

UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACIÓN INTERNACIONAL  
(UCI)

PLAN DE GESTION DE LA FASE DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO DE RIEGO  
DEL DISTRITO PITTIER, PUNTARENAS, COSTA RICA

JAVIER ZÚÑIGA OBANDO

PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN PRESENTADO COMO REQUISITO  
PARCIAL PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE MÁSTER EN ADMINISTRACIÓN DE  
PROYECTOS

San José, Costa Rica

Setiembre, 2021

UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACIÓN INTERNACIONAL  
(UCI)

Este Proyecto Final de Graduación fue aprobado por la Universidad como  
requisito parcial para optar al grado de Máster en Administración de Proyectos

---

James Pérez Céspedes  
PROFESOR TUTOR

---

Álvaro Mata Leitón  
LECTOR No.1

---

Fabio Muñoz Jiménez  
LECTOR No.2

---

Javier Zúñiga Obando  
NOMBRE DEL SUSTENTANTE

## **DEDICATORIA**

A Dios padre por ser mi apoyo fundamental durante este proceso, a mis queridos padres, hermanos y hermanas por estar siempre presentes brindándome su apoyo incondicional en esta etapa de esfuerzo y aprendizaje.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por permitirme culminar con éxito esta etapa de tanta importancia en mi vida.

A mis compañeros de la MAPD-75 por su apoyo, sus aportes y colaboraciones en el transcurso de la maestría.

A los Ingenieros del Senara Marvin Coto Hernández y Oscar Mata Barboza por su confianza en mi capacidad para completar este proceso de maestría.

A mis familiares y amigos cercanos quienes me apoyaron durante todo este proceso.

## **ABSTRACT**

El presente documento tiene como objetivo elaborar un plan de gestión para la fase constructiva del proyecto de riego Pittier para que pueda ser implementado a lo interno del Servicio Nacional de Aguas Subterráneas Riego y Avenamiento y pueda ser de utilidad para proyectos similares en el futuro. De acuerdo a lo establecido en su ley constitutiva, la institución desarrolla proyectos de riego a lo largo del territorio nacional con la finalidad de gestionar de una forma eficiente el uso del recurso hídrico y para ello cuenta con vasta experiencia adquirida a través de muchos años, no obstante, no se cuenta a nivel interno con planes de gestión que permitan implementar una metodología de administración de proyectos estructurada y actualizada que garanticen ejecutar los proyectos cumpliendo a cabalidad con los costos, plazos y calidad esperados y planificados.

El producto final del presente proyecto consiste en un plan de gestión para cada una de las diez áreas de la administración de proyectos, por lo tanto, se incluye el plan de gestión del alcance, cronograma, costos, calidad, riesgos, comunicaciones, recursos, adquisiciones, interesados y el plan de gestión de integración del proyecto. Para esto, se utilizan tres métodos de investigación, donde se tiene el método analítico, el bibliográfico y el método lógico deductivo, además del uso de la metodología expuesta por Project Management Institute en la Guía del PMBOK® sexta edición.

De los resultados obtenidos se concluyó que los planes de gestión desarrollados para cada una de las diez áreas de conocimiento serán una herramienta de mucho valor para la institución, el Director de Proyecto y su equipo, de tal forma que permitirá al DP gestionar la fase constructiva del proyecto basado en las mejores prácticas de la Guía del PMBOK. Estos planes de gestión permitirán que el DP tome las acciones o medidas pertinentes de acuerdo al avance de la fase constructiva del proyecto y la vez serán de valiosa aplicación en proyectos similares que desarrolla el Senara.

Proyecto de riego, Servicio Nacional de Aguas Subterráneas Riego y Avenamiento, recurso hídrico, plan de gestión, metodología de administración de proyectos.

## **ABSTRACT**

The objective of this document is to prepare a management plan for the construction phase of the Pittier irrigation project, to be implemented within the National Groundwater Irrigation and Drainage Service and may be used as a reference for similar projects in the future. In accordance with the provisions of its constitutive law, the institution develops irrigation projects throughout the national territory in order to efficiently manage the use of water resources and for this, it has vast experience acquired over many years. However, there are no internal management plans that allow the implementation of a structured and updated project management methodology that guarantees the execution of the projects in full compliance with the expected and planned costs, deadlines, and quality.

The final product of this project consists of a management plan that covers each of the ten areas of project management, therefore, the scope, schedule, costs, quality, risks, communications, resources, acquisitions, stakeholders, and the project integration management plan. For this, three research methods were used: the analytical method, the bibliographic

method, and the deductive logical method, in addition to the use of the methodology exposed by the Project Management Institute in the PMBOK® Guide, sixth edition.

Results concluded that the management plans developed for the ten areas of knowledge will become a valuable tool for the institution, project manager and his team. It will help the DP manage the constructive phase of the project based on the best practices of the PMBOK Guide. These management plans will also help DP to make correct actions and decisions considering the project constructive phase completion and at the same time support similar projects developed by Senara.

Irrigation project, National Groundwater Service Irrigation and Drainage, water resource, management plan, project management methodology.

## CONTENIDO

|  |      |
|--|------|
| INDICE DE FIGURAS.....                         | xii  |
| INDICE DE TABLAS.....                          | xiii |
| ÍNDICE DE ACRÓNIMOS Y ABREVIACIONES .....      | xv   |
| RESUMEN EJECUTIVO.....                         | xvi  |
| <br>   |      |
| 1 INTRODUCCIÓN .....                           | 1    |
| 1.1. Antecedentes .....                        | 1    |
| 1.2. Problemática .....                        | 3    |
| 1.3. Justificación del proyecto .....          | 5    |
| 1.4. Objetivo general .....                    | 7    |
| 1.5. Objetivos específicos .....               | 7    |
| <br>   |      |
| 2 MARCO TEÓRICO.....                           | 9    |
| 2.1 Marco institucional.....                   | 9    |
| 2.1.1 Antecedentes de la institución.....      | 9    |
| 2.1.2 Misión y visión.....                     | 11   |
| 2.1.3 Estructura organizativa.....             | 12   |
| 2.1.4 Productos que ofrece.....                | 14   |
| 2.2 Teoría de Administración de Proyectos..... | 15   |
| 2.2.1 Proyecto.....                            | 15   |
| 2.2.2 Administración de Proyectos.....         | 16   |
| 2.2.3 Ciclo de vida de un proyecto.....        | 18   |

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 2.2.4 | Procesos en la Administración de Proyectos.....               | 20 |
| 2.2.5 | Áreas del conocimiento de la Administración de Proyectos..... | 22 |
| 2.3   | Diseño de sistemas de riego .....                             | 28 |
| 2.3.1 | Fundamentos de riego .....                                    | 28 |
| 2.3.2 | Diseño Agronómico de sistemas de riego .....                  | 31 |
| 2.3.3 | Diseño hidráulico de tuberías y estructuras.....              | 37 |
| 3     | MARCO METODOLÓGICO.....                                       | 43 |
| 3.1   | Fuentes de información.....                                   | 43 |
| 3.1.1 | Fuentes primarias. ....                                       | 43 |
| 3.1.2 | Fuentes secundarias.....                                      | 44 |
| 3.2   | Métodos de Investigación.....                                 | 47 |
| 3.2.1 | Método analítico.....   | 47 |
| 3.2.2 | Método Bibliográfico.....                                     | 48 |
| 3.2.3 | Método Lógico Deductivo.....                                  | 48 |
| 3.3   | Herramientas.....   | 52 |
| 3.4   | Supuestos y restricciones.....                                | 55 |
| 3.5   | Entregables.....  | 57 |
| 4     | DESARROLLO.....   | 60 |
| 4.1   | Plan de Gestión de la integración.....                        | 60 |
| 4.1.1 | Acta de Constitución del Proyecto.....                        | 60 |
| 4.1.2 | Plan para la Dirección del Proyecto.....                      | 69 |
| 4.2   | Plan de Gestión del Alcance .....                             | 70 |
| 4.2.1 | Recopilar Requisitos .....                                    | 71 |

|       |   |     |
|-------|---|-----|
| 4.2.2 | Definición del Alcance .....                              | 74  |
| 4.2.3 | Estructura de Desglose de Trabajo (EDT del proyecto)..... | 77  |
| 4.2.4 | Diccionario de la EDT.....                                | 78  |
| 4.3   | Plan de Gestión del Cronograma .....                      | 82  |
| 4.3.1 | Definir las actividades .....                             | 83  |
| 4.3.2 | Secuenciar las actividades.....                           | 89  |
| 4.3.3 | Estimar la duración de las actividades .....              | 91  |
| 4.3.4 | Desarrollar el cronograma.....                            | 93  |
| 4.4   | Plan de Gestión del Costo.....                            | 96  |
| 4.4.1 | Planificar la gestión de los costos.....                  | 97  |
| 4.4.2 | Estimar los costos .....                                  | 98  |
| 4.4.3 | Determinar el presupuesto .....                           | 102 |
| 4.4.4 | Línea base del costo .....                                | 105 |
| 4.5   | Plan de Gestión de la Calidad .....                       | 107 |
| 4.5.1 | Planificar la gestión de la calidad .....                 | 108 |
| 4.5.2 | Métricas de calidad .....                                 | 110 |
| 4.5.3 | Línea base de la calidad .....                            | 112 |
| 4.5.4 | Documentos de la calidad .....                            | 114 |
| 4.6   | Plan de Gestión de los Recursos .....                     | 116 |
| 4.6.1 | Planificar la gestión de los recursos .....               | 116 |
| 4.6.2 | Organigrama del proyecto.....                             | 118 |
| 4.6.3 | Matriz de asignación de responsabilidades .....           | 119 |
| 4.6.4 | Estimar los recursos de las actividades.....              | 120 |
| 4.6.5 | Estructura de desglose de recursos .....                  | 122 |
| 4.6.6 | Control de cambios en el Equipo de Proyecto.....          | 123 |

|        |  |     |
|--------|--|-----|
| 4.7    | Plan de Gestión de las Comunicaciones .....            | 126 |
| 4.7.1  | Planificar la gestión de las comunicaciones .....      | 126 |
| 4.7.2  | Matriz de comunicaciones .....                         | 128 |
| 4.8    | Plan de Gestión de los Riesgos.....                    | 131 |
| 4.8.1  | Planificar la gestión de los riesgos .....             | 131 |
| 4.8.2  | Identificar los riesgos.....                           | 136 |
| 4.8.3  | Análisis cualitativo de los riesgos .....              | 138 |
| 4.8.4  | Planificar la respuesta a los riesgos .....            | 141 |
| 4.9    | Plan de Gestión de las Adquisiciones.....              | 146 |
| 4.9.1  | Planificar la gestión de las adquisiciones .....       | 146 |
| 4.10   | Plan de Gestión de los Interesados .....               | 150 |
| 4.10.1 | Identificar a los interesados .....                    | 150 |
| 4.10.2 | Planificar el involucramiento de los interesados ..... | 155 |
| 5      | CONCLUSIONES.....                                      | 159 |
| 6      | RECOMENDACIONES .....                                  | 162 |
|        | Lista de Referencias .....                             | 164 |
|        | Anexos .....   | 167 |
|        | Anexo 1: ACTA (CHÁRTER) DEL PFG.....                   | 168 |
|        | Anexo 2: EDT DEL PFG.....                              | 176 |
|        | Anexo 3: CRONOGRAMA DEL PFG.....                       | 177 |
|        | Anexo 4: INFORME DE AVANCE MENSUAL .....               | 179 |
|        | Anexo 5: ACTA DE RECEPCION DE OBRAS .....              | 183 |

Anexo 6: PLANTILLA DE CARTEL DE LICITACION.....185

## INDICE DE FIGURAS

|  |     |
|--|-----|
| Figura 1 Estructura Organizativa de Senara .....                                       | 13  |
| Figura 2 Ciclo de Vida del Proyecto según el PMI .....                                 | 19  |
| Figura 3 Ciclo de Vida para Distintos Proyectos .....                                  | 19  |
| Figura 4 Grupos de Procesos de la Administración de Proyectos.....                     | 21  |
| Figura 5 Interacción de los 5 Grupos de Procesos en el Ciclo de Vida del Proyecto..... | 22  |
| Figura 6 Correspondencia entre Áreas de Conocimiento y Grupos de Procesos.....         | 25  |
| Figura 7 Esquema Típico de un Sistema de Riego a Presión .....                         | 31  |
| Figura 8 Aforo de Fuente de Agua con Molinete.....                                     | 33  |
| Figura 9 Diagrama de Ubicación de un Tanque o Reservorio en un Sistema de Riego .      | 41  |
| Figura 10 Estructura de Desglose de Trabajo (EDT) del Proyecto.....                    | 77  |
| Figura 11 Cronograma del Proyecto .....  | 95  |
| Figura 12 Componentes del Presupuesto del Proyecto .....                               | 106 |
| Figura 13 Línea Base de Costos del Proyecto.....                                       | 107 |
| Figura 14 Organigrama del Equipo de Proyecto .....                                     | 118 |
| Figura 15 Estructura de Desglose de Recursos del Proyecto .....                        | 123 |
| Figura 16 Estructura de Desglose de Riesgos.....                                       | 132 |
| Figura 17 Poder e Interés de los Involucrados.....                                     | 155 |

## INDICE DE TABLAS

|  |     |
|--|-----|
| Tabla 1 Fuentes de Información Utilizadas .....                      | 45  |
| Tabla 2 Métodos de Investigación Utilizados .....                    | 50  |
| Tabla 3 Herramientas Utilizadas .....                                | 53  |
| Tabla 4 Supuestos y Restricciones.....                               | 55  |
| Tabla 5 Entregables.....   | 58  |
| Tabla 6 Acta de Constitución del Proyecto .....                      | 61  |
| Tabla 7 Requisitos de los Interesados del Proyecto.....              | 71  |
| Tabla 8 Matriz de Trazabilidad de Requisitos .....                   | 73  |
| Tabla 9 Diccionario de la EDT .....                                  | 78  |
| Tabla 10 Lista de Actividades del Proyecto .....                     | 84  |
| Tabla 11 Secuencia de Actividades del Proyecto .....                 | 90  |
| Tabla 12 Duración de las Actividades del Proyecto .....              | 92  |
| Tabla 13 Estimación de los Costos del Proyecto .....                 | 99  |
| Tabla 14 Presupuesto del Proyecto .....                              | 102 |
| Tabla 15 Métricas de Calidad del Proyecto.....                       | 111 |
| Tabla 16 Línea Base de la Calidad del Proyecto .....                 | 112 |
| Tabla 17 Documentos de Evaluación de la Calidad del Proyecto .....   | 114 |
| Tabla 18 Matriz RACI del Proyecto.....                               | 119 |
| Tabla 19 Estimación de los Recursos.....                             | 121 |
| Tabla 20 Matriz de Control de Cambios en el Equipo de Proyecto ..... | 125 |
| Tabla 21 Matriz de Comunicaciones del Proyecto .....                 | 129 |
| Tabla 22 Escala de Probabilidad .....                                | 133 |
| Tabla 23 Escala de Impacto .....                                     | 133 |

|   |     |
|---|-----|
| Tabla 24 Evaluación del Impacto de los Riesgos.....           | 134 |
| Tabla 25 Matriz de Probabilidad x Impacto .....               | 135 |
| Tabla 26 Identificación de los Riesgos del Proyecto .....     | 136 |
| Tabla 27 Registro de Riesgos Priorizados del Proyecto .....   | 139 |
| Tabla 28 Plan de Respuesta a los Riesgos .....                | 142 |
| Tabla 29 Límites de Contratación Administrativa .....         | 147 |
| Tabla 30 Matriz de Administración de la Contratación .....    | 149 |
| Tabla 31 Interesados del Proyecto .....                       | 151 |
| Tabla 32 Valores de Poder los Interesados .....               | 152 |
| Tabla 33 Valores para el Interés de los Involucrados.....     | 153 |
| Tabla 34 Clasificación de los Interesados del Proyecto .....  | 153 |
| Tabla 35 Estrategias para Involucramiento de Interesados..... | 156 |

## ÍNDICE DE ACRÓNIMOS Y ABREVIACIONES

|        |   |
|--------|---|
| CPI    | Índice de Desempeño del Costo   |
| CFIA   | Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica                            |
| EDT    | Estructura de Desglose de Trabajo   |
| EVA    | Análisis de Valor Ganado  |
| DP     | Director de Proyecto  |
| DRAT   | Distrito de riego Arenal Tempisque  |
| GPS    | Global Positioning System   |
| ID     | Identificación  |
| MAG    | Ministerio de Agricultura y Ganadería   |
| PMBOK  | Project Management Body of Knowledge (Cuerpo de conocimiento de gestión de proyectos) |
| PMI    | Project Management Institute (Instituto de Gestión de Proyectos)                      |
| RACI   | Responsable, Aprueba, Consultado, Informado   |
| RBS    | Resource Breakdown Structure (Estructura de desglose de riesgos)                      |
| Senara | Servicio Nacional de Aguas Subterráneas Riego y Avenamiento                           |
| SENAS  | Servicio Nacional de Aguas Subterráneas   |
| SICOP  | Sistema Integrado de Compras Públicas   |
| SPI    | Índice de Desempeño del Cronograma  |
| SUA    | Sociedad de Usuarios de Agua  |

## RESUMEN EJECUTIVO

El Servicio Nacional de Aguas Subterráneas Riego y Avenamiento (Senara) fue creado como institución autónoma en el año 1986 mediante la Ley N° 6877, y su rango de acción abarca un ámbito nacional de intervención en materia de riego, drenaje y control de inundaciones. Dentro de los programas que ha desarrollado la institución a nivel nacional se encuentran los proyectos en pequeñas y medianas áreas de riego, ante lo cual, Senara ha adquirido valiosa experiencia a través de los años desarrollando este tipo de proyectos en todas las regiones del territorio nacional.

Por medio de la construcción de los proyectos de riego desarrollados por Senara, se ha logrado utilizar el agua de fuentes como ríos y quebradas, para beneficiar las actividades en el sector agropecuario, permitiendo a los usuarios aumentar los niveles de producción y productividad, que se ven muy afectados durante la época seca. En ese sentido, el proyecto de riego Pittier, representó una gran oportunidad a nivel institucional para promover el desarrollo de los proyectos de riego en la zona sur del país, donde el déficit hídrico durante los meses de diciembre a marzo ha limitado la producción agrícola.

A nivel institucional, la encargada de gestionar los proyectos es la Dirección de Ingeniería y Desarrollo de Proyectos, la cual ha adquirido mucha experiencia a través de los años, no obstante, la Dirección de Ingeniería no ha contado a nivel interno con planes de gestión para la construcción de obras de infraestructura para proyectos en materia de riego, por lo cual no han existido metodologías que incluyan tendencias actualizadas para mejorar y hacer más eficiente el desempeño de la Dirección y por consiguiente de Senara, en el desarrollo de las fases constructivas de los proyectos.

Si bien es cierto que Senara ha desarrollado durante muchos años varios proyectos de infraestructura similares al proyecto de riego Pittier, no tiene establecido a lo interno de la organización una metodología apropiada para planificar y controlar el proceso constructivo, lo cual ha impactado significativamente los resultados esperados de los proyectos, afectando los temas relacionados a los costos y plazos de ejecución de las obras de infraestructura, lo cual ha generado también un impacto en calidad de los proyectos entregados a los usuarios y beneficiarios. Es por esta razón que este proyecto tuvo como propósito establecer y brindar a la institución un plan de gestión que integrara las diez áreas de conocimiento de la gestión de proyectos, para implementar de forma estructurada una metodología actualizada y apropiada para construir y finalizar el proyecto en el tiempo, costo y con la calidad esperados.

El Objetivo general del proyecto fue elaborar el plan de gestión de la fase de construcción del proyecto de riego del distrito Pittier para su implementación a lo interno de la institución. Los objetivos específicos fueron: desarrollar el plan de gestión de la integración del proyecto para unificar y consolidar todos los procesos y actividades relacionadas al proyecto, elaborar un plan de gestión del alcance para identificar y definir las actividades necesarias para ejecutar y completar el proyecto, establecer un plan de gestión del cronograma para controlar las actividades requeridas para finalizar el proyecto en el tiempo establecido, desarrollar un plan de gestión del costo para establecer el presupuesto necesario para completar el proyecto, elaborar un plan de gestión de la calidad para cumplir con los requisitos de calidad establecidos del proyecto, definir un plan de gestión de riesgos para identificarlos, planificar la respuesta a los mismos, minimizar sus consecuencias negativas y maximizar sus efectos positivos, establecer un plan de gestión de las comunicaciones para asegurar que se cumplan las necesidades de información del proyecto y de los interesados, desarrollar un plan de gestión de los recursos para identificar, adquirir y gestionar los recursos necesarios para la conclusión del proyecto, elaborar un plan de gestión de adquisiciones con la finalidad de describir cómo se gestionarán

los procesos de adquisición para desarrollar el proyecto, definir un plan de gestión de los interesados del proyecto para determinar las necesidades de cada uno y establecer estrategias para involucrarlos de una forma eficaz.

Para la elaboración del presente proyecto se emplearon tres metodologías de investigación, analítica, bibliográfica y lógico, esto debido a las tres se complementan de una buena manera para el desarrollo del proyecto. En ese sentido, fue necesario realizar un análisis detallado para cada material o documento bibliográfico recopilado y, además, fue de suma importancia utilizar la metodología lógico deductiva para hacer las conclusiones correspondientes desde lo general a lo específico con la finalidad de obtener los resultados esperados en la elaboración del presente proyecto.

Dentro de las conclusiones finales del proyecto se tiene que mediante el plan de gestión elaborado se logró determinar el alcance del proyecto con base en una adecuada identificación de los involucrados con sus respectivos intereses, requerimientos y expectativas, lo cual permitió establecer con claridad los entregables necesarios para completar con éxito el proyecto. Así mismo, se logró definir un cronograma con todas las actividades secuenciadas para poder terminar la fase de construcción del proyecto en el tiempo establecido, además con base en dichas actividades se determinó la línea base del costo del proyecto. Como parte de las conclusiones del proyecto, también se determinaron las métricas de calidad para asegurar que los entregables del proyecto cumplan con los requerimientos planificados, además, se determinaron los recursos necesarios para completar la fase de ejecución del proyecto, así como los principales riesgos que pueden generar un impacto y un plan de respuesta con las respectivas estrategias para cada riesgo en particular. Finalmente, como parte de las conclusiones se logró establecer el procedimiento para realizar las adquisiciones de los servicios que es necesario obtener por fuera del equipo de proyecto para completar la construcción del proyecto de forma exitosa.

Las principales recomendaciones del proyecto están orientadas hacia la institución desarrolladora del proyecto que este caso es el Senara, a los Directores de Proyecto y a los profesionales relacionados a la administración de proyectos dentro de la institución. Como parte de estas recomendaciones se determinó que el presente Plan de Gestión es una herramienta de mucha utilidad para los profesionales de la institución que tienen relación directa con la gestión de proyectos, por lo cual se recomienda que el plan sea de conocimiento de los funcionarios. Así mismo, se recomienda que Senara realice un proceso de capacitación en administración de proyectos al personal interno utilizando como base la Guía del PMBOK®, sexta edición y un proceso de capacitación a los potenciales usuarios del proyecto en temas de manejo y operación de sistemas de riego. Se recomienda también que, dentro de la metodología de gestión de proyectos de Senara, se elaboren los cronogramas de ejecución del proyecto con la herramienta MS Project, así como el uso de indicadores de desempeño tanto del costo como del cronograma y aunado a esto implementar la herramienta del valor ganado (EVM) como herramienta para controlar el desempeño global del proyecto. Se recomendó también que Senara inicie lo antes posible un proceso de divulgación sobre la fase constructiva del proyecto en las comunidades de área de influencia, con la finalidad de evitar cualquier eventual conflicto sobre todo en materia ambiental.

## **1 Introducción**

### **1.1. Antecedentes**

El Servicio Nacional de Aguas Subterráneas Riego y Avenamiento (Senara) fue creado como institución autónoma en el año 1986 mediante la Ley N° 6877. Esta institución fue instaurada pensando en la ejecución y administración del gran proyecto de riego en Guanacaste, sin embargo, su ley constitutiva abarca un ámbito nacional de intervención en materia de riego, drenaje y control de inundaciones, que la institución ha ido asumiendo con el paso de los años.

De acuerdo al rango de acción establecido por la ley constitutiva de Senara, dentro de los programas que desarrolla la institución a nivel nacional, la creación de Distritos de Riego y Drenaje son de suma importancia, así como el desarrollo de proyectos en pequeñas y medianas áreas de riego, que no son necesariamente distritos de riego debido a su menor magnitud o área de impacto. En ese sentido, Senara ha adquirido valiosa experiencia a través de los años desarrollando proyectos de riego en todas las regiones del territorio nacional y distribuidos en las 7 provincias del país. Estos proyectos son gestionados por la institución a lo largo del ciclo de vida, desde el inicio hasta la conclusión, inclusive, en la mayoría de los casos el Senara brinda asistencia técnica a los usuarios finales de cada proyecto para labores de mantenimiento y operación.

Hoy en día, y con la experiencia acumulada en el desarrollo de este tipo de proyectos de riego, uno de los principales retos de Senara es lograr un uso más eficiente y sostenible del agua, de tal manera que se contribuya con la producción agropecuaria y a la vez se fortalezca la conservación y protección del recurso hídrico. Para lograr alcanzar exitosamente este desafío, el Senara requiere fortalecerse a sí mismo, promoviendo la participación de diferentes

actores tanto del sector público como privado, generando alianzas estratégicas y posicionando de mejor manera el tema de la gestión eficiente del recurso hídrico (Senara, 2015).

Mediante la construcción de los proyectos de riego que Senara desarrolla a nivel nacional, se logra utilizar el agua de fuentes como pozos, ríos y quebradas, para beneficiar las actividades en el sector agropecuario, permitiendo aumentar los niveles de producción y productividad, que se ven muy afectados durante la época seca, ya que las condiciones climáticas en la mayoría de casos, generan un déficit hídrico en el suelo, producto de la poca precipitación, sobre todo en los meses de época seca.

El caso particular de la construcción del proyecto de riego del distrito Pittier, representa una gran oportunidad a nivel institucional para promover el desarrollo de los proyectos de riego en la zona sur de Costa Rica, ya que la mayoría de proyectos de riego desarrollados y ejecutados por Senara se encuentran en otras zonas del país, siendo la región sur abarcada sobre todo por proyectos en áreas de drenaje y control de inundaciones, que también son gestionados por Senara según lo establecido en su ley constitutiva.

La idea de la construcción del proyecto de riego del distrito Pittier surge en el año 2013, cuando un grupo de productores agropecuarios de la zona del distrito ubicado en el cantón de Coto Brus solicitó al Senara evaluar la factibilidad técnica de construir un proyecto de riego para la diversificación de cultivos, ya que el déficit hídrico durante los meses de diciembre a marzo limita la producción agrícola en los terrenos, impidiendo mantener una producción sostenida durante todo el año. Senara acogió la solicitud de los productores, organizados como “Sociedad de Usuarios de Agua del Distrito Pittier”, y elaboró el estudio de factibilidad para determinar la viabilidad técnica y económica del proyecto de riego.

Si bien es cierto, Senara gestiona este tipo de proyectos en todo el territorio nacional, actualmente no se cuenta con planes de gestión a nivel institucional, que permita a los

profesionales gestionar apropiadamente los proyectos de construcción de obras de infraestructura para riego.

## **1.2. Problemática**

El Senara, siendo una institución autónoma del estado costarricense, con base en su ley constitutiva N°6877, tiene dentro de sus funciones, el desarrollo de proyectos de riego para beneficiar y fortalecer la producción dentro del sector agropecuario nacional, propiciando así una mejora en la calidad de vida de la población. En el contexto actual costarricense, uno de los principales retos es lograr un uso más eficiente y sostenible del agua de tal manera que se contribuya con la producción y a la vez se fortalezca la conservación y protección del recurso hídrico (Senara, 2015). Por lo tanto, resulta importante para la institución, que la gestión del recurso hídrico relacionada a los proyectos de riego, se realice de una forma eficiente y bajo buenas prácticas de administración de proyectos, que incluyan todas las áreas de conocimiento de la administración de proyectos.

La Dirección de Ingeniería y Desarrollo de Proyectos del Senara, es la encargada de gestionar los proyectos de riego, abarcando todas las fases del ciclo de vida de los mismos, no obstante, aunque se cuenta con vasta experiencia adquirida a lo largo de los años, no se cuenta a nivel interno con planes de gestión para la construcción de obras de infraestructura para proyectos en materia de riego, por lo cual no hay metodologías que incluyan tendencias actualizadas para mejorar y hacer más eficiente el desempeño de la Dirección de Ingeniería, en el desarrollo de las fases constructivas de los proyectos.

A esto también se debe añadir el entorno en el cual se desarrollan los proyectos de riego, pues estos surgen de necesidades que obedecen a causas como las condiciones climáticas de las zonas de influencia de cada proyecto en particular, donde la poca disponibilidad de agua en el suelo durante los meses de poca precipitación, aunado a las

condiciones socioeconómicas de la población, se convierten en una problemática que afecta negativamente a los productores y beneficiarios, quienes finalmente son de los principales interesados en el desarrollo de este tipo de proyectos de riego.

Tampoco se puede dejar de lado, la influencia que tienen factores como el cambio climático, el cual genera también un impacto sobre las condiciones para la producción en las áreas potenciales para el desarrollo de los proyectos de riego. Los productores y agricultores se deben enfrentar a la problemática generada por este fenómeno, la cual les impide mantener una producción constante durante todo el año, ya que parte de los efectos ocasionados por el cambio climático, radican en periodos secos más prolongados y una escasez del agua disponible, no solo para actividades agropecuarias relacionadas al riego, sino también para tareas relacionadas a la vida cotidiana.

Ante este panorama, la disponibilidad de agua para el riego de vegetales y hortalizas en la zona de Pittier de Coto Brus, se ha convertido en una necesidad prioritaria para el desarrollo de la actividad agrícola y pecuaria durante la estación seca. Para enfrentar esta problemática, una buena alternativa de solución es la construcción de un proyecto de riego, que permita transportar el agua requerida para implementar y fortalecer la agricultura bajo riego en varios sectores afectados por la problemática descrita anteriormente, beneficiando finalmente tanto la calidad de producción y como la calidad de vida de la población involucrada. (Senara.2018)

Por otra parte, si bien es cierto, Senara ha realizado otros proyectos de construcción de obras de riego similares, no se tiene mucho conocimiento de técnicas y herramientas actualizadas para realizar una planificación adecuada del proceso constructivo y algunas experiencias han resultado bastante negativas para la Institución, principalmente en lo que se refiere al tiempo de ejecución y el costo total de las obras con relación a lo originalmente estimado. Actualmente la institución cuenta con profesionales de mucha experiencia en el desarrollo de proyectos de riego, sin embargo, los esfuerzos y lecciones aprendidas en este tipo de proyectos no han sido

integrados apropiadamente contemplando las 10 áreas de conocimiento de la administración de proyectos propuesta por el PMI, por lo que la elaboración de un plan de gestión puede mejorar y hacer más eficiente la gestión de proyectos a nivel interno de Senara.

### **1.3. Justificación del proyecto**

El Senara tiene dentro del sector público nacional un rol estratégico en la gestión del recurso hídrico, esto según se establece en su Ley Constitutiva N° 6877, la cual enmarca los objetivos y funciones del Senara en los sectores Agropecuario y Ambiente. Dentro de estos sectores mencionados, los proyectos de riego representan una gran parte de los aportes que la institución brinda para el desarrollo agropecuario en el país, siendo competencia directa del Senara la responsabilidad sobre el desarrollo de la infraestructura, administración y operación de la misma.

El Senara, aunque es una institución que a través de los años ha desarrollado varios proyectos de infraestructura similares al proyecto de riego Pittier, no tiene establecido a lo interno de la organización una metodología apropiada para planificar y controlar el proceso constructivo, lo cual impacta significativamente los resultados del mismo, principalmente en lo referente a los temas de costo y tiempo de duración de la ejecución de las obras y en algunos casos también hasta la calidad del mismo.

Por otra parte, durante la planificación y ejecución de cualquier tipo de proyecto, resulta fundamental estar guiado por buenas prácticas de administración o gestión de proyectos, esto para maximizar las posibilidades de éxito. Por ello, es importante plantear la elaboración de un plan de gestión, de manera tal que, de una forma estrictamente profesional, ágil y práctica se pueda realizar un manejo adecuado del proyecto, con el fin de poder obtener los resultados planteados y esperados, y que de esta forma se vea beneficiados todos los involucrados.

Así mismo, el contar con una adecuada planificación para la fase constructiva de un proyecto de riego, será de mucha importancia para que el producto final logre satisfacer las necesidades del cliente, que en el caso de los proyectos de riego que desarrolla Senara vienen a ser los usuarios o productores beneficiarios de los sistemas de riego implementados o construidos. Esto sobre todo en la época de verano, que realmente serían los meses más secos o con menor precipitación durante el año, donde la producción agropecuaria se ve limitada debido al déficit hídrico del suelo, lo cual impacta negativamente en el desarrollo de los cultivos agrícolas y actividades pecuarias de la zona de influencia del proyecto.

Es evidente también que en durante los últimos años, fenómenos como el cambio climático y el fenómeno del niño han generado que las épocas secas sean de mayor duración, lo cual tiene un impacto directo sobre los sistemas agroproductivos sobre todo en regiones rezagadas económicamente como la región brunca. Es también por este motivo que el poder contar con la máxima capacidad de producción durante todo el año y sobre todo en las épocas más críticas, resulta de mucha importancia para el sector agropecuario de la región.

El plan de gestión para la construcción del proyecto de riego del distrito Pittier es una herramienta clave para lograr su ejecución exitosa, donde este plan asegure que el proyecto se alinea con los objetivos estratégicos de la institución y su metodología permita obtener los resultados esperados tanto para el cliente como para la organización mediante una planificación, dirección y control óptimos que impulsen el cumplimiento de las tareas, el aseguramiento de la calidad, la disposición de los recursos en el momento oportuno, el adecuado involucramiento de los interesados y la gestión de los riesgos identificados para el proyecto.

Por lo tanto, este proyecto tiene como propósito establecer y brindar a la institución un plan de gestión que integre las diez áreas de conocimiento de la gestión de proyectos, que permita implementar de forma estructurada una metodología actualizada y apropiada para

construir y finalizar el proyecto en el tiempo, costo y con la calidad esperados. Así mismo, se espera obtener como beneficios, que mediante el presente plan de gestión de proyecto se facilite la optimización los recursos necesarios y se mejore la eficiencia y eficacia en el desarrollo del proceso constructivo de proyectos similares ejecutados por la institución, de forma tal que los procesos de inicio, planificación, ejecución, control y cierre se conviertan en los pilares para garantizar el cumplimiento de las expectativas de los principales involucrados.

#### **1.4. Objetivo general**

Elaborar el plan de gestión de la fase de construcción del proyecto de riego del distrito Pittier para su implementación a lo interno de la institución.

#### **1.5. Objetivos específicos**

1. Desarrollar el plan de gestión de la integración del proyecto para unificar y consolidar todos los procesos y actividades relacionadas al proyecto.

2. Elaborar un plan de gestión del alcance para identificar y definir las actividades necesarias para ejecutar y completar el proyecto.

3. Establecer un plan de gestión del cronograma para controlar las actividades requeridas para finalizar el proyecto en el tiempo establecido.

4. Desarrollar un plan de gestión del costo para establecer el presupuesto necesario para completar el proyecto.

5. Elaborar un plan de gestión de la calidad para cumplir con los requisitos de calidad establecidos del proyecto.

6. Desarrollar un plan de gestión de los recursos para identificar, adquirir y gestionar los recursos necesarios para la conclusión del proyecto.

7. Establecer un plan de gestión de las comunicaciones para asegurar que se cumplan las necesidades de información del proyecto y de los interesados.

8. Definir un plan de gestión de riesgos para identificarlos, planificar la respuesta a los mismos, minimizar sus consecuencias negativas y maximizar sus efectos positivos.

9. Elaborar un plan de gestión de adquisiciones con la finalidad de describir cómo se gestionarán los procesos de adquisición para desarrollar el proyecto.

10. Definir un plan de gestión de los interesados del proyecto para determinar las necesidades de cada uno y establecer estrategias para involucrarlos de una forma eficaz.

## **2 Marco teórico**

### **2.1 Marco institucional**

#### **2.1.1 Antecedentes de la institución**

Por medio de la Ley N° 6877, el 18 de julio de 1983 fue creado el Servicio Nacional de Aguas Subterráneas Riego y Avenamiento conocido por sus siglas como Senara, institución autónoma del estado costarricense y fue concebida luego de la unificación del Departamento de Riego del SNE, la Dirección de Riego y Drenaje del MAG y el Servicio Nacional de Aguas Subterráneas (SENAS). Por lo tanto, Senara fue constituida como una institución del sector público costarricense, con cédula jurídica propia e independencia administrativa.

En el plan estratégico institucional 2015-2021 se afirma que “de acuerdo con su Ley Constitutiva (N° 6877), los objetivos y funciones del Senara se enmarcan claramente en dos grandes sectores de actividad: el sector Agropecuario y Rural y el sector Ambiente, Energía, Mares y Ordenamiento Territorial” (Senara, 2015, p. 2). Si bien es cierto que el Senara fue creado pensando principalmente en la ejecución y administración del gran proyecto de riego en Guanacaste, sus funciones abarcan un ámbito nacional de intervención en materia de riego, drenaje y control de inundaciones.

Como consecuencia positiva producto de la creación del Senara, se eliminaron duplicidades que existían en materia de riego y drenaje dentro del Estado Costarricense y con ello, nació una institución autónoma para fomentar el desarrollo agropecuario con el establecimiento y operación de sistemas de riego y drenaje; integrada a través del Sector Agropecuario, a los organismos del sector público responsables de la investigación y desarrollo agropecuario, lo cual ha permitido realizar una acción beneficiosa para el país con el establecimiento de proyectos hidroagrícolas (Coto, 2006).

Dentro de las principales funciones de Senara, las cuales son detalladas en el artículo 3 de la Ley N°6877, se pueden mencionar las siguientes (Servicio Nacional de Aguas Subterráneas Riego y Avenamiento, 2021):

- a) Elaborar y ejecutar una política justa de aprovechamiento y distribución del agua para fines agropecuarios, en forma armónica con las posibilidades óptimas de uso del suelo y los demás recursos naturales en los distritos de riego.
- b) Desarrollar y administrar los distritos de riego, avenamiento y control de las inundaciones en los mismos.
- c) Contribuir al incremento y diversificación de la producción agropecuaria en el país procurando el óptimo aprovechamiento y distribución del agua para riego en los distritos de riego.
- d) Investigar, proteger y fomentar el uso de los recursos hídricos del país, tanto superficiales como subterráneos.
- e) Promover la utilización de los recursos hídricos del país sin perjuicio de las atribuciones legales del Instituto Costarricense de Electricidad, del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados y del Servicio Nacional de Electricidad.
- f) Realizar, coordinar, promover y mantener actualizadas las investigaciones hidrológicas, hidrogeológicas, agrológicas y otras que considere necesarias en las cuencas hidrográficas del país, así como las socioeconómicas y ambientales en las áreas y regiones en que sea factible establecer distritos de riego y avenamiento.
- g) Adquirir, conforme con lo establecido en la Ley N°6313 del 4 de enero de 1979, bienes y derechos necesarios para establecer, integrar o modificar las áreas de distribución de riego, asentamiento y protección contra inundaciones, de manera que a una justa distribución de la tierra corresponda una justa distribución del agua.

h) Velar porque se formule una política racional y democrática en el otorgamiento de concesiones relativas a la utilización de las aguas para riego.

En materia de riego, los proyectos desarrollados por Senara consisten en la construcción de las obras de infraestructura necesarias para realizar el aporte de agua a los cultivos por medio del suelo, para de esta forma satisfacer las necesidades hídricas que no son cubiertas con las aguas producto de las precipitaciones y tomando en cuenta la afectación provocada por condiciones climáticas adversas y fenómenos como el cambio climático, el cual genera, entre otros efectos, periodos secos más prolongados que impactan finalmente sobre las actividades agrícolas realizadas por la población.

### **2.1.2 Misión y visión.**

En el año 2014, la Junta Directiva de Senara, aprobó el nuevo Plan Estratégico Institucional para el período 2015-2021, dentro del cual, la misión de Senara es “Para el año 2021 la Institución se posiciona como un ente estratégico para el desarrollo sostenible del país mediante la ejecución de acciones para la gestión integrada del recurso hídrico, la innovación, la mitigación y la adaptación al cambio climático” (Senara, 2015, p.11).

Así mismo, tanto en el Plan Estratégico Institucional, como en la página web de Senara, la visión de la institución es:

Gestionar el recurso hídrico mediante la investigación, innovación y gestión de aguas subterráneas y superficiales y la implementación de proyectos de riego, drenaje y prevención contra inundaciones para mejorar la productividad, el desarrollo y la calidad de vida de todos los habitantes (Senara, 2021).

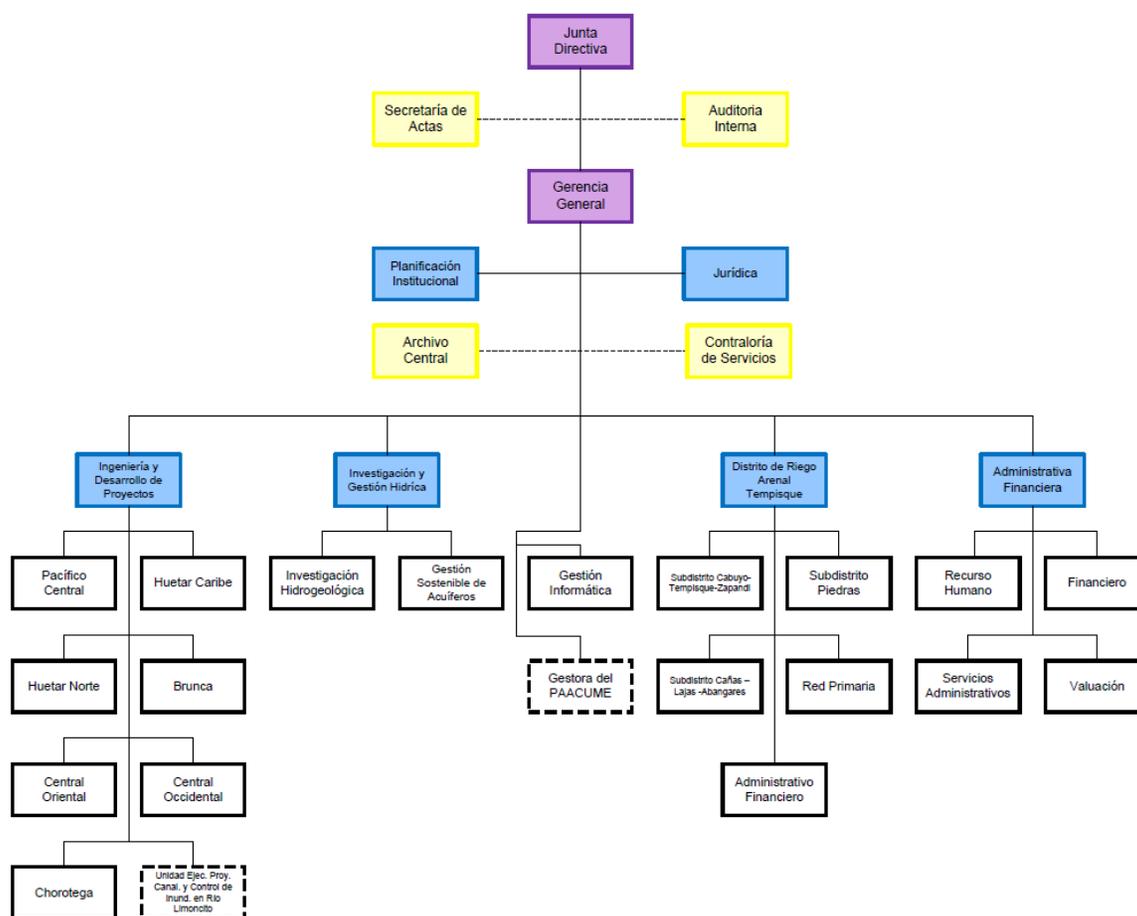
Por otra parte, a nivel institucional el Senara fundamenta su accionar en valores como el trabajo en equipo, vocación de servicio, integridad, transparencia y mejora continua. Por lo tanto, todos sus funcionarios llevan a cabo su diario vivir en estricto apego a estos valores y

con el grado de compromiso correspondiente para brindar a la población costarricense los beneficios esperados de acuerdo al ámbito establecido por ley.

En ese sentido, resulta importante, que la elaboración del proyecto final de graduación no solo represente un beneficio para la institución por medio del plan de gestión para la construcción del proyecto de riego Pittier, sino que el mismo permita un alineamiento con la misión y visión institucional apoyado por la puesta en práctica de los valores anteriormente mencionados.

### **2.1.3 Estructura organizativa.**

La estructura organizativa de Senara es la que se muestra en la figura 1. El organigrama muestra los distintos niveles jerárquicos en que se subdivide la institución.

**Figura 1***Estructura Organizativa de Senara*

*Nota:* Reproducido de *Servicio Nacional de Aguas Subterráneas Riego y Avenamiento*, 2021.

Para el caso del presente Proyecto Final de Graduación, resulta importante mencionar que el mismo se desarrolla dentro de la Dirección de Ingeniería de Proyectos del Senara, la cual se encuentra a un nivel estratégico en el organigrama institucional. Dicha Dirección de Ingeniería se compone de las Regiones que conforman el nivel ejecutivo y operativo de la

institución, y es concretamente en la Región Brunca donde se desarrollará el proyecto planteado.

#### **2.1.4 Productos que ofrece.**

El Senara, como institución autónoma del estado costarricense y de acuerdo con su Ley Constitutiva (N° 6877), tiene un rango de acción en los sectores Agropecuario y Rural y el sector Ambiente. Por lo tanto, la oferta institucional conforme a los objetivos, políticas y misión correspondientes, tiene dentro del ámbito hidroproductivo los siguientes productos y servicios siguientes (Servicio Nacional de Aguas Subterráneas Riego y Avenamiento, 2021):

- Estudios de factibilidad y viabilidad para la puesta en operación de sistemas de riego y drenaje.
- Diseños técnicos, presupuestos y términos de contratación para la ejecución de proyectos y obras de riego, drenaje. y control de inundaciones.
- Dirección y supervisión de procesos de ejecución de obras constructivas de riego, drenaje y control de inundaciones.
- Formulación y ejecución de obras de ampliación y mantenimiento de los sistemas hidroagrícolas en el DRAT.

En la parte ambiental la oferta ofrece los siguientes productos (Servicio Nacional de Aguas Subterráneas Riego y Avenamiento, 2021):

- Captura, procesamiento y sistematización de información hidrológica e hidrogeológica para consulta de instituciones y personas interesadas en estos temas.
- Monitoreo de procesos, situación y tendencias en la extracción de aguas en los 19 acuíferos más importantes del país.
- Investigación hidrogeológica priorizada en los 10 acuíferos y sus respectivas zonas de recarga con mayor grado de explotación y vulnerabilidad.

- Elaboración de proyectos de acción institucional integrada para la preservación de acuíferos y zonas de recarga.
- Ejecución de programas y proyectos de divulgación de la situación y perspectivas del patrimonio hidrogeológico y los requerimientos de acción y participación civil e institucional en su protección.

## **2.2 Teoría de Administración de Proyectos**

Con la finalidad de orientar la elaboración del Plan de Gestión de la Fase de Construcción del Proyecto de riego del distrito Pittier, se utiliza la metodología desarrollada por el Project Management Institute (PMI, 2017) expuesta en la Guía del PMBOK®, Sexta edición, en la cual se desarrollan las 10 áreas del conocimiento que se deben aplicar en la formulación del Plan de Gestión. Sin embargo, previo a la aplicación de la metodología del PMI resulta indispensable referirse a los elementos clave que forman parte de la Administración de proyectos.

### **2.2.1 Proyecto.**

Generalmente los proyectos nacen de la necesidad de resolver un problema o aprovechar oportunidades de negocios. Según el PMI (2017), un proyecto se puede definir es “un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un proyecto, servicio o resultado único” (p. 4).

Por su parte, Lledó (2017), menciona que “la definición de proyecto no depende de la complejidad o magnitud del mismo, sino de las características de único y temporal” (p.21). En ese sentido, ese esfuerzo temporal que genera un resultado o servicio único, tiene como finalidad obtener algún beneficio.

Esos beneficios, de acuerdo al PMI (2017) pueden generar:

- Un producto único, que puede ser un componente de otro elemento, una mejora o corrección de un elemento o un nuevo elemento final en sí mismo (p.ej., la corrección de un defecto en un elemento final);
- Un servicio único o la capacidad de realizar un servicio (p.ej., una función de negocio que brinda apoyo a la producción o distribución);
- Un resultado único, tal como una conclusión o un documento (p.ej., un proyecto de investigación que desarrolla conocimientos que se pueden emplear para determinar si existe una tendencia o si un nuevo proceso beneficiará a la sociedad); y
- Una combinación única de uno o más productos, servicios o resultados (p.ej., una aplicación de software, su documentación asociada y servicios de asistencia al usuario) (p. 4).

## **2.2.2 Administración de Proyectos.**

Con la finalidad de aprovechar al máximo los beneficios que la realización de un proyecto podría traer consigo, se vuelve indispensable, formular, planificar y evaluar dicho proyecto antes de materializarlo, para así correr con el menor riesgo posible y lograr la obtención de los objetivos planteados y así las necesidades de los interesados en el proyecto.

El PMI (2017), indica que la administración de proyectos es:

La aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para cumplir con los requisitos del mismo. Se logra mediante la aplicación e integración adecuadas de los procesos de dirección de proyectos identificados para el proyecto. La dirección de proyectos permite a las organizaciones ejecutar proyectos de manera eficaz y eficiente.

Una dirección de proyectos eficaz ayuda a individuos, grupos y organizaciones públicas y privadas a:

- Cumplir los objetivos del negocio;
- Satisfacer las expectativas de los interesados;
- Ser más predecibles;
- Aumentar las posibilidades de éxito
- Entregar los productos adecuados en el momento adecuado;
- Resolver problemas e incidentes;
- Responder a los riesgos de manera oportuna;
- Optimizar el uso de los recursos de la organización;
- Identificar, recuperar o concluir proyectos fallidos;
- Gestionar las restricciones (p.ej., alcance, calidad, cronograma, costos, recursos);
- Equilibrar la influencia de las restricciones en el proyecto (p.ej., un mayor alcance puede aumentar el costo cronograma); y
- Gestionar el cambio de una mejor manera (p. 10).

En caso de que un proyecto no cuente con una adecuada administración de proyectos, se pueden generar afectaciones con el resultado final del mismo, afectando en cierta manera el cumplimiento de los objetivos planteados. Por lo tanto, resulta muy importante para el desarrollo de cualquier proyecto, contar con directores de proyectos que posean una serie de competencias que bien desempeñadas permitan aumentar las posibilidades de éxito del proyecto, evitando variaciones significativas en costo, tiempo y calidad.

De acuerdo con la Guía del PMBOK® sexta edición, según lo expuesto por el PMI (2017), las competencias con las cuales debería contar un director de proyectos:

Dirección técnica de proyectos. Los conocimientos, habilidades y comportamientos relacionados con ámbitos específicos de la dirección de proyectos, programas y portafolios. Los aspectos técnicos de desempeñar el rol propio.

Liderazgo. Los conocimientos, habilidades y comportamientos necesarios para guiar, motivar y dirigir un equipo, para ayudar a una organización a alcanzar sus metas de negocio.

Gestión Estratégica y de Negocios. El conocimiento y la pericia en la industria y la organización que mejora el desempeño y entrega de mejor manera los resultados del negocio” (p. 56).

### **2.2.3 Ciclo de vida de un proyecto.**

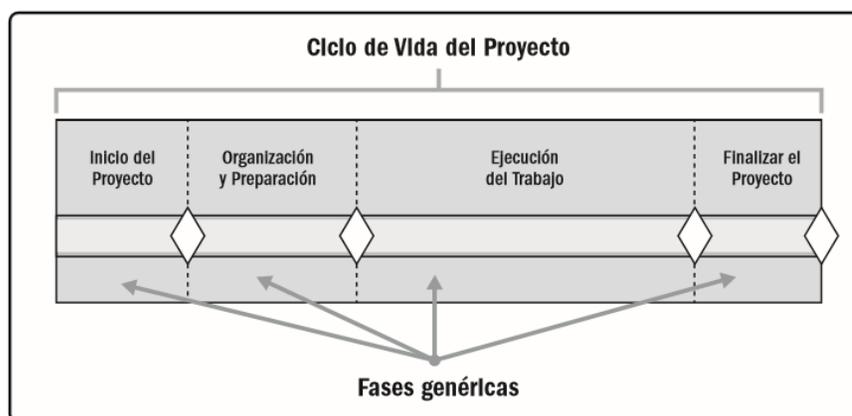
Lledó (2017), define el ciclo de vida del proyecto como “las distintas fases del proyecto desde su inicio hasta su fin” (p.21). En el gráfico a continuación podemos ver distintos ejemplos de fases de proyectos.

Resulta evidente que cada proyecto tiene su particularidad, lo cual hace que sea único en el sentido del resultado o servicio que genera, no obstante, el PMI (2017), indica que “todos los proyectos se pueden dividir en fases ya preestablecidas, las cuales van a definir el inicio y la conclusión de los proyectos” (p.19).

En la figura 2 se muestra, de una forma gráfica, el ciclo de vida genérico de los proyectos.

**Figura 2**

*Ciclo de Vida del Proyecto según el PMI*



*Nota:* Reproducido de *Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Sexta Edición, p.548)*, por PMI, 2017.

Dependiendo del tipo de proyecto que se esté desarrollando, el ciclo de vida del mismo puede variar en lo referente a sus fases respectivas, tal y como se muestra en la figura 3.

**Figura 3**

*Ciclo de Vida para Distintos Proyectos*

| <i>Proyectos de Inversión</i>                               |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
| <b>Fase 1</b><br>Idea                                       | <b>Fase 2</b><br>Perfil                                     | <b>Fase 3</b><br>Pre-<br>factibilidad                       | <b>Fase 4</b><br>Factibilidad                               | <b>Fase 5</b><br>Inversión                                    |
| <i>Proyectos de Construcción</i>                            |   |   |   |   |
| <b>Fase 1</b><br>Factibilidad                               | <b>Fase 2</b><br>Planificación                              | <b>Fase 3</b><br>Diseño                                     | <b>Fase 4</b><br>Producción                                 | <b>Fase 5</b><br>Lanzamiento                                  |
| <i>Proyectos de Sistemas Informáticos</i>                   |   |   |   |   |
| <b>Fase 1</b><br>Análisis                                   | <b>Fase 2</b><br>Diseño                                     | <b>Fase 3</b><br>Codificación                               | <b>Fase 4</b><br>Pruebas                                    | <b>Fase 5</b><br>Instalación                                  |
| <i>Proyectos con metodologías Ágiles</i>                    |   |   |   |   |
| <b>Iteración 1</b><br>Análisis-<br>Desarrollo-<br>Lecciones | <b>Iteración 2</b><br>Análisis-<br>Desarrollo-<br>Lecciones | <b>Iteración 3</b><br>Análisis-<br>Desarrollo-<br>Lecciones | <b>Iteración 4</b><br>Análisis-<br>Desarrollo-<br>Lecciones | <b>Iteración ...</b><br>Análisis-<br>Desarrollo-<br>Lecciones |
| → <b>Tiempo</b>   |   |   |   |   |

*Nota:* Reproducido de *Director de proyectos: Como aprobar el examen PMP® sin morir en el intento (Sexta Edición, p.24)*, por Lledó, 2017.

#### 2.2.4 Procesos en la Administración de Proyectos.

Según se indica en la Guía del PMBOK® sexta edición, PMI (2017), establece que los procesos de administración de proyectos se clasifican en cinco grupos, los cuales son:

- Grupo de Procesos de Inicio. Procesos realizados para definir un nuevo proyecto o nueva fase de un proyecto existente al obtener la autorización para iniciar el proyecto o fase.
- Grupo de Procesos de Planificación. Procesos requeridos para establecer el alcance del proyecto, refinar los objetivos y definir el curso de acción requerido para alcanzar los objetivos propuestos del proyecto.
- Grupo de Procesos de Ejecución. Procesos realizados para completar el trabajo definido en el plan para la dirección del proyecto a fin de satisfacer los requisitos del proyecto.
- Grupo de Procesos de Monitoreo y Control. Procesos requeridos para hacer seguimiento, analizar y regular el progreso y el desempeño del proyecto, para identificar áreas en las que el plan requiera cambios y para iniciar los cambios correspondientes.
- Grupo de Procesos de Cierre. Procesos llevados a cabo para completar o cerrar formalmente el proyecto, fase o contrato (p. 23).

Estos procesos no están separados, sino que se cierta manera se interrelación, tal como se muestra en la figura 5, es decir, no son procesos separados, en alguna medida todos se relación en algún momento de la fase del ciclo de vida de los proyectos.

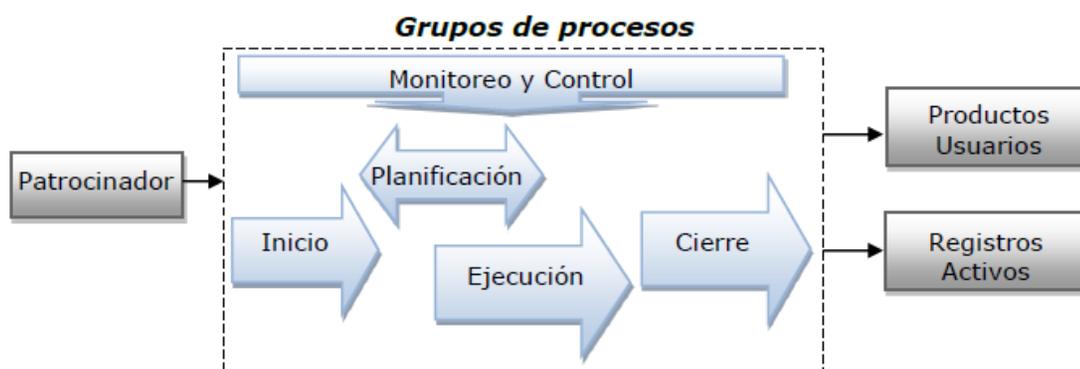
Es importante diferenciar los conceptos de ciclo de vida del proyecto y los grupos de procesos a lo largo del ciclo de vida del mismo, ya que cada proceso tiene sus entradas, herramientas y salidas específicas, e inclusive, dependiendo de la magnitud del proyecto, los grupos de procesos podrían ser repetitivos en las distintas fases del mismo. Además, se debe

tener en cuenta que los grupos de procesos pueden ser únicos, periódicos y continuos dentro del desarrollo de cada proyecto.

La figura 4 representa gráficamente los 5 grupos de procesos relacionados a la administración de proyectos y expuestos en la Guía del PMBOK® sexta edición.

**Figura 4**

*Grupos de Procesos de la Administración de Proyectos*

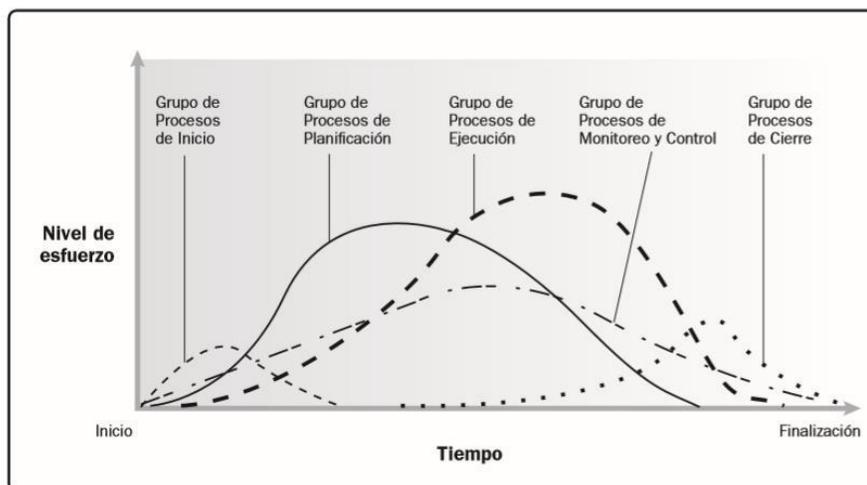


*Nota:* Reproducido de *Director de proyectos: Como aprobar el examen PMP® sin morir en el intento (Sexta Edición, p.29)*, por Lledó, 2017.

Por otra parte, la figura 5 relaciona los 5 grupos de procesos con el nivel de esfuerzo requerido y muestra también la interacción que tienen entre si a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

**Figura 5**

*Interacción de los 5 Grupos de Procesos en el Ciclo de Vida del Proyecto*



*Nota:* Reproducido de *Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Sexta Edición, p.555)*, por PMI, 2017.

### 2.2.5 Áreas del conocimiento de la Administración de Proyectos

El PMI establece 10 áreas de conocimiento para la Dirección de Proyectos, las cuales deben ser desarrolladas en complemento con los grupos de procesos mencionados en el apartado anterior.

De acuerdo con Lledó (2017), para ser un buen Director de Proyectos se deben conocer las distintas áreas específicas que enmarcan la Dirección de Proyectos, mismas que no son independientes y más bien se interrelacionan entre sí.

El PMI (2017), menciona que “un Área de Conocimiento es un área identificada de la dirección de proyectos definida por sus requisitos de conocimientos y que se describe en términos de los procesos, prácticas, entradas, salidas, herramientas y técnicas que la componen” (p. 23).

Las diez áreas del conocimiento que describe la Guía del PMBOK® sexta edición son:

- **Gestión de la Integración del Proyecto.** Incluye los procesos y actividades para identificar, definir, combinar, unificar y coordinar los diversos procesos y actividades de dirección del proyecto dentro de los Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos.
- **Gestión del Alcance del Proyecto.** Incluye los procesos requeridos para garantizar que el proyecto incluya todo el trabajo requerido y únicamente el trabajo requerido para completarlo con éxito.
- **Gestión del Cronograma del Proyecto.** Incluye los procesos requeridos para administrar la finalización del proyecto a tiempo.
- **Gestión de los Costos del Proyecto.** Incluye los procesos involucrados en planificar, estimar, presupuestar, financiar, obtener financiamiento, gestionar y controlar los costos de modo que se complete el proyecto dentro del presupuesto aprobado.
- **Gestión de la Calidad del Proyecto.** Incluye los procesos para incorporar la política de calidad de la organización en cuanto a la planificación, gestión y control de los requisitos de calidad del proyecto y el producto, a fin de satisfacer las expectativas de los interesados.
- **Gestión de los Recursos del Proyecto.** Incluye los procesos para identificar, adquirir y gestionar los recursos necesarios para la conclusión exitosa del proyecto.
- **Gestión de las Comunicaciones del Proyecto.** Incluye los procesos requeridos para garantizar que la planificación, recopilación, creación, distribución, almacenamiento, recuperación, gestión, control, monitoreo y disposición final de la información del proyecto sean oportunos y adecuados.
- **Gestión de los Riesgos del Proyecto.** Incluye los procesos para llevar a cabo la planificación de la gestión, identificación, análisis, planificación de respuesta, implementación de respuesta y monitoreo de los riesgos de un proyecto.

- Gestión de las Adquisiciones del Proyecto. Incluye los procesos necesarios para la compra o adquisición de los productos, servicios o resultados requeridos por fuera del equipo del proyecto.
- Gestión de los Interesados del Proyecto. Incluye los procesos requeridos para identificar a las personas, grupos u organizaciones que pueden afectar o ser afectados por el proyecto, para analizar las expectativas de los interesados y su impacto en el proyecto, y para desarrollar estrategias de gestión adecuadas a fin de lograr la participación eficaz de los interesados en las decisiones y en la ejecución del proyecto” (PMI, 2017, p. 24).

Según la particularidad y de acuerdo a las necesidades de cada proyecto en específico, puede que se requiera alguna otra área adicional.

Además, resulta importante mencionar que, no necesariamente las diez áreas están presentes en cada uno de los grupos de procesos, lo cual se puede ver en la figura 6, donde se puede apreciar la correspondencia entre las 10 áreas de conocimiento y los 5 grupos de procesos detallados por la Guía del PMBOK® sexta edición.

Figura 6

## Correspondencia entre Áreas de Conocimiento y Grupos de Procesos

| Áreas de Conocimiento                                 | Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos      |  |   |  |                               |
|---|--|--|---|--|-------------------------------|
|   | Grupo de Procesos de Inicio                          | Grupo de Procesos de Planificación   | Grupo de Procesos de Ejecución  | Grupo de Procesos de Monitoreo y Control   | Grupo de Procesos de Cierre   |
| <b>4. Gestión de la Integración del Proyecto</b>      | 4.1 Desarrollar el Acta de Constitución del Proyecto | 4.2 Desarrollar el Plan para la Dirección del Proyecto   | 4.3 Dirigir y Gestionar el Trabajo del Proyecto<br>4.4 Gestionar el Conocimiento del Proyecto | 4.5 Monitorear y Controlar el Trabajo del Proyecto<br>4.6 Realizar el Control Integrado de Cambios | 4.7 Cerrar el Proyecto o Fase |
| <b>5. Gestión del Alcance del Proyecto</b>            |  | 5.1 Planificar la Gestión del Alcance<br>5.2 Recopilar Requisitos<br>5.3 Definir el Alcance<br>5.4 Crear la EDI/WBS  |   | 5.5 Validar el Alcance<br>5.6 Controlar el Alcance   |                               |
| <b>6. Gestión del Cronograma del Proyecto</b>         |  | 6.1 Planificar la Gestión del Cronograma<br>6.2 Definir las Actividades<br>6.3 Secuenciar las Actividades<br>6.4 Estimar la Duración de las Actividades<br>6.5 Desarrollar el Cronograma   |   | 6.6 Controlar el Cronograma  |                               |
| <b>7. Gestión de los Costos del Proyecto</b>          |  | 7.1 Planificar la Gestión de los Costos<br>7.2 Estimar los Costos<br>7.3 Determinar el Presupuesto   |   | 7.4 Controlar los Costos   |                               |
| <b>8. Gestión de la Calidad del Proyecto</b>          |  | 8.1 Planificar la Gestión de la Calidad  | 8.2 Gestionar la Calidad  | 8.3 Controlar la Calidad   |                               |
| <b>9. Gestión de los Recursos del Proyecto</b>        |  | 9.1 Planificar la Gestión de Recursos<br>9.2 Estimar los Recursos de las Actividades   | 9.3 Adquirir Recursos<br>9.4 Desarrollar el Equipo<br>9.5 Dirigir al Equipo                   | 9.6 Controlar los Recursos   |                               |
| <b>10. Gestión de las Comunicaciones del Proyecto</b> |  | 10.1 Planificar la Gestión de las Comunicaciones   | 10.2 Gestionar las Comunicaciones   | 10.3 Monitorear las Comunicaciones   |                               |
| <b>11. Gestión de los Riesgos del Proyecto</b>        |  | 11.1 Planificar la Gestión de los Riesgos<br>11.2 Identificar los Riesgos<br>11.3 Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos<br>11.4 Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos<br>11.5 Planificar la Respuesta a los Riesgos | 11.6 Implementar la Respuesta a los Riesgos   | 11.7 Monitorear los Riesgos  |                               |
| <b>12. Gestión de las Adquisiciones del Proyecto</b>  |  | 12.1 Planificar la Gestión de las Adquisiciones  | 12.2 Efectuar las Adquisiciones   | 12.3 Controlar las Adquisiciones   |                               |
| <b>13. Gestión de los Interesados del Proyecto</b>    | 13.1 Identificar a los Interesados                   | 13.2 Planificar el Involucramiento de los Interesados  | 13.3 Gestionar la Participación de los Interesados  | 13.4 Monitorear el Involucramiento de los Interesados  |                               |

Nota: Reproducido de *Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Sexta Edición, p.25)*, por PMI, 2017.

Para la elaboración del Plan de Gestión de la Fase de Construcción del Proyecto de riego Pittier, se aplicarán los requerimientos de las 10 áreas del conocimiento para el grupo de procesos de inicio y planificación específicamente.

A continuación, se hace una breve descripción de las 10 áreas del conocimiento y de los procesos aplicados para la elaboración del Plan de Gestión de la Fase de Construcción del Proyecto de Riego Pittier.

**Gestión de la Integración:**

- Desarrollar el acta de constitución del proyecto.

**Gestión del alcance:**

- Recopilar requisitos, proceso en el cual se establecen los requisitos de los interesados para el cumplimiento de los objetivos del proyecto.
- Definir el alcance para establecer lo que incluye el proyecto.
- Crear la EDT, para hacer una descomposición de los entregables del proyecto en componentes más pequeños.

**Gestión del cronograma:**

- Definir las actividades, es el proceso en el cual se definen y documentan las acciones que se realizarán para la elaboración de los entregables del proyecto.
- Secuenciar las actividades, para para identificar y documentar las relaciones entre las actividades del proyecto.
- Estimar la duración de las actividades para definir la cantidad de tiempo que demorará una actividad.
- Desarrollar el cronograma del proyecto.

**Gestión del costo:**

- Planificar la gestión de los costos para establecer y gestionarán los costos del proyecto.
- Estimar los costos para la finalización de cada una de las actividades de proyecto.

- Estimar el presupuesto, para finalmente obtener una línea base de costo para el proyecto.

#### **Gestión de la calidad:**

- Planificar la gestión de la calidad para identificar los estándares de calidad de los entregables del proyecto definiendo métricas y documentos de pruebas y evaluación.

#### **Gestión de los recursos:**

- Planificar la gestión de los recursos para definir la estimación, adquisición y utilización de los recursos del proyecto.
- Estimar los recursos de las actividades para determinar los recursos físicos y de equipo para la ejecución de las actividades del proyecto.

#### **Gestión de las comunicaciones:**

- Planificar la gestión de las comunicaciones, es el proceso de desarrollar el enfoque de las comunicaciones según las necesidades de los interesados del proyecto.

#### **Gestión de riesgos**

- Planificar la gestión de riesgos para definir como se realizarán las actividades de gestión de riesgos.
- Identificar los riesgos para determinar los riesgos individuales del proyecto y su respectiva fuente.
- Realizar un análisis cualitativo de riesgos para priorizar lo riesgos individuales del proyecto, definiendo probabilidad e impacto de ocurrencia.
- Planificar respuesta a los riesgos para definir estrategias que permitan afrontar los riesgos identificados.

#### **Gestión de las adquisiciones:**

- Planificar la gestión de las adquisiciones del proyecto para definir el enfoque y la identificación de potenciales proveedores.

**Gestión de los interesados:**

- Identificar a los interesados teniendo en cuenta sus intereses, necesidades, expectativas, influencia y posible impacto en el éxito del proyecto.
- Planificar el involucramiento de los interesados para desarrollar enfoques con los cuales se involucran de forma eficaz a los interesados del proyecto, considerando sus expectativas y el posible impacto en el proyecto.

**2.3 Diseño de sistemas de riego**

Un sistema de riego tiene como finalidad aumentar las eficiencias en la producción del sector agropecuario, las cuales se ven afectadas por condiciones climáticas adversas y caracterizadas por un déficit hídrico durante varios meses al año, esto aunado a los efectos del cambio climático, lo cual hace que el suministro de agua para riego sea un factor determinante para el desarrollo socioeconómico en las zonas de influencia de un proyecto de riego.

En Costa Rica, el régimen de precipitación presenta una distribución muy marcada, con escasa precipitación entre los meses de diciembre y marzo, y una época lluviosa de abril a noviembre donde se concentra la mayor cantidad de precipitación. Estas condiciones descritas, enmarcan la necesidad del sector productivo agropecuario de utilizar técnicas de producción modernas con la finalidad de optimizar el uso del agua mediante diseños eficientes de sistemas de riego.

**2.3.1 Fundamentos de riego**

La agricultura moderna demanda sistemas de riego para producir en época seca, para mejorar la calidad y cantidad de cosechas y, algo muy importante, para producir en el momento oportuno y así obtener mejores rendimientos y con ello, mejores precios en el mercado.

Villalobos (2008), menciona que el riego “es la aplicación oportuna y uniforme de agua a un perfil del suelo para restituir la cantidad consumida por evapotranspiración de los cultivos entre dos riegos consecutivos” (p.13).

Mediante el diseño y posterior construcción de un sistema de riego, se pretende cumplir con una serie de objetivos, entre ellos:

- Mayor rendimiento de los cultivos, al aplicar la cantidad de agua requerida para su adecuado desarrollo.
- Mantener la producción durante toda la época del año, sobre todo en las zonas con poca precipitación.
- Aumentar los ingresos económicos mediante la producción continua y el aumento de los rendimientos del cultivo.
- Disminuir pérdidas ocasionadas por germinación producidas por la falta de agua.

La aplicación de agua de riego se hace fundamentalmente para contrarrestar el déficit hídrico existente en el suelo y que puede generar afectación sobre el desarrollo óptimo de los cultivos, no obstante, al llevar a cabo el diseño de un proyecto de riego, se debe tener en cuenta la contribución de agua por parte de fuentes complementarias de la naturaleza como precipitación, agua atmosférica, aguas superficiales y subterráneas.

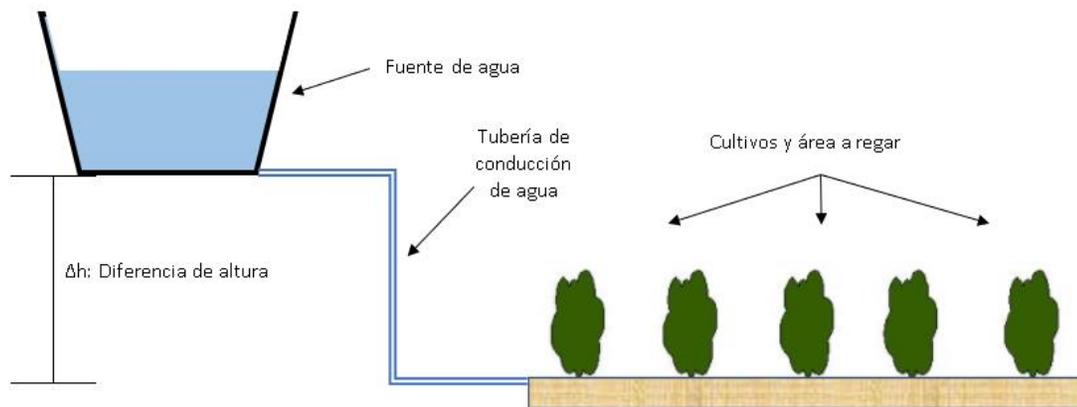
La manera más común de restituir la humedad en el suelo es la aplicación de riego por gravedad o también conocido como riego por superficie, en el cual, el agua fluye desde el exterior del terreno por toda la superficie que se requiere regar para suplir la demanda hídrica del cultivo. Este método de riego por gravedad, es el más utilizado en la actualidad, ya que, puede ser aplicado con estructuras relativamente sencillas, además de ser un método utilizado a lo largo de las generaciones desde inicios de la civilización (Villalobos, 2008).

Por otra parte, en la época actual, con el avance en el estudio de nuevos materiales, se han desarrollado otros sistemas de riego modernos, denominados como sistemas de riego a

presión, los cuales se fundamentan en un requerimiento de energía para poder funcionar. Esta energía puede ser suministrada ya sea por un sistema de bombeo o bien por una diferencia de altura entre la fuente y el punto de entrega del agua. La implementación de estos sistemas de riego a presión, requieren en algunos casos de equipo de energía, mecanismos de filtrado, sistema de distribución de agua como tuberías y los elementos o mecanismos de aplicación y entrega de agua que vienen a ser los emisores, los cuales pueden ser aspersores, microaspersores, goteros, entre otros.

El diseño de un sistema de riego, debe contemplar las necesidades hídricas de los cultivos y la producción pecuaria, así como también se debe tomar en cuenta las expectativas de los posibles beneficiarios y usuarios finales del proyecto, pero además, se debe tener presente el entorno dentro del cual se desarrolla cada proyecto particular, por lo tanto, factores y condiciones como el clima, suelo, tipo de cultivos, topografía y relieve, así como fuentes de agua, resultan fundamentales para determinar los parámetros que requiere tanto el diseño agronómico como el diseño de componentes hidráulicos del sistema de riego a implementar.

En la figura 7 se muestra un diagrama de un sistema de riego a presión, donde la diferencia de altura entre la fuente y el área de riego, permite hacer la entrega del agua de forma óptima para el desarrollo de los cultivos.

**Figura 7***Esquema Típico de un Sistema de Riego a Presión***2.3.2 Diseño Agronómico de sistemas de riego**

El diseño de un sistema de riego, surge de acuerdo a las necesidades que tiene una población determinada con respecto a la disponibilidad del agua requerida para mantener o aumentar la producción agropecuaria. La implementación de un proyecto de riego, no solo consiste en la construcción de obras de infraestructura, sino que implica la el análisis y la determinación de ciertos parámetros que permiten conocer de forma completa los requerimientos que debe suplir ese sistema con la finalidad de obtener los beneficios esperados. En ese sentido, para el desarrollo de un proyecto de riego, se debe elaborar primeramente un diseño agronómico que considere los aspectos mencionados a continuación.

**Disponibilidad de agua**

El agua es el factor más importante para lograr el éxito en la implementación de los proyectos con sistemas de riego y son varios los aspectos a considerar para el desarrollo de los

mismos, esto tomando en cuenta que el agua para riego puede provenir de distintos tipos de fuente como un pozo, una naciente, una quebrada o un río, etc.

Carrazón (2007), menciona los siguientes aspectos relacionados a la disponibilidad de agua para riego:

Cantidad de agua, en concreto la cantidad confiable con la que se puede contar durante el ciclo de producción. En la zona de trópico seco este dato será el caudal existente en abril; en otras zonas, deberá determinarse con la ayuda de los pobladores el mes del año donde los caudales de las fuentes son mínimos.

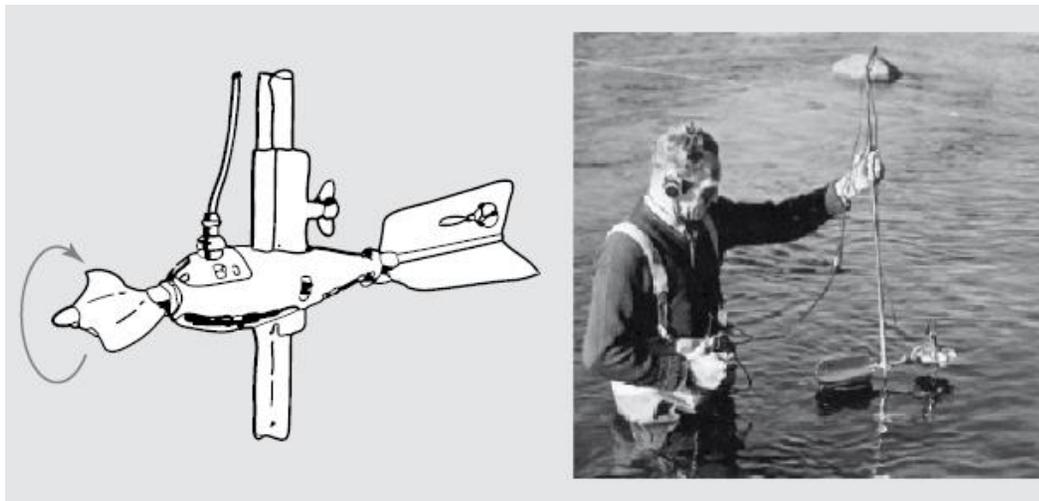
Calidad del agua, la cual está determinada por la cantidad y el tipo de sales disueltas en la misma. Este factor influye particularmente en la elección de la tecnología de riego y en la selección de los cultivos.

La propiedad de la fuente, pozo o rebalse de sistema de agua potable, o la legislación existente a la hora de extraer agua de un río o quebrada, son aspectos a aclarar desde el mismo principio del proceso de diseño del proyecto.

Indiferentemente el tipo de fuente de agua identificada para el respectivo aprovechamiento en el proyecto de riego, se debe conocer por medio de aforos, la cantidad de agua que ofrece dicha fuente para el eventual aprovechamiento en el sistema de riego. Para este procedimiento existen metodologías y herramientas tecnológicas que permiten medir con alto grado de precisión los caudales existentes en las fuentes de agua identificadas. La figura 8, muestra el procedimiento de aforo con el uso de un molinete.

## Figura 8

### *Aforo de Fuente de Agua con Molinete*



*Nota:* Reproducido de *Manual práctico para el diseño de sistemas de minirriego* (p.37), por Carrazón, 2007.

## Suelo

Conocer las características del suelo donde se pretende desarrollar un proyecto de riego resulta fundamental para la elaboración del diseño agronómico, ya que cada suelo retiene agua dependiendo de sus características.

Fuentes y Cruz (1990), mencionan que “las plantas absorben por las raíces el agua del suelo. La cantidad de agua contenida en el suelo y su absorción por la planta dependen mucho de algunas características de ese suelo” (p.27)

Entre las propiedades o características físicas del suelo que son importantes conocer para el diseño agronómico de un sistema o proyecto de riego están:

- **Peso específico aparente:** consiste en la relación entre el peso de suelo seco y el volumen aparente del mismo. Permite calcular la porosidad aparente.

- Peso específico de la partícula: permite calcular la porosidad y el peso de la capa arable de un suelo. Este cálculo se realiza en laboratorio.
- Porosidad total: es la relación existente entre el volumen no ocupado por las partículas sólidas de suelo y el volumen de suelo total.
- Textura del suelo: se refiere al porcentaje con base al peso de los diferentes tipos de partículas que conforman el suelo. Está relacionado con el diámetro de las partículas clasificadas en arenas gruesa, arena fina, limo y arcilla.

Otros factores importantes relacionados al suelo son la retención de agua que está enmarcada por la capacidad de campo y el punto de marchitez permanente, la estructura del suelo, así como la humedad volumétrica y humedad gravimétrica del suelo.

### **Clima**

El clima presente en la zona de influencia del proyecto tiene un papel fundamental durante la elaboración de un diseño agronómico para un proyecto de riego. Dentro de los aspectos más importantes a considerar están los siguientes:

Precipitación: debido a que las plantas y obviamente los cultivos tienen necesidades hídricas variables que deben ser cubiertas con la precipitación, cuando la precipitación no es suficiente se debe suplir ese déficit mediante el riego, y por lo tanto se debe aportar la cantidad de agua que no cubre la precipitación. Teniendo en consideración que el agua de precipitación se pierde en parte por escorrentía superficial o no logra penetrar en la zona radicular de la planta, se emplea el concepto de precipitación efectiva, la cual representa “aquella fracción de la precipitación total que es aprovechada por las plantas” (Fuentes y Cruz, 1990, p.16)

Evapotranspiración: consiste en la suma del agua del suelo que es utilizada por las plantas en el proceso natural de transpiración, y la evaporación del agua del suelo que rodea a la planta o el cultivo. Se puede decir es la cantidad de agua utilizada por la planta y su entorno.

La evapotranspiración está relacionada con un coeficiente de cultivo que es específico para cada uno y depende de las fases de desarrollo del mismo.

### **Parámetros de riego**

Para completar el diseño agronómico de un sistema de riego, se deben determinar los parámetros más relevantes, de forma tal que mediante la aplicación de las cantidades de agua establecidas se puedan suplir las necesidades del cultivo y esto finalmente favorezca su desarrollo tomando en consideración los factores adversos que puedan presentarse en el entorno. Los parámetros de riego a determinar son los siguientes:

**Lamina neta:** se refiere a la lámina de agua máxima que retiene un suelo en particular y se calcula a una profundidad que está definida por la profundidad del sistema radicular del cultivo en específico a regar. Generalmente se expresa en milímetros.

**Lamina bruta:** es la lámina de agua que debe ser aplicada al suelo para que tomando en cuenta las pérdidas por escorrentía u otro factor, finalmente pueda quedar en el perfil de suelo la lámina neta que es la requerida por el cultivo. Esta lamina bruta toma en cuenta la eficiencia de aplicación considerando el método de riego a implementar. Villalobos (2008), menciona que “para efectos de diseño se asume una eficiencia, y una vez que el sistema de riego se implanta en el campo, se llevan a cabo las evaluaciones del mismo para verificar los parámetros asumidos” (p.68). La lámina de riego bruta se expresa generalmente en milímetros.

**Frecuencia o intervalo de riego:** consiste en determinar en cuanto tiempo se debe aplicar nuevamente el agua al perfil del suelo. Se obtiene dividiendo la lámina neta entre la evapotranspiración real del cultivo de referencia. Normalmente se expresa en días.

**Tiempo de riego:** es la duración de tiempo que debe aplicarse el riego para garantizar que se satisfacen las necesidades hídricas del cultivo por medio del suelo. “El agua aplicada en

el riego tiene que ser suministrada de tal forma que el suelo pueda absorberla en su totalidad” (Fuentes y Cruz, 1990, p.73). Normalmente el tiempo de riego se expresa en horas.

Método de riego: los métodos de riego son básicamente las formas para realizar la distribución del agua para satisfacer las necesidades de los cultivos. Villalobos (2008), menciona entre otros, los siguientes métodos de riego:

Métodos de riego superficiales: el agua se desplaza por la superficie y se va infiltrando conforme avanza. Este método también se conoce como riego por gravedad.

Métodos de riego a presión: incluye los sistemas de riego que requieren de energía para su funcionamiento, energía que puede ser suministrada por la diferencia de altura entre el sitio de captación de agua y el punto de entrega de la misma.

Métodos de riego por surcos: en estos métodos, el agua se infiltra de forma lateral y vertical a lo largo de surcos o corrugaciones construidos sobre el terreno.

Métodos de riego por aspersión: se hace una distribución del agua simulando la lluvia, aprovechando o haciendo uso de una red de tuberías y emisores denominados aspersores.

Métodos de riego por microaspersión: emplea el mismo concepto que el riego por aspersión, con la diferencia que, en este caso, la aplicación del agua se realiza únicamente cerca de la zona radicular del cultivo.

Métodos de riego por goteo: se refiere a la aplicación del agua de riego al sistema radicular de la planta. La distribución y entrega del agua se hace de forma individual mediante emisores llamados goteros.

Eficiencia de riego: la eficiencia de riego está directamente relacionada con las pérdidas de agua que se presentan en todo sistema de riego a lo largo de la conducción y distribución de la misma. La Eficiencia total del sistema está compuesta por la eficiencia de almacenamiento, eficiencia de conducción, eficiencia de aplicación, eficiencia de distribución y eficiencia de retención. La eficiencia de riego también está relacionada con el método de riego establecido,

siendo que los sistemas de riego por goteo normalmente presentan eficiencias mayores en comparación con los otros métodos.

### **2.3.3 Diseño hidráulico de tuberías y estructuras**

El diseño hidráulico de tuberías, así como las estructuras hidráulicas complementarias para el correcto funcionamiento y operación del sistema de riego, inicia con una serie de criterios y estudios por parte de los encargados del proyecto, quienes deben contar con formación profesional relacionada al tema.

Para la elaboración del diseño hidráulico tanto de la red de tuberías como de las estructuras y obras complementarias, es necesario realizar un levantamiento topográfico para determinar donde se ubicará el sistema de tuberías, además de tomar secciones transversales en el sitio de captación sobre la fuente de agua identificada.

La topografía permite también ubicar la fuente de agua y el sitio de toma o captación para determinar que la elevación correspondiente está por encima de la altura promedio de las fincas o parcelas que los beneficiarios o potenciales usuarios requieren poner bajo riego. Además, mediante el levantamiento topográfico se toman puntos en cada una de las parcelas donde los beneficiarios y usuarios del proyecto pretenden instalar las tomas de parcela, la cuales les permiten tener el servicio de riego en puerta de finca. Así mismo, se identifican los puntos estratégicos para la construcción de obras de infraestructura necesarias para el funcionamiento del sistema.

Estos puntos son un insumo básico para poder realizar el diseño hidráulico de la tubería, la estimación de las cantidades y características o especificaciones de los materiales a utilizar.

#### **2.3.3.1 Sistema o red de tuberías**

Para el cálculo del diámetro de la tubería se hace un estudio de la diferencia de nivel existente entre la fuente y los sitios donde se debe entregar el agua. Para estimar las pérdidas de presión se puede hacer uso de distintas fórmulas, siendo la más utilizada la fórmula de Hazen Williams. El cálculo de las pérdidas tiene como finalidad garantizar que el acumulado de las pérdidas más la carga de trabajo no sobrepase la carga estática del punto.

Otro aspecto relevante a considerar es que la velocidad del fluido dentro de las tuberías no sobrepase los 2 m/s, esto especialmente en la tubería principal, con el objetivo de minimizar los valores del golpe de ariete. También, se debe establecer que el espesor de pared de la tubería se encuentre dentro del rango permisible para soportar la presión estática a que estará sometida.

Al tramo de tubería analizado, se le debe calcular el valor de las pérdidas por fricción conocidas también como pérdidas primarias, no obstante, resulta importante mencionar que, al valor calculado se debe añadir un 5% que representan las pérdidas secundarias, que son aquellas pérdidas de presión generadas por accesorios y otros componentes que se encuentran colocados a lo largo de la línea de conducción.

Finalmente, se debe verificar si las características del tubo escogido cumplen con los requerimientos para soportar la carga acumulada. Normalmente las tuberías seleccionadas para los proyectos de riego en Costa Rica son de material PVC, sin embargo, existen proyectos que contemplan el uso de otros materiales como hierro dúctil, ya que de acuerdo a las condiciones particulares de cada proyecto se pueden tomar decisiones en torno a los materiales y equipos a utilizar.

El sistema de tuberías del proyecto, debe ser complementado con una serie de mecanismos que se complementan para lograr la operación eficaz del sistema de riego. Entre los componentes a tomar en consideración, se encuentran las válvulas de compuerta, válvulas de aire y vacío, conjuntos reductores de presión, válvulas de alivio de presión, válvulas de

limpieza, entre otros. Todos estos elementos desempeñan un papel importante que en conjunto permiten que un sistema de riego logre los resultados esperados.

### **2.3.3.2 Estructuras hidráulicas**

De acuerdo con Villón (2003), en todo proyecto de riego, además de la red de tuberías, son requeridas una serie de estructuras u obras de infraestructura hidráulicas, mismas que son indispensables para el correcto funcionamiento del sistema de riego, de tal manera que finalmente se logren los objetivos planteados con el desarrollo del proyecto de riego.

Dentro de las obras o estructuras hidráulicas, se pueden encontrar obras de captación de agua, obras de protección, estructuras de cruce o paso y estructuras propias para la distribución del agua de riego. Las estructuras planteadas para la construcción de un proyecto de riego y las que son contempladas dentro del Proyecto de Riego Pittier son las siguientes:

**Obra de Captación:** se refiere a una estructura que permite captar el agua de la fuente para su posterior derivación e ingreso al sistema. Consiste en una cortina de concreto reforzado que se construye de forma perpendicular a la dirección del flujo. Se diseña de tal manera que ofrezca la mínima oposición a la corriente natural de cauce, para evitar que la sea arrastrada por las crecidas. Este tipo de estructuras se diseñan con una especie de rampa de concreto colocada en el lecho del río a todo el ancho del cauce, además, cuentan con sistemas que permiten disminuir la presencia de partículas, hojas otros elementos que podrían ocasionar obstrucciones en el agua que va hacia el proyecto. Esta obra debe ser diseñada contemplando el caudal que será utilizado por el sistema de riego, garantizando de esta forma que no derivará una cantidad de agua menor a la requerida. Así mismo, esta obra debe contar con vertederos que permitan devolver al cauce los remanentes de agua que no serán aprovechados por el proyecto.

**Tanque Desarenador:** Este tipo de obra hidráulica consisten en una estructura rectangular construida en bloques de concreto reforzado con acero y asentado sobre una losa de concreto armado. Normalmente se encuentran ubicados cerca de las obras de captación de agua, y su diseño contempla definir unas dimensiones que generen bajas velocidades de flujo, de tal forma que puedan decantar las partículas sólidas presentes en el agua.

Por lo tanto, el objetivo clave de esta estructura es eliminar las partículas en suspensión y partículas sólidas como gravas, arenas y materiales orgánicos que arrastran las aguas de la fuente principal y que, a su vez, pueden obstruir los componentes principales de los sistemas de riego.

Esta obra, se diseña teniendo en cuenta al caudal de operación del proyecto, bajo el cual no existiría un correcto funcionamiento del mismo y no estaría supliendo las demandas bajo las cuales fue diseñado el sistema de riego.

Normalmente, a este tipo de estructura se le adiciona en la primera cámara una criba que permita retirar las partículas vegetales que pasaron de las parrillas de la obra de toma, y en la última cámara se coloca un vertedor de cresta ancha complementado con un vertedor para regular el caudal que se envía hacia el proyecto.

Todo desarenador debe incluir tuberías de limpieza y vertederos de demasía para garantizar que los remanentes de agua regresen al cauce principal. Además, se debe garantizar un diseño que cumpla con las especificaciones técnicas requeridas para cumplir a cabalidad con su función correspondiente, por lo tanto, se debe considerar la calidad del concreto y al acero empleado para su diseño y construcción.

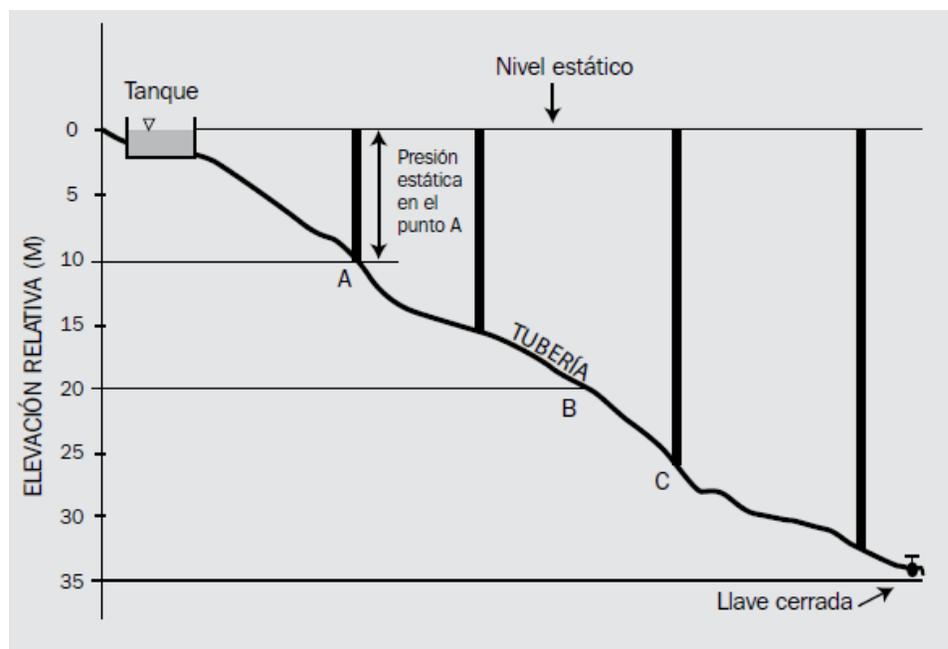
Dentro del proyecto de riego Pittier, se contempla también la construcción de reservorios, los cuales tienen la función de almacenar agua durante las horas que el proyecto no está en funcionamiento. Estos reservorios son construidos por medio de excavación de tierra y luego son recubiertos con membranas de materiales plásticos. El volumen de

almacenamiento se calcula con base en la demanda que deben suplir aguas abajo de los mismos, considerando la cantidad de área a la cual deben suministrar el agua. Estos reservorios o tanques se deben instalar en puntos estratégicos de la zona del proyecto, de tal manera que reúnan las condiciones para un adecuado funcionamiento hidráulico para que las cargas sean suficientes para poder hacer la entrega de agua con la cantidad de agua y la presión requeridas.

La figura 9, muestra el diagrama típico para la instalación de un reservorio o tanque en un proyecto de riego.

**Figura 9**

*Diagrama de Ubicación de un Tanque o Reservorio en un Sistema de Riego*



*Nota:* Reproducido de *Manual práctico para el diseño de sistemas de minirriego* (p.120), por Carrazón, 2007.



### **3 Marco metodológico**

En el presente apartado se realizó una descripción de los métodos de investigación, fuentes de información, métodos y herramientas utilizados para el desarrollo del presente Proyecto Final de Graduación, en el cual, se elaboró el plan de gestión para la fase constructiva del proyecto de riego Pittier contemplando las 10 áreas de conocimiento de la administración de proyectos establecidas en la Guía del PMBOK® sexta edición.

Este apartado es de mucha importancia para el desarrollo de cualquier proyecto, ya que, ayuda a valorar la calidad de la investigación. Tal y como menciona Castillo (2019), el marco metodológico es un punto crítico en las investigaciones en el cual se detalla los procedimientos de cómo se desarrolló el estudio y obedece a la estructura seguida para responder a la pregunta de la investigación.

#### **3.1 Fuentes de información**

Las fuentes de información son un conjunto de fuentes de conocimientos necesarios para comprender distintas situaciones, tomar decisiones o evaluar decisiones ya efectuadas (Grande & Abascal, 2007).

Por otra parte, Maranto y González (2015) indican que “una fuente de información es todo aquello que nos proporciona datos para reconstruir hechos y las bases del conocimiento. Las fuentes de información son un instrumento para el conocimiento, la búsqueda y el acceso a la información.” (párr.1).

##### **3.1.1 Fuentes primarias.**

Las fuentes de información primarias son consideradas como la fuente original de la información y que no ha sido retransmitida en cualquier medio. Esta información se puede

encontrar en la misma población y para obtener los datos se utilizan métodos como encuestas, entrevistas u observación. (Eyssautier de la Mora, 2002)

Por su parte, Raffino (2019) menciona que las fuentes primarias son aquellas más cercanas al evento que se investiga, o sea, con la menor cantidad de intermediaciones. En ese sentido, si se investiga un accidente automovilístico, las fuentes primarias son los testigos directos, pero si se investiga un evento histórico, la recopilación de testimonios directos sería una fuente primaria.

Para la elaboración del presente trabajo se hizo uso de entrevistas a expertos involucrados en el diseño, planificación y construcción de proyectos de riego, y que actualmente forman parte de la institución responsable del proyecto, esto con la finalidad de poder desarrollar el plan de gestión para la fase constructiva del Proyecto de Riego Pittier.

### **3.1.2 Fuentes secundarias.**

En este tipo de fuente se obtuvo la información de los portadores o dueños originales de la misma, ya sea transmitida o grabada en algún medio. (Eyssautier de la Mora, 2002)

Por su parte, Maranto y Gonzales (2015), indican que las fuentes secundarias son las que ya han procesado información de las fuentes primarias, por lo tanto, el proceso de esta información se pudo dar por un análisis o una interpretación, así como probablemente reorganización de la información de la fuente primaria.

Para el desarrollo del presente trabajo se revisó informes de diseño y construcción de proyectos de riego a nivel nacional y desarrollados por la institución responsable que en este caso es Senara. Además, se revisaron estudios de perfil, estudios de factibilidad de otros proyectos de riego, así como libros relacionados a la administración de proyectos, entre ellos la Guía del PMBOK® sexta edición, y libros de Pablo Lledó.

El resumen de las fuentes de información que se utilizaron en este proyecto se presenta en la Tabla 1:

**Tabla 1**

*Fuentes de Información Utilizadas*

| Objetivos   | Fuentes de Información   |  |
|---|--|--|
|   | Primarias  | Secundarias  |
| 1. Desarrollar el plan de gestión de la integración del proyecto para unificar y consolidar todos los procesos y actividades relacionadas al proyecto | Entrevistas a profesionales expertos                                   | Guía del PMBOK® 2017, sexta edición  |
| 2. Elaborar un plan de gestión del alcance para identificar y definir las actividades necesarias para ejecutar y completar el proyecto                | Reuniones y entrevistas con expertos                                   | Guía del PMBOK® 2017, sexta edición, Lledó, P. (2017). Director de Proyectos, Como aprobar el examen del PMP sin morir en el intento |
| 3. Establecer un plan de gestión del cronograma para controlar las actividades requeridas para finalizar el proyecto en el tiempo establecido         | Criterio de expertos, informes de construcción de proyectos anteriores | Informes de diseño de proyectos similares anteriores.  |
| 4. Desarrollar un plan de gestión del costo para establecer el presupuesto necesario para completar el proyecto                                       | Criterio de expertos, informes de construcción de proyectos anteriores | Guía del PMBOK® 2017, sexta edición, estudios de factibilidad de proyectos anteriores  |
| 5. Elaborar un plan de gestión de la calidad para cumplir con los requisitos de calidad establecidos del proyecto                                     | Entrevistas y reuniones con profesionales expertos                     | Guía del PMBOK® 2017, sexta edición, plantillas y procedimientos internos  |

| Objetivos   | Fuentes de Información   |  |
|---|--|--|
|   | Primarias  | Secundarias  |
| 6. Desarrollar un plan de gestión de los recursos para identificar, adquirir y gestionar los recursos necesarios para la conclusión del proyecto                            | Criterio de expertos, informes de diseño de proyectos anteriores                 | Guía del PMBOK® 2017, sexta edición, Estudios de factibilidad de proyectos anteriores, tesis de grado  |
| 7. Establecer un plan de gestión de las comunicaciones para asegurar que se cumplan las necesidades de información del proyecto y de los interesados                        | Criterio de expertos, entrevistas con profesionales expertos                     | Guía del PMBOK® 2017, sexta edición, Lledó, P. (2017). Director de Proyectos, Como aprobar el examen del PMP sin morir en el intento, tesis de grado |
| 8. Definir un plan de gestión de riesgos para identificarlos, planificar la respuesta a los mismos, minimizar sus consecuencias negativas y maximizar sus efectos positivos | Entrevistas a profesionales expertos, informes de diseño de proyectos anteriores | Guía del PMBOK® 2017, sexta edición, Lledó, P. (2017). Director de Proyectos, Como aprobar el examen del PMP sin morir en el intento                 |
| 9. Elaborar un plan de gestión de adquisiciones con la finalidad de describir cómo se gestionarán los procesos de adquisición para desarrollar el proyecto                  | Entrevista con profesional experto   | Guía del PMBOK® 2017, sexta edición, Estudios de factibilidad de proyectos anteriores, tesis de grado  |
| 10. Definir un plan de gestión de los interesados del proyecto para determinar las necesidades de cada uno y establecer estrategias para involucrarlos de una forma eficaz  | Entrevista con profesional experto, reuniones interinstitucionales               | Guía del PMBOK® 2017, sexta edición, Lledó, P. (2017). Director de Proyectos, Como aprobar el examen del PMP sin morir en el intento, tesis de grado |

*Nota:* La Tabla 1 muestra las fuentes de información utilizadas, en correspondencia con cada objetivo, y según sean primarias o secundarias.

## **3.2 Métodos de Investigación**

Hernández (1991), indica que la metodología de la investigación contiene la descripción de las principales decisiones metodológicas adoptadas según el tema de investigación y las posibilidades del investigador, además, menciona que la claridad en el enfoque y estructura metodológica resulta ser una condición obligada para asegurar la validez de la investigación.

Por otra parte, De la Mora (2002), menciona que un método es una ruta seguida por las ciencias para alcanzar un fin propuesto, y que, además, la metodología es el cuerpo de conocimiento que describe y analiza los métodos que se utilizan para el desarrollo de una investigación.

Para el presente proyecto, los métodos de investigación se enfocaron en la elaboración de un plan de gestión para la fase de construcción de un proyecto de riego, contemplando las diez áreas del conocimiento descritas por el PMI en la Guía del PMBOK® 2017, sexta edición.

### **3.2.1 Método analítico.**

Según Ruiz (2006) el método de investigación analítico es aquel caracterizado por una desmembración total, donde todo se descompone en sus partes o elementos para observar las causas, la naturaleza y los efectos. En este método, el análisis es la observación y examen de un hecho en particular y por lo tanto es necesario conocer la naturaleza del fenómeno y objeto que se estudia para comprender su esencia. En ese sentido, este método permite conocer más del objeto de estudio, para de esta forma poder explicarlo y comprender mejor su comportamiento.

Según menciona Rodríguez (2019), el método analítico implica habilidades como el pensamiento crítico además de la evaluación de hechos e información relativa a la investigación que se está realizando. Por lo tanto, con este método se pretende encontrar los elementos principales para comprender a profundidad el tema que se está analizando.

Este método se utilizó en el desarrollo del presente proyecto, debido a que fue necesario descomponer en los elementos fundamentales cada una de las partes que componen el proceso constructivo de un proyecto de riego, y con ello poder realizar el análisis correspondiente y elaborar el plan de gestión del proyecto en cada una de las áreas del conocimiento en la administración de proyectos propuestas por el PMI y detalladas la Guía del PMBOK®, 2017.

### **3.2.2 Método Bibliográfico.**

Según lo menciona Campos (2017), una investigación bibliográfica o documental es aquella que:

utiliza textos (u otro tipo de material intelectual impreso o grabado) como fuentes primarias para obtener sus datos. No se trata solamente de una recopilación de datos contenidos en libros, sino que se centra, más bien, en la reflexión innovadora y crítica sobre determinados textos y los conceptos planteados en ellos (p.17).

Este método de investigación aplicado se complementa de buena forma con el método analítico, ya que no solo se revisó documentación bibliográfica existente y relacionada a proyectos similares efectuados anteriormente, sino que también se tuvo hacer un análisis de cada documentación bibliográfica para poder elaborar los planes de gestión para cada área de conocimiento.

### **3.2.3 Método Lógico Deductivo.**

De acuerdo a Behar (2008):

Mediante este método se aplican los principios descubiertos a casos particulares a partir de la vinculación de juicios. El papel de la deducción en la investigación es doble:

a. Primero consiste en encontrar principios desconocidos, a partir de los conocidos. Una ley o principio puede reducirse a otra más general que la incluya. Si un cuerpo cae decimos que pesa porque es un caso particular de la gravitación

b. También sirve para descubrir consecuencias desconocidas, de principios conocidos. Si sabemos la fórmula para calcular la velocidad, podremos calcular entonces la velocidad de un avión. La matemática es la ciencia deductiva por excelencia; parte de axiomas y definiciones.

A su vez, este método se divide en dos particulares:

Método deductivo directo (inferencia o conclusión inmediata): Se obtiene el juicio de una sola premisa, es decir que se llega a una conclusión directa sin intermediarios. Ejemplo:

"Los libros son cultura"

"En consecuencia, algunas manifestaciones culturales son libros"

Método deductivo indirecto (inferencia o conclusión mediata): Necesita de silogismos lógicos, donde silogismo es un argumento que consta de tres proposiciones, es decir se comparan dos extremos (premisas o términos) con un tercero para descubrir la relación entre ellos. La premisa mayor contiene la proposición universal, la premisa menor contiene la proposición particular, de su comparación resulta la conclusión. Ejemplo:

"Los ingleses son puntuales"

"William es inglés"

"Por tanto, William es puntual" (p.39).

Este método de investigación fue utilizado debido a la necesidad del estudio de las metodologías para diseño y construcción de proyectos de riego, ya que, no es suficiente con el criterio expuesto por profesionales expertos en la materia y a lo interno de la organización responsable del proyecto de riego.

En la Tabla 2, se pueden apreciar los métodos de investigación utilizados para el desarrollo de los objetivos definidos para este proyecto.

**Tabla 2**

*Métodos de Investigación Utilizados*

| Objetivos   | Métodos de Investigación   |  |  |
|---|--|--|--|
|   | Método Analítico   | Método Bibliográfico   | Método Lógico Deductivo  |
| 1. Desarrollar el plan de gestión de la integración del proyecto para unificar y consolidar todos los procesos y actividades relacionadas al proyecto |  | Revisar en proyectos similares el plan de gestión de la integración                                  |  |
| 2. Elaborar un plan de gestión del alcance para identificar y definir las actividades necesarias para ejecutar y completar el proyecto                | Análisis de cada uno de los requisitos del proyecto para definir el alcance          | Consultar bibliografía de proyectos similares y tesis de grado relacionadas al tema                  |  |
| 3. Establecer un plan de gestión del cronograma para controlar las actividades requeridas para finalizar el proyecto en el tiempo establecido         | Análisis de la EDT para la definición de actividades para definir el cronograma      | Consultar en bibliografía de proyectos similares para estimar duraciones de actividades              |  |
| 4. Desarrollar un plan de gestión del costo para establecer el presupuesto necesario para completar el proyecto                                       | Mediante el análisis de la EDT del proyecto, se realiza la estimación de costos      | Revisar informes de diseño de proyectos similares  | El costo de algunas actividades se establece con base en históricos de proyectos similares |
| 5. Elaborar un plan de gestión de la calidad para cumplir con los requisitos de calidad establecidos del proyecto                                     | Analizar cada uno de los entregables para definir las métricas de calidad requeridas | Revisar bibliografía de proyectos similares para asegurar la calidad de los entregables del proyecto | Deducir los requisitos mínimos de calidad que deben cumplir los entregables                |

| Objetivos   | Métodos de Investigación  |  |  |
|---|---|--|--|
|   | Método Analítico  | Método Bibliográfico   | Método Lógico Deductivo  |
| 6. Desarrollar un plan de gestión de los recursos para identificar, adquirir y gestionar los recursos necesarios para la conclusión del proyecto                            | Por medio del análisis de las actividades para diseño y construcción de proyectos de riego, definir los recursos del proyecto | Revisar informes de construcción de proyectos similares para definir los recursos necesarios | Deducir los recursos necesarios para la construcción del proyecto de riego                           |
| 7. Establecer un plan de gestión de las comunicaciones para asegurar que se cumplan las necesidades de información del proyecto y de los interesados                        | Analizar a cada uno de los involucrados y las formas de comunicación respectivas  | Consultar bibliografía de proyectos similares y tesis de grado relacionadas al tema          |  |
| 8. Definir un plan de gestión de riesgos para identificarlos, planificar la respuesta a los mismos, minimizar sus consecuencias negativas y maximizar sus efectos positivos | Analizar los riesgos identificados que puedan afectar el desarrollo del proyecto, para determinar cómo mitigarlos.            | Revisar informes de proyectos similares para determinar formas de cómo gestionar los riesgos |  |
| 9. Elaborar un plan de gestión de adquisiciones con la finalidad de describir cómo se gestionarán los procesos de adquisición para desarrollar el proyecto                  | Realizar un análisis de capacidad de los potenciales proveedores para el desarrollo del proyecto                              | Revisar informes de proyectos similares construidos recientemente                            |  |
| 10. Definir un plan de gestión de los interesados del proyecto para determinar las necesidades de cada uno y establecer estrategias para involucrarlos de una forma eficaz  | Analizar y definir las necesidades y expectativas de cada uno de los diferentes involucrados en el proyecto                   |  | Deducir las necesidades de los involucrados y que deben ser cubiertas con el desarrollo del proyecto |

*Nota:* La Tabla 2 muestra los métodos de investigación utilizados, en correspondencia con cada objetivo. Autoría propia.

### 3.3 Herramientas

De acuerdo al PMI (2017), una herramienta es “algo tangible como una plantilla o un programa de software, utilizado al realizar una actividad para producir un producto o resultado” (p. 714).

Las herramientas se transforman en habilidades para un director de proyectos y, además, son complementadas con aprendizaje, experiencias previas y capacitación en el área de administración de proyectos (Torres & Torres, 2014).

El PMI (2017), establece en la Guía del PMBOK®, sexta edición, los siguientes grupos de herramientas y técnicas:

Técnicas de recopilación de datos: Utilizadas para recopilar datos e información de diversas fuentes. Existen 9 herramientas y técnicas de recopilación de datos.

Técnicas de análisis de datos: Utilizadas para organizar, examinar y evaluar datos e información. Existen 27 herramientas y técnicas de análisis de datos.

Técnicas de representación de datos: Utilizadas para mostrar representaciones gráficas u otros métodos utilizados para transmitir datos e información. Existen 16 herramientas y técnicas de representación de datos.

Técnicas para la toma de decisiones: Utilizadas para seleccionar un curso de acción entre diferentes alternativas. Existen 3 herramientas y técnicas para la toma de decisiones.

Habilidades de comunicación: Se utilizan para transferir información entre los interesados. Existen 4 herramientas y técnicas para la comunicación.

Habilidades interpersonales y de equipo: Se utilizan para liderar e interactuar de manera efectiva con miembros del equipo y otros interesados. Existen 17 herramientas y técnicas de habilidades interpersonales y de equipo.

Hay 59 herramientas y técnicas no agrupadas (p. 686).

Para el presente proyecto se utilizaron, entre otras, las siguientes herramientas, las cuales se encuentran distribuidas en las agrupaciones anteriormente descritas:

Juicio de expertos, reuniones, entrevistas, análisis de datos, estimación análoga, descomposición, lluvia de ideas, análisis de requisitos, matriz de probabilidad e impacto, análisis de hacer o comprar, análisis de selección de proveedores, entre otras.

En la Tabla 3, se definen las herramientas utilizadas para cada objetivo propuesto.

**Tabla 3**

*Herramientas Utilizadas*

| Objetivos   | Herramientas   |
|---|--|
| 1. Desarrollar el plan de gestión de la integración del proyecto para unificar y consolidar todos los procesos y actividades relacionadas al proyecto | Tormenta de ideas<br>Juicio de expertos<br>Entrevistas<br>Análisis de documentos |
| 2. Elaborar un plan de gestión del alcance para identificar y definir las actividades necesarias para ejecutar y completar el proyecto                | Juicio de expertos<br>Entrevistas<br>Reuniones                                   |
| 3. Establecer un plan de gestión del cronograma para controlar las actividades requeridas para finalizar el proyecto en el tiempo establecido         | Juicio de expertos<br>Análisis de datos<br>Reuniones<br>Estimación análoga       |

| Objetivos   | Herramientas  |
|---|---|
| 4. Desarrollar un plan de gestión del costo para establecer el presupuesto necesario para completar el proyecto   | Juicio de expertos<br>Análisis de datos<br>Reuniones<br>Lluvia de ideas<br>Estimación análoga   |
| 5. Elaborar un plan de gestión de la calidad para cumplir con los requisitos de calidad establecidos del proyecto   | Juicio de expertos<br>Reuniones<br>Análisis de datos  |
| 6. Desarrollar un plan de gestión de los recursos para identificar, adquirir y gestionar los recursos necesarios para la conclusión del proyecto                            | Juicio de expertos<br>Reuniones<br>Representación de datos<br>Análisis de datos   |
| 7. Establecer un plan de gestión de las comunicaciones para asegurar que se cumplan las necesidades de información del proyecto y de los interesados                        | Juicio de expertos<br>Reuniones<br>Entrevistas<br>Análisis de requisitos de información   |
| 8. Definir un plan de gestión de riesgos para identificarlos, planificar la respuesta a los mismos, minimizar sus consecuencias negativas y maximizar sus efectos positivos | Juicio de expertos<br>Análisis de datos<br>Reuniones<br>Matriz de probabilidad e impacto<br>Estrategia para amenazas y oportunidades<br>Evaluación de probabilidad e impacto de los riesgos |
| 9. Elaborar un plan de gestión de adquisiciones con la finalidad de describir cómo se gestionarán los procesos de adquisición para desarrollar el proyecto                  | Juicio de expertos<br>Análisis de datos<br>Análisis de hacer o comprar<br>Análisis de selección de proveedores  |
| 10. Definir un plan de gestión de los interesados del proyecto para determinar las necesidades de cada uno y establecer estrategias para involucrarlos de una forma eficaz  | Juicio de expertos<br>Reuniones<br>Análisis de interesados<br>Clasificación de interesados según el poder e interés.  |

*Nota:* La Tabla 3 muestra las herramientas utilizadas, en correspondencia con cada objetivo. Autoría propia.

### 3.4 Supuestos y restricciones

Según el PMI (2017), un supuesto es un “factor del proceso de planificación que se considera verdadero, real o cierto sin prueba ni demostración” (p.725).

Por su parte, Lledó (2017) menciona que los supuestos son “factores que son aceptados como verdaderos y deberían ocurrir para el éxito del proyecto. Por ejemplo, los trabajadores no se enfermarán” (p.102).

En el caso de las restricciones, Lledó (2017) indica que son “elementos que limitan al proyecto. Por ejemplo, tenemos un máximo de tres maquinarias para realizar el proyecto” (p.102).

Según detalla el PMI (2017), una restricción es un “factor limitante que afecta la ejecución de un proyecto, programa, portafolio o proceso” (p. 723).

Las restricciones más conocidas generalmente están relacionadas a la triple restricción: alcance, costo y tiempo, no obstante, puede haber más variables involucradas.

Los supuestos y restricciones, y su relación con los objetivos del proyecto final de graduación, se ilustran en la Tabla 4, a continuación.

**Tabla 4**

*Supuestos y Restricciones*

| Objetivos   | Supuestos   | Restricciones   |
|---|---|---|
| 1. Desarrollar el plan de gestión de la integración del proyecto para unificar y consolidar todos los procesos y actividades relacionadas al proyecto | Se cuenta con la información suficiente y necesaria para elaborar el plan de gestión de la integración del proyecto | Se cuenta con poco tiempo para la elaboración del plan de gestión de la integración |
| 2. Elaborar un plan de gestión del alcance para identificar y definir las actividades necesarias para ejecutar y completar el proyecto                | Se cuenta con una Sociedad de Usuarios de Agua conformada para realizar los   | El proyecto contempla los grupos de procesos de inicio y planificación              |

| Objetivos   | Supuestos   | Restricciones  |
|---|---|--|
|   | trámites ambientales necesarios para desarrollar el proyecto  |  |
| 3. Establecer un plan de gestión del cronograma para controlar las actividades requeridas para finalizar el proyecto en el tiempo establecido                               | El proyecto de riego se construirá en un tiempo de 8 meses  | Se cuenta con poco tiempo para el desarrollo del plan de gestión del cronograma  |
| 4. Desarrollar un plan de gestión del costo para establecer el presupuesto necesario para completar el proyecto   | La institución por medio de un convenio con el INDER, contará con los recursos económicos para desarrollar el proyecto                        | Se deben cumplir las fechas y plazos estipulados por el INDER para la presentación de la documentación respectiva para el convenio                             |
| 5. Elaborar un plan de gestión de la calidad para cumplir con los requisitos de calidad establecidos del proyecto   | Se cuenta a lo interno de la institución con una estricta política de gestión de la calidad y con procedimientos establecidos para su control | El personal para el monitoreo y control de la calidad es limitado  |
| 6. Desarrollar un plan de gestión de los recursos para identificar, adquirir y gestionar los recursos necesarios para la conclusión del proyecto                            | La institución cuenta con la experiencia y la estructura requerida para la gestión de los recursos necesarios para desarrollar el proyecto    | La institución no cuenta con recursos como maquinaria y equipo para el desarrollo del proyecto, por lo cual deben ser gestionados fuera del equipo de proyecto |
| 7. Establecer un plan de gestión de las comunicaciones para asegurar que se cumplan las necesidades de información del proyecto y de los interesados                        | Durante el desarrollo del proyecto se utilizarán canales de comunicación tanto formales como informales                                       | Solo se empleará el idioma español para las comunicaciones dentro del desarrollo del proyecto  |
| 8. Definir un plan de gestión de riesgos para identificarlos, planificar la respuesta a los mismos, minimizar sus consecuencias negativas y maximizar sus efectos positivos | Mediante el uso de la matriz de probabilidad e impacto se establecerá un plan de respuesta a los riesgos altos y moderados                    | A lo interno de la institución no se cuenta con personal especializado en la gestión de riesgos  |

| Objetivos  | Supuestos  | Restricciones  |
|--|--|--|
| 9. Elaborar un plan de gestión de adquisiciones con la finalidad de describir cómo se gestionarán los procesos de adquisición para desarrollar el proyecto                 | La institución cuenta con una base de datos de potenciales proveedores para el suministro de los requerimientos del proyecto                                     | Al ser una institución pública, el proceso de adquisiciones debe realizarse en apego a las leyes nacionales mediante un proceso licitatorio        |
| 10. Definir un plan de gestión de los interesados del proyecto para determinar las necesidades de cada uno y establecer estrategias para involucrarlos de una forma eficaz | Existe una buena relación entre las instituciones del sector agropecuario, así como con los potenciales usuarios del proyecto en el área de influencia del mismo | Se cuenta con recursos económicos limitados para lograr satisfacer todas las expectativas de los potenciales usuarios y beneficiarios del proyecto |

*Nota:* La Tabla 4 muestra supuestos y restricciones utilizados en correspondencia con cada objetivo. Autoría propia.

### 3.5 Entregables

De acuerdo al PMI (2017), un entregable es “cualquier producto, resultado o capacidad único y verificable para ejecutar un servicio que se debe producir para completar un proceso, una fase o un proyecto” (p. 708).

Lledó (2017), menciona que un entregable es un “producto o servicio verificable” (p.112).

Los entregables también son considerados como productos, resultados, documentos generados y capacidad de prestar algún servicio en específico. (Rabechini, 2019).

En la Tabla 5, se definen los entregables para cada objetivo propuesto.

**Tabla 5***Entregables*

| Objetivos   | Entregables  |
|---|--|
| 1. Desarrollar el plan de gestión de la integración del proyecto para unificar y consolidar todos los procesos y actividades relacionadas al proyecto                       | Plan de gestión de la integración del proyecto, dentro del cual se contempla el acta de constitución del proyecto  |
| 2. Elaborar un plan de gestión del alcance para identificar y definir las actividades necesarias para ejecutar y completar el proyecto                                      | Plan de gestión del alcance que incluye recopilar requisitos, definición del alcance, EDT y diccionario de la EDT  |
| 3. Establecer un plan de gestión del cronograma para controlar las actividades requeridas para finalizar el proyecto en el tiempo establecido                               | Plan de gestión del cronograma, el cual incluye definir las actividades, secuenciar actividades, estimar la duración, desarrollar el cronograma  |
| 4. Desarrollar un plan de gestión del costo para establecer el presupuesto necesario para completar el proyecto   | Plan de gestión del costo que incluye planificar la gestión de los costos, estimar los costos, determinar el presupuesto, línea base de costo  |
| 5. Elaborar un plan de gestión de la calidad para cumplir con los requisitos de calidad establecidos del proyecto   | Plan de gestión de la calidad que contempla planificar la gestión de la calidad, métricas de calidad, línea base de la calidad y documentos de pruebas y evaluación  |
| 6. Desarrollar un plan de gestión de los recursos para identificar, adquirir y gestionar los recursos necesarios para la conclusión del proyecto                            | Plan de gestión de los recursos, el cual incluye la matriz de asignación de responsabilidades, organigrama del proyecto, estimar los recursos y estructura de desglose de recursos                                     |
| 7. Establecer un plan de gestión de las comunicaciones para asegurar que se cumplan las necesidades de información del proyecto y de los interesados                        | Plan de gestión de las comunicaciones que contempla planificar la gestión de las comunicaciones y matriz de comunicaciones   |
| 8. Definir un plan de gestión de riesgos para identificarlos, planificar la respuesta a los mismos, minimizar sus consecuencias negativas y maximizar sus efectos positivos | Plan de gestión de riesgos, dentro del cual incluye planificar la gestión de los riesgos, probabilidad e impacto de los riesgos, identificar los riesgos, análisis cualitativo y planificar la respuesta a los riesgos |

| Objetivos  | Entregables   |
|--|---|
| 9. Elaborar un plan de gestión de adquisiciones con la finalidad de describir cómo se gestionarán los procesos de adquisición para desarrollar el proyecto                 | Plan de gestión de las adquisiciones, dentro del cual se contempla planificar la gestión de las adquisiciones               |
| 10. Definir un plan de gestión de los interesados del proyecto para determinar las necesidades de cada uno y establecer estrategias para involucrarlos de una forma eficaz | Plan de gestión de interesados que incluye identificar a los interesados y planificar el involucramiento de los interesados |

*Nota:* La Tabla 5 muestra los entregables del proyecto, en correspondencia con cada objetivo. Autoría propia.

## **4 Desarrollo**

El presente proyecto plantea la elaboración de un plan de gestión para la fase constructiva del proyecto de riego Pittier, con la finalidad de garantizar el éxito del mismo mediante la obtención de los resultados previamente establecidos y con base en la estructura de administración de proyectos del PMI, adoptando las buenas prácticas de gestión de proyectos definidas en la Guía del PMBOK® 2017. Para esto, se abarcarán las técnicas y herramientas necesarias para la implementación de este proyecto, de manera que la ejecución del mismo permita cumplir el alcance del proyecto, en el tiempo estimado, con los costos establecidos y la calidad esperada.

### **4.1 Plan de Gestión de la integración**

De acuerdo al PMI (2017) “la Gestión de la Integración del Proyecto incluye los procesos y actividades para identificar, definir, combinar, unificar y coordinar los diversos procesos y actividades de dirección del proyecto dentro de los Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos” (p.69). En ese sentido, para el presente proyecto se define como parte de los procesos de inicio y planificación, tanto del acta de constitución como el plan para la dirección del proyecto, el cual estará compuesto por los planes de gestión subsidiarios correspondientes a las áreas de alcance, cronograma, costos, calidad, recursos, comunicaciones, riesgos, adquisiciones e interesados.

#### **4.1.1 Acta de Constitución del Proyecto**

El acta de constitución de un proyecto, según menciona Lledó (2017), “es un documento firmado por el patrocinador que formaliza el comienzo de un proyecto, nombrando al DP y su nivel de autoridad. En el acta, la organización presenta su compromiso con el proyecto y

autoriza al DP a utilizar recursos” (p.101). Con base en esa definición, por medio de la tabla 6 se presenta el acta de constitución o chárter para la construcción del proyecto de riego Pittier.

**Tabla 6**

*Acta de Constitución del Proyecto*

| <b>ACTA DEL PROYECTO</b>  |   |
|---|---|
| <p><b>Formaliza la existencia del proyecto y confiere al director de proyecto la autoridad para asignar los recursos de la organización a las actividades del proyecto. Establece el beneficio directo, inicio claro y límites del proyecto bien definidos.</b></p> |   |
| Fecha   | Nombre de Proyecto  |
| 02 de Junio del 2021  | Plan de gestión de proyecto de la Construcción del proyecto de riego del distrito Pittier |
| Áreas de conocimiento / procesos:   | Área de aplicación (Sector / Actividad):  |
| Grupos de Procesos:<br>Inicio y Planificación.<br><br>Áreas de Conocimiento:<br>Integración, Alcance,<br>Cronograma, Costo, Calidad,<br>Riesgos, Comunicaciones,<br>Recursos, Adquisiciones e<br>Interesados.   | Sector construcción.<br>Obras de infraestructura para uso en actividades agrícolas.       |
| Fecha de inicio del proyecto  | Fecha estimada de finalización del proyecto   |
| 04 de enero del 2022  | 01 de setiembre de 2022   |
| <b>Objetivos del proyecto (general y específicos) (Consultar documento sobre cómo redactar objetivos).</b>  |   |

**Objetivo general:**

Incrementar la disponibilidad del agua en el distrito Pittier, para poner bajo riego 254 hectáreas, mediante la construcción de obras de infraestructura de riego, para un mejor aprovechamiento del agua.

**Objetivos específicos**

1 Instalar una red de tuberías de PVC de distintos diámetros para conducir un caudal de agua para riego de 97.6 litros por segundo.

2 Construir las obras civiles y obras de concreto requeridas para que el sistema de riego opere de una manera eficiente y se pueda aplicar el agua de riego correspondiente.

3 Dotar de módulos para riego a nivel de parcela a un total de 277 usuarios para que tengan disponibilidad de agua en cada una de sus fincas.

4 Efectuar la recepción de las obras para verificar que las mismas cumplen con las funciones establecidas y los estándares de calidad esperados .

**Justificación o propósito del proyecto (Aporte y resultados esperados)**

La zona del distrito Pittier presenta cortos períodos secos durante la época lluviosa; la cual se extiende de Mayo a Noviembre, mientras que la época seca se extiende de diciembre a abril siendo los meses de febrero y marzo los que presentan el mayor déficit hídrico y por lo tanto, menor disponibilidad de agua para que los agricultores y productores de la zona puedan realizar con normalidad sus actividades agropecuarias, ya que, se les dificulta mantener una producción constante durante todo el año.

En muchas fincas de las comunidades involucradas en el proyecto, se dedican a la producción de café y actualmente se han insertado en el cultivo de hortalizas, plátano, chile picante, raíces y tubérculos, caña india y ganadería, sin embargo, no cuentan con sistemas

de riego para dar sostenibilidad a la producción y, por ende, tampoco pueden seguir contratando la mano de obra local.

Teniendo en cuenta la calidad de los suelos de la zona del proyecto, además de las fuentes de agua cercanas, la implementación de un proyecto de riego que permita a los agricultores y productores mantener una producción bajo riego durante todo el año, resulta una muy buena alternativa para los futuros beneficiarios e involucrados en el área de influencia del proyecto.

Por lo tanto, con el presente proyecto se pretende construir las obras de infraestructura necesarias para dotar con riego a 277 potenciales usuarios de tal manera que se pueda habilitar un área total de riego de 254 hectáreas, permitiendo que los beneficiarios tengan disponibilidad de agua para realizar sus actividades agrícolas y pecuarias en cualquier época del año, sin importar las condiciones de déficit hídrico en la época seca.

#### **Descripción del producto o servicio que generará el proyecto – Entregables finales del proyecto**

El proyecto de riego Pittier consiste en la construcción de una red de tuberías de Cloruro de Polivinilo (PVC) con longitud total de 47.5 km, para llevar el agua desde el río Hamacas hasta las diferentes fincas ubicadas en nueve comunidades de los sectores de Agua Caliente, Fila Tigre, Palmira, Santa Elena, Camaquiri, Fila Naranjo, Fila Méndez y Monterrey. Con este proyecto se regarán 254 hectáreas, dedicadas al cultivo de café, chile dulce, tomate y otras hortalizas, distribuidas en 277 tomas parcelarias.

Con la construcción de este proyecto, se pretende transportar un caudal total de 97.6 L/s que permitirá regar las áreas productivas de los beneficiarios, utilizando sistemas de riego presurizados con eficiencias superiores al 80%.

Dentro de las obras que se deben realizar se encuentra la construcción de una obra

de toma ubicada en el río Hamacas en la cota 1214 msnm para derivar 97.6 L/s, a partir de ésta se colocará la red de tuberías que será la encargada de llevar el agua hasta las parcelas con necesidad de riego. Además, el proyecto contempla la instalación de riego parcelario y la construcción de obras de infraestructura como tanque desarenador, caseta de filtrado y la excavación y relleno de zanjas para la instalación de las tuberías, así como todos los componentes necesarios para brindar soporte y protección a la tubería.

Los entregables del proyecto son:

Obras Civiles

Instalación de Tuberías

Recepcion de Obras

### **Supuestos**

Una vez aprobado el presupuesto del proyecto por parte del patrocinador, la Institución contará con los recursos financieros necesarios para ejecutar el proyecto.

El proyecto cuenta con diseños listos y aprobados por la Dirección Institucional correspondiente.

El proyecto cuenta con concesión de agua y viabilidad ambiental aprobadas.

Se cuenta con los permisos de paso de las fincas privadas por donde atravesará la tubería del proyecto.

En el país se cuenta con proveedores y contratistas capacitados y con amplia experiencia en la construcción de proyectos de riego.

El proyecto iniciará en época de verano.

La excavación y relleno de zanja tendrá un avance de 250 metros lineales por día.

Se instalarán 2 módulos de riego parcelario por día.

La importación de los sistemas de filtrado y válvulas se ajusta a los plazos del

proyecto.

### **Restricciones**

La construcción del proyecto se debe iniciar con la obra de toma, ya que solo se puede construir durante la época de verano.

Se tiene un plazo máximo de ocho meses y medio para la construcción total del proyecto.

La instalación de tubería estará condicionada al avance de apertura de zanja.

Durante la excavación de zanjas, no puede quedar zanja abierta al terminar las labores diarias.

No se permite la tala de árboles.

El alineamiento de la tubería será a un lado del camino, no puede ser por el centro de calle.

Las tomas de parcela se colocarán en las entradas de las fincas.

Las válvulas de aire se colocan de acuerdo a la topografía del terreno en cambios de pendiente, sifones y si el terreno es plano que no sobrepasen 350 metros.

En cada cambio de diámetro se chorreará un anclaje 1 metro aguas debajo de la reducción.

Los accesorios y figuras como las tee y toda curva superior a los 22° tendrá anclaje de concreto.

Si no se puede excavar zanjas con al menos un metro de profundidad, la tubería deberá ser cubierta con concreto.

### **Identificación riesgos**

Si debido a que se presentaran personas opuestas al proyecto, por no poder explicarles los beneficios del proyecto, debido a una falta de comunicación, se puede originar

un retraso en el cronograma o una modificación en el alcance

Si no se pueden llevar a cabo reuniones con los interesados, por una limitación en el tiempo que disponen para la misma, debido a que la comunicación del proyecto debe realizarse en horas laborales, se puede originar retrasos en el calendario.

Si no se puede realizar un control adecuado y óptimo seguimiento de la ejecución del proyecto debido a la falta de control por parte del personal se puede originar una afectación en la calidad de los entregables.

Si no se contemplaran adecuadamente los recursos, debido a una mala estimación por no contar con personal capacitado, se pueden originar afectación en el costo, plazo, alcance y calidad del proyecto.

Si no se puede realizar las labores del proyecto, por cierre de caminos, debido a condiciones climáticas adversas, se puede generar un retraso en el cronograma.

Si se presentan dificultades en la importación de materiales y suministros por restricciones aduaneras, debido a que los subcontratistas y proveedores no las contemplaron, se puede generar un atraso en el cronograma del proyecto.

Si debido a que se presentaran incumplimientos del contrato, debido a que los subcontratistas y proveedores por su poca capacidad técnica y financiera de la empresa, se puede originar una afectación sobre el cronograma y el costo del proyecto.

Si debido a la presencia de hallazgos arqueológicos durante la fase de excavación se debe detener el proyecto, debido a la regulación existente, por parte de la SETENA, se pueden originar retrasos en el plazo de ejecución del proyecto.

Si no se pudiera contar con disponibilidad presupuestaria, debido a una priorización por las políticas gubernamentales, se puede producir una modificación en el alcance del proyecto.

Si no se puede se puede realizar el control y seguimiento del proyecto, debido a la disponibilidad de recursos, por restricción y congelamiento de plazas, se puede generar un atraso en el cronograma.

Si no se puede tener un avance de excavación de 250 metros diario, debido a la falta de identificación de requisitos por la presencia de suelos rocosos en la zona del proyecto, se puede generar un atraso en el cronograma.

Si no se puede tener seguridad de los materiales y equipos, debido a la falta de identificación de requisitos, por la inseguridad presente en la zona del proyecto, se puede dar una afectación del costo del proyecto.

Si debido a que se producen rupturas en las tuberías en la fase de pruebas, debido a problemas de calidad por una falla del pegamento que no se detectó, se puede generar una afectación directa sobre la calidad de los entregables del proyecto.

### Presupuesto

El presupuesto estimado para construir el proyecto es: ₡ 1,991,109,138.95

### Principales hitos y fechas

| Nombre hito         | Fecha inicio          | Fecha final           |
|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| Inicio de Obras     | 04 de enero del 2022  | 04 de enero del 2022  |
| Pruebas hidráulicas | 17 de agosto del 2022 | 27 de agosto del 2022 |
| Recepcion de Obras  | 17 de agosto del 2022 | 29 de agosto del 2022 |

|                              |                          |                          |  |
|------------------------------|--------------------------|--------------------------|--|
| Fin de etapa de construcción | 01 de setiembre del 2022 | 01 de setiembre del 2022 |  |
|------------------------------|--------------------------|--------------------------|--|

### Información histórica relevante

En el año 2013 un grupo de productores agropecuarios de la Red de Desarrollo de Pittier, iniciaron los trámites ante el SENARA para evaluar la factibilidad técnica de construir un proyecto de riego para la diversificación de cultivos, debido a la poca disponibilidad de agua que se presenta durante los meses de diciembre a marzo, lo cual limita la producción agrícola en sus terrenos.

En los años siguientes se sumaron a este esfuerzo las comunidades de La Palmira, Monterrey y Camaquiri, también pertenecientes al distrito Pittier; siendo la necesidad de riego una prioridad determinante para los productores y además, uno de los objetivos institucionales del SENARA como ente regulador en la materia del riego.

Senara por su parte, acogió la solicitud de los productores, organizados como "Sociedad de Usuarios de Agua del Distrito Pittier", y se dio a la tarea de elaborar un estudio de factibilidad para determinar la viabilidad técnica y económica del proyecto de riego.

Varios productores de las comunidades de Pittier ya conocieron la experiencia positiva que ha significado el riego para los agricultores de los sectores de La Guinea y Las Brisas, ambos pertenecientes también al cantón de Coto Brus en la provincia de Puntarenas. Debido a lo anterior, los representantes de las Asociaciones de Pequeños y Medianos Agricultores de estas regiones apoyados por la Municipalidad de Coto Brus, decidieron solicitar al SENARA analizar la posibilidad de la construcción de un proyecto de riego, que logre abarcar las comunidades de Agua Caliente, Fila Tigre, Palmira, Santa Elena, Sante Fé, Camaquiri, Fila Naranjo, Fila Méndez y Monterrey, las cuales, poseen gran potencial para las actividades agrícolas de mayor rentabilidad.

| <b>Identificación de grupos de interés (involucrados)</b>   |               |
|---|---------------|
| Involucrados Directos:<br><br>Senara<br><br>Director de Proyecto<br><br>Equipo de Proyecto<br><br>Patrocinador (INDER)<br><br>Involucrados Indirectos:<br><br>Sociedad de Usuarios de Agua<br><br>Potenciales beneficiarios<br><br>Habitantes de la zona de influencia<br><br>SETENA<br><br>Dirección de Agua del MINAE<br><br>Proveedores y contratistas |               |
| <b>Director de proyecto:</b><br><br><b>Marvin Coto Hernandez</b>  | <b>Firma:</b> |
| <b>Autorización de:</b>   | <b>Firma:</b> |

#### **4.1.2 Plan para la Dirección del Proyecto**

El Plan para la Dirección del Proyecto es un “documento que describe el modo en que el proyecto será ejecutado, monitoreado y controlado y cerrado” (PMI, 2017, p.86). Para el presente proyecto se plantea como Plan para la Dirección del Proyecto, el conjunto de planes

de gestión subsidiarios los cuales se describen a continuación, así como su respectivo apartado en el presente documento:

- Plan de Gestión del Alcance, mostrado en el apartado 4.2
- Plan de Gestión del Cronograma, mostrado en el apartado 4.3
- Plan de Gestión del Costo, mostrado en el apartado 4.4
- Plan de Gestión de la Calidad, mostrado en el apartado 4.5
- Plan de Gestión de los Recursos, mostrado en el apartado 4.6
- Plan de Gestión de las Comunicaciones, mostrado en el apartado 4.7
- Plan de Gestión de los Riesgos, mostrado en el apartado 4.8
- Plan de Gestión de las Adquisiciones, mostrado en el apartado 4.9
- Plan de Gestión de los Interesados, mostrado en el apartado 4.10

#### **4.2 Plan de Gestión del Alcance**

En este apartado se debe definir lo que se incluye en el proyecto y lo que no se incluye en el mismo. Tal y como lo menciona el PMI (2017) “La Gestión del Alcance del Proyecto incluye los procesos requeridos para garantizar que el proyecto incluya todo el trabajo requerido, y únicamente el trabajo requerido, para completar el proyecto con éxito” (p.129).

Los procesos incorporados en el plan de gestión del alcance son recopilación de requisitos, enunciado del alcance del proyecto, la estructura de desglose de trabajo (EDT) y diccionario de la EDT, verificar el alcance y controlar el alcance. Las herramientas y técnicas incluidas dentro de la Guía del PMBOK® 2017 y utilizadas en estos procesos fueron reuniones y juicio de expertos.

#### 4.2.1 Recopilar Requisitos

El proyecto de riego Pittier tiene como objetivo la construcción de obras de infraestructura para poder abastecer con agua de riego a los beneficiarios y usuarios del sistema, de tal manera que la escasez de agua durante la época seca no sea un impedimento para la producción agropecuaria en la zona de proyecto. En ese sentido y teniendo en cuenta que el proceso de recopilar requisitos según el PMI (2017) “es el proceso de determinar, documentar y gestionar las necesidades y los requisitos de los interesados para cumplir con los objetivos del proyecto” (p. 138), se presenta la tabla 7 con los interesados del proyecto y los requisitos que cada uno de ellos tiene del proyecto.

**Tabla 7**

*Requisitos de los Interesados del Proyecto*

| ID | Nombre del Interesado | Directo/Indirecto | Descripción de requisito  |
|----|-----------------------|-------------------|---|
| 1  | Senara                | Directo           | El proyecto garantice un uso eficiente del recurso hídrico.<br><br>Se cumplan las necesidades de los usuarios mediante la habilitación bajo riego de 254 hectáreas    |
| 2  | Director de Proyecto  | Directo           | Se logre ejecutar la totalidad de las obras dentro del tiempo y costo estimado, con la calidad esperada y con los recursos establecidos                               |
| 3  | Equipo de Proyecto    | Directo           | Se logre ejecutar la construcción de las obras de acuerdo al costo y tiempo planificado y cumpliendo con la calidad esperada para cerrar de forma exitosa el proyecto |

| ID | Nombre del Interesado               | Directo/Indirecto | Descripción de requisito  |
|----|-------------------------------------|-------------------|---|
| 4  | Sociedad de Usuarios de Agua        | Indirecto         | Se tenga infraestructura adecuada para dotar de agua para riego a los miembros y usuarios del proyecto de riego |
| 5  | Potenciales usuarios                | Indirecto         | Se tenga disponibilidad de agua para riego en cantidad y calidad óptima para realizar sus actividades agrícolas |
| 6  | Habitantes de la zona de influencia | Indirecto         | Se cuente con un insumo para el aumento en la productividad agrícola y pecuaria de la comunidad                 |
| 7  | SETENA                              | Indirecto         | Se ejecute el proyecto acorde a los lineamientos establecidos en los compromisos ambientales correspondientes   |
| 8  | Dirección de Agua del MINAE         | Indirecto         | Se realice un aprovechamiento de la cantidad de agua concesionada sin exceder dicho volumen                     |
| 10 | Proveedores                         | Indirecto         | Se cumplan las especificaciones técnicas en las obras de infraestructura  |
| 11 | INDER (Patrocinador)                | Directo           | Se logre satisfacer las necesidades de los interesados  |

*Nota:* La Tabla 7 muestra los requisitos de los interesados sobre el proyecto. Autoría propia.

Teniendo en cuenta los requisitos descritos en la tabla 7, se plantea una matriz de trazabilidad de requisitos, la cual, representa un instrumento de suma importancia para que el DP y su equipo de proyecto puedan verificar el cumplimiento del alcance planteado para la fase constructiva del proyecto de riego Pittier.

La tabla 8 muestra la matriz de trazabilidad de requisitos.

**Tabla 8***Matriz de Trazabilidad de Requisitos*

| ID | Entregables EDT | Responsable  | Criterio de Aceptación  | Aprueba                               |
|----|-----------------|--|---|---------------------------------------|
| 1  | 1,2,3           | Senara   | Acta de recepción de obras  | Senara y Patrocinador                 |
| 2  | 1,2,3,4         | Director del Proyecto, Equipo de Proyecto y Contratistas | Informe final de construcción y Acta de recepción de obras  | Senara y Patrocinador                 |
| 3  | 4               | Director del Proyecto, Equipo de Proyecto y Contratistas | Informe final de construcción y Acta de recepción de obras  | Senara y Patrocinador                 |
| 4  | 1,2,3           | Senara y Contratistas                                    | Acta de entrega del proyecto a los beneficiarios  | Senara y Sociedad de Usuarios de Agua |
| 5  | 1,2             | Senara y Contratistas                                    | Acta de entrega del proyecto a los beneficiarios  | Senara y Sociedad de Usuarios de Agua |
| 6  | 1,2             | Senara y Contratistas                                    | Acta de entrega del proyecto a los beneficiarios  | Senara                                |
| 7  | 1,2,4           | Senara y Contratistas                                    | Informe final de construcción   | Senara                                |
| 8  | 1,2,4           | Senara y Contratistas                                    | Informe final de construcción   | Senara                                |
| 10 | 1,2,3           | Director del Proyecto y Equipo de Proyecto               | Resultados de pruebas de laboratorio, Planos constructivos, Recepción de obras y Acta de recepción de obras | Director del Proyecto                 |
| 11 | 1,2,3,4         | Senara y Contratistas                                    | Informe final de construcción y Acta de recepción de obras  | Senara                                |

*Nota:* El ID mostrado en la Tabla 8 corresponde al requisito descrito en la tabla 7 donde se indican los interesados y requisitos del proyecto. Autoría propia.

#### 4.2.2 Definición del Alcance

La definición del alcance del proyecto “es el proceso que consiste en desarrollar una descripción detallada del proyecto y del producto” (PMI, 2017, p. 150). Además, en este apartado se definen los principales entregables del proyecto, las restricciones, exclusiones y supuestos del proyecto.

El proyecto de riego Pittier consiste en la construcción de una red de tuberías de Cloruro de Polivinilo (PVC) con longitud total de 47.5 km, para llevar el agua desde el río Hamacas hasta las diferentes fincas ubicadas en nueve comunidades de los sectores de Agua Caliente, Fila Tigre, Palmira, Santa Elena, Camaquiri, Fila Naranjo, Fila Méndez y Monterrey. Con este proyecto se regarán 254 hectáreas, dedicadas al cultivo de café, chile dulce, tomate y otras hortalizas, distribuidas en 277 tomas parcelarias.

Con la construcción de este proyecto, se pretende transportar un caudal total de 97.6 L/s que permitirá regar las áreas productivas de los beneficiarios, utilizando sistemas de riego presurizados con eficiencias superiores al 80%. La red de tubería a utilizar es de PVC en diámetros que varían entre 300 y 50 mm, la longitud aproximada de la tubería de conducción principal es de 24 kilómetros y 23.5 kilómetros de ramales. La distribución del agua será por medio de módulos de riego, utilizando una frecuencia de riego de 3 días y una jornada de riego de 12 horas.

Dentro de las obras que se deben realizar se encuentra la construcción de una obra de toma ubicada en el río Hamacas en la cota 1214 msnm para derivar 97.6 L/s, a partir de ésta se colocará la red de tuberías que será la encargada de llevar el agua hasta las parcelas con necesidad de riego. Además, el proyecto contempla la instalación de riego parcelario y la construcción de obras de infraestructura como tanque desarenador, casetas de filtrado y la excavación y relleno de zanjas para la instalación de las tuberías. Adicionalmente se incluyen

todos aquellos componentes necesarios para brindar soporte y protección a la tubería como lo son los anclajes, válvulas de aire, de limpieza, entre otras.

En forma complementaria se planea la construcción de cinco reservorios con capacidad total de 4300 m<sup>3</sup> para captar el agua durante la noche y utilizarla al día siguiente. Estos reservorios permitirán la regulación y manejo de las aguas en los diferentes sectores de riego y la posterior entrega del agua a cada usuario por medio de válvulas volumétricas.

Los entregables del proyecto son:

- Obras civiles
- Instalación de tuberías
- Recepción de obras
- Administración del proyecto

#### **4.1.2.1 Restricciones**

- La construcción del proyecto se debe iniciar con la obra de toma, ya que solo se puede construir durante la época de verano.
- Se tiene un plazo máximo de ocho meses y medio para la construcción total del proyecto.
- La instalación de tubería estará condicionada al avance de apertura de zanja.
- Durante la excavación de zanjas, no puede quedar zanja abierta al terminar las labores diarias.
- No se permite la tala de árboles.
- El alineamiento de la tubería será a un lado del camino, no puede ser por el centro de calle.
- Las tomas de parcela se colocarán en las entradas de las fincas.

- Las válvulas de aire se coloran de acuerdo a la topografía del terreno en cambios de pendiente, sifones y si el terreno es plano que no sobrepasen 350 metros.
- En cada cambio de diámetro se chorreará un anclaje 1 metro aguas debajo de la reducción.
- Los accesorios y figuras como las tee y toda curva superior a los 22° tendrá anclaje de concreto.
- Si no se puede excavar zanjas con al menos un metro de profundidad, la tubería deberá ser cubierta con concreto.

#### **4.1.2.2 Exclusiones**

- No se contempla en el proyecto la adquisición de los terrenos necesarios para construir los reservorios.
- No se contempla posibilidad de entregar un caudal de agua continuo a los beneficiarios.

#### **4.1.2.3 Supuestos**

- Una vez aprobado el presupuesto del proyecto por parte del patrocinador, la Institución contará con los recursos financieros necesarios para ejecutar el proyecto.
- El proyecto cuenta con diseños listos y aprobados por la Dirección Institucional correspondiente.
- El proyecto cuenta con concesión de aguas y viabilidad ambiental aprobadas.
- Se cuenta con los permisos de paso de las fincas privadas por donde atravesará la tubería del proyecto.
- En el país se cuenta con proveedores y contratistas capacitados y con amplia experiencia en la construcción de proyectos de riego.
- El proyecto iniciará en época de verano.
- La excavación y relleno de zanja tendrá un avance de 250 metros lineales por día.

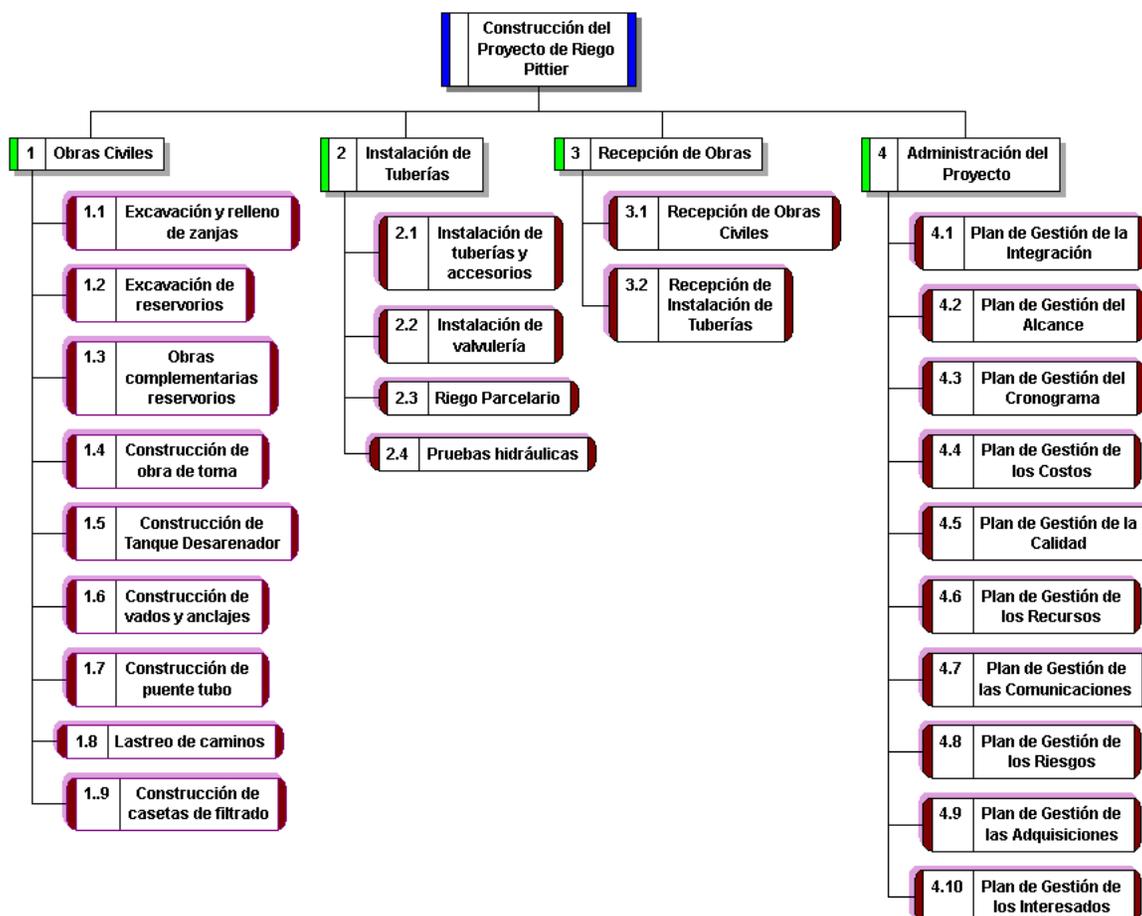
- Se instalarán entre 2 módulos de riego parcelario por día.
- La importación de los sistemas de filtrado y válvulas se ajusta a los plazos del proyecto.

#### 4.2.3 Estructura de Desglose de Trabajo (EDT del proyecto)

El PMI (2017) menciona que “la EDT/WBS es una descomposición jerárquica del alcance total del trabajo a realizar por el equipo del proyecto para cumplir con los objetivos del proyecto y crear los entregables requeridos” (p. 157). En ese sentido, mediante la figura 10 se presenta la estructura de desglose de trabajo para la construcción del proyecto de riego Pittier.

**Figura 10**

*Estructura de Desglose de Trabajo (EDT) del Proyecto*



#### 4.2.4 Diccionario de la EDT

De acuerdo con Lledó (2017), “en la EDT no hay lugar suficiente para explicitar qué significa cada uno de sus términos. Por tal motivo, es importante que se acompañe con el diccionario de la EDT donde se detallan los términos de cada componente” (p.148). De acuerdo con esto, se muestra en la tabla 9 el diccionario de la EDT para la construcción del proyecto de riego Pittier.

**Tabla 9**

*Diccionario de la EDT*

| Proyecto: Construcción del Proyecto de Riego Pittier  |       |                                       |
|---|-------|---------------------------------------|
| ID  | Nivel | Responsable                           |
| 1   | 2     | Ing. Administrador de la contratación |
| Entregable: Obras Civiles   |       |                                       |
| Descripción: Contempla la ejecución de todas las obras requeridas para la construcción de las estructuras que componen el sistema de riego, así como la excavación necesaria y obras complementarias para cada uno de los componentes de infraestructura del proyecto   |       |                                       |
| Costo estimado:   |       |                                       |
| Duración estimada:  |       |                                       |
| ID  | Nivel | Responsable                           |
| 2   | 2     | Ing. Administrador de la contratación |
| Entregable: Instalación de Tuberías   |       |                                       |
| Descripción: Incluye todos los componentes para la instalación de los 47.5 kilómetros lineales de tuberías para la conducción y distribución del agua de riego en diámetros que van desde los 200mm hasta los 50mm, así como la instalación de todos los tipos de válvulas y accesorios que son parte fundamental del proyecto. Además, contempla la realización de las respectivas pruebas hidráulicas del sistema una vez instalado |       |                                       |
| Costo estimado:   |       |                                       |
| Duración estimada:  |       |                                       |
| ID  | Nivel | Responsable                           |
| 3   | 2     | Ing. Administrador de la contratación |
| Entregable: Recepción de Obras  |       |                                       |

---

Proyecto: Construcción del Proyecto de Riego Pittier

---

Descripción: Contempla la respectiva recepción de las obras de infraestructura del proyecto, tanto las obras civiles como la instalación de tuberías y valvulería mediante la verificación correspondiente de cada uno de los componentes

Costo estimado:

Duración estimada:

| ID | Nivel | Responsable           |
|----|-------|-----------------------|
| 4  | 2     | Director del Proyecto |

Entregable: Administración del Proyecto

Descripción: Incluye los planes de gestión para el desarrollo del proyecto de riego Pittier, contempla los planes para las diez áreas de administración de proyectos que son: el alcance, cronograma, costo, calidad, recursos, comunicación, riesgos, adquisiciones, interesados e integración

Costo estimado:

Duración estimada:

| ID  | Nivel | Responsable                           |
|-----|-------|---------------------------------------|
| 1.1 | 3     | Ing. Administrador de la contratación |

Entregable: Excavación y relleno de zanjas

Descripción: contempla la realización de todas las operaciones necesarias para efectuar la excavación y tapado de las zanjas donde se colocará la tubería, de acuerdo con los alineamientos y dimensiones que se indiquen en los planos y que ordene el administrador de la contratación

Costo estimado:

Duración estimada:

| ID  | Nivel | Responsable                           |
|-----|-------|---------------------------------------|
| 1.2 | 3     | Ing. Administrador de la contratación |

Entregable: Excavación de reservorios

Descripción: incluye todas las operaciones necesarias para efectuar la excavación de los reservorios que conforman el proyecto según lo que se indica en los planos de diseño para cumplir a cabalidad con las dimensiones requeridas para el almacenamiento del agua de riego

Costo estimado:

Duración estimada:

| ID  | Nivel | Responsable                           |
|-----|-------|---------------------------------------|
| 1.3 | 3     | Ing. Administrador de la contratación |

Entregable: Obras complementarias reservorios

Descripción: Este contempla todas las labores y tareas requeridas para el cerramiento del reservorio con malla perimetral, además de la colocación e instalación del geotextil y la geomembrana sobre la superficie del reservorio

Costo estimado:

Duración estimada:

| ID  | Nivel | Responsable                           |
|-----|-------|---------------------------------------|
| 1.4 | 3     | Ing. Administrador de la contratación |

Entregable: Construcción de obra de toma

---

---

Proyecto: Construcción del Proyecto de Riego Pittier

---

Descripción: Contempla la construcción de una estructura de concreto reforzado con armadura de acero para captar el agua que será derivada e ingresada al sistema de tuberías del proyecto. La estructura consiste en una rampa de concreto colocada en el lecho del río a todo lo ancho del cauce en aproximadamente 7 metros, la misma estará cimentada sobre el lecho rocoso coronado por una losa de concreto de 30 cm de grosor y 3 metros de ancho

Costo estimado:

Duración estimada:

| ID  | Nivel | Responsable                           |
|-----|-------|---------------------------------------|
| 1.5 | 3     | Ing. Administrador de la contratación |

Entregable: Construcción de Tanque Desarenador

Descripción: Contempla todas las labores requeridas para la construcción de un tanque con la función de eliminar las partículas en suspensión y partículas sólidas como gravas, arenas y materiales orgánicos que arrastran las aguas del río y que, a su vez, pueden obstruir los componentes principales de los sistemas de riego. Consiste en una estructura rectangular de 2.6x4.0x1.20 m (ancho, largo, alto), construido en bloques de concreto reforzado con varilla #3 y asentado sobre una losa de concreto armado. Esta estructura debe garantizar el caudal mínimo de entrada al proyecto.

Costo estimado:

Duración estimada:

| ID  | Nivel | Responsable                           |
|-----|-------|---------------------------------------|
| 1.6 | 3     | Ing. Administrador de la contratación |

Entregable: Construcción de vados y anclajes

Descripción: Consiste en la construcción e instalación de bloques de concreto reforzado que se colocan en lugares montañosos o bien muy quebrados donde la tubería no puede ser enterrada a suficiente profundidad y está expuesta a cambios constantes de dirección. Estos anclajes contemplan también aquellos tramos con pendientes fuertes donde se debe colocar a una distancia no mayor a 50m y se deben anclar las curvas de 30°, 45° y 90°. Por su parte los vados son estructuras de concreto armado que se colocan en pasos de quebradas para la protección de la tubería.

Costo estimado:

Duración estimada:

| ID  | Nivel | Responsable                           |
|-----|-------|---------------------------------------|
| 1.7 | 3     | Ing. Administrador de la contratación |

Entregable: Construcción de puente tubo

Descripción: Incluye las labores necesarias para construir estructuras metálicas para permitir el paso aéreo de la red de tuberías en tramos donde se hace imposible instalar la tubería por medio de excavación y relleno de zanjas.

Costo estimado:

Duración estimada:

| ID  | Nivel | Responsable                           |
|-----|-------|---------------------------------------|
| 1.8 | 3     | Ing. Administrador de la contratación |

---

---

Proyecto: Construcción del Proyecto de Riego Pittier

---

**Entregable: Lastreo de caminos**

Descripción: Contempla las labores necesarias para el suministro, acarreo y colocación de una capa de material selecto sobre una superficie de camino previamente establecido. Este lastreo se efectuará en aquellas secciones que requieren una capa adicional por pérdida de materiales originalmente colocados, debido a las labores de excavación y relleno de zanjas.

Costo estimado:

Duración estimada:

| ID  | Nivel | Responsable                           |
|-----|-------|---------------------------------------|
| 1.9 | 3     | Ing. Administrador de la contratación |

**Entregable: Construcción de casetas de filtrado**

Descripción: Contempla la construcción de una caseta con dimensiones de 4.5 metros de largo por 2.0 metros de ancho. La caseta será techada y construida con paredes en mampostería y malla electrosoldada, la cual tendrá la función de albergar y proteger el sistema de filtrado del proyecto de riego.

Costo estimado:

Duración estimada:

| ID  | Nivel | Responsable                           |
|-----|-------|---------------------------------------|
| 2.1 | 3     | Ing. Administrador de la contratación |

**Entregable: Instalación de tuberías y accesorios**

Descripción: Incluye todas las labores y tareas necesarias para la instalación de la red de tuberías de 47.5 kilómetros de longitud y en diámetros que varían desde los 200mm hasta los 50mm. Contempla también la instalación de todos los accesorios PVC que deben ser instalados sobre la tubería en los puntos o tramos correspondientes

Costo estimado:

Duración estimada:

| ID  | Nivel | Responsable                           |
|-----|-------|---------------------------------------|
| 2.2 | 3     | Ing. Administrador de la contratación |

**Entregable: Instalación de valvulería**

Descripción: Contempla las labores y tareas para la instalación de las válvulas que forman parte del proyecto para su adecuado funcionamiento. Incluye la instalación de válvulas de compuerta, válvulas de aire, válvulas de limpieza, válvulas reguladoras de presión y válvulas de control de nivel, entre otras.

Costo estimado:

Duración estimada:

| ID  | Nivel | Responsable                           |
|-----|-------|---------------------------------------|
| 2.3 | 3     | Ing. Administrador de la contratación |

**Entregable: Riego Parcelario**

Descripción: Incluye las labores requeridas para la instalación de los módulos de riego parcelario correspondiente a cada uno de los potenciales beneficiarios y usuarios del proyecto. En total son 277 módulos de riego a nivel de parcela que deben ser instalados en las fincas o parcelas de cada usuario de riego

Costo estimado:

---

---

Proyecto: Construcción del Proyecto de Riego Pittier

---

Duración estimada:

| ID  | Nivel | Responsable                           |
|-----|-------|---------------------------------------|
| 2.4 | 3     | Ing. Administrador de la contratación |

Entregable: Pruebas hidráulicas

Descripción: Contempla las labores que deben efectuarse una vez estén finalizadas las labores de instalación de tuberías, accesorios, válvulas y riego parcelario, con la finalidad de verificar el correcto funcionamiento del sistema y poder garantizar que el mismo cumple con los criterios de calidad previamente establecidos

Costo estimado:

Duración estimada:

| ID  | Nivel | Responsable                           |
|-----|-------|---------------------------------------|
| 3.1 | 3     | Ing. Administrador de la contratación |

Entregable: Recepción de obras civiles

Descripción: Incluye las labores requeridas para verificar que las obras civiles han sido entregadas a satisfacción del administrador de la contratación, y que las mismas cumplen con los estándares de calidad especificados y por ende permiten el cumplimiento de los objetivos del proyecto

Costo estimado:

Duración estimada:

| ID  | Nivel | Responsable                           |
|-----|-------|---------------------------------------|
| 3.2 | 3     | Ing. Administrador de la contratación |

Entregable: Recepción de Instalación de Tuberías

Descripción: Incluye las labores requeridas para verificar que la instalación de tuberías ha sido realizada y entregada a entera satisfacción del administrador de la contratación, y que las mismas cumplen con los estándares de calidad especificados y por ende permiten el cumplimiento de los objetivos del proyecto

Costo estimado:

Duración estimada:

---

*Nota:* La Tabla 9 muestra el diccionario de la EDT elaborado para la fase de construcción del proyecto de riego Pittier. Autoría propia.

### 4.3 Plan de Gestión del Cronograma

Posterior a la elaboración del Plan de Gestión del Alcance, se procede con el desarrollo del Plan de Gestión del Cronograma del Proyecto, el cual es “un componente del plan para la dirección del proyecto que establece los criterios y las actividades para desarrollar, monitorear y controlar el cronograma” (PMI, 2017, p. 181). Dicho cronograma incluye los entregables,

actividades e hitos que permiten al director del proyecto y otros interesados clave conocer tanto el avance como el desempeño del proyecto en cualquier momento en particular.

Para el presente proyecto se plantea un Plan de Gestión del Cronograma del proyecto que toma en cuenta entradas como el acta de constitución del proyecto, el plan de gestión del alcance, además de procedimientos internos de la institución. Este plan incluye los procesos de definir las actividades, secuenciar las actividades, estimar la duración de las actividades y finalmente desarrollar el cronograma del proyecto.

Como base de partida para el plan de gestión del cronograma, se establece la unidad de día para la duración de las actividades, así mismo, se define que el horario de trabajo para determinar el cronograma es de lunes a domingo en una jornada de ocho horas diarias.

#### **4.3.1 Definir las actividades**

De acuerdo al PMI (2017), “Definir las Actividades es el proceso de identificar y documentar las acciones específicas que se deben realizar para elaborar los entregables del proyecto” (p.183). Para este proceso se utiliza como entrada la EDT y su diccionario respectivo, los cuales forman parte del Plan de Gestión del Alcance del Proyecto. En ese sentido y empleando la técnica de descomposición, se definen las actividades requeridas para elaborar el cronograma que permitirá posteriormente ejecutar, monitorear y controlar todo el trabajo necesario para cumplir los objetivos del proyecto.

Por medio de la tabla 8 se presenta la lista de actividades para la construcción del proyecto de riego Pittier.

**Tabla 10***Lista de Actividades del Proyecto*

| ID    | Nombre de Actividad                            | Descripción   | Observaciones |
|-------|--|---|---------------|
|       | Inicio   |   | Hito          |
| 1     | Obras Civiles                                  | Contempla la ejecución de excavación de zanjas, reservorios y todas las obras de infraestructura  |               |
| 1.1   | Excavación y relleno de zanjas                 | Incluye la excavación y relleno de zanjas tanto manual como mecánica para la posterior instalación de tuberías y accesorios   |               |
| 1.1.1 | Excavación manual de zanja 0.50 x 0,30 m       | Consiste en la excavación y relleno de zanjas de forma manual para la instalación de tuberías y accesorios del sistema de riego, con un ancho de 30 cm y profundidad de 50 cm |               |
| 1.1.2 | Excavación mecánica de zanja 1.0 x 0,60 m      | Consiste en la excavación y relleno de zanjas de forma mecánica para la instalación de tuberías y accesorios del sistema de riego, con un ancho de 60 cm y profundidad de 1 m |               |
| 1.2   | Excavación de reservorios                      | Contempla las tareas correspondientes para excavar los reservorios para almacenamiento de agua de riego   |               |
| 1.2.1 | Movimiento de tierra confección de reservorios | Consiste en la excavación y movimientos de tierra para la construcción de los reservorios de almacenamiento   |               |
| 1.2.2 | Acarreo tierra                                 | Contempla el acarreo de tierra resultante de las labores de excavación de los reservorios   |               |
| 1.2.3 | Alquiler de Maquinaria                         | Consiste en las labores realizadas con maquinaria para labores relacionadas a la excavación de los reservorios de almacenamiento de agua                                      |               |

| ID    | Nombre de Actividad                              | Descripción   | Observaciones |
|-------|--|---|---------------|
| 1.3   | Obras complementarias reservorios                | Contempla las labores requeridas para impermeabilizar los reservorios, así como el cerramiento perimetral de los mismos   |               |
| 1.3.1 | Impermeabilización de Reservorios                | Consiste en la colocación e instalación del geotextil y la geomembrana sobre la superficie de los reservorios   |               |
| 1.3.2 | Malla perimetral de 2.0 m de alto                | Se refiere a la instalación de malla perimetral alrededor de los reservorios para el cerramiento correspondiente  |               |
| 1.3.3 | Concreto 180 kg/cm <sup>2</sup> acera perimetral | Consiste en la construcción de una acera perimetral en los reservorios con concreto de resistencia 180 kg/cm <sup>2</sup>   |               |
| 1.4   | Construcción de obra de toma                     | Contempla las labores necesarias para la construcción de la obra de toma para captar un caudal de 97.6 L/s directamente de la fuente de agua                                  |               |
| 1.5   | Construcción de Tanque Desarenador               | Contempla las actividades requeridas para construir un tanque desarenador para el sistema de riego con dimensiones de 4 m de largo, 3 m de ancho y 1.2 m de altura            |               |
| 1.6   | Construcción de vados y anclajes                 | Contempla las actividades necesarias para la construcción con concreto de resistencia 210 kg/cm <sup>2</sup> de anclajes, vados y pedestales para la protección de la tubería |               |
| 1.6.1 | Concreto 210 Kg/cm <sup>2</sup> para Anclajes    | Consiste en la construcción de anclajes de concreto a lo largo de la red de tuberías, con una resistencia del concreto de 210 kg/cm <sup>2</sup>                              |               |
| 1.6.2 | Concreto 210 Kg/cm <sup>2</sup> para Pedestales  | Consiste en la construcción de pedestales de concreto para el soporte de las tuberías en pasos aéreos, con una resistencia del concreto de 210 kg/cm <sup>2</sup>             |               |

| ID    | Nombre de Actividad                        | Descripción  | Observaciones |
|-------|--|--|---------------|
| 1.6.3 | Concreto 210 Kg/cm <sup>2</sup> para Vados | Consiste en la construcción de vados de concreto para proteger las tuberías en pasos sobre quebradas o sitios complejos, con una resistencia del concreto de 210 kg/cm <sup>2</sup>            |               |
| 1.6.4 | Acero armado para anclajes y pedestales    | Consiste en el armado e instalación de armadura de acero para reforzar el concreto de los anclajes y pedestales  |               |
| 1.7   | Construcción de puente tubo                | Contempla las labores requeridas para la construcción de un puente tubo con una longitud de 28 metros para cruzar la tubería de forma aérea sobre el río Cotón                                 |               |
| 1.8   | Lastreo de caminos                         | Consiste en las actividades necesarias para reponer una capa de lastre sobre calles o caminos que hayan sido afectados por labores de instalación de tuberías y accesorios                     |               |
| 1.9   | Construcción de casetas de filtrado        | Contempla las labores necesarias para la construcción de casetas de filtrado con dimensiones de 5 m de largo, 2 m de ancho y 3 m de altura para albergar los sistemas de filtrado del proyecto |               |
| 2     | Instalación de Tuberías                    | Incluye las labores para la instalación de toda la red de tuberías, los accesorios, válvulas y módulos de riego parcelario que conforman el proyecto   |               |
| 2.1   | Instalación de tuberías y accesorios       | Contempla las tareas correspondientes para instalar el sistema de tuberías y los accesorios complementarios en el sistema  |               |

| ID    | Nombre de Actividad                           | Descripción   | Observaciones |
|-------|---|---|---------------|
| 2.1.1 | Instalación de tubería                        | Consiste en las labores relacionadas a la instalación de toda la tubería del proyecto, en diámetros que van desde los 300 mm hasta los 38mm   |               |
| 2.1.2 | Instalación de accesorios                     | Contempla la instalación de accesorios en la red de tuberías del proyecto, donde se incluyen curvas, codos, silletas, uniones, tapas sanitarias, tees, entre otros, con diámetros que varían desde los 300 mm hasta los 12 mm |               |
| 2.2   | Instalación de valvulería                     | Incluye la instalación de todos los tipos de válvulas a lo larga de la red de tuberías del sistema de riego   |               |
| 2.2.1 | Instalación de válvulas de toma de parcela    | Consiste en la instalación de las válvulas hidráulicas que se colocan a la entrada de finca de cada usuario de riego, con diámetros de van desde los 300 mm hasta los 50 mm   |               |
| 2.2.2 | Instalación de válvulas de aire vacío         | Se refiere a la instalación de las válvulas de aire vacío con un distanciamiento máximo de 350 metros sobre la red de tuberías y con diámetros que varían desde los 300 mm hasta los 50 mm                                    |               |
| 2.2.3 | Instalación de válvulas mariposa              | Consiste en la colocación de válvulas mariposa para cortar y permitir el paso del flujo de agua en las tuberías del sistema, con diámetros de 300 mm y 250 mm   |               |
| 2.2.4 | Instalación de válvulas de compuerta en línea | Se refiere a la instalación de válvulas de compuerta para controlar y permitir el flujo de agua sobre la línea de tubería y con diámetros entre 200 mm y 50 mm  |               |

| ID     | Nombre de Actividad                          | Descripción   | Observaciones |
|--------|--|---|---------------|
| 2.2.5  | Instalación de válvulas de limpieza          | Consiste en la instalación de las válvulas que permiten realizar la limpieza de la red de tuberías del proyecto y tienen diámetros que de 200 mm y 100 mm   |               |
| 2.2.6  | Instalación de conjunto regulador de caudal  | Contempla las labores para instalar los componentes necesarios para regular el caudal y sostener la presión en puntos estratégicos, con diámetros entre 150 mm y 50 mm                            |               |
| 2.2.7  | Instalación de conjunto regulador de presión | Se refiere a la instalación de componentes hidráulicos para regular la presión interna en el sistema de tuberías del proyecto y se contemplan en diámetros que varían de 150 mm a 50 mm           |               |
| 2.2.8  | Instalación de válvulas de alivio            | Consiste en la instalación de válvulas hidráulicas que permiten controlar la sobre presión en la red de tuberías generadas por golpe de ariete, y se contemplan en diámetros entre 300 mm y 75 mm |               |
| 2.2.9  | Instalación de filtros de mallas automáticos | Consiste en la instalación de 5 filtros de malla en la red de tuberías para evitar variaciones en la calidad de agua de riego, con rangos de operación de entre los 40 y 20 litros                |               |
| 2.2.10 | Instalación de filtros casapiedra            | Contempla las labores necesarias para la instalación de filtros casapiedra a lo largo de la red de distribución, con diámetros que van desde los 150 mm hasta los 50 mm                           |               |
| 2.3    | Riego parcelario                             | Consiste en la instalación de módulos de riego parcelario por microaspersión en la finca correspondiente a cada usuario de riego  |               |

| ID  | Nombre de Actividad                  | Descripción   | Observaciones |
|-----|--------------------------------------|---|---------------|
| 2.4 | Pruebas hidráulicas                  | Contempla las labores requeridas realizar las pruebas correspondientes sobre el sistema de tuberías, accesorios y valvulería, para verificar el correcto funcionamiento del mismo una vez instalado |               |
| 3   | Recepción de obras                   | Incluye las labores requeridas para ejecutar de manera formal la recepción tanto de las obras civiles como de instalación de tuberías   |               |
| 3.1 | Recepción de Obras Civiles           | Consiste en la recepción formal que debe realizar el administrador de la contratación una vez finalizado la construcción de las obras civiles del proyecto  |               |
| 3.2 | Recepción de Instalación de Tuberías | Consiste en la recepción formal que debe realizar el administrador de la contratación una vez finalizada la instalación de tuberías   |               |
| 4   | Administración del proyecto          | Contempla las labores de gestión necesarias para administrar el proyecto mediante los 10 planes subsidiarios que corresponden a las áreas de conocimiento en la gestión de proyectos                |               |
|     | Fin                                  | Finalización del proyecto   | Hito          |

*Nota:* La Tabla 10 muestra una breve descripción de las actividades requeridas para cumplir con los objetivos del proyecto, así como los hitos principales que corresponden al inicio y fin del proyecto.

#### 4.3.2 Secuenciar las actividades

Tomando como base la tabla 10, donde se indican las actividades del proyecto, se establece una relación entre las mismas para obtener una secuencia que permita cumplir con los entregables del proyecto. De acuerdo al PMI (2017), este proceso brinda el beneficio de definir

una “secuencia lógica de trabajo para obtener la máxima eficiencia teniendo en cuenta todas las restricciones del proyecto” (p.187).

En la tabla 11 se muestra la secuencia de las actividades del proyecto, para las cuales se emplearon herramientas como reuniones con expertos y análisis de datos mediante documentación de otros proyectos similares desarrollados por la institución.

**Tabla 11**

*Secuencia de Actividades del Proyecto*

| ID de Actividad | Nombre de Actividad                              | Predecesora |
|-----------------|--|-------------|
|                 | Inicio   |             |
| 1               | Obras Civiles                                    |             |
| 1.1             | Excavación y relleno de zanjas                   |             |
| 1.1.1           | Excavación manual de zanja 0.50 x 0,30 m         | Inicio      |
| 1.1.2           | Excavación mecánica de zanja 1.0 x 0,60 m        | 1.1.1       |
| 1.2             | Excavación de reservorios                        |             |
| 1.2.1           | Movimiento de tierra confección de reservorios   | 1.1.2       |
| 1.2.2           | Acarreo tierra                                   | 1.2.1 CC    |
| 1.2.3           | Alquiler de Maquinaria                           | 1.2.2 FF    |
| 1.3             | Obras complementarias reservorios                |             |
| 1.3.1           | Impermeabilización de Reservorios                | 1.2.1       |
| 1.3.2           | Malla perimetral de 2.0 m de alto                | 1.3.1       |
| 1.3.3           | Concreto 180 kg/cm <sup>2</sup> acera perimetral | 1.3.2       |
| 1.4             | Construcción de obra de toma                     | Inicio      |
| 1.5             | Construcción de Tanque Desarenador               | 1.4         |
| 1.6             | Construcción de vados y anclajes                 |             |
| 1.6.1           | Concreto 210 Kg/cm <sup>2</sup> para Anclajes    | 1.5         |
| 1.6.2           | Concreto 210 Kg/cm <sup>2</sup> para Pedestales  | 1.6.1 CC    |
| 1.6.3           | Concreto 210 Kg/cm <sup>2</sup> para Vados       | 1.6.2 CC    |
| 1.6.4           | Acero armado para anclajes y pedestales          | 1.6.3 CC    |
| 1.7             | Construcción de puente tubo                      | 1.6.4       |
| 1.8             | Construcción de casetas de filtrado              | 1.7         |
| 1.9             | Lastreo de caminos                               | 1.2.1 FF    |
| 2               | Instalación de Tuberías                          |             |

| ID de Actividad | Nombre de Actividad                           | Predecesora                         |
|-----------------|---|-------------------------------------|
| 2.1             | Instalación de tuberías y accesorios          |                                     |
| 2.1.1           | Instalación de tubería                        | 1.1.1 CC+5 días                     |
| 2.1.2           | Instalación de accesorios                     | 1.2.1.1 CC                          |
| 2.2             | Instalación de valvulería                     |                                     |
| 2.2.1           | Instalación de válvulas de toma de parcela    | 2.1.2                               |
| 2.2.2           | Instalación de válvulas de aire vacío         | 2.2.1 CC                            |
| 2.2.3           | Instalación de válvulas mariposa              | 2.2 CC                              |
| 2.2.4           | Instalación de válvulas de compuerta en línea | 2.2.3 CC                            |
| 2.2.5           | Instalación de válvulas de limpieza           | 2.2.4 CC                            |
| 2.2.6           | Instalación de conjunto regulador de caudal   | 2.2.5 CC                            |
| 2.2.7           | Instalación de conjunto regulador de presión  | 2.2.6 CC                            |
| 2.2.8           | Instalación de válvulas de alivio             | 2.2.7 CC                            |
| 2.2.9           | Instalación de filtros de mallas automáticos  | 2.2.8 CC                            |
| 2.2.10          | Instalación de filtros casapiedra             | 2.2.9 CC                            |
| 2.3             | Riego parcelario                              | Inicio FC+60 días                   |
| 2.4             | Pruebas hidráulicas                           | 1.9, 1.8, 2.1.2, 2.2.1, 2.2.10, 2.3 |
| 3               | Recepción de obras                            |                                     |
| 3.1             | Recepción de Obras Civiles                    | 1.3.3                               |
| 3.2             | Recepción de Instalación de Tuberías          | 2.1.1, 2.2.1                        |
| 4               | Administración del proyecto                   | Inicio CC                           |
|                 | Fin   |                                     |

*Nota:* La Tabla 11 muestra la relación de secuencia establecida para las actividades del proyecto mediante las actividades predecesoras correspondientes. Autoría propia.

#### 4.3.3 Estimar la duración de las actividades

Una vez establecida la relación de interdependencia entre las actividades del proyecto por medio de la secuenciación de las mismas, se procede a realizar la estimación de cada una de las actividades para posteriormente determinar la duración total del proyecto.

Para llevar a cabo la estimación de cada duración de actividad, se utiliza la herramienta de estimación análoga para algunas actividades particulares como la excavación de zanja manual y la instalación de riego parcelario, esto basado en actividades similares realizadas

anteriormente en otros proyectos, además para las otras actividades se utiliza la estimación paramétrica que permite “utilizar parámetros estadísticos con base en información histórica para poder estimar la duración de una actividad futura” (Lledó, 2017, p.169). También se realizaron reuniones para aprovechar el juicio de expertos en el tema de proyectos de riego, de tal manera que las duraciones se ajustaran a la realidad de los proyectos que desarrolla la institución.

Mediante la tabla 12 se indican las duraciones respectivas a cada una de las actividades que conforman el proyecto.

**Tabla 12**

*Duración de las Actividades del Proyecto*

| ID de Actividad | Nombre de Actividad                              | Duración (días) |
|-----------------|--|-----------------|
|                 | Construcción del proyecto de Riego Pittier       | 237             |
| 1               | Obras Civiles                                    | 232             |
| 1.1             | Excavación y relleno de zanjas                   | 190             |
| 1.1.1           | Excavación manual de zanja 0.50 x 0,30 m         | 9               |
| 1.1.2           | Excavación mecánica de zanja 1.0 x 0,60 m        | 181             |
| 1.2             | Excavación de reservorios                        | 21              |
| 1.2.1           | Movimiento de tierra confección de reservorios   | 21              |
| 1.2.2           | Acarreo tierra                                   | 21              |
| 1.2.3           | Alquiler de Maquinaria                           | 10              |
| 1.3             | Obras complementarias reservorios                | 21              |
| 1.3.1           | Impermeabilización de Reservorios                | 10              |
| 1.3.2           | Malla perimetral de 2.0 m de alto                | 6               |
| 1.3.3           | Concreto 180 kg/cm <sup>2</sup> acera perimetral | 5               |
| 1.4             | Construcción de obra de toma                     | 30              |
| 1.5             | Construcción de Tanque Desarenador               | 15              |
| 1.6             | Construcción de vados y anclajes                 | 90              |
| 1.6.1           | Concreto 210 Kg/cm <sup>2</sup> para Anclajes    | 90              |
| 1.6.2           | Concreto 210 Kg/cm <sup>2</sup> para Pedestales  | 8               |
| 1.6.3           | Concreto 210 Kg/cm <sup>2</sup> para Vados       | 7               |
| 1.6.4           | Acero armado para anclajes y pedestales          | 90              |
| 1.7             | Construcción de puente tubo                      | 30              |

| ID de Actividad | Nombre de Actividad                           | Duración (días) |
|-----------------|---|-----------------|
| 1.8             | Construcción de casetas de filtrado           | 40              |
| 1.9             | Lastreo de caminos                            | 50              |
| 2               | Instalación de Tuberías                       | 230             |
| 2.1             | Instalación de tuberías y accesorios          | 190             |
| 2.1.1           | Instalación de tubería                        | 190             |
| 2.1.2           | Instalación de accesorios                     | 190             |
| 2.2             | Instalación de valvulería                     | 30              |
| 2.2.1           | Instalación de válvulas de toma de parcela    | 30              |
| 2.2.2           | Instalación de válvulas de aire vacío         | 20              |
| 2.2.3           | Instalación de válvulas mariposa              | 2               |
| 2.2.4           | Instalación de válvulas de compuerta en línea | 11              |
| 2.2.5           | Instalación de válvulas de limpieza           | 4               |
| 2.2.6           | Instalación de conjunto regulador de caudal   | 5               |
| 2.2.7           | Instalación de conjunto regulador de presión  | 11              |
| 2.2.8           | Instalación de válvulas de alivio             | 8               |
| 2.2.9           | Instalación de filtros de mallas automáticos  | 5               |
| 2.2.10          | Instalación de filtros casapiedra             | 8               |
| 2.3             | Riego parcelario                              | 140             |
| 2.4             | Pruebas hidráulicas                           | 10              |
| 3               | Recepción de obras                            | 5               |
| 3.1             | Recepción de Obras Civiles                    | 5               |
| 3.2             | Recepción de Instalación de Tuberías          | 5               |

Autoría propia.

#### 4.3.4 Desarrollar el cronograma

De acuerdo al PMI (2017), desarrollar el cronograma es el “proceso de analizar secuencias de actividades, duraciones, requisitos de recursos y restricciones del cronograma para crear un modelo de programación para la ejecución, el monitoreo y el control del proyecto” (p.205).

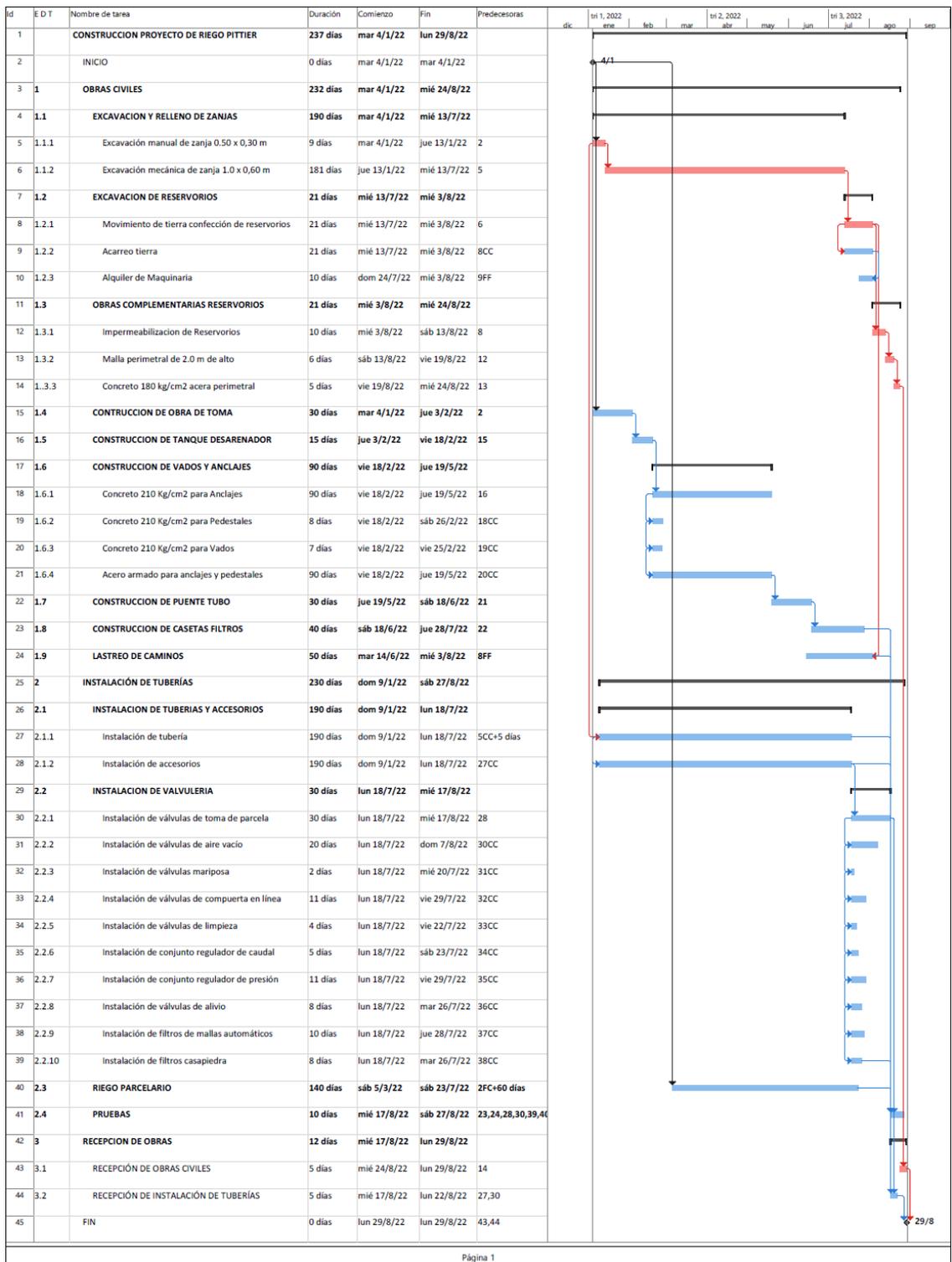
Tomando en cuenta la naturaleza propia de un proyecto de riego, se contemplan algunos aspectos de importancia para la elaboración del cronograma como utilizar una jornada laboral de 8 horas y para los días laborales toda la semana completa, es decir, de lunes a

domingo. Además, se toma en consideración restricciones como el inicio de labores con la construcción de la obra de toma, la cual debe iniciar en época de verano.

Bajo esa descripción y una vez analizada la secuencia lógica de las actividades, además, del apoyo y revisión mediante el juicio de expertos a nivel institucional por parte de profesionales en proyectos de riego, se plantea el cronograma del proyecto mostrado en la figura 11.

Figura 11

Cronograma del Proyecto



Para el presente proyecto y de acuerdo al cronograma ilustrado mediante la figura 11, se puede apreciar que la duración total del proyecto es de 237 días, tomando en cuenta el total de las actividades y su secuenciamiento respectivo, además, se puede apreciar en color rojo de demarcación de la ruta crítica del proyecto, la cual corresponde a las actividades de excavación y relleno de zanjas, movimientos de tierra en reservorios, obras complementarias en los reservorios y la recepción de obras civiles, las cuales comprenden una duración total de 237 días.

La ruta crítica podría disminuirse en caso de que el Ingeniero a cargo de la obra solicite aumentar los frentes de trabajo en las labores de excavación de zanja, no obstante, el avance en estas labores está limitado por las condiciones climáticas de la zona en el momento de la ejecución del proyecto, por lo cual, esta decisión estará a cargo tanto del DP como del Ingeniero Administrador de la contratación.

#### **4.4 Plan de Gestión del Costo**

Tal y como menciona Lledó (2017), “todos los proyectos están limitados por una restricción presupuestaria. La gestión de los costos (o costes) es un área técnica que debe conocer un buen DP para lograr proyectos exitosos”. Por lo tanto, para el presente proyecto, es necesario que la gestión de los costos sea planificada de tal forma que permita al director del proyecto administrar de forma óptima los costos para cada una de las actividades, con la finalidad de cumplir los objetivos planteados dentro del presupuesto establecido.

Por su parte, el PMI (2017) detalla que la gestión del costo del proyecto “incluye los procesos involucrados en planificar, estimar, presupuestar, financiar, obtener financiamiento, gestionar y controlar los costos de modo que se complete el proyecto dentro del presupuesto aprobado” (p.231), por lo que en este plan de gestión del costo, se incluyen los procesos

correspondientes a las fases de inicio y planificación que son: planificar la gestión de los costos, estimar los costos, desarrollar el presupuesto y establecer la línea base del costo.

#### **4.4.1 Planificar la gestión de los costos**

De acuerdo al PMI (2017), el proceso de planificar los costos del proyecto consiste en “definir como se han de estimar, presupuestar, gestionar, monitorear y controlar los costos” (p.235), lo cual permite obtener una dirección de cómo se administrará el costo del proyecto a lo largo del ciclo de vida del mismo.

Para la estimación de los costos del proyecto, se empleará para los recursos materiales como unidad de medida el metro lineal, metro cúbico, kilogramo, horas, unidad de cada material según la necesidad correspondiente.

Dentro de las herramientas y técnicas utilizadas para planificar los costos del proyecto, se encuentran las reuniones y juicio de expertos, aprovechando para ello la presencia en la institución de profesionales en ingeniería con amplia experiencia en el desarrollo de proyectos de riego a nivel nacional.

Para la estimación de los costos de las actividades se hará uso de las herramientas de estimación análoga, estimación paramétrica y juicio de expertos, calculado los costos de abajo hacia arriba definiendo así el costo de las actividades.

Para la determinación del presupuesto total del proyecto, se empleará la técnica de agregación de costos, en la cual, según el PMI (2017), los costos se suman por paquetes de trabajo y estos costos se agregan a los niveles superiores como las cuentas de control para finalmente definir el presupuesto del proyecto.

Para los todos los cálculos relacionados a la estimación de costos del proyecto, se utilizará como moneda el colon costarricense (₡) y se aplicará un redondeo hacia arriba contemplando el uso de dos decimales.

Dentro de los cálculos para la estimación de los costos totales del proyecto, no se contempla el costo respectivo en las actividades relacionadas a la recepción de obras civiles y recepción de instalación de tuberías, esto considerando que el costo correspondiente no es parte del costo del proyecto, ya que, se asume como gasto ordinario institucional, donde el administrador de la contratación recibe un salario mensual que comprende dentro de sus responsabilidades y tareas el llevar a cabo la recepción de obras de los proyectos.

Además, no se contempla un costo relacionado a las pruebas hidráulicas, puesto que, dicho costo está diluido dentro del costo de las labores realizadas por los proveedores para la instalación de tuberías y accesorios, instalación de valvulería y riego parcelario, por lo tanto, no se le asigna un costo.

Por otra parte, se recomienda para el monitoreo y control del proyecto, utilizar la herramienta del análisis del valor ganado (EVA), de tal manera que se pueda medir el desempeño del proyecto en términos de costos comparando la línea base con el desempeño real del cronograma y del costo.

#### **4.4.2 Estimar los costos**

De acuerdo al PMI (2017), el proceso de estimar los costos del proyecto es “desarrollar una aproximación del costo de los recursos necesarios para completar el trabajo del proyecto” (p.240). Por lo tanto, en este proceso se realiza una estimación de los costos requeridos para la construcción del proyecto de riego Pittier, tomando como insumo la estructura de desglose de trabajo mostrada en la figura 10 del apartado 4.2.3.

Las herramientas empleadas en este proceso fueron el juicio de expertos mediante el apoyo de profesionales en Ingeniería Agrícola e Ingeniería Civil que laboran para la Dirección de Ingeniería y Desarrollo de Proyectos del Senara, así como la estimación paramétrica utilizando información histórica de otros proyectos similares desarrollados con anterioridad por

la institución. Además, para algunas actividades se utilizó la herramienta de estimación ascendente y la estimación análoga para el caso puntual de la construcción de anclajes de concreto, ya que de acuerdo a experiencias en proyectos anteriores ejecutados por Senara es difícil conocer con exactitud la cantidad de anclajes a construir, por lo cual se utiliza este tipo de estimación específicamente para esta actividad.

Como se indicó en el apartado anterior 4.4.1, no se incluye el costo relacionado a la recepción de obras, ya que no forma parte del presupuesto del proyecto al ser contemplado dentro del salario que paga la institución al administrador de la contratación. Tampoco se contempla el costo de las pruebas hidráulicas al ser incluido dentro del costo de los materiales e instalación de tuberías, accesorios y valvulería. De la misma manera, tampoco se incluye costo para la Administración del Proyecto, pues al igual que en el caso de la recepción de obras, este costo es asumido por el presupuesto ordinario institucional y no forma parte de los costos del proyecto. En la tabla 13 se presenta la estimación de los costos del proyecto.

**Tabla 13**

*Estimación de los Costos del Proyecto*

| EDT   | Actividad                                  | Cantidad | Unidad | Costo Unitario<br>(₡) | Costo Total<br>(₡) |
|-------|--|----------|--------|-----------------------|--------------------|
|       | Construcción del Proyecto de Riego Pittier |          |        |                       | 1,805,994,683.85   |
| 1     | Obras Civiles                              |          |        |                       | 333,610,169.56     |
| 1.1   | Excavación y relleno de zanjas             |          |        |                       | 101,198,800.00     |
| 1.1.1 | Excavación manual de zanja 0.50 x 0,30 m   | 2,300    | m      | 2,750.00              | 6,325,000.00       |
| 1.1.2 | Excavación mecánica de zanja 1.0 x 0,60 m  | 45,178   | m      | 2,100.00              | 94,873,800.00      |
| 1.2   | Excavación de reservorios                  |          |        |                       | 16,850,000.00      |

| EDT    | Actividad                                      | Cantidad | Unidad | Costo Unitario<br>(₡) | Costo Total<br>(₡) |
|--------|--|----------|--------|-----------------------|--------------------|
| 1.2.1  | Movimiento de tierra confección de reservorios | 4,500    | m3     | 2,500.00              | 11,250,000.00      |
| 1.2.2  | Acarreo tierra                                 | 3,500    | m3     | 1,000.00              | 3,500,000.00       |
| 1.2.3  | Alquiler de Maquinaria                         | 100      | horas  | 21,000.00             | 2,100,000.00       |
| 1.3    | Obras complementarias reservorios              |          |        |                       | 42,341,370.00      |
| 1.3.1  | Impermeabilización de Reservorios              | 3,150    | m2     | 6,570.00              | 20,695,500.00      |
| 1.3.2  | Malla perimetral de 2.0 m de alto              | 400      | m      | 45,000.00             | 18,000,000.00      |
| 1..3.3 | Concreto 180 kg/cm2 acera perimetral           | 18       | m3     | 202,548.33            | 3,645,870.00       |
| 1.4    | Construcción de obra de toma                   | 1        | u      | 11,049,928.33         | 11,049,928.33      |
| 1.5    | Construcción de Tanque Desarenador             | 1        | u      | 1,999,894.13          | 1,999,894.13       |
| 1.6    | Construcción de vados y anclajes               |          |        |                       | 52,242,826.67      |
| 1.6.1  | Concreto 210 Kg/cm2 para Anclajes              | 170      | m3     | 220,246.67            | 37,441,933.33      |
| 1.6.2  | Concreto 210 Kg/cm2 para Pedestales            | 14       | m3     | 220,246.67            | 3,083,453.33       |
| 1.6.3  | Concreto 210 Kg/cm2 para Vados                 | 12       | m3     | 220,246.67            | 2,642,960.00       |
| 1.6.4  | Acero armado para anclajes y pedestales        | 8,465    | kg     | 1,072.00              | 9,074,480.00       |
| 1.7    | Construcción de puente tubo                    | 1        | u      | 16,270,352.67         | 16,270,352.67      |
| 1.8    | Construcción de casetas de filtrado            | 5        | u      | 3,331,399.55          | 16,656,997.77      |
| 1.9    | Lastreo de caminos                             | 5,000    | m3     | 15,000.00             | 75,000,000.00      |
| 2      | Instalación de Tuberías                        |          |        |                       | 1,472,384,514.29   |
| 2.1    | Instalación de tuberías y accesorios           |          |        |                       | 1,087,647,496.39   |
| 2.1.1  | Instalación de tubería                         | 47,478   | m      | *                     | 1,024,776,509.28   |
| 2.1.2  | Instalación de accesorios                      | 634      | u      | *                     | 62,870,987.11      |
| 2.2    | Instalación de valvulería                      |          |        |                       | 155,205,513.12     |
| 2.2.1  | Instalación de válvulas de toma de             | 277      | u      | *                     | 93,972,620.00      |

| EDT    | Actividad                                     | Cantidad | Unidad | Costo Unitario<br>(₡) | Costo Total<br>(₡) |
|--------|---|----------|--------|-----------------------|--------------------|
|        | parcela                                       |          |        |                       |                    |
| 2.2.2  | Instalación de válvulas de aire vacío         | 201      | u      | *                     | 17,651,007.36      |
| 2.2.3  | Instalación de válvulas mariposa              | 7        | u      | *                     | 4,905,572.00       |
| 2.2.4  | Instalación de válvulas de compuerta en línea | 22       | u      | *                     | 3,716,665.12       |
| 2.2.5  | Instalación de válvulas de limpieza           | 4        | u      | *                     | 1,936,121.60       |
| 2.2.6  | Instalación de conjunto regulador de caudal   | 5        | u      | *                     | 2,346,321.60       |
| 2.2.7  | Instalación de conjunto regulador de presión  | 11       | u      | *                     | 4,652,099.20       |
| 2.2.8  | Instalación de válvulas de alivio             | 17       | u      | *                     | 6,718,504.80       |
| 2.2.9  | Instalación de filtros de mallas automáticos  | 5        | u      | *                     | 12,319,380.64      |
| 2.2.10 | Instalación de filtros casapiedra             | 16       | u      | *                     | 6,987,220.80       |
| 2.3    | Riego parcelario                              | 277      | u      | 828,633.59            | 229,531,504.78     |
| 2.4    | Pruebas hidráulicas                           | 1        | u      | 0                     | 0                  |
| 3      | Recepción de obras                            |          |        | 0                     | 0                  |
| 3.1    | Recepción de Obras Civiles                    | 1        | u      | 0                     | 0                  |
| 3.2    | Recepción de Instalación de Tuberías          | 1        | -      | 0                     | 0                  |
| 4      | Administración del proyecto                   | 1        | -      | 0                     | 0                  |

*Nota:* el asterisco (\*) mostrado en la columna de costo unitario, indica que no se puede mostrar dicho costo para esas actividades, debido a que las mismas contienen tubería, accesorios y válvulas de los tipos mencionados en diámetros variables que van desde los 300 mm hasta los 50 mm, por lo tanto, se resume de la manera mostrada sin el desglose de los diámetros.  
Autoría propia.

#### 4.4.3 Determinar el presupuesto

Una vez determinado el costo para cada actividad o paquete de trabajo del proyecto, se procede con la determinación del presupuesto, el cual, según menciona el PMI (2017), “consiste en sumar los costos de las actividades individuales o paquetes de trabajo para establecer una línea base de costos autorizada” (p.248).

Para este proceso se toma como entrada la estimación de costos realizada en el apartado anterior 4.4.2, y procedimientos establecidos por la institución en relación al porcentaje correspondiente para la reserva de contingencia, la cual, con base en información histórica y repositorio de lecciones aprendidas se contempla como un 5% del costo de cada actividad. Con este porcentaje asignado para la reserva de contingencia, se plantea cubrir los riesgos identificados y que eventualmente podrían afectar el proyecto.

La tabla 14 muestra el presupuesto estimado para la fase constructiva del proyecto de riego Pittier, contemplando la reserva de contingencia establecida como el 5% del costo correspondiente a cada actividad.

**Tabla 14**

*Presupuesto del Proyecto*

| EDT   | Nombre de Actividad                        | Costo<br>(₡)     | Reserva de<br>Contingencia (₡) | Costo Total<br>(₡) |
|-------|--|------------------|--------------------------------|--------------------|
|       | Construcción del Proyecto de Riego Pittier | 1,805,994,683.85 | 90,299,734.19                  | 1,896,294,418.04   |
| 1     | Obras Civiles                              | 333,610,169.56   | 16,680,508.48                  | 350,290,678.04     |
| 1.1   | Excavación y relleno de zanjas             | 101,198,800.00   | 5,059,940.00                   | 106,258,740.00     |
| 1.1.1 | Excavación manual de zanja 0.50 x 0,30 m   | 6,325,000.00     | 316,250.00                     | 6,641,250.00       |

| EDT    | Nombre de Actividad                            | Costo<br>(€)     | Reserva de<br>Contingencia (€) | Costo Total<br>(€) |
|--------|--|------------------|--------------------------------|--------------------|
| 1.1.2  | Excavación mecánica de zanja 1.0 x 0,60 m      | 94,873,800.00    | 4,743,690.00                   | 99,617,490.00      |
| 1.2    | Excavación de reservorios                      | 16,850,000.00    | 842,500.00                     | 17,692,500.00      |
| 1.2.1  | Movimiento de tierra confección de reservorios | 11,250,000.00    | 562,500.00                     | 11,812,500.00      |
| 1.2.2  | Acarreo tierra                                 | 3,500,000.00     | 175,000.00                     | 3,675,000.00       |
| 1.2.3  | Alquiler de Maquinaria                         | 2,100,000.00     | 105,000.00                     | 2,205,000.00       |
| 1.3    | Obras complementarias reservorios              | 42,341,370.00    | 2,117,068.50                   | 44,458,438.50      |
| 1.3.1  | Impermeabilización de Reservorios              | 20,695,500.00    | 1,034,775.00                   | 21,730,275.00      |
| 1.3.2  | Malla perimetral de 2.0 m de alto              | 18,000,000.00    | 900,000.00                     | 18,900,000.00      |
| 1..3.3 | Concreto 180 kg/cm2 acera perimetral           | 3,645,870.00     | 182,293.50                     | 3,828,163.50       |
| 1.4    | Construcción de obra de toma                   | 11,049,928.33    | 552,496.42                     | 11,602,424.75      |
| 1.5    | Construcción de Tanque Desarenador             | 1,999,894.13     | 99,994.71                      | 2,099,888.83       |
| 1.6    | Construcción de vados y anclajes               | 52,242,826.67    | 2,612,141.33                   | 54,854,968.00      |
| 1.6.1  | Concreto 210 Kg/cm2 para Anclajes              | 37,441,933.33    | 1,872,096.67                   | 39,314,030.00      |
| 1.6.2  | Concreto 210 Kg/cm2 para Pedestales            | 3,083,453.33     | 154,172.67                     | 3,237,626.00       |
| 1.6.3  | Concreto 210 Kg/cm2 para Vados                 | 2,642,960.00     | 132,148.00                     | 2,775,108.00       |
| 1.6.4  | Acero armado para anclajes y pedestales        | 9,074,480.00     | 453,724.00                     | 9,528,204.00       |
| 1.7    | Construcción de puente tubo                    | 16,270,352.67    | 813,517.63                     | 17,083,870.30      |
| 1.8    | Construcción de casetas de filtrado            | 16,656,997.77    | 832,849.89                     | 17,489,847.65      |
| 1.9    | Lastreo de caminos                             | 75,000,000.00    | 3,750,000.00                   | 78,750,000.00      |
| 2      | Instalación de Tuberías                        | 1,472,384,514.29 | 73,619,225.71                  | 1,546,003,740.01   |

| EDT    | Nombre de Actividad                           | Costo<br>(€)     | Reserva de<br>Contingencia (€) | Costo Total<br>(€) |
|--------|---|------------------|--------------------------------|--------------------|
| 2.1    | Instalación de tuberías y accesorios          | 1,087,647,496.39 | 54,382,374.82                  | 1,142,029,871.21   |
| 2.1.1  | Instalación de tubería                        | 1,024,776,509.28 | 51,238,825.46                  | 1,076,015,334.74   |
| 2.1.2  | Instalación de accesorios                     | 62,870,987.11    | 3,143,549.36                   | 66,014,536.47      |
| 2.2    | Instalación de valvulería                     | 155,205,513.12   | 7,760,275.66                   | 162,965,788.78     |
| 2.2.1  | Instalación de válvulas de toma de parcela    | 93,972,620.00    | 4,698,631.00                   | 98,671,251.00      |
| 2.2.2  | Instalación de válvulas de aire vacío         | 17,651,007.36    | 882,550.37                     | 18,533,557.73      |
| 2.2.3  | Instalación de válvulas mariposa              | 4,905,572.00     | 245,278.60                     | 5,150,850.60       |
| 2.2.4  | Instalación de válvulas de compuerta en línea | 3,716,665.12     | 185,833.26                     | 3,902,498.38       |
| 2.2.5  | Instalación de válvulas de limpieza           | 1,936,121.60     | 96,806.08                      | 2,032,927.68       |
| 2.2.6  | Instalación de conjunto regulador de caudal   | 2,346,321.60     | 117,316.08                     | 2,463,637.68       |
| 2.2.7  | Instalación de conjunto regulador de presión  | 4,652,099.20     | 232,604.96                     | 4,884,704.16       |
| 2.2.8  | Instalación de válvulas de alivio             | 6,718,504.80     | 335,925.24                     | 7,054,430.04       |
| 2.2.9  | Instalación de filtros de mallas automáticos  | 12,319,380.64    | 615,969.03                     | 12,935,349.67      |
| 2.2.10 | Instalación de filtros casapiedra             | 6,987,220.80     | 349,361.04                     | 7,336,581.84       |
| 2.3    | Riego parcelario                              | 229,531,504.78   | 11,476,575.24                  | 241,008,080.02     |
| 2.4    | Pruebas hidráulicas                           | 0                | 0                              | 0                  |
| 3      | Recepción de obras                            | 0                | 0                              | 0                  |
| 3.1    | Recepción de Obras Civiles                    | 0                | 0                              | 0                  |
| 3.2    | Recepción de Instalación de Tuberías          | 0                | 0                              | 0                  |
| 4      | Administración del proyecto                   | 0                | 0                              | 0                  |

*Nota:* el monto reflejado en la columna de Reserva de Contingencia corresponde al 5% del monto indicado en la columna Costo, el cual correspondiente al costo de cada actividad. Autoría propia.

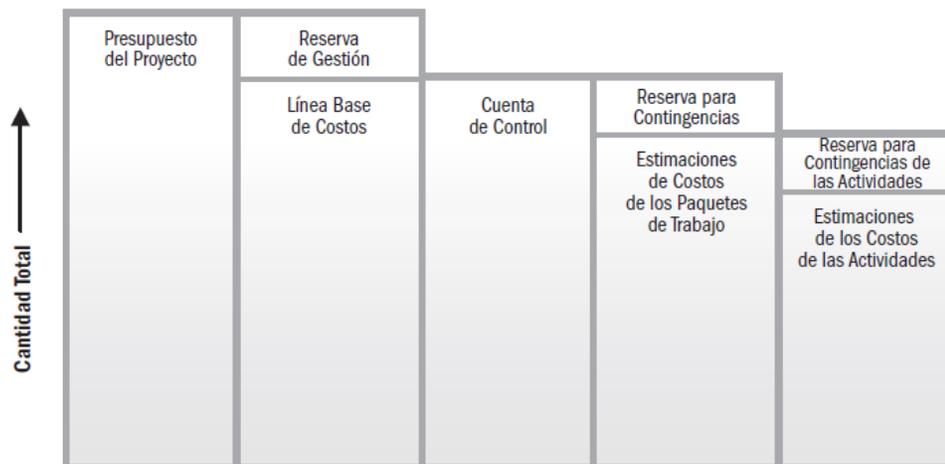
De acuerdo a las estimaciones realizadas y los montos indicados en la tabla 14, el costo del proyecto contemplando las reservas de contingencia asciende a ₡1,896,294,418.04, no obstante, con base en las buenas prácticas de gestión de proyectos, se contempla un monto correspondiente al 5% como reserva de gestión, para cubrir imprevistos o trabajos no planificados durante la ejecución del proyecto.

La reserva de gestión establecida, no se incluye dentro de la línea base del costo del proyecto, pero tal y como enfatiza el PMI (2017), la reserva de gestión “forma parte del presupuesto total del proyecto” (p.252). Por lo tanto, tomando el costo equivalente al 5% de ₡1,896,294,418.04, se tiene que, el presupuesto total para la construcción del proyecto de riego Pittier es de ₡1,991,109,138.95.

#### **4.4.4 Línea base del costo**

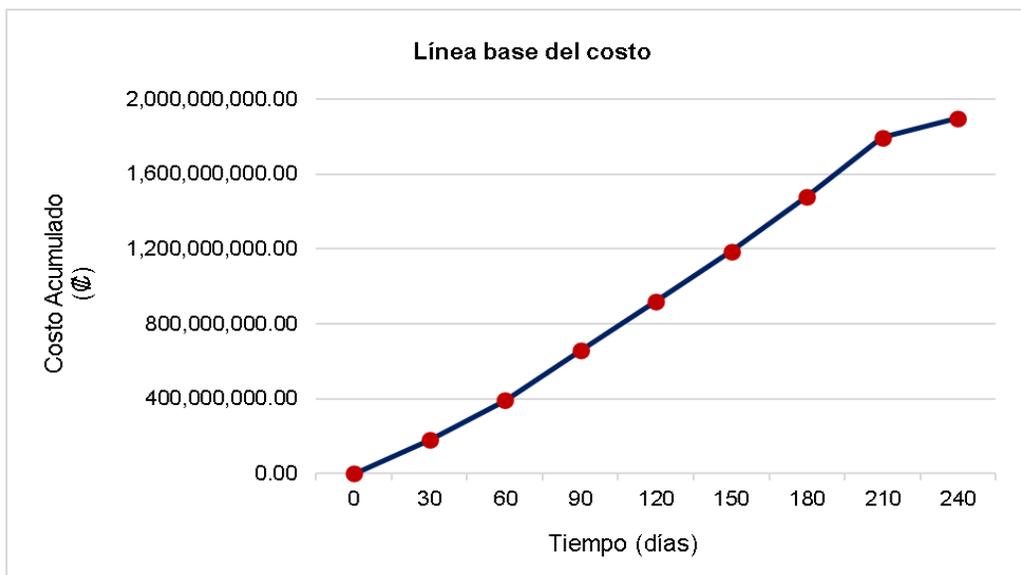
Determinado el presupuesto del proyecto, se plantea la elaboración de la línea base, la cual, será una herramienta fundamental para la medición del desempeño del proyecto una vez entre en fase de ejecución mediante el análisis de valor ganado y la comparación con los resultados reales del proyecto.

El PMI (2017) define la línea base como “la versión aprobada del presupuesto del proyecto con fases de tiempo” (p.254). Para la elaboración de la línea base no se debe tomar en cuenta el monto establecido como reserva de gestión, pero si se considera la reserva de contingencia. Esto se puede ilustrar de forma gráfica mediante la figura 12, en la cual se aprecian los componentes considerados dentro del presupuesto del proyecto, donde la línea base no contempla la reserva de gestión.

**Figura 12***Componentes del Presupuesto del Proyecto*

*Nota:* Reproducido de *Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Sexta Edición, p.255)*, por PMI, 2017.

Relacionando el presupuesto establecido para el proyecto con el cronograma desarrollado en el apartado 4.3.4, incluyendo las reservas de contingencia, y tomando en cuenta las políticas internas de la institución, donde la facturación producto de los trabajos realizados por los contratistas y proveedores se realiza de forma mensual, se muestra la gráfica de la línea base del costo por medio de la figura 13.

**Figura 13***Línea Base de Costos del Proyecto*

#### 4.5 Plan de Gestión de la Calidad

Todo proyecto nace de la necesidad de resolver un problema o aprovechar una oportunidad, por lo que se vuelve indispensable, formular, planificar y evaluar dicho proyecto antes de materializarlo, para correr con el menor riesgo posible y aprovechar al máximo los beneficios que este podría traer. Así mismo, la calidad dentro de un proyecto es un factor importante que produce satisfacción a los interesados y dota de herramientas prácticas para una gestión integral.

El plan de gestión de calidad “incluye los procesos para incorporar la política de calidad de la organización en cuanto a la planificación, gestión y control de los requisitos de calidad del proyecto y el producto, a fin de satisfacer los objetivos de los interesados” (PMI, 2017, p. 271). En ese sentido, se plantea elaborar el plan de gestión de la calidad para la fase constructiva del proyecto de riego Pittier, mediante el cual se pretende establecer cómo será gestionada la

calidad durante la fase de construcción de las obras, definiendo actividades y procedimientos que permiten controlar el desempeño de los procesos y de la organización en sí misma para finalmente garantizar la calidad del proyecto y satisfacer las necesidades de los interesados.

#### **4.5.1 Planificar la gestión de la calidad**

Tal y como afirma el PMI (2017), planificar la gestión de la calidad es “identificar los requisitos y/o estándares de calidad para el proyecto y sus entregables, así como documentar cómo el proyecto demostrará el cumplimiento de los mismos” (p. 271). Además, realizar una adecuada planificación de la calidad del proyecto permite cumplir de manera más eficaz la normativa relacionada a los entregables del proyecto para finalmente lograr la mayor satisfacción posible de acuerdo a las expectativas de los interesados.

Dentro de este contexto, resulta fundamental en la planificación de la calidad de un proyecto que se definan las políticas de calidad que se van a aplicar, con base en las cuales se establecen las métricas de calidad de cada componente importante del proyecto y se establecen los procedimientos y mecanismos necesarios para asegurar la calidad requerida y establecida.

Para llevar a cabo la planificación de la calidad del proyecto, se utilizaron como entradas el acta de constitución, donde se indica el alcance, los supuestos, principales interesados, entre otros; por otra parte, se utilizaron herramientas como juicio de expertos a nivel institucional y reuniones con profesionales de amplia experiencia en el campo de proyectos de riego.

Como parte de la gestión de la calidad, se debe tener en consideración que el Senara formula, planifica, ejecuta y evalúa los proyectos según el Manual de Procedimientos interno para la gestión de proyectos.

Además, la institución deberá cumplir con las siguientes leyes y reglamentos para efectos de la fase de construcción del proyecto de riego Pittier:

- Ley y Reglamento de Contratación Administrativa
- Ley Orgánica del Ambiente (N° 7554)
- Ley de aguas (N° 276)
- Ley Orgánica del Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos
- Código sísmico 2002 de Costa Rica

**Enfoque para la Gestión de la calidad del proyecto:**

Para este proyecto se plantea un análisis diario de la calidad de los materiales, equipo y procedimientos constructivos aplicados en las obras. Toda la información debe quedar registrada en una bitácora de obra que para efectos institucionales será responsabilidad del ingeniero administrador de la contratación.

**Enfoque para el control de la calidad del proyecto:**

Se utilizará la plantilla de la línea base de la calidad o métricas. También se podrán utilizar plantillas internas para la solicitud y control de cambios.

**Estándares de Calidad:**

Para garantizar el debido cumplimiento en la calidad del proyecto se deben seguir los estándares indicados a continuación:

- Las contrataciones realizadas deben estar en estricto apego a la Ley de Contratación Administrativa y a los procedimientos internos establecidos para tal efecto.
- Las obras de infraestructura contratadas se deben ejecutar en estricto apego a los planos y a las especificaciones técnicas de construcción establecidas en el cartel de la licitación.

- Se debe controlar el avance físico y financiero del proyecto conforme con el cronograma de trabajo establecido y dentro del presupuesto aprobado.
- Todo cambio en el proyecto debe ser debidamente documentado y aprobado por las unidades competentes siguiendo los procedimientos establecidos en la normativa vigente.
- Las pruebas hidráulicas para aceptación final de la obra deben apegarse estrictamente a los términos establecidos en el cartel de la licitación y en el contrato de obra.
- La recepción final de la obra debe ser estrictamente apegada a los términos establecidos en los documentos de contratación.

#### **4.5.2 Métricas de calidad**

Según Lledó (2017) las métricas de calidad son “parámetros objetivos que se utilizarán para verificar la conformidad de los atributos de los entregables”, mientras que, según el PMI (2017) describe un atributo del proyecto y como se controlará y verificará su cumplimiento durante la ejecución del mismo.

Tomando como punto de partida las anteriores definiciones, se plantea para la fase de construcción del proyecto de riego Pittier las siguientes métricas de calidad presentadas en la tabla 15.

**Tabla 15***Métricas de Calidad del Proyecto*

| Factor a evaluar                          | Métrica   | Definición de la métrica<br>(Método de Medición)  | Resultado Esperado  |
|---|---|---|---|
| Avance físico de las obras                | Índice de desempeño del cronograma del proyecto (SPI)         | Mediante inspecciones semanales se realiza una medición del avance físico de las obras para posteriormente confeccionar el informe de avance mensual que incluye la herramienta del valor ganado para medir la eficiencia en relación al avance de las obras    | SPI>0.85  |
| Avance financiero del proyecto            | Índice de desempeño del costo del proyecto (CPI)              | Mediante el informe de avance mensual, empleando la herramienta del valor ganado se efectúa la medición de la eficiencia en el costo del trabajo completado del proyecto  | CPI>0.85  |
| Calidad de construcción de las obras      | Obras construidas en conformidad con los planos constructivos | Verificación visual en campo con mediciones de las obras construidas en conformidad con los planos constructivos  | Valores y dimensiones según los diseños establecidos en los planos constructivos del proyecto |
| Especificaciones técnicas de construcción | Cumplimiento de especificaciones técnicas                     | Verificación en campo de que las obras construidas cumplen con lo establecido en las especificaciones técnicas detalladas en el cartel de licitación. Además, verificación en laboratorio de la resistencia y calidad de los materiales utilizados en las obras | Valores de acuerdo a lo establecido en el cartel de licitación del proyecto                   |

| Factor a evaluar                                     | Métrica   | Definición de la métrica<br>(Método de Medición)   | Resultado Esperado  |
|--|---|--|---|
| Calidad del concreto de las obras de infraestructura | Resistencia del concreto colocado para la construcción de las obras | Realización de pruebas de laboratorio para verificar la resistencia del concreto   | Valores de acuerdo al tipo de obra construida:<br>Resistencia > 180 kg/cm <sup>2</sup><br>o<br>Resistencia > 210 kg/cm <sup>2</sup> |
| Caudal de operación del sistema                      | Caudal de ingreso a la tubería de conducción                        | Medición del caudal que ingresa a la tubería de conducción   | Caudal > 97 L/s   |
| Pruebas hidráulicas                                  | Resistencia a la presión interna de tuberías, válvulas y accesorios | Realización de pruebas hidráulicas a la tubería, válvulas y accesorios mediante bombeo para verificar que los elementos soportan las presiones establecidas en los diseños | Valores según lo indicado en las especificaciones técnicas y según el tipo de elemento o componente (tubería, accesorio o válvula)  |

*Nota:* Las pruebas de laboratorio para determinar la resistencia del concreto, así como las pruebas hidráulicas en tuberías, válvulas y accesorios son parte de las responsabilidades del contratista, y los resultados correspondientes deben ser enviados al administrador de la contratación para su valoración y análisis respectivo. Autoría propia.

#### 4.5.3 Línea base de la calidad

Para la fase de construcción del proyecto de riego Pittier, se plantea la línea base de la calidad mostrada en la tabla 16, donde se indica el entregable correspondiente a cada métrica, así como los objetivos de calidad y la frecuencia de medición.

**Tabla 16**

*Línea Base de la Calidad del Proyecto*

| Entregable | Factor a evaluar | Métrica | Objetivo de Calidad | Frecuencia de Medición |
|------------|------------------|---------|---------------------|------------------------|
|------------|------------------|---------|---------------------|------------------------|

| Entregable                                | Factor a evaluar                                     | Métrica   | Objetivo de Calidad   | Frecuencia de Medición   |
|---|--|---|---|--|
| Obras Civiles<br>Instalación de Tuberías  | Avance físico de las obras                           | Índice de desempeño del cronograma del proyecto (SPI)               | SPI>0.85  | Mensual  |
| Obras Civiles<br>Instalación de Tuberías  | Avance financiero del proyecto                       | Índice de desempeño del costo del proyecto (CPI)                    | CPI>0.85  | Mensual  |
| Obras Civiles,<br>Instalación de Tuberías | Calidad de construcción de las obras                 | Obras construidas en conformidad con los planos constructivos       | Valores y dimensiones según los diseños establecidos en los planos constructivos del proyecto                                       | 2 veces por semana mediante inspección                                     |
| Obras Civiles,<br>Instalación de Tuberías | Especificaciones técnicas de construcción            | Cumplimiento de especificaciones técnicas                           | Valores de acuerdo a lo establecido en el cartel de licitación del proyecto   | 2 veces por semana mediante inspección                                     |
| Obras Civiles                             | Calidad del concreto de las obras de infraestructura | Resistencia del concreto colocado para la construcción de las obras | Valores de acuerdo al tipo de obra construida:<br>Resistencia > 180 kg/cm <sup>2</sup><br>o<br>Resistencia > 210 kg/cm <sup>2</sup> | Cada vez que se construye una obra con concreto                            |
| Instalación de Tuberías                   | Caudal de operación del sistema                      | Caudal de ingreso a la tubería de conducción                        | Caudal > 97 L/s   | Al finalizar la instalación de Tuberías                                    |
| Instalación de Tuberías                   | Pruebas hidráulicas                                  | Resistencia a la presión interna de tuberías, válvulas y accesorios | Valores según lo indicado en las especificaciones técnicas y según el tipo de elemento o componente (tubería, accesorio o válvula)  | Al finalizar la instalación de Tuberías y la construcción de obras civiles |

*Nota:* El responsable del cumplimiento de las métricas de calidad es el ingeniero administrador de la contratación, quien informará al coordinador regional y por medio del informe de avance mensual al DP que es el Director de Ingeniería y Desarrollo de Proyectos de la institución. Autoría propia.

Resulta también importante tomar en consideración que, para el control de la línea base de la calidad del proyecto, cualquier modificación realizada durante la fase de construcción del proyecto, deberá primeramente ser analizada y aprobada por el Director del Proyecto mediante el proceso de control de cambios, para lo cual se requerirá cumplir con un procedimiento interno institucional mediante la confección de un documento denominado Modificación de Obra. Una vez realizado el procedimiento y aprobada la modificación de obra se podrán realizar los cambios o ajustes en las obras de infraestructura que componen el proyecto de riego.

#### **4.5.4 Documentos de la calidad**

Para realizar el debido seguimiento de las métricas de calidad planteadas en los apartados anteriores y verificar el cumplimiento correspondiente de las mismas, se emplearán los documentos descritos en la tabla 17, algunos de los cuales se incluyen en el apartado de anexos.

**Tabla 17**

*Documentos de Evaluación de la Calidad del Proyecto*

| Nombre del Documento      | Descripción  | Responsable de Control     | Observaciones  |
|---------------------------|--|----------------------------|--|
| Informe de Avance Mensual | Documento elaborado por el ingeniero administrador de la contratación donde evidencia el avance físico y financiero del proyecto | Administrador del contrato | El administrador del contrato envía el informe al Coordinador Regional y una vez obtenido el visto bueno de este, lo transfiere al DP. Ver Anexo 4 |

| Nombre del Documento                               | Descripción  | Responsable de Control     | Observaciones   |
|--|--|----------------------------|---|
| Bitácora de Obra                                   | Documento físico que respalda las inspecciones y hallazgos realizados por el administrador del contrato durante sus visitas semanales al sitio de proyecto                             | Administrador del contrato | Paralelamente se hará uso de la bitácora digital del CFIA   |
| Informe de laboratorio de resistencia del concreto | Documento que evidencia los resultados obtenidos de las pruebas realizadas al concreto colocado en las obras del proyecto  | Contratista                | El contratista realiza las pruebas de laboratorio y envía el informe con los resultados correspondientes al Ingeniero Administrador del contrato para su valoración y eventual aprobación |
| Modificación de Obra                               | Documento que respalda el procedimiento institucional para el proceso de control de cambios, donde se indican los aspectos relacionados a cualquier modificación que sufra el proyecto | Administrador del contrato | La modificación de obra la realiza el Administrador del Contrato con el visto bueno del Coordinador Regional para la posterior aprobación del DP y la Gerencia General de la institución. |
| Acta de recepción de Obras                         | Documento que evidencia la conclusión de las obras de conformidad con los objetivos de calidad planteados y esperados  | Administrador del contrato | El documento lo confecciona el Administrador del Contrato con el visto bueno del Coordinador Regional para la posterior aprobación del DP.<br>Ver Anexo 5                                 |

---

Autoría propia.

## **4.6 Plan de Gestión de los Recursos**

El plan de gestión de recursos es un elemento esencial en la administración de un proyecto, debido a que representa una guía tanto para el DP como para la organización, en el tanto, identifica, determina y establece, no solo los recursos actuales y futuros que se requieren para la finalización del proyecto, sino que también, establece la forma, de cómo estos van a ser adquiridos y gestionados durante su ejecución.

El PMI (2017) menciona que el plan de gestión de los recursos “incluye los procesos para identificar, adquirir y gestionar los recursos necesarios para la conclusión exitosa del proyecto” (p. 307). En ese sentido, el plan de gestión de los recursos debe establecer una identificación cualitativa y cuantitativa de los recursos que se requieren para el proyecto, definir los recursos externos y cómo estos van a ser adquiridos, definir roles y responsabilidades en cada uno de los procesos y para cada uno de los miembros del equipo.

Aunado a ello, el plan de gestión de los recursos, debe establecer un organigrama del proyecto, definir las habilidades y competencias de cada uno de los miembros del equipo, determinando a su vez sus requerimientos de capacitación.

### **4.6.1 Planificar la gestión de los recursos**

Este proceso consiste en definir como estimar, adquirir y gestionar los recursos del proyecto para una ejecución y conclusión exitosa del mismo. Esto genera un beneficio para la administración del proyecto ya que “establece el enfoque y el nivel del trabajo de gestión necesarios para gestionar los recursos del proyecto en base al tipo y complejidad del proyecto” (PMI, 2017, p. 312).

Una adecuada planificación de los recursos será de mucha importancia para lograr el éxito del proyecto, ya que permite al director del proyecto disponer y controlar en el momento adecuado los recursos que el proyecto requiere, minimizando retrasos y costos en ejecución.

El presente plan incluye la matriz RACI para definir los roles y responsabilidades de los miembros del equipo de proyecto, el organigrama del equipo de trabajo del proyecto, la estimación de los recursos y la estructura de desglose de recursos. Para establecer estos componentes del plan de gestión de los recursos se emplearon herramientas como las reuniones y juicio de experto, todo con base en el detalle plasmado en la EDT y la especificidad de cada uno de los paquetes de trabajo, aprovechando para ello la experiencia de muchos años y los resultados de trabajos similares realizados por los profesionales internos de Senara.

Por otra parte, y tomando en consideración la naturaleza de los proyectos que desarrolla la institución dentro de su ámbito de acción en el sector público costarricense, se debe tener claridad respecto al tipo de recurso en relación a la eventual adquisición correspondiente, donde se tiene:

**Recursos internos:** para este proyecto se realizará un nombramiento por parte de la Dirección de Ingeniería y Desarrollo de Proyectos sobre el ingeniero encargado de la contratación, quien tendrá a cargo la supervisión de la fase de construcción del proyecto. La jefatura correspondiente define los recursos necesarios tanto para el equipo de trabajo (ingeniero a cargo de la obra y asistente técnico) como los insumos requeridos (vehículos, GPS, instrumentos de medición, equipo de cómputo, entre otros) para completar la totalidad del proyecto. Resulta importante indicar que, los costos relacionados a estos recursos internos, no forman parte del proyecto, ya que corresponden a salarios y presupuestos propios de las labores ordinarias de la institución.

**Recursos físicos y de equipo externo:** para la fase de construcción del proyecto de riego Pittier, los recursos externos serán adquiridos por medio de un proceso de contratación

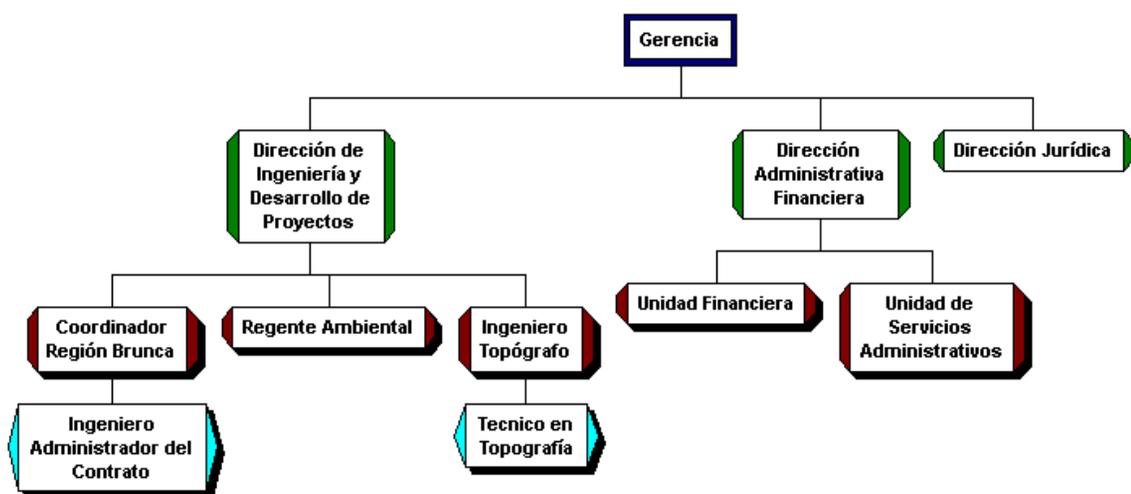
administrativa, donde se adjudica la construcción del proyecto a una empresa como resultado de una contratación y su respectivo proceso licitatorio. Por lo tanto, los recursos son adquiridos por medio de los contratos establecidos con las empresas, y estas últimas definen los recursos materiales o humanos requeridos para concluir el proyecto.

#### 4.6.2 Organigrama del proyecto

Dentro de la estructura organizativa de Senara mostrada en la figura 1, se encuentra la Dirección de Ingeniería y Desarrollo de Proyectos o también conocida por sus siglas como INDEP, quien es la encargada de la fase constructiva del proyecto. Antes del inicio de la fase de construcción del proyecto, el Director de INDEP que a su vez es el Director del Proyecto, establece el organigrama del proyecto así como las responsabilidades del equipo para garantizar la ejecución y conclusión de las obras de forma exitosa. Mediante la figura 14 se muestra el organigrama del proyecto.

**Figura 14**

*Organigrama del Equipo de Proyecto*



### 4.6.3 Matriz de asignación de responsabilidades

Una vez definido en el apartado anterior el equipo de trabajo que llevará a cabo la fase de construcción del proyecto, se detalla mediante el uso de una matriz RACI los roles y las responsabilidades para cada uno de los miembros del equipo de proyecto en relación a las actividades requeridas para el desarrollo del mismo. Dicha matriz se muestra en la tabla 18, donde R: responsable, A: aprobador, C: consultado, I: informado.

**Tabla 18**

*Matriz RACI del Proyecto*

| ID    | Nombre de Actividad                 | G | D.I | C.R.B | I.ADM | I.TOP | T.TOP | R.A | D.J | D.A.F |
|-------|-------------------------------------|---|-----|-------|-------|-------|-------|-----|-----|-------|
|       | Inicio                              | I | A   | C     | R     |       |       | I   | I   | I     |
| 1.1   | Obras Civiles                       | I | A   | C     | R     | C     | C     | C   |     | I     |
| 1.1.1 | Excavación y relleno de zanjas      |   | A   | C     | R     |       |       |     |     |       |
| 1.1.2 | Excavación de reservorios           |   | A   | C     | R     |       |       |     |     |       |
| 1.1.3 | Obras complementarias reservorios   |   | A   | C     | R     |       |       |     |     |       |
| 1.1.4 | Construcción de obra de toma        |   | A   | C     | R     |       |       |     |     |       |
| 1.1.5 | Construcción de Tanque Desarenador  |   | A   | C     | R     |       |       |     |     |       |
| 1.1.6 | Construcción de vados y anclajes    |   | A   | C     | R     |       |       |     |     |       |
| 1.1.7 | Construcción de puente tubo         |   | A   | C     | R     |       |       |     |     |       |
| 1.1.9 | Construcción de casetas de filtrado |   | A   | C     | R     |       |       |     |     |       |
| 1.1.8 | Lastreo de caminos                  |   | A   | C     | R     |       |       |     |     |       |
| 1.2   | Instalación de Tuberías             | I | A   | C     | R     | C     | C     | I   |     | I     |

| ID    | Nombre de Actividad                  | G | D.I | C.R.B | I.ADM | I.TOP | T.TOP | R.A | D.J | D.A.F |
|-------|--------------------------------------|---|-----|-------|-------|-------|-------|-----|-----|-------|
| 1.2.1 | Instalación de tuberías y accesorios |   | A   | C     | R     |       |       |     |     |       |
| 1.2.2 | Instalación de valvulería            |   | A   | C     | R     |       |       |     |     |       |
| 1.2.3 | Riego parcelario                     |   | A   | C     | R     |       |       |     |     |       |
| 1.2.4 | Pruebas hidráulicas                  |   | A   | C     | R     |       |       |     |     |       |
| 1.3   | Recepción de obras                   | I | A   | C     | R     |       |       | C   |     |       |
| 1.4   | Administración del proyecto          | I | A-R | C     | R     |       |       |     | C   |       |
|       | Fin                                  | I | A   | C     | R     |       |       |     | I   | I     |

*Nota:* La fila de encabezados tiene los siguientes significados para cada abreviatura: G: gerente, D.I: director de ingeniería, C.R.B: coordinador región brunca, I.ADM: ingeniero administrador de la contratación, I.TOP: ingeniero topógrafo, T.TOP: técnico en topografía, R.A: regente ambiental, D.J: director jurídico, D.A.F: director administrativo financiero. Autoría propia.

#### 4.6.4 Estimar los recursos de las actividades

De acuerdo al PMI (2017), este proceso se define como “estimar los recursos del equipo y el tipo y las cantidades de materiales, equipamiento y suministros necesarios para ejecutar el trabajo del proyecto” (p. 320). Por lo tanto, se establecen para el presente proyecto los recursos necesarios para completar cada uno de los entregables que forman parte de la fase de construcción del proyecto de riego Pittier.

Tal y como se indicó en el apartado 4.6.1, los recursos de personal, equipos, maquinaria y materiales para la construcción de las obras que forman parte de los entregables del proyecto, serán adquiridos por medio de un proceso de contratación administrativa, donde la construcción de las obras será adjudicada a la empresa o contratista que gane el respectivo proceso de licitación pública, por lo tanto, dicha empresa será la responsable de definir los recursos necesarios para completar a entera satisfacción del Senara los entregables correspondientes a la fase de construcción del proyecto de riego Pittier.

En ese sentido, en este apartado se plantea una estimación de recursos para los entregables de Recepción de Obras y Administración del proyecto, tomando también en consideración que la institución cuenta con los recursos necesarios para las actividades correspondientes a ambos entregables y la asignación de los mismos se realiza por orden directa de las jefaturas pertinentes. Las herramientas empleadas para la estimación de estos recursos fueron el juicio de expertos y la estimación análoga, aprovechando la experiencia institucional desarrollada con la construcción de proyectos similares.

En la tabla 19 se muestra la estimación de los recursos para las actividades ya mencionadas.

**Tabla 19**

*Estimación de los Recursos*

| ID  | Nombre de Actividad                  | Recurso Humano  | Recurso de Equipo y Materiales   |
|-----|--------------------------------------|---|--|
|     | Inicio                               |   |  |
| 3   | Recepción de obras                   |   |  |
| 3.1 | Recepción de Obras Civiles           | Ingeniero Administrador del contrato, Coordinador Regional, Ingeniero Topógrafo, Técnico en Topografía, Regente Ambiental | Vehículos, lubricantes, combustible, equipo de oficina, computadoras, equipo de medición topográfica, bitácora |
| 3.2 | Recepción de Instalación de Tuberías | Ingeniero Administrador del contrato, Coordinador Regional, Ingeniero Topógrafo, Técnico en Topografía, Regente Ambiental | Vehículos, lubricantes, combustible, equipo de oficina, computadoras, equipo de medición topográfica, bitácora |

| ID | Nombre de Actividad         | Recurso Humano  | Recurso de Equipo y Materiales                                       |
|----|-----------------------------|---|--|
| 4  | Administración del proyecto | Director de Ingeniería, Director Jurídico, Director Administrativo Financiero, Ingeniero Administrador del contrato, Coordinador Regional | Vehículos, lubricantes, combustible, equipo de oficina, computadoras |
|    | Fin                         |   |  |

*Nota:* El Senara ya cuenta con los recursos descritos en la tabla 19 y cualquier costo relacionado forma parte del presupuesto institucional ordinario que la institución destina para la supervisión y administración de los proyectos que desarrolla. El procedimiento que se realiza es la asignación de estos recursos a cada proyecto por medio de las jefaturas respectivas. Autoría propia.

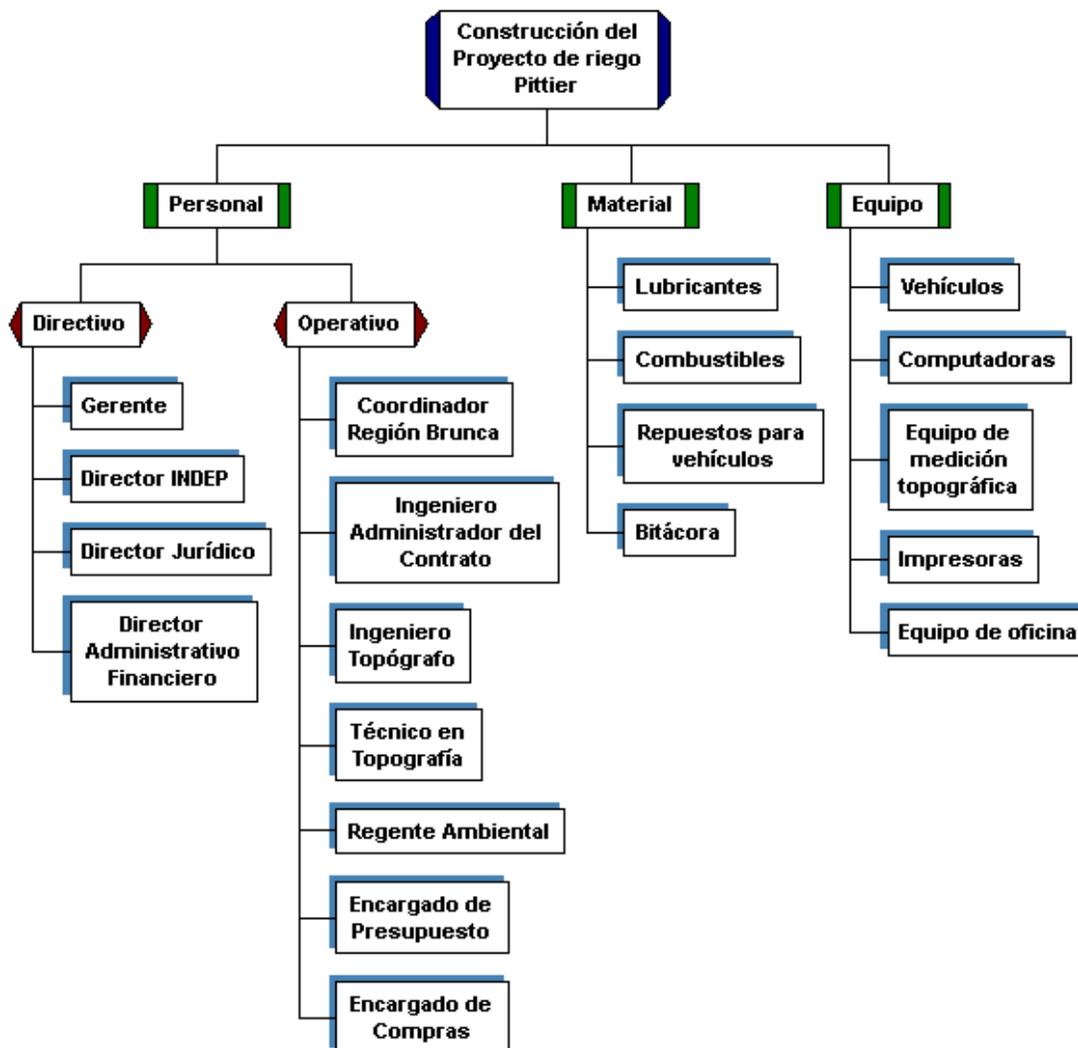
#### **4.6.5 Estructura de desglose de recursos**

Según menciona Lledó (2017), una estructura de desglose de recursos o por sus siglas en inglés RBS es un “diagrama jerárquico por categoría y tipo de recursos”. De acuerdo a esta descripción, se plantea para el presente proyecto una estructura de desglose de recursos estimada para los entregables de recepción de obras y administración del proyecto, ya que, como se ha mencionado en apartados anteriores, las labores propiamente de construcción de las obras de infraestructura serán ejecutadas por la empresa adjudicada mediante el respectivo proceso de contratación administrativa y su correspondiente proceso de licitación pública, por lo cual, los recursos para dichas labores deberán ser estimados por el contratista o empresa adjudicada.

Por medio de la RBS mostrada en la figura 15 se detalla la representación jerárquica de los principales recursos que serán necesarios para completar la fase de construcción del proyecto de riego Pittier.

Figura 15

*Estructura de Desglose de Recursos del Proyecto*



#### 4.6.6 Control de cambios en el Equipo de Proyecto

De acuerdo al PMI (2017), “el no poder gestionar y controlar los recursos de manera eficiente es una fuente de riesgo para la exitosa finalización del proyecto” (p.210). Por lo tanto, resulta muy importante para garantizar el éxito del proyecto, tener claridad de como se van a

manejar los posibles cambios en el Equipo de Proyecto, de tal forma que durante la ejecución del proyecto de riego Pittier los principales involucrados tengan pleno conocimiento del procedimiento respectivo en caso que se requiera efectuar el cambio de algún miembro del Equipo de Proyecto.

En caso de que por cualquier circunstancia se requiera efectuar algún cambio en los miembros del Equipo de Proyecto, se deberá cumplir el siguiente procedimiento:

- Paso 1: Una vez que el Director del Proyecto tenga conocimiento de la necesidad de realizar algún cambio en el Equipo, deberá elaborar un oficio dirigido a la Gerencia General de Senara con copia a la Unidad de Recursos Humanos, Dirección Jurídica y Dirección Administrativa Financiera. En el oficio, el DP tendrá la responsabilidad de explicar detalladamente las razones e implicaciones que dan origen a la necesidad de efectuar el cambio. Además, deberá indicar los roles y responsabilidades que tiene a cargo el miembro del Equipo a reemplazar.
- Paso 2: La Gerencia General deberá analizar y responder mediante un oficio la aprobación para realizar el cambio. Este oficio será enviado al DP con copia a la Unidad de Recursos Humanos, Dirección Jurídica y Dirección Administrativa Financiera.
- Paso 3: En caso de que la Gerencia apruebe el cambio, el DP tendrá que analizar si dentro de la institución se cuenta con recurso humano capacitado para cumplir las funciones del puesto requerido. Si no se cuenta con personal dentro de la institución el DP solicitará a la Unidad de Recursos Humanos la contratación del personal específico. En este punto se debe tomar en consideración que, toda contratación debe cumplir el procedimiento establecido en el Manual de Puestos de Senara.
- Paso 4: El DP tendrá la responsabilidad de participar conjuntamente con la Unidad de Recursos Humanos en la selección del nuevo miembro del Equipo de Proyecto. La

persona contratada por medio de un concurso externo tendrá los beneficios que otorga la ley vigente en igualdad que los demás funcionarios de Senara en materia salarial.

- Paso 5: En caso de que el DP considere en su análisis que dentro de la institución se cuenta con el personal requerido para cumplir las funciones específicas dentro del Equipo de Proyecto, podrá solicitar a la Gerencia General la aprobación para el movimiento interno del funcionario en particular.
- Paso 6: Con la aprobación de todos los trámites y procedimientos internos para el cambio dentro del Equipo de Proyecto, el DP deberá contemplar la capacitación pertinente para el nuevo miembro del Equipo en las materias o áreas que se considere necesario, a fin de que el nuevo integrante pueda desempeñarse de manera eficaz en conjunto con su grupo de trabajo.

Para llevar a cabo de una manera estructurada y esquematizada la gestión en los cambios del Equipo de Proyecto, se propone el uso de la siguiente plantilla de control de cambios mostrada en la tabla 20.

**Tabla 20**

*Matriz de Control de Cambios en el Equipo de Proyecto*

| Ítem | Nombre del Funcionario | Puesto/Rol | Justificación | Solicita | Aprueba | Observaciones |
|------|------------------------|------------|---------------|----------|---------|---------------|
| 1    |                        |            |               |          |         |               |
| 2    |                        |            |               |          |         |               |
| 3    |                        |            |               |          |         |               |
| 4    |                        |            |               |          |         |               |

*Nota:* Esta matriz también deberá ser incluida en el oficio correspondiente que el DP envía a la Gerencia General y a la Unidad de Recursos Humanos solicitando cambios en algún miembro del Equipo de Proyecto. Autoría propia.

## **4.7 Plan de Gestión de las Comunicaciones**

La elaboración de un plan de gestión de las comunicaciones, acorde con las necesidades y expectativas de todos los interesados, es un elemento básico para conseguir el éxito en el proyecto. Muchos autores consideran que el saber comunicar es la principal habilidad de un director de proyectos. Lledó (2017), menciona que “los buenos DP tienen excelentes habilidades para intercambiar información con los interesados de diferentes maneras: oral, escrita, formal, informal, a través de gestos, expresiones, imágenes, etc.”(p. 360).

Según el PMI (2017), el plan de gestión de las comunicaciones del proyecto “incluye los procesos necesarios para asegurar que las necesidades de información del proyecto y de sus interesados se satisfagan a través del desarrollo de objetivos y de la implementación de actividades diseñadas para lograr un intercambio eficaz de información” (p. 359). En ese sentido, el presente plan plantea identificar y desarrollar, no solo el tipo de información que se debe suministrar a cada uno de los interesados, sino que también, los responsables y los medios o canales de comunicación para la satisfacción de los mismos, por lo que representa una guía para el equipo del proyecto y la organización, sobre cómo se canalizarán y se llevará a cabo la comunicación del proyecto durante la fase de construcción.

### **4.7.1 Planificar la gestión de las comunicaciones**

El PMI (2017) indica que el proceso de planificar las comunicaciones del proyecto es “desarrollar un enfoque y un plan apropiados para las actividades de comunicación del proyecto basados en las necesidades de información de cada interesado o grupo” (p. 359). Con base en la definición anterior, el presente plan de gestión de la comunicación incluirá toda la información requerida por los interesados según sus expectativas, los canales de comunicación a utilizar, la asignación de los responsables y la frecuencia con que se realizará dicha comunicación.

Como entradas para este proceso se toma en consideración los interesados claves detallados en el acta de constitución del proyecto mostrada en el anexo 4. Se considera como entrada también los factores ambientales de la empresa o en este caso de la institución, en relación a los canales, herramientas y sistemas de comunicación establecidos a lo interno de Senara. Además, como parte de las técnicas y herramientas empleadas están el juicio de expertos, las reuniones efectuadas con profesionales de la Dirección de Ingeniería de la institución y el análisis de requisitos de comunicación.

Durante la fase de construcción del proyecto de riego Pittier, el manejo de la información se llevará a cabo mediante distintos tipos de comunicación, no obstante, será imprescindible la elaboración de los 2 tipos de informes los cuales se detallan a continuación:

Informe de avance: será elaborado mensualmente y deberá contener el detalle de las acciones realizadas durante el periodo, evaluar el avance físico y financiero de la fase de construcción de las obras, detectando acciones correctivas que se deben realizar y dejando muy clara la situación general entre lo ejecutado y lo planificado. Este informe deberá ser elaborado por el Ingeniero Administrador de la contratación, aprobado por el Coordinador Regional y remitido al Director de Ingeniería y Desarrollo de Proyectos del Senara y al Patrocinador del proyecto.

Informe final: Este informe deberá recopilar todo lo ocurrido en el proyecto durante la fase de construcción. Se incluirán aspectos como los cambios producidos, en componentes como alcance, tiempo, costo y calidad, además, se deberá incluir también los planos finales de cómo quedó construido el proyecto. El informe deberá ser elaborado por el Ingeniero Administrador de la contratación, revisado por el Coordinador Regional, aprobado por el Director de INDEP y remitido a la Gerencia General de la institución y al Patrocinador del proyecto, además, se enviará una copia del mismo al centro de documentación institucional para su archivo respectivo.

Por otra parte, además de la comunicación formal e informal que normalmente se debe dar entre los miembros del equipo de trabajo, resulta importante definir algunas acciones para lograr mejores niveles de comunicación, tal es el caso de las reuniones, las cuales representan un mecanismo de comunicación considerado apropiado de acuerdo a la naturaleza de los proyectos que desarrolla la institución, y permiten mantener una comunicación fundamental para alcanzar los resultados esperados. El presente plan, plantea como mínimo 3 tipos de reuniones a realizar durante la fase de construcción del proyecto:

Reunión inicial: En esta reunión deberá participar el DP con su equipo de trabajo y unidades de apoyo. Se deberá revisar y verificar la planificación del trabajo por realizar y de las instrucciones generales a respetar para la ejecución de la construcción del Proyecto.

Reunión quincenal: El DP realizará una reunión quincenal con su equipo de trabajo con la finalidad de verificar el avance en todos los componentes del proyecto con relación al avance programado y tomar las medidas o acciones correctivas pertinentes para la gestión adecuada de la fase de construcción del proyecto.

Como parte de los procedimientos institucionales establecidos, para cada una de las reuniones se deberá preparar una agenda, donde se detallarán los temas a tratar y el tiempo previsto para cada uno de ellos. Además, una vez finalizada cada reunión, se deberá preparar una minuta con los temas analizados y los acuerdos correspondientes, que posteriormente será entregada a los participantes de la reunión.

#### **4.7.2 Matriz de comunicaciones**

Para asegurar que las necesidades de información del proyecto y sus interesados se satisfagan a por medio de una adecuada comunicación, se plantea una matriz de comunicaciones para la fase constructiva del proyecto de riego Pittier que incluye el

responsable de efectuar dicha comunicación, el propósito y la frecuencia de la misma. En la tabla 21 se muestran los aspectos mencionados.

**Tabla 21**

*Matriz de Comunicaciones del Proyecto*

| Comunicación                               | Dirigido a                                      | Propósito  | Responsable                                | Frecuencia                            | Recursos  |
|--|---|--|--|---------------------------------------|---|
| Acta de constitución del proyecto          | Patrocinador, Beneficiarios, Equipo de proyecto | Informar a los interesados sobre el alcance, objetivos y principales aspectos del proyecto | Director del proyecto                      | Una vez antes del inicio del proyecto | Comunicación impresa (Oficio), reunión virtual y presentación Power Point |
| Inicio del Proyecto                        | Patrocinador                                    | Informar acerca del inicio del proyecto  | Director del proyecto                      | Una vez al inicio del proyecto        | Comunicación impresa (Oficio)   |
| Reunión inicial                            | Equipo de proyecto                              | Revisar y verificar la planificación del trabajo a realizar                                | Director del proyecto                      | Una vez al inicio del proyecto        | Comunicación cara a cara o reunión virtual                                |
| Reunión de inicio de construcción de obras | Contratista y Equipo de proyecto                | Actualización de cronograma y definición de actividades de inicio                          | Ingeniero Administrador de la contratación | Una vez al inicio del proyecto        | Comunicación escrita y cara a cara  |
| Permisos de paso                           | Beneficiarios del proyecto                      | Coordinación para construcción de las obras  | Ingeniero Administrador de la contratación | Una vez, según avance del proyecto    | Comunicación cara a cara  |
| Coordinación de pagos                      | Contratista                                     | Mutuo acuerdo para facturación   | Ingeniero Administrador de la contratación | Mensual                               | Comunicación escrita y cara a cara  |

| Comunicación                     | Dirigido a   | Propósito  | Responsable                                | Frecuencia                       | Recursos  |
|----------------------------------|--|--|--|----------------------------------|---|
| Informe de avance                | Director de INDEP, Patrocinador                        | Informar acerca del avance del proyecto  | Ingeniero Administrador de la contratación | Mensual                          | Comunicación escrita (informe)                                    |
| Reunión quincenal                | Equipo de proyecto                                     | Coordinar las actividades de ejecución y verificar que el avance está acorde a lo planificado        | Ingeniero Administrador de la contratación | Quincenal                        | Comunicación escrita, cara a cara o reunión virtual               |
| Informes de calidad              | Ingeniero Administrador de la contratación             | Evidenciar las medidas de calidad aplicadas al proyecto  | Contratista                                | Mensual                          | Comunicación escrita (informe)                                    |
| Informe final                    | Gerencia General, Patrocinador y Archivo Institucional | Informar los resultados obtenidos en cuanto a alcance, costo, tiempo y calidad de proyecto ejecutado | Director del proyecto                      | Una vez al finalizar el proyecto | Comunicación escrita (informe)                                    |
| Aceptación y cierre del proyecto | Gerencia general y Patrocinador                        | Aceptar el proyecto  | Ingeniero Administrador de la contratación | Una vez al finalizar el proyecto | Comunicación escrita (acta de recepción y finiquito del contrato) |
| Lecciones aprendidas             | Director del Proyecto                                  | Registrar todas las lecciones aprendidas para futuros proyectos                                      | Equipo de proyecto                         | Una vez al finalizar el proyecto | Comunicación escrita (informe)                                    |

La matriz presentada en la tabla 21 deberá ser monitoreada tanto por el DP como por el equipo de proyecto, teniendo en consideración que para las reuniones establecidas se realizará la respectiva invitación por medio de correo electrónico. Durante las reuniones, la información

presentada deberá ser visualizada por los miembros presentes y al final de cada reunión toda la documentación presentada, recopilada y analizada será enviada al correo electrónico de los miembros, así como la minuta correspondiente donde se indicarán los acuerdos tomados.

#### **4.8 Plan de Gestión de los Riesgos**

Según menciona el PMI (2017) la gestión de riesgos “incluye los procesos para llevar a cabo la planificación de la gestión, identificación, análisis planificación de respuesta, implementación de respuesta y monitoreo de los riesgos de un proyecto” (p. 395). Dentro del plan de gestión, el análisis de los riesgos identificados, permite determinar si los mismos serán positivos o negativos, con lo cual, se podrá aumentar el impacto de los riesgos positivos, disminuir el impacto de los riesgos negativos y con esto optimizar las posibilidades de éxito del proyecto mediante la planificación de las respuestas a los riesgos una vez priorizados.

Por otra parte, de acuerdo con Lledó (2017), el riesgo es algo desconocido, que, en caso de producirse, afecta de una forma u otra los resultados y objetivos del proyecto. En ese sentido, para el presente proyecto, se plantea realizar un análisis cualitativo de riesgos para su priorización, así como la respectiva planificación de la respuesta a esos riesgos.

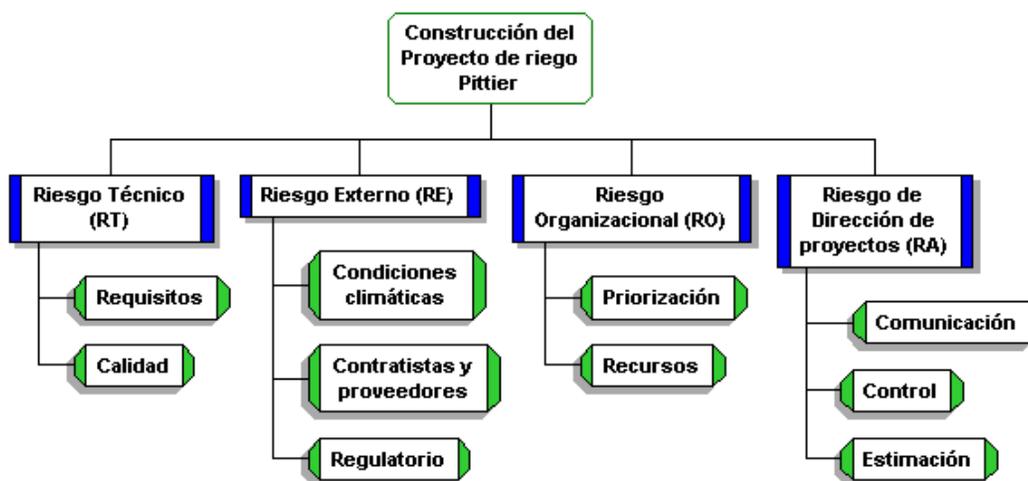
##### **4.8.1 Planificar la gestión de los riesgos**

El proceso de planificar la gestión de los riesgos del proyecto consiste en “definir como realizar las actividades de gestión de riesgos” (PMI, 2017, p. 401). De acuerdo a la anterior definición, para la planificación de los riesgos de la fase constructiva del proyecto de riego Pittier, se emplearon herramientas y técnicas como reuniones con profesionales de la institución, así como el criterio de expertos de la Dirección de Ingeniería y Desarrollo de Proyectos del Senara, aprovechando la experiencia generada por los funcionarios en la construcción de proyectos de riego similares.

Producto de las reuniones y el juicio o criterio de experto proporcionado por funcionarios con amplia experiencia en este tipo de proyectos a nivel institucional, se plantea la estructura de desglose de riesgos (RBS) mostrada en la figura 16.

**Figura 16**

*Estructura de Desglose de Riesgos*



Una vez elaborada la RBS que permite agrupar los riesgos individuales por categorías y de una forma jerárquica, se procede a identificar los riesgos individuales del proyecto. A partir de este punto, se utiliza, para cada riesgo, la probabilidad y el impacto, según las escalas definidas y según los procedimientos institucionales establecidos para la gestión de riesgos. Luego, mediante la combinación de las escalas de la probabilidad y del impacto, se obtiene la matriz de probabilidad impacto (Pxl), la cual, permitirá calificar cada riesgo individual a la vez que se determinará el nivel de riesgo general del proyecto. Posteriormente, con el registro de riesgos ya priorizado, se realizará la planificación de la respuesta a cada uno de los riesgos identificados.

Por otra parte, de acuerdo a las directrices institucionales realizadas en noviembre del 2020, se tienen las tablas 22 y 23 donde se detalla la probabilidad e impacto respectivamente de los riesgos identificados del proyecto. Estas tablas fueron establecidas para la gestión de riesgos de los proyectos que desarrolla la institución, por lo tanto, su utilización en el presente proyecto resulta muy importante.

**Tabla 22**

*Escala de Probabilidad*

| Clasificación     | Valor Numérico |
|-------------------|----------------|
| Muy Probable      | 0.95           |
| Bastante Probable | 0.80           |
| Probable          | 0.65           |
| Poco probable     | 0.40           |
| Muy poco probable | 0.15           |

*Nota:* Adaptado de SENARA-INDEP-0368-2020 (p. 10), por Senara, 2020.

**Tabla 23**

*Escala de Impacto*

| Clasificación | Valor Numérico |
|---------------|----------------|
| Muy Alto      | 0.95           |
| Alto          | 0.85           |
| Moderado      | 0.50           |
| Bajo          | 0.30           |
| Muy bajo      | 0.10           |

*Nota:* Adaptado de SENARA-INDEP-0368-2020 (p. 10), por Senara, 2020.

Para la determinación en la tabla 23 del valor numérico del impacto de cada riesgo individual, se emplean los valores mostrados en la tabla 24, esto considerando su efecto sobre los objetivos del proyecto.

**Tabla 24**

*Evaluación del Impacto de los Riesgos*

| Objetivo del Proyecto | Evaluación del Impacto                      |  |  |   |  |
|-----------------------|---|--|--|---|--|
|                       | Muy Bajo<br>0.10                            | Bajo<br>0.30                                   | Moderado<br>0.50                               | Alto<br>0.85  | Muy Alto<br>0.95                                       |
| Costo                 | Variación en el costo inferior a 0.05%      | Variación en el costo entre 0.05 y 0.25%       | Variación en el costo entre 0.25 y 0.50%       | Variación en el costo entre 0.50 y 1.00%                      | Variación en el costo superior a 1.00%                 |
| Duración              | Variación en la duración en menos de 5 días | Variación en la duración entre 5 días y un mes | Variación de la duración entre 1 mes y 2 meses | Variación en la duración entre 2 meses y 4 meses              | Variación en la duración mayor a 4 meses               |
| Calidad               | Efecto despreciable en la calidad           | Reducción de la calidad en obras accesorias    | Reducción de la calidad en obras principales   | Reducción de la calidad no permite recibir parte del proyecto | Reducción de la calidad no permite recibir el proyecto |

*Nota:* Adaptado de SENARA-INDEP-0368-2020 (p. 10), por Senara, 2020.

Una vez determinados los valores de probabilidad e impacto de todos los riesgos del proyecto mediante el uso de las tablas 22, 23 y 24, se procede a determinar el factor Pxl mediante la matriz de probabilidad e impacto. Este valor permitirá efectuar la priorización de los

riesgos identificados al clasificarlos como de alto riesgo (color rojo), de riesgo moderado (color amarillo) y de bajo riesgo (color verde), esto con base en la tabla de marcador de riesgos.

En la tabla 25 se muestra la matriz de probabilidad e impacto con el marcador de riesgos.

**Tabla 25**

*Matriz de Probabilidad x Impacto*

| Probabilidad | Impacto          |              |                  |              |                  |
|--------------|------------------|--------------|------------------|--------------|------------------|
|              | Muy Bajo<br>0.10 | Bajo<br>0.30 | Moderado<br>0.50 | Alto<br>0.85 | Muy Alto<br>0.95 |
| 0.95         | 0.0950           | 0.2850       | 0.4750           | 0.8075       | 0.9025           |
| 0.80         | 0.0800           | 0.2400       | 0.4000           | 0.6800       | 0.7600           |
| 0.65         | 0.0650           | 0.1950       | 0.3250           | 0.5525       | 0.6175           |
| 0.40         | 0.0400           | 0.1200       | 0.2000           | 0.3400       | 0.3800           |
| 0.15         | 0.0150           | 0.0450       | 0.0750           | 0.1275       | 0.1425           |

*Nota:* En la tabla 25 se presenta el marcador de riesgos para el proyecto, donde la calificación del riesgo se considera Alto (color rojo) para valores entre 0.400 a 0.990, Moderado (color amarillo) con valores entre 0.140 a 0.390, y Bajo (color verde) para valores entre 0.010 a 0.130). Adaptado de *SENARA-INDEP-0368-2020 (p.10)*, por Senara, 2020.

Resulta también importante establecer en este apartado que, para el presente plan de gestión de riesgos, no se contempla llevar a cabo el análisis cuantitativo de los riesgos, el cual, según el PMI (2017) “es el único método confiable para evaluar el riesgo general del proyecto a través de la evaluación del efecto global sobre los resultados del proyecto de todos los riesgos individuales del proyecto y otras fuentes de incertidumbre” (p. 429), no obstante, debido a limitantes internas institucionales relacionadas a software especializado, no se realizará el análisis cuantitativo de los riesgos para la fase constructiva del proyecto de riego Pittier.

#### 4.8.2 Identificar los riesgos

“Identificar los Riesgos es el proceso de identificar los riesgos individuales del proyecto, así como las fuentes de riesgo general del proyecto y documentar sus características” (PMI, 2017, p. 409). Por lo tanto, para el presente proyecto se realizó la identificación de dichos riesgos, para posteriormente realizar un análisis cualitativo de los mismos y planificar una respuesta apropiada para cada uno de ellos.

Por otra parte, Lledó (2017) afirma que, este proceso se lleva a cabo durante todo el ciclo de vida del proyecto y que el equipo de identificación de riesgos debe estar formado por el DP, el equipo de proyecto, usuarios y especialistas en riesgos. Para la identificación de los riesgos de la fase constructiva del proyecto de riego Pittier se utilizaron herramientas y técnicas como reuniones, juicio de expertos con profesionales de experiencia a nivel institucional y análisis de documentos como informes de proyectos anteriores. En la tabla 26 se presentan los riesgos identificados para el proyecto.

**Tabla 26**

*Identificación de los Riesgos del Proyecto*

| Código | Causa   | Descripción del Riesgo  | Referencia EDT     |
|--------|---|---|--------------------|
| RA001  | Falta de comunicación con grupos opositores al proyecto | Si se presentaran personas opuestas al proyecto, debido a una falta de comunicación, se puede originar un retraso en el cronograma o una modificación en el alcance                   | 1<br>2<br>3<br>4.7 |
| RA002  | Deficiente comunicación con interesados clave           | Si no se pueden llevar a cabo reuniones con los interesados, debido a una deficiente comunicación por limitación de tiempo, se pueden originar retrasos en el cronograma del proyecto | 1<br>2<br>3<br>4.7 |

| Código | Causa  | Descripción del Riesgo  | Referencia EDT       |
|--------|--|---|----------------------|
| RA003  | Falta de control por exceso de carga laboral                         | Si se presentan deficiencias de calidad de los entregables, debido a la falta de control, se puede originar una afectación en los costos del proyecto   | 3                    |
| RA004  | Mala estimación de cantidades de obra                                | Si no se lograra concluir el proyecto, debido a una mala estimación, se puede originar afectación en el costo, plazo y alcance  | 4.1<br>4.2<br>4.6    |
| RE001  | Cierre de caminos por malas condiciones climáticas                   | Si no se puede realizar las labores del proyecto, por cierre de caminos, debido a condiciones climáticas adversas, se puede generar un retraso en el cronograma   | 1<br>2               |
| RE002  | Restricciones aduaneras a subcontratistas y proveedores              | Si se presentan atrasos en la importación de materiales y suministros por restricciones aduaneras, debido a que subcontratistas y proveedores no las contemplaron, se puede generar un atraso en el cronograma del proyecto | 1<br>2<br>4.9        |
| RE003  | Poca capacidad técnica y financiera de subcontratistas y proveedores | Si se presentaran incumplimientos del contrato, debido a subcontratistas y proveedores con poca capacidad técnica y financiera, se puede originar una afectación sobre el cronograma y el costo del proyecto                | 1<br>2<br>4.9        |
| RE005  | Regulación ambiental existente                                       | Si se presentaran hallazgos arqueológicos y se detiene el proyecto, debido a la regulación existente, por parte de la SETENA, se pueden originar retrasos en el plazo de ejecución del proyecto                             | 1<br>2<br>4.2<br>4.8 |
| RO001  | Priorización de proyectos por políticas gubernamentales              | Si no se pudiera contar con disponibilidad presupuestaria, debido a una priorización de las políticas gubernamentales, se puede cancelar el proyecto.   | 4                    |
| RO002  | Poca disponibilidad de recursos                                      | Si no se puede realizar el control y seguimiento del proyecto, debido a limitación de recursos disponibles, se puede generar un atraso en el cronograma   | 4.6                  |

| Código | Causa   | Descripción del Riesgo  | Referencia EDT |
|--------|---|---|----------------|
| RT001  | Sitios de difícil acceso no identificados en los requisitos | Si no se pueden ejecutar las obras, debido a la identificación de requisitos como sitios de difícil acceso, se puede tener un atraso de las labores de construcción y aumento de costos | 1<br>2<br>3    |
| RT002  | Suelos rocosos no identificados en los requisitos           | Si no se puede tener un avance de excavación de 250 metros diario, debido a la no identificación de requisitos, se puede generar un atraso en el cronograma                             | 1<br>2<br>3    |
| RT003  | Pocas condiciones de seguridad para equipos y materiales    | Si no existiera seguridad para los materiales y equipos, debido a la identificación de requisitos, se puede dar una afectación del costo del proyecto                                   | 1<br>2         |
| RT004  | Deficiencia en la calidad de las obras                      | Si se presentaran rupturas en las tuberías en la fase de pruebas, debido a la calidad, se puede generar una afectación directa sobre los entregables del proyecto                       | 3<br>4.5       |

Autoría propia.

#### 4.8.3 Análisis cualitativo de los riesgos

Con los riesgos identificados en el apartado anterior, se procede a realizar el análisis cualitativo, el cual, según Lledó (2017) consiste en “evaluar cuál es el impacto y la probabilidad de ocurrencia de cada uno de los riesgos identificados” (p. 399). Para esto, es necesario emplear la información presentada en las tablas 22, 23, 24 y 25.

Mediante este proceso, los riesgos son ordenados y priorizados según su importancia sobre los objetivos del proyecto, además, se determina el riesgo general del proyecto por medio del valor de probabilidad e impacto asignado a cada uno de los riesgos individuales.

En la tabla 27 se presenta el registro de riesgos y el rango determinado tanto para los riesgos individuales como para el riesgo general del proyecto empleando para ello el código de colores detallado anteriormente en la tabla 25.

**Tabla 27**

*Registro de Riesgos Priorizados del Proyecto*

| Código | Descripción del Riesgo  | Probabilidad | Impacto | Rango |
|--------|---|--------------|---------|-------|
| RA003  | Si se presentan deficiencias de calidad de los entregables, debido a la falta de control, se puede originar una afectación en los costos del proyecto   | 0.65         | 0.85    | 0.553 |
| RA002  | Si no se pueden llevar a cabo reuniones con los interesados, debido a una deficiente comunicación por limitación de tiempo, se pueden originar retrasos en el cronograma del proyecto           | 0.95         | 0.50    | 0.475 |
| RA004  | Si no se lograra concluir el proyecto, debido a una mala estimación, se puede originar afectación en el costo, plazo y alcance  | 0.40         | 0.85    | 0.340 |
| RE005  | Si se presentaran hallazgos arqueológicos y se detiene el proyecto, debido a la regulación existente, por parte de la SETENA, se pueden originar retrasos en el plazo de ejecución del proyecto | 0.40         | 0.85    | 0.340 |
| RA001  | Si se presentaran personas opuestas al proyecto, debido a una falta de comunicación, se puede originar un retraso en el cronograma o una modificación en el alcance                             | 0.65         | 0.50    | 0.325 |
| RT004  | Si se presentaran rupturas en las tuberías en la fase de pruebas, debido a la calidad, se puede generar una afectación directa sobre los entregables del proyecto                               | 0.40         | 0.50    | 0.200 |

| Código | Descripción del Riesgo  | Probabilidad | Impacto | Rango |
|--------|---|--------------|---------|-------|
| RE001  | Si no se puede realizar las labores del proyecto, por cierre de caminos, debido a condiciones climáticas adversas, se puede generar un retraso en el cronograma   | 0.65         | 0.30    | 0.195 |
| RT002  | Si no se puede tener un avance de excavación de 250 metros diario, debido a la no identificación de requisitos, se puede generar un atraso en el cronograma   | 0.65         | 0.30    | 0.195 |
| RE003  | Si se presentaran incumplimientos del contrato, debido a subcontratistas y proveedores con poca capacidad técnica y financiera, se puede originar una afectación sobre el cronograma y el costo del proyecto                | 0.15         | 0.95    | 0.143 |
| RO001  | Si no se pudiera contar con disponibilidad presupuestaria, debido a una priorización de las políticas gubernamentales, se puede cancelar el proyecto  | 0.15         | 0.95    | 0.143 |
| RO002  | Si no se puede realizar el control y seguimiento del proyecto, debido a limitación de recursos disponibles, se puede generar un atraso en el cronograma   | 0.40         | 0.30    | 0.120 |
| RT001  | Si no se pueden ejecutar las obras, debido a la identificación de requisitos como sitios de difícil acceso, se puede tener un atraso de las labores de construcción y aumento de costos                                     | 0.40         | 0.30    | 0.120 |
| RE002  | Si se presentan atrasos en la importación de materiales y suministros por restricciones aduaneras, debido a que subcontratistas y proveedores no las contemplaron, se puede generar un atraso en el cronograma del proyecto | 0.15         | 0.30    | 0.045 |

| Código                      | Descripción del Riesgo  | Probabilidad | Impacto | Rango |
|-----------------------------|---|--------------|---------|-------|
| RT003                       | Si no existiera seguridad para los materiales y equipos, debido a la identificación de requisitos, se puede dar una afectación del costo del proyecto | 0.40         | 0.10    | 0.040 |
| Riesgo General del Proyecto |   |              |         | 0.231 |

*Nota:* En la tabla 27 los riesgos han sido priorizados de mayor a menor según la columna de rango y el código de colores respectivo. Autoría propia.

Tal y como se muestra en la tabla 27, el proyecto presenta un riesgo moderado con un valor de 0.231, al cual se le asigna el color correspondiente, en este caso amarillo.

#### **4.8.4 Planificar la respuesta a los riesgos**

De acuerdo al PMI (2017) este proceso se refiere a “desarrollar opciones, seleccionar estrategias y acordar acciones para abordar la exposición general del riesgo del proyecto, así como para tratar los riesgos individuales del proyecto” (p. 437). En ese sentido, y una vez realizado el análisis cualitativo donde los riesgos han sido priorizados, se plantea para el presente proyecto, las estrategias y acciones preventivas para mejorar y aprovechar las oportunidades y disminuir las amenazas.

“Este suele ser el proceso más importante de la gestión de riesgos porque se toma la decisión de cómo responder a cada riesgo identificado” (Lledó, 2017, p. 428), por lo tanto, las respuestas planteadas van dirigidas a tomar medidas y acciones para bajar la probabilidad e impacto de los riesgos identificados y que pueden tener afectación directa sobre los objetivos del proyecto.

En la tabla 28 se presenta el plan de respuesta a los riesgos.

Tabla 28

## Plan de Respuesta a los Riesgos

| Código | Rango | Estrategia | Acciones Preventivas   | Responsable                          | Probab. Post-Plan | Impacto Post-Plan | Rango Post-Plan |
|--------|-------|------------|--|--------------------------------------|-------------------|-------------------|-----------------|
| RA003  | 0.553 | Mitigar    | Capacitar al menos 2 personas de la SUA que puedan fiscalizar la ejecución de las obras y mantengan comunicación constante con el Ingeniero Administrador de la contratación | Ingeniero Administrador del contrato | 0.40              | 0.30              | 0.120           |
| RA002  | 0.475 | Mitigar    | Habilitar un medio digital, que cuente con información actualizada del estado del proyecto y que permita interacción para resolver consultas                                 | Coordinador Regional                 | 0.65              | 0.50              | 0.325           |
| RA004  | 0.340 | Mitigar    | Capacitar al personal encargado de realizar las estimaciones del proyecto  | Director del Proyecto                | 0.10              | 0.10              | 0.010           |
| RE005  | 0.340 | Mitigar    | Realizar estudio arqueológico previo al inicio de las obras  | Regente Ambiental                    | 0.15              | 0.30              | 0.045           |

| Código | Rango | Estrategia | Acciones Preventivas  | Responsable                          | Probab. Post-Plan | Impacto Post-Plan | Rango Post-Plan |
|--------|-------|------------|---|--------------------------------------|-------------------|-------------------|-----------------|
| RA001  | 0.325 | Mitigar    | Realizar reuniones con los posibles opositores para dar respuestas previas al inicio de la ejecución y establecer canales de comunicación para tenerlos informados de los avances | Coordinador Regional                 | 0.40              | 0.30              | 0.120           |
| RT004  | 0.200 | Transferir | Incluir una cláusula de garantía de calidad en el cartel de licitación  | Ingeniero Administrador del contrato | 0.40              | 0.10              | 0.040           |
| RE001  | 0.195 | Mitigar    | Inventariar posibles rutas alternas que den acceso al área del proyecto, incluyendo caminos privados y su respectivo permiso de ingreso   | Ingeniero Administrador del contrato | 0.40              | 0.10              | 0.040           |
| RT002  | 0.195 | Mitigar    | Realizar estudio de suelos durante la fase de planificación para determinar zonas rocosas en el área del proyecto   | Ingeniero Administrador del contrato | 0.40              | 0.10              | 0.040           |
| RE003  | 0.143 | Transferir | Incluir una cláusula de garantía de cumplimiento en contrato  | Ingeniero Administrador del contrato | 0.15              | 0.30              | 0.045           |

| Código | Rango | Estrategia | Acciones Preventivas  | Responsable                          | Probab. Post-Plan | Impacto Post-Plan | Rango Post-Plan |
|--------|-------|------------|---|--------------------------------------|-------------------|-------------------|-----------------|
| RO001  | 0.143 | Mitigar    | Asegurar el presupuesto por medio de una certificación de contenido presupuestario previo al inicio del proceso de licitación   | Gerente General                      | 0.15              | 0.15              | 0.023           |
| RO002  | 0.120 | Aceptar    | Capacitar a varios miembros de la SUA para que puedan fiscalizar la ejecución de las obras y mantengan comunicación informado al Ingeniero Administrador del contrato | Director del Proyecto                | 0.40              | 0.30              | 0.120           |
| RT001  | 0.120 | Mitigar    | Realizar una visita preoferta en conjunto con los oferentes donde se hace un recorrido por todo el proyecto   | Ingeniero Administrador del contrato | 0.15              | 0.10              | 0.015           |
| RE002  | 0.045 | Aceptar    | Dar seguimiento periódico a la importación de los materiales  | Proveedores y contratistas           | 0.15              | 0.30              | 0.045           |

| Código                      | Rango | Estrategia | Acciones Preventivas  | Responsable                          | Probab. Post-Plan | Impacto Post-Plan | Rango Post-Plan |
|-----------------------------|-------|------------|---|--------------------------------------|-------------------|-------------------|-----------------|
| RT003                       | 0.040 | Evitar     | Llegar a un acuerdo con miembros de la Sociedad de Usuarios de Agua para que asignen un lugar con condiciones apropiadas de seguridad para equipos y materiales | Ingeniero Administrador del contrato | 0.15              | 0.10              | 0.015           |
| Riesgo General del Proyecto |       |            |   |                                      |                   |                   | 0.072           |

*Nota:* La columna Rango corresponde al riesgo estimado previamente en la tabla 27, mientras que la columna Rango Post-Plan corresponde al valor del riesgo estimado una vez implementadas las estrategias y acciones preventivas correspondientes. Autoría propia.

Comparando la información presentada en las tablas 27 y 28, se puede afirmar que con el plan de respuesta se logra disminuir el riesgo general del proyecto de moderado con un valor de 0.231 a un riesgo de categoría bajo con rango de 0.072.

Se debe tener en consideración que, cada responsable de los riesgos identificados, deberá dar seguimiento e informar al DP cualquier situación relevante o relacionada al riesgo correspondiente, lo cual deberá ser analizado y discutido durante las reuniones de seguimiento del proyecto. Además, debido a que la identificación de riesgos es un proceso que se lleva a cabo durante todo el ciclo de vida del proyecto, cada vez que el equipo de proyecto identifique un nuevo riesgo deberá informar al DP para que se lleve a cabo una nueva planificación de respuesta a dicho riesgo.

## **4.9 Plan de Gestión de las Adquisiciones**

Según lo indica el PMI (2017), la gestión de las adquisiciones del proyecto “incluye los procesos necesarios para comprar o adquirir productos, servicios o resultados que es preciso obtener fuera del equipo del proyecto”. En ese sentido, el presente plan pretende establecer las estrategias para llevar a cabo las adquisiciones tanto de bienes como de servicios por fuera de la institución, considerando la naturaleza propia de los proyectos de infraestructura para riego, así como las leyes y reglamentos correspondientes.

Es importante que el DP posea conocimientos básicos en el manejo de contrataciones y adquisiciones, aunque éste no sea el que finalmente firme el contrato, no obstante, el Director del Proyecto “debe asegurar de manera proactiva la firma de un buen contrato con los proveedores para disminuir los riesgos antes que comience la ejecución del proyecto” (Lledó, 2017, p. 446), además, DP debe asegurar que los bienes o servicios adquiridos mediante las adquisiciones puedan ser dispuestos y utilizados en los momentos precisos y planificados con anterioridad.

### **4.9.1 Planificar la gestión de las adquisiciones**

Este proceso consiste en “documentar las decisiones de adquisiciones del proyecto, especificar el enfoque e identificar los proveedores potenciales” (PMI, 2017, p. 466), por lo tanto, dentro de este proceso se plantean interrogantes como ¿que comprar? y ¿Qué tipo de proceso realizar para adquirir los bienes o servicios requeridos para el proyecto?

Tomando en consideración que el proyecto de riego Pittier pertenece a Senara, que a su vez es una institución pública y con autonomía propia, resulta muy importante definir el procedimiento para realizar las adquisiciones. Una de las herramientas utilizadas en este proceso es el análisis de datos por medio de la técnica del análisis de hacer o comprar, considerando que Senara cuenta con el equipo técnico para el diseño, planificación y

administración del proyecto, pero no así con el equipo requerido para la ejecución del mismo relacionado a las obras de infraestructura. Por lo tanto, este tipo de proyectos se ejecutan por medio de una contratación, en la cual, Senara contrata los servicios de empresas externas para que realicen las labores constructivas correspondientes.

En ese particular, la Contraloría General de la República establece los límites para cada tipo de contratación, de acuerdo a la legislación vigente en el país, principalmente la Ley de Contratación Administrativa (Ley 7494). En la tabla 29 se muestran los límites para cada tipo de contratación que lleva a cabo la institución.

**Tabla 29**

*Límites de Contratación Administrativa*

| Rango            | Licitación Pública | Licitación Abreviada | Contratación Directa |
|------------------|--------------------|----------------------|----------------------|
| Igual a / más de | ₡317,900,000.00    | ₡33,020,000.00       |                      |
| Menos de         |                    | ₡317,900,000.00      | ₡33,020,000.00       |

*Nota:* Los montos mostrados en la tabla 29 corresponden a los datos emitidos por la Contraloría General de la República el mes de febrero del 2021. Autoría propia.

De acuerdo a los datos presentados en la tabla 29 y de conformidad con la Ley de Contratación Administrativa y su Reglamento, se establecen 3 tipos básicos de contratación, donde cada uno implica diferente complejidad en los procedimientos.

El tipo de procedimiento a seguir y el tipo de contrato elaborado será determinado con base al monto estimado para la contratación, que, en este caso, para la fase de construcción del proyecto de riego Pittier el monto total es de ₡1,991,109,138.95, por lo tanto, el procedimiento correspondiente es de Licitación Pública.

Debido a que la gestión de las adquisiciones, se centra en la contratación de las obras de infraestructura del proyecto, se debe seguir detalladamente el procedimiento interno establecido en el Manual de Procedimientos y Administración de Contratos del Senara, donde se indican aspectos fundamentales como los prerequisites de contratación, elaboración del cartel de licitación, garantías, multas y sanciones, recepción y revisión de ofertas, adjudicación, procedimientos internos de contratación, ejecución contractual, pagos, documentación, entre otros.

El proceso licitatorio para realizar la contratación, así como toda la documentación correspondiente debe ser gestionado a través de la plataforma SICOP, en la cual se manejan los temas relacionados a contratos y compras del sector público. Dentro de la documentación relacionada para realizar la contratación se tiene como principal documento el cartel de licitación, para el cual, Senara ha elaborado una plantilla, con base en el que se establecen los documentos finales que se deben utilizar para promover los procedimientos de contratación de obras.

El Senara establece los requisitos legales y define las especificaciones técnicas del producto que se requiere, solicitando los estándares de calidad mínimos para cumplir los objetivos del proyecto. Para el criterio de selección de la empresa a la que se le adjudicará el contrato, la institución establece una metodología con la finalidad de elegir la que mejor convenga a los intereses de Senara; en ese sentido, el precio será el factor determinante para la adjudicación, por lo tanto, se le asignará 100 puntos a la oferta de menos precio.

Una vez realizado el proceso de adjudicación de la contratación, se procederá con la firma del contrato correspondiente, el cual, de acuerdo a los procedimientos institucionales se establece que será un tipo de contrato fijo con ajuste económico de precios.

En el Anexo 7 se presenta una plantilla interna de cartel de licitación, la cual se utilizará en la contratación correspondiente a las obras de infraestructura. No obstante, dicha plantilla

puede ser ajustada de acuerdo a las condiciones y necesidades de cada proyecto particular, con la finalidad de que pueda ser utilizada en las demás contrataciones institucionales.

Con el proceso de adquisiciones realizado mediante la plataforma SICOP y una vez formalizado el contrato para la ejecución de las obras de infraestructura, tanto el DP como el equipo de proyecto deben llevar a cabo un estricto control y monitoreo del mismo, para la cual se plantea el uso de una matriz que permite plasmar en un documento los aspectos más relevantes en la administración del contrato.

En la tabla 30 se presenta la matriz de administración de contratos planteada para la fase de construcción del proyecto de riego Pittier.

**Tabla 30**

*Matriz de Administración de la Contratación*

|                             |       |                         |         |               |
|-----------------------------|-------|-------------------------|---------|---------------|
| Nombre del Proyecto:        |       | Número de Contratación: |         |               |
| Administrador del Contrato: |       |                         |         |               |
| Empresa o Contratista:      |       |                         |         |               |
| Fecha de Inicio:            |       |                         |         |               |
| Fecha de Cierre:            |       |                         |         |               |
| Actividades                 | Fecha | Aprobación              | Aprueba | Observaciones |
| Revisiones                  |       |                         |         |               |
| Pagos                       |       |                         |         |               |
| Cierre de Contrato          |       |                         |         |               |
| Recepción Provisional       |       |                         |         |               |
| Recepción Definitiva        |       |                         |         |               |
| Finiquito                   |       |                         |         |               |
| Aprobado por:               |       |                         |         |               |
| Firma y fecha:              |       |                         |         |               |

*Nota:* Las revisiones y los pagos serán tantos como sea necesario durante la ejecución del contrato. Autoría propia.

#### **4.10 Plan de Gestión de los Interesados**

En el presente proyecto tienen participación diferentes actores cuya intervención se debe considerar durante el ciclo de vida del mismo, pero sobre todo en la fase constructiva. En ese sentido, una correcta identificación, así como un adecuado y oportuno involucramiento de los interesados tiene una relación directa con el éxito del proyecto.

Lledó (2017) menciona que, “la gestión de los interesados consiste en identificar, analizar y desarrollar relaciones con todas aquellas personas u organizaciones que se verán afectadas por el proyecto o que afectarán de alguna forma al proyecto” (p. 474), por lo tanto, este plan de gestión de los interesados, pretende identificar las personas o grupos que pueden ser afectados con el proyecto, además de establecer las estrategias que el DP y el equipo de proyecto deberán emplear para generar un adecuado involucramiento durante la fase de construcción del proyecto de riego Pittier.

##### **4.10.1 Identificar a los interesados**

De acuerdo al PMI (2017), este proceso consiste en “identificar periódicamente a los interesados del proyecto así como de analizar y documentar información relevante relativa a sus intereses, participación, interdependencias, influencia y posible impacto en el éxito del proyecto” (p. 507), por lo cual, en el presente plan de gestión, se han identificado todos los involucrados en el proyecto de riego Pittier, durante su fase constructiva, considerando también sus intereses respectivos o expectativas.

Aunque los interesados identificados en este proceso corresponden a la fase de construcción del proyecto de riego, se debe tomar en cuenta que se pueden identificar nuevos involucrados según sea necesario a lo largo del ciclo de vida del proyecto, lo que permite al equipo y al DP identificar y establecer un enfoque adecuado de acuerdo a cada interesado en particular. En la tabla 31 se presenta la lista de interesados en el proyecto.

**Tabla 31***Interesados del Proyecto*

| ID | Nombre del Interesado               | Tipo      | Interés o Expectativa   |
|----|-------------------------------------|-----------|---|
| 1  | Senara                              | Directo   | Construir el proyecto conforme al cronograma, costo y estándares de calidad establecidos para beneficiar con riego a 277 beneficiarios del distrito Pittier |
| 2  | Director del proyecto               | Directo   | Ejecutar con éxito el proyecto de acuerdo a la planificación realizada  |
| 3  | Equipo de proyecto                  | Directo   | Coordinar y ejecutar las labores necesarias para lograr el éxito del proyecto   |
| 4  | Sociedad de Usuarios de Agua        | Indirecto | Disponer del recurso hídrico para sus actividades agrícolas   |
| 5  | Potenciales usuarios                | Indirecto | Tener disponibilidad de agua y obras de infraestructura para beneficiar con riego sus actividades productivas   |
| 6  | Habitantes de la zona de influencia | Indirecto | Evitar afectaciones derivadas del proceso constructivo  |
| 7  | SETENA                              | Indirecto | Velar por el cumplimiento de la normativa ambiental vigente durante la fase constructiva  |
| 8  | Dirección de Agua del MINAE         | Indirecto | Velar por el cumplimiento de la normativa para el aprovechamiento de agua de riego durante la fase constructiva del proyecto                                |
| 9  | Proveedores y contratistas          | Indirecto | Ejecutar la obra conforme las especificaciones técnicas establecidas en el contrato y obtener la retribución económica por el servicio prestado             |
| 10 | Patrocinador (INDER)                | Directo   | Lograr satisfacer las necesidades de los interesados mediante el desarrollo del proyecto de riego   |

*Nota:* Para la identificación de los interesados se utilizaron herramientas como reuniones con profesionales expertos y con experiencia en proyectos similares, además de análisis de documentación de proyectos anteriores desarrollados por la institución. Autoría propia.

Una vez identificados claramente los interesados detallados en la tabla 31, se realiza una clasificación de los mismos, donde se establece la posición que tiene cada uno de los involucrados respecto a la construcción del proyecto de riego Pittier, además de clasificarlos de acuerdo al poder e interés que tienen sobre el proyecto.

Para determinar el grado de poder de los interesados se utilizan los valores de la tabla 32.

**Tabla 32**

*Valores de Poder los Interesados*

| Valor | Categoría | Detalle  |
|-------|-----------|--|
| 1     | Muy bajo  | La organización no tiene una estructura organizativa   |
| 2     | Bajo      | La organización tiene estructura, pero no tiene recursos financieros   |
| 3     | Medio     | La organización tiene estructura, cuenta con líderes reconocidos y recursos financieros  |
| 4     | Alto      | La organización tiene estructura, cuenta con líderes reconocidos, el proyecto representa una afectación directa y posee recursos financieros                                   |
| 5     | Muy Alto  | La organización tiene estructura, cuenta con líderes reconocidos, el proyecto representa una afectación directa, posee recursos financieros y tiene experiencia en la temática |

Autoría propia.

Por otra parte, para definir el grado de interés de cada interesado con respecto al proyecto, se emplean los datos presentados en la tabla 33.

**Tabla 33***Valores para el Interés de los Involucrados*

| Valor | Categoría | Detalle  |
|-------|-----------|--|
| 1     | Muy bajo  | No tiene cercanía con el proyecto, pero cree tener algún interés               |
| 2     | Bajo      | No tiene cercanía con el proyecto, pero requiere su atención                   |
| 3     | Medio     | Tiene cercanía con el proyecto, pero no tiene afectación                       |
| 4     | Alto      | Tiene cercanía con el proyecto y existe una oportunidad o afectación indirecta |
| 5     | Muy Alto  | Tiene cercanía con el proyecto y existe una oportunidad o afectación directa   |

Autoría propia.

Una vez definido el poder y el interés de todos los interesados con base a las tablas 32 y 33, se procede a realizar la clasificación correspondiente. La tabla 34 muestra la clasificación de los interesados.

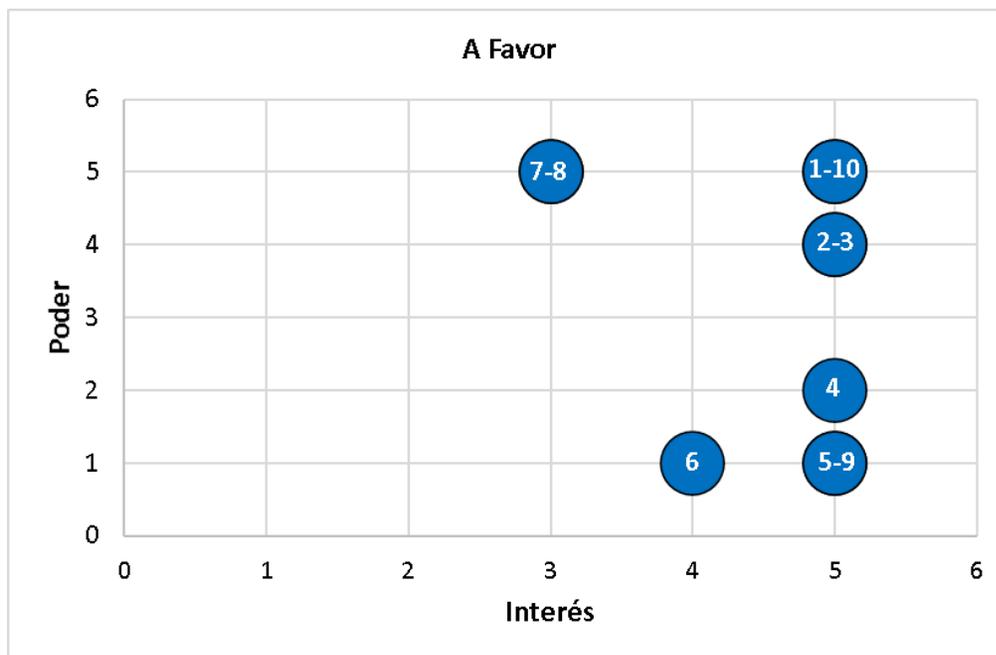
**Tabla 34***Clasificación de los Interesados del Proyecto*

| ID | Nombre del Interesado               | Posición | Poder | Interés |
|----|-------------------------------------|----------|-------|---------|
| 1  | Senara                              | A favor  | 5     | 5       |
| 2  | Director del proyecto               | A favor  | 4     | 5       |
| 3  | Equipo de proyecto                  | A favor  | 4     | 5       |
| 4  | Sociedad de Usuarios de Agua        | A favor  | 2     | 5       |
| 5  | Potenciales usuarios                | A favor  | 1     | 5       |
| 6  | Habitantes de la zona de influencia | A favor  | 1     | 4       |

| ID | Nombre del Interesado       | Posición | Poder | Interés |
|----|-----------------------------|----------|-------|---------|
| 7  | SETENA                      | A favor  | 5     | 3       |
| 8  | Dirección de Agua del MINAE | A favor  | 5     | 3       |
| 9  | Proveedores y contratistas  | A favor  | 1     | 5       |
| 10 | Patrocinador (INDER)        | A favor  | 5     | 5       |

*Nota:* La posición se refiere a si el interesado en particular apoya al proyecto o en su defecto está en contra del mismo. Autoría propia.

De acuerdo a la clasificación de los interesados mostrada en la tabla 34, resulta evidente que el proyecto cuenta con un apoyo total por parte de los involucrados, donde ninguno de ellos está en contra de la ejecución del proyecto de riego, además, se puede observar con base al poder e interés de cada uno, los interesados más relevantes para el proyecto son Senara, INDER (Patrocinador), DP y Equipo de Proyecto. En ese sentido, mediante la figura 17 se muestra de forma gráfica la ubicación de todos los interesados en relación al poder e interés que tiene cada uno en el proyecto, considerando que todos están a favor del mismo.

**Figura 17***Poder e Interés de los Involucrados*

*Nota:* De acuerdo a la clasificación de los interesados, todos ellos tienen un interés de medio a alto en el proyecto. Autoría propia.

#### 4.10.2 Planificar el involucramiento de los interesados

La intervención de los principales actores durante la fase de ejecución del proyecto de riego Pittier es fundamental para el cumplimiento exitoso de los objetivos planteados, por lo tanto, resulta de mucha importancia asegurar de forma temprana un adecuado involucramiento de los interesados mediante estrategias que permitan dicho fin. El PMI (2017) define este proceso como “desarrollar enfoques para involucrar a los interesados del proyecto, con base en sus necesidades, expectativas, intereses y el posible impacto en el proyecto” (p. 516).

El encargado de asegurar el involucramiento de los interesados desde el inicio del proyecto, pero sobre todo durante la fase de construcción debe ser el DP, quien, por medio del

apoyo del equipo de proyecto de ser necesario, gestionará las acciones correspondientes para mantener un óptimo involucramiento de los interesados, los cuales tienen expectativas distintas y que pueden variar durante las diferentes etapas del proyecto.

En la tabla 35 se indican las estrategias establecidas para desarrollar en cada uno de los interesados.

**Tabla 35**

*Estrategias para Involucramiento de Interesados*

| Nombre del Interesado | Estrategia  |
|-----------------------|---|
| Senara                | Mantener informados a los altos jefes institucionales sobre las actividades, de tal forma que Senara mantenga un elevado grado de interés en el proyecto, generando una adecuada participación institucional, tanto para la ejecución del proyecto como para su puesta en operación   |
| Director del proyecto | Deberá mantener un alto grado de interés en todas las actividades del proyecto, además, tratará de mantener un alto grado de motivación del equipo del proyecto con la finalidad de lograr de manera exitosa el cumplimiento de los objetivos planteados. El DP mantendrá constante comunicación con los todos los involucrados según sea necesario e informará del avance del proyecto mediante las reuniones mensuales establecidas y podrá solicitar reuniones extraordinarias cuando lo considere conveniente |
| Equipo de proyecto    | Mantener un alto grado de interés para establecer una constante comunicación con involucrados claves como el DP y los proveedores y contratistas durante la fase constructiva del proyecto. Además, todos los miembros del equipo deben participar activamente de las reuniones mensuales coordinadas por el DP, a fin de conocer los avances del proyecto, así como las necesidades puntuales de cada interesado según el avance del proyecto  |

| Nombre del Interesado               | Estrategia   |
|-------------------------------------|--|
| Sociedad de Usuarios de Agua        | Mantener una comunicación frecuente y constante durante la fase constructiva del proyecto para asegurar que sus expectativas están siendo cumplidas de acuerdo al avance de las obras. Al menos algunos miembros de la Sociedad de Usuarios de Agua deben estar presentes durante la construcción de las obras por parte de los proveedores y contratistas   |
| Potenciales usuarios                | Mantenerlos informados y motivados sobre el avance constructivo del proyecto haciendo énfasis en la importancia que tiene para ellos el desarrollo de un proyecto de riego. Además, se debe emplear una estrategia de participación durante la fase constructiva mediante el desarrollo de capacitaciones programadas, actividades de involucramiento y organización   |
| Habitantes de la zona de influencia | Mantenerlos informados sobre los avances constructivos de las obras de infraestructura y el impacto real sobre las comunidades para que no ejerzan ningún tipo de oposición durante esta etapa. La comunicación debe ser abierta y transparente, además es importante hacer de su conocimiento los beneficios que traerá consigo el proyecto   |
| SETENA                              | Al ser un ente regulatorio gubernamental, se debe emplear una estrategia de participación, de tal manera que se involucre e informe de todas las acciones de monitoreo y prevención que se realice en el proyecto  |
| Dirección de Agua del MINAE         | Al ser un ente regulatorio gubernamental, se debe emplear una estrategia de participación, de tal manera que se involucre e informe de todas las acciones de monitoreo y prevención que se realice en el proyecto  |
| Proveedores y contratistas          | Efectuar una reunión antes del inicio de obras para establecer algunos lineamientos del proceso constructivo. Mantener una comunicación diaria entre los contratistas y el Ingeniero Administrador del contrato para conocer expectativas y necesidades puntuales en cada momento particular. Coordinar y efectuar visitas de inspección semanales al sitio de proyecto para conocer el estado de avance de las obras y mantener el grado de interés por parte de los proveedores y contratistas |

| Nombre del Interesado | Estrategia   |
|-----------------------|--|
| Patrocinador (INDER)  | Mantener constante comunicación entre el DP y el patrocinador para conocer el avance de construcción de las obras de infraestructura durante la fase de ejecución del proyecto. Además, el patrocinador deberá mantener su interés por medio de los informes de avance mensual y de ser necesario cualquier reunión que se considere conveniente, con la finalidad de conocer el estado de avance actual y mantener el apoyo al proyecto |

*Nota:* Debido a que todos los interesados apoyan el proyecto, las estrategias a emplear son básicamente la participación y la comunicación constante por medio de los informes de avance mensuales, así como reuniones en cualquier momento que se considere necesario. Autoría propia.

Durante la fase de ejecución del proyecto, será de suma importancia que el DP y el equipo de proyecto gestione adecuada y oportunamente los intereses y expectativas de los involucrados identificados, de tal manera que su nivel de interés en el proyecto se mantenga o pueda ser mayor, esto con la finalidad de aumentar las posibilidades de éxito del proyecto.

## 5 Conclusiones

Seguidamente se enlistan las conclusiones del Plan de Gestión de la fase de Construcción del proyecto de riego Pittier:

1. El plan de gestión de la integración planteado para la fase de construcción del proyecto de riego Pittier permitió consolidar todas las actividades de gestión necesarias para dirigir el proyecto de tal forma que se puedan conseguir de manera exitosa los objetivos planteados para la fase de ejecución del mismo.

2. Mediante el plan de gestión del alcance propuesto para el proyecto, se logró identificar con claridad los entregables para la fase constructiva, así como la definición de todo el trabajo requerido para completar con éxito el proyecto de acuerdo a los requisitos identificados. Para esto se creó una estructura de desglose de trabajo donde se dividieron los entregables en los componentes necesarios para completar todo el trabajo propuesto.

3. El cronograma desarrollado en el plan de gestión del cronograma del proyecto permitió establecer la duración y la secuenciación de todas las actividades requeridas para garantizar que la fase de construcción del proyecto de riego Pittier sea finalizada a tiempo y pueda ser controlada de manera exitosa por los profesionales responsables. El tiempo de duración estimado para la fase de ejecución del proyecto fue de 240 días, información que es representada por medio de un Diagrama de Gantt, donde se indica la duración y secuenciación de las actividades.

4. Para cada una de las actividades incluidas en el cronograma y la EDT, y con base en la experiencia de Senara y los profesionales de la institución en el desarrollo de proyectos similares, se determinó el costo para cada una de las actividades y finalmente para la fase completa de construcción del proyecto de riego Pittier. El costo total estimado para la fase de

ejecución del proyecto fue de ₡1,991,109,138.95, el cual contempla un 5% como reserva de contingencia y un 5% como reserva de gestión.

5. Con las métricas de calidad definidas y estructuradas en el plan de gestión de calidad para la fase de construcción del proyecto, se estableció un instrumento para el aseguramiento de la calidad, el cual permite realizar el seguimiento y control durante la ejecución, además de facilitar la supervisión de la construcción de obras que debe efectuar Senara para verificar que los trabajos realizados cumplen con las especificaciones, normas y estándares de calidad establecidos.

6. Mediante el plan de gestión de recursos del proyecto, se estableció un organigrama y una estructura de desglose de recursos que identifica los recursos tanto de personal como de equipo y material requeridos para completar con éxito las actividades relacionadas a la fase de ejecución del proyecto, además, por medio de la matriz de responsabilidades propuesta se establece el grado de responsabilidad y autoridad que tiene cada miembro del equipo de proyecto en las distintas actividades, considerando que los miembros del equipo son funcionarios permanentes de Senara.

7. Por medio del plan de gestión de las comunicaciones del proyecto, se estableció la necesidad de efectuar reuniones durante la fase de construcción del proyecto de riego Pittier, además de elaborar informes y documentos para mantener una comunicación eficaz entre los involucrados con la finalidad de lograr los objetivos planteados. Esta información fue planteada en la matriz de comunicaciones del proyecto, en la cual se define la periodicidad, responsables, recursos y otros aspectos que en conjunto representan un elemento fundamental para garantizar que todo el proceso de comunicación durante la fase constructiva permita culminar con éxito el proyecto y generar la documentación que permita realizar un análisis de lecciones aprendidas una vez finalizada la construcción del proyecto.

8. El plan de gestión de riesgos del proyecto planteado permitió identificar los riesgos que podrían generar algún impacto sobre la fase constructiva del proyecto, asimismo, mediante el análisis cualitativo correspondiente se estableció cuales riesgos tienen una mayor prioridad en función de la probabilidad e impacto de los mismos sobre el proyecto, lo cual a su vez permitió definir un plan de respuesta al riesgo mediante estrategias aplicadas a cada riesgo en particular de tal forma que se puedan minimizar consecuencias negativas que puedan afectar el éxito en la etapa de construcción de obras del proyecto de riego Pittier.

9. En el plan de gestión de las adquisiciones planteado, se estableció con claridad el procedimiento para adquirir los servicios requeridos fuera del equipo de proyecto y necesarios para completar con éxito el proyecto. Se definieron los lineamientos para la contratación de las obras de infraestructura correspondientes con base en la Ley de Contratación Administrativa y los reglamentos establecidos en la institución. Además, se planteó el uso de una matriz para controlar el proceso de contratación de obras durante la fase de ejecución del proyecto con la finalidad de garantizar un seguimiento y control oportuna para el cumplimiento de los objetivos.

10. Con el plan de gestión de los interesados se logró identificar a las personas, grupos y organizaciones involucrados en el proyecto, para quienes se definió el grado de poder e interés que cada uno de ellos tiene en relación a la ejecución del proyecto de riego Pittier, además, se determinó que el proyecto cuenta con apoyo total por parte de los interesados. Asimismo, se establecieron estrategias que permiten mantener un involucramiento eficaz de los interesados de acuerdo a sus necesidades y expectativas durante la fase de ejecución del proyecto.

## 6 Recomendaciones

A continuación, se presentan las principales recomendaciones para la implementación del Plan de Gestión de la fase de Construcción del proyecto de riego Pittier:

1. El plan de Gestión planteado en el presente documento, representa una buena herramienta para la administración de los proyectos de riego que desarrolla el Senara, por lo cual, resulta indispensable que todos los funcionarios con responsabilidades asignadas dentro del Plan de Gestión, tengan claro conocimiento de su participación, autoridad y responsabilidad durante la ejecución del proyecto y se apeguen a lo establecido para cada uno de ellos.

2. Se recomienda a los Directores de Proyectos del Senara utilizar como base para la gestión y administración de los proyectos de infraestructura la Guía del PMBOK® 2017 sexta edición, con la finalidad de aumentar la probabilidad de éxito de cada proyecto en particular.

3. Se recomienda que tanto el DP como el equipo de proyecto utilicen el presente plan de gestión durante la fase constructiva del proyecto, de tal manera que el seguimiento y control correspondiente basado en este plan de gestión permita alertar cualquier posible variación en el proyecto según lo planificado y poder determinar las acciones o medidas correctivas o preventivas a tomar según sea necesario.

4. Aunque no se identificaron personas o grupos opuestos al proyecto, se recomienda que Senara realice acciones de divulgación sobre la construcción del proyecto en las comunidades del área de influencia, ya que el tema ambiental es muy susceptible sobre todo durante las fases constructivas de los proyectos y podría generar conflictos si no se atienden apropiada y oportunamente, por lo tanto la atención y el acercamiento con la población del área de influencia son importantes para asegurar el éxito del proyecto.

5. Se recomienda que para la gestión de los proyectos desarrollados por la institución todos los cronogramas sean elaborados mediante la herramienta MS Project, además de

emplear el índice de desempeño (SPI) para valorar el avance real del proyecto de en comparación con el avance planificado, lo cual permite determinar si el proyecto tiene algún retraso o está adelantado según la programación establecida.

6. Se recomienda también que a nivel institucional dentro de los proyectos se contemple el índice de desempeño del costo (CPI) para medir si la inversión realizada en un periodo en particular está acorde al valor planificado, esto con la finalidad de que ante cualquier variación significativa se puedan tomar las acciones correctivas respectivas. Además, se recomienda que los proyectos incluyan también la herramienta del Valor Ganado (EVM) para controlar con una periodicidad mensual el desempeño global de la fase constructiva del proyecto y poder efectuar las acciones que correspondan según sea requerido.

7. Es recomendable que Senara realice un proceso de capacitación técnica a los potenciales usuarios y beneficiarios del proyecto de riego Pittier, ya que en su mayoría no tienen conocimientos ni experiencia en el manejo y operación de sistemas de riego a presión, por lo cual es necesario que los usuarios tengan las herramientas necesarias para que puedan realizar las labores relacionadas al riego con alto nivel de eficiencia en el uso del recurso hídrico.

8. Se recomienda que con la experiencia generada en la elaboración del Plan de Gestión de este proyecto Senara inicie un proceso de capacitación del personal que está relacionado con el desarrollo y la administración de proyectos, ya que la institución no cuenta con una metodología estructurada para dicho fin y considerando que resulta de suma importancia para lograr mejores resultados durante la fase de construcción de los proyectos.

## Lista de Referencias

- Behar, D. (2008). *Metodología de la Investigación*. Shalom 2008.
- Campos, M. (2017). *Métodos de Investigación Académica*. San Ramón, Costa Rica.
- Recuperado de  
[http://www.icomoscr.org/m/investigacion/%5BMETODOS%5DFolleto\\_v.1.1.pdf](http://www.icomoscr.org/m/investigacion/%5BMETODOS%5DFolleto_v.1.1.pdf)
- Carrazón, J. (2007). *Manual práctico para el diseño de sistemas de minirriego*. Honduras.
- Castillo, I. (2019). *Marco Metodológico: Características y Estructura*. Recuperado de  
<https://www.lifeder.com/marco-metodologico/>
- Chiavenato, I. (2017). *Comportamiento organizacional. la dinámica del éxito en las organizaciones*. Ciudad de México: McGraw-Hill Interamericana Editores.
- Coto, M. (2006). *Plan de Gestión de la Fase de Construcción del Proyecto del Canal Sur, Tramo 2 y de los Subdistritos Lajas y Abangares en el Distrito de Riego Arenal Tempisque, Guanacaste, Costa Rica* (tesis de maestría). Universidad para la Cooperación Internacional, Costa Rica.
- David, F.R. (2013). *Conceptos de administración estratégica*. México: Pearson Education.
- Eyssautier de la Mora, M.. (2002). *Metodología de la Investigación*. Thomson Learning.
- Fuentes, J., Cruz, J. (1990). *Curso elemental de riego*. Servicio de Extension Agraria Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Grande, I. & Abascal, E. (2007). *Fundamentos y técnicas de investigación comercial*. (9a Edición). Editorial ESIC.
- Hernández, SR. (1991). *Metodología de la Investigación*. Editorial Mac. Graw Hill.
- Kenneth Rose. (2008). *Gestión de calidad de proyectos*. Bogotá, Colombia: Panamericana Editorial.

- Lledó, P. (2017). *Administración de proyectos: El ABC para un Director de proyectos exitoso* (sexta edición). Estados Unidos.
- Lledó, P. (2017). *Director de proyectos: Cómo aprobar el examen PMP® sin morir en el intento* (sexta edición). Estados Unidos.
- Lledó, P. (2018). *Técnico en gestión de proyectos: Claves para aprobar el examen CAMP®* (sexta edición). Estados Unidos.
- Maranto, M., y González, M. (2015). *Fuentes de Información*. Recuperado del sitio de internet de Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo:  
<http://repository.uaeh.edu.mx/bitstream/bitstream/handle/123456789/16700/LECT132.pdf?sequence=1>
- Project Management Institute. (2017). *Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos, (Guía del PMBOK®)-Sexta Edición*, Project Management Institute Inc.
- Rabechini, R. (2019). *Gestión del alcance de los proyectos: ¿cómo organizar los entregables?* Recuperado de <https://www.esan.edu.pe/conexion/actualidad/2019/02/26/gestion-del-alcance-de-los-proyectos-como-organizar-los-entregables/>
- Raffino, M. (2019). *Concepto Fuentes de Información*. Recuperado de <https://concepto.de/fuentes-de-informacion/>
- Rodríguez, A. (2019). *Método analítico de investigación: características y ejemplos*. Recuperado de <https://www.lifeder.com/metodo-analitico-sintetico/>
- Ruíz, R. (2006). *Historia y Evolución del Pensamiento Científico*. Eumed.
- Senara. (2015). *Plan Estratégico Institucional 2015-2021*. Costa Rica.
- Senara. (2018). *Estudio de Perfil del proyecto de riego Pittier*. Costa Rica.
- Senara. (2018). *Informe de diseño del Proyecto de Riego Pittier*. Costa Rica.
- Senara. (2019). *Manual de Procedimientos y Administración de Contratos*. Costa Rica.
- Senara. (2020). *Estudio de factibilidad del Proyecto de Riego Pittier*. Costa Rica.

Servicio Nacional de Aguas Subterráneas Riego y Avenamiento. (2021). *Organigrama*.

Obtenido de Servicio Nacional de Aguas Subterráneas Riego y Avenamiento:

[http://www.senara.or.cr/acerca\\_del\\_senara/organigrama.aspx](http://www.senara.or.cr/acerca_del_senara/organigrama.aspx)

Servicio Nacional de Aguas Subterráneas Riego y Avenamiento. (2021). *¿Quiénes somos?*

Obtenido de Servicio Nacional de Aguas Subterráneas Riego y Avenamiento:

[http://www.senara.or.cr/acerca\\_del\\_senara/quienes\\_somos.aspx](http://www.senara.or.cr/acerca_del_senara/quienes_somos.aspx)

Servicio Nacional de Aguas Subterráneas Riego y Avenamiento. (2021). *Contraloría de*

*Servicios*. Obtenido de Servicio Nacional de Aguas Subterráneas Riego y Avenamiento:

[http://www.senara.or.cr/tramites\\_y\\_servicios/contraloria\\_de\\_servicios.aspx](http://www.senara.or.cr/tramites_y_servicios/contraloria_de_servicios.aspx)

Torres, Z, y Torres, H. (2014). *Administración de Proyectos*. México: Editorial Patria.

Recuperado de

[https://books.google.co.cr/books?id=r9jhBAAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=inauthor:%22Zacarias+Torres+Hernandez%22&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwigwMmOq5LmAhUlw1kKHaxD\\_YQ6AEIPzAD#v=onepage&q&f=false](https://books.google.co.cr/books?id=r9jhBAAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=inauthor:%22Zacarias+Torres+Hernandez%22&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwigwMmOq5LmAhUlw1kKHaxD_YQ6AEIPzAD#v=onepage&q&f=false)

Villalobos, M. (2008). *Fundamentos de Riego*. Ediciones Centro de Desarrollo de Material

Bibliográfico.

Villón, M. (2003). *Diseño de estructuras hidráulicas*. Taller de Publicaciones del Instituto

Tecnológico de Costa Rica.

**Anexos**

## Anexo 1: ACTA (CHÁRTER) DEL PFG

| <b>ACTA DEL PROYECTO</b>  |  |
|---|--|
| <p><b>Formaliza la existencia del proyecto y confiere al director de proyecto la autoridad para asignar los recursos de la organización a las actividades del proyecto. Establece el beneficio directo, inicio claro y límites del proyecto bien definidos.</b></p> |  |
| Fecha   | Nombre de Proyecto   |
| 14 de Marzo del 2021  | Plan de gestión de proyecto de la Construcción del proyecto de riego del distrito Pittier      |
| Áreas de conocimiento / procesos:   | Área de aplicación (Sector / Actividad):   |
| <p>Grupos de Procesos: Inicio y Planificación.</p> <p>Áreas de Conocimiento: Integración, Alcance, Cronograma, Costo, Calidad, Riesgos, Comunicaciones, Recursos, Adquisiciones e Interesados.</p>  | <p>Sector construcción.</p> <p>Obras de infraestructura para uso en actividades agrícolas.</p> |
| Fecha de inicio del proyecto  | Fecha estimada de finalización del proyecto  |
| 14 de Marzo del 2021  | 22 de Agosto del 2021  |
| <p><b>Objetivos del proyecto (general y específicos) (Consultar documento sobre cómo redactar objetivos).</b></p>   |  |

Objetivo general:

Elaborar el plan de gestión de la fase de construcción del proyecto de riego del distrito Pittier para su implementación a lo interno de la institución.

Objetivos específicos

1 Desarrollar el plan de gestión de la integración del proyecto para unificar y consolidar todos los procesos y actividades relacionadas al proyecto.

2 Elaborar un plan de gestión del alcance para identificar y definir las actividades necesarias para ejecutar y completar el proyecto.

3 Establecer un plan de gestión del cronograma para controlar las actividades requeridas para finalizar el proyecto en el tiempo establecido.

4 Desarrollar un plan de gestión del costo para establecer el presupuesto necesario para completar el proyecto.

5 Elaborar un plan de gestión de la calidad para cumplir con los requisitos de calidad establecidos del proyecto.

6 Desarrollar un plan de gestión de los recursos para identificar, adquirir y gestionar los recursos necesarios para la conclusión del proyecto.

7 Establecer un plan de gestión de las comunicaciones para asegurar que se cumplan las necesidades de información del proyecto y de los interesados.

8. Definir un plan de gestión de riesgos para identificarlos, planificar la respuesta a los mismos, minimizar sus consecuencias negativas y maximizar sus efectos positivos.

9 Elaborar un plan de gestión de adquisiciones con la finalidad de describir cómo se gestionarán los procesos de adquisición para desarrollar el proyecto.

10 Definir un plan de gestión de los interesados del proyecto para determinar las necesidades de cada uno y establecer estrategias para involucrarlos de una forma eficaz.

### **Justificación o propósito del proyecto (Aporte y resultados esperados)**

El Servicio Nacional de Aguas Subterráneas Riego y Avenamiento (Senara) tiene dentro del sector público nacional un rol estratégico en la gestión del recurso hídrico, esto según se establece en su Ley Constitutiva (N° 6877), la cual enmarca los objetivos y funciones del Senara en los sectores Agropecuario y Ambiente. Dentro de estos sectores mencionados, los proyectos de riego representan una gran parte de los aportes que la institución brinda para el desarrollo agropecuario en el país, siendo competencia directa del Senara la responsabilidad sobre el desarrollo de la infraestructura, administración y operación de la misma.

El Senara, aunque es una institución que a través de los años ha desarrollado varios proyectos de infraestructura similares al Proyecto de riego Pittier, no tiene establecido a lo interno de la organización una metodología apropiada para planificar el proceso constructivo, lo cual impacta significativamente los resultados del mismo, principalmente en lo referente a los temas de costo y tiempo de duración de la ejecución de las obras y en algunos casos también hasta la calidad del mismo.

Por lo tanto, este proyecto tiene como propósito establecer y brindar a la institución un plan de gestión que permita implementar de forma estructurada una metodología apropiada para construir y finalizar el proyecto en el tiempo, costo y con la calidad esperados. Así mismo, se espera obtener como beneficios, que mediante el presente plan de gestión de proyecto se facilite la optimización los recursos necesarios y se mejore la eficiencia y eficacia en el desarrollo del proceso constructivo de proyectos similares ejecutados por la institución.

### **Descripción del producto o servicio que generará el proyecto – Entregables finales del proyecto**

El producto final de este proyecto consiste en la elaboración de un documento que

contiene el plan de gestión para la construcción del proyecto de riego del distrito Pittier, dentro del cual se contemplan las diez áreas del conocimiento de la gestión de proyectos establecidas por el PMI y abarcando los procesos de inicio y planificación. Por lo tanto, el documento generado incluye el plan de gestión de la integración, del alcance, del cronograma, de los costos, de la calidad, de los recursos, de las comunicaciones, de los riesgos, de las adquisiciones, y de los interesados.

### **Supuestos**

El Instituto de Desarrollo Rural (INDER) será el patrocinador de la construcción del proyecto de riego Pittier.

El ingeniero encargado de la ejecución del proyecto de riego será el director del proyecto.

El plazo de tiempo propuesto para realizar el plan de gestión del proyecto permitirá alcanzar los resultados esperados.

La información recopilada para la elaboración del plan de gestión del proyecto tiene la calidad adecuada y proviene de fuentes confiables tanto dentro como fuera de la organización.

Se contará con el acceso a la información histórica y actual a lo interno de la institución para poder cumplir con los objetivos planteados en el plan de gestión del proyecto.

### **Restricciones**

El plazo de tiempo para realizar el PFG es de 4 meses.

Dentro de la institución hay poco conocimiento en la metodología de gestión de proyectos propuesta por el PMI.

Se deben considerar todos los requisitos documentales exigidos por la entidad patrocinadora del proyecto.

El presupuesto para el desarrollo del plan de gestión del proyecto es limitado.

### Identificación riesgos

Si no se logra acceder a la información requerida en el tiempo apropiado se podría generar una afectación en el cronograma para la realización del PFG.

Si el patrocinador del proyecto solicita cambios por directrices internas, se podrían ocasionar modificaciones en el plazo y costo del PFG.

Si no se cumple con los plazos establecidos en el cronograma del PFG se podría ver afectado el plazo de entrega y el alcance del plan de gestión del proyecto.

Si no se logra la colaboración y el apoyo de profesionales de experiencia en el desarrollo de proyectos de riego en el tiempo apropiado, se podría generar un atraso en el plazo de entrega del PFG.

### Presupuesto

El presupuesto estimado para realizar el PFG es:

| Recurso    | Esfuerzo (hr) | Monto<br>(\$/hr) | Costo Total<br>(\$) |
|------------|---------------|------------------|---------------------|
| Estudiante | 300           | 3,000            | 9,000,000           |
| Internet   | 200           | 1,000            | 200,000             |
| Total      |               |                  | 1,100,000           |

### Principales hitos y fechas

| Nombre hito  | Fecha inicio | Fecha final |
|--|--------------|-------------|
| Entrega del Chárter, EDT y bibliografía del Proyecto Final de Graduación (PFG) | 8 de marzo   | 14 de marzo |

|   |                 |                 |
|---|-----------------|-----------------|
| Entrega de la Introducción y del Cronograma del PFG                 | 15 de marzo     | 21 de marzo     |
| Presentación del Marco Teórico del PFG                              | 22 de marzo     | 28 de marzo     |
| Presentación del Marco Metodológico del PFG                         | 29 de marzo     | 4 de abril      |
| Entrega del Resumen Ejecutivo e integración del documento del PFG   | 5 de abril      | 11 de abril     |
| Tutorías de Desarrollo de los avances del PFG                       | 01 de junio     | 05 de setiembre |
| Revisión del Proyecto Final de Graduación por parte de los Lectores | 06 de setiembre | 14 de octubre   |
| Evaluación del Proyecto Final de Graduación                         | 15 de octubre   | 19 de octubre   |

#### Información histórica relevante

El Servicio Nacional de Aguas Subterráneas Riego y Avenamiento (Senara) fue creado como institución autónoma en el año 1986 mediante la Ley N° 6877. Esta institución fue instaurada pensando en la ejecución y administración del gran proyecto de riego en Guanacaste, sin embargo, la Ley constitutiva abarca un ámbito nacional de intervención en materia de riego, drenaje y control de inundaciones, que se ha ido asumiendo con el paso de los años.

Actualmente, uno de los principales retos de Senara es lograr un uso más eficiente y

sostenible del agua de tal manera que se contribuya con la producción agropecuaria y a la vez se fortalezca la conservación y protección del recurso hídrico. Para lograr alcanzar exitosamente este desafío, el Senara requiere fortalecerse a sí mismo, promover la participación de diferentes actores tanto del sector público como privado, generando alianzas estratégicas y posicionando de mejor manera el tema de la gestión eficiente del recurso hídrico.

Mediante la construcción de los proyectos de riego que Senara desarrolla a nivel nacional, se logra utilizar el agua de fuentes como pozos, ríos y quebradas para beneficiar las actividades en el sector agropecuario, permitiendo aumentar los niveles de producción y productividad, que se ven muy afectados durante la época seca, ya que las condiciones climáticas en la mayoría de casos generan un déficit hídrico en el suelo, producto de la poca precipitación, sobre todo en los meses más secos.

#### **Identificación de grupos de interés (involucrados)**

Involucrados Directos:

Los interesados directos de este PFG son funcionarios del Senara:

Gerencia General

Director de Ingeniería y Desarrollo de Proyectos

Director de Planificación

Coordinadores regionales

Ingenieros de diseño y construcción

Involucrados Indirectos:

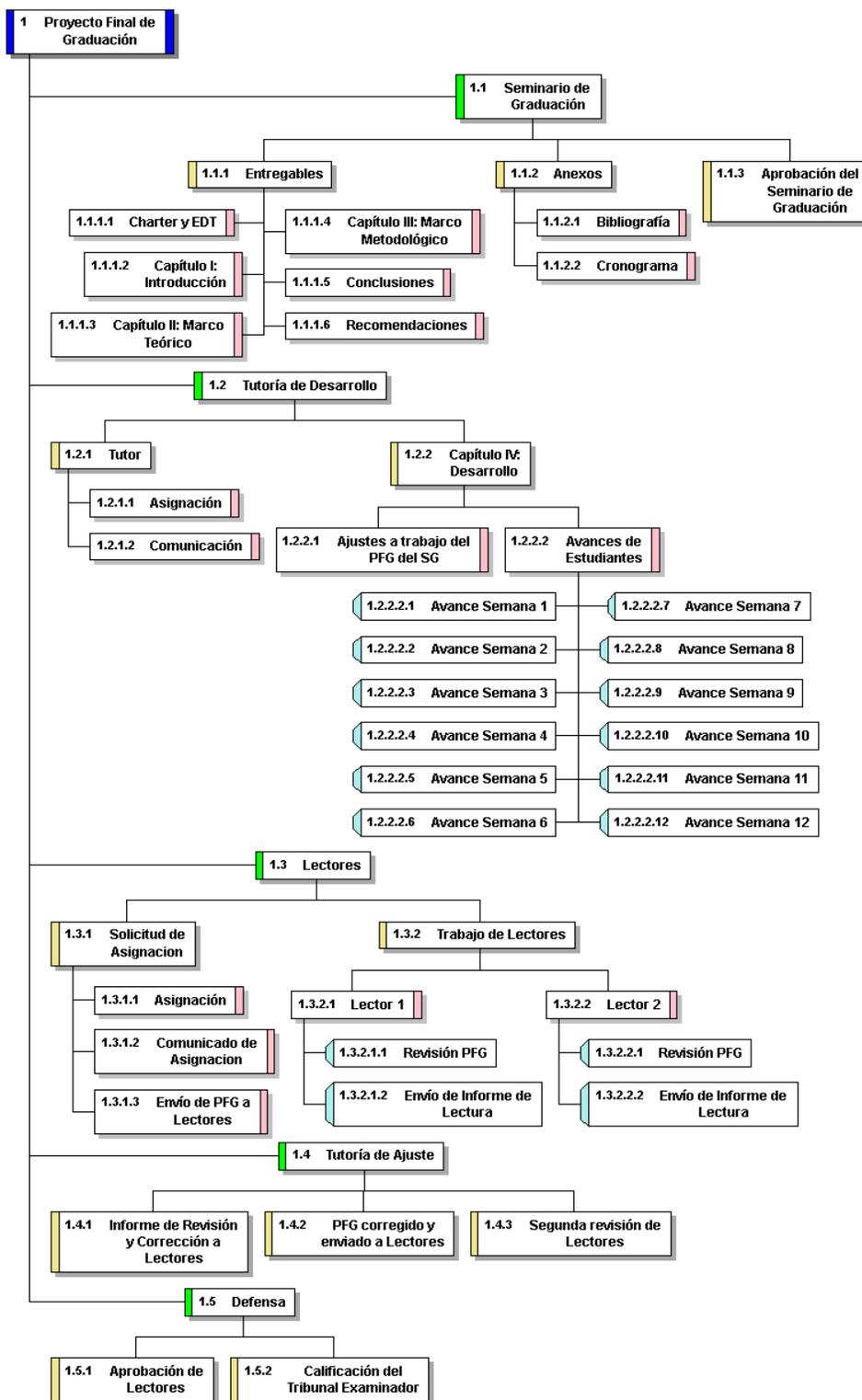
De la Universidad: Profesor de Seminario, Tutor, Lectores, Otros estudiantes

Patrocinador del proyecto de construcción

Comunidad del área de influencia

|  |   |
|--|---|
|  |   |
| <b>Director de proyecto:</b><br><br>Javier Zúñiga Obando | <b>Firma:</b><br> |
| <b>Autorización de:</b>                                  | <b>Firma:</b>   |

## Anexo 2: EDT DEL PFG



### Anexo 3: CRONOGRAMA DEL PFG

| Id | Modo de | Nombre de tarea                              | Duración        | Comienzo           | Fin                 | 2021 | tri 2, 2021 | tri 3, 2021 | tri 4, 2021 | tri 1 |     |
|----|---------|--|-----------------|--------------------|---------------------|------|-------------|-------------|-------------|-------|-----|
|    |         |  |                 |                    |                     | feb  | mar         | abr         | may         | jun   | jul |
| 1  |         | <b>1 Proyecto Final de Graduación</b>        | <b>219 días</b> | <b>lun 8/3/21</b>  | <b>mar 19/10/21</b> |      |             |             |             |       |     |
| 2  |         | <b>1.1 Seminario de Graduación</b>           | <b>42 días</b>  | <b>lun 8/3/21</b>  | <b>dom 25/4/21</b>  |      |             |             |             |       |     |
| 3  |         | 1.1.0 Inicio de SG                           | 0 días          | lun 8/3/21         | lun 8/3/21          |      |             |             |             |       |     |
| 4  |         | <b>1.1.1 Entregables</b>                     | <b>35 días</b>  | <b>lun 8/3/21</b>  | <b>dom 18/4/21</b>  |      |             |             |             |       |     |
| 5  |         | 1.1.1.1 Charter y EDT                        | 7 días          | lun 8/3/21         | dom 14/3/21         |      |             |             |             |       |     |
| 6  |         | 1.1.1.2 Capítulo I: Introducción             | 7 días          | lun 15/3/21        | dom 21/3/21         |      |             |             |             |       |     |
| 7  |         | 1.1.1.3 Capítulo II: Marco Teórico           | 7 días          | lun 22/3/21        | dom 28/3/21         |      |             |             |             |       |     |
| 8  |         | 1.1.1.4 Capítulo III: Marco Metodológico     | 7 días          | lun 5/4/21         | dom 11/4/21         |      |             |             |             |       |     |
| 9  |         | 1.1.1.5 Conclusiones                         | 7 días          | lun 12/4/21        | dom 18/4/21         |      |             |             |             |       |     |
| 10 |         | 1.1.1.6 Recomendaciones                      | 7 días          | lun 12/4/21        | dom 18/4/21         |      |             |             |             |       |     |
| 11 |         | <b>1.1.2 Anexos</b>                          | <b>14 días</b>  | <b>lun 8/3/21</b>  | <b>dom 21/3/21</b>  |      |             |             |             |       |     |
| 12 |         | 1.1.2.1 Bibliografía                         | 7 días          | lun 8/3/21         | dom 14/3/21         |      |             |             |             |       |     |
| 13 |         | 1.1.2.2 Cronograma                           | 7 días          | lun 15/3/21        | dom 21/3/21         |      |             |             |             |       |     |
| 14 |         | 1.1.3 Aprobación del Seminario de Graduación | 7 días          | lun 19/4/21        | dom 25/4/21         |      |             |             |             |       |     |
| 15 |         | 1.1.4 Fin de SG                              | 0 días          | dom 25/4/21        | dom 25/4/21         |      |             |             |             |       |     |
| 16 |         | <b>1.2 Tutoría de Desarrollo</b>             | <b>99 días</b>  | <b>mar 1/6/21</b>  | <b>mar 7/9/21</b>   |      |             |             |             |       |     |
| 17 |         | <b>1.2.1 Tutor</b>                           | <b>6 días</b>   | <b>mar 1/6/21</b>  | <b>dom 6/6/21</b>   |      |             |             |             |       |     |
| 18 |         | 1.2.1.1 Asignación                           | 3 días          | mar 1/6/21         | jue 3/6/21          |      |             |             |             |       |     |
| 19 |         | 1.2.1.2 Comunicación                         | 3 días          | vie 4/6/21         | dom 6/6/21          |      |             |             |             |       |     |
| 20 |         | <b>1.2.2 Capítulo IV: Desarrollo</b>         | <b>91 días</b>  | <b>lun 7/6/21</b>  | <b>dom 5/9/21</b>   |      |             |             |             |       |     |
| 21 |         | 1.2.2.1 Ajustes al trabajo del PFG           | 7 días          | lun 7/6/21         | dom 13/6/21         |      |             |             |             |       |     |
| 22 |         | <b>1.2.2.2 Avances de Estudiantes</b>        | <b>84 días</b>  | <b>lun 14/6/21</b> | <b>dom 5/9/21</b>   |      |             |             |             |       |     |
| 23 |         | 1.2.2.2.1 Avance Semana 1                    | 7 días          | lun 14/6/21        | dom 20/6/21         |      |             |             |             |       |     |
| 24 |         | 1.2.2.2.2 Avance Semana 2                    | 7 días          | lun 21/6/21        | dom 27/6/21         |      |             |             |             |       |     |
| 25 |         | 1.2.2.2.3 Avance Semana 3                    | 7 días          | lun 28/6/21        | dom 4/7/21          |      |             |             |             |       |     |
| 26 |         | 1.2.2.2.4 Avance Semana 4                    | 7 días          | lun 5/7/21         | dom 11/7/21         |      |             |             |             |       |     |
| 27 |         | 1.2.2.2.5 Avance Semana 5                    | 7 días          | lun 12/7/21        | dom 18/7/21         |      |             |             |             |       |     |

| Id | Modo de | Nombre de tarea                        | Duración       | Comienzo            | Fin                 | l, 2021<br>febr | tri 2, 2021<br>mar | tri 3, 2021<br>abr | tri 4, 2021<br>may | tri 1<br>jun | tri 2<br>jul | tri 3<br>ago | tri 4<br>sep | tri 1<br>oct | tri 2<br>nov | tri 3<br>dic | tri 4<br>ene |
|----|---------|--|----------------|---------------------|---------------------|-----------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 28 |         | 1.2.2.2.6 Avance Semana 6              | 7 días         | lun 19/7/21         | dom 25/7/21         |                 |                    |                    |                    |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 29 |         | 1.2.2.2.7 Avance Semana 7              | 7 días         | lun 26/7/21         | dom 1/8/21          |                 |                    |                    |                    |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 30 |         | 1.2.2.2.8 Avance Semana 8              | 7 días         | lun 2/8/21          | dom 8/8/21          |                 |                    |                    |                    |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 31 |         | 1.2.2.2.9 Avance Semana 9              | 7 días         | lun 9/8/21          | dom 15/8/21         |                 |                    |                    |                    |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 32 |         | 1.2.2.2.10 Avance Semana 10            | 7 días         | lun 16/8/21         | dom 22/8/21         |                 |                    |                    |                    |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 33 |         | 1.2.2.2.11 Avance Semana 11            | 7 días         | lun 23/8/21         | dom 29/8/21         |                 |                    |                    |                    |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 34 |         | 1.2.2.2.12 Avance Semana 12            | 7 días         | lun 30/8/21         | dom 5/9/21          |                 |                    |                    |                    |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 35 |         | Aprobación del Tutor                   | 0 días         | dom 5/9/21          | dom 5/9/21          |                 |                    |                    |                    |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 36 |         | <b>1.3 Lectores</b>                    | <b>18 días</b> | <b>lun 6/9/21</b>   | <b>jue 23/9/21</b>  |                 |                    |                    |                    |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 37 |         | <b>1.3.1 Solicitud de Asignación</b>   | <b>7 días</b>  | <b>lun 6/9/21</b>   | <b>dom 12/9/21</b>  |                 |                    |                    |                    |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 38 |         | 1.3.1.1 Asignación                     | 2 días         | lun 6/9/21          | mar 7/9/21          |                 |                    |                    |                    |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 39 |         | 1.3.1.2 Comunicado de Asignación       | 2 días         | mié 8/9/21          | jue 9/9/21          |                 |                    |                    |                    |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 40 |         | 1.3.1.3 Envío de PFG a Lectores        | 3 días         | vie 10/9/21         | dom 12/9/21         |                 |                    |                    |                    |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 41 |         | <b>1.3.2 Trabajo de Lectores</b>       | <b>11 días</b> | <b>lun 13/9/21</b>  | <b>jue 23/9/21</b>  |                 |                    |                    |                    |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 42 |         | <b>1.3.2.1 Lector 1</b>                | <b>11 días</b> | <b>lun 13/9/21</b>  | <b>jue 23/9/21</b>  |                 |                    |                    |                    |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 43 |         | 1.3.2.1.1 Revisión del PFG             | 10 días        | lun 13/9/21         | mié 22/9/21         |                 |                    |                    |                    |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 44 |         | 1.3.2.1.2 Envío de Informe de le       | 1 día          | jue 23/9/21         | jue 23/9/21         |                 |                    |                    |                    |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 45 |         | <b>1.3.2.2 Lector 2</b>                | <b>11 días</b> | <b>lun 13/9/21</b>  | <b>jue 23/9/21</b>  |                 |                    |                    |                    |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 46 |         | 1.3.2.2.1 Revisión del PFG             | 10 días        | lun 13/9/21         | mié 22/9/21         |                 |                    |                    |                    |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 47 |         | 1.3.2.2.2 Envío de Informe de le       | 1 día          | jue 23/9/21         | jue 23/9/21         |                 |                    |                    |                    |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 48 |         | <b>1.4 Tutoría de Ajuste</b>           | <b>21 días</b> | <b>vie 24/9/21</b>  | <b>jue 14/10/21</b> |                 |                    |                    |                    |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 49 |         | 1.4.1 Informe de Revisión y Correcció  | 10 días        | vie 24/9/21         | dom 3/10/21         |                 |                    |                    |                    |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 50 |         | 1.4.2 PFG corregido y enviado a Lect   | 1 día          | lun 4/10/21         | lun 4/10/21         |                 |                    |                    |                    |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 51 |         | 1.4.3 Segunda revisión de Lectores     | 10 días        | mar 5/10/21         | jue 14/10/21        |                 |                    |                    |                    |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 52 |         | <b>1.5 Defensa</b>                     | <b>5 días</b>  | <b>vie 15/10/21</b> | <b>mar 19/10/21</b> |                 |                    |                    |                    |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 53 |         | 1.5.1 Aprobación de Lectores           | 2 días         | vie 15/10/21        | sáb 16/10/21        |                 |                    |                    |                    |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 54 |         | 1.5.2 Calificación del Tribunal Examir | 3 días         | dom 17/10/2         | mar 19/10/21        |                 |                    |                    |                    |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 55 |         | Aprobación Final del PFG               | 0 días         | mar 19/10/21        | mar 19/10/21        |                 |                    |                    |                    |              |              |              |              |              |              |              |              |

## Anexo 4: INFORME DE AVANCE MENSUAL

### INFORME CORRESPONDIENTE AL MES DE \_\_\_\_\_ DE 202X

#### 1. ANTECEDENTES:

**Proyecto:** Proyecto de Riego "Pittier".

#### Empresas Contratadas:

| Empresa | Licitación | Monto Adjudicado | Monto de contratación +<br>Modificaciones |
|---------|------------|------------------|---|
|         |            |                  |   |

#### 2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO:

Realizar descripción general del proyecto que al menos contenga caudal, extensión del proyecto, fuente de agua y ubicación del proyecto. Fecha de orden de inicio para cada uno de los contratistas implicados, plazo de ejecución y fecha estimada de finalización del proyecto.

#### 3. UBICACIÓN:

| Provincia   | Cantón | Distrito |
|---|--------|----------|
|   |        |          |
| Referencia: "Nombre del proyecto" Coordenadas CRTM 05 ____ a ____ Longitud Oeste y ____ a ____ Latitud Norte. |        |          |

*En el anexo 1 se adjunta el mapa con la ubicación de referencia del proyecto.*

#### 4. Orden de Inicio Contratista 1

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| Inicio de obras                |  |
| Plazo de ejecución             |  |
| Fecha estimada de finalización |  |



| 6. CONTROL DE INSPECCIONES DEL SENARA: |                     |                                   |
|--|---------------------|-----------------------------------|
| N°                                     | Fecha de inspección | Profesional que realizó la visita |
| 1                                      |                     |                                   |
| 2                                      |                     |                                   |
| 3                                      |                     |                                   |
| 4                                      |                     |                                   |

En tabla 6 colocar fechas de inspección y responsable de la inspección.

| 7. CONTROL DE SUSPENSIONES: |                     |               |                 |                                |
|-----------------------------|---------------------|---------------|-----------------|--------------------------------|
| N°                          | Fecha de suspensión | Justificación | Plazo remanente | Cantidad de días de suspensión |
| 1                           |                     |               |                 |                                |
| 2                           |                     |               |                 |                                |
| 3                           |                     |               |                 |                                |

En la tabla 7 colocar suspensiones tramitadas.

| 8. CONTROL DE ÓRDENES : |       |       |                    |                    |
|-------------------------|-------|-------|--------------------|--------------------|
| N°                      | Fecha | Razón | Variación en monto | Variación en plazo |
| 1                       |       |       |                    |                    |
| 2                       |       |       |                    |                    |
| 3                       |       |       |                    |                    |

Colocar modificaciones al contrato tramitadas para cada uno de los contratistas

| <b>9. CONTROL DE FACTURACIÓN CONTRATISTA 1</b> |              |
|--|--------------|
| <b>Fecha de facturación</b>                    | <b>Monto</b> |
| 1.   | ₡            |
| 2.   | ₡            |
| <b>Total facturado:</b>                        | ₡            |

Colocar pagos tramitados para cada uno de los contratistas relacionados.

| <b>10. OBSERVACIONES GENERALES DE LAS INSPECCIONES:</b>   |
|---|
| <i>Realizar observaciones relevantes acerca del proceso constructivo propio de cada proyecto.</i>   |
| <b>11. ASPECTOS SOBRE LA CALIDAD DE LA OBRA:</b>  |
| <i>Realizar relación entre controles previamente establecidos y los trabajos realizados por los contratistas relacionados con la construcción del proyecto.</i> |
| <b>12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:</b>  |
| <i>Realizar recomendaciones</i>   |

Atentamente,

*Ing. Javier Zúñiga Obando IAG-28570*

*Administrador de la contratación*

SENARA

## Anexo 5: ACTA DE RECEPCION DE OBRAS

### ACTA DE RECEPCIÓN PROYECTO “CONSTRUCCION DEL PROYECTO DE RIEGO PITTIER, COTO BRUS PUNTARENAS”

NOSOTROS: Javier Zúñiga Obando, mayor, Ingeniero Agrícola, vecino de Palmar Sur, Puntarenas, cédula de identidad N° 1-1280-0974, en su condición de Ingeniero del SENARA y Administrador del contrato, y XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX, en su condición de representante legal, por parte de la empresa XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX con cédula jurídica número XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX, hemos convenido realizar la presente recepción de obras que se dirán:

#### CONSIDERANDO

1. Que en fecha XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX, el SENARA emitió la orden de compra N° XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX por un monto de ¢ XXXXXXXXXXXXXXX (XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX), con el fin de realizar las obras necesarias para el proyecto “XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX”, a nombre de XXXXXXXXXXXXXXX.
2. Que al contratista se le dio orden de inicio para el día XXXXXXXXXXXXXXX (Oficio N° SENARA-INDEP-XXXXXXXXXXXX) y debía concluirse en XXXX días naturales, lo cual se ejecutó de acuerdo a lo programado.
3. Que el objeto de la presente contratación consistió en la XXXXXXXXXXXXXXX.
4. Que en oficio N° XXXXXXXXXXXXXXX, con fecha de XXXXXXXXXXXXXXX, la XXXXXXXXXXXXXXX. comunica que por parte de la empresa las obras programadas para el proyecto están sustancialmente terminadas y solicita una recepción de las mismas.
6. Que en oficio N° XXXXXXXXXXXXXXX se le indica al contratista que la recepción de obras será para el día XXXX de XXXXXX del XXXXXXX a las XXXXXXX.
7. Que el contratista, está en condiciones de entregar las obras descritas anteriormente.

#### POR TANTO

##### PRIMERO: DETALLE DE OBRAS RECIBIDAS

SENARA recibe el proyecto “XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX”, objeto de dicha contratación y que cuyas obras se describen en el cuadro siguiente:



**Anexo 6: PLANTILLA DE CARTEL DE LICITACION**



**DIRECCIÓN DE INGENIERÍA Y DESARROLLO DE PROYECTOS  
(INDEP)**

Región.....

Licitación ... (abreviada o Pública) N° xxxxxxxxxxxxxxxxx

Nombre de la contratación

.....

(Mes) (Año)

## Definiciones

Para los efectos de la presente contratación y de los compromisos contractuales que de ella se derivaren se entenderá por:

**ADJUDICACIÓN:** Acto por el cual el SENARA decide conferir la contratación a un oferente.

**ADJUDICATARIO:** Persona física o jurídica que fuere favorecida con la adjudicación.

**ADMINISTRADOR DE LA CONTRATACIÓN:** Será el funcionario representante del SENARA, designado como responsable de la administración total de esta contratación. Estará encargado de la fiscalización y verificación del cumplimiento de la contratación, que incluye la inspección, monitoreo y control del alcance, calidad, tiempos y costos de los trabajos objeto de esta contratación.

**ASIGNACIÓN PRESUPUESTARIA:** Es el contenido presupuestario que la Administración, de acuerdo con la estimación del negocio, ha previsto originalmente para satisfacer el contrato que al efecto se establezca.

**CARTEL:** Pliego de bases y condiciones de esta Contratación.

**CFIA:** Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica.

**CLÁUSULA PENAL:** Por cláusula penal debe entenderse la liquidación anticipada de los daños y perjuicios que sufriría la Administración como consecuencia del cumplimiento tardío del contrato.

**COLÓN:** La moneda de la República de Costa Rica.

**CONSORCIO:** Proveedores, Contratistas o consultores que mediante acuerdo conforman una sociedad temporal con el único propósito de presentar en conjunto, la propuesta y desarrollar los alcances esperados si resultaran adjudicados. Son solidaria y conjuntamente responsables.

**CONTRATISTA:** Persona física o jurídica que por Contratación realice las obras objeto de la contratación, por el precio adjudicado en el plazo establecido en estricto apego a las especificaciones técnicas para construcción conforme con el contrato suscrito.

**CONTRATO:** Documento que suscribirá SENARA con el adjudicatario, una vez firme el acto de adjudicación, en el cual quedarán formalizados todas las condiciones de la Contratación que se promueve.

**HOJA DE COTIZACIÓN:** Es el formulario que el SENARA suministra a los oferentes, para que se indiquen los precios unitarios y globales de los diferentes renglones de pago.

**OFERENTE:** Persona física o jurídica que presente una Oferta para el cumplir con el objeto a que se refiere esta Contratación.

**OFERTA:** Es la propuesta formal que un interesado en participar en esta Contratación, dirige a SENARA, aceptando los términos de la misma y dentro del procedimiento y plazos establecidos.

**PLANOS:** Todos los dibujos, esquemas y diagramas que el SENARA suministre como base para la ejecución de las obras objeto de esta Contratación.

**PRECIOS:** La suma de dinero por la cual el oferente se compromete a la ejecución de las obras objeto de esta Contratación, de acuerdo con las especificaciones técnicas y demás requerimientos establecidos en los documentos de la contratación.

**RLCA:** Reglamento a la Ley de Contratación Administrativa.

**SENARA:** Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento.

**SETENA:** Secretaría Técnica Nacional Ambiental.

**SICOP:** Sistema Integrado de Compras Públicas.

**PRIMERA PARTE**  
**CAPÍTULO A**  
**CONDICIONES GENERALES**

**A.1 OFERENTES**

**A.1.1** Serán oferentes las personas físicas o jurídicas que presenten oferta actuando directamente o por medio de un representante autorizado, o bien, actuando bajo la figura de consorcio.

**A.1.2** Quien o quienes participen en esta contratación, sean personas físicas o jurídicas, se comprometen al fiel cumplimiento de los procedimientos y las especificaciones establecidas en este pliego de condiciones y demás leyes que le resulten aplicables en materia de contratación administrativa.

**A.2 VISITAS AL SITIO**

El Oferente podrá visitar y examinar el sitio donde se ubican las obras objeto de esta contratación y sus alrededores, con el propósito de obtener por sí mismo, bajo su propia responsabilidad, toda la información que le pueda ser necesaria para la preparación de la oferta. Los costos de visita al sitio correrán por cuenta del oferente.

Por el hecho de presentar su oferta a esta contratación, se entiende que el oferente ha visitado el sitio donde se ubican las obras objeto de esta contratación y está enterado de las condiciones del trabajo.

En lo posible, el SENARA coordinará la realización de una visita conjunta con los potenciales interesados que deseen participar en esta contratación a la zona donde se ubican las obras objeto de esta contratación, para un reconocimiento general de las condiciones del sitio. En caso de realizarse, la participación de los oferentes en esta visita no será obligatoria.

**A.3 VIGENCIA DE LA OFERTA**

Las ofertas deberán tener una vigencia mínima de 30 días hábiles contados a partir de la fecha máxima establecida para la recepción y apertura de ofertas.

En caso necesario, antes de la expiración de la validez de la oferta original, el oferente podrá extender el plazo de vigencia de la oferta, por decisión propia o a solicitud de la Administración.

**A.4 PRESENTACIÓN DE OFERTAS**

Se deberá incluir como parte de la oferta, la documentación e información requerida como requisitos legales y requisitos técnicos de admisibilidad.

**A.4.1 Requisitos legales**

**A.4.1.1** La oferta y demás documentos que así lo ameriten, deberán presentarse debidamente firmados por el oferente, o su representante legal debidamente acreditados.

**A.4.1.2** Certificación de personería de quien firme la Oferta, en caso de que el oferente sea persona jurídica. Esta certificación indicará además las citas de inscripción de la sociedad y el número de su cédula jurídica.

**A.4.1.3** Cuando el oferente fuere una persona jurídica debe aportar una certificación con vista en los libros de la sociedad, que indiquen a quién pertenecen las acciones. Si éstas pertenecieren en todo o en parte a otra persona jurídica, debe certificarse a su vez la naturaleza de las acciones de esta última.

**A.4.1.4** Presentar una certificación de que la empresa está inscrita y a derecho en el Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica. En caso de que el oferente sea una persona física, puede estar inscrita en el CFIA, o bien, debe presentar la certificación del profesional inscrito ante el CFIA que estará a cargo del cumplimiento de las obras objeto de esta contratación. Estas certificaciones deben tener una fecha máxima de un mes de haber sido emitida al momento de presentar su oferta.

#### **A.4.1.5 Ofertas consorciales**

a) Dos o más participantes podrán ofertar bajo la forma consorciada, para la adjudicación, la celebración y la ejecución del contrato que al efecto se suscriba, respondiendo solidariamente de todas y cada una de las obligaciones derivadas de la propuesta y del contrato. Por tanto, las actuaciones, los hechos y las omisiones que se presenten en el desarrollo de la propuesta y del contrato, afectarán a todos los miembros del consorcio.

b) Los términos, las condiciones y la extensión de la participación de los miembros de un consorcio en la presentación de su propuesta o ejecución del contrato, no podrán modificarse sin el consentimiento previo del SENARA.

c) Los requisitos legales deben ser cumplidos por todos los integrantes del consorcio para el objeto que ofrecen y solo se podrán reunir o completar requisitos cartelarios por parte de los consorciados en cuanto a los objetos ofrecidos.

#### **A.4.2 Requisitos técnicos de admisibilidad**

Para efectos de la presente contratación, los requisitos técnicos de admisibilidad son los siguientes:

**A.4.2.1** Presentar una declaración jurada en donde se acredite que el oferente cuenta con un mínimo de tres años de experiencia satisfactoria en relación con .....(el suministro e instalación de tuberías y válvulas para acueductos o sistemas de riego .... la excavación y el relleno de zanjas y construcción de obras de concreto menores para colocación de tuberías en acueductos o sistemas de riego..... excavación y recava de canales de drenaje). Según Anexo 1.1 de este cartel.

**A.4.2.2** Aportar un mínimo de cinco cartas de instituciones públicas o entes privados, en donde se acredite de forma individual, la ejecución de proyectos en .....(el suministro e instalación de tuberías y válvulas para acueductos o sistemas de riego .... la excavación y el

relleno de zanjas y construcción de obras de concreto menores para colocación de tuberías en acueductos o sistemas de riego..... excavación y recava de canales de drenaje). Los proyectos que se incluyan en las cartas deberán haber sido concluidos y recibidos a entera satisfacción del contratante en los últimos cinco años, contados hasta la fecha establecida para la recepción de ofertas de esta contratación.

**A.4.2.3** Presentar una declaración jurada donde se acredite que cuenta con el personal profesional y técnico, el equipo y la maquinaria para la ejecución de las obras objeto de esta contratación. Según Anexo 1.1 de este cartel.

El oferente, en su declaración sobre la disponibilidad de equipo y maquinaria necesarios para realizar la construcción de la obra, debe reflejar su condición de propietario mediante documentos emitidos por el Registro de la Propiedad. En el caso de no ser el propietario deberá presentar documento idóneo en el que se garantice su disponibilidad para la ejecución de las obras objeto de la presente contratación.

**A.4.2.4** Presentar una declaración jurada de que cuenta con los recursos financieros suficientes y la liquidez monetaria necesaria para hacer frente al proyecto durante la etapa de la construcción. Según Anexo 1.1 de este cartel.

## **A.5 ESTRUCTURA DE PRECIOS**

El oferente deberá presentar de manera obligatoria la estructura de precios unitarios y las memorias de cálculo junto con la oferta; documentos que se incorporarán al expediente administrativo y serán utilizados para efectos de realizar el estudio de razonabilidad de los precios, que consistirá en la comparación del promedio simple de cada uno de los precios unitarios de cada uno de los renglones de pago de los oferentes admisibles, para cada una de las líneas de esta contratación. De dicha comparación y del análisis detallado del costo de los elementos que conforman el precio unitario, se podría determinar si los precios unitarios son ruinosos, razonables o excesivos, de conformidad con el Artículo N° 30 del Reglamento a la Ley de Contratación Administrativa.

En los precios unitarios presentados por el oferente, se debe incluir el suministro de todos los materiales, maquinaria, equipo, herramientas, servicios, transporte, mano de obra y las prestaciones sociales que sean necesarias, así como la utilidad, imprevistos y demás gastos en que deba incurrir el Contratista, para entregar las obras objeto de esta contratación en forma completa, correcta, a entera satisfacción del Senara y de acuerdo con los planos, especificaciones técnicas de construcción, instrucciones del administrador de la contratación y demás documentos contractuales, así como las normas actuales de las técnicas de construcción.

Para la mano de obra, el Oferente deberá considerar los salarios mínimos vigentes, establecidos por ley al momento de presentación de la oferta.

Debe de indicarse por cada partida solicitada los precios unitarios y totales, debiéndose señalar a la vez, el monto total de la oferta, conforme con lo requerido en la hoja de cotización.

Para efectos de valorar el desglose de precios, el SENARA analizará los elementos que componen el desglose presentado por el oferente. Si a juicio de la administración, alguno de los precios unitarios presentados por el oferente no se ajusta a la totalidad de los elementos

mínimos necesarios para presumir la correcta ejecución de ese renglón de pago, la administración analizará la trascendencia de tal desajuste a fin de determinar su elegibilidad.

El oferente podrá presentar la estructura de precios unitarios ajustándose a los elementos y porcentajes conforme con la ponderación establecida por el Senara en el cuadro N°1.

**Cuadro N°1. Estructura de precios unitarios**

| Concepto  | Estructura de precios unitarios        |                       |                               |                                 |                         |
|---|--|-----------------------|-------------------------------|---------------------------------|-------------------------|
|   | Tubería y Accesorios de pvc en general | Valvulería en general | Obras de concreto y similares | Movimiento de tierra en general | Servicios profesionales |
| <b>1. Costo de Insumos y Servicios Especiales</b> | 60,00%                                 | 62,00%                | 54,00%                        | 67,00%                          | 37,00%                  |
| 1.1 Costo de Posesión de Maquinaria y Equipo      | 3,00%                                  | 2,00%                 | 5,00%                         | 23,00%                          | 15,00%                  |
| 1.2 Repuestos                                     | 3,00%                                  | 2,00%                 | 3,00%                         | 14,00%                          | 3,00%                   |
| 1.3 Llantas                                       | 3,00%                                  | 2,00%                 | 3,00%                         | 3,00%                           | 3,00%                   |
| 1.4 Combustibles                                  | 3,00%                                  | 2,00%                 | 10,00%                        | 24,00%                          | 3,00%                   |
| 1.5 Lubricantes                                   | 3,00%                                  | 2,00%                 | 3,00%                         | 3,00%                           | 3,00%                   |
| 1.6 Materiales                                    | 45,00%                                 | 52,00%                | 30,00%                        | 0,00%                           | 10,00%                  |
| <b>2. Costo de Insumos Indirectos</b>             | 5,00%                                  | 3,00%                 | 2,00%                         | 3,00%                           | 5,00%                   |
| <b>3. Costos de Insumos Especiales</b>            | 0,00%                                  | 0,00%                 | 0,00%                         | 0,00%                           | 0,00%                   |
| <b>4. Costo de Mano de Obra Directa</b>           | 20,00%                                 | 20,00%                | 28,00%                        | 13,00%                          | 42,00%                  |
| <b>5. Costo de Mano de Obra Indirecta</b>         | 2,00%                                  | 2,00%                 | 3,00%                         | 5,00%                           | 3,00%                   |
| <b>6. Imprevistos</b>                             | 5,00%                                  | 5,00%                 | 5,00%                         | 4,00%                           | 5,00%                   |
| <b>7. Utilidad</b>                                | 8,00%                                  | 8,00%                 | 8,00%                         | 8,00%                           | 8,00%                   |
| <b>TOTAL</b>                                      | <b>100,00%</b>                         | <b>100,00%</b>        | <b>100,00%</b>                | <b>100,00%</b>                  | <b>100,00%</b>          |

## **A.6 ACLARACIONES U OBJECIONES AL CARTEL POR PARTE DEL OFERENTE**

### **A.6.1 Aclaraciones al Cartel**

El SENARA recibirá la solicitud de aclaraciones al cartel por parte de los oferentes solo en la plataforma del SICOP, dentro del primer tercio del plazo establecido para recibir ofertas y serán resueltas dentro de los cinco días hábiles siguientes a su presentación. Las aclaraciones presentadas fuera de ese plazo serán atendidas por el SENARA, pero no impedirán la recepción de ofertas señalada.

Antes de la fecha establecida para la recepción de ofertas, el SENARA, podrá por iniciativa propia, aclarar los documentos de la Contratación.

Toda modificación o aclaración de los términos cartelarios, formará parte integral de la contratación y se realizará por medio de SICOP.

### **A.6.2 Objeciones al Cartel**

**A.6.2.1** Contra el cartel de esta contratación podrá interponerse recurso de objeción dentro del primer tercio del plazo establecido para la presentación de las ofertas, contado a partir del día siguiente de su publicación en SICOP.

**A.6.2.2** El oferente deberá tomar en cuenta al presentar su oferta, no sólo las cláusulas del cartel propiamente dicho, sino también las aclaraciones o ampliaciones que sobre dichos puntos se hayan hecho a petición de los posibles oferentes o por iniciativa del SENARA.

**A.6.2.3** Si por alguna razón, el oferente omite comentar, aplicar o dar respuesta en su oferta a alguna de las aclaraciones emitidas por el SENARA, no podrá alegar desconocimiento o argumentar ignorancia de las mismas para efecto de elegibilidad, evaluación y para otros efectos correspondientes de la contratación, esto por cuanto es responsabilidad del oferente, verificar el procedimiento de contratación. Por lo que no podrá alegar desconocimiento del ordenamiento jurídico aplicable, ni de las consecuencias de la conducta administrativa.

## **A.7 ACLARACIONES Y SUBSANACIÓN DE LAS OFERTAS**

**A.7.1** El SENARA podrá solicitar individualmente a los oferentes, aclaraciones a su oferta. La solicitud de aclaración y su respuesta deberán hacerse por escrito, vía SICOP. Por aclaración se entenderá aquella que no implique alteraciones o modificaciones de las condiciones establecidas en la oferta, en cuanto a precio, plazo de entrega y alcance del objeto de la contratación, siempre que con ello, no se confiera ninguna ventaja indebida o adicional a los otros concursantes.

**A.7.2** El SENARA podrá requerir al oferente, subsanar deficiencias encontradas en la oferta para completar los requerimientos solicitados en el cartel, siempre que no implique alteraciones o modificaciones de las condiciones establecidas en la oferta, en cuanto a precio, plazo de entrega y alcance del objeto de la contratación y que, con ello, no se confiera ninguna ventaja indebida o adicional a los otros concursantes.

Si el oferente no completare tal información y por ende no aclarare o subsanare el defecto encontrado en el plazo de hasta 3 días hábiles posteriores a la recepción de la solicitud, el SENARA podrá declarar inelegible la oferta conforme lo dispuesto en la normativa aplicable.

## **A.8 SELECCIÓN Y ADJUDICACIÓN DE OFERTAS**

**A.8.1** El SENARA, procederá al análisis de las ofertas presentadas, utilizando como mínimo los siguientes criterios básicos y definidos en este cartel:

### **a) Requisitos técnicos de Admisibilidad**

El oferente para ser elegible, deberá cumplir los requerimientos establecidos en este cartel, así como, con los requisitos técnicos de admisibilidad establecidos en el punto A.4.2 de este cartel. El no cumplimiento será motivo de descalificación del concurso.

El SENARA podrá solicitar la aclaración o subsanación de deficiencias conforme con lo establecido en el punto A.7.

## **b) Aspectos Técnicos y Económico de la oferta**

El SENARA evaluará las ofertas elegibles con base en la metodología establecida en el punto A.9 de este cartel de Contratación y adjudicará conforme con los resultados obtenidos.

**A.8.2** Los oferentes podrán efectuar observaciones por el SICOP, a las demás ofertas presentadas, únicamente dentro de los 3 días hábiles siguientes a la recepción de las ofertas.

Precluido este plazo, las observaciones presentadas se considerarán extemporáneas por lo que no serán analizadas por la Administración.

**A.8.3** El SENARA tomará hasta 30 días hábiles contados a partir de la fecha de apertura de las ofertas, para efectuar el estudio completo de las ofertas recibidas, solicitar las aclaraciones o subsanaciones del caso y realizar la adjudicación respectiva. El SENARA podrá disponer de un plazo mayor en caso de ser necesario por la naturaleza y complejidad de las ofertas recibidas, u otra situación que así lo amerite.

**A.8.4** Las ofertas que introduzcan o aporten información falsa, serán descalificadas de la contratación.

**A.8.5** No se admitirán para selección ofertas parciales.

**A.8.6** Para efectos de esta contratación, no se aceptarán ofertas alternativas.

**A.8.7** Todos los precios totales cotizados en las ofertas serán presentados en Colones de Costa Rica.

**A.8.8** El SENARA se reserva el derecho de adjudicar la Contratación, o no adjudicar y declararla desierta o infructuosa, si existen causas de protección al interés público, o bien, no satisfacen el objeto del pliego de condiciones, o cuando es evidente que ha habido colusión o no se han recibido ofertas dentro del concurso. Tal decisión, no hará incurrir al SENARA en responsabilidad alguna respecto de los oferentes que pudieren verse afectados.

**A.8.9** Queda a juicio del SENARA, adjudicar una oferta aceptando aquellos aspectos que una vez valorados le favorezcan, siempre y cuando no lesionen el principio de igualdad de oportunidades entre los participantes.

## **A.9 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE LAS OFERTAS**

El SENARA seleccionará aquellas ofertas que resulten elegibles por ajustarse a las condiciones esenciales requeridas en esta contratación.

Las ofertas elegibles serán calificadas con base en la metodología de evaluación siguiente, a fin de seleccionar la que mejor convenga a los intereses del SENARA.

### **A.9.1 El precio (100 puntos)**

El precio será el factor determinante para la adjudicación. Para la asignación de los puntos por el precio, se utilizará el siguiente procedimiento:

Se asignará 100 puntos a la oferta de menor precio.

Para las restantes ofertas se calcularán los puntos mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$P = \frac{P1}{P2} * 100$$

Dónde:

P = Puntos a asignar a la oferta que se evalúa

P1 = Precio de la oferta menor en colones

P2 = Precio de la oferta a evaluar en colones.

100 = Puntaje máximo a obtener

## **A.9.2 Aspectos Generales de la evaluación**

### **A.9.2.1 Base de calificación**

La calificación se realizará con una base en cien puntos, lo cual, implica que la máxima cantidad que puede obtener un oferente es de 100 puntos.

### **A.9.2.2 Criterio para Redondeo**

Para los cálculos de puntaje que impliquen el manejo de decimales, se utilizará el truncar en dos decimales.

### **A.9.2.3 Selección del Adjudicatario**

La selección del adjudicatario de la presente Contratación recaerá en la oferta que obtenga el mayor puntaje de calificación.

### **A.9.2.4 Criterios de desempate**

En caso de presentarse ofertas calificadas con puntaje igual, se utilizará como criterio para el desempate el plazo ofertado para la ejecución de las obras objeto de esta contratación. En este sentido, se adjudicará a la empresa que haya ofertado el menor plazo. En caso de mantenerse el empate, se utilizará para decidir la adjudicación la oferta que haya acreditado una mayor experiencia, definida por la cantidad de proyectos de experiencia certificados en las cartas y aceptados por la Administración. Es responsabilidad de los oferentes participantes en esta Contratación, suministrar la información que considere pertinente en su oferta, donde se acrediten los documentos que permitan ser utilizados para establecer el desempate.

## **A.10 GARANTÍAS**

### **A.10.1 Garantía de participación**

Los oferentes deberán rendir con su oferta una garantía de participación equivalente al ... ( entre el 1 % y el 5 % ) del monto total de la oferta.

La Garantía de participación deberá estar vigente, durante un plazo mínimo de 60 días hábiles, contados a partir de la fecha de recepción de las ofertas.

La garantía de participación se depositará siguiendo el procedimiento establecido en el SICOP y se rendirá en cualquiera de las formas que señala el artículo 42 del Reglamento de Contratación Administrativa.

La garantía de participación será devuelta a los oferentes no adjudicados, a solicitud de éstos, dentro de los ocho días hábiles siguientes a que SENARA haya realizado el acto firme de adjudicación en vía administrativa, o bien, donde declara desierta o infructuosa la contratación.

#### **A.10.2 Garantía de cumplimiento**

El adjudicatario deberá rendir una Garantía de Cumplimiento, equivalente al ..... (entre cinco y diez por ciento) del monto total adjudicado dentro de los 5 días hábiles siguientes contados a partir de la fecha en que quede firme la adjudicación. El SENARA dará la orden de inicio respectiva una vez rendida la garantía de cumplimiento por parte del adjudicatario, firmado el contrato y confeccionada la orden de compra respectiva.

La Garantía de Cumplimiento, deberá estar vigente durante todo el plazo dado para la ejecución del contrato, y además, deberá estar vigente hasta 60 días naturales adicionales a la fecha estimada para la conclusión de los trabajos, con base en el plazo de ejecución de las mismas estipulado en el Cartel o aprobado por el SENARA.

La Garantía de Cumplimiento se depositará siguiendo el procedimiento establecido en el SICOP y se rendirá en cualquiera de las formas que señala el artículo 42 del Reglamento a la Ley de Contratación Administrativa.

La Garantía de Cumplimiento será devuelta al adjudicatario, dentro de los veinte días hábiles siguientes a que se haya efectuado la recepción definitiva de las obras objeto de esta contratación a entera satisfacción del SENARA y firmado el finiquito de los trabajos objeto de la contratación encargados al Contratista, siempre y cuando, el Contratista haya presentado la garantía de calidad de las obras a favor del SENARA, cuando esta se requiera.

#### **A.11 ADJUDICACIÓN Y CONTRATO**

Una vez realizados los análisis y valoraciones técnicas, administrativas y jurídicas, se dictará el acto de adjudicación, seleccionando al oferente que según el sistema de calificación sea considerado como el idóneo para la ejecución de la contratación.

En el caso de esta contratación y de acuerdo a lo establecido en el procedimiento para este tipo de contratos, el acto de adjudicación lo dictará la ..... (Gerencia General del Senara cuando es licitación abreviada o la Junta Directiva del SENARA cuando es licitación pública)

El acto de adjudicación quedará firme una vez hayan transcurrido ..... (5 días hábiles para licitaciones abreviadas y 10 días hábiles para licitaciones públicas), contados a partir de la

notificación a los oferentes por medio del SICOP. Durante este período se podrán interponer los recursos de revocatoria o apelación que procedan contra el acto de adjudicación.

Una vez firme la adjudicación, se procederá con la elaboración y suscripción del contrato.

## **A.12 MODIFICACIÓN UNILATERAL DEL CONTRATO**

El SENARA podrá modificar unilateralmente el objeto del contrato, de acuerdo con la legislación vigente en materia de contratación y adquisición de bienes.

## **A.13 RESPONSABILIDADES LEGALES**

### **A.13.1 Leyes que habrán de observarse**

El Contratista deberá observar y cumplir con todas las leyes, decretos, estatutos, ordenanzas y reglamentos, tanto nacionales como municipales, que estuvieren vigentes durante toda la ejecución de la contratación y que en alguna forma regulen dicha ejecución.

### **A.13.2 Responsabilidad por daños a terceros**

En caso de ocurrir daños a terceros durante la realización de los trabajos, la responsabilidad que se derivare de ellos corresponderá en su totalidad al Contratista.

### **A.13.3 Responsabilidad patronal**

La responsabilidad patronal será única y exclusivamente del contratista, por lo que no existirá ninguna relación laboral entre el SENARA y los trabajadores o empleados del contratista. El incumplimiento por parte del contratista de las obligaciones que a su cargo establece la legislación social y laboral, facultará al SENARA para rescindir o resolver la contratación, sin responsabilidad alguna de su parte.

### **A.13.4 Responsabilidad ambiental**

Es requisito conocer y establecer las medidas de prevención de impactos ambientales antes del inicio de las obras objeto de esta contratación. En caso de ocurrir daños ambientales durante la realización de los trabajos, la responsabilidad que se derivare de ellos corresponderá en su totalidad al Contratista, quien abordará las medidas de mitigación y de compensación inmediata según corresponda, sin ningún costo para el SENARA.

## **A.14 RESOLUCIÓN Y RESCISIÓN UNILATERAL DE LA CONTRATACIÓN POR PARTE DEL SENARA.**

El SENARA se reserva el derecho de resolver o rescindir la contratación, si esta no se ajusta al pliego cartelario o los documentos que integran la contratación, o bien, a la normativa en materia de contratación administrativa y adquisición de bienes vigente.

## **A.15 CESIÓN Y SUBCONTRATACIÓN**

### **A.15.1 Cesión**

La contratación que se formalice, solo podrá ser cedida o traspasada a terceros, previa autorización expresa de la administración del SENARA, mediante acto razonado, siempre que no se trate de una obligación personalísima y en cuyo caso se analizará al menos lo siguiente:

- a) Causa de la cesión.
- b) El cumplimiento por parte del cesionario de las principales condiciones legales, técnicas y financieras solicitadas en el cartel.
- c) Que el cesionario no esté afectado por alguna causal de prohibición.
- d) Ventajas de la cesión de frente a resolver el contrato.
- e) Eventuales incumplimientos del cedente hasta el momento y medidas administrativas adoptadas.

El cesionario queda subrogado en todos los derechos y obligaciones que corresponderían al cedente y este quedará libre de todas las obligaciones con la administración. En el supuesto de que la cesión genere modificaciones contractuales, éstas seguirán los procedimientos comunes establecidos al efecto.

#### **A.15.2 Subcontratación**

Con la oferta se deberá aportar un listado de los componentes de las obras objeto de esta contratación que eventualmente serían subcontratadas. En ese detalle, se indicarán los nombres de las empresas con las cuales se va a subcontratar.

De previo al inicio de la ejecución de las obras que correspondan, el Contratista le comunicará formalmente al Administrador de la Contratación cualquier subcontratación que requiere realizar, con la justificación que amerita tal decisión. El Administrador de la contratación se pronunciará conforme corresponda mediante acto razonado previo al inicio de las obras objeto de subcontratación. En todo caso, la subcontratación no relevará al Contratista de su responsabilidad, conforme con los términos establecidos en esta contratación.

El contratista no podrá subcontratar más de un cincuenta por ciento (50%) del total de la obra, salvo autorización previa y expresa de la administración, cuando a juicio de esta última y bajo circunstancias muy calificadas así lo justifiquen. Asimismo, los subcontratistas estarán sujetos a lo dispuesto en el artículo 22 bis de la Ley de Contratación Administrativa.

#### **A.16 ADMINISTRACIÓN DE LA CONTRATACIÓN**

El SENARA designará a uno de sus funcionarios como administrador de la contratación, cuya función será administrar y supervisar la ejecución de la contratación. El administrador de la contratación y sus colaboradores, tendrán libre acceso en todo momento a la información y a los sitios de construcción en todo momento.

#### **A.17 DEBERES DEL ADMINISTRADOR DE LA CONTRATACIÓN**

El administrador está autorizado para:

**A.17.1** Solicitar al contratista que los equipos y herramientas usadas en las obras sean sustituidos o aumentados, si la ejecución no avanzare satisfactoriamente debido a esa circunstancia. Sustituidos o suspendidos del proyecto, por incumplir la normativa vigente para su operación o funcionamiento.

**A.17.2** Solicitar que el personal empleado en la contratación sea aumentado o exigir el reemplazo de aquel trabajador que se considere evidentemente incapaz, ineficiente, descuidado, insubordinado u objetable en cualquier aspecto que vaya en detrimento del trabajo en ejecución.

**A.17.3** Solicitar la revisión y valoración de los trabajos realizados para verificar su calidad conforme con términos del contrato. Si al revisar o valorar la calidad de las obras en apego a las especificaciones técnicas de construcción, no resultare aceptable a juicio del administrador de la contratación, las correcciones correrán por cuenta del contratista, así como el plazo que para realizarlas requiera.

**A.17.4** Inspeccionar, aprobar o rechazar cualquier trabajo total o parcialmente, que no se apege a los requerimientos indicados en los términos de esta contratación. El administrador de la contratación deberá requerir formalmente al contratista la corrección de defectos detectados en la obra a efecto de que sean corregidos de inmediato.

**A.17.5** Realizar la verificación, estimación, aprobación y trámite de todas las facturaciones que se deban cancelar al contratista, sean estas facturas por avance según cronograma de ejecución, reajuste de precios u otros pagos debidamente documentados y justificados. Además, deberá realizar la recepción provisional y definitiva de la contratación, así como el finiquito de la contratación.

**A.17.6** Realizar las acciones pertinentes a efecto de lograr el cumplimiento total de los términos de la contratación y la aceptación final a entera satisfacción del SENARA, cuando resulte pertinente, o bien, recibir las obras bajo protesta y proceder como corresponda para hacer valer los derechos de la Administración, como la ejecución de la garantía de cumplimiento, entre otras que resulten pertinentes.

**A.17.7** Como mínimo, el administrador de la contratación deberá realizar visitas semanales de monitoreo y control de la obra, para verificar aspectos de diseño, construcción, calidad y avance según el cronograma aprobado para tal fin. Realizar las anotaciones pertinentes y necesarias en la bitácora del Proyecto.

**A.17.8** Realizar y certificar la recepción provisional y definitiva, así como la estimación final del monto a pagar por las obras objeto de la contratación y tramitar el finiquito correspondiente.

**A.17.9** Tramitar para aprobación las suspensiones o prórrogas y las órdenes de modificación o adendas de la contratación, que estime pertinentes.

**A.17.10** Revisar y aprobar o rechazar las propuestas, reclamos o requerimientos planteados por el Contratista en relación con la contratación.

A.17.11 Otros deberes propios de la administración del contrato o establecidos en el marco jurídico vigente.

## **A.18 OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA**

**A.18.1** Ejecutar las obras objeto de esta contratación conforme con los términos y las condiciones establecidas en el contrato y demás documentos contractuales, en estricto apego a las especificaciones técnicas de construcción, dentro del plazo establecido. El tiempo que requiera el Contratista para corregir el trabajo deficientemente ejecutado, no modifica el plazo total de entrega de la obra.

**A.18.2** Todas las obligaciones derivadas de la realización del trabajo, tales como riesgos profesionales, relaciones obrero-patronales, serán responsabilidad total del contratista, liberando al SENARA totalmente de cualquier conflicto que por estas causas se establezca.

**A.18.3** El contratista deberá suscribir y mantener vigentes durante toda la ejecución de la contratación las siguientes pólizas de seguro:

- Riesgos profesionales.
- Responsabilidad civil adecuada contra accidentes y responsabilidad por daños a terceras personas, y a la propiedad de terceros.

El Contratista al inicio de la contratación y después en el momento que lo requiera, deberá certificar ante el Administrador de la Contratación, la vigencia de estas pólizas.

**A.18.4** Si el contratista ya dispone de pólizas suscritas que cubran esos riesgos, bastará con que así lo demuestre al administrador de la contratación.

**A.18.5** Se entiende que el contratista libera al SENARA de cualquier reclamo de terceras personas, que pudiera presentarse por la ejecución de la construcción de las obras objeto de esta contratación.

**A.18.6** Será responsabilidad del contratista, emplear únicamente personal que sea cuidadoso, competente y con conocimientos de interpretación de planos constructivos. El administrador de la contratación, puede exigir que se sustituya a cualquier persona o personas empleadas por el contratista, que a su juicio resulten incompetentes, negligentes o se opongan a obedecer instrucciones. Estas personas no podrán ser reinstaladas en los trabajos que realiza el contratista como parte de esta contratación, sin el consentimiento escrito del administrador de la contratación.

**A.18.7** Cumplir con las disposiciones ambientales asociadas al proceso constructivo de las obras incorporadas en el objeto de esta contratación y el punto A.27 de este cartel. Cualquier incumplimiento derivará en la detención inmediata de la obra o en la no aprobación del inicio de las mismas hasta tanto se subsane el diferendo.

**A.18.8** Será responsabilidad del contratista desde las labores previas y durante el proceso constructivo cumplir con toda la normativa en materia de salud ocupacional. Cualquier incumplimiento derivará en la detención inmediata de la obra o en la no aprobación del inicio de las mismas hasta tanto se subsane el diferendo.

**A.18.9** Será responsabilidad y obligación del Contratista, emplear únicamente maquinaria, vehículos, herramientas, equipos y sus respectivos insumos en óptimas condiciones acordes con la legislación nacional principalmente en lo referente a ley de tránsito y salud ocupacional.

#### **A.19 PLAZO DE ENTREGA**

El plazo para la entrega de las obras objeto de esta contratación, a entera satisfacción del SENARA, será de .....(en letras)... días naturales (...(en números) días naturales), contados a partir de la fecha en que el SENARA dé la orden de inicio, la cual será dada a conveniencia de la Institución.

En caso de omitir la manifestación del plazo de entrega en su oferta, se entenderá que el mismo es de .....(en letras)... días naturales (...(en números) días naturales) contados a partir de que SENARA de la orden de inicio.

Si el plazo expira en un día no hábil, se tendrá como vencido el primer día hábil siguiente.

El Contratista deberá incluir en su oferta el Cronograma de Trabajo respectivo, conforme con lo indicado en el punto B.10 de este Cartel.

#### **A.20 PRÓRROGAS Y SUSPENSIONES DEL PLAZO**

##### **A.20.1 Prórrogas del plazo**

A solicitud del contratista, el SENARA, podrá autorizar prórrogas al plazo de ejecución del contrato, cuando existan demoras ocasionadas por la Administración, o bien, por actos de la misma Administración u otras causas ajenas al contratista.

Razones de interés público debidamente justificadas o aumentos en el objeto del contrato, pueden dar lugar a ampliación o prórrogas en el plazo de entrega de la contratación. El contratista presentará la solicitud a más tardar dentro de los 10 días hábiles siguientes a que tuvo conocimiento del hecho que demorará la ejecución. El contratista deberá remitir la solicitud al administrador de la contratación, adjuntando todas las justificaciones y pruebas que se requieran para demostrar el tiempo adicional requerido. El administrador de la contratación estudiará la solicitud y emitirá una recomendación a la Gerencia, apegándose a los procedimientos internos vigentes para obtener la resolución o el adendum al contrato por parte de la Gerencia, según corresponda.

##### **A.20.2 Suspensión del plazo**

El SENARA, de oficio o a solicitud del contratista, podrá suspender total o parcialmente el plazo de ejecución del contrato, cuando existan motivos de fuerza mayor o caso fortuito, debidamente acreditados mediante acto motivado y justificando el plazo de la suspensión.

El contratista presentará la solicitud de suspensión, a más tardar dentro de los 10 días hábiles siguientes a que tuvo conocimiento del hecho que la motiva, adjuntando todas las justificaciones y pruebas que se requieran para demostrar el tiempo de suspensión requerido. El administrador de la contratación estudiará la solicitud y emitirá la resolución correspondiente.

En caso de ser aprobada una suspensión de plazo, se deberá establecer a cargo de quien corren los costos de las medidas de mantenimiento necesarias durante el plazo de suspensión para evitar el deterioro de las obras construidas.

#### **A.21 CLAUSULA PENAL**

Si existiera atraso en el cumplimiento del plazo total de entrega del objeto establecido en el contrato para la conclusión de la contratación y este atraso no fuera justificado satisfactoriamente ante el SENARA, el Contratista deberá pagar al SENARA por concepto de cláusula penal, la suma de un ..... (porcentaje en letras) por mil (...../1000) del monto de la contratación incluyendo modificaciones o adendas, por cada día natural de atraso en la entrega del objeto de la contratación a entera satisfacción del SENARA.

Si al vencer el plazo de entrega, el SENARA determina que la obra no está concluida, detecta defectos en la calidad atribuibles al Contratista o afectaciones ambientales significativas, comenzará a correr el plazo que se contabilizará como entrega tardía del proyecto. Este plazo terminará en el momento en el que el SENARA reciba la obra terminada a entera satisfacción.

A solicitud debidamente fundamentada del Administrador de la Contratación y establecidos los días de entrega tardía, el SENARA iniciará el procedimiento administrativo tendiente a hacer efectivo el monto establecido por concepto de cláusula penal.

De previo a la ejecución del monto por concepto de la cláusula penal, se le conferirá audiencia al Contratista por el plazo improrrogable de 5 días hábiles para que formule sus alegatos de defensa, posteriormente, se procederá a remitir el asunto a conocimiento de la Gerencia General, para que mediante resolución motivada resuelva sobre la procedencia de la sanción.

Contra lo resuelto por la Gerencia, cabrá recurso de apelación únicamente, el que será interpuesto dentro de tercer día después de notificada la resolución de la Gerencia y habrá de ser resuelto por la Junta Directiva del SENARA.

Una vez establecida la decisión administrativa en la cual se liquidan los daños y perjuicios sufridos o las penalidades y multas que corresponda aplicar por concepto de cláusula penal, la Administración procederá a su cobro de la siguiente manera:

- a. Haciendo el rebajo de las facturaciones de obra pendientes de pago.
- b. De no haber facturaciones pendientes de pago, se otorgará al contratista un plazo no mayor a 10 días hábiles para que proceda al depósito de la suma respectiva, bajo apercibimiento de que en caso de no hacerlo se procederá a ejecutar la garantía de cumplimiento para el cobro correspondiente.
- c. De no existir garantía de cumplimiento o de encontrarse vencida, o que el monto de esta no haya sido suficiente para cancelar la totalidad del monto por concepto de cláusula penal, se procederá a certificar la deuda por parte de la Administración y proceder la cobro en la vía legal correspondiente.

#### **A.22 ACEPTACIÓN Y FINIQUITO**

### **A.22.1 Recepción parcial**

El SENARA podrá realizar recepciones parciales por .....(sector de tubería o ramal..... canales excavados o recavados) concluidos a entera satisfacción, previa solicitud del Contratista solicitando la recepción parcial de las obras que se pretenden entregar a la Administración. De considerar la solicitud pertinente, el administrador de la contratación levantará un acta de recepción provisional parcial, en la cual, se consignarán todas las circunstancias atinentes al estado del .....(sector de tubería o ramal..... canales excavados o recavados). Si el .....(sector de tubería o ramal..... canales excavados o recavados) están totalmente concluidos, se debe indicar expresamente que se acepta la obra realizada, o bien, establecer una fecha para la recepción parcial del sector o rechazar la solicitud.

### **A.22.2 Recepción provisional**

Una vez concluida la obra, el contratista lo comunicará formalmente a la administración para que establezca fecha y hora para la recepción provisional. La administración dispondrá de diez días hábiles para fijar esta fecha.

De esta recepción, que tendrá el carácter de provisional, se levantará un acta que suscribirán al menos el administrador de la contratación y el director del proyecto por parte del contratista, en donde se consignarán todas las circunstancias pertinentes en relación con el estado de la obra, si el recibo es a plena satisfacción de la Administración o si dada la gravedad y trascendencia del incumplimiento, la obra no se acepta en ese momento y por ende no se da por realizada la recepción provisional.

Si no se acepta la obra, se entenderá como no realizada la recepción provisional, quedando a la espera a que el contratista solicite nuevamente la realización de la recepción provisional.

Se entenderá realizada la recepción provisional siempre y cuando las obras se encuentren en un nivel aceptable de finalización, cumpliendo con todos los elementos esenciales de funcionamiento de la misma, faltando solamente pequeños detalles de acabado o la corrección de defectos menores, que deberán consignarse en el acta, para que la obra quede totalmente ajustada a los planos y especificaciones del proyecto, incluyendo las modificaciones aprobadas.

Una vez efectuada la recepción provisional no correrán multas por atraso en la entrega de las obras objeto de la contratación.

El contratista dispondrá de un plazo de .... ( de 8 a 30 dependiendo de la complejidad y tamaño del proyecto) días naturales contados a partir de la recepción provisional para realizar los ajustes o correcciones indicadas en el acta correspondiente.

### **A.22.3 Recepción definitiva**

La Administración realizará la recepción definitiva de las obras dentro de los 15 días naturales siguientes a la recepción provisional de las obras.

De la recepción definitiva se levantará un acta que suscribirán al menos el administrador de la contratación y el director del proyecto por parte del contratista. Cuando surgiere

discrepancia entre la Administración y el contratista sobre el cumplimiento de los términos contractuales o sobre las condiciones de la obra, la Administración podrá realizar la recepción definitiva bajo protesta y así se consignará en el acta de recepción definitiva. La discrepancia podrá resolverse en los términos que lo determine el cartel, de conformidad con las regulaciones legales vigentes, sin perjuicio de las acciones legales que procedan, entre ellas la ejecución de la garantía de cumplimiento en sede administrativa, previa audiencia al interesado.

La recepción definitiva de la obra no exime de responsabilidad al contratista por incumplimientos o vicios ocultos de la obra.

#### **A.22.4 Finiquito de la contratación**

Las partes se encuentran facultadas para acordar la suscripción del finiquito del contrato, el cual podrá realizarse dentro del año siguiente a la recepción definitiva de la obra y con el detalle que estimen conveniente.

No podrán realizarse finiquitos bajo protesta ni incorporarse enmiendas posteriores, toda vez que este acuerdo impide reclamos futuros, con excepción de la responsabilidad por vicios ocultos de la obra.

El finiquito deberá suscribirse por quien tenga capacidad legal para ello.

#### **A.23 FORMA DE PAGO**

##### **A.23.1 Pagos parciales**

Se harán estimaciones de obra que se entenderán como pagos parciales o abonos por concepto de obra o materiales incorporados al Proyecto, a cuenta del monto total de la suma convenida, con base en las mediciones preliminares hechas por el administrador de la contratación. Estas estimaciones de obra tendrán una frecuencia no menor de treinta días naturales, tratando hasta donde sea posible, de hacer los cierres para pago en periodos completos dentro de un mismo mes calendario. Concluidas las obras objeto de la contratación, el administrador de la contratación procederá a la determinación final de las cantidades de obra ejecutadas y procederá a certificar el monto final de la contratación.

Queda estipulado que las partidas indicadas en la hoja de cotización, representan el costo de la totalidad de los materiales, maquinaria, equipos, transporte, herramientas, topografía, mano de obra y demás bienes y servicios que resulten necesarios para la correcta ejecución de las obras objeto de esta Contratación, así como los gastos administrativos y demás costos directos e indirectos y la utilidad del Contratista.

Si se descubriere algún defecto, o hubiere una duda razonable sobre la calidad de cualquier parte del trabajo terminado, no se realizará el pago de dicho trabajo defectuoso o dudoso, hasta que el mismo haya sido debidamente reparado o las dudas se hubieren aclarado.

##### **A.23.2 Pago final**

Una vez realizada la recepción definitiva de la obra a entera satisfacción del SENARA, el administrador de la contratación procederá, con diligencia razonable, a determinar con toda certeza el valor del trabajo total ejecutado por el contratista a los precios establecidos en la oferta, o fijados por órdenes de modificación o adendas y el valor total de toda la obra adicional, en caso de existir ésta. El administrador de la contratación entonces certificará dicha estimación final y la fecha de conclusión de la obra y tramitará los documentos de pago correspondientes.

La aceptación por el contratista de dicho pago, hecho de acuerdo con la estimación final, liberará al SENARA, sus funcionarios, agentes y empleados, de todos los reclamos y responsabilidades hacia el contratista, exceptuando sólo reclamos contra el SENARA por cualquier cantidad retenida por él, en el momento de tal pago.

Así mismo, de inmediato procederá el administrador de la contratación a la elaboración del finiquito correspondiente que dará por terminada la relación contractual.

### **A.23.3 Autorización de pago**

La autorización de los pagos se realizará con la debida aprobación por parte del administrador de la contratación de acuerdo con los informes de avance de los trabajos realizados durante el periodo a pagar.

Para efectos de pago, las ofertas presentadas en dólares se pagarán en colones utilizando el tipo de cambio de referencia para la venta fijado por el Banco Central de Costa Rica al momento de la confección del cheque en la tesorería de la institución o mediante pago por medio de una transferencia electrónica a una cuenta, utilizando para ello, los servicios del Banco Nacional de Costa Rica que el adjudicatario autorice.

### **A.23.4 Presentación de las facturas y trámites de pago**

Cada factura para el trámite de pago deberá ser remitida por medio de una nota donde se indique el nombre de la contratación, el número y monto de la factura, número de orden de compra, códigos presupuestarios y contables en los que se debe cargar el pago y el nombre del Contratista, con el detalle del trabajo realizado durante el periodo.

Además, debe indicar monto de lo facturado, montos pendientes de facturación, facturas originales del Contratista debidamente revisadas, aprobadas y firmadas por el administrador de la contratación, así como la fecha en que las facturas fueron recibidas para trámite de pago y certificación de que el proveedor este al día en el pago de las obligaciones obrero-patronales con la Caja Costarricense del Seguro Social, cuando se trate del primer pago que se aplica al contrato.

El contratista preparará y enviará la factura electrónica, según las disposiciones de Tributación Directa del Ministerio de Hacienda, del trabajo ejecutado al correo electrónico [factura-electronica@senara.go.cr](mailto:factura-electronica@senara.go.cr).

El SENARA contará con un plazo de 30 días naturales para el pago de las facturas una vez tramitadas para ese efecto por el Administrador de la Contratación.

## **A.24 RENUNCIA A INTERESES**

El SENARA no tendrá obligación de pagar y el contratista, por consiguiente, desiste del derecho de recuperar intereses con respecto a dineros que el SENARA es obligado a retener por razones de juicios, órdenes, decretos o procesos judiciales.

## A.25 REAJUSTE DE PRECIOS

El contratista tendrá derecho a que se le reconozca el reajuste de precios, cuando así proceda y lo solicite expresamente, adjuntando el cálculo y la información necesaria en que fundamenta su reclamo. El administrador de la contratación analizará la solicitud y tramitará el pago correspondiente cuando así proceda, en caso contrario, se le devolverá al contratista con las observaciones y deficiencias detectadas para lo que corresponda.

Para el reajuste de precios se utilizarán los índices desarrollados por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), con periodo base el mes de febrero del 2012 y el Índice de salarios mínimo nominal (ISMN) publicado por el Banco Central de Costa Rica en lo que se refiere a la mano de obra para la actividad de construcción.

El SENARA empleará para el cálculo del reajuste de precios, en que los precios hayan sido contratados en colones costarricenses, la siguiente fórmula de conformidad con lo establecido en la estructura de precios:

$$RP = ((CD_M + CI_M) \cdot EPA) \cdot \left( \frac{ISMN1}{ISMN0} - 1 \right) + \sum_{n=1}^n (CEA \cdot EPA) \cdot \left( \frac{ICEA0}{ICEA1} - 1 \right) + (CI_I \cdot EPA)$$

En donde,

- RP Representa el monto total de reajuste de precios periódica.
- EPA Representa el monto de la estimación periódica del avance.
- CDM Representa la ponderación del monto total a precios iniciales de los Costos en Mano de Obra Directa presupuestados.
- CIM Representa la ponderación del monto total a precios iniciales de los Costos en Mano de Obra Indirecta presupuestados.
- CII Representa la ponderación del monto total a precios iniciales de los Costos de Insumos Indirectos presupuestados.
- CEA Representa la ponderación del costo total a precios iniciales de los grupos de insumos y servicios especiales.
- CE Representa la ponderación del monto total a precios iniciales del costo total de los insumos y servicios específicos.
- ICEA1i Representa el índice de precios de los grupos de insumos y servicios especiales respectivo para el mes de facturación.
- ICEA0i Representa el valor del índice de precios inicial de los grupos de insumos y servicios especiales respectivo.
- ISMN1 Representa el valor del índice de Salarios Mínimos Nominales para la actividad de construcción para el mes de facturación.
- ISMN0 Representa el valor del índice de Salarios Mínimos Nominales para la actividad de construcción inicial.

- IPC1 Representa el índice de precios al consumidor para el mes de facturación.  
IPC0 Representa el valor del índice de precios inicial al consumidor.  
RAi Cambio porcentual del precio que se determinará por método analítico.

Los reajustes de precios se regirán bajo los siguientes postulados de acuerdo con lo estipulado en el “Reglamento de Reajustes de Precios en los Contratos de Obra Pública de Construcción y Mantenimiento”, publicado en el diario oficial La Gaceta No. 94 del 17 de mayo del 2006 y sus reformas publicadas en el Diario Oficial La Gaceta No. 139 de fecha 19 de julio del 2006 (Decreto No. 5321-MEIC) y La Gaceta N° 20 del 27 de enero de 2012 (Decreto N° 36943-MEIC):

- a. Los reajustes de precios serán calculados sobre estimaciones de avance de obra mensuales cuya fecha de corte será el último día hábil de cada mes calendario.
- b. Los reajustes de precios serán reconocidos en concordancia con el programa de trabajo de la obra vigente. Para tales propósitos, el contratista deberá mantenerlo vigente incluyendo los plazos concedidos por modificaciones y suspensiones de obra reconocidos por el SENARA.

Si el contratista se retrasare en la ejecución de una o varias actividades constructivas por causa no imputables a la administración, el reconocimiento de los reajustes se hará utilizando el índice correspondiente del mes que el contratista indicó en su programa de trabajo que realizaría dicha actividad.

En el caso en que el contratista realice una determinada actividad antes de la fecha establecida en su programa de trabajo, se reajustará el costo de esa actividad con el índice del mes de la actividad realizada y no con el índice del mes en que la actividad estaba programada.

Para aquellas actividades constructivas por realizarse en el transcurso de dos o más meses calendarios, el contratista deberá indicar en el programa de trabajo, el porcentaje o la suma de dinero que realizará por cada mes y por cada actividad de construcción.

#### **A.26 RECLAMOS CONTRA EL SENARA**

Todos los reclamos contra el SENARA que ocurren en alguna manera ligados a la ejecución de la contratación, deberán ser presentados dentro de los sesenta días posteriores a que el contratista conozca o deba conocer la causa que les dio origen y se regirán por las leyes correspondientes. Pasado este término, se entenderá que el contratista renuncia a cualquier reclamación por los mismos.

#### **A.27 CONSIDERACIONES AMBIENTALES Y DE SEGURIDAD OCUPACIONAL**

El CONTRATISTA está obligado a realizar todas las medidas necesarias con el fin de prevenir, mitigar o compensar daños al ambiente durante todo el tiempo que dure el proceso constructivo de las obras y según las normas establecidas en apego a la legislación ambiental vigente que resulte aplicable, asociadas al proceso constructivo de las obras incorporadas en el objeto de esta contratación.

Si durante el proceso constructivo, el administrador de la contratación o el Regente Ambiental determinan que, por dolo, imprudencia o negligencia, el CONTRATISTA está realizando acciones que están produciendo daños al ambiente, se le exigirán las medidas correctivas que se estimen convenientes para subsanarlos y evitarlos. En caso de que el CONTRATISTA no atienda en forma diligente y oportuna las medidas correctivas que se le indiquen, el administrador de la contratación, podrá detener la totalidad del trabajo, bajo responsabilidad total del CONTRATISTA hasta que la situación sea corregida. El tiempo que se detenga el trabajo por este concepto, no podrá ser considerado a efecto de una prórroga o suspensión en el plazo de ejecución de la obra.

De igual manera, se entiende que el CONTRATISTA conoce el alcance de los artículos 11 y 13 de la Ley 6703 del Patrimonio Arqueológico. Por lo que, cualquier daño a restos arqueológicos sin el conocimiento del administrador de la contratación, son responsabilidad del CONTRATISTA.

#### **A.28 LIMITACIÓN DE OPERACIONES**

El contratista llevará a cabo la obra de tal forma y orden que asegure la menor molestia en la vía pública.

No se llevará a cabo ningún trabajo en jornadas nocturnas ni mixtas, salvo que para ello se hubiere provisto alumbrado artificial adecuado a juicio del administrador de la contratación y todas las medidas pertinentes para tal efecto.

#### **A.29 DOCUMENTOS CONTRACTUALES**

Se considerarán incorporados a la contratación las condiciones generales y especiales indicadas en este cartel, los planos generales de la obra, las especificaciones técnicas, la oferta presentada por el contratista, las aclaraciones que realice SENARA, el acto de adjudicación, la orden de compra, la orden de inicio y todos los demás documentos suscritos y aceptados por ambas partes y la demás normativa legal vigente que le resulte aplicable.

Todos los anteriores documentos son complementarios y lo que en ellos se especifique resulta obligatorio para las partes.

#### **A.3 OTRAS CONDICIONES**

##### **A.30.1 Mejoras del precio**

Los oferentes que hayan hecho propuestas elegibles, podrán mejorar sus precios.

La Administración podrá solicitar para efectos de esta contratación realizar mejoras en los precios, aplicando para ello la siguiente metodología:

a) La administración solicitará formalmente a todos los oferentes que hagan las mejoras en el precio, si así lo estiman conveniente.

b) El oferente que tenga a bien y esté de acuerdo en realizar mejoras en el precio, deberá presentar su propuesta por escrito en un plazo no mayor a 5 días hábiles contados a partir de la solicitud.

c) En caso de que, cumplido el plazo, algún oferente no presente formalmente su propuesta, se entenderá que no realizará mejoras en el precio.

d) En cualquiera de los casos, para la aplicación del sistema de mejoras en el precio, el oferente deberá:

- Expresar con toda claridad, las razones que justifican la disminución de su precio.
- Que las mejoras del precio no impliquen una disminución de cantidades o desmejora de la calidad del objeto originalmente ofrecido.
- Que la mejora en el precio no otorga ventajas indebidas a quienes lo proponen, tales como convertir su precio en ruinoso o no remunerativo.

a) Una vez presentadas las mejoras en el precio, el SENARA valorará los descuentos recibidos y el cumplimiento de las condiciones establecidas y determinará su aceptación para ser considerados como aplicables en esta contratación.

b) Cumplido lo anterior, el SENARA realizará la calificación de las ofertas conforme con lo que se establece en el punto A.9. El precio que se tomará para efectos de calificación será el último que propongan los respectivos oferentes.

### **A.30.2 Ofertas en consorcio**

En caso de ofertas en consorcio, se requiere que:

- c) Los oferentes deben actuar bajo una misma representación.
- d) Una empresa solo podrá participar en un consorcio oferente en esta contratación.
- e) Una empresa no podrá ser oferente y participante en un consorcio a la vez en esta contratación.
- f) Para cada empresa que conforma el consorcio se debe presentar en forma individual:
- g) Declaración jurada en la que conste que no le alcanzan las prohibiciones indicadas en el artículo 22 bis de la Ley de Contratación Administrativa N°7494.
- h) Certificación de personería jurídica. Esta certificación indicará además las citas de inscripción de la sociedad y el número de su cédula jurídica.

i) Certificación con vista en los libros de la sociedad, que indiquen a quién pertenecen las acciones. Si éstas pertenecieran en todo o en parte a otra persona jurídica, debe certificarse a su vez la naturaleza de las acciones de esta última.

j) Declaración Jurada de que el oferente se encuentra al día en el pago de todo tipo de impuestos nacionales. Según anexo No 1.2 de este cartel.

k) Certificación de que el oferente se encuentra al día en el pago de las obligaciones Obrero-Patronales con la Caja Costarricense del Seguro Social.

Cualquier condición no prevista en los documentos de contratación, se regirá de conformidad con la normativa aplicable en materia de Contratación Administrativa

## SEGUNDA PARTE

### CAPÍTULO B

#### CONDICIONES ESPECIALES

##### **B.1 OBJETIVOS DEL PROYECTO**

El objetivo de la presente contratación consiste en la .....(Ejemplo: rehabilitación del sistema de conducción, distribución y entrega del agua para riego del proyecto de riego Santa Bárbara de Heredia.)

##### **B.2 OBJETO DE LA CONTRATACIÓN**

El objeto de la presente contratación, consiste en..... descripción general de las obras objeto de la contratación

Luego una descripción general de las obras del proyecto...

Por ejemplo:

Las válvulas a instalar, se utilizarán para asegurar que el flujo de agua necesario para abastecer el proyecto de riego, llegue desde la toma de agua en el río Ciruelas hasta cada una de las parcelas agrícolas que compone el proyecto de riego, el cual tiene capacidad para conducir y distribuir un caudal de 52 litros por segundo (lps), mediante la utilización de tubería de PVC que van desde los 200 mm hasta los 50 mm de diámetro nominal.

Los medidores de caudal se utilizarán para controlar la cantidad de flujo de agua que se distribuye en cada uno de los ramales en que está compuesta la red de conducción y distribución del proyecto.

Las válvulas de entrega volumétrica se utilizarán para calibrar la entrega del agua requerida en cada una de las 45 parcelas agrícolas que compone el proyecto de riego Santa Bárbara.

Los equipos de riego por goteo, se utilizarán para asegurar que cada una de las parcelas agrícolas, tenga el equipo básico necesario para suplir los requerimientos hídricos de los cultivos.

##### **B.3 PLANOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

Las características de los equipos están definidas en los planos, especificaciones técnicas de construcción e instalación y en los otros documentos contractuales. El Contratista deberá tener pleno conocimiento de los mismos.

Si el Contratista durante la ejecución de los trabajos propusiera cambios en las características definidas por el SENARA, deberá indicar con toda claridad al Administrador de la Contratación, la naturaleza de su proposición, para su estudio y decisión. Si dichos cambios implicaren diferencias en la normativa técnica, las especificaciones y normas de los nuevos

equipos que se requieran, serán preparadas por el contratista, sin costo adicional para SENARA y sujetos a la aprobación del Administrador de la Contratación.

El SENARA no reconocerá aumentos en el costo de la obra por concepto de cambios que el Contratista propusiera. En el caso de que la proposición implique reducción del costo de la obra, SENARA queda obligado únicamente al pago de los costos en que efectivamente haya incurrido el Contratista.

#### **B.4 ERRORES, DISCREPANCIAS Y OMISIONES**

El Contratista no podrá aprovecharse de los errores u omisiones que hubiere en los planos o en las especificaciones técnicas de construcción. Si durante el curso de ejecución de la obra, el Contratista hallare cualquier error, discrepancia u omisión en los planos o en las especificaciones, lo notificará inmediatamente por escrito al Administrador de la Contratación.

En caso de que hubiere discrepancia en aspectos técnicos, se aplicarán las siguientes reglas:

- Los dibujos a escala mayor regirán sobre los de escala menor.
- Las dimensiones indicadas en números regirán sobre las medidas a escala.
- Las especificaciones técnicas de construcción regirán sobre los planos, salvo en los casos en que las primeras indiquen lo contrario.

Cuando la discrepancia no fuere posible de aclarar por medio de estas reglas, decidirá el Administrador de la Contratación.

Si existiera discrepancia en las ofertas presentadas entre un precio unitario y el precio total que se obtenga multiplicando ese precio unitario por las cantidades correspondientes, prevalecerá el precio unitario.

Si existiera discrepancia entre palabras y cifras, prevalecerá el monto expresado en palabras.

#### **B.5 INSTALACIONES Y SERVICIOS PROVISIONALES**

El Contratista deberá proporcionar y pagar por su cuenta, todas las instalaciones provisionales, tales como agua potable, energía eléctrica, bodegas, oficinas, servicios sanitarios, acceso al sitio y demás facilidades similares necesarias para llevar a cabo la obra.

Si el Administrador de la Contratación lo solicitare, el contratista dejará de destruir o de remover alguna mejora que haya sido necesaria para facilitar el suministro, instalación o prueba y cuya utilidad o utilización cese para el contratista al terminar la contratación. El provecho de la mejora quedará siempre a favor del SENARA o la Sociedad de Usuarios y queda estipulado que el valor residual se considerará nulo para el Contratista.

El oferente deberá incluir como parte de sus costos, la confección e instalación de dos rótulos en el sitio del Proyecto, conforme con las indicaciones del Administrador de la

contratación, donde se incluya la información principal de la obra objeto de esta contratación y la fuente de financiamiento.

Los rótulos serán de forma rectangular y tendrá como dimensiones mínimas 1.20 x 2.40 metros y deberá ser metálico en lámina de espesor mínimo de 3.125 mm (1/8 pulg). La lámina deberá llevar un marco de soporte en tubo cuadrado en hierro negro de sección 25,4 mm x 25,4 mm x 3,125 mm (largo x ancho x espesor), el cual estará adherido a cada uno de los extremos verticales por medio de soldadura, a dos tubos lisos de sección redonda, los cuales tendrán las siguientes especificaciones: cobertura galvanizada, con medidas de 75 mm de diámetro interno x 2.80 mm de grosor y longitud de 2.80 metros cada uno. Ambos tubos serán empotrados en el suelo con una base de concreto de clase RN 180, con las siguientes dimensiones: profundidad de 60 cm y diámetro de 40 cm.

Tanto los tubos cuadrados como los redondos, deberán ser pintados con dos capas o manos de pintura anticorrosiva, la primera capa de color rojo y la segunda de color verde.

En todo caso, el Administrador de la Contratación definirá la información definitiva que debe contener el rótulo y deberá aprobar el diseño definitivo, así como determinar el sitio donde deben ser instalados por parte y costo del Contratista, durante los primeros 15 días naturales después de la orden de inicio. El diseño base de los rótulos que se deben elaborar e instalar se presenta a continuación:

**senara**

**SERVICIO NACIONAL DE AGUAS**  
**SUBTERRÁNEAS RIEGO Y AVENAMIENTO**  
**Dirección de Ingeniería y Desarrollo de Proyectos**

**PROYECTO: .....**

**ÁREA: ..... has y ... FAMILIAS BENEFICIADAS**

**FINANCIA: .....**  
**COSTO ESTIMADO: .....**  
**RESOLUCION DE SETENA: .....**

## **B.6 EQUIPO, MAQUINARIA Y MANO DE OBRA**

### **B.6.1 Equipo, materiales y herramientas**

El equipo, maquinaria y las herramientas que se usen en la ejecución de los trabajos deberán estar en perfectas condiciones de funcionamiento. También deberán ser adecuados en cuanto a su cantidad y capacidad y en otras características importantes, para obtener con

ellos el rendimiento que se considere indispensable para concluir con la contratación en el plazo de entrega establecido. Es responsabilidad total del contratista el disponer del equipo, maquinaria y herramientas suficientes para la ejecución de los trabajos en el plazo de entrega establecido.

El Administrador de la Contratación deberá ordenar el retiro de cualquier equipo, maquinaria o herramientas que no considere adecuadas, y exigir al contratista que lo sustituya por otras que satisfagan las necesidades del trabajo objeto de la contratación.

### **B.6.2 Mano de obra**

Toda la mano de obra deberá ser suficiente en cantidad y capacidad y el trabajo que ejecute de primera calidad, a juicio del Administrador de la Contratación.

### **B.7 LABORES PELIGROSAS**

Cuando el Contratista deba efectuar trabajos que signifiquen riesgo de daño a sus empleados, a otras personas, a la propiedad de terceros, deberá tomar todas las precauciones y las medidas de seguridad que fueren necesarias, de acuerdo con el Reglamento de Seguridad en las Construcciones del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social y de las demás leyes, decretos y reglamentos aplicables.

### **B.8 LIBRO DE REGISTRO (BITÁCORA)**

Se tendrá como control la herramienta "Bitácora Digital", la cual deberá solicitarse de acuerdo al reglamento especial de la bitácora digital para el control de proyectos. Dicho reglamento fue aprobado por la Junta Directiva General del CFIA mediante acuerdo N° 30 de la sesión N° 37-17/18-G.E. de fecha de 11 de setiembre de 2018, publicado en el Diario Oficial La Gaceta N° 176 del 25 de setiembre de 2018.

Previo al inicio de las obras el profesional asignado por el contratista adjudicado deberá solicitar la bitácora para la dirección técnica del proyecto en fase de ejecución, además deberá ligar a todos los profesionales implicados en la inspección y administración del proyecto por parte del SENARA. El costo de la(s) bitácora(s) y la capacidad extra de almacenamiento deberá ser asumido por el contratista.

Independientemente de la bitácora digital del CFIA el administrador del contrato por parte del Senara, podrá mantener en el sitio del proyecto un libro físico (bitácora Senara) en el que se anotarán las instrucciones que se den al contratista, sobre aspectos relacionados con la obra. El contratista podrá indicar en cada caso, que se da por enterado de las instrucciones y puede usar el mismo libro para hacer las observaciones y consultas que estime necesarias, de las cuales se dará por enterado el administrador del contrato.

En todo caso, se entenderá que el contratista está enterado de las anotaciones e instrucciones del administrador de la contratación, aún sin manifestación expresa de ese hecho. Toda la información incluida en las bitácoras se considerará siempre conocida por las partes implicadas.

### **B.9 SUPERINTENDENCIA**

El CONTRATISTA podrá actuar por sí mismo como superintendente del trabajo, o bien, tendrá en su lugar un ingeniero residente, con autoridad suficiente para actuar en su nombre, quien permanecerá en el sitio del Proyecto el tiempo que se requiera durante el curso de los trabajos, a juicio del Administrador del Contrato.

El nombramiento del ingeniero residente deberá contar con el conocimiento y conformidad del administrador de la contratación, y deberá ser cambiado si justificadamente así lo solicita. En todo caso, el ingeniero residente no podrá ser cambiado por el contratista si no es con la anuencia del administrador de la contratación.

El ingeniero residente será el responsable técnico de los trabajos por parte del contratista, por lo que deberá tener la formación, los conocimientos y la experiencia suficiente para dirigir la ejecución de las obras y deberá tener pleno conocimiento de los planos, especificaciones y demás documentos contractuales; deberá acatar todas las instrucciones y disposiciones del administrador de la contratación y deberá dar aviso a éste de cualquier error, discrepancia u omisión que encontrare en los planos o en las especificaciones.

## **B.10 CRONOGRAMA DE TRABAJO**

El Contratista deberá incorporar como parte integral de su oferta una descripción detallada del sistema de instalación que utilizará en los distintos componentes de las obras, a partir de lo cual, elaborará el Cronograma detallado de trabajo (preferiblemente un diagrama de Gantt) que incluirá en su oferta para la ejecución y la entrega de los trabajos objeto de esta Contratación, empleando para dicho análisis y construcción del cronograma detallado de trabajo, cualquiera de los métodos de programación de ruta crítica en uso. En él se indicarán como actividades al menos los renglones de pago incluidos en la Hoja de Cotización.

Adicionalmente, para cada actividad (renglón de pago) se debe indicar la duración en días naturales, la fecha de comienzo y fin, las cantidades que se ejecutarán, las respectivas holguras, así como la asignación de recursos a cada actividad (maquinaria, equipos, personal), con los respectivos rendimientos previstos, de tal forma que se pueda derivar la consistencia entre el tiempo ofrecido y los recursos asignados a cada actividad, así como las actividades que conforman la ruta crítica.

El Oferente debe incluir en su cronograma de trabajo una actividad final para la realización de las pruebas hidráulicas y de funcionamiento del Proyecto, como parte del plazo total para la ejecución de la contratación (apartado A.19 de este cartel), de al menos ..... (entre 10 y 20 días dependiendo del tamaño y complejidad del proyecto) días naturales. Esta actividad para pruebas hidráulicas y de funcionamiento del Proyecto deberá tener como predecesoras todas las actividades de ejecución de las obras, de tal forma que las pruebas hidráulicas y de funcionamiento se puedan realizar sin contratiempos, dado que las actividades predecesoras deben estar concluidas.

Antes de dar la orden de inicio, el Administrador de la Contratación, en conjunto con el contratista, ajustarán el cronograma de trabajo de acuerdo con la fecha establecida para el inicio de los trabajos, prestando especial atención en la definición mensual (mes calendario) de las cantidades a ejecutar por cada renglón de pago.

En caso de que el cronograma detallado no fuere satisfactorio para el Administrador de la Contratación, antes de dar la orden de inicio, será reformado de manera que disponga el uso



**TERCERA PARTE**  
**CAPÍTULO C**  
**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

Se elaborarán especificaciones técnicas normalizadas para distintos tipos de obras por ejecutar.

**ANEXOS**

**ANEXO 1**

**DECLARACIONES JURADAS**

**ANEXO 1.1: Modelo de declaración jurada para experiencia, personal, equipos, maquinaria y otros**

**Declaración jurada general  
 Persona física**

**Declaro bajo fe de juramento**

**Señores: Servicio nacional de aguas subterráneas, riego y avenamiento,  
 (SENARA)**

Yo,.....cédula N°....., **(calidades del oferente)**....., vecino de ....., distrito ....., cantón ....., de la provincia de ....., declaro bajo juramento, que cuento con **(ejemplo número de años de experiencia, cantidad de profesional con cierto grado académico, cantidad de maquinaria, cantidad de equipo de cómputo, etc.)** ..... **(todo de acuerdo a la declaración que se desee)**, para la ejecución de las obras objeto de esta contratación.

En caso de falsedad en la información y/o documentación presentada para la presente contratación, me someto a las disposiciones administrativas, penales y civiles que correspondan.

.....  
**Firma**

**Declaración jurada  
Persona jurídica**

**Declaro bajo fe de juramento**

**Señores: Servicio nacional de aguas subterráneas, riego y avenamiento,  
(SENARA)**

Yo,.....cédula N°....., en mi condición de apoderado generalísimo o representante legal sin límite de suma de la empresa denominada ....., portadora de la cédula jurídica N°....., inscrita en la Sección mercantil del registro público, al tomo ....., folio ....., asiento....., cuyo domicilio social, es en la ciudad de ....., en distrito ....., del cantón ....., de la provincia de ....., declaro bajo juramento, que la empresa o consorcio....., cuenta **con (ejemplo: número de años de experiencia, cantidad de profesional con cierto grado académico, cantidad de maquinaria, cantidad de equipo de cómputo, etcétera, todo de acuerdo a la declaración que se desee)**, para la ejecución de las obras objeto de esta contratación.

En caso de falsedad en la información y/o documentación presentada para la presente contratación, me someto a las disposiciones administrativas, penales y civiles que correspondan.

Nombre:

.....  
**Firma  
Representante legal  
Empresa XXXX S.A.**

## ANEXO N° 1.2: Declaración jurada del pago de impuestos

### Declaración jurada Persona jurídica

#### Declaro bajo fe de juramento

**Señores: Servicio nacional de aguas subterráneas, riego y avenamiento,  
(SENARA)**

Yo,.....cédula N°....., en mi condición de Apoderado generalísimo o Representante legal sin límite de suma de la empresa denominada ....., portadora de la Cédula jurídica N°....., inscrita en la Sección mercantil del registro público, al tomo ....., folio ....., asiento....., cuyo domicilio social, es en la ciudad de ....., en distrito ....., del cantón ....., de la provincia de ....., declaro bajo juramento, que la empresa, se encuentra al día en el pago de todo tipo de impuestos nacionales establecidos por ley.

Así mismo, declaramos no estar afectados por las prohibiciones para contratar con la Administración pública, según determina el artículo 22 de la Ley de contratación administrativa.

En caso de falsedad en la información y/o documentación presentada para la presente contratación, me someto a las disposiciones administrativas, penales y civiles que correspondan.

Nombre

.....

**Firma**  
**Representante legal**  
**Empresa XXXX S.A.**

**Declaración jurada  
Persona física**

**Declaro bajo fe de juramento**

**Señores: Servicio nacional de aguas subterráneas, riego y avenamiento,  
(SENARA)**

Yo,.....cédula N°....., **(calidades del  
oferente)**....., vecino de ....., distrito ....., cantón  
....., de la provincia de ....., declaro bajo juramento, que me  
encuentro al día en el pago de todo tipo de impuestos nacionales establecidos por ley.

Así mismo, declaro no estar afectado por las prohibiciones para contratar con la  
Administración pública, según determina el artículo 22 de la Ley de contratación administrativa.

En caso de falsedad en la información y/o documentación presentada para la presente  
contratación, me someto a las disposiciones administrativas, penales y civiles que  
correspondan.

Nombre

.....  
**Firma**

**ANEXO 2**

**PLANOS**