrumento siguiente



Nº	Datos – Descripción	U/M	Si	No
1	Área que desea regar	m ²	X	
2	Cultivo que quiere regar		X	
3	Profundidad de raíces (Pr)	cm	X	
4	Tipo de suelo, textura		X	
5	Densidad Aparente		X	
6	Capacidad de Campo (CC)	%	X	
7	Punto Marchitez permanente (PMP)	%	X	
8	Caudal de la fuente, Q	L/s	X	
9	Evapotranspiración potencial máxima, ETo	mm/d	X	
10	Coefficiente de cultivo Kc		X	



N°	Datos - Descripción	U/M	Si	No
11	Porcentaje de Área bajo riego, PAR	%	X	
12	Eficiencia de riego, ef		X	
13	Intervalo de riego, Ir	días	X	
14	Distancia entre laterales, dl	m	X	
15	Distancia entre emisores, de	M	X	
16	Caudal del emisor, q	l/h	X	
17	Horas disponibles para riego	h	X	



SEGUNDA SECCIÓN

La segunda parte, se ocupa de estimar los requerimiento de riego, para ello se toman datos de climáticos, evapotranspiración referencial (E_{to}) y coeficiente de cultivo (K_c), así como los datos de suelo para establecer la lámina de riego y posteriormente definir lámina de riego neta y bruta, incluyendo además la intensidad de la aplicación (I_a), tamaño de sectores de riego y caudal del sector. Este último se compara con el caudal de la fuente para analizar la viabilidad del riego.



Nº	Datos – Descripción	U/M	Si	No
1	Evapotranspiración cultivo, Etc	mm	X	
2	Coefficiente de variación del emisor, cv	%	X	
3	Lámina Neta de riego, Ln	mm	X	
4	Lámina Bruta de riego, Lb	mm	X	
5	Tiempo riego aplicar lámina neta, TLn	h	X	
6	Tiempo de riego, T	h	X	
7	Número total de sectores		X	
8	Número de sectores a regar		X	
9	Área del sector riego	m2	X	
10	Caudales por Sector, Qs	m3/h	X	
11	Caudal del proyecto, Q	m3/h	X	



TERCERA SECCIÓN

Finalmente una tercera parte que consiste en el diseño hidráulico del sistema de riego por goteo.



El diseño del lateral de riego

Una vez medida su longitud (en base al plano previamente levantado) y seccionada la cinta de goteo (16mm) o manguera PE (16mm), se usa las características técnicas que proveen los fabricantes de las cintas de goteo o goteros tipo botón, con el dato de caudal y longitud del lateral se determina la pérdida de carga. También en el manual de la cinta o del gotero, se encuentra la presión de operación del emisor. La pérdida de carga en el lateral debe ser menor o igual al 11% de la presión de operación, si esto no se cumple, debe reducirse la longitud del lateral y repetir el paso anterior.



El diseño de la tubería de distribución

En el diseño de la tubería de distribución de PVC o PE, una vez conocida la longitud (en base al plano) y el caudal del proyecto (sección 2 requerimientos de riego) el cual se divide entre 2, dado que el caudal del proyecto servirá para alimentar 2 líneas de tuberías de distribución que abastecen a 2 bloques de laterales en un solo turno de riego.



Para estimar el diámetro de la tubería se usa la pérdida de carga (hd) permisible, que es 9% de la presión de operación de la cinta, valor que se divide entre la longitud y después entre el factor Chistianssen, obteniendo así el valor de pérdida de carga por metro (J). El valor Chistianssen se determina por el número de cintas (laterales) que se conectan al tubo de distribución y material de la tubería, cuyo valor para PVC es 180 y para PE es 170.



Después, se busca el caudal (m^3/h) que pasará por la tubería, en la tabla No3 se ubica el valor más aproximado del caudal deseado y a la derecha se busca la pérdida de carga más próxima al valor (J) establecido anteriormente. Una vez ubicados ambos valores en la tabla No 3, se busca verticalmente el diámetro que corresponde, de esta manera obtenemos el diámetro de la tubería.

La suma de la pérdida de carga de la tubería de distribución (encontrada) y la pérdida de carga en el lateral, debe ser menor o igual al 20% de presión de operación del emisor.



El diseño de la tubería de conducción

Para el diseño de la tubería de conducción de PVC, se toma en cuenta la longitud (plano previamente levantado) y el caudal del proyecto, luego se toma como criterio una velocidad mínima y máxima permisible entre 0.5 m/s y 2.0 m/s. De este modo obtenemos el diámetro de la tubería.



Finalmente se suman las pérdidas de carga de laterales más las pérdidas de carga de la tubería de distribución, luego se aplica el 77% a dicho resultado y después se suman las pérdidas de carga en la tubería de conducción, más la presión de operación, más las pérdidas de carga en el filtro y sistema de fertirriego, a este punto se le suma la diferencia de elevación entre el punto de bombeo y el punto inicial del área en cuestión. Estos últimos valores se obtienen del manual de la cinta, del filtro y del dispositivo para fertirriego. Con dicho resultado, que es la carga necesaria para el proyecto, se selecciona la motobomba, considerando su curva de desempeño H-Q.



De esa manera se concluye el diseño del sistema de riego por goteo, al cual se le añade una minuta de materiales a comprar.

A continuación se presentan los siete instrumentos de la sección tres, denominada diseño de tuberías, que se ocupa de estimar los diámetros de las tuberías: laterales, distribución, conducción, así como sus respectivas pérdidas de carga, también se incluye las pérdidas de carga del cabezal y accesorios como válvulas que utilizan en la red de riego.



Diseño de la tubería

1: General Laterales

N°	Datos – Descripción	U/M	Si	No
1	Área sector	m ²	X	
2	Caudal de diseño, Q	m ³ /h	X	
3	Caudal emisor, T _y	l/h	X	
4	Distancia entre emisores, de	m	X	
5	Distancia entre laterales, dl	m	X	
6	Longitud lateral	m	X	
7	Longitud Tubería distribución	m	X	
8	Número Emisores		X	
9	Número Laterales por sector		X	



Diseño de la tubería

2: Diseño del Lateral

N°	Datos – Descripción	U/M	Si	No
1	Presión de Operación, P_o	mca	X	
2	Diámetro Nominal	mm	X	
3	Dirección diseño			
5	Caudal del lateral, Q	m ³ /h		
6	Pérdida de Carga en el lateral, H_{fl}	mca		
8	Presión necesaria en el origen del lateral, H_{lo}	mca		



3: Diseño de la Tubería Distribución

N°	Datos – Descripción	U/M	Si	No
1	Criterio diseño tubería distribución		X	
2	Tipo de Material de tubería		X	
3	Caudal Tubería distribución	m ³ /h	X	
4	Estimación de J		X	
5	Diámetro de la tubería	mm	X	
6	Pérdida de carga en la tubería de distribución		X	
7	Pérdida de carga en la tubería de distribución tomado en cuenta las salidas de laterales		X	
8	Evaluación del Paso, cambio de diámetro tubería		X	
9	Presión en el origen de la tubería de distribución			



4: Tubería Conducción

N°	Datos – Descripción	U/M	Si	No
1	Tipo de Tubería		X	
2	Longitud tubería de conducción	m	X	
3	Criterio de diseño de la tubería de conducción	mca	X	
4	Pérdida de Carga unitaria(J)	J	X	
5	Diámetro interno de la tubería de conducción	mm	X	
6	Pérdida de Carga en tubería de conducción, H _{fc}	mca	X	
7	Evaluación del Paso, cambio de diámetro tubería			
8	Presión necesaria en la salida del cabezal H _{sc}			



5: Pérdidas en el Cabezal

N°	Datos – Descripción	U/M	Si	No
1	Pérdida de carga en el filtro	mca	X	
2	Perdida de carga en el dispositivo fertirriego	mca	X	
3	Pérdida de carga en la Válvula	mca	X	
4	Pérdida de carga en el cabezal	mca	X	
5	Presión necesaria en la entrada del cabezal	mca	X	



6: Altura manométrica total

Nº	Datos – Descripción	U/M	Si	No
1	Pérdida de carga unitaria (J) de la tubería de la bomba al cabezal		X	
2	Pérdida de carga desde la bomba al cabezal		X	
3	Altura manométrica total	mca	X	
4	Convertir a libras por pulgada cuadrada	PSI		
5	Convertir a Atmósfera	atm		



7. Selección de la bomba

Nº	Datos – Descripción	U/M	Si	No
1	Caudal de diseño, Q	m ³ /h	X	
2	Altura manométrica total (TDH)	mca	X	
3	Tipo de bomba (horizontal, vertical, sumergible...)		X	
4	Diámetro de succión	pul	X	
5	Diámetro de salida	pul	X	
6	Motor		X	
7	Potencia		X	

Parámetro a seguir PATCA II
1: 0.5 a 2.5 m/s

Anexo D.
Manual de usuario PATCA II

Anexo E
Entrevistas

Entrevista al Vice-ministro de Planificación Ministerio Agricultura

10 de noviembre 2015

PREGUNTA 1:

¿El Ministerio de agricultura consta de algún manual para la planificación y control de instalaciones de sistema de riego?

Respuesta 1:

El viceministerio de planificación tiene como tarea principal alinear la institución a la estrategia nacional de desarrollo y hasta ahora no hay ningún manual o herramienta para planificar la instalación de sistemas de riego.

Pregunta 2:

¿Cree usted que la construcción de un manual seria de utilidad para la institución?

Respuesta 2:

Creo que sí pero gestionándolo desde la parte de compras y contrataciones.

Entrevista al encargado de compras y contrataciones Ministerio de Agricultura

10 de noviembre 2015

PREGUNTA 1:

¿El Ministerio de agricultura consta de algún manual para la planificación y control de instalaciones de sistema de riego?

Respuesta 1:

El ministerio de agricultura tiene planes para cumplir con la estrategia nacional de desarrollo pero no para la instalación y compra de sistemas de riego.

Pregunta 2:

¿La institución tiene procedimientos ya sea de contrataciones o para la elaboración de términos de referencia algún manual o planeación para la instalación?

Respuesta 2:

No la institución no tiene planes de este tipo.

Pregunta 3:

¿Cómo toman los términos de referencia si ustedes no tienen las tecnologías agrícolas que están en el mercado?

Respuesta 3:

Llamamos a varias empresas para que coticen estos sistemas de riego y de allí creamos los términos de referencia.

Entrevista al encargado de planificación Instituto Agrario Dominicano (IAD)

Viernes 11 de diciembre

PREGUNTA 1:

¿Puede suministrarnos el manual de planificación y control para la instalación de sistemas de riego?

Respuesta 1:

No tenemos manual de planificación pero si tenemos quien controle los proyectos que son los inspectores regionales que velan por la calidad de los equipos y la instalación.

Pregunta 2:

¿Qué preparación académica tienen estos inspectores?

Respuesta 2:

Son técnicos agrícolas.

Entrevista a la directora del “Programa de Apoyos a la Innovación Tecnológica Agropecuaria” (PATCA).

Jueves 25 de febrero 2016

PREGUNTA 1:

¿Tienen algún manual de planeación y control para la instalación de tecnologías agrícolas?

Respuesta 1:

No tenemos un manual en sí, pero tenemos un lista de procedimientos o pasos a seguir que los ofertantes de estas tecnologías deben completar que son básicamente memorias de diseño y parámetros básicos de cálculo y de estudios previos.

Pregunta 2:

¿Podríamos tener acceso a esta información?

Respuesta 2:

Si se las puedo suministrar.

Pregunta 3:

¿Usted cree que sería factible crear un manual de planificación para la instalación de sistemas de riego?

Respuesta 3:

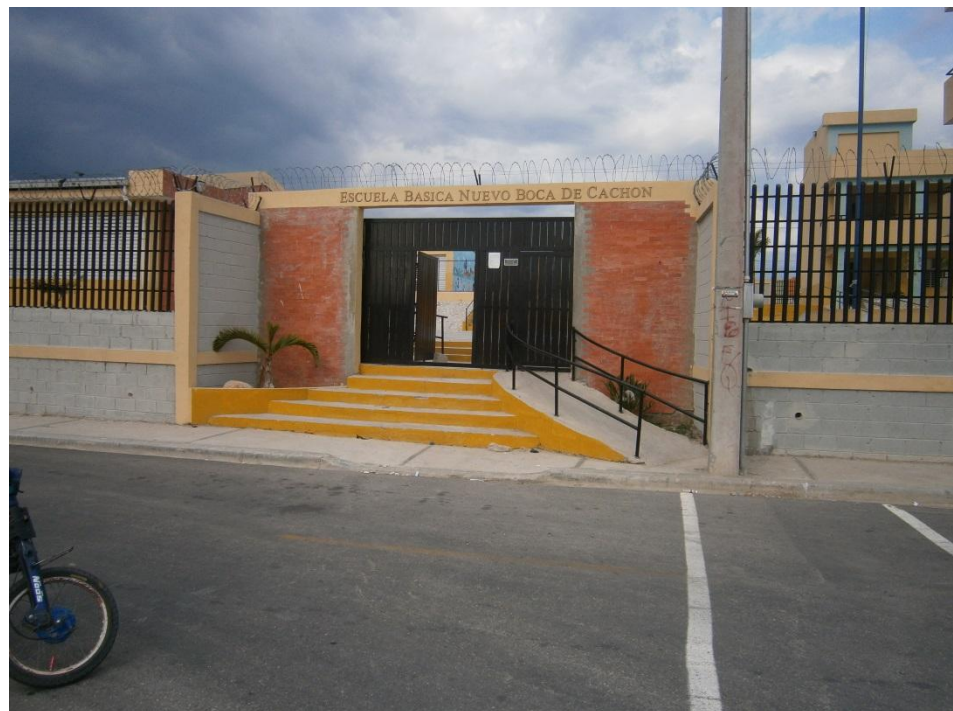
Toda herramienta que pueda garantizar la calidad y seguimiento de la instalación de sistemas de riego sería útil para poder dinamizar el sector.

Anexo F
Fotografías

Visita a Boca de Cachón



Mercedes, C. (2014). Escuela básica Boca de Cachón, (Fuente: Propia)



Mercedes, C. (2014). Escuela básica Boca de Cachón, (Fuente: Propia)

Visita al Lago Enriquillo



Mercedes, C. (2014). Crecida lago Enriquillo, (Fuente: Propia)



Mercedes, C. (2014). Crecida lago Enriqueillo, (Fuente: Propia)



Mercedes, C. (2014). Crecida lago Enriqueillo, (Fuente: Propia)



Mercedes, C. (2014). Crecida lago Enriqueillo, (Fuente: Propia)

Visita al Proyecto Baitoa



Mercedes, C. (2014). Proyecto Baitoa, (Fuente: Propia)



Mercedes, C. (2014). Proyecto Baitoa, (Fuente: Propia)

Anexo G
Formulario de las encuestas

ENCUESTA SOBRE PLANIFICACION Y CONTROL/ SISTEMAS DE RIEGO POR GOTEO (INVOLUCRADOS)

SECCION I - INFORMACION GENERAL

1. ¿A qué institución pertenece usted?
 - a. Fondo Especial Para El Desarrollo Agropecuario, (FEDA) _____
 - b. Instituto Agrario Dominicano _____
 - c. Ministerio Agricultura _____
 - d. Otro _____

SECCION II - PLANIFICACION DE INSTALACION SISTEMAS DE RIEGO

1. ¿Considera usted necesario que se planifiquen las obras de instalación de sistemas de riego?
 - a. Muy de acuerdo. _____
 - b. De acuerdo. _____
 - c. En desacuerdo. _____
2. ¿Conoce usted algún plan o manual para la instalación de sistemas de riego?
 - a. Sí. _____
 - b. No. _____
3. ¿Según su opinión, sería factible la implementación de un manual para la instalación de sistemas de riego en su institución?
 - a. Muy de acuerdo. _____
 - b. De acuerdo. _____
 - c. En desacuerdo. _____
4. ¿Utilizaría usted un manual para la instalación de sistemas de riego?
 - a. Muy de acuerdo. _____
 - b. De acuerdo. _____
 - c. En desacuerdo. _____
5. ¿Participaría usted en la elaboración de un manual para la planificación y control en la instalación de sistemas de riego?
 - a. Sí. _____
 - b. No. _____

Anexo H.

Gráficos con resultado de encuestas

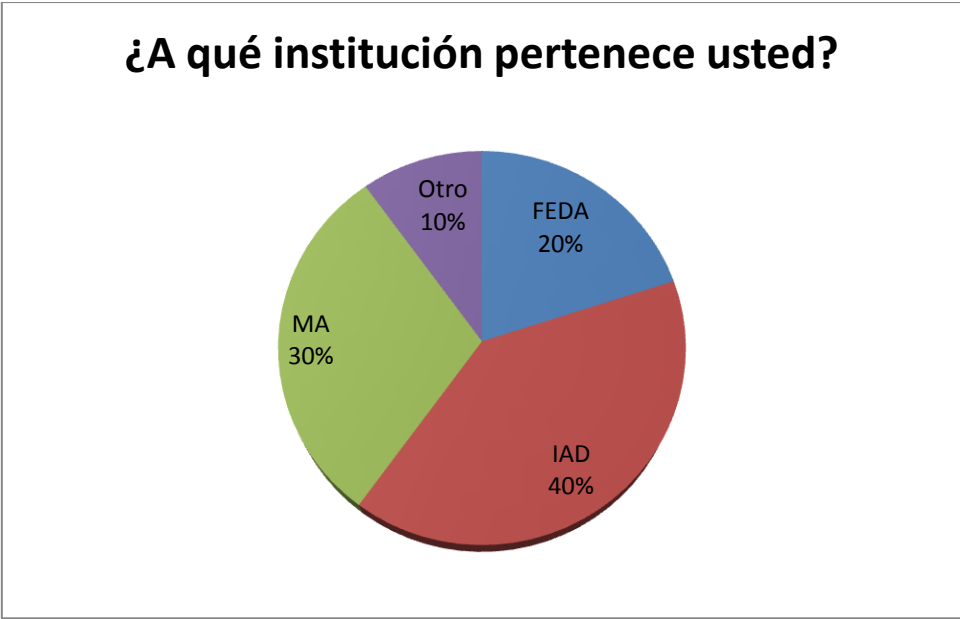


Figura 19. Institución a la que pertenecen los encuestados (Elaboración Propia)

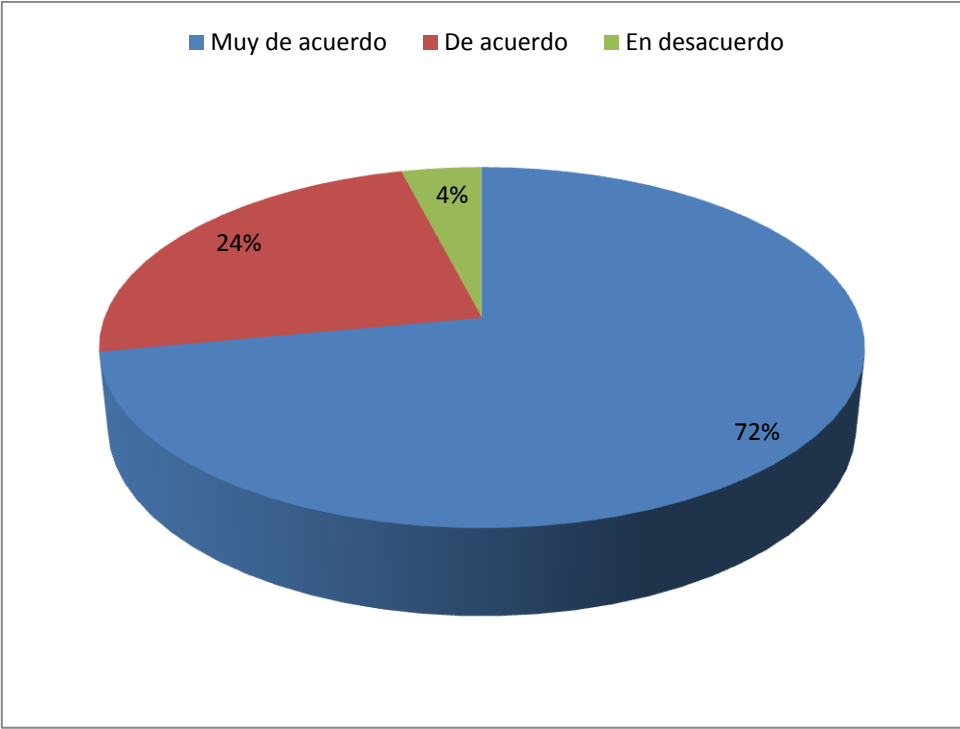


Figura 20. ¿Considera usted necesario que se planifiquen las obras de instalación de sistemas de riego? (Elaboración Propia)

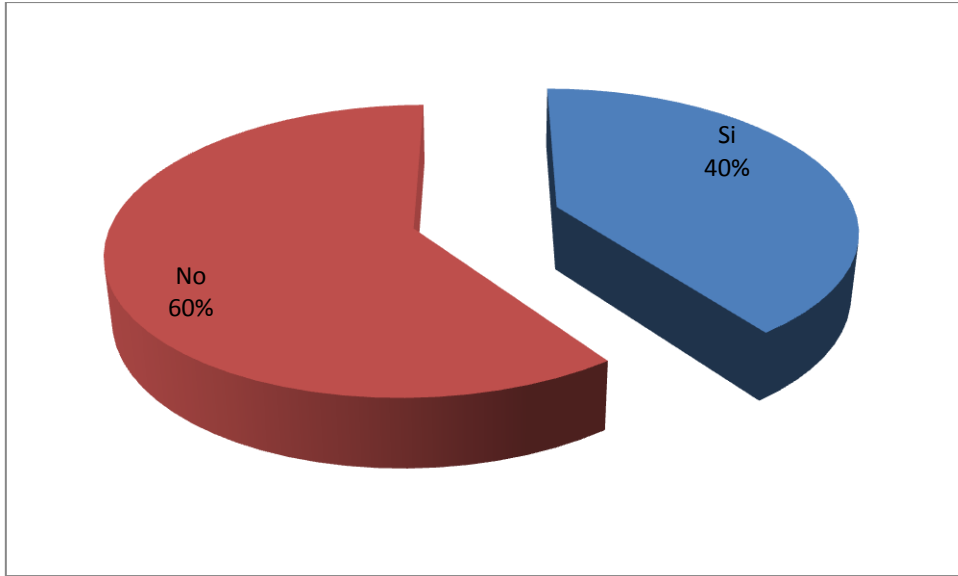


Figura 21. ¿Conoce usted algún plan o manual para la instalación de sistemas de riego? (Elaboración Propia)

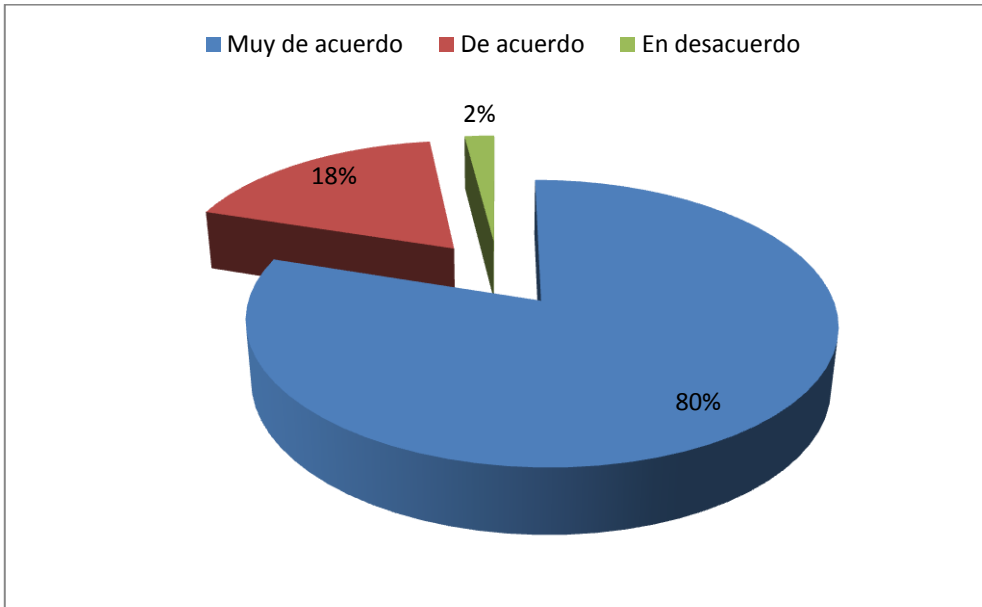


Figura 22. ¿Según su opinión, sería factible la implementación de un manual para la instalación de sistemas de riego en su institución? (Elaboración Propia)

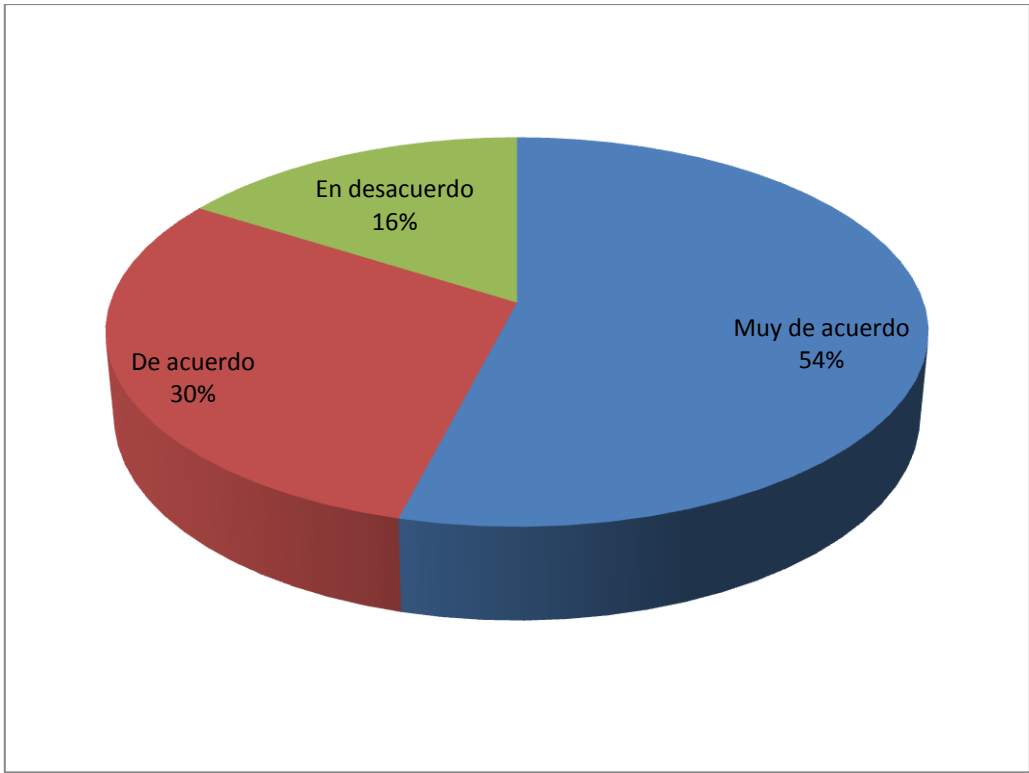


Figura 23. ¿Utilizaría usted un manual para la instalación de sistemas de riego?(Elaboración Propia)

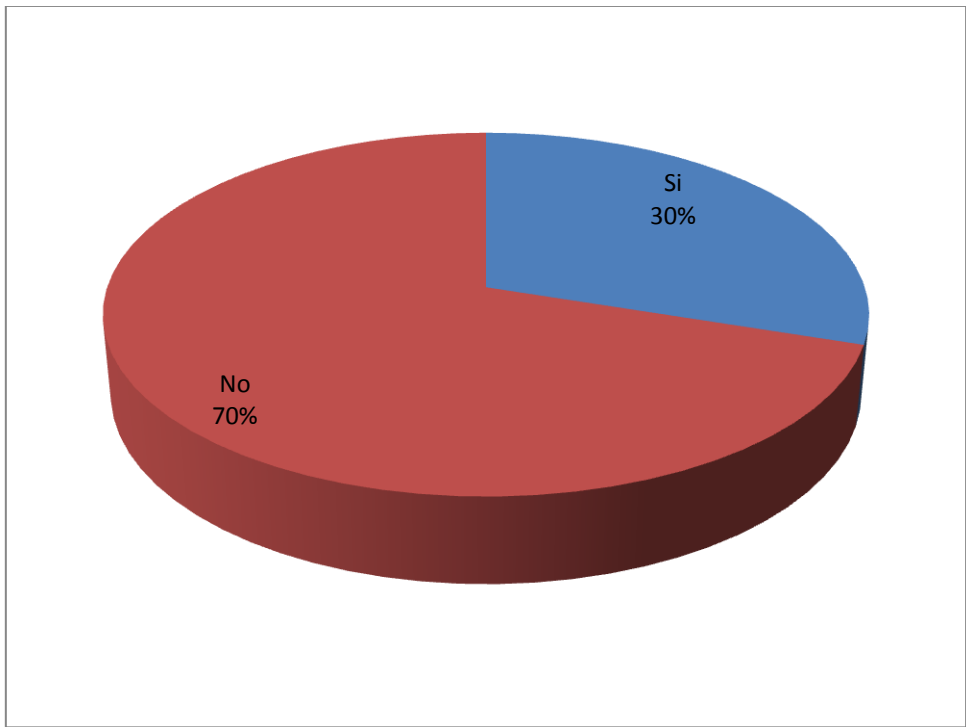


Figura 24 ¿Participaría usted en la elaboración de un manual para la instalación de sistemas de riego?(Elaboración Propia)

Anexo I

Propuesta de Guía para la elaboración de manual de la planificación y control para la instalación de sistemas de riego por goteo en proyectos agrícolas para la provincia independencia.

1.- Fase I –Estudios Básicos y Diagnóstico

1.1 Estudios básicos

Antes de seleccionar una tecnología agrícola debemos tomar en cuenta los estudios básicos, como los descritos a continuación.

a. Cartografía y topografía

Esto incide en la tecnología a seleccionar ya que la topografía define cuales tecnologías pueden ser aplicadas y cuáles no además de las obras auxiliares para corregir accidentes topográficos.

b. Climatología

El clima es fundamental ya que esto nos permite seleccionar los cultivos que podemos sembrar en los proyectos agrícolas no solo por la temperatura y humedad sino por la selección de cultivos resistentes a plagas.

c. Hidrología

La hidrología del lugar nos permite determinar posibles centros de abastecimiento de agua para los sistemas de riego, sabiendo determinar cuál es el más idóneo.

d. Geología

El tipo de terreno predominante tipo de corteza

1.2 Estudios medio socioeconómicos

a. Demografía

Estadísticas poblacionales de la zona

1.3 Organización social

Las organizaciones sociales como clúster y organizaciones agrícolas productivas permiten una mejor inclusión de productores a los proyectos agrícolas.

a. Tendencia agrícola imperante en la zona

Esto permite saber la cultura agrícola de la zona.

b. Actividades productivas mercadeo y comercialización.

Investigar producto tendrá vías de comercialización y mercadeo.

1.4 Infraestructura física

Tipos de infraestructura existente que se puede utilizar.

Identificar infraestructura a reparar en caso de ser necesario.

1.5 Situación de la adecuación de tierras

1.5.1 Obras planeadas, construidas o en construcción

Investigar sobre la planeación de obras en la zona y cómo impacta el proyecto

1.6 Recopilación y análisis de la información existente

Recopilar información del cultivo o los cultivos que se quiere desarrollar en la zona elegida, estos datos implican la investigación de proyectos similares en la zona y los tipos de proyectos agrícolas en esta localidad sus éxitos y fracasos además de las consecuencias que lo llevaron a prosperar o fracasar.

1.7 Estudios de factibilidad, diseños, estudios de los medios físico y socioeconómico imperantes.

Determinar la factibilidad de emprender estos proyectos en la zona, que compromisos están dispuestos los integrantes de las comunidades de asumir estos proyectos, que impacto económico tendría en su entorno y cómo manejar estos cambios para bien común.

2.- Fase II – Planeación

2.1 Definir el proyecto:

2.1.1 Nombre del Proyecto:

En base a los estudios básicos se puede determinar nombres para los proyectos que sean adecuados socialmente sin sesgar o excluir alguna de las comunidades del entorno.

2.1.2 Justificación:

Justificar es explicar la razón de ser del proyecto a quién beneficia, si es para un bien social o que rentabilidad se podría obtener como inversión privada

2.1.3 Alcances y límites

Los alcances del proyecto deben ser medibles no tan solo para la administración del proyecto sino que los individuos de la sociedad participantes vean estos avances y se vean involucrados en los alcances.

2.1.1 Restricciones, Supuestos

Establecer cuáles son las restricciones para el proyecto y la elaboración de supuestos para determinar las posibles salidas.

2.2 Objetivos:

2.2.1 Objetivos Generales:

2.2.2 Objetivos específicos,

2.3 Conformación de los Equipos:

2.3.1 Patrocinador del Proyecto

Quien es el organismo o inversionista que solventara los gastos económicos del mismo.

2.3.2 Gerente del Proyecto:

Responsable de dirigir en la fase de planeación o ejecución del proyecto.

2.3.3 Gerente de calidad y supervisión:

Responsable de velar por la buena práctica de las actividades en general de procesos y procedimientos a través de las fases del proyecto.

2.3.4 Miembros del equipo

Determinar los responsables de cada equipo.

2.4 Pautas equipo de Trabajo:

2.4.1 Reuniones.

Elaborar calendario de reuniones con temas a tratar.

2.4.2 Comunicación.

Gestión de comunicación con patrocinadores y con todos los involucrados en el proyecto

2.4.3 Mecanismo de toma de decisiones:

Creación de mecanismo jerárquico de toma de decisiones

2.4.4 Asignación de tareas:

Asignación de tareas con entregables calendarizado y cadena de comunicación interna para medir progresos de estas tareas.

2.4.5 Calidad y tratamiento de la documentación:

Sistema de archivo para la recepción y computación de documentos con fines de medición.

2.4.6 Resolución de conflictos:

Elaboración de comité de disciplina y manejo de conflictos.

2.4.7 Definición de Roles y Responsabilidades:

Que debe realizar cada líder de equipo y los entregables en cada proceso

2.5 Programación Del Proyecto

2.5.1 Definir con claridad los alcances del proyecto.

Es vital definir los alcances para poder saber en qué porcentaje de ejecución se esta

2.5.2 Dividir el alcance del proyecto en “piezas importantes, o paquetes de trabajo.

Esto permite monitorear los procesos, pudiendo asignar recursos de manera equitativa según sea el entregable de cada grupo de trabajo

2.5.3 Definir las actividades (tareas) específicas que son necesarias de realizar en cada paquete de trabajo con el fin de lograr el objetivo del proyecto.

Se definen las actividades para determinar las asignaciones presupuestarias y de trabajo para posteriormente determinar los puntos neurálgicos del proyecto mediante un diagrama de red

2.5.4 Presentar las actividades del proyecto mediante un diagrama de red.

Para delimitar donde se puede tener los mayores atrasos y poder asignar recursos para no frenar ningunos de los procesos consecuentes.

2.5.5 Calcular el tiempo estimado que requerirá completar cada actividad.

Esto permite saber cuánto durara el proyecto además de elaborar un plan de contingencia basado en supuestos

2.5.6 Calcular el costo estimado para cada actividad.

Se debe calcular los costos para poder asignar recursos de manera eficiente

2.5.7 Calcular un programa y un presupuesto para el proyecto.

Para determinar si se puede lograr dentro del tiempo requerido, con los fondos asignados y con los recursos disponibles.

2.5.8 Desglose del proyecto en actividades

2.5.8.1 Elaboración del orden cronológico de las actividades.

Cual actividad precede a la otra, se establecen las rutas críticas de trabajo

2.5.8.2 Definir las Actividades.

Definir claramente que se hará en cada actividad siendo lo mas especifico posible para prever fallas en suministros y asignación de recursos.

2.6 Control de Proyectos

Monitorear y controlar el trabajo del proyecto

Realizar el control integrado de cambios

Validar el alcance

Controlar el alcance

Controlar el cronograma

Controlar los costos

Controlar la calidad

Controlar las comunicaciones

Controlar los riesgos

Controlar las adquisiciones

2.7 Estudio de Impacto Ambiental y Gestión de Riesgos

2.6.1 Medio abiótico

2.6.2 Medio biótico

2.6.3 Medio antrópico

2.6.4 Zonificación ambiental

2.6.5 Plan de manejo ambiental

2.6.6 Plan de monitoreo

2.6.7 Plan de contingencia

2.6.8 Evaluación ambiental

Anexo J

Modelo grafico de la guía.

Fase 1 –Estudios básicos y diagnóstico

1. Estudios básicos

1.1. Cartografía y topografía:

1.2. Climatología:

1.3. Hidrología:

1.4. Geología :

1.5. Geomorfología:

Conclusiones:

2. Estudios socioeconómicos

2.1 Demografía:

2.2 Organización social:

2.3 Tendencia agrícola imperante en la zona:

2.4 Actividades productivas Mercadeo y comercialización:

2.5 Infraestructura física:

Conclusiones:

3. Recopilación y análisis de la información existente

3.1 Cultivos típicos en la zona:

3.2 Cultura agrícola imperante:

3.3 Políticas y exenciones agrícolas:

3.4 Obras en construcción o planeadas que puedan afectar el proyecto:

Conclusiones:

4. Estudios de factibilidad de los medios físico y socioeconómico imperantes

4.1 Determine la factibilidad del cultivo:

4.2 Impacto económico del proyecto en zona o región:

4.3 Compromiso de asociaciones, cooperativas y closters de apoyar nuevas iniciativas:

4.4 Sostenibilidad del proyecto a mediano y largo plazo :

Conclusiones:

Fase 2 – Planificación

1. Definir el proyecto:

1.1 Nombre del Proyecto

1.2 Justificación :

1.3 Alcances y límites:

1.4 Restricciones, Supuestos:

2. Objetivos:

2.1 Objetivos Generales:

2.2 Objetivos específicos:

3.Conformación de equipos

3.1 Patrocinador del Proyecto:

3.2 Gerente del Proyecto:

3.3 Gerente de calidad:

3.4 Miembros del equipo:

4.Pautas equipo de Trabajo:

4.1 Reuniones frecuencia y calendarización:

4.2 Gestión de comunicación:

4.3 Mecanismo de toma de decisiones:

4.4 Asignación de tareas:

4.5 Reporte de tareas:

4.6 Calidad y tratamiento de la documentación:

4.7 Resolución de conflictos:

4.8 Definición de Roles y Responsabilidades:

5.Programación Del Proyecto:

5.1 Defina con claridad los alcances del proyecto:

5.2 Divida el alcance del proyecto en “piezas importantes, o paquetes de trabajo:

5.3 Defina las actividades (tareas) específicas que son necesarias de realizar en cada paquete de trabajo:

5.4 Realice un diagrama de red con las actividades del proyecto:

5.5 Calcule el tiempo estimado que requerirá completar cada actividad:

5.6 Calcule el costo estimado para cada actividad:

5.7 Calcule un programa y un presupuesto para el proyecto de forma que pueda determinar si se puede lograr dentro del tiempo requerido, con los fondos asignados y con los recursos disponibles:

5.8 Desglose el proyecto en actividades:

5.9 Establezca el orden cronológico de las actividades:

5.10 Defina detalladamente las Actividades:

Fuente Propia (2017)

Fase 3 – Control

1.Control de Proyecto

1.1 Elabore un plan de monitoreo y seguimiento:

1.1 Defina un plan integrado de cambios:

1.2 Defina los alcances para que pueda controlar los entregables:

1.4 Sistematice el control del cronograma:

1.5 Defina un Plan de monitoreo de costos:

1.6 Defina seguimientos que garanticen la calidad:

1.7 Calendarice las adquisiciones:

Fuente Propia (2017)