

UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACION INTERNACIONAL
(UCI)

PROPUESTA DE PLAN DE GESTIÓN PARA EL PROYECTO DE
IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE TERMOGENERACIÓN DE
ELECTRICIDAD ORC.

CARLOS MAURICIO BERNAL RODRÍGUEZ

PROYECTO FINAL DE GRADUACION PRESENTADO COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OPTAR POR EL TITULO DE MASTER EN ADMINISTRACION
DE PROYECTOS

San José, Costa Rica

Agosto de 2015

UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACION 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

ÁLVARO MATA LEITÓN
PROFESOR TUTOR

JORGE TREJOS GUTIÉRREZ
LECTOR No.1

GERMÁN BERNATE CUERVO
LECTOR No.2

CARLOS MAURICIO BERNAL RODRÍGUEZ
SUSTENTANTE

DEDICATORIA

A mi amada esposa Marcela.

AGRADECIMIENTOS

Es un privilegio que nos brinda Dios poder realizar estudios de Maestría en una entidad de tanto prestigio como lo es la Universidad para la Cooperación Internacional.

Igualmente, es muy honroso haber sido galardonado con el beneficio de la beca que ofrece la Organización de Estados Americanos para financiar el 50% del costo de los estudios de Maestría en Administración de Proyectos.

Es para mí un gran honor haber contado con el direccionamiento de los docentes que estuvieron al frente de cada uno de los cursos de la Maestría, los cuales me brindaron sus conocimientos con generosidad, respeto y profesionalismo.

En forma especial, deseo expresar mi gratitud al Profesor Álvaro Javier Mata Leitón, quien con su experiencia y conocimiento, sumados a su amabilidad y gran dedicación, me acompañó y dirigió magistralmente, mi procesos de desarrollo del presente trabajo final de grado.

Finalmente, es muy grato haber contado con un grupo de compañeros de estudio que complementaron ostensiblemente los temas que se trataban día a día en los cursos de la Maestría.

INDICE

| | |
|---|------|
| HOJA DE APROBACION | ii |
| DEDICATORIA | iii |
| AGRADECIMIENTO | iv |
| INDICE | v |
| INDICE ILUSTRACIONES | vii |
| INDICE CUADROS | viii |
| RESUMEN EJECUTIVO | ix |
| 1 INTRODUCCION..... | 1 |
| 1.1. Antecedentes..... | 1 |
| 1.2. Problemática..... | 3 |
| 1.3. Justificación del problema..... | 5 |
| 1.4. Objetivo general..... | 6 |
| 1.5. Objetivos específicos..... | 6 |
| 2 MARCO TEORICO..... | 9 |
| 2.1 Marco institucional..... | 9 |
| 2.1.1 Antecedentes de la Institución..... | 9 |
| 2.1.2 Misión y visión..... | 10 |
| 2.1.3 Estructura organizativa..... | 11 |
| 2.1.4 Productos que ofrece..... | 12 |
| 2.2 Teoría de Administración de Proyectos..... | 12 |
| 2.2.1 Proyecto..... | 12 |
| 2.2.2 Administración de Proyectos..... | 13 |
| 2.2.3 Ciclo de vida de un proyecto..... | 13 |
| 2.2.4 Procesos en la Administración de Proyectos..... | 16 |
| 2.2.5 Áreas del Conocimiento de la Administración de Proyectos..... | 18 |
| 2.3 Aspectos teóricos del sistema de termogeneración eléctrica ORC..... | 19 |
| 2.3.1 Presentación del sistema de termogeneración eléctrica ORC..... | 19 |
| 2.3.2 Propuesta de valor de la termogeneración de electricidad ORC..... | 20 |
| 2.3.3 Análisis del entorno de la termogeneración de electricidad ORC..... | 21 |
| 2.3.4 Experiencias existentes en termogeneración de electricidad ORC..... | 22 |
| 2.3.5 Riesgos de la termogeneración de electricidad ORC..... | 22 |
| 3 MARCO METODOLOGICO..... | 23 |
| 3.1 Fuentes de información..... | 23 |
| 3.1.1 Fuentes Primarias..... | 23 |
| 3.1.2 Fuentes Secundarias..... | 23 |
| 3.2 Métodos de Investigación..... | 27 |
| 3.2.1 Método Inductivo-Deductivo..... | 28 |
| 3.2.2 Método Analítico..... | 28 |
| 3.3 Herramientas..... | 31 |
| 3.4 Supuestos y Restricciones..... | 33 |
| 3.5 Entregables..... | 34 |
| 4 DESARROLLO..... | 37 |
| 4.1 Gestión del Alcance..... | 37 |
| 4.1.1 Plan de gestión del alcance..... | 37 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 4.1.2 | Proceso que establece cómo se mantendrá y aprobará la EDT/WBS..... | 40 |
| 4.1.3 | Recopilación de requisitos..... | 42 |
| 4.1.4 | Definición del alcance | 48 |
| 4.1.5 | Crear la EDT..... | 57 |
| 4.2 | Gestión del cronograma..... | 60 |
| 4.2.1 | Plan de gestión del cronograma..... | 60 |
| 4.2.2 | Definir las actividades | 65 |
| 4.2.3 | Secuenciar las actividades | 72 |
| 4.2.4 | Estimar los recursos de las actividades..... | 73 |
| 4.2.5 | Estimar la duración de las actividades..... | 77 |
| 4.2.6 | Desarrollar el cronograma | 79 |
| 4.2.7 | Ruta crítica..... | 83 |
| 4.2.8 | Control del tiempo del proyecto | 84 |
| 4.2.9 | Reservas para el control del tiempo del proyecto..... | 84 |
| 4.3 | Gestión de los costos | 88 |
| 4.3.1 | Plan de gestión del costo | 88 |
| 4.3.2 | Estimación de los costos de las actividades..... | 93 |
| 4.3.3 | Estimación de los costos de las actividades..... | 94 |
| 4.4 | Gestión de la calidad..... | 99 |
| 4.4.1 | Plan de gestión de la calidad..... | 99 |
| 4.5 | Gestión de los recursos humanos..... | 111 |
| 4.5.1 | Plan de gestión de los recursos humanos..... | 111 |
| 4.6 | Gestión de las comunicaciones..... | 121 |
| 4.6.1 | Plan de gestión de las comunicaciones..... | 121 |
| 4.7 | Gestión de los riesgos | 127 |
| 4.7.1 | Plan de gestión de los riesgos | 127 |
| 4.7.2 | Identificar riesgos | 135 |
| 4.7.3 | Análisis cualitativo de riesgos..... | 138 |
| 4.7.4 | Análisis cuantitativo de riesgos..... | 144 |
| 4.7.5 | Planificar la respuesta a los riesgos..... | 149 |
| 4.8 | Gestión de las adquisiciones..... | 161 |
| 4.8.1 | Plan de gestión de las adquisiciones..... | 161 |
| 4.9 | Gestión de los interesados | 200 |
| 4.9.1 | Identificación de interesados: | 200 |
| 4.9.2 | Plan de gestión de los interesados | 204 |
| 5 | CONCLUSIONES..... | 208 |
| 6 | RECOMENDACIONES | 212 |
| 6.1.1 | Recomendaciones para los Patrocinadores..... | 212 |
| 6.1.2 | Recomendaciones para el Equipo del proyecto..... | 212 |
| 6.1.3 | Recomendaciones para el Director del proyecto | 213 |
| 7 | BIBLIOGRAFIA | 215 |
| 8 | ANEXOS | 216 |
| | Anexo 1: ACTA DEL PROYECTO del PFG | 217 |
| | Anexo 2: EDT del PFG | 220 |
| | Anexo 3: CRONOGRAMA del PFG | 220 |
| | Anexo 4: Plantilla de solicitudes de cambio..... | 221 |
| | Anexo 5: Plantilla de registro de solicitudes de cambio..... | 221 |

| | |
|--|-----|
| Anexo 6: Diagrama de flujo de solicitudes de cambio | 222 |
| Anexo 7: Plantilla de Acta de Reuniones | 223 |
| Anexo 9 Solicitud de Cambios | 224 |
| Anexo 10 Modelo de Contrato | 225 |
| Anexo 11 Flujograma del Proceso de Selección de Proveedores..... | 228 |
| Anexo 12: Matriz de Valoración de Riesgos en las Contrataciones..... | 229 |
| Anexo 13: Matriz de Programación de Seguimiento a las Contrataciones. | 230 |
| Anexo 14: Registro de Control de Pagos del Contrato..... | 231 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|-----|
| Figura 1 Estructura Organizativa (Paani, 2011) | 11 |
| Figura 2. Niveles típicos de Costo y Dotación de Personal en una Estructura Genérica del Ciclo de Vida del Proyecto (PMI, 2013) | 14 |
| Figura 3. Ejemplo de Ciclo de Vida Predictivo (PMI, 2013) | 15 |
| Figura 4. Impacto de la Variables en Función del Tiempo del Proyecto (PMI, 2013) | 16 |
| Figura 5. Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos (PMI, 2013) | 17 |
| Figura 6. Los Grupos de Procesos Interactúan en un Fase o Proyecto (PMI, 2013) | 17 |
| Figura 7. Esquema de Funcionamiento del Ciclo Orgánico de Rankine (Paani, 2011) | 20 |
| Figura 8. Riesgos de la Temogeneración de Electricidad ORC (Paani, 2011)..... | 22 |
| Figura 9. : Subsistemas del proyecto. (Fuente: El Autor) | 49 |
| Figura 10. : Subsistema 1. (Fuente: El Autor)..... | 49 |
| Figura 11. : Subsistema 2. (Fuente: El Autor)..... | 50 |
| Figura 12. : Subsistema 3. (Fuente: El Autor)..... | 51 |
| Figura 13. : Subsistema 3. (Fuente: El Autor)..... | 52 |
| Figura 14. : Estructura Detallada del Trabajo –EDT- (Fuente: El Autor)..... | 58 |
| Figura 15. : Diagrama de Red del Cronograma del Proyecto- (Fuente: El Autor)..... | 73 |
| Figura 16. : Cronograma del Proyecto- (Fuente: El Autor)..... | 80 |
| Figura 17. : Cronograma de Demoras Permisibles del Proyecto- (Fuente: El Autor)..... | 85 |
| Figura 18: Componentes del Proyecto- (Fuente: El Autor)..... | 98 |
| Figura 19. : Triple Restricción del Proyecto- (Fuente: El Autor)..... | 99 |
| Figura 20. : Cuádruple Restricción del Proyecto- (Fuente: El Autor)..... | 99 |
| Figura 21: Organigrama del Proyecto- (Fuente: El Autor)..... | 113 |
| Figura 22: Calendario de los Recursos del Proyecto- (Fuente: El Autor)..... | 119 |
| Figura 23: Ejemplo de Una Estructura de Desglose de Riesgos (PMI, 2013)..... | 129 |
| Figura 24: Resultados Probabilísticos Generados por el Software RiskyProject 6..... | 147 |
| Figura 25: Cronograma con Actividades de Gestión de Riesgos del Proyecto (Fuente: El Autor) | 157 |
| Figura 26. : Identificación de los actores interesados en el proyecto. (Fuente: El Autor) . | 200 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | |
|---|-----|
| Cuadro 1 Fuentes de Información Utilizadas (Fuente: El Autor)..... | 24 |
| Cuadro 2 Métodos de Investigación Utilizados (Fuente: El Autor) | 29 |
| Cuadro 3 Herramientas Utilizadas (Fuente: El Autor) | 32 |
| Cuadro 4 Supuestos y Restricciones (Fuente: El Autor) | 33 |
| Cuadro 5 Entregables (Fuente: El Autor) | 35 |
| Cuadro 6 Diccionario de la EDT. (Fuente: El Autor) | 59 |
| Cuadro 7 Listado de actividades del proyecto y su descripción (Fuente: El Autor) | 65 |
| Cuadro 8 Listado de atributos de las actividades del proyecto (Fuente: El Autor) | 71 |
| Cuadro 9 Asignación de recursos a las actividades del proyecto (Fuente: El Autor) | 73 |
| Cuadro 10 Fuentes de Financiación del proyecto (Fuente: El Autor) | 76 |
| Cuadro 11 Expertos consultados acerca de duración de las actividades del proyecto (Fuente: El Autor)..... | 77 |
| Cuadro 12 Duración de las actividades del proyecto (Fuente: El Autor)..... | 77 |
| Cuadro 13 Demoras Permisibles del Proyecto (Fuente: El Autor)..... | 84 |
| Cuadro 14 Valor de los recursos utilizados en el proyecto (Fuente: El Autor)..... | 93 |
| Cuadro 15 Costos de las actividades del proyecto (Fuente: El Autor)..... | 94 |
| Cuadro 16 Factores Relevantes de la Calidad del proyecto (Fuente: El Autor)..... | 106 |
| Cuadro 17 Métrica de la Calidad del proyecto (Fuente: El Autor) | 107 |
| Cuadro 18 Métrica, Resultado, Frecuencia de Medición y Responsables (Fuente: El Autor) | 109 |
| Cuadro 19 Actividades de Prevención y Control de Calidad (Fuente: El Autor)..... | 110 |
| Cuadro 20 Roles, Responsabilidades y Competencias (Fuente: El Autor) | 111 |
| Cuadro 21 Matriz de Asignación de Responsabilidades del proyecto (Fuente: El Autor). .. | 114 |
| Cuadro 22 Requisitos de Comunicación del proyecto (Fuente: El Autor) | 121 |
| Cuadro 23 Matriz de Distribución de la Información del proyecto (Fuente: El Autor) | 122 |
| Cuadro 24 Matriz de Comunicaciones del Proyecto (Fuente: El Autor)..... | 124 |
| Cuadro 25 Indicadores de Probabilidad de Ocurrencia de los Riesgos del Proyecto (Fuente: El Autor)..... | 130 |
| Cuadro 26 Indicadores de Impacto de los Riesgos del Proyecto (Fuente: El Autor) | 130 |
| Cuadro 27 Matriz de Probabilidades e Impactos Negativos de los Riesgos del Proyecto (Fuente: El Autor)..... | 131 |
| Cuadro 28 Matriz de Probabilidades e Impactos Positivos de los Riesgos del Proyecto (Fuente: El Autor)..... | 131 |
| Cuadro 29 Matriz de la Magnitud del Riesgo (Fuente: El Autor) | 131 |
| Cuadro 30 Formato de Identificación de los Riesgos (Fuente: El Autor) | 132 |
| Cuadro 31 Formato de Cualificación de los Riesgos (Fuente: El Autor)..... | 132 |
| Cuadro 32 Formato de Cuantificación de los Riesgos (Fuente: El Autor)..... | 133 |
| Cuadro 33 Formato de Planificación de Respuesta a los Riesgos (Fuente: El Autor) | 134 |
| Cuadro 34 Identificación de los Riesgos (Fuente: El Autor)..... | 135 |
| Cuadro 36 Priorización de los Riesgos Positivos (Fuente: El Autor)..... | 142 |
| Cuadro 37 Impactos en los Costos de los Riesgos Negativos (Fuente: El Autor)..... | 144 |
| Cuadro 38 Impactos en las Duraciones de los Riesgos Negativos (Fuente: El Autor) | 145 |
| Cuadro 39 Matriz de Estrategias Según la Magnitud del Riesgo Positivo (Fuente: El Autor) | 150 |

| | |
|---|-----|
| Cuadro 40 Matriz de Estrategias Según la Magnitud del Riesgo Negativo (Fuente: El Autor) | 150 |
| Cuadro 41 Plan de Respuesta a los Riesgos Negativos (Fuente: El Autor) | 151 |
| Cuadro 42 Plan de Respuesta a los Riesgos Positivos (Fuente: El Autor)..... | 154 |
| Cuadro 43 Condiciones Contractuales del Proyecto (Fuente: El Autor)..... | 162 |
| Cuadro 44 Plan de Adquisiciones del Proyecto (Fuente: El Autor)..... | 176 |
| Cuadro 45 Enunciado del Trabajo a Realizar en las Adquisiciones del Proyecto (Fuente: El Autor) | 187 |
| Cuadro 46 Criterios de Selección de Proveedores del Proyecto (Fuente: El Autor)..... | 199 |
| Cuadro 47 Evaluación de las características de los Actores Interesados en el proyecto (Fuente: El Autor)..... | 204 |
| Cuadro 48 Evaluación de las características de los Actores Interesados en el proyecto (Fuente: El Autor)..... | 205 |
| Cuadro 49 Interés de los Involucrados según Grupo de Procesos y Áreas del Conocimiento. (Fuente: El Autor)..... | 206 |
| Cuadro 50 Estrategias para mantener y controlar el interés de los Actores Involucrados de acuerdo con el Área del Conocimiento. (Fuente: El Autor)..... | 207 |

RESUMEN EJECUTIVO

En el año 2014 las directivas de las empresas Triple A ESP y Gracetales Ltda se reunieron con el subgerente de la empresa Paani SAS para tratar temas relacionado con la reducción de costos de operación y, su relación con la implementación de sistemas de autogeneración de electricidad mediante la aplicación de fuentes no convencionales de energía -FNCE-(solar, eólica, térmica, etc.). Tanto Triple A.ESP como Gracetales Ltda son empresas Colombianas localizadas en la ciudad de Barranquilla. La primera dedicada a la prestación de servicios de agua potable, alcantarillado y aseo y la segunda a la producción de aceites vegetales. En ambas industrias se presentaban excedentes de calor en algunos de sus procesos productivos, que debían ser mitigados a través de grandes y costosos sistemas de enfriamiento que requerían grandes cantidades de electricidad para su funcionamiento.

La empresa Paani SAS se especializa en brindar servicios de consultoría en los temas de ahorros en costos de operación y mantenimiento de las empresas, mediante la implementación de sistemas que funcionan con FNCE.

Con el propósito de aprovechar los excedentes de calor que se presentaban en los procesos productivos de las empresas Tripe A ESP y Gracetales Ltda, se vislumbró la posibilidad de utilizar un sistema que transformaría dicho exceso de calor en presión de vapor para impulsar una turbina, que a su vez, impulsaría un generador de electricidad, haciendo uso de tecnologías basadas en el ciclo orgánico de Rankine (ORC por su siglas en inglés). Ante la oportunidad que les ofrecían las nuevas tecnologías FNCE, las empresas Triple A.ESP y Gracetales.Ltda, decidieron iniciar sendos proyectos para implementarlas y con ello, autogenerar electricidad y sustituir los costosos sistemas de enfriamiento. No obstante lo anterior, era evidente que no existían precedentes de estos proyectos ni en Colombia, ni en Suramérica. Por lo tanto, ambas empresas le solicitaron a Paani.SAS que les suministrara una propuesta de plan de gestión para el proyecto de implementación del sistema de termogeneración de electricidad ORC, que les brindara una mayor visión del proyecto y la minimización de los riesgos que generaba la incertidumbre de no tener precedentes.

Con la firme decisión de aprovechar la oportunidad que se le presentaba, Paani.SAS se dio a la tarea de sincronizar varios aspectos relacionados con, la apertura y visión de futuro de las empresas solicitantes, el acceso a asesorías especializadas en administración de proyectos por parte de la Universidad para la Cooperación Internacional, el acceso a la información primaria y secundaria relacionada con la tecnología ORC y la fortaleza que recibiría el proyecto al desarrollar los planes de gestión siguiendo los postulados del Project Management Institute (PMI).

El objetivo general de este proyecto fue elaborar una propuesta de plan de gestión para el proyecto de implementación del sistema de termogeneración de

electricidad ORC con el propósito de aplicarlo en dos industrias que generen calor residual en sus procesos productivos y, sus objetivos específicos fueron desarrollar un plan de gestión del alcance para identificar las actividades necesarias de ejecución del proyecto, desarrollar un plan de gestión del tiempo para controlar las actividades del cronograma, desarrollar un plan de gestión de costos para determinar el presupuesto requerido por el proyecto, desarrollar un plan de gestión de la calidad para identificar el grado y el nivel de exigencia que ofrecerá el proyecto, desarrollar un plan de gestión de los recursos humanos para identificar los aportes y las limitaciones del personal que participará en el proyecto, desarrollar un plan de gestión de comunicación para identificar y propiciar el correcto uso de los canales de contacto y los documentos del proyecto, desarrollar un plan de gestión de riesgos para administrarlos de forma oportuna, desarrollar un plan de gestión de adquisiciones para identificar los flujos de los insumos que requiere el proyecto y los niveles de responsabilidad de las partes, desarrollar un plan de gestión de los interesados para determinar las necesidades de cada uno.

El resultado final de este trabajo fue la elaboración del plan de gestión del proyecto y sus planes subsidiarios, siguiendo los lineamientos postulados por el PMI en la Guía de los Fundamentos de la Administración de Proyectos (PMBOK por sus siglas en inglés) y los lineamientos de los métodos de investigación Inductivo-Deductivo y Analítico.

En la elaboración del plan de gestión del proyecto, se resaltó la importancia que tiene la Estructura Detallada del Trabajo y su diccionario de actividades, dado que brindan una idea clara y permiten comprender en su contexto, el alcance del proyecto, sus componentes y sus interrelaciones.

Igualmente, se pudo corroborar que las técnicas propuestas por el PMI son bastante acertadas para solucionar las dificultades que plantea la falta de información en proyectos similares.

Se determinó que es altamente recomendable que el Equipo del Proyecto esté atento a cualquier variación que se requiera realizar en el alcance del proyecto, para que sea debidamente analizada a través del sistema de control de cambios.

De otro lado, se encontró que es recomendable que el Director del Proyecto haga especial énfasis en el proceso de análisis de los involucrados, pues sus deseos, necesidades y expectativas se reflejan directamente en las especificaciones y requerimientos de las adquisiciones.

Finalmente, se evidenció que todo el aprendizaje obtenido en los cursos que componen el pensum de la Maestría en Administración de Proyectos de la UCI brindan conceptos amplios y suficientes para permitir el desarrollo profesional de un plan de gestión de proyectos.

1 INTRODUCCION

1.1. Antecedentes

La preocupación por el cambio climático y el calentamiento global han activado las alarmas mundiales por sus efectos de descongelamiento de los polos norte y sur del planeta, así como por las variaciones en las estaciones (inviernos y veranos con temperaturas extremas) que generan perjuicios en la salud de las personas y en la economía de los países.

La Organización de Naciones Unidas ha propuesto que todos los países del mundo trabajen mancomunadamente para mitigar los efectos que se generan en la atmósfera a causa de las prácticas de producción que utilizan combustibles fósiles como fuente energética. De esta forma, se han propuestos algunos objetivos para el milenio 2001-3000, dentro de los que se encuentra el tema de la producción de electricidad con fuentes no convencionales de energía, como las eólica, solar, geotérmica y otras que no requieren el uso de derivados del petróleo o del carbón.

Una de estas fuentes no convencionales de energía es el calor residual que generan las industrias en sus procesos productivos (el cual se considera un desperdicio energético) y se vierte a los acuíferos en forma de líquidos calientes o se emite a la atmósfera en forma de gases calientes, o simplemente, se transmite al ambiente a través de torres de enfriamiento y radiadores.

A principios del siglo XIX, el ingeniero y físico escocés William John Macquorn Rankine determinó la posibilidad de utilizar el calor residual de los procesos productivos para generar energía cinética por medio de turbinas de vapor.

El ciclo desarrollado por el señor Rankine ha sido implementado en muchos procesos de generación de energía eléctrica, utilizando el calor residual que emiten los motores de combustión interna (para impulsar generadores de

electricidad), constituyendo así, lo que se ha denominado: Ciclo combinado de generación de energía eléctrica (una turbina impulsada por un motor a combustión interna sumada a una turbina de vapor de agua).

Los avances en la biología molecular que se han alcanzado en el siglo XXI, han propiciado la creación de nuevos líquidos orgánicos que presentan características termodinámicas superiores a las del agua. Por lo tanto, se han diseñado actualmente sistemas de aprovechamiento del calor residual con líquidos orgánicos, dando origen a lo que se denomina ciclo orgánico de Rankine (ORC por sus siglas en inglés).

Las máquinas que utilizan en su diseño el ciclo orgánico de Rankine presentan eficiencias adicionales a las que utilizan el agua como líquido de trabajo, siendo sus tamaños y presiones internas mucho menores, reduciendo significativamente sus costos de construcción, operación y mantenimiento y, garantizando que no se vierten de líquidos calientes a los acuíferos, ni se emiten gases calientes a la atmósfera.

Actualmente en Europa existen industrias que utilizan generadores de energía eléctrica impulsados por turbinas de vapor, diseñadas con los principios del ciclo orgánico de Rankine. No obstante, en Latinoamérica aún no se tiene acceso a esta tecnología, debido entre otros aspectos, al desconocimiento de los avances en la biología molecular de los líquidos orgánicos y la inexistencia de prototipos de menor escala que permitan efectuar demostraciones de su aplicación y sus beneficios.

El investigador y biólogo molecular Colombiano, Carlos Germán Martínez Tarquino, radicado en Estados Unidos de América, desarrolló en el año 2012 (en su laboratorio de la ciudad de Road Island) un líquido orgánico cuyo vapor impulsa un turbina ORC conectada a un generador de 12 kW de potencia, con capacidad para generar 100.000 kWh por año.

Ante los éxitos conseguidos por el señor Martínez, dos empresas de la ciudad de Barranquilla (Colombia) han aceptado realizar sendas pruebas piloto en sus instalaciones, para observar el potencial de esta tecnología y, a su vez, recolectar la información necesaria, para diseñar y construir los equipos que les permitirán realizar el máximo aprovechamiento del calor residual que actualmente generan.

Una de ellas produce aceites vegetales con procesos que manejan temperaturas de 220°C con el propósito de mantener en estado líquido los aceites hasta su etapa final, en la cual deben disminuirle la temperatura hasta los 40°C. El proceso de enfriamiento requiere altos consumos de energía eléctrica que a su vez, representan altos costos para la empresa. Su interés en el proyecto radica en la posibilidad de reemplazar el proceso de enfriamiento actual por el proceso de generación de energía eléctrica a través del sistema de ciclo orgánico de Rankine, reduciendo totalmente los costos de la energía eléctrica usada en el proceso de enfriamiento y, a la vez generando electricidad (750 kW de potencia) para usarla en otros procesos, generando aún mayores ahorros financieros.

La otra empresa es una central termoeléctrica de 10 MW de potencia instalada, que emite gases a la atmósfera a 400°C. Su interés en el proyecto es generar otros 2 MW a través del sistema de ciclo orgánico de Rankine, el cual maneja menores costos de operación y mantenimiento, respecto de los tradicionales sistemas de ciclo combinado a vapor de agua.

1.2. Problemática.

Las dudas, temores y desconocimientos que deben enfrentar normalmente los patrocinadores de los proyectos, son mucho más arraigados cuando se trata con temas de innovación tecnológica aplicados a los sistemas productivos de sus industrias, toda vez que en este tipo de proyectos existe una gran incertidumbre frente a las probabilidades de éxito o de fracaso.

Aunque la tecnología que se pretende integrar a su empresa (mediante el proyecto) ya haya sido probada con éxito en Europa y exista literatura que soporte

los resultados, en el ambiente local aún no se cuenta con evidencias de éxito o de fracaso que les permita, a los patrocinadores, contar con una base firme de probabilidades que guíen sus potenciales decisiones.

No obstante lo anterior, existen en las industrias locales algunos pioneros con gran visión de futuro y bajos niveles de aversión al riesgo, que apuestan por el éxito de las nuevas tecnologías, siempre y cuando la planificación de los proyectos de innovación sea adecuadamente establecida y el nivel de incertidumbre pueda ser monitoreado y controlado con base en dicha planificación.

Estos postulados permiten inferir que la problemática (oportunidad) que se desea resolver (aprovechar) con el presente documento se enmarca dentro de las siguientes premisas:

- La apertura y visión de futuro que existe en dos empresas Colombianas dispuestas a realizar pruebas piloto de aplicación de los sistemas de generación de energía eléctrica basados en el ciclo orgánico de Rankine mediante las cuales aprovecharían el calor residual que se presenta en sus procesos productivos.
- La disposición de la Universidad para la Cooperación Internacional de dirigir un trabajo final de grado (para optar al título de Maestría) en el que se apliquen los conocimientos especializados en Administración de Proyectos.
- El acceso a información primaria y secundaria relacionada con la tecnología que permite generar energía eléctrica mediante los principios del ciclo orgánico de Rankine, aplicándola al caso de la prueba piloto que se realizaría en dos empresas Colombianas.
- La fortaleza que obtendría el proyecto al desarrollar la planificación de las pruebas piloto, haciendo uso de las directrices del Project Management Institute.

1.3. Justificación del problema

Contribuir a la mitigación de los efectos del calentamiento global es un deber de los habitantes del planeta, pues todos en mayor o menor medida hemos sido partícipes del uso de los combustibles fósiles y de sus emisiones a la atmósfera de gases efecto invernadero.

Uno de los aportes que se puede realizar está orientado a minimizar el uso de combustibles fósiles en el proceso de generación de energía eléctrica. En la medida en que las industrias autogeneren parte de la energía que requieren para la elaboración de sus productos, menor será la demanda que éstas realicen de electricidad termogenerada con motores de combustión interna (a base de gas natural, diesel, hulla, coke y otros combustibles derivados del petróleo y el carbón).

Las tecnologías que involucran en su proceso de generación de electricidad el ciclo orgánico de Rankine, hacen parte de los métodos de desarrollo limpio que utilizan fuentes no convencionales de energía y, que a la vez, contribuyen al cumplimiento de los objetivos del milenio que plantea la Organización de las Naciones Unidas.

Dado que en Colombia y en otros países de Latinoamérica no se cuenta con experiencias en el uso de generadores de electricidad que involucren los principios del ciclo orgánico de Rankine, las industrias que podrían beneficiarse de esta tecnología se han abstenido de implementarla por los temores que conllevan la incertidumbre y la inexperiencia en estos proyectos.

No obstante lo anterior, luego de varios meses de conversaciones y demostraciones teóricas con los ingenieros mecánicos y electricistas de dos empresas de la ciudad de Barranquilla en Colombia y, de explicarles los beneficios de los flujos de caja a sus profesionales del área financiera, los directivos de estas dos empresas han aceptado que se les presenten sendas propuestas con los

planes de implementación de los equipos demostrativos, que les evidenciarán y les probarán los beneficios teóricos prometidos.

Elaborar los planes de gestión que requiere el proyecto de implementación de los equipos demostrativos (siguiendo los procedimientos sugeridos por el Project Management Institute) brindará la confianza, la técnica y el respaldo que requieren los patrocinadores para tomar la decisión de aprobar la realización de este tipo de proyectos, lo cual a su vez, permitiría a sus empresas acceder a los siguientes beneficios:

- Grandes ahorros a las empresas en los presupuestos de consumo de energía eléctrica.
- Oportunidad a las empresas de acceder a beneficios tributarios.
- Protege el medio ambiente, al evitar que se efectúen emisiones de gases calientes a la atmósfera.
- Evita que las centrales térmicas impulsadas con combustibles fósiles tengan que generar toda la electricidad.

1.4. Objetivo general

Elaborar una propuesta de plan de gestión para el proyecto de implementación del sistema de termogeneración de electricidad ORC, con el propósito de aplicarlo en dos industrias que generen calor residual en sus procesos productivos.

1.5. Objetivos específicos.

- Desarrollar en un plazo de 4 meses, un plan de gestión del alcance de acuerdo con los lineamientos del PMI, para identificar los entregables, los paquetes de trabajo y las actividades necesarias para la ejecución del proyecto.

- Desarrollar en un plazo de 4 meses un plan de gestión del tiempo de acuerdo con los lineamientos del PMI, para construir un cronograma que sirva de guía para terminar el proyecto a tiempo
- Desarrollar en un plazo de 4 meses un plan de gestión de costos de acuerdo con los lineamientos del PMI, para determinar el presupuesto requerido que permita completar todas las actividades y los entregables del proyecto.
- Desarrollar en un plazo de 4 meses un plan de gestión de la calidad de acuerdo con los lineamientos del PMI, para identificar el grado, el nivel de exigencia y las tolerancias de las especificaciones tanto funcionales como de diseño, que se requerirán para la correcta ejecución de las actividades y los entregables del proyecto.
- Desarrollar en un plazo de 4 meses un plan de gestión de los recursos humanos de acuerdo con los lineamientos del PMI, para identificar los aportes, las jerarquías, las responsabilidades y las limitaciones del personal que participarán en el proyecto.
- Desarrollar en un plazo de 4 meses un plan de gestión de las comunicaciones de acuerdo con los lineamientos del PMI, para identificar y propiciar el correcto uso de los canales de contacto, su oficialidad y la forma de archivar los documentos del proyecto.
- Desarrollar en un plazo de 4 meses un plan de gestión de riesgos de acuerdo con los lineamientos del PMI, para administrarlos de forma oportuna (mitigándolos, transfiriéndolos o enfrentándolos) de tal manera que se garantice la viabilidad del proyecto .
- Desarrollar en un plazo de 4 meses un plan de gestión de adquisiciones de acuerdo con los lineamientos del PMI, para identificar los flujos de los insumos que requiere el proyecto, sus momentos y los niveles de responsabilidad de las partes (bien sean compradores o vendedores).

- Desarrollar en un plazo de 4 meses un plan de gestión de los interesados de acuerdo con los lineamientos del PMI, para determinar las necesidades de cada uno, conforme a sus niveles de poder, interés, influencia e importancia.

2 MARCO TEORICO

2.1 Marco institucional

2.1.1 Antecedentes de la Institución

La propuesta de plan de gestión para el proyecto de implementación del sistema de termogeneración de electricidad ORC involucra varias instituciones, dentro de lo que normalmente se denomina, “Cadena de Abastecimiento”: Clientes, Ejecutores y Proveedores.

Los clientes son las instituciones que recibirán el beneficio del proyecto y, que a la vez lo patrocinan. En este caso se trata de dos empresas Colombianas ubicadas en la ciudad de Barranquilla:

- Grasas y Aceites Vegetales, Sociedad Limitada (Gracetales LTDA), que fue constituida el 18 de noviembre de 1947 en la ciudad de Barranquilla (Colombia) y hoy en día cuenta con una planta de personal de 538 empleados. Posee las siguientes cifras financieras (en millones de pesos colombianos): Capital social: 1.600, ventas anuales: 260.000, activos totales: 160.000, utilidades netas: 20 500 y EBITDA: 11.500. (einforma, 2015)
- Sociedad de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Barranquilla Sociedad Anónima y Empresa de Servicios Públicos (Triple A B Q SA ESP), que fue constituida el 17 de julio de 1991 en la ciudad de Barranquilla (Colombia) y hoy en día cuenta con una planta de personal de 800 empleados. Posee las siguientes cifras financieras (en millones de pesos colombianos): Capital social: 73.500.000, ventas anuales: 400.000.000, activos totales: 470.000.000, utilidades netas: 26 000.000 y EBITDA: 56.500.000. (einforma, 2015)

El ejecutor es la institución que tiene el conocimiento en administración de proyectos. Para este caso se trata de una empresa Colombiana localizada en la ciudad de Medellín.

- Promotora de Asesorías Ambientales Nacionales e Internacionales Sociedad Anónima Simplificada (Paani.SAS), que fue constituida el 22 de febrero de 2011 en Colombia, en la ciudad de Medellín con un capital social de 100 millones de pesos colombianos y su objeto social está enfocado hacia la gestión de proyectos tanto financieros como sociales y ambientales. (Paani, 2015)

El proveedor es la institución que tiene el conocimiento en la tecnología de termogeneración de electricidad ORC, que en este caso es una empresa de Estados Unidos de América emplazada en la ciudad de Road Island.

- Thermal Generators Limited Liability Company (Termagen LLC), que fue constituida el 21 de septiembre de 2011 en Estados Unidos de América, en la ciudad de Road Island con un capital social de 50 mil dólares y su objeto social está enfocado hacia el desarrollo y la construcción de equipos de generación electricidad no convencionales. (Termagen, 2011)

El presente trabajo de grado se enfocará en el esfuerzo que deberá realizar la empresa que ejecutará el proyecto (Paani.SAS) para elaborar una propuesta de plan de gestión para el proyecto de implementación del sistema de termogeneración de electricidad ORC, en las empresas Gracetales LTDA, Triple A B Q SA ESP, con los equipos y los servicios de Termagen.LLC.

2.1.2 Misión y visión

Misión de Paani.sas: “Mejoramos la calidad de vida de las personas y contribuimos al desarrollo de las organizaciones proporcionando servicios

innovadores y sustentables en sectores estratégicos para Latinoamérica”. (Paani, 2011)

Visión de Paani.sas: “Al 2025 seremos reconocidos como la mejor empresa en la prestación sostenible de servicios de responsabilidad social, así como la de mayor innovación e investigación en temas operativos, ambientales y de energías limpias, en la que los clientes depositan su confianza y respaldo”. (Paani, 2011)

2.1.3 Estructura organizativa

La estructura organizativa de Paani está compuesta por un gerente y tres directores (Paani, 2011), como se muestra en la Figura 1.

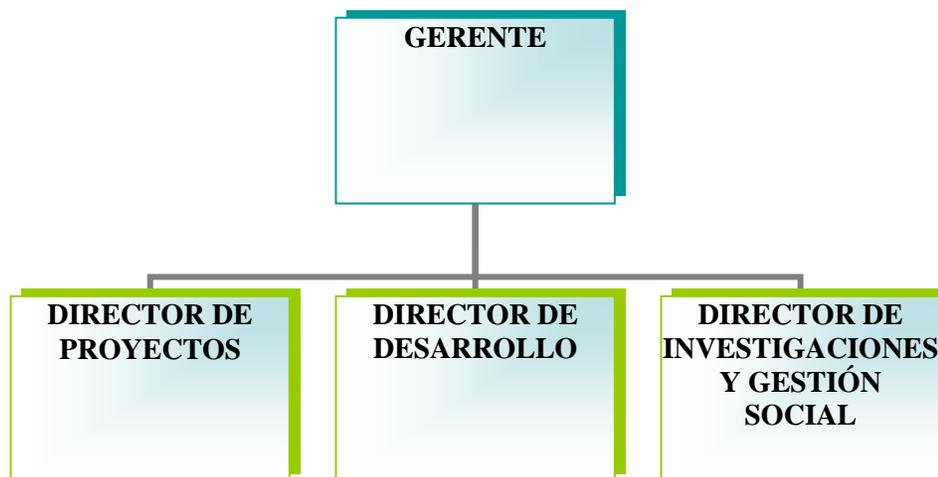


Figura 1 Estructura Organizativa (Paani, 2011)

La realización de la propuesta del plan de gestión del proyecto de implementación del sistema de termogeneración de electricidad ORC estará a cargo del Director de Proyectos de Paani (Carlos Mauricio Bernal R.) quien es el autor de este trabajo de grado y posteriormente estará a cargo de la ejecución de la prueba piloto que se llevará a cabo en las Gracetales LTDA y Tripe A BQ SA ESP.

2.1.4 Productos que ofrece

Paani ofrece un sistema de soluciones socio-ambientales orientadas con los principios de administración de proyectos del Project Management Institute, tanto para proyectos que involucran beneficios financieros como para proyectos que involucran beneficios sociales y ambientales. (Paani, 2011)

Dentro de su propuesta de valor Paani ofrece un portafolio de servicios que incluye entre otros, los siguientes:

- Gestión de proyectos estratégicos.
- Gestión de proyectos operacionales.
- Gestión de proyectos sociales.
- Gestión de proyectos ambientales.

2.2 Teoría de Administración de Proyectos

2.2.1 Proyecto

Teóricamente “un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único” (PMI, 2013). Para el caso de este trabajo de grado se cumple cabalmente esta máxima, dado que el plan de gestión del proyecto será aplicado como un evento único a cada una de las empresas (Gracetales LTDA y Triple A BQ SA ESP).

Igualmente, “debido a la naturaleza única de los proyectos, pueden existir incertidumbres o diferencias en los productos, servicios o resultados que el proyecto genera” (PMI, 2013), requiriéndose niveles de planificación mayores a las que se utilizarían en trabajos de rutina.

2.2.2 Administración de Proyectos

La incertidumbre que genera la implementación de una tecnología innovadora en una empresa tradicional, se ve amplificada y reforzada por las dudas, los temores y el desconocimiento que existen alrededor del éxito o el fracaso que se obtendrán al arriesgarse como pioneros.

Pasar de la incertidumbre al riesgo controlado y de éste a la certeza ha sido uno de los resultados que se obtienen con las investigaciones científicas. Por ello, desarrollar experimentos en ambientes controlados (pruebas piloto) siempre son bienvenidos por lo pioneros, con el fin de adquirir bases demostrativas, con las cuales puedan arriesgarse a tomar la decisión de escalar la innovación tecnológica al ambiente de producción. Al respecto, el Project Management Institute indica que “en un proyecto los riesgos y la incertidumbre son mayores en el inicio y van disminuyendo con el tiempo a medida que se van adoptando decisiones y aceptando entregables” (PMI, 2013).

2.2.3 Ciclo de vida de un proyecto

La implementación de una innovación tecnológica es un proyecto que se caracteriza por incluir varias fases en todo su ciclo de vida, comenzando por la fase de demostración (o prueba piloto) en la que se comprueban sus bondades, seguidas por las fases de escalamiento (diseños a la medida de las oportunidades), implementación a gran escala, puesta en marcha y cierre del proyecto.

Desde el punto de vista del Project Management Institute “el ciclo de vida de un proyecto es la serie de fases por las que atraviesa un proyecto desde su inicio hasta su cierre” (PMI, 2013).

Cada una de las fases por la que atraviesa un proyecto se enmarca dentro de un esquema característico que involucra las variables de tiempo, costo, dotación de personal, documentos de gestión y etapas secuenciales de agregación de valor. De acuerdo con el Project Management Institute, la estructura genérica del ciclo de vida de los proyectos está constituida por las siguientes etapas de agregación de valor: Inicio del proyecto, organización y preparación, ejecución del trabajo y cierre del proyecto (PMI, 2013).

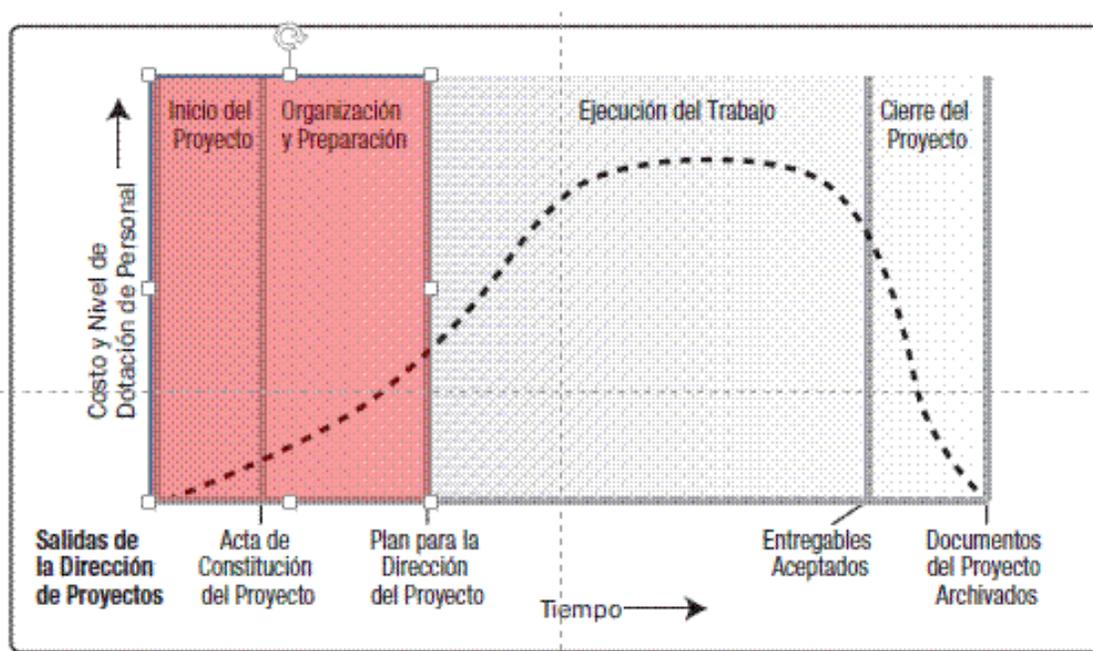


Figura 2. Niveles típicos de Costo y Dotación de Personal en una Estructura Genérica del Ciclo de Vida del Proyecto (PMI, 2013)

En el caso de la elaboración de una propuesta de plan de gestión para el proyecto de implementación del sistema de termogeneración de electricidad ORC, los ciclos de vida del proyecto se orientan totalmente hacia los planes de gestión (en lo que se ha denominado ciclos de vida predictivos) que se caracterizan porque su alcance, plazo y costo son determinados con la máxima anticipación posible. (PMI, 2013).

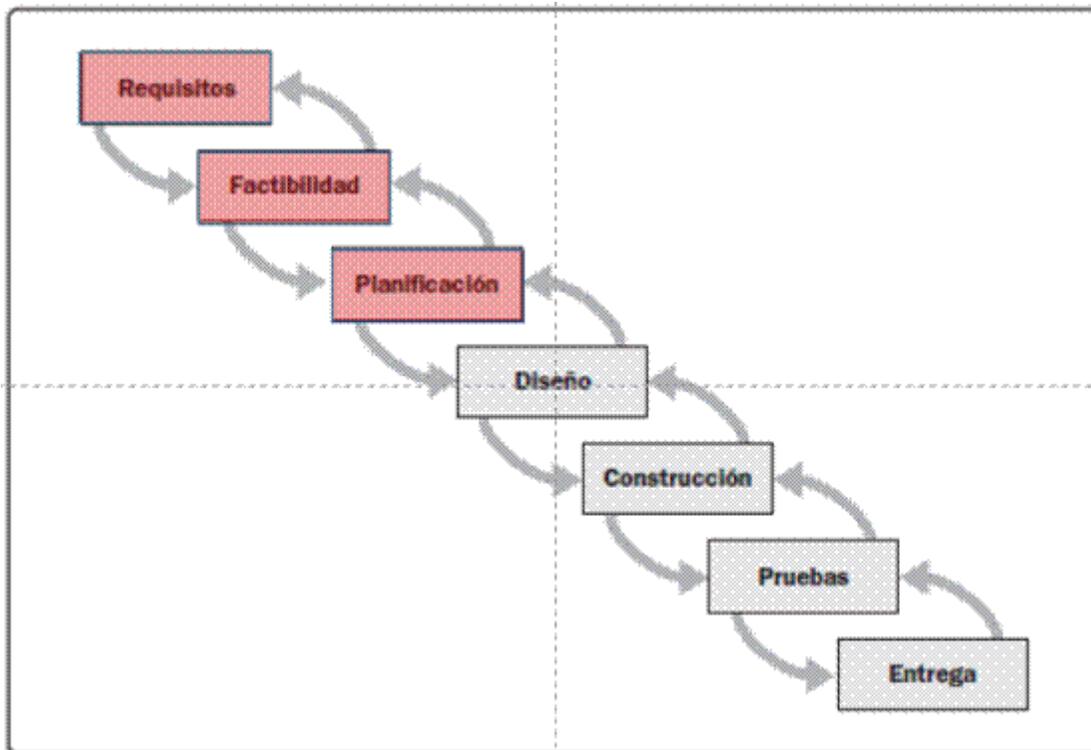


Figura 3. Ejemplo de Ciclo de Vida Predictivo (PMI, 2013)

En la Figura 3 se ilustra el encadenamiento que tendrán los hitos de la implementación de la tecnología de termogeneración ORC, en donde los requisitos y la factibilidad son la base para la elaboración de la planificación, que es el objeto del presente trabajo de grado.

En forma adicional a la identificación de la orientación del ciclo de vida del proyecto, es importante destacar la relación que existe entre el nivel de incertidumbre frente al éxito o el fracaso y los costos de realizar cambios, en función del avance en el plazo del proyecto. Con base en la experiencia que ha tenido el Project Management Institute, la incertidumbre es más alta en las etapas tempranas del proyecto (Iniciación) y se va reduciendo significativamente a medida que se avanza hacia la etapa de cierre del proyecto. En contraposición, los costos asociados a los cambios en el proyecto son bajos en las etapas iniciales del proyecto y aumentan significativamente al avanzar en el plazo del proyecto (PMI, 2013). En la Figura 4 se ilustra esta situación.

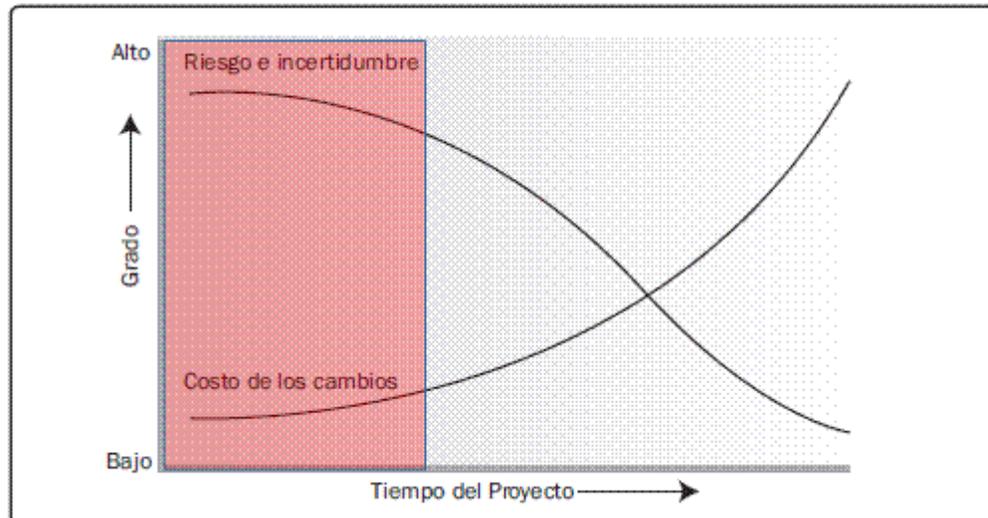


Figura 4. Impacto de la Variables en Función del Tiempo del Proyecto (PMI, 2013)

2.2.4 Procesos en la Administración de Proyectos

El Project Management Institute define un proceso como “un conjunto de acciones y actividades, relacionadas entre sí, que se realizan para crear un producto, resultado o servicios predefinido. Cada proceso se caracteriza por sus entradas, por las herramientas y técnicas que se pueden aplicar y por las salidas que se obtienen.” (PMI, 2013).

De igual manera la Guía del PMBOK propone que los procesos de la dirección de proyectos sean agrupados en cinco categorías conocidas como Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos (PMI, 2013):

- 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.

En la Figura 5 se ilustra la relación que existe entre los grupos de procesos.

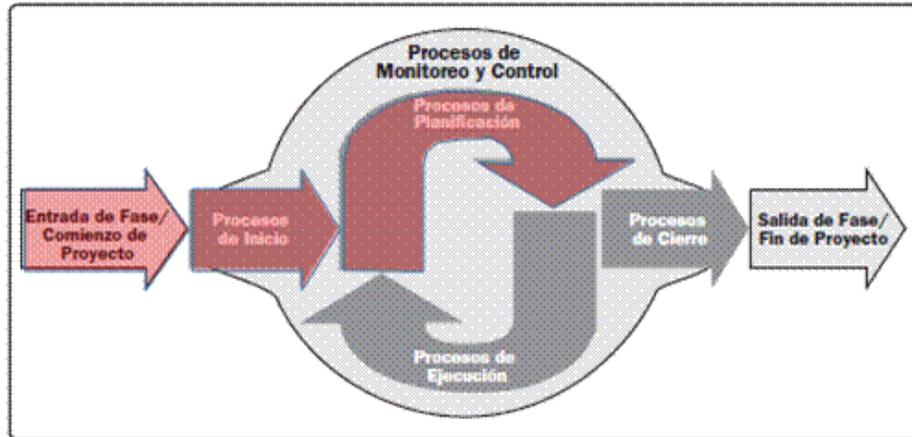


Figura 5. Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos (PMI, 2013)

A lo largo del tiempo, los grupos de procesos de la dirección de proyectos se superponen entre sí en una concurrencia integradora que retroalimenta y refuerza la calidad de los componentes del proyecto en un ciclo virtuoso. En la Figura 6 se ilustra esta situación, pudiéndose observar que el grupo de procesos de inicio tiene incidencia en el comienzo del plazo del proyecto, mientras que el grupo de procesos de planificación tiene incidencia en más del 80% del plazo del proyecto.

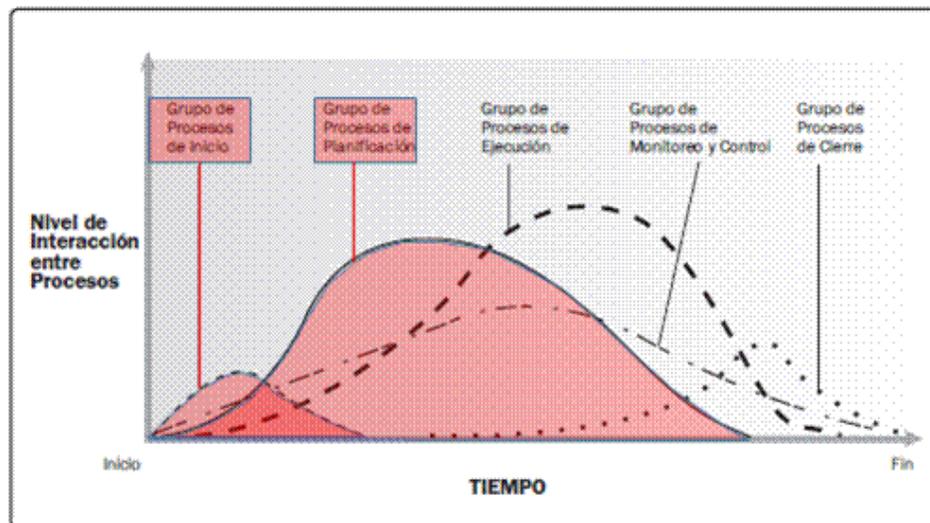


Figura 6. Los Grupos de Procesos Interactúan en un Fase o Proyecto (PMI, 2013)

2.2.5 Áreas del Conocimiento de la Administración de Proyectos

De acuerdo con el Project Management Institute los grupos de procesos se aplican a su vez en diez áreas del conocimiento, las cuales representan un conjunto completo de conceptos, términos, y actividades que conforman un ámbito profesional, un ámbito de la dirección de proyectos o un área de especialización. (PMI, 2013).

Las áreas del conocimiento son:

- **Gestión de la integración del proyecto:** En el contexto de la gestión de proyectos, la integración incluye características de unificación, consolidación, comunicación y acciones de integración que son cruciales para controlar la ejecución del proyecto hasta su terminación, gestionar exitosamente las expectativas de los interesados y, alcanzar los requerimientos. (PMI, 2013).
- **Gestión del alcance del proyecto:** Incluye los procesos requeridos para asegurar que el proyecto especifica todo el trabajo requerido y sólo el trabajo requerido para completar exitosamente el proyecto. (PMI, 2013).
- **Gestión del tiempo del proyecto:** Incluye los procesos requeridos para gestionar la oportuna culminación del proyecto. (PMI, 2013).
- **Gestión de los costos del proyecto:** Incluye los procesos relacionados con la planificación, estimación, presupuestación, financiación, fondeo, gestión y control de costos, de manera que el proyecto pueda ser completado con el presupuesto aprobado. (PMI, 2013).
- **Gestión de la calidad del proyecto:** Incluye los procesos y las actividades del desempeño de la organización que determinan las políticas de calidad, los objetivos y responsabilidades de manera que el proyecto satisfaga las necesidades por las cuales fue emprendido. (PMI, 2013).
- **Gestión de los recursos humanos del proyecto:** Incluye los procesos que organizan, manejan y lideran el equipo del proyecto. (PMI, 2013).

- Gestión de las comunicaciones del proyecto: Incluye los procesos que son requeridos para asegurar la oportuna y apropiada planificación, recolección, creación, distribución, almacenamiento, recuperación, gestión, control, monitoreo y la disposición final de la información del proyecto. (PMI, 2013).
- Gestión de los riesgos del proyecto: Incluye los procesos para realizar la gestión de la planificación del riesgo, su identificación, planes de respuesta y el control de los riesgos del proyecto. (PMI, 2013).
- Gestión de las adquisiciones del proyecto: Incluye los procesos necesarios para adquirir o comprar productos, servicios, o resultados adicionales al equipo del proyecto. (PMI, 2013).
- Gestión de los interesados del proyecto: Incluye los procesos requeridos para identificar las personas, grupos u organizaciones que pueden impactar o ser impactados por el proyecto, para analizar las expectativas de los interesados y sus impactos en el proyecto y para desarrollar adecuadamente las estrategias de gestión para apropiar efectivamente a los interesados en las decisiones y la ejecución del proyecto. (PMI, 2013).

2.3 Aspectos teóricos del sistema de termogeneración eléctrica ORC

2.3.1 Presentación del sistema de termogeneración eléctrica ORC .

Un sistema de generación de electricidad ORC, es una planta binaria, conformada por una turbina, impulsada por el vapor de un compuesto orgánico, cuyas características moleculares hacen que se requieran menores presiones y temperaturas para vaporizarlo y condensarlo sucesivamente, en lo que se conoce como el ciclo orgánico de Rankine. Este compuesto orgánico soluciona varios inconvenientes técnicos que se presentan en los actuales sistemas de generación de electricidad impulsados con vapor de agua, tales como las altas temperaturas y presiones, así como la corrosión por oxidación de los componentes metálicos, dado que no contiene oxígeno en su estructura molecular.

Los bajos costos de fabricación, operación y mantenimiento sumados a los ahorros en el consumo de energía eléctrica, a los incentivos tributarios (ofrecidos en Colombia por la ley 1715 de 2014), a los créditos ambientales (ofrecidos por los bancos) y, a los reembolsos que ofrece el gobierno Suizo, hacen que la inversión y los flujos de caja asociados al producto, generen beneficios por encima de los egresos.

El sistema de generación de electricidad ORC es amigable con el medio ambiente, pues no capta aguas de los acuíferos naturales, ni hace descargas de agua caliente a los ríos, ni emiten vapores a la atmósfera.

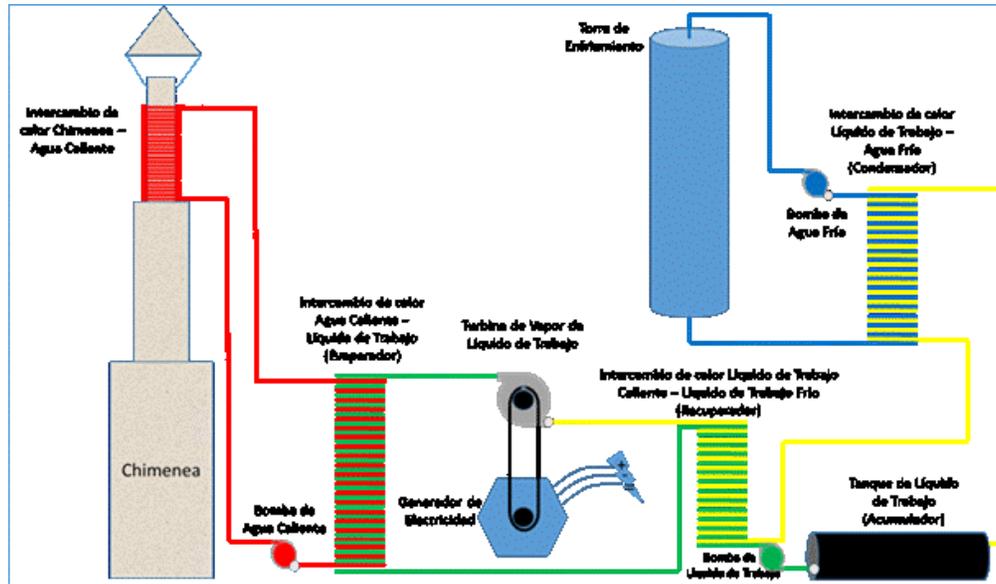


Figura 7. Esquema de Funcionamiento del Ciclo Orgánico de Rankine (Paani, 2011)

2.3.2 Propuesta de valor de la termogeneración de electricidad ORC

Aumentar los flujos de caja que reciben los dueños de las empresas, al autogenerar una parte (o la totalidad) de la energía eléctrica que se consume en la producción, así como en la venta de los excedentes (cuando se presenten), aprovechando el calor que se genera (y desperdicia) en los procesos operativos.

Satisfacer la necesidad del servicio de energía eléctrica, en forma autónoma, confiable y económica, en las zonas no interconectadas, mediante fuentes no convencionales de energía, tanto para industrias, como para comunidades, incluyendo aquellas en condiciones de pobreza extrema. (Paani, 2011)

2.3.3 Análisis del entorno de la termogeneración de electricidad ORC.

Las políticas de corto y mediano plazo de Colombia tienen varias metas para los años 2015 y 2020: Disminuir los índices de pobreza (NBI), invertir en equipamiento comunitario (agua potable, depuración de aguas residuales, escuelas, centros de salud), propiciar los modelos de desarrollo limpio y fomentar el uso de fuentes no convencionales de energía –FNCE- (solar, eólica, térmica, etc). Igualmente, Colombia tiene como meta para el año 2020, exportar energía eléctrica a Centro y Sur América, por lo que requiere modificar la matriz energética, dando una participación a las FNCE de 3,5% al 2015 y de 6,5% al 2020 en el sistema interconectado, y de 20% al 2015 y de 30% al 2020 en las zonas no interconectadas. De otro lado, como las emisiones de calor contribuyen al calentamiento global, los protocolos de Montreal, Kyoto, Rio de Janeiro y otros, han propuesto minimizar dichas emisiones para evitar que la situación empeore.

Para disminuir la utilización de termoeléctricas y sus emisiones de calor y gases de efecto invernadero, muchos países han adoptado normas para promover el uso de FNCE y las tecnologías que las transformen en energía eléctrica. No obstante, los sistemas de plantas binarias con ciclo orgánico de Rankine son altamente eficientes (frente al ambiente) y, actualmente en Colombia no han sido implementados, dado el desconocimiento que existe frente al uso de líquidos de trabajo orgánicos. (Paani, 2011)

2.3.4 Experiencias existentes en termogeneración de electricidad ORC

En Estados Unidos existen 3 competidores directos: General Electric, Capstone y Ormat. En Europa hay algunas empresas que no pasan de 4, lideradas por Triogen, Turboden. Como sustitutos se encuentran los paneles solares y las turbinas eólicas que son los más conocidos y explotadas comercialmente. Lo que nos hace diferentes frente a los demás, es la generación de electricidad con plantas binarias, mediante el ciclo orgánico de Rankine, la turbina de vapor que usamos y la utilización de un líquido orgánico que impulsa la turbina a vapor y simultáneamente la lubrica, evitando el desgaste, la corrosión y la oxidación. (Paani, 2011)

2.3.5 Riesgos de la termogeneración de electricidad ORC

Los principales riesgos del proyecto están relacionados con la parte técnica, los factores externos, el gobierno corporativo y la dirección de los proyectos. Los mayores impactos se podrían presentar en las interfaces con los sistemas existentes en las industrias, los subcontratistas y la financiación (Paani, 2011).

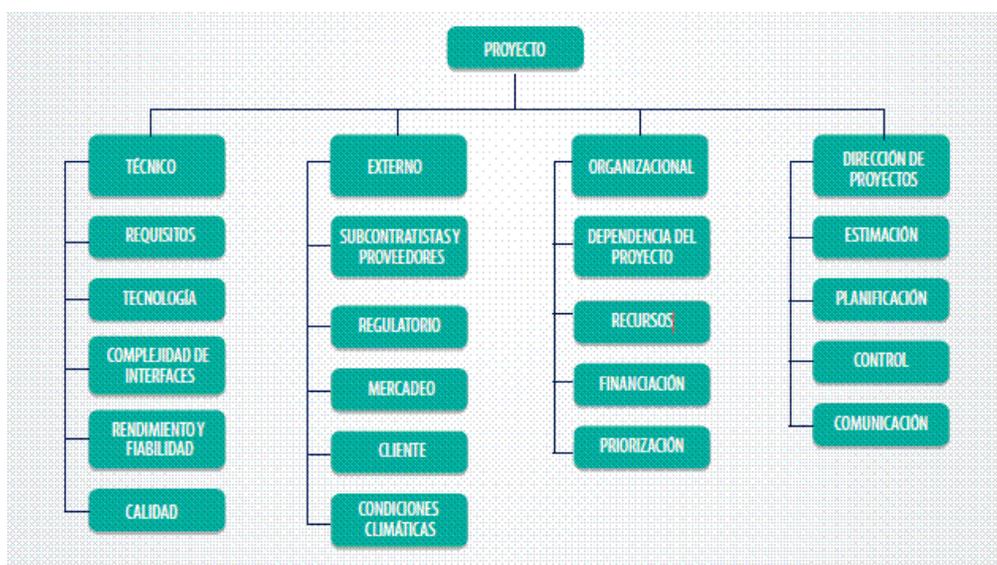


Figura 8. Riesgos de la Termogeneración de Electricidad ORC (Paani, 2011)

3 MARCO METODOLOGICO

3.1 Fuentes de información

3.1.1 Fuentes Primarias

Se refieren a aquellos portadores originales de la información que no han retransmitido o grabado en cualquier medio o documento la información de interés. Esta información de fuentes primarias la tiene la población misma. Para extraer los datos de esta fuente se utiliza el método de encuesta, de entrevista, experimental o por observación (Eyssautier, 2002 citado en UCI, 2013)

En el proyecto se utilizarán las siguientes fuentes primarias:

- Entrevistas con personal:
 - Operativo de las empresas
 - Directivo de las empresas
 - Investigador de las universidades
 - Gestores de las entidades financieras
 - Gestores de los beneficios tributarios del Estado

3.1.2 Fuentes Secundarias

Se refieren a todos aquellos portadores de datos e información que han sido previamente retransmitidos o grabados en cualquier documento, y que utilizan el medio que sea. Esta información se encuentra a disposición de todo investigador que la necesite (Eyssautier, 2002 citado en UCI, 2013).

En el proyecto se utilizarán las siguientes fuentes secundarias:

- Libros
- Revistas
- Internet
- Tesis de grado
- Videos
- Fotografías
- Leyes
- Patentes

El resumen de las fuentes de información que se utilizarán en este proyecto se presenta en el Cuadro 1:

Cuadro 1 Fuentes de Información Utilizadas (Fuente: El Autor)

| Objetivos | Fuentes de información | |
|--|---|--|
| | Primarias | Secundarias |
| Desarrollar un plan de gestión del alcance para identificar las actividades necesarias de ejecución del proyecto | Entrevistas con personal operativo y directivos de: <ul style="list-style-type: none"> • Gracetales Ltda • Triple A BQ SA ESP • Paani.SAS • Termagen LLC • Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) • Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) • Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN) | (Grasas y Aceites Vegetales, Sociedad Limitada, 2014). (Sociedad de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Barranquilla Sociedad Anónima y Empresa de Servicios Públicos, 2014). (Colombia. Diario Oficial, 2014). (Colombia. Comisión Reguladora de Energía y Gas, 2015) (PMI, 2013). (Paani, 2011). (Termagen, 2011). |
| Desarrollar un plan de gestión del tiempo para controlar las actividades del cronograma | Entrevistas con personal operativo y directivos de: <ul style="list-style-type: none"> • Gracetales Ltda • Triple A BQ SA ESP • Paani.SAS | (Colombia. Diario Oficial, 2014). (Colombia. Comisión Reguladora de Energía y Gas, 2015) (PMI, 2013). |

| Objetivos | Fuentes de información | |
|---|---|--|
| | Primarias | Secundarias |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Termagen LLC • Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) • Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) • Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN) | (Paani, 2011). (Termagen, 2011). (hbr, 2011) (Colmenar, Castro, Cruz, & Ruiz, 2011) |
| Desarrollar un plan de gestión de costos para determinar el presupuesto requerido por el proyecto. | Entrevistas con personal operativo y directivos de: <ul style="list-style-type: none"> • Gracetales Ltda • Triple A BQ SA ESP • Paani.SAS • Termagen LLC • Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) • Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) • Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN) | (PMI, 2013) |
| Desarrollar un plan de gestión de la calidad para identificar el grado y el nivel de exigencia que ofrecerá el proyecto | Entrevistas con personal operativo y directivos de: <ul style="list-style-type: none"> • Gracetales Ltda • Triple A BQ SA ESP • Paani.SAS • Termagen LLC • Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) • Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) • Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN) | (PMI, 2013) (LLedó, 2013) (Johnson, 2013) |
| Desarrollar un plan de gestión de los recursos | Entrevistas con personal operativo y directivos de: <ul style="list-style-type: none"> • Gracetales Ltda | (PMI, 2013) (De Bono, 2010) (Medina, 2010) (Lorente, 2009) |

| Objetivos | Fuentes de información | |
|---|--|---|
| | Primarias | Secundarias |
| humanos para identificar los aportes y las limitaciones del personal que participarán en el proyecto. | <ul style="list-style-type: none"> • Triple A BQ SA ESP • Paani.SAS • Termagen LLC • Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) • Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) • Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN) | (Mnookin, 2010) |
| Desarrollar un plan de gestión de comunicación para identificar y propiciar el correcto uso de los canales de contacto y los documentos del proyecto. | <p>Entrevistas con personal operativo y directivos de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gracetales Ltda • Triple A BQ SA ESP • Paani.SAS • Termagen LLC • Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) • Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) • Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN) | (Blanchard & O'Connor, 1997) (De Bono, 2010) (Johnson, 2013) (Lorente, 2009) (Mnookin, 2010) (Morgan, 1998) (PMI, 2013) |
| Desarrollar un plan de gestión de riesgos para administrarlos de forma oportuna. | <p>Entrevistas con personal operativo y directivos de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gracetales Ltda • Triple A BQ SA ESP • Paani.SAS • Termagen LLC • Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) • Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) • Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN) | (PMI, 2013) (Mnookin, 2010) (Lledó, 2013) (Johnson, 2013) |
| Desarrollar un plan de | Entrevistas con personal | (Colmenar, Castro, Cruz, & Ruiz, 2011) |

| Objetivos | Fuentes de información | |
|--|---|--|
| | Primarias | Secundarias |
| gestión de adquisiciones para identificar los flujos de los insumos que requiere el proyecto y los niveles de responsabilidad de las partes. | operativo y directivos de: <ul style="list-style-type: none"> • Gracetales Ltda • Triple A BQ SA ESP • Paani.SAS • Termagen LLC • Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) • Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) • Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN) | (Johnson, 2013) (LLedó, 2013) (Macbeth, Williams, Humby, & James, 2012) (Lindstrom, 2014) |
| Desarrollar un plan de gestión de los interesados para determinar las necesidades de cada uno | Entrevistas con personal operativo y directivos de: <ul style="list-style-type: none"> • Gracetales Ltda • Triple A BQ SA ESP • Paani.SAS • Termagen LLC • Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) • Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) • Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN) | (De Bono, 2010) (Greene & Elffers, 1998) (Johnson, 2013) (Key, 2009) (LLedó, 2013) (Medina, 2010) (Mnookin, 2010) (PMI, 2013) (PMI, 2015) (Tzu, 2010) |

3.2 Métodos de Investigación

Los métodos de investigación son procedimientos ordenados que se siguen para establecer el significado de los hechos y fenómenos hacia los que se dirige el interés para encontrar, demostrar, refutar, descubrir y aportar al conocimiento. Existen muchas versiones de métodos, y en general implican procesos de análisis, síntesis, inducción y deducción. (UCI, 2013).

3.2.1 Método Inductivo-Deductivo

El método de investigación Inductivo-Deductivo, es aquel que se compone de una primera etapa que se caracteriza por la inducción de principios explicativos a partir de los fenómenos observados y luego, de una segunda etapa en la que, sobre estos principios se construyen enunciados que los contengan y se refieran a los fenómenos. Por lo tanto, en la primera parte del proceso se construye el cuerpo teórico que explique (a través de principios elementales) los fenómenos observados y, la segunda parte en la que se deducen leyes generales para los fenómenos observados. (filotecnologa, s.f.).

3.2.2 Método Analítico

El método analítico es aquel método de investigación que consiste en la desmembración de un todo, descomponiéndolo en sus partes o elementos para observar las causas, la naturaleza y los efectos. El análisis es la observación y el examen de un hecho en particular. Es necesario conocer la naturaleza del fenómeno y objeto que se estudia para comprender su esencia. Este método permite conocer más del objeto de estudio, con lo cual se puede: explicar, hacer analogías, comprender mejor su comportamiento y establecer nuevas teorías. (Ramón Luis Limón, s.f.)

En el cuadro N° 2 se puede apreciar los métodos de investigación que se van a emplear para el desarrollo de los objetivos definidos para este proyecto.

Cuadro 2 Métodos de Investigación Utilizados (Fuente: El Autor)

| Objetivos | Métodos de investigación | | |
|--|--|--|--|
| | Método Analítico | Método Inductivo-deductivo | |
| Desarrollar un plan de gestión del alcance para identificar las actividades necesarias de ejecución del proyecto | Se realizará la desagregación del alcance en sus partes constituyentes para diagramar estructuras jerárquicas que detallen sistemáticamente los trabajos que requiere el proyecto. | Se analizarán los planes que utilizan en la empresa para hacer la gestión del alcance de los proyectos y luego, se analizará las recomendaciones del PMI, con el fin de incorporarlas a los procesos de gestión de la empresa. | |
| Desarrollar un plan de gestión del tiempo para controlar las actividades del cronograma | De acuerdo con las circunstancias en las que se encuentran las empresas, se analizan las características de modo, tiempo y lugar de los planes de gestión del tiempo que se hayan realizado previamente. | Con base en las recomendaciones del PMBOK, se revisarán los principios que gobiernan los planes de gestión del tiempo recomendados por el PMI y la forma en que se aplicarán al proyecto. | |
| Desarrollar un plan de gestión de costos para determinar el presupuesto requerido por el proyecto. | Se analizarán las necesidades de presupuestos y costos del proyecto y los métodos y herramientas que usa la empresa para valorar las actividades de los proyectos. | Se analizarán los métodos de costos y presupuestos recomendados por el PMI para definir los planes de gestión de costos y la adaptación de los métodos de la empresa a las recomendaciones del PMI. | |
| Desarrollar un plan de gestión de la calidad para identificar el grado y el nivel de exigencia que | Los planes de gestión de la calidad que posee la empresa serán analizados para conocer los métodos y | Los conceptos de calidad propuestos por el PMI serán analizados para determinar su adaptación a las necesidades de | |

| Objetivos | Métodos de investigación | | |
|---|--|--|--|
| | Método Analítico | Método Inductivo-deductivo | |
| ofrecerá el proyecto. | herramientas que utilizan, así como la profundidad y los resultados que generan. | calidad de los proyectos de la empresa. | |
| Desarrollar un plan de gestión de los recursos humanos para identificar los aportes y las limitaciones del personal que participarán en el proyecto. | Se realizará un análisis de las necesidades, deseos y expectativas de los recursos humanos de la empresa, con el fin de determinar el clima laboral en el que se desarrollará el proyecto | Teniendo presente las directrices del PMI, se vislumbrará la forma de adaptar los principios y las mejores prácticas que gobiernan los planes de gestión de los recursos humanos y la forma en que se aplicarán al proyecto. | |
| Desarrollar un plan de gestión de comunicación para identificar y propiciar el correcto uso de los canales de contacto y los documentos del proyecto. | El sistema de comunicaciones de la empresa será analizado para conocer los canales de comunicación que utiliza en el desarrollo de los proyectos, los documentos que se generan la forma de disponerlos y su distribución. | Las mejores prácticas comunicacionales propuestas por el PMI serán estudiadas para proponerlas como fundamento de los planes de gestión de las comunicaciones de los proyectos de la empresa. | |
| Desarrollar un plan de gestión de riesgos para administrarlos de forma oportuna. | Se analizará el sistema de identificación y gestión de riesgos que utiliza la empresa para la gestión de los riesgos en los proyectos | Se analizarán los procesos que propone el PMBOK para la gestión de riesgos en los proyectos y se determinará la forma de apropiarlos a las necesidades de gestión de riesgos de los proyectos de la empresa. | |
| Desarrollar un plan de gestión de adquisiciones para identificar los flujos de los insumos que | Se realizará el análisis de los sistemas de gestión de adquisiciones de la empresa con el fin de conocer sus detalles y fortalezas | Teniendo presente las recomendaciones del PMBOK en el tema de los planes de gestión de las adquisiciones se | |

| Objetivos | Métodos de investigación | | |
|---|---|---|--|
| | Método Analítico | Método Inductivo-deductivo | |
| requiere el proyecto y los niveles de responsabilidad de las partes. | más relevantes y aplicables a la gestión de los proyectos de la empresa. | analizará la forma de adaptarlas a las necesidades de los proyectos de la empresa. | |
| Desarrollar un plan de gestión de los interesados para determinar las necesidades de cada uno | Se realizará un análisis de las necesidades, deseos y expectativas de los interesados del proyecto, con el fin de determinar los intereses, conveniencias, niveles de importancia e influencia que presentan frente al proyecto | Con base en las recomendaciones del PMBOK, se analizan deductivamente los principios que gobiernan los planes de gestión de los interesados y la forma en que se aplicarán al proyecto. | |

3.3 Herramientas.

Según el PMI, una herramienta es algo tangible, como una platilla o un programa de software, utilizado al realizar una actividad para producir un producto o resultado. (PMI, 2013).

En el tema de los planes de gestión de proyectos, el PMI define las herramientas de planificación como aquellas que proporcionan nombres de componentes del cronograma, definiciones, relaciones estructurales y formatos que sustentan la aplicación de un método de planificación. (PMI, 2013).

En el cuadro N° 3 se definen las herramientas a utilizar para cada objetivo propuesto.

Cuadro 3 Herramientas Utilizadas (Fuente: El Autor)

| Objetivos | Herramientas |
|---|---|
| Desarrollar un plan de gestión del alcance para identificar las actividades necesarias de ejecución del proyecto. | Juicio de expertos Reuniones |
| Desarrollar un plan de gestión del tiempo para controlar las actividades del cronograma. | Juicio de expertos Técnicas analíticas Reuniones |
| Desarrollar un plan de gestión de costos para determinar el presupuesto requerido por el proyecto. | Juicio de expertos Técnicas analíticas Reuniones |
| Desarrollar un plan de gestión de la calidad para identificar el grado y el nivel de exigencia que ofrecerá el proyecto. | Análisis de costo-beneficio. Costo de la calidad. Diagramas de causa y efecto. Diagramas de flujo. Listas de verificación. Diagramas de Pareto. Histogramas. Cuadros de control. Diagramas de dispersión. Benchmarking. Diseño de experimentos. Muestreos estadísticos. Lluvia de ideas. Análisis de campo de fuerzas. Reuniones. |
| Desarrollar un plan de gestión de los recursos humanos para identificar los aportes y las limitaciones del personal que participarán en el proyecto. | Cuadros de jerarquías. Matriz de responsabilidades. Descripción de roles. Redes de interacción. Teorías organizacionales. Reuniones. |
| Desarrollar un plan de gestión de comunicación para identificar y propiciar el correcto uso de los canales de contacto y los documentos del proyecto. | Análisis de requerimientos de comunicación. Tecnologías de comunicación. Modelos de comunicación. Métodos de comunicación. Reuniones. |

| | |
|---|--|
| Desarrollar un plan de gestión de riesgos para administrarlos de forma oportuna. | Técnicas analíticas. Juicio de expertos. Reuniones. |
| Desarrollar un plan de gestión de adquisiciones para identificar los flujos de los insumos que requiere el proyecto y los niveles de responsabilidad de las partes. | Análisis de hacer o comprar. Juicio de expertos. Investigación de mercado. Reuniones. |
| Desarrollar un plan de gestión de los interesados para determinar las necesidades de cada uno. | Juicio de expertos. Reuniones. Técnicas analíticas. |

3.4 Supuestos y Restricciones.

Los Supuestos y Restricciones y su relación con los objetivos del proyecto final de graduación se ilustran en el cuadro 4, a continuación.

Cuadro 4 Supuestos y Restricciones (Fuente: El Autor)

| Objetivos | Supuestos | Restricciones |
|--|--|--|
| Desarrollar un plan de gestión del alcance para identificar las actividades necesarias de ejecución del proyecto. | La calidad de la información existente es adecuada y suficiente para poder realizar los planes del proyecto. | Es la primera vez que este tipo de proyectos se realizará en Colombia a escala industrial. |
| Desarrollar un plan de gestión del tiempo para controlar las actividades del cronograma. | El plazo propuesto para realizar el proyecto permitirá alcanzar los resultados esperados | El plazo para finalizar el proyecto termina el 30 de junio de 2015 |
| Desarrollar un plan de gestión de costos para determinar el presupuesto requerido por el proyecto. | La calidad de la información existente es adecuada y suficiente para poder realizar los planes del proyecto. | Se deben cumplir todos los requisitos documentales exigidos por las entidades financieras. |
| Desarrollar un plan de gestión de la calidad para identificar el grado y el nivel de exigencia que ofrecerá el proyecto. | La calidad de la información existente es adecuada y suficiente para poder realizar los planes del | Es la primera vez que este tipo de proyectos se realizará en Colombia a escala industrial. |

| Objetivos | Supuestos | Restricciones |
|---|--|---|
| Desarrollar un plan de gestión de los recursos humanos para identificar los aportes y las limitaciones del personal que participarán en el proyecto. | El personal de las empresas involucradas dispondrá de tiempo suficiente para hacer sus aportes al proyecto. | El plazo para finalizar el proyecto termina el 30 de junio de 2015. |
| Desarrollar un plan de gestión de comunicación para identificar y propiciar el correcto uso de los canales de contacto y los documentos del proyecto. | La calidad de la información existente es adecuada y suficiente para poder realizar los planes del proyecto. | Se deben cumplir todos los requisitos documentales exigidos por el Estado Colombiano en la ley 1715 de 2014. Se deben cumplir todos los requisitos documentales exigidos por las entidades financieras. |
| Desarrollar un plan de gestión de riesgos para administrarlos de forma oportuna. | La calidad de la información existente es adecuada y suficiente para poder realizar los planes del proyecto. | Es la primera vez que este tipo de proyectos se realizará en Colombia a escala industrial. |
| Desarrollar un plan de gestión de adquisiciones para identificar los flujos de los insumos que requiere el proyecto y los niveles de responsabilidad de las partes. | La calidad de la información existente es adecuada y suficiente para poder realizar los planes del proyecto. | Es la primera vez que este tipo de proyectos se realizará en Colombia a escala industrial. |
| Desarrollar un plan de gestión de los interesados para determinar las necesidades de cada uno. | El personal de las empresas involucradas dispondrá de tiempo suficiente para hacer sus aportes al proyecto. | Es la primera vez que este tipo de proyectos se realizará en Colombia a escala industrial. |

3.5 Entregables.

De acuerdo con el PMBOK, un entregable es cualquier producto, resultado o capacidad de prestar un servicio único y verificable que debe producirse para terminar un proceso, una fase o un proyecto. (PMI, 2013).

En el cuadro N° 4 se definen los entregables para cada objetivo propuesto.

Cuadro 5 Entregables (Fuente: El Autor)

| Objetivos | Entregables |
|---|--|
| Desarrollar un plan de gestión del alcance para identificar las actividades necesarias de ejecución del proyecto. | Documentos con: <ul style="list-style-type: none"> • El plan de gestión del alcance. • El Plan de gestión de requerimientos. • Definición del alcance • Elaboración de EDT |
| Desarrollar un plan de gestión del tiempo para controlar las actividades del cronograma. | Documento con: <ul style="list-style-type: none"> • El plan de gestión del cronograma. • Listado de actividades. • Secuencia de las actividades. • Recursos de las actividades. • Duración de las actividades. • El cronograma |
| Desarrollar un plan de gestión de costos para determinar el presupuesto requerido por el proyecto. | Documento con: <ul style="list-style-type: none"> • El plan de gestión de costos. • Estimación de los costos. • El presupuesto |
| Desarrollar un plan de gestión de la calidad para identificar el grado y el nivel de exigencia que ofrecerá el proyecto. | Documentos con: <ul style="list-style-type: none"> • El plan de gestión de la calidad. • El plan de mejoramiento de procesos. • Métricas de calidad. • Listas de verificación de la calidad. |
| Desarrollar un plan de gestión de los recursos humanos para identificar los aportes y las limitaciones del personal que participarán en el proyecto. | Documento con: <ul style="list-style-type: none"> • El plan de gestión de los recursos humanos. |
| Desarrollar un plan de gestión de comunicación para identificar y propiciar el correcto uso de los canales de contacto y los documentos del proyecto. | Documento con: <ul style="list-style-type: none"> • El plan de gestión de las comunicaciones. |
| Desarrollar un plan de gestión de riesgos para administrarlos de forma oportuna. | Documento con: <ul style="list-style-type: none"> • El plan de gestión de Riesgos. • Identificación de los riesgos. • Análisis cualitativo. • Análisis cuantitativo. • Respuesta a los riesgos. |

| Objetivos | Entregables |
|---|--|
| Desarrollar un plan de gestión de adquisiciones para identificar los flujos de los insumos que requiere el proyecto y los niveles de responsabilidad de las partes. | Documentos con: <ul style="list-style-type: none">• El plan de gestión de adquisiciones• Enunciado del trabajo relativo a adquisiciones.• Requisitos de las adquisiciones.• Criterios de selección de proveedores.• Decisiones de hacer o comprar. |
| Desarrollar un plan de gestión de los interesados para determinar las necesidades de cada uno. | Documento con: <ul style="list-style-type: none">• El plan de gestión de interesados. |

4 DESARROLLO

4.1 Gestión del Alcance

4.1.1 Plan de gestión del alcance

Ayuda a reducir el riesgo de deformación del alcance del proyecto. (PMI, 2013).

4.1.1.1 Proceso para elaborar el enunciado del alcance del proyecto

La elaboración del enunciado detallado del alcance requerirá los siguientes procedimientos:

- Realizar visitas y reuniones con el Cliente, enfocadas hacia la determinación de los niveles de sensibilización que poseen las personas involucradas en los procesos productivos, energéticos y financieros de su empresa y la visión que tienen frente a las mejoras que propone el proyecto, así como los supuestos y las restricciones que las rodean.
- Analizar las condiciones del Cliente en lo que respecta a su producción, consumo de energía eléctrica, niveles de financiación, generación de flujos de caja y otros factores medioambientales, con el propósito de elaborar propuestas alternativas que ilustren los escenarios de la empresa con el proyecto y sin el proyecto.
- Seleccionar con el Cliente la alternativa que más favorezca sus intereses y que satisfaga todas sus expectativas, necesidades y deseos.
- Redactar el texto del enunciado detallado del alcance para la alternativa que el Cliente haya seleccionado como la más favorable, teniendo presente todos los aspectos que deben quedar incluidos así como los que deben quedar excluidos.
- Obtener la aprobación formal por parte del Cliente, respecto a la redacción del texto que contiene el enunciado detallado del alcance del proyecto.

4.1.1.2 Proceso para controlar cómo se gestionan las solicitudes de cambio relativas al enunciado del alcance detallado del proyecto

Durante la ejecución del proyecto se pueden presentar cambios en los aspectos más relevantes del alcance del proyecto tales como las expectativas, deseos y necesidades del Cliente, al igual que en los supuestos, las restricciones y las exclusiones. Por lo tanto, las solicitudes de cambios en el enunciado del alcance detallado se realizarán de acuerdo con los siguientes procedimientos (Véanse anexos 4, 5 y 6 al final del documento):

- Analizar la situación que sugiere que se realice una modificación en el enunciado oficial aprobado.
- En el caso en que el análisis de la situación indique que se deba proceder con la modificación, generar un requerimiento de cambios al enunciado detallado.
- Enviar el requerimiento de cambio al comité de control de cambios para que realice el análisis respectivo.
- De acuerdo con las conclusiones emitidas por el comité de control de cambios, se acogerá la aprobación de los cambios o se archivará la solicitud rechazada.
- En el caso en que se deban realizar cambios al enunciado detallado, se efectuarán y se citará a una reunión con los Patrocinadores para presentarles el nuevo enunciado detallado y la nueva EDT y obtener su aprobación formal.
- El nuevo enunciado detallado y la nueva EDT aprobada por los Patrocinadores deben ser distribuida a todos los interesados, junto con las explicaciones respectivas de las razones que justifican la realización de dichos ajustes.

4.1.1.3 Proceso que permite la creación de la EDT/WBS a partir del enunciado detallado del alcance del proyecto

La creación de la Estructura Detallada del Trabajo (EDT) requerirá los siguientes procedimientos:

- Analizar el enunciado detallado del alcance para determinar los productos que el Cliente espera recibir al finalizar el proyecto.
- Concretar con el Cliente los productos más relevantes del proyecto, de tal manera que se pueda definir el primer nivel de la EDT. Ejemplo: Planos de diseño, adaptaciones de planta de producción, montaje de prototipo, gestión del proyecto, etc.
- Efectuar reuniones con expertos en cada uno de los productos que se acordaron con el Cliente como primer nivel de la EDT, para determinar las partes en las que estos se pueden desagregar y, de esta forma, definir el segundo nivel de la EDT.
- Elaborar frases cortas y concretas que resuman la esencia de las partes que conforman el segundo nivel de la EDT, con el fin usarlas como nombres para los paquetes de trabajo. Ejemplo: Planos arquitectónicos, planos mecánicos, espacios físicos, tuberías de producción, derivaciones y válvulas de control, prototipo de generación de electricidad ORC, monitoreo y control, sistema de control de cambios, sistema de aprobación de trabajos, etc.
- Identificar los subsistemas que conforman cada uno de los paquetes de trabajo, de acuerdo con el aporte técnico que aportan.
- Elaborar frases cortas y concretas que resuman la esencia de los sistemas que conforman el tercer nivel de la EDT, con el fin usarlas como nombres para los elementos que conforman los paquetes de trabajo. Ejemplo: Planos de localización de las tuberías calientes, planos de localización de los circuitos eléctricos, planos de la torre de enfriamiento, planos de conexión del prototipo de generador de electricidad ORC, funciones del sistema de control de cambios, procesos de solicitud y aprobación de cambios, registro de cambios aprobados o rechazados, proceso de aprobación de órdenes de trabajo, etc.
- Identificar los aspectos de calidad o aprobación que permiten determinar la aceptación oficial de los elementos, lo cual servirá de base para la conformación y aceptación formal de cada uno de los paquetes de trabajo.
- Elaborar frases cortas y concretas que resuman la esencia de los aspectos de calidad o aprobación que conforman el cuarto nivel de la

EDT, con el fin usarlas como los nombres que los identifiquen. Ejemplo: Orden de aprobación de planos, pruebas de funcionamiento de las válvulas, pruebas de hermeticidad de las tuberías, certificado de conformidad de las especificaciones, pruebas de generación de electricidad, certificado de calidad de la energía generada, certificado de aprobación de los cambios realizados, etc.

4.1.2 Proceso que establece cómo se mantendrá y aprobará la EDT/WBS

Una vez se tenga la versión definitiva de la EDT, se deberá obtener su aprobación formal mediante el siguiente procedimiento:

- Solicitar una reunión de sensibilización de la EDT con los Patrocinadores del proyecto.
- Efectuar la reunión de sensibilización de la EDT para explicar su nivel de aportes y de importación para el proyecto.
- Recibir retroalimentación por parte de los Patrocinadores para el mejoramiento de la EDT.
- Aplicar las sugerencias que los Patrocinadores efectuaron a la EDT en la reunión de sensibilización.
- Solicitar una segunda reunión con los Patrocinadores para presentar la EDT definitiva y obtener su aprobación.
- Elaborar un acta de la reunión de aprobación de la EDT en la que se solicite la firma de todos los asistentes a dicha reunión.
- Formalizar oficialmente la EDT.
- Citar a una tercera reunión con los Patrocinadores y con los Interesados más relevantes, para dar a conocer la EDT.
- Distribuir copias de la EDT a todos los interesados.

No obstante lo anterior, durante el desarrollo del proyecto se podría presentar solicitudes de modificación de la EDT, debido entre otros aspectos, a la influencia y efectos del devenir de los factores medio

ambientales. En el caso en que esta situación llegase a suceder, será necesario seguir los siguientes procedimientos:

- Analizar la situación que sugiere que se realice una modificación en la EDT oficial aprobada.
- En el caso en que el análisis de la situación indique que se deba proceder con la modificación, generar un requerimiento de cambios a la EDT.
- Enviar el requerimiento de cambio al comité de control de cambios para que realice el análisis respectivo.
- De acuerdo con las conclusiones emitidas por el comité de control de cambios, se acogerá la aprobación de los cambios o se archivará la solicitud rechazada.
- En el caso en que se deban realizar cambios a la EDT, se efectuarán y se citará a una reunión con los Patrocinadores para presentarles la nueva EDT y obtener su aprobación formal.
- La nueva EDT aprobada por los Patrocinadores debe ser distribuida a todos los interesados, junto con las explicaciones respectivas de las razones que justifican la realización de dichos ajustes.

4.1.2.1 Proceso que especifica cómo se obtendrá la aceptación formal de los entregables del proyecto que se hayan completado.

Durante el proceso de ejecución del proyecto se obtendrán los resultados de las pruebas de conformidad frente a las especificaciones ofertadas y con respecto al funcionamiento de los productos generados. Sin embargo, serán los Patrocinadores y sus funcionarios delegados los que deberán dar sus aprobaciones oficiales, mediante el siguiente procedimiento:

- Solicitar la realización de pruebas de conformidad de cada uno de los entregables que conforman un producto del proyecto.
- Recibir los certificados de conformidad de cada uno de los entregables.
- Solicitar la realización de pruebas de funcionamiento del producto.
- Recibir los certificados del adecuado funcionamiento del producto.
- Presentar los certificados de conformidad de los entregables y del adecuado funcionamiento del producto a los delegados de los Patrocinadores.
- Obtener el documento formal y oficial de la aprobación y aceptación de los certificados por parte de los delegados de los Patrocinadores.

- Citar una reunión en la que se presente la aceptación formal y oficial a los Patrocinadores del proyecto.

4.1.3 Recopilación de requisitos

“Proporciona la base para definir y gestionar el alcance del proyecto, incluyendo el alcance del producto.” (PMI, 2013).

4.1.3.1 Requisitos del negocio

Describen las necesidades de alto nivel de la organización en su conjunto, tales como problemas u oportunidades de negocio y las razones por las que se ha emprendido el proyecto. (PMI, 2013)

Objetivo del negocio: Aprovechar las oportunidades que ofrece la ley Colombiana 1715 de 2014, mediante la cual las empresas y las personas pueden autogenerar electricidad, haciendo uso de fuentes no convencionales de energía (tales como la solar y el calor residual de los procesos productivos) con el propósito de generar ahorros en el flujo de caja (disminuyendo los pagos realizados a la empresa que provee la electricidad) y generar nuevo ingresos (vendiendo los excedentes que se lleguen a generar).

Objetivo del proyecto: Implementar dos sistemas de termogeneración de electricidad ORC (de 12 kW y 30 kW) en dos empresas que generan calor residual en sus procesos productivos, para demostrar la eficiencia del funcionamiento de los prototipos y recopilar suficiente información técnica que permita diseñar sendos sistemas con los cuales se logre el aprovechamiento máximo del calor residual que emiten las empresas.

Reglas de Negocio para la organización ejecutora: La Promotora de Asesorías Ambientales Nacionales e Internacionales (Paani) presenta dentro de sus reglas de negocio en alineamiento con las normas ISO 9004, ISO 14.000, ISO 21.500 e ISO 26.000, así como en las directrices del PMI en el PMBOK y las del GPM en el PRISM.

Principios rectores de la organización: La Promotora de Asesorías Ambientales Nacionales e Internacionales (Paani) presenta dentro de sus valores el trabajo en equipo, la responsabilidad social empresarial, la actitud de liderazgo, la vocación de servicio para satisfacer el cliente, la generación de desarrollo sustentable y la innovación.

4.1.3.2 Requisitos de los Interesados

Describen las necesidades de un interesado o de un grupo de interesados. (PMI, 2013)

Impactos sobre la Organización Ejecutante: Para la Promotora de Asesorías Ambientales Nacionales e Internacionales (Paani) existen varios impactos que van desde la capitalización de sus activos y la iniciación de sus operaciones comerciales hasta la acreditación y posicionamiento en el mercado de sus productos y servicios.

Impactos sobre las Organizaciones Patrocinadoras: Para la Gracetales y Triple A, los impactos están orientados hacia dos aspectos: Los beneficios en sus flujos de caja (disminución de las compras de electricidad e incremento en las ventas de electricidad) la reputación empresarial como organizaciones que contribuyen a mitigar los efectos del cambio climático (al disminuir el efecto ambiental del calor residual emitido a la atmósfera).

Impactos sobre las Organizaciones Estatales: Para la COLCIENCIAS, UPME, ANLA y CREG, los impactos están orientados hacia dos aspectos: Los beneficios que se generan en la oferta energética (beneficio en los picos de carga de la demanda nacional) y la posibilidad de llevar energía eléctrica a las zonas de Colombia que no tienen acceso al sistema interconectado nacional.

Requisitos de los Interesados en relación con las comunicaciones y la presentación de informes: El proyecto será financiado por COLCIENCIAS, quien requerirá informes semanales acerca del avance de lo entregables y el uso de los recursos. Igualmente, Gracetales y Triple A requerirán informes mensuales acerca de los resultados que genera el proyecto, en lo concerniente a el calor captado, la electricidad generada, la electricidad consumida por los sistemas de bombeo, la temperatura de los líquidos en sitios estratégicos del sistema ORC, la presión del vapor del líquido de trabajo a la entrada y a la salida de la turbina, los ahorros obtenidos en las compras de electricidad y los ingresos obtenidos en la venta de excedentes de generación de electricidad.

4.1.3.3 Requisitos de soluciones

Describen las prestaciones, funciones y características del producto, servicio o resultado que cumplirán los requisitos del negocio y de los interesados. (PMI, 2013)

Requisitos funcionales: Los prototipos que se implementarán en las empresas Gracetales y Triple A deberán adaptarse a las condiciones

propias de las instalaciones de cada una de las empresas. De esta forma, los prototipos deberán realizar el siguiente ciclo de trabajo (Véase figura 7: Esquema de funcionamiento del Ciclo Orgánico de Rankine).

1. Captar el calor residual que emiten los procesos productivos de las empresas
2. Transmitir el calor captado hacia los intercambiadores de calor.
3. Transferir el calor al líquido de trabajo.
4. Evaporación y presurización del líquido de trabajo.
5. Conducción del vapor hacia la turbina.
6. Conversión de la energía del vapor del líquido de trabajo en movimiento.
7. Transferir la energía cinética de la turbina al rotor del generador de electricidad.
8. Generar electricidad.
9. Conducir el vapor del líquido de trabajo hacia el condensador.
10. Transferir el calor remanente del vapor del líquido de trabajo hacia una nueva porción fría del líquido de trabajo.
11. Conducir el líquido de trabajo hacia otro intercambiador de calor para transferir el calor residual a la torre de enfriamiento (con agua).
12. Conducir el líquido de trabajo al tanque de acumulación.

Requisitos no funcionales: Los prototipos que se implementarán en las empresas Gracetales y Triple A deberán conseguir las siguientes aprobaciones y certificados:

1. Certificado de la Unidad de Planeación Minero Energética –UPME- de utilizar fuentes no convencionales de energía –FNCE-.
2. Certificado de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA- de beneficiar el medio ambiente.
3. Certificado del Ministerio del Medio Ambiente –MMA- para obtener los beneficios tributarios que ofrece la ley Colombiana 1715 de 2014.
4. Certificado de conformidad del CIDET.
5. Patente de modelo de utilidad de los prototipos de 12 kW y 30 kW.
6. Patente de invención de la mezcla de componentes que conforman el líquido de trabajo.

Requisitos de tecnología: Los prototipos que se implementarán en las empresas Gracetales y Triple A deberán cumplir las siguientes especificaciones técnicas:

1. El sistema deberá funcionar en forma continua durante las 24 horas del día, 365 días al año.
2. Los tiempos de parada deberán ser programados para los mantenimientos predictivos, preventivos y correctivos, con la menor duración posible.

3. Energía eléctrica: La electricidad generada por los prototipos debe ser alterna, con una frecuencia de 60 Hz y un voltaje variable entre los 110 – 220 voltios.
4. Energía parásita: La energía utilizada para hacer funcionar las motobombas que hacen circular los líquidos que conducen el calor y el líquido de trabajo, debe ser la menor posible.
5. Materiales de los sistemas de transferencias de calor: Deben ser los más adecuados para cada caso, aprovechando al máximo el calor residual emitido por los procesos productivos de las empresas y evitando el generar deterioros o afectaciones nocivas a su producción.
6. Sistema de sensores: Los prototipos deben estar equipados con sensores que midan en tiempo real y en varios puntos del sistema, la temperatura, la presión. Adicionalmente, deberá medir en tiempo real la energía generada, la energía parásita, el nivel de ruido y otros aspectos técnicos importantes.
7. Sistema de telemetría: Los datos captados por los sensores deben ser transmitidos a través de señales inalámbricas (radio o celular) hacia un dispositivo informático.
8. Sistema de gestión de datos: El sistema informático que recibe y almacena los datos provenientes de los sensores instalados en los prototipos, debe ser del tipo de bases de datos multidimensionales.

Requisitos de apoyo y capacitación: Los prototipos que se implementarán en las empresas Gracetales y Triple A deberán contar con los siguientes niveles de apoyo y capacitación:

1. El sistema deberá contar con el apoyo de las áreas técnicas de las empresas (operación y mantenimiento electromecánico), áreas financieras (compras, contabilidad, costos y tesorería), así como de las áreas de informática (gestión de aplicaciones, bases de datos y almacenamiento de datos) para garantizar el correcto funcionamiento de los prototipos el registro de los beneficios financieros y el registro de los datos provenientes de los sensores de medición.
2. Las diferentes áreas de la empresa deberán ser capacitadas en los aspectos más relevantes del sistema, en los temas que atañe a cada una de ellas, tales como manejo de los líquidos de trabajo, monitoreo y control de los datos registrados por los sensores, gestión de los beneficios fiscales ofrecidos por la ley Colombiana 1715 de 2014, medidas de seguridad industrial para el manejo de equipos eléctricos, etc.

Requisitos de calidad: Los prototipos que se implementarán en las empresas Gracetales y Triple A deberán cumplir las siguientes especificaciones de calidad:

1. Se deberán identificar y documentar los procesos necesarios para el correcto funcionamiento de los prototipos.
2. Se deberán definir los criterios y métodos necesarios para asegurar que la operación y el control de los procesos sean eficaces.
3. Se deberá disponer de los recursos y medios necesarios para apoyar los procesos de operación y mantenimiento de los prototipos.
4. Se deberán identificar los datos provenientes de los sensores de los prototipos, registrándolos y analizándolos para expresarlos en forma de indicadores.
5. Se deberán registrar todas las solicitudes de cambio, las aprobaciones (o rechazos) a las mismas y su adecuada aplicación a los sistemas.
6. Aplicación de las recomendaciones del Project Management Institute en el Project Management Body of Knowledge –PMBOK-.
7. Aplicación de las recomendaciones del Green Project Management en el Project Integrating Sustainable Methods -PRISM-.
8. Aplicación de las recomendaciones de la norma ISO 9004.
9. Aplicación de las recomendaciones de la norma ISO 26.000.

4.1.3.4 Requisitos del proyecto

Describen las acciones, los procesos u otras condiciones que el proyecto debe cumplir. (PMI, 2013)

Requisitos de financiación: Los prototipos que se implementarán en las empresas Gracetales y Triple A deberán cumplir las siguientes especificaciones de calidad:

1. Se deberán gestionar y obtener los recursos de COLCIENCIAS para la investigación y los recursos de INNPULSA para el emprendimiento.
2. Se deberán gestionar y obtener los beneficios tributarios establecidos en la ley Colombiana 1725 de 2014.
3. Se deberán gestionar y obtener los recursos ofrecidos por la línea de crédito ambiental o la línea de crédito verde de Bancolombia, que brindan tasa blandas, plazos de 5 años y período de gracia de 1 año.
4. Se deben gestionar ante la CREG los trámites necesarios para proceder con la venta de electricidad al sistema interconectado nacional –SIN-.

Requisitos de contratación: Los prototipos que se implementarán en las empresas Gracetales y Triple A deberán cumplir las siguientes especificaciones de calidad:

1. Etapa de demostración: Se deberán realizar sendos contratos de demostración del funcionamiento de los prototipos que se instalarán en las empresas Gracetales y Tripe A.

- a. Objeto del contrato: Demostración del funcionamiento del prototipo.
 - b. Duración del contrato: Treinta (30) días.
 - c. Valor del contrato: Equivalente a los costos de instalación del prototipo.
 - d. Aprobación del contrato: Cumplimiento de indicadores de resultado ofrecidos por Paani.
 - e. Cláusula especial: El cumplimiento de los indicadores de resultado ofrecidos por Paani, obliga a las partes a pasar a la etapa de arrendamiento y celebrar el respectivo contrato de arrendamiento.
2. Etapa de arrendamiento: Se deberá realizar un contrato de arrendamiento con cada una de las empresas (Gracetales o Triple A), con las siguientes características:
- a. Objeto del contrato: Arrendamiento del prototipo para usarlo en procesos de generación de energía eléctrica y recolección de datos técnicos (temperaturas, presiones, voltajes, frecuencias, etc.).
 - b. Duración del contrato: Doce (12) meses.
 - c. Valor del contrato: Equivalente al valor comercial de la energía eléctrica neta generada por el prototipo más un 20% adicional por la recolección de datos técnicos (temperaturas, presiones, voltajes, frecuencias, etc.).
 - d. Aprobación del contrato: Generación mensual de energía eléctrica neta más informe mensual de datos técnicos recolectados.
 - e. Cláusula especial: La generación mensual de energía eléctrica neta y la presentación de los informes mensuales de datos técnicos recolectados, durante el período de duración del contrato, obliga a las partes a pasar a la etapa de diseño industrial del sistema ORC (aprovechando el máximo potencial de calor de la empresa) y celebrar el respectivo contrato de diseño industrial.
3. Etapa de diseño industrial: Se deberá realizar un contrato de diseño industrial con cada una de las empresas (Gracetales o Triple A), con las siguientes características:
- a. Objeto del contrato: Diseño industrial del sistema ORC para aprovechar al máximo el potencial del calor residual que genera la empresa.
 - b. Duración del contrato: Seis (6) meses.
 - c. Valor del contrato: Doscientos cincuenta mil dólares (USD 250.000)
 - d. Aprobación del contrato: Cumplimiento al 100% del alcance.

- e. Cláusula especial: El cumplimiento por parte de Paani, obliga a las partes a pasar a la etapa de construcción del sistema ORC (aprovechando el máximo potencial de calor de la empresa) y celebrar el respectivo contrato de construcción del sistema ORC.
4. Etapa de construcción de sistema ORC: Se deberá realizar un contrato de construcción del sistema ORC con cada una de las empresas (Gracetales o Triple A), con las siguientes características:
- a. Objeto del contrato: Construcción del sistema ORC para aprovechar al máximo el potencial del calor residual que genera la empresa.
 - b. Duración del contrato: Dieciocho (18) meses.
 - c. Valor del contrato: Tres millones de dólares (USD 3.000.000)
 - d. Aprobación del contrato: Cumplimiento al 100% del alcance.
 - e. Cláusula especial: El cumplimiento por parte de Paani, obliga a las partes a pasar a la etapa de operación y mantenimiento del sistema ORC y celebrar el respectivo contrato de operación y mantenimiento del sistema ORC.

4.1.4 Definición del alcance

“Describen los límites del producto, servicio o resultado mediante la especificación de cuáles de los requisitos recopilados serán incluidos y cuáles excluidos del alcance del proyecto.” (PMI, 2013)

4.1.4.1 Descripción del alcance del producto

La energía eléctrica generada con base en el calor residual que emiten los procesos productivos de algunas empresas, requiere la implementación de sistemas termodinámicos y la utilización de líquidos de nueva generación (especialmente diseñados y elaborados) para llevar a la práctica los conceptos teóricos, de lo que conoce como el Ciclo Orgánico de Rankine.

El sistema termodinámico propuesto para el proyecto, está conformado por cinco subsistemas interconectados que transformarán el calor residual en energía cinética y luego en energía eléctrica.

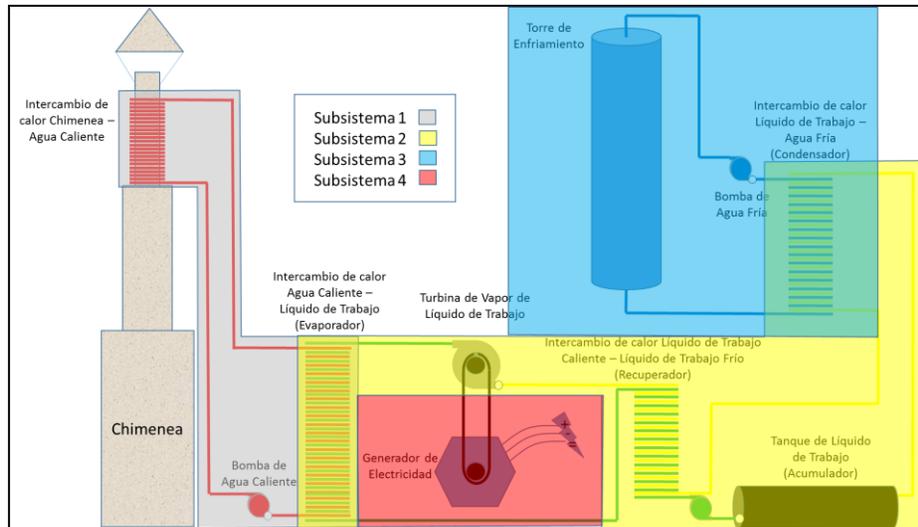


Figura 9. : Subsistemas del proyecto. (Fuente: El Autor)

Primer subsistema:

Consiste en un circuito de recirculación de agua conformado por un tanque de almacenamiento, una bomba eléctrica, varias tuberías hidráulicas y dos intercambiadores de calor (IC1 e IC2). La función de este primer subsistema es hacer circular el agua para llevarla hasta el sitio en el que se encuentra focalizado el calor residual. Allí, mediante el intercambiador de calor IC1, el agua se calienta y (al fluir a través de las tuberías por acción de la bomba) transporta el calor hacia el intercambiador de calor IC2, donde es transferido al segundo subsistema. Después de ello, el agua repite el proceso, calentándose y enfriándose una y otra vez.

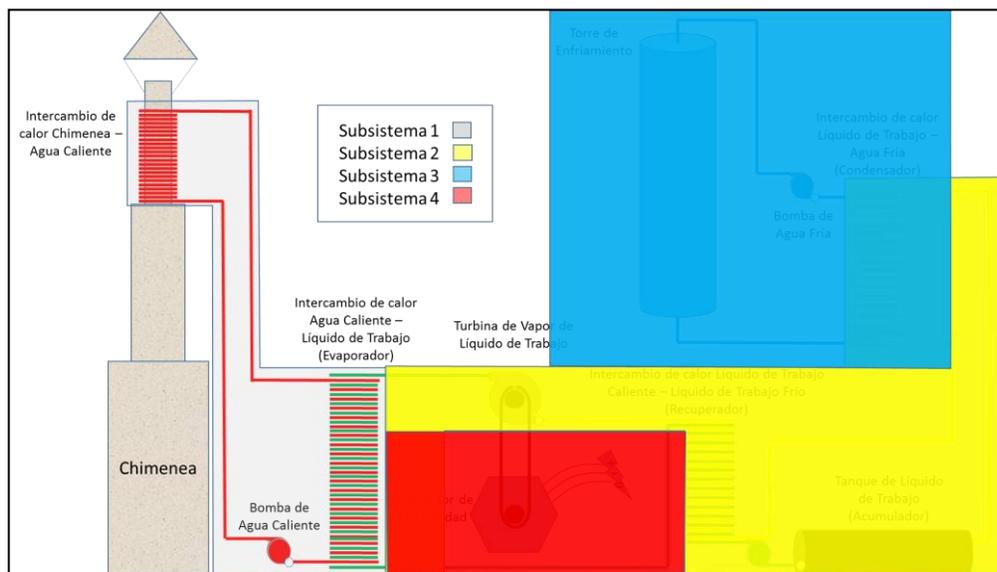


Figura 10. : Subsistema 1. (Fuente: El Autor)

Segundo subsistema:

Consiste en un circuito de recirculación del líquido de trabajo conformado por un tanque de almacenamiento, una bomba eléctrica, varias tuberías hidráulicas, tres intercambiadores de calor y una turbina de vapor. La función de este segundo subsistema es hacer circular el líquido de trabajo desde el tanque de almacenamiento hasta el intercambiador de calor IC2, en donde entra en contacto con el agua caliente del primer subsistema. En su recorrido hacia el intercambiador de calor IC2, el líquido de trabajo se hace pasar por el intercambiador de calor IC3, en donde el líquido de trabajo caliente le transfiere el calor al líquido de trabajo frío (recién salido del tanque de almacenamiento).

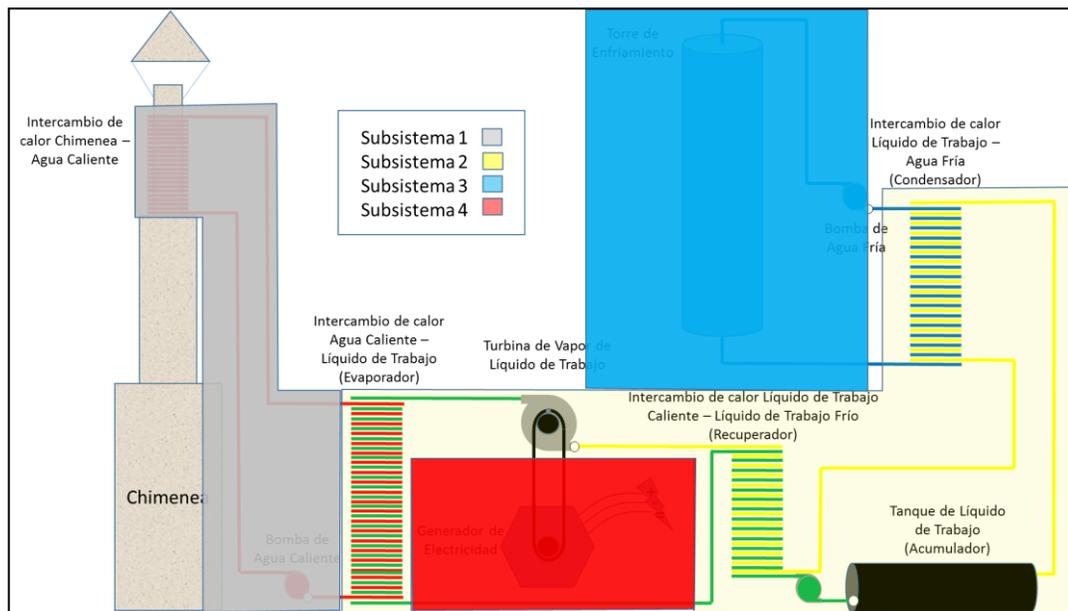


Figura 11. : Subsistema 2. (Fuente: El Autor)

El líquido de trabajo es una mezcla de compuestos orgánicos, de alto peso molecular (134) y de muy bajo punto de ebullición (18°C), lo que hace que rápidamente se vaporice y aumente su presión, al entrar en contacto con el calor del agua en el intercambiador IC2.

El vapor presurizado (del líquido de trabajo) llega hasta la turbina a través de las tuberías que la conectan con el intercambiador IC2, en donde impulsa el mecanismo de la turbina de vapor, generando movimiento circular en su eje además de un torque de trabajo.

El vapor que sale de la turbina, aunque tiene menos presión, todavía posee un buen nivel de temperatura. Desde allí es conducido (a través de tuberías) hasta el intercambiador de calor IC3, en donde le transfiere dicho

calor al líquido de trabajo frío, que recién sale del tanque de almacenamiento. En el intercambiador IC3 el vapor del líquido de trabajo se enfría y al condensarse continúa su recorrido hacia el intercambiador IC4, que es compartido a su vez, con el tercer subsistema.

En el intercambiador de calor IC4, el líquido de trabajo libera casi todo el calor residual que aún posee, para luego ser conducido (a través de tuberías) hacia el tanque de almacenamiento, desde donde comenzó su ciclo de circulación. Allí, el volumen del líquido de trabajo almacenado (que por sus características físicas y químicas tiende a permanecer muy frío) absorbe el remanente de calor que aún posea el líquido de trabajo.

Tercer subsistema:

Consiste en un circuito de recirculación de agua conformado por un tanque de almacenamiento, una bomba eléctrica, varias tuberías hidráulicas y un intercambiador de calor (IC4). La función de este tercer subsistema es hacer circular agua a temperatura ambiente desde el tanque de almacenamiento hasta el intercambiador de calor IC4, para que allí, absorba el remanente de calor que aún le queda al líquido de trabajo (después de haberse condensado en el intercambiador de calor IC3). Luego, el agua es conducida de nuevo al tanque de almacenamiento por medio de tuberías hidráulicas, en donde el volumen de agua (a temperatura ambiente) absorberá el calor que trae el agua proveniente del intercambiador de calor IC4. El volumen de agua contenido en el tanque de almacenamiento emitirá a la atmósfera el excedente del calor que haya absorbido en el intercambiador de calor IC4.

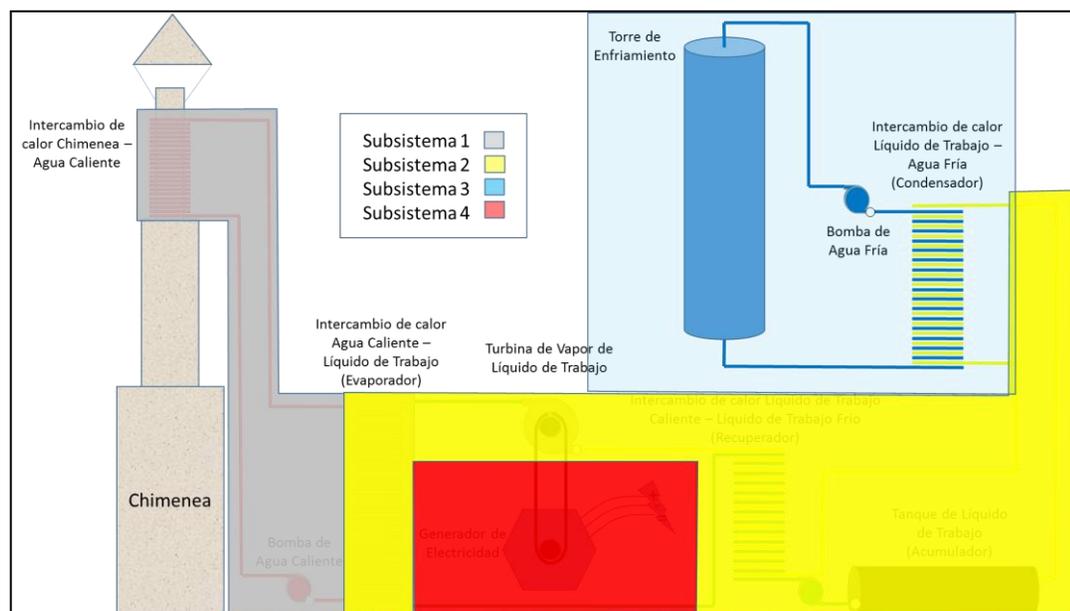


Figura 12. : Subsistema 3. (Fuente: El Autor)

Cuarto subsistema:

El torque generado en la turbina de vapor se transfiere, mediante correas neumáticas, hacia el rotor de un generador de energía eléctrica, en donde se sincroniza la frecuencia de la corriente a 60 Hz y el voltaje a 110/220.

Para el caso de la empresa Gracetales, el prototipo a instalar tiene una potencia de 30 kW y para el caso de la empresa Triple A, el prototipo tiene una potencia de 12 kW.

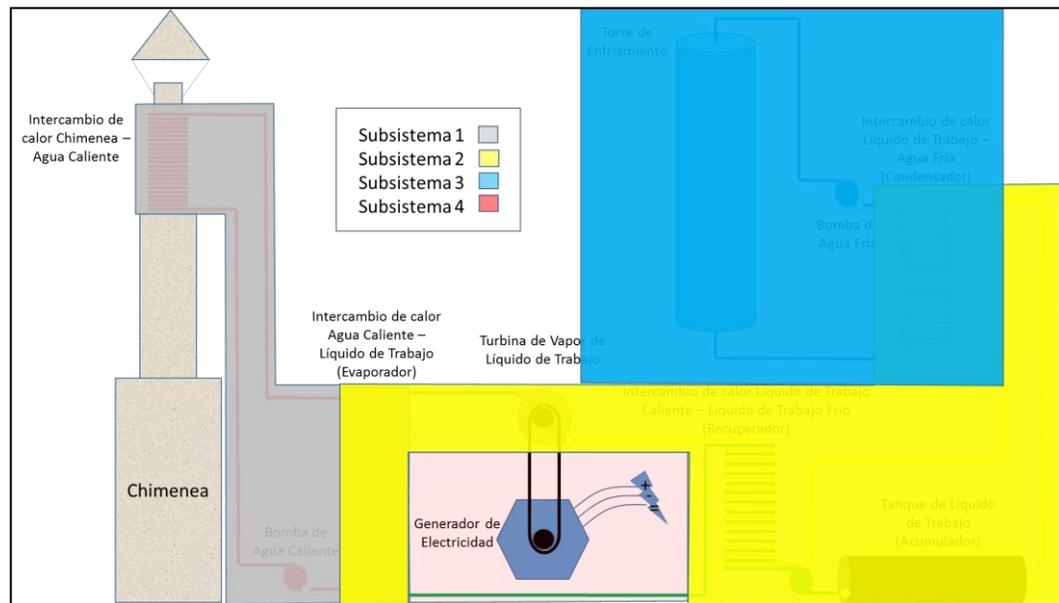


Figura 13. : Subsistema 3. (Fuente: El Autor)

Quinto subsistema:

Los dispositivos de medición y control de la electricidad generada incluyen voltímetros, amperímetros, termómetros, presóstatos, medidores de frecuencia, medidores de energía generada, medidor de energía consumida por los sistemas de bombeo, medidor de energía enviada a la red comercial, medidor de energía consumida internamente, medidor de potencia generada por la turbina en el tiempo, medidor de la potencia usada por el generador en el tiempo.

La información registrada por cada uno de los dispositivos de medición y control se transmite en forma inalámbrica hacia otro dispositivo, en el que centralizan para enviarla a un sistema de almacenamiento de datos, para luego ser procesada por un programa de minería de datos, en el que se transforman en indicadores de gestión e informes del desempeño del proyecto con periodicidades diarias, semanales y mensuales.

Además del sistema termodinámico, el proyecto gestiona los trámites para obtener los beneficios tributarios que ofrece la ley colombiana 1715 del 13 de mayo de 2014 y los beneficios financieros que ofrecen los programas de fomento al uso de la fuentes no convencionales de energía, de los bancos.

La gestión de los trámites para obtener los beneficios tributarios que ofrece la ley colombiana 1715 del 13 de mayo de 2014 incluyen los siguientes procedimientos:

Certificado de la UPME: La Unidad de Planeación Minero Energética es una entidad adscrita al Ministerio de Minas y Energías de Colombia. De acuerdo con los lineamientos de la ley 1715 de mayo 13 de 2014, la UPME debe analizar los proyectos que desean obtener los beneficios tributarios allí estipulados, con el fin de certificar que dichos proyectos utilizan fuentes no convencionales de energía.

Certificado de la ANLA: La Agencia Nacional de Licencias Ambientales es una entidad adscrita al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenibles de Colombia. De acuerdo con los lineamientos de la ley 1715 de mayo 13 de 2014, la ANLA debe analizar los proyectos que desean obtener los beneficios tributarios allí estipulados, con el fin de certificar que dichos proyectos contribuyen al mejoramiento del medio ambiente y específicamente a mitigar los efectos del calentamiento global. El análisis del proyecto por parte de la ANLA tiene como prerrequisito la obtención, por parte de la UPME del certificado respectivo. El certificado emitido por la ANLA le permite a la empresa patrocinadora del proyecto, hacer uso de los beneficios tributarios que se enuncian en la ley 1715 de mayo 13 de 2014 y sus decretos reglamentarios.

La gestión para tener acceso a los créditos ofrecidos por las entidades bancarias de Colombia, con tasas blandas y períodos de gracia, incluye los siguientes procedimientos:

Presentación de los detalles del proyecto ante la entidad bancaria, incluyendo los flujos de caja que se generarán por los ahorros energéticos y las ventas de electricidad a la red de distribución local. Adicionalmente, se deberán presentar los estudios del proyecto, tales como, leyes, sector empresarial, mercado, técnico y financiero.

En el caso en que el proyecto genere disminución de emisiones de gases de efecto invernadero, se podrá solicitar el beneficio ofrecido por Suiza, quien asume el 25% del crédito que haya sido otorgado para la financiación del proyecto.

La gestión de los trámites ante la Comisión Reguladora de Energía y Gas de Colombia –CREG- incluye el cumplimiento de los requisitos estipulados

para realizar contratos de venta de electricidad con las empresas de distribución de energía eléctrica. El proyecto incluye estas gestiones, de tal manera que la electricidad generada por el sistema y que no sea consumida por las empresas Gracetales y Triple A (los excedentes de electricidad) sea vendida a la red del distribuidor local, a los precios estipulados por la CREG y acordados en los contratos respectivos.

Gestión de la información: Durante el desarrollo del proyecto se obtendrán múltiples datos relacionados con el funcionamiento del sistema (temperaturas, presiones, potencia, voltaje, amperaje y otras) que se organizan en reportes e informes y se distribuyen con periodicidades variables (diarios, semanales y mensuales) según sean requeridos.

4.1.4.2 Criterios de aceptación

La aceptación de los entregables estará sujeta al cumplimiento de las siguientes condiciones:

Funcionamiento adecuado de los prototipos de generación de electricidad ORC, con base en los resultados de los indicadores de desempeño de las variables principales: Potencia, voltaje, amperaje, eficiencia, caudal, etc.

Respuesta de la UPME y de la ANLA con respecto a las solicitudes realizadas para obtener los beneficios tributarios ofrecidos por la ley colombiana 1715 del 13 de mayo de 2014.

Respuesta de las entidades bancarias con respecto a las solicitudes realizadas para obtener los créditos de fomento a las empresas que implementen sistemas de generación de electricidad basados en fuentes no convencionales de energía.

Funcionamiento adecuado de los sistemas de medición instalados en los prototipos y enviada a través de los sistemas inalámbricos hacia los sistemas informáticos de almacenamiento de datos.

Informes y reportes periódicos que indiquen el desempeño de los prototipos, teniendo presente la información recolectada por los sistemas de medición, transmitida por los sistemas de telemetría, almacenada en las bases de datos, procesada por los sistemas de minería de datos y analizada de acuerdo con los objetivos del proyecto.

Satisfacción de las empresas Gracetales y Triple A con la gestión del proyecto, de acuerdo con los lineamientos del PMI.

4.1.4.3 Entregables

Los resultados del proyecto se pueden dividir de la siguiente forma:

Prototipos de generación de electricidad ORC: El proyecto incluye la construcción de dos prototipos de generación de electricidad ORC. Uno de 12 kW para implementarlo en la empresa Triple A y otro de 30 kW para implementarlo en la empresa Gracetales.

Beneficios tributarios: El proyecto incluye la gestión ante la UPME y la ANLA para obtener los certificados de beneficios tributarios que ofrece la ley 1715 de mayo 13 de 2014.

Créditos de fomento: El proyecto incluye la gestión ante las entidades bancarias de los créditos de fomento que financian el 100% de la inversión (hasta dos millones de dólares) en fuentes no convencionales de energía, con tasas de interés blandas y períodos de gracia de uno a dos años.

Sistemas de medición: El proyecto incluye la medición y el control de las principales variables (temperatura, presión, caudal, potencia, voltaje, amperaje y otras), así como la transmisión de los datos registrados por los sensores de medición hacia sistemas informáticos de almacenamiento y su posterior procesamiento.

Informes de gestión: El proyecto incluye la gestión de la información del desempeño de los sistemas de generación de energía. Los informes y reportes periódicos (diarios, semanales, mensuales) incluyen tendencias, diagramas de control, indicadores, promedios y otros datos, que son organizados y analizados para evidenciar el desempeño de los prototipos.

Contratos de venta de electricidad: El proyecto incluye la gestión de los contratos de venta de los excedentes de electricidad, de acuerdo con los lineamientos de la CREG.

Gestión de proyectos: El proyecto incluye la gestión de los proyectos de implementación de los prototipos en las empresas Gracetales y Triple A, de acuerdo con los lineamientos del PMI.

4.1.4.4 Exclusiones

El proyecto no incluye:

Detalles acerca de la teoría del líquido de trabajo del ciclo orgánico de Rankine (ORC).

Pago de arrendamiento del espacio ocupado por los prototipos en cada una de las empresas Gracetales y Triple A.

Donación de la energía generada por los sistemas ORC a las empresas Gracetales y Triple A.

Cesión de los derechos intelectuales o patrimoniales relacionados con la tecnología ORC o con el modelo de utilidad presentado en los prototipos implementados en las empresas Gracetales y Triple A.

4.1.4.5 Restricciones

El acceso a las instalaciones de las empresas Gracetales y Triple A se realizará de acuerdo con las políticas de seguridad de cada una de ellas.

Los trabajos técnicos a realizar serán diseñados previamente en planos de detalle y memorias de cálculo que deberán ser aprobados por el comité técnico de las empresas Gracetales y Triple A.

Para cada uno de los proyectos a implementar en las empresas Gracetales y Triple A deberán poseer pólizas de seguro que cubran los posibles daños que cause los prototipos en las instalaciones de dichas empresas.

La etapa de demostración de los prototipos sólo será de treinta (30) días.

La etapa de generación de electricidad ORC tendrá como plazo máximo el 30 de diciembre del año 2016.

El presupuesto máximo para la realización del proyecto es de quinientos millones de pesos colombianos (\$500.000.000).

4.1.4.6 Supuestos

Los prototipos van a funcionar de una manera similar o superior a lo que han demostrado en las pruebas de laboratorio.

La UPME y la ANLA otorgarán los respectivos certificados al proyecto para obtener los beneficios tributarios ofrecidos por la ley colombiana 1715 del 13 de mayo de 2014.

Las entidades bancarias otorgarán los créditos de fomento a los proyectos de las empresas Gracetales y Triple A.

El gobierno Suizo autorizará el beneficio del reembolso del 25% a los créditos otorgados a los proyectos de generación de electricidad ORC de las empresas Gracetales y Triple A.

Los sistemas de medición y control, la telemetría y los software de minería de datos funcionarán adecuadamente.

La empresa de distribución de electricidad local que suministra la energía a las empresas Gracetales y Triple A, aceptará comprar los excedentes de generación de electricidad estas empresas, mediante la celebración de sendos contratos, de acuerdo con los lineamientos de la CREG.

4.1.5 Crear la EDT

“Proporciona una visión estructurada de lo que se debe entregar.” (PMI, 2013)

4.1.5.1 Estructura detallada del trabajo (EDT)

“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”. (PMI, 2013)

Una estructura detallada de trabajo –EDT- se caracteriza por presentar una desagregación jerárquica de los niveles que componen un proyecto.

Usualmente, en el primer nivel de jerarquía se ubica el “nombre del proyecto”.

En el segundo nivel se ubican los principales “entregables” que indican los componentes más emblemáticos que el cliente espera que se materialicen durante el desarrollo del proyecto.

En el tercer nivel se ubican las “cuentas de control” que facilitan el seguimiento y el monitoreo del desempeño del proyecto durante su ejecución (duraciones, costos, recursos utilizados, fechas de inicio, fechas de terminación, etc).

En el cuarto nivel se ubican los “paquetes de trabajo” en los cuales se concentran las actividades que conforman un encadenamiento productivo del cual se obtiene uno de los muchos resultados parciales del proyecto.

En la configuración de la estructura detallada del proyecto de implementación del sistema de termogeneración de electricidad ORC, al tratarse de una prueba piloto, es factible fusionar los niveles de “cuentas de control” y de “paquetes de trabajo”, debido a que el proyecto es un experimento que no genera ningún activo fijo depreciable para las empresas que participan en el proyecto.

Gráficamente, la EDT del proyecto se expresa de la siguiente figura:

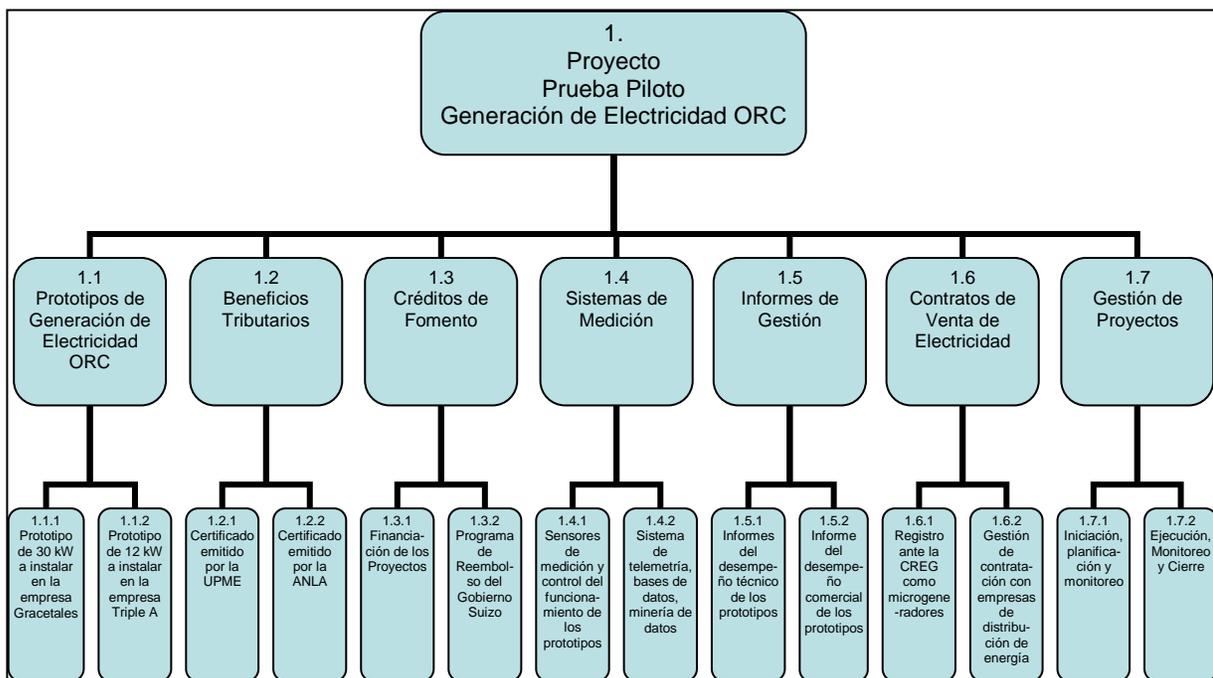


Figura 14. : Estructura Detallada del Trabajo –EDT- (Fuente: El Autor)

4.1.5.2 Diccionario de la estructura detallada del trabajo (EDT)

“El diccionario de la EDT es un documento que proporciona información detallada sobre los entregables, actividades y programación de cada uno de los componentes de la EDT”. (PMI, 2013)

Una estructura detallada de trabajo –EDT- se caracteriza por presentar una desagregación jerárquica de los niveles que componen un proyecto.

Cuadro 6 Diccionario de la EDT. (Fuente: El Autor)

| EDT | Nivel Jerárquico | Descripción |
|-----------|--|---|
| 1 | Prueba piloto del generador de energía ORC | Nombre del proyecto |
| 1.1 | Comienzo | Hito que indica el inicio del proyecto |
| 1.1.1 | Prototipos de generación de electricidad ORC | Prototipos que utilizan la tecnología del ciclo orgánico de Rankine para aprovechar el calor que emiten algunas máquinas al funcionar. |
| 1.1.1.1 | Prototipo de 30 kW | Prototipo de 30 kW de potencia que utiliza la tecnología del ciclo orgánico de Rankine. |
| 1.1.1.2 | Prototipo de 12 kW | Prototipo de 12 kW de potencia que utiliza la tecnología del ciclo orgánico de Rankine. |
| 1.1.1.3 | Beneficios Tributarios | Beneficios tributarios ofrecidos por la ley colombiana 1715 del 13 de mayo de 2014. |
| 1.1.1.3.1 | Certificado UPME | Certificado que emite la Unidad de Planificación Minero Energética del Ministerio de Minas y Energía, para indicar que la tecnología que se utiliza está basada en fuentes no convencionales de energía, de acuerdo con las exigencias de la ley 1715 del 13 de mayo de 2014. |
| 1.1.1.3.2 | Certificado ANLA | Certificado que emite la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, adscrita al Ministerio de Medio Ambiente, para indicar que la tecnología que se utiliza protege el medio ambiente, de acuerdo con las exigencias de la ley 1715 del 13 de mayo de 2014. |
| 1.1.1.4 | Créditos de Fomento | Créditos ofrecidos por las entidades financieras para fomentar el desarrollo de tecnologías que beneficien el medio ambiente. |
| 1.1.1.4.1 | Financiación | Proceso mediante el cual se obtiene el recurso monetarios de parte de la entidad financiera |
| 1.1.1.4.2 | Reembolso Gobierno Suizo | Proceso mediante el cual se obtienen recursos no reembolsables provenientes del gobierno Suizo para amortizar parte del crédito de fomento otorgado por la entidad financiera. |
| 1.1.1.5 | Sistema de Medición | Sistema que facilita registrar y medir las variables que intervienen en el funcionamiento y desempeño de los prototipos de generación de energía ORC. |
| 1.1.1.5.1 | Sensores de medición y control | Dispositivos que registran las magnitudes de las variables que intervienen en el funcionamiento y desempeño de los prototipos de generación de energía ORC. |
| 1.1.1.5.2 | Telemetría | Dispositivos que envían los datos registrados por los sensores hacia los centros de control de las variables que intervienen en el funcionamiento y desempeño de los prototipos de generación de energía ORC. |
| 1.1.1.6 | Informes de Gestión | Documentos en los que se registra el desempeño de los prototipos de generación de energía ORC. |
| 1.1.1.6.1 | Desempeño Técnico | Documento en el que se registran los datos relacionados con el desempeño de las variables técnicas de los prototipos de generación de energía ORC. |
| 1.1.1.6.2 | Desempeño Comercial | Documento en el que se registran los datos |

| EDT | Nivel Jerárquico | Descripción |
|-----------|-------------------------------|--|
| | | relacionados con el desempeño de las variables comerciales de los prototipos de generación de energía ORC. |
| 1.1.1.7 | Contratos de Venta de Energía | Documentos que indican las condiciones comerciales mediante las cuales se realizan las ventas de energía generada por los prototipos ORC. |
| 1.1.1.7.1 | Registro ante la CREG | Proceso mediante el cual se registran las empresas Gracetales y Triple A, como autogeneradores de energía eléctrica mediante prototipos ORC. |
| 1.1.1.7.2 | Gestión de Contratación | Proceso que permite desarrollar las relaciones comerciales entre las empresas generadoras de energía eléctrica ORC y las empresas distribuidoras de energía eléctrica |
| 1.1.1.8 | Gestión de Proyectos | Proceso a través del cual se propende por el cumplimiento de los objetivos de un proyecto |
| 1.1.1.8.1 | Iniciación | Proceso que permite obtener la autorización para iniciar el proyecto |
| 1.1.1.8.2 | Planificación | Proceso que permite definir el curso de acción requerido para alcanzar los objetivos propuestos del proyecto. |
| 1.1.1.8.3 | Ejecución | Proceso que permite completar el trabajo definido en el plan de dirección del proyecto a fin de satisfacer las especificaciones del mismo. |
| 1.1.1.8.4 | Monitoreo y Control | Proceso que permite rastrear, revisar 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. |
| 1.1.1.8.5 | Cierre | Proceso que permite finalizar todas las actividades, a fin de cerrar formalmente el proyecto. |
| 1.2 | Final | Hito que indica la terminación del proyecto. |

4.2 Gestión del cronograma

4.2.1 Plan de gestión del cronograma

“Define la forma en que se informará sobre las contingencias relativas al cronograma y la forma en que se evaluarán las mismas” (PMI, 2013).

4.2.1.1 Desarrollo del modelo de programación del proyecto

El desarrollo del modelo de programación del proyecto requerirá los siguientes procedimientos:

- El modelo de programación que se utilizará en el proyecto es el de diagramación por dependencias, en el cual las actividades se representan mediante nodos y se vinculan gráficamente mediante una

o más relaciones lógicas para indicar la secuencia en que deben ser ejecutadas.

- Se utilizará el software MS-Project versión 2010 o superior, el cual permite utilizar el método de diagramación por precedencias, crear líneas base y, a la vez, utilizar la metodología del valor ganado.
- Para el correcto desarrollo del modelo de programación, se tendrán en la cuenta tanto las dependencias internas (final-inicio, final-final, inicio-inicio, inicio-final) como las externas (que dependen de señales externas al proyecto). Igualmente, se tendrán presente las dependencias obligatorias, propias de los procesos técnicos y las dependencias discrecionales, que se presentan en las pruebas piloto, para salvar algunas incertidumbres administrativas, relacionadas con la primera vez que se realiza un procedimiento (teniendo presente que deben ser exhaustivamente documentadas y estar ligadas al plan de contingencias de la gestión de los riesgos del proyecto).
- El listado de las cadenas de actividades que permiten elaborar los paquetes de trabajo y los entregables se determinará mediante reuniones con los expertos.
- Adicionalmente a la conformación de la lista de las actividades y sus respectivos encadenamientos, se deben determinar sus duraciones, mediante la aplicación del método PERT, consultando con expertos las duraciones optimista, pesimista y más probable. Para la determinación de la duración de cada una de las actividades se deberá utilizar el método Delphi y, en lo posible, se deberá consultar la opinión de por lo menos tres expertos.

4.2.1.2 Niveles de precisión y exactitud

La precisión y exactitud de la información que se utiliza en el desarrollo del modelo de programación del proyecto tendrá las siguientes características:

- Nivel de precisión: Consiste en el grado de redondeo, hacia arriba o hacia abajo, que se aplicará a las estimaciones de las duraciones de las actividades, en función del alcance de las actividades y de la magnitud del proyecto. Por consiguiente, si una duración tienen decimales entre los números 1 al 49 se redondeará hacia el decimal 50 y, si tiene decimales entre los números 51 al 99, se redondeará hacia el decimal 100. Ejemplo: la duración de 9,45 días se redondeará

hacia la duración de 9,5 días; la duración de 4,87 días se redondeará hacia la duración de 5,0 días.

- Nivel de exactitud: Se especifica el rango aceptable que se utilizará para hacer estimaciones realistas sobre la duración de las actividades, introduciendo una determinada duración para contingencias. Ejemplo: $\pm 10\%$ en las actividades de la ruta crítica y $\pm 15\%$ en las actividades de las rutas diferentes a la crítica.

4.2.1.3 Unidades de medida

Las medidas que se utilizarán en el desarrollo del modelo de programación del proyecto tendrán las siguientes características:

- Los recursos requeridos para la elaboración de las actividades se clasificarán según su tipo en trabajo (horas-hombre, horas-máquina y horas-equipo) y materiales (kilógramos, litros, metros, etc.) y, se deberá trabajar bajo el concepto de “unidades fijas”.
- Las proporciones en las que se deben utilizar los recursos en cada una de las actividades deberán ser consultadas con los expertos, para determinar los rendimientos del trabajo y las cantidades de materiales.
- Por último, se debe tener presente que el proyecto se realizará en Colombia, en donde las leyes laborales indican que se debe trabajar 8 horas/día, seis días a la semana y cada 48 horas/semana se deberá brindar un descanso remunerado.

4.2.1.4 Enlaces con los procedimientos de la organización

Los procedimientos de las organizaciones que pueden influir en el desarrollo del modelo de programación del proyecto son, entre otras, las siguientes:

- Gobierno corporativo: Es necesario determinar los procedimientos que haya adoptado la empresa en lo que corresponde a la sostenibilidad de la empresa, la forma y la jerarquía en el procesos de toma de decisiones, confidencialidad de la información, protocolos y comités de aprobaciones, etc.
- Prácticas laborales: Las duraciones de las actividades estarán influenciadas por los horarios de trabajo, el manejo de las jornadas complementarias (horas extras diurnas, nocturnas y dominicales), permisos de acceso a los sitios de trabajo, reuniones de sensibilización con los empleados, directrices de los sindicatos, etc.

- Participación activa y desarrollo de la comunidad: Algunas actividades que no tienen relación directa con el proyecto, consumirán tiempo del proyecto. Algunas de ellas están relacionadas con los procedimientos de información y comunicación con la comunidad, reuniones de sensibilización del proyecto con la comunidad, directrices de los organismos de control estatal, etc.
- Estándares específicos de la organización: Las duraciones de las actividades están influenciadas por los estándares que la organización ha determinado para la gestión de recursos humanos, seguridad industrial, salud ocupacional, control de calidad, control de riesgos, escalamiento de conflictos, etc.

4.2.1.5 Mantenimiento del modelo de programación del proyecto

La actualización del estado del proyecto y el registro de su avance, permiten realizar el mantenimiento del modelo de programación a lo largo de su ejecución, teniendo presente las siguientes premisas:

- Modelo de actualización del estado: Cada semana se realizará una reunión para analizar el estado del proyecto, teniendo presente las condiciones en las que se encuentra al finalizar la semana inmediatamente anterior.

La actualización de los datos del estado del proyecto hasta una semana específica se realizará durante los días lunes y martes de la semana siguiente, con el fin de tenerlos listos al finalizar la tarde del día martes y poder analizarlos durante la mañana del día miércoles en reunión plenario del equipo del proyecto.

- Registro del avance: Las duraciones programadas para las actividades del proyecto permiten contrastar la línea base del proyecto con la realidad de comportamiento temporal de las actividades (fechas de iniciación real, duración real y finalización real). Igualmente, se puede contrastar el verdadero nivel del rendimiento de la actividad de acuerdo con el nivel de avance (% de completado del alcance de la actividad).

De acuerdo con los niveles de atraso de las actividades (iniciación tardía, duraciones superiores a las programadas y terminaciones tardías) registrados hasta el final de una semana específica, se analizan en la siguiente semana en la reunión de análisis de avance para determinar si es necesario aplicar procesos de “fast trucking” (ejecución rápida) o “crashing” (intensificación) para actualizar el

avance del proyecto y nivelar los indicadores hacia los resultados esperados en una fecha determinada.

4.2.1.6 Umbrales de control

Los límites de control que indican la necesidad de tomar decisiones de intervención del cronograma del proyecto para nivelarlo hacia los resultados esperados deben ser establecidos, teniendo presente los siguientes aspectos:

- Las actividades que conforman la ruta crítica que presenten cualquier tipo de variación incremental con respecto a su programación en la línea base del cronograma del proyecto, deberán ser intervenidas para evitar que el proyecto se retrase.
- Las actividades que no conforman la ruta crítica del proyecto podrán hacer uso de sus holguras para nivelar su rendimiento y alcanzar los resultados programados de acuerdo con lo establecido en la línea base del cronograma del proyecto. En este caso, una variación del $\pm 5\%$ del proyecto será aceptable y no requerirá acciones correctivas. Variaciones del $\pm 10\%$ requerirán de acciones correctivas del tipo “fast trucking” (ejecución rápida). Variaciones del $\pm 15\%$ requerirán de acciones correctivas del tipo “Crashing” (intensificación), mediante el uso de las reservas de contingencia (ampliación de rendimientos). Variaciones superiores al 15% deberán informarse al comité patrocinador, para determinar la posibilidad de implementar las reservas de gestión (ampliación de plazos).

4.2.1.7 Reglas para la medición del desempeño

La metodología del valor ganado será utilizada para determinar el desempeño de la gestión de las duraciones de las actividades en el proyecto:

- Índice del rendimiento del tiempo: El cociente entre el valor ganado y el valor planificado, que refleja la medida de eficiencia con que el equipo del proyecto está utilizando su tiempo.
- Variación del cronograma: La diferencia entre el valor ganado y el valor planificado, que refleja la medida en que el proyecto está adelantado o retrasado en relación con la fecha de entrega en un momento determinado.

- Estimado de la duración del proyecto: El cociente entre la duración originalmente programada y el índice del rendimiento del tiempo. Indica la duración total del proyecto de continuar presentándose el valor de la eficiencia con que el equipo está utilizando el tiempo del proyecto.

4.2.1.8 Formato de los informes

Los informes relacionados con las duraciones de las actividades del proyecto, se elaborarán semanalmente y presentarán la siguiente información, con el respectivo análisis de los resultados:

- Actividades que iniciaron según lo programado.
- Actividades cuya duración es igual a la programada.
- Actividades que iniciaron antes de lo programado.
- Actividades que iniciaron después de lo programado.
- Actividades que terminaron antes de lo programado.
- Actividades que terminaron después de lo programado

4.2.2 Definir las actividades

“Permite el desglose de los paquetes de trabajo en actividades que proporcionan una base para la estimación, programación, ejecución, monitoreo y control del trabajo del proyecto” (PMI, 2013).

4.2.2.1 Lista de actividades

Teniendo presente la Estructura Detallada del Proyecto (EDT) se desglosa cada uno de los paquetes de trabajo en las actividades que permiten determinar el trabajo que se debe realizar para conseguir cada uno de los entregables. En el siguiente cuadro se presentan las actividades, de acuerdo con el entregable y el paquete de trabajo al que pertenecen:

Cuadro 7 Listado de actividades del proyecto y su descripción (Fuente: El Autor)

| EDT | Listado de Actividades | Descripción de las Actividades |
|-----------|---|--|
| 1 | Prueba piloto del generador de energía ORC | |
| 1.1 | Comienzo | |
| 1.1.1 | Prototipos de generación de electricidad ORC | |
| 1.1.1.1 | Prototipo de 30 kW | |
| 1.1.1.1.1 | Diseñar partes del prototipo de | Elaborar los diseños y los planos de los |

| EDT | Listado de Actividades | Descripción de las Actividades |
|----------------|---|--|
| | 30 kW | componentes que conforman el prototipo de 30 kW, dentro de los que se encuentran los intercambiadores de calor, las bombas, las tuberías, los tanques de almacenamiento, el generador y, los demás componentes. Es importante anotar que la turbina de 30 kW ya está construida. |
| 1.1.1.1.2 | Construir prototipo de 30 kW | Ensamblar los componentes del prototipo de 30 kW, de acuerdo con los diseños realizados, teniendo presente la funcionalidad que debe tener cada uno de los subsistemas. |
| 1.1.1.1.3 | Instalar prototipo de 30 kW | Trasladar el prototipo de 30 kW desde el sitio en el que se construye, hacia la empresa Gracetales para allí, acoplarlo al sistema productivo, en el punto en el que se emite el calor. |
| 1.1.1.1.4 | Poner en marcha el prototipo de 30 kW | Dar inicio a la operación del prototipo de 30 kW, accionando las bombas para que comiencen a circular los líquidos en cada uno de los subsistemas, verificando que no se presenten fugas, y que los caudales y las presiones estén acorde a las especificaciones del diseño. |
| 1.1.1.1.5 | Balancear el prototipo de 30 kW | Sincronizar el sistema para que la energía generada esté acorde con las condiciones especificadas: frecuencia de 60 Hz y un voltaje de 110/220. |
| 1.1.1.1.6 | Generar energía con el prototipo de 30 kW | Garantizar que el prototipo funcione el mayor tiempo posible (teniendo como meta las 24 horas de cada día), buscando minimizar los tiempos de paradas técnicas y de ociosidad del sistema. |
| 1.1.1.2 | Prototipo de 12 kW | |
| 1.1.1.2.1 | Instalar prototipo de 12 kW | Trasladar el prototipo de 12 kW desde el sitio en el que se construye, hacia la empresa Triple A para allí, acoplarlo al sistema productivo, en el punto en el que se emite el calor. |
| 1.1.1.2.2 | Poner en marcha el prototipo de 12 kW | Iniciar la operación del prototipo de 12 kW, accionando las bombas para que comiencen a circular los líquidos en cada uno de los subsistemas, verificando que no se presenten fugas, y que los caudales y las presiones estén acorde a las especificaciones del diseño. |
| 1.1.1.2.3 | Balancear el prototipo de 12 kW | Sincronizar el sistema para que la energía generada esté acorde con las condiciones especificadas: frecuencia de 60 Hz y un voltaje de 110/220. |
| 1.1.1.2.4 | Generar energía con el prototipo de 12 kW | Garantizar que el prototipo funcione el mayor tiempo posible (teniendo como meta las 24 horas de cada día), buscando minimizar los tiempos de paradas técnicas y de ociosidad del sistema. |
| 1.1.3 | Beneficios Tributarios | |
| 1.1.3.1 | Certificado UPME | |
| 1.1.3.1.1 | Presentar el proyecto a la UPME | Diligenciar los formatos de la UPME con los datos de cada uno de los proyectos (30 kW y 12 kW), |

| EDT | Listado de Actividades | Descripción de las Actividades |
|----------------|--|---|
| | | con el fin de solicitar que esta entidad realice los análisis respectivos y la calificación de cada uno de ellos. |
| 1.1.3.1.2 | Calificar el proyecto por la UPME | La UPME realiza el proceso de análisis de la información suministrada de cada proyecto (30 kW y 12 kW), para determinar si pueden ser clasificados como fuentes de energía no convencionales. |
| 1.1.3.1.3 | Obtener el certificado de la UPME | De acuerdo con el resultado de la calificación de los datos de los proyecto, la UPME emite un certificado en el que indica que los proyectos están basados en fuentes no convencionales de energía. |
| 1.1.3.2 | Certificado ANLA | |
| 1.1.3.2.1 | Presentar el proyecto a la ANLA | Diligenciar los formatos de la ANLA con los datos de cada uno de los proyectos (30 kW y 12 kW), con el fin de solicitar que esta entidad realice los análisis respectivos y la calificación de cada uno de ellos. |
| 1.1.3.2.2 | Calificar el proyecto por la ANLA | La ANLA realiza el proceso de análisis de la información suministrada de cada proyecto (30 kW y 12 kW), para determinar si pueden ser beneficiarios de los incentivos tributarios ofrecidos por la ley 1715 del 13 de mayo de 2014. |
| 1.1.3.2.3 | Obtener el certificado de la ANLA | De acuerdo con el resultado de la calificación de los datos de los proyecto, la UPME emite un certificado en el que indica que los proyectos son beneficiarios de los incentivos tributarios ofrecidos por la ley 1715 del 13 de mayo de 2014. |
| 1.1.4 | Créditos de Fomento | |
| 1.1.4.1 | Financiación | |
| 1.1.4.1.1 | Presentar el proyecto a entidad financiera | Diligenciar los formatos de la entidad financiera con los datos de cada uno de los proyectos (30 kW y 12 kW), con el fin de solicitar que esta entidad realice los análisis respectivos y la calificación de cada uno de ellos. |
| 1.1.4.1.2 | Calificar el proyecto por la entidad financiera | La entidad financiera realiza el proceso de análisis de la información suministrada de cada proyecto (30 kW y 12 kW), para determinar si pueden ser beneficiarios de créditos de fomento del 100% de la inversión, tasas de interés blandas, períodos de gracia de uno o dos años y plazos de cinco años. |
| 1.1.4.1.3 | Obtener la financiación de la entidad financiera | De acuerdo con el resultado de la calificación de los datos de los proyecto, la entidad financiera otorga los créditos de fomento para financiar el 100% de las inversiones requeridas por cada uno de los prototipos. |
| 1.1.4.2 | Reembolso Gobierno Suizo | |
| 1.1.4.2.1 | Presentar el proyecto ante el gobierno Suizo | Diligenciar los formatos requeridos por el gobierno Suizo con los datos de cada uno de los proyectos (30 kW y 12 kW), con el fin de solicitar el beneficio del reembolso del 25% de cada uno de los |

| EDT | Listado de Actividades | Descripción de las Actividades |
|----------------|--|---|
| | | créditos otorgados por la entidad financiera. |
| 1.1.4.2.2 | Calificar el proyecto por parte del gobierno Suizo | El gobierno Suizo realiza el proceso de análisis de la información suministrada de cada proyecto (30 kW y 12 kW), para determinar si los prototipos pueden ser beneficiarios del reembolso del 25% de los créditos otorgados por la entidad financiera. |
| 1.1.4.2.3 | Obtener el reembolso del gobierno Suizo | De acuerdo con el resultado de la calificación de los datos de los proyecto, el gobierno Suizo otorga el beneficio del reembolso del 25% del monto de los créditos otorgados por la entidad financiera |
| 1.1.5 | Sistema de Medición | |
| 1.1.5.1 | Sensores de medición y control | |
| 1.1.5.1.1 | Diseñar sensores | Determinar el número y el tipo de sensores que se instalarán en cada uno de los prototipos para obtener la información de las variables más relevantes de los prototipos (30 kW y 12 kW), tales como temperaturas, presiones, caudales, potencias, frecuencias, voltajes, tiempo de funcionamiento, fecha y hora. |
| 1.1.5.1.2 | Instalar sensores | Realizar la instalación de los sensores especificados en el diseño. |
| 1.1.5.1.3 | Poner en funcionamiento los sensores | Verificar el correcto funcionamiento de los sensores teniendo en la cuenta las condiciones estáticas y dinámicas de cada uno de los prototipos (30 kW y 12 kW). |
| 1.1.5.2 | Telemetría | |
| 1.1.5.2.1 | Diseñar Telemetría | Los datos registrados por los sensores deben ser enviados en forma inalámbrica a un sistema de almacenamiento y procesamiento de los datos. Por lo tanto se realizará el diseño del sistema de comunicación e interconexión entre los sensores y el sistema de gestión de la información. |
| 1.1.5.2.2 | Instalar Telemetría | Realizar la instalación de los sistemas de comunicación inalámbrica entre los sensores, los centralizadores de la información y los sistemas de gestión de la información. |
| 1.1.5.2.3 | Conectar los sensores | Efectuar la conexión del sistema de telemetría con los sensores instalados en cada uno de los prototipos (30 kW y 12 kW). |
| 1.1.5.2.4 | Poner en Funcionamiento la Telemetría | Realizar las pruebas de funcionamiento del sistema de telemetría y de los sensores, para garantizar que las mediciones de las variables sean adecuadamente registradas y fielmente enviadas hacia los sistemas de almacenamiento y procesamiento de la información. |
| 1.1.5.2.5 | Gestionar los datos | Procesar la información recolectada por los sensores instalados en los prototipos (30 kW y 12 kW) transformándola en indicadores de gestión y en diagramas de control. |
| 1.1.6 | Informes de Gestión | |
| 1.1.6.1 | Desempeño Técnico | |

| EDT | Listado de Actividades | Descripción de las Actividades |
|----------------|---|--|
| 1.1.6.1.1 | Elaborar informes de operación | La información acumulada en los sistemas de almacenamiento y procesamiento de datos, se organiza y analiza para indicar tendencias, promedios, desviaciones, diagramas de control, indicadores de gestión y otros datos importantes que deben ser presentados a los patrocinadores para demostrar y registrar el cumplimiento de los objetivos de los proyecto de prueba piloto |
| 1.1.6.1.2 | Elaborar informes de mantenimiento | Durante el proceso de operación de los prototipos será necesario efectuar procesos de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo. Se efectuarán los informes periódicos para informar a los patrocinadores acerca de las fallas y los correctivos que se le deban aplicar a los prototipos, con el fin de garantizar su correctos y continuo funcionamiento. |
| 1.1.6.2 | Desempeño Comercial | |
| 1.1.6.2.1 | Elaborar informe de energía generada | El propósito más relevante del proyecto de prueba piloto de cada uno de los prototipos (30 kW y 12 kW) es demostrar que generan electricidad con eficiencia, en forma continua y con calidad adecuada para sustituir una parte de la energía suministrada por la empresa de distribución de electricidad. Por lo tanto, se elaborará un informe periódico en el que se muestren los resultados de la electricidad generada por cada uno de los prototipos (30 kW y 12 kW). |
| 1.1.6.2.2 | Elaborar informe del valor de la energía generada | Con base en los precios de comercialización de la energía eléctrica en la ciudad de Barranquilla, Colombia, se determinará el valor del balance neto de energía generado por los prototipos (30 kW y 12 kW), lo cual se registrará en un informe periódico que se distribuirá a los Patrocinadores del proyecto. |
| 1.1.7 | Contratos de Venta de Energía | |
| 1.1.7.1 | Registro ante la CREG | |
| 1.1.7.1.1 | Inscribir las empresas como autogeneradores | De acuerdo con los términos de la ley 1715 del 13 de noviembre de 2014 y con los lineamientos de la resolución CREG número 24 del 13 de marzo de 2015, se realizarán los procedimientos para inscribir a las empresas Gracetales y Triple A, como autogeneradores de electricidad con fuentes no convencionales de energía. |
| 1.1.7.1.2 | Obtener registro como autogeneradores | La CREG analizará las solicitudes de inscripción de las empresas Gracetales y Triple A como autogeneradores y les expedirá el correspondiente registro. |
| 1.1.7.2 | Gestión de Contratación | |
| 1.1.7.2.1 | Negociar acuerdos comerciales | Realizar negociaciones con la empresa de distribución de energía eléctrica de la ciudad de Barranquilla, Colombia, para obtener precios especiales por la disminución del consumo en la hora pico del medio día y, para obtener precios |

| EDT | Listado de Actividades | Descripción de las Actividades |
|----------------|---|---|
| | | especiales por la venta de energía a la red de distribución en la hora pico del medio día. |
| 1.1.7.2.2 | Administrar acuerdos comerciales | Periódicamente, se calculan los valores de las tarifas pactadas con la empresa de distribución de energía eléctrica de Barranquilla, Colombia, para determinar los precios a los que se realizan las transacciones por la disminución del consumo de electricidad en la hora pico del medio día y por la inyección de electricidad (generada con fuentes no convencionales de energía) a la red de distribución. |
| 1.1.8 | Gestión de Proyectos | |
| 1.1.8.1 | Iniciación | |
| 1.1.8.1.1 | Elaborar Project Charter | Es el proceso de desarrollar un documento que autoriza formalmente la existencia de un proyecto y confiere al director del proyecto la autoridad para asignar los recursos de la organización a las actividades del proyecto. |
| 1.1.8.2 | Planificación | |
| 1.1.8.2.1 | Elaborar el plan para la dirección del proyecto | Es el proceso de definir, preparar y coordinar todos los planes secundarios e incorporarlos en un plan integral para la dirección del proyecto. Las líneas base y planes secundarios integrados del proyecto pueden incluirse dentro del plan para la dirección del proyecto. |
| 1.1.8.3 | Ejecución | |
| 1.1.8.3.1 | Dirigir y gestionar el trabajo del proyecto | ES el proceso de liderar y llevar a cabo el trabajo definido en el plan para la dirección del proyecto, así como de implementar los cambios aprobados, con el fin de alcanzar los objetivos del proyecto. |
| 1.1.8.4 | Monitoreo y Control | |
| 1.1.8.4.1 | Realizar el control integrado de cambios | Es el proceso de dar seguimiento, revisar e informar del avance del proyecto con respecto a los objetivos de desempeño definidos en el plan para la dirección del proyecto. Igualmente es el proceso de analizar todas las solicitudes de cambio; apoyar y gestionar los cambios a los entregables, activos de los procesos de la organización, documentos del proyecto y plan para la dirección del proyecto; y comunicar las decisiones correspondientes. |
| 1.1.8.5 | Cierre | |
| 1.1.8.5.1 | Cerrar el proyecto | Es el proceso que consiste en finalizar todas las actividades en todos los Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos para completar formalmente el proyecto o una fase del mismo. |
| 1.2 | Final | |

4.2.2.2 Atributos de las actividades

Los atributos de las actividades permiten identificar aspectos adicionales a los que se presentan en el cuadro del listado de actividades. Los atributos identifican en cada actividad la duración, las fechas de comienzo y fin y las indicaciones de precedencia y sucesión. En el siguiente cuadro se presenta la información de los atributos de las actividades:

Cuadro 8 Listado de atributos de las actividades del proyecto (Fuente: El Autor)

| Identificador | EDT | Listado de Actividades | Predecesoras |
|---------------|----------------|---|--------------|
| 0 | 1 | Prueba piloto del generador de energía ORC | |
| 1 | 1.1 | Comienzo | |
| 2 | 1.1.1 | Prototipos de generación de electricidad ORC | |
| 3 | 1.1.1.1 | Prototipo de 30 kW | |
| 4 | 1.1.1.1.1 | Diseñar partes del prototipo de 30 kW | |
| 5 | 1.1.1.1.2 | Construir prototipo de 30 kW | 4 |
| 6 | 1.1.1.1.3 | Instalar prototipo de 30 kW | 5 |
| 7 | 1.1.1.1.4 | Poner en marcha el prototipo de 30 kW | 6 |
| 8 | 1.1.1.1.5 | Balancear el prototipo de 30 kW | 7 |
| 9 | 1.1.1.1.6 | Generar energía con el prototipo de 30 kW | 8 |
| 10 | 1.1.1.2 | Prototipo de 12 kW | |
| 11 | 1.1.1.2.1 | Instalar prototipo de 12 kW | |
| 12 | 1.1.1.2.2 | Poner en marcha el prototipo de 12 kW | 11 |
| 13 | 1.1.1.2.3 | Balancear el prototipo de 12 kW | 12 |
| 14 | 1.1.1.2.4 | Generar energía con el prototipo de 12 kW | 13 |
| 15 | 1.1.3 | Beneficios Tributarios | |
| 16 | 1.1.3.1 | Certificado UPME | |
| 17 | 1.1.3.1.1 | Presentar el proyecto a la UPME | 9CC+4 sem. |
| 18 | 1.1.3.1.2 | Calificar el proyecto por la UPME | 17 |
| 19 | 1.1.3.1.3 | Obtener el certificado de la UPME | 18 |
| 20 | 1.1.3.2 | Certificado ANLA | |
| 21 | 1.1.3.2.1 | Presentar el proyecto a la ANLA | 19 |
| 22 | 1.1.3.2.2 | Calificar el proyecto por la ANLA | 21 |
| 23 | 1.1.3.2.3 | Obtener el certificado de la ANLA | 22 |
| 24 | 1.1.4 | Créditos de Fomento | |
| 25 | 1.1.4.1 | Financiación | |
| 26 | 1.1.4.1.1 | Presentar el proyecto a entidad financiera | 23 |
| 27 | 1.1.4.1.2 | Calificar el proyecto por la entidad financiera | 26 |
| 28 | 1.1.4.1.3 | Obtener la financiación de la entidad financiera | 27 |
| 29 | 1.1.4.2 | Reembolso Gobierno Suizo | |
| 30 | 1.1.4.2.1 | Presentar el proyecto ante el gobierno Suizo | 28 |
| 31 | 1.1.4.2.2 | Calificar el proyecto por parte del gobierno Suizo | 30 |
| 32 | 1.1.4.2.3 | Obtener el reembolso del gobierno Suizo | 31 |
| 33 | 1.1.5 | Sistema de Medición | |
| 34 | 1.1.5.1 | Sensores de medición y control | |

| Identificador | EDT | Listado de Actividades | Predecesoras |
|---------------|------------------|---|--------------|
| 35 | 1.1.5.1.1 | Diseñar sensores | 6;12 |
| 36 | 1.1.5.1.2 | Instalar sensores | 35 |
| 37 | 1.1.5.1.3 | Poner en funcionamiento los sensores | 36 |
| 38 | 1.1.5.2 | Telemetría | |
| 39 | 1.1.5.2.1 | Diseñar Telemetría | 37 |
| 40 | 1.1.5.2.2 | Instalar Telemetría | 39 |
| 41 | 1.1.5.2.3 | Conectar los sensores | 40 |
| 42 | 1.1.5.2.4 | Poner en Funcionamiento la Telemetría | 41 |
| 43 | 1.1.5.2.5 | Gestionar los datos | 42 |
| 44 | 1.1.6 | Informes de Gestión | |
| 45 | 1.1.6.1 | Desempeño Técnico | |
| 46 | 1.1.6.1.1 | Elaborar informes de operación | 9CC;14CC |
| 47 | 1.1.6.1.2 | Elaborar informes de mantenimiento | 46CC |
| 48 | 1.1.6.2 | Desempeño Comercial | |
| 49 | 1.1.6.2.1 | Elaborar informe de energía generada | 46CC |
| 50 | 1.1.6.2.2 | Elaborar informe del valor de la energía generada | 49CC |
| 51 | 1.1.7 | Contratos de Venta de Energía | |
| 52 | 1.1.7.1 | Registro ante la CREG | |
| 53 | 1.1.7.1.1 | Inscribir las empresas como autogeneradores | 17CC |
| 54 | 1.1.7.1.2 | Obtener registro como autogeneradores | 53 |
| 55 | 1.1.7.2 | Gestión de Contratación | |
| 56 | 1.1.7.2.1 | Negociar acuerdos comerciales | 11 |
| 57 | 1.1.7.2.2 | Administrar acuerdos comerciales | 56 |
| 58 | 1.1.8 | Gestión de Proyectos | |
| 59 | 1.1.8.1 | Iniciación | |
| 60 | 1.1.8.1.1 | Elaborar Project Charter | |
| 61 | 1.1.8.2 | Planificación | |
| 62 | 1.1.8.2.1 | Elaborar el plan para la dirección del proyecto | 60 |
| 63 | 1.1.8.3 | Ejecución | |
| 64 | 1.1.8.3.1 | Dirigir y gestionar el trabajo del proyecto | 62 |
| 65 | 1.1.8.4 | Monitoreo y Control | |
| 66 | 1.1.1.8.4.1 | Realizar el control integrado de cambios | 64CC |
| 67 | 1.1.1.8.5 | Cierre | |
| 68 | 1.1.8.5.1 | Cerrar el proyecto | 66FF |
| 69 | 1.2 | Final | |

4.2.3 Secuenciar las actividades

“Permite la definición de la secuencia lógica de trabajo para obtener la máxima eficiencia teniendo en cuenta todas las restricciones del proyecto.” (PMI, 2013).

La secuencia del trabajo a realizar para la ejecución del proyecto se expresa gráficamente en el diagrama de red del cronograma del proyecto y, puede ser definido a diferentes niveles (entregables, paquetes de trabajo,

actividades, tareas). En cuadro 8 se indica el secuenciamiento de las actividades y en el siguiente gráfico se ilustra la secuencia de entregables del proyecto “prueba piloto del generador de energía ORC”.

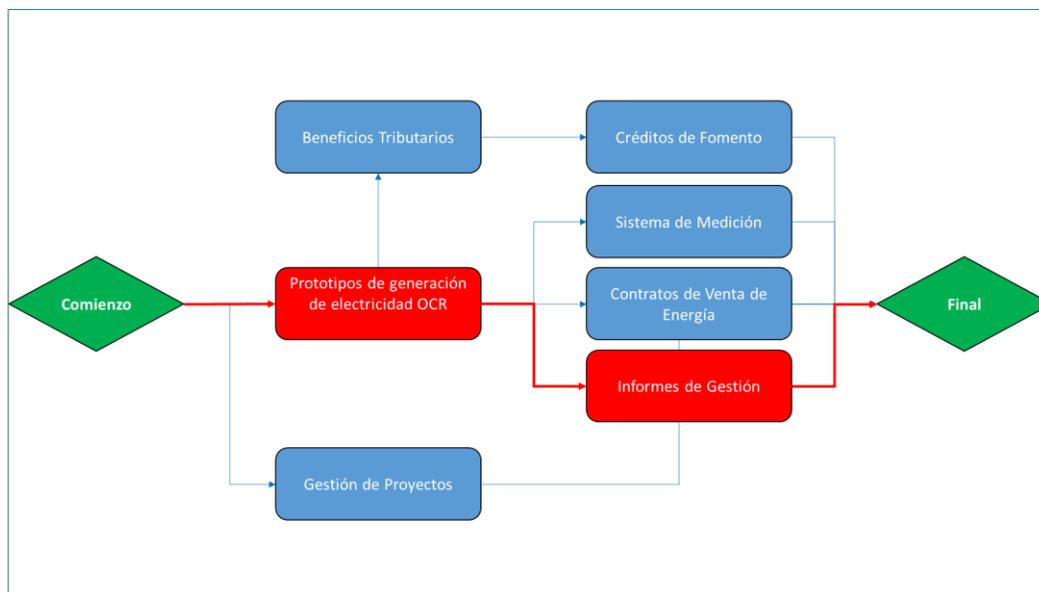


Figura 15. : Diagrama de Red del Cronograma del Proyecto- (Fuente: El Autor)

4.2.4 Estimar los recursos de las actividades

“Identifica el tipo, cantidad y características de los recursos necesarios para completar la actividad, lo que permite estimar el costo y la duración de manera más precisa.” (PMI, 2013).

El proyecto de “prueba piloto del generador de energía ORC” utiliza tres tipos de recursos: Equipo del Proyecto, Contratos Externos y Materiales. En el siguiente cuadro se presenta el esfuerzo que se requiere que realicen los recursos en cada una de las actividades del proyecto.

Cuadro 9 Asignación de recursos a las actividades del proyecto (Fuente: El Autor)

| EDT | Listado de Actividades | Trabajo Programado |
|------------------|---|-----------------------|
| 1 | Prueba piloto del generador de energía ORC | 6.201,12 horas |
| 1.1 | Comienzo | 6.201,12 horas |
| 1.1.1 | Prototipos de generación de electricidad ORC | 2.078,4 horas |
| 1.1.1.1 | Prototipo de 30 kW | 1.272 horas |
| 1.1.1.1.1 | Diseñar partes del prototipo de 30 kW | 240 horas |
| | <i>Equipo del Proyecto</i> | 48 horas |
| | <i>Contrato de diseño 30kW</i> | 192 horas |
| | <i>Materiales</i> | 0,01% |

| EDT | Listado de Actividades | Trabajo Programado |
|-----------|--|--------------------|
| 1.1.1.1.2 | Construir prototipo de 30 kW | 240 horas |
| | <i>Equipo del Proyecto</i> | 48 horas |
| | <i>Materiales</i> | 0,50% |
| | <i>Contrato de construcción 30 kW</i> | 192 horas |
| 1.1.1.1.3 | Instalar prototipo de 30 kW | 480 horas |
| | <i>Equipo del Proyecto</i> | 96 horas |
| | <i>Materiales</i> | 0,01% |
| | <i>Contrato de instalación 30 kW</i> | 384 horas |
| 1.1.1.1.4 | Poner en marcha el prototipo de 30 kW | 48 horas |
| | <i>Equipo del Proyecto</i> | 48 horas |
| 1.1.1.1.5 | Balancear el prototipo de 30 kW | 24 horas |
| | <i>Equipo del Proyecto</i> | 24 horas |
| 1.1.1.1.6 | Generar energía con el prototipo de 30 kW | 240 horas |
| | <i>Equipo del Proyecto</i> | 240 horas |
| 1.1.1.2 | Prototipo de 12 kW | 806,4 horas |
| 1.1.1.2.1 | Instalar prototipo de 12 kW | 480 horas |
| | <i>Equipo del Proyecto</i> | 96 horas |
| | <i>Materiales</i> | 0,01% |
| | <i>Contrato de Instalación 12 kW</i> | 384 horas |
| 1.1.1.2.2 | Poner en marcha el prototipo de 12 kW | 24 horas |
| | <i>Equipo del Proyecto</i> | 24 horas |
| 1.1.1.2.3 | Balancear el prototipo de 12 kW | 24 horas |
| | <i>Equipo del Proyecto</i> | 24 horas |
| 1.1.1.2.4 | Generar energía con el prototipo de 12 kW | 278,4 horas |
| | <i>Equipo del Proyecto</i> | 278,4 horas |
| 1.1.3 | Beneficios Tributarios | 24 horas |
| 1.1.3.1 | Certificado UPME | 12 horas |
| | Presentar el proyecto a la UPME | 12 horas |
| | <i>Equipo del Proyecto</i> | 12 horas |
| 1.1.3.1.2 | Calificar el proyecto por la UPME | 0 horas |
| 1.1.3.1.3 | Obtener el certificado de la UPME | 0 horas |
| 1.1.3.2 | Certificado ANLA | 12 horas |
| 1.1.3.2.1 | Presentar el proyecto a la ANLA | 12 horas |
| | <i>Equipo del Proyecto</i> | 12 horas |
| 1.1.3.2.2 | Calificar el proyecto por la ANLA | 0 horas |
| 1.1.3.2.3 | Obtener el certificado de la ANLA | 0 horas |
| | Créditos de Fomento | 24 horas |
| 1.1.4.1 | Financiación | 12 horas |
| 1.1.4.1.1 | Presentar el proyecto a entidad financiera | 12 horas |
| | <i>Equipo del Proyecto</i> | 12 horas |
| 1.1.4.1.2 | Calificar el proyecto por la entidad financiera | 0 horas |
| 1.1.4.1.3 | Obtener la financiación de la entidad financiera | 0 horas |
| 1.1.4.2 | Reembolso Gobierno Suizo | 12 horas |

| EDT | Listado de Actividades | Trabajo Programado |
|-----------|--|--------------------|
| 1.1.4.2.1 | Presentar el proyecto ante el gobierno Suizo | 12 horas |
| | <i>Equipo del Proyecto</i> | 12 horas |
| 1.1.4.2.2 | Calificar el proyecto por parte del gobierno Suizo | 0 horas |
| 1.1.4.2.3 | Obtener el reembolso del gobierno Suizo | 0 horas |
| 1.1.5 | Sistema de Medición | 3.120 horas |
| 1.1.5.1 | Sensores de medición y control | 432 horas |
| 1.1.5.1.1 | Diseñar sensores | 120 horas |
| | <i>Equipo del Proyecto</i> | 24 horas |
| | <i>Contrato de diseño de sensores</i> | 96 horas |
| 1.1.5.1.2 | Instalar sensores | 240 horas |
| | <i>Equipo del Proyecto</i> | 48 horas |
| | <i>Materiales</i> | 0,10% |
| | <i>Contrato de instalación de sensores</i> | 192 horas |
| 1.1.5.1.3 | Poner en funcionamiento los sensores | 72 horas |
| | <i>Equipo del Proyecto</i> | 24 horas |
| | <i>Contrato de instalación de sensores</i> | 48 horas |
| 1.1.5.2 | Telemetría | 2.688 horas |
| 1.1.5.2.1 | Diseñar Telemetría | 120 horas |
| | <i>Equipo del Proyecto</i> | 24 horas |
| | <i>Contrato de diseño de telemetría</i> | 96 horas |
| 1.1.5.2.2 | Instalar Telemetría | 240 horas |
| | <i>Equipo del Proyecto</i> | 48 horas |
| | <i>Materiales</i> | 0,10% |
| | <i>Contrato de instalación de telemetría</i> | 192 horas |
| 1.1.5.2.3 | Conectar los sensores | 36 horas |
| | <i>Equipo del Proyecto</i> | 12 horas |
| | <i>Materiales</i> | 0,01% |
| | <i>Contrato de instalación de sensores</i> | 24 horas |
| 1.1.5.2.4 | Poner en Funcionamiento la Telemetría | 72 horas |
| | <i>Equipo del Proyecto</i> | 24 horas |
| | <i>Contrato de instalación de telemetría</i> | 48 horas |
| 1.1.5.2.5 | Gestionar los datos | 2.220 horas |
| | <i>Equipo del Proyecto</i> | 444 horas |
| | <i>Contrato de gestión de datos</i> | 1.776 horas |
| 1.1.6 | Informes de Gestión | 99,83 horas |
| 1.1.6.1 | Desempeño Técnico | 51,83 horas |
| 1.1.6.1.1 | Elaborar informes de operación | 25,92 horas |
| | <i>Equipo del Proyecto</i> | 25,92 horas |
| 1.1.6.1.2 | Elaborar informes de mantenimiento | 25,92 horas |
| | <i>Equipo del Proyecto</i> | 25,92 horas |
| 1.1.6.2 | Desempeño Comercial | 48 horas |
| 1.1.6.2.1 | Elaborar informe de energía generada | 24 horas |
| | <i>Equipo del Proyecto</i> | 24 horas |

| EDT | Listado de Actividades | Trabajo Programado |
|----------------|---|---------------------|
| 1.1.6.2.2 | Elaborar informe del valor de la energía generada | 24 horas |
| | <i>Equipo del Proyecto</i> | 24 horas |
| 1.1.7 | Contratos de Venta de Energía | 30,23 horas |
| 1.1.7.1 | Registro ante la CREG | 0,48 horas |
| 1.1.7.1.1 | Inscribir las empresas como autogeneradores | 0,48 horas |
| | <i>Equipo del Proyecto</i> | 0,48 horas |
| 1.1.7.1.2 | Obtener registro como autogeneradores | 0 horas |
| 1.1.7.2 | Gestión de Contratación | 29,77 horas |
| 1.1.7.2.1 | Negociar acuerdos comerciales | 1,92 horas |
| | <i>Equipo del Proyecto</i> | 1,92 horas |
| 1.1.7.2.2 | Administrar acuerdos comerciales | 27,83 horas |
| | <i>Equipo del Proyecto</i> | 27,83 horas |
| 1.1.8 | Gestión de Proyectos | 824,63 horas |
| 1.1.8.1 | Iniciación | 24 horas |
| 1.1.8.1.1 | Elaborar Project Charter | 24 horas |
| | <i>Equipo del Proyecto</i> | 24 horas |
| | Planificación | 48 horas |
| 1.1.8.2.1 | Elaborar el plan para la dirección del proyecto | 48 horas |
| | <i>Equipo del Proyecto</i> | 48 horas |
| 1.1.8.3 | Ejecución | 706,57 horas |
| 1.1.8.3.1 | Dirigir y gestionar el trabajo del proyecto | 706,57 horas |
| | <i>Equipo del Proyecto</i> | 706,57 horas |
| 1.1.8.4 | Monitoreo y Control | 30,72 horas |
| 1.1.8.4.1 | Realizar el control integrado de cambios | 30,72 horas |
| | <i>Equipo del Proyecto</i> | 30,72 horas |
| 1.1.8.5 | Cierre | 15,37 horas |
| 1.1.8.5.1 | Cerrar el proyecto | 15,37 horas |
| | <i>Equipo del Proyecto</i> | 15,37 horas |
| 1.2 | Final | 0 horas |

Al nivel financiero, el proyecto cuenta con tres fuentes de financiación:

Cuadro 10 Fuentes de Financiación del proyecto (Fuente: El Autor)

| Patrocinador | Tipo de Recurso | Monto del Recurso [Pesos Colombianos] |
|--------------------|--------------------|--|
| Colciencias | Cofinanciación | \$350.000.000 |
| Paani | Recursos Propios | \$125.000.000 |
| Entidad financiera | Crédito de fomento | \$75.000.000 |
| Socio estratégico | Recursos Propios | \$50.000.000 |
| TOTAL | | \$600.000.000 |

4.2.5 Estimar la duración de las actividades

“Establece la cantidad de tiempo necesario para finalizar cada una de las actividades.” (PMI, 2013).

Teniendo presente que el proyecto de “prueba piloto del generador de energía ORC” no tiene antecedentes similares, el proceso de estimación de la duración de las actividades se realizó mediante la aplicación de la técnica de “juicio de expertos”, consultando a las siguientes profesionales:

Cuadro 11 Expertos consultados acerca de duración de las actividades del proyecto (Fuente: El Autor)

| Nombre | Profesión | Experiencia |
|---------------------------|-------------------------|---|
| Carlos Germán Martínez T. | Biólogo Molecular | Inventor del líquido de trabajo del sistema de generación ORC |
| Antonio José Bula S. | Doctor en Termodinámica | Investigador de la Universidad del Norte en la Ciudad de Barranquilla |
| Carlos Mauricio Bernal R. | Ingeniero Civil, PMP. | Experto en gestión de servicios públicos domiciliarios. |
| José Avendaño | Ingeniero Mecánico | Experto en operación y mantenimiento de procesos industriales de la empresa Gracetales. |
| Harold Cerón | Ingeniero Eléctrico | Experto en operación y mantenimiento de procesos industriales de la empresa Triple A. |

Con base en los aportes realizados por los expertos que fueron consultados, se obtuvieron las duraciones de cada una de las actividades. Los resultados se presentan en el siguiente cuadro:

Cuadro 12 Duración de las actividades del proyecto (Fuente: El Autor)

| EDT | Listado de Actividades | Duración |
|----------------|---|----------------|
| 1 | Prueba piloto del generador de energía ORC | 76 sem. |
| 1.1 | Comienzo | 76 sem. |
| 1.1.1 | Prototipos de generación de electricidad ORC | 72 sem. |
| 1.1.1.1 | Prototipo de 30 kW | 72 sem. |
| 1.1.1.1.1 | Diseñar partes del prototipo de 30 kW | 4 sem. |
| 1.1.1.1.2 | Construir prototipo de 30 kW | 4 sem. |
| 1.1.1.1.3 | Instalar prototipo de 30 kW | 8 sem. |
| 1.1.1.1.4 | Poner en marcha el prototipo de 30 kW | 4 sem. |
| 1.1.1.1.5 | Balancear el prototipo de 30 W | 2 sem. |
| 1.1.1.1.6 | Generar energía con el prototipo de 30 kW | 50 sem. |

| EDT | Listado de Actividades | Duración |
|----------------|--|----------------|
| 1.1.1.2 | Prototipo de 12 kW | 70 sem. |
| 1.1.1.2.1 | Instalar prototipo de 12 kW | 8 sem. |
| 1.1.1.2.2 | Poner en marcha el prototipo de 12 kW | 2 sem. |
| 1.1.1.2.3 | Balancear el prototipo de 12 kW | 2 sem. |
| 1.1.1.2.4 | Generar energía con el prototipo de 12 kW | 58 sem. |
| 1.1.3 | Beneficios Tributarios | 16 sem. |
| 1.1.3.1 | Certificado UPME | 8 sem. |
| 1.1.3.1.1 | Presentar el proyecto a la UPME | 1 sem |
| 1.1.3.1.2 | Calificar el proyecto por la UPME | 6 sem. |
| 1.1.1.3.1.3 | Obtener el certificado de la UPME | 1 sem |
| 1.1.3.2 | Certificado ANLA | 8 sem. |
| 1.1.3.2.1 | Presentar el proyecto a la ANLA | 1 sem |
| 1.1.3.2.2 | Calificar el proyecto por la ANLA | 6 sem. |
| 1.1.3.2.3 | Obtener el certificado de la ANLA | 1 sem |
| 1.1.4 | Créditos de Fomento | 18 sem. |
| 1.1.4.1 | Financiación | 8 sem. |
| 1.1.4.1.1 | Presentar el proyecto a entidad financiera | 1 sem |
| 1.1.4.1.2 | Calificar el proyecto por la entidad financiera | 6 sem. |
| 1.1.4.1.3 | Obtener la financiación de la entidad financiera | 1 sem |
| 1.1.4.2 | Reembolso Gobierno Suizo | 10 sem. |
| 1.1.4.2.1 | Presentar el proyecto ante el gobierno Suizo | 1 sem |
| 1.1.4.2.2 | Calificar el proyecto por parte del gobierno Suizo | 8 sem. |
| 1.1.4.2.3 | Obtener el reembolso del gobierno Suizo | 1 sem |
| 1.1.5 | Sistema de Medición | 54 sem. |
| 1.1.5.1 | Sensores de medición y control | 8 sem. |
| 1.1.5.1.1 | Diseñar sensores | 2 sem. |
| 1.1.5.1.2 | Instalar sensores | 4 sem. |
| 1.1.5.1.3 | Poner en funcionamiento los sensores | 2 sem. |
| 1.1.5.2 | Telemetría | 46 sem. |
| 1.1.5.2.1 | Diseñar Telemetría | 2 sem. |
| 1.1.5.2.2 | Instalar Telemetría | 4 sem. |
| 1.1.5.2.3 | Conectar los sensores | 1 sem |
| 1.1.5.2.4 | Poner en Funcionamiento la Telemetría | 2 sem. |
| 1.1.5.2.5 | Gestionar los datos | 37 sem. |
| 1.1.6 | Informes de Gestión | 54 sem. |
| 1.1.6.1 | Desempeño Técnico | 54 sem. |
| 1.1.6.1.1 | Elaborar informes de operación | 54 sem. |
| 1.1.6.1.2 | Elaborar informes de mantenimiento | 54 sem. |

| EDT | Listado de Actividades | Duración |
|----------------|---|----------------|
| 1.1.6.2 | Desempeño Comercial | 50 sem. |
| 1.1.6.2.1 | Elaborar informe de energía generada | 50 sem. |
| 1.1.6.2.2 | Elaborar informe del valor de la energía generada | 50 sem. |
| 1.1.7 | Contratos de Venta de Energía | 62 sem. |
| 1.1.7.1 | Registro ante la CREG | 5 sem. |
| 1.1.7.1.1 | Inscribir las empresas como autogeneradores | 1 sem |
| 1.1.7.1.2 | Obtener registro como autogeneradores | 4 sem. |
| 1.1.7.2 | Gestión de Contratación | 62 sem. |
| 1.1.7.2.1 | Negociar acuerdos comerciales | 4 sem. |
| 1.1.7.2.2 | Administrar acuerdos comerciales | 58 sem. |
| 1.1.8 | Gestión de Proyectos | 70 sem. |
| 1.1.8.1 | Iniciación | 2 sem. |
| 1.1.8.1.1 | Elaborar Project Charter | 2 sem. |
| 1.1.8.2 | Planificación | 4 sem. |
| 1.1.8.2.1 | Elaborar el plan para la dirección del proyecto | 4 sem. |
| 1.1.8.3 | Ejecución | 64 sem. |
| 1.1.8.3.1 | Dirigir y gestionar el trabajo del proyecto | 64 sem. |
| 1.1.8.4 | Monitoreo y Control | 64 sem. |
| 1.1.8.4.1 | Realizar el control integrado de cambios | 64 sem. |
| 1.1.8.5 | Cierre | 32 sem. |
| 1.1.8.5.1 | Cerrar el proyecto | 32 sem. |
| 1.2 | Final | 0 sem. |

4.2.6 Desarrollar el cronograma

“Al incorporar actividades del cronograma, duraciones, recursos, disponibilidad de los recursos y relaciones lógicas en la herramienta de programación, ésta genera un modelo de programación con fechas planificadas para completar las actividades del proyecto.” (PMI, 2013).

Con base en la información de los numerales precedentes (4.7, 4.8, 4.9 y 4.10) se utilizó la aplicación MS-Project para generar el cronograma del proyecto de “prueba piloto del generador de energía ORC”. El resultado de este proceso se ilustra en la siguiente figura:

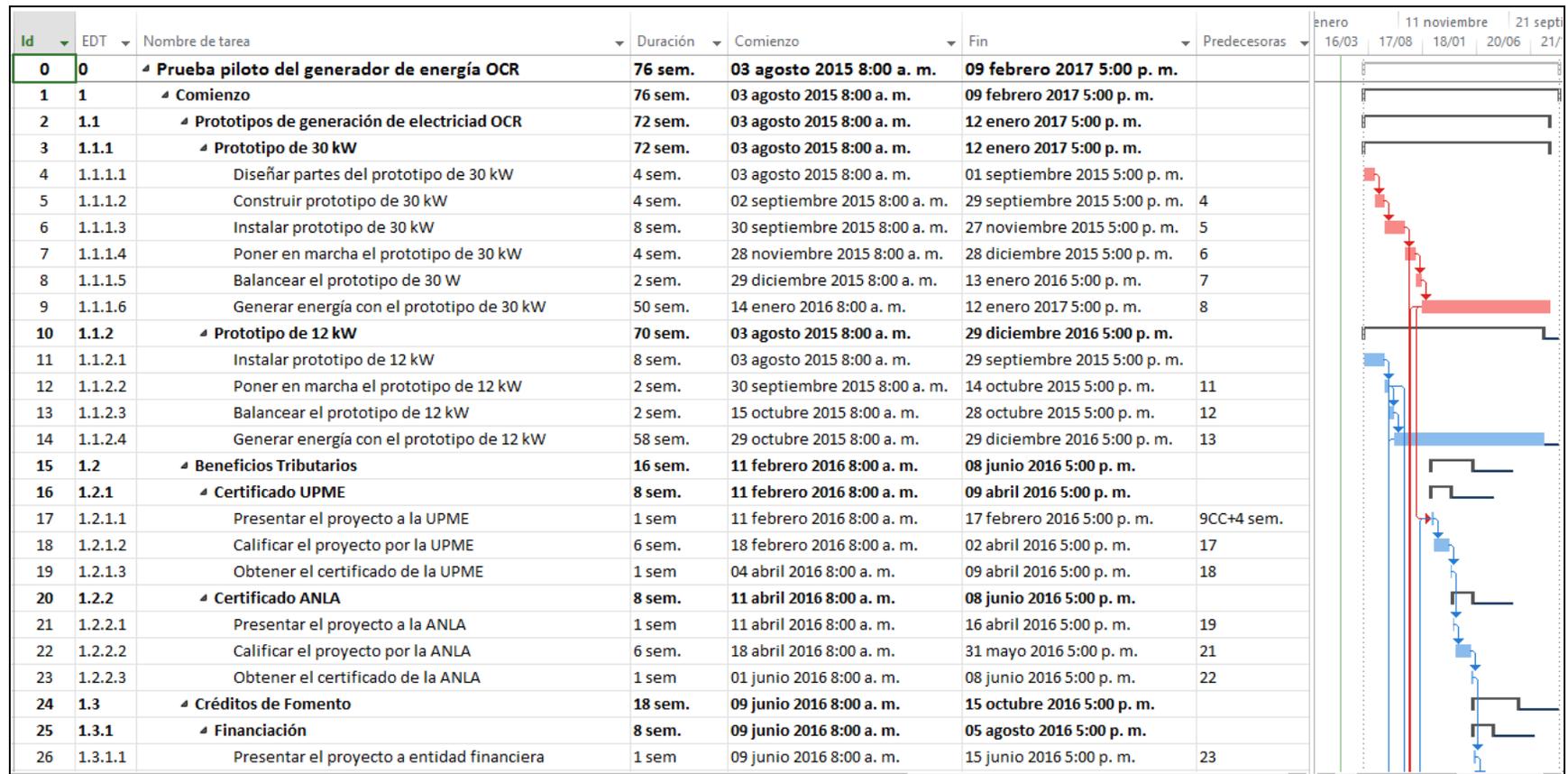


Figura 16. : Cronograma del Proyecto- (Fuente: El Autor)

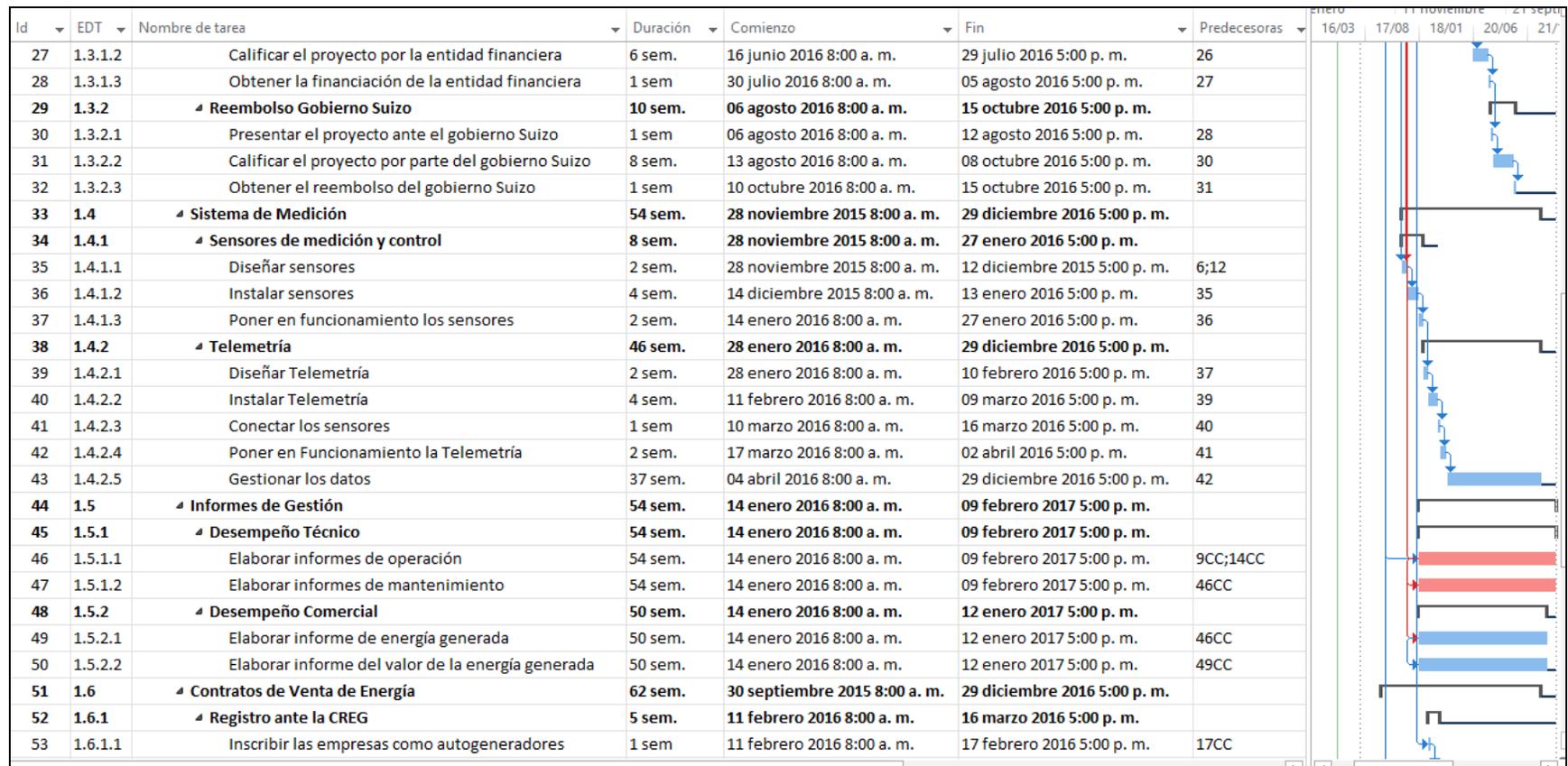


Figura 16 Cronograma del proyecto (Fuente El Autor)

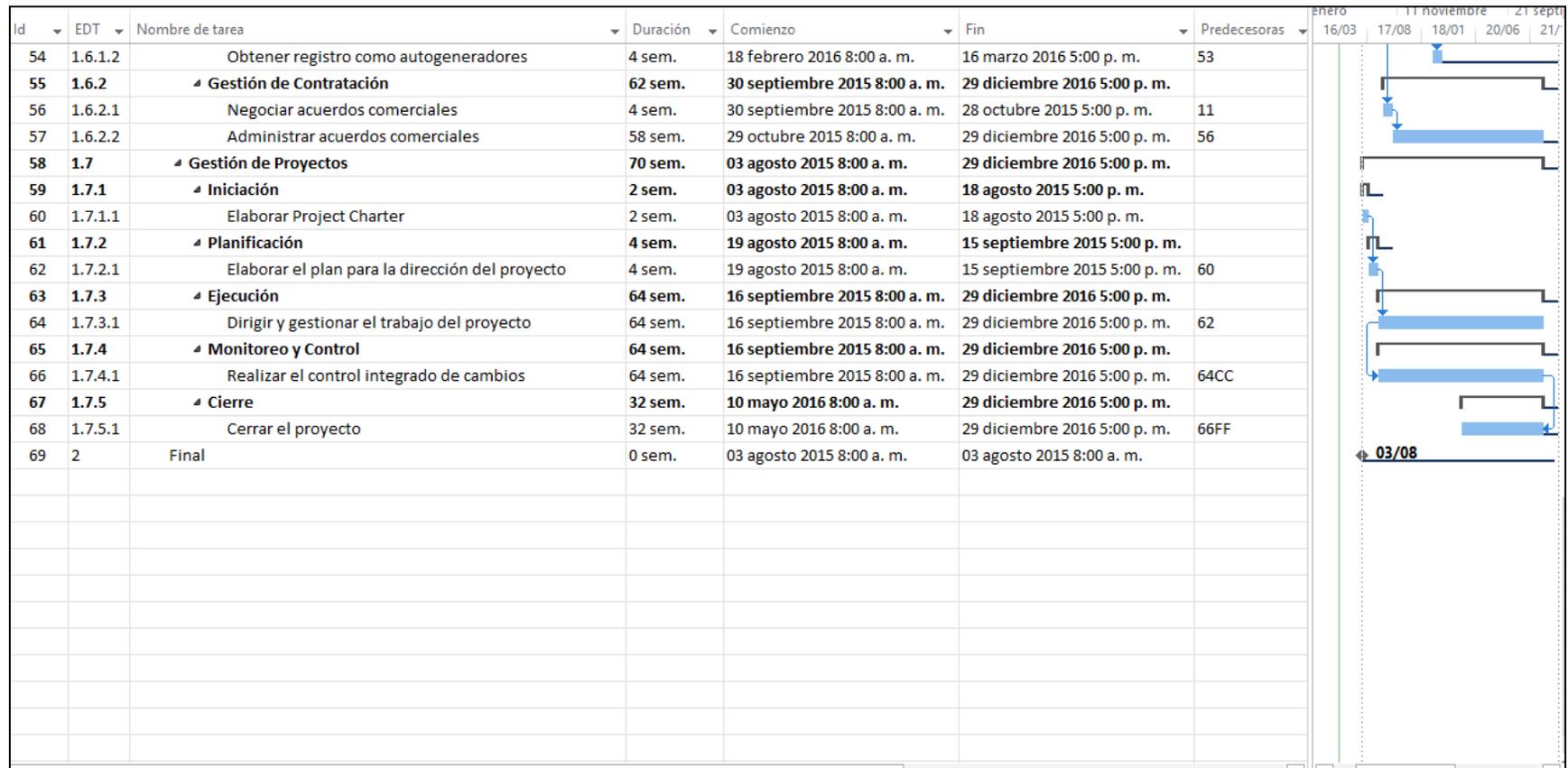


Figura 16 Cronograma del proyecto (Fuente El Autor)

4.2.7 Ruta crítica

“La ruta crítica es la secuencia de actividades que representa el camino más largo a través de un proyecto y determina la menor duración posible del mismo.” (PMI, 2013).

En el proyecto de implementación del sistema de termogeneración de electricidad ORC, la ruta crítica está conformada por las actividades que permiten la implementación del prototipo de 30 kW, además de las actividades relacionadas con los informes de gestión del desempeño técnico de los prototipos.

La duración de la ruta crítica es de 76 semanas y en ella se resalta la relevancia que posee (para el proyecto) la implementación del prototipo de 30 kW, el cual debe ser completamente diseñado y ensamblado, a diferencia del prototipo de 12 kW, que no hace parte de la ruta crítica, debido a que ya está ensamblado y listo para ser instalado.

Las actividades de la ruta crítica están respaldadas por los recursos financieros que suministra Colciencias para la implementación de la prueba piloto, al igual que los recursos financieros y logísticos suministrados por la empresa Paani. Estos aportes, sumados a los conocimientos en gestión de proyectos de la empresa Paani, los conocimientos del grupo de investigación científica de la Universidad del Norte (UREMA) y los conocimientos de creación de líquidos de trabajo del biólogo molecular Carlos Germán Martínez Tarquino, brindan la seguridad que se requiere para hacer viable la ruta crítica y por ende, los encadenamientos las demás actividades del proyecto.

La ruta crítica del proyecto puede ser comprimida utilizando las técnicas de “ejecución rápida” (Fast Tracking) o “intensificación” (Crashing), No obstante, por tratarse de una prueba piloto en la que se espera conseguir la mayor cantidad de información sobre el desempeño de los prototipos de 12 kW y 30 kW, es necesario utilizar todo el plazo disponible y no comprimirlo de ninguna forma.

La financiación proveniente del Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación –Colciencias- (que representa el 58% del total) está programada para que su flujo de caja se desembolse en tres semestres (78 semanas), lo cual coincide con la duración de la ruta crítica del proyecto de implementación del sistema de termogeneración de electricidad ORC.

La financiación proveniente de Paani, de la Entidad Financiera y del Socio Estratégico, también está programada para que sus flujos de caja se desembolsen de acuerdo con la duración del proyecto.

4.2.8 Control del tiempo del proyecto

Las técnicas que se utilizan en el proceso de control del tiempo del proyecto son las siguientes:

Análisis de tendencias: Se determina el desempeño del proyecto en lo concerniente a dar cumplimiento con las fechas de finalización de las actividades.

Método de la ruta crítica: Se hace seguimiento al desarrollo de las actividades de la ruta crítica para identificar las variaciones y sus respectivos riesgos e impactos.

Método de la cadena crítica: Se hace seguimiento a las holguras disponibles, frente a las holguras requeridas para que las actividades de los encadenamientos no críticos terminen en las fechas establecidas, con la esperanza de que se no conviertan en encadenamientos críticos.

Gestión del valor ganado: Se analiza periódicamente el desempeño de la materialización del proyecto, en función del desempeño esperado del cronograma, para determinar indicadores y variaciones y, analizar si el proyecto está a tiempo, adelantado o atrasado.

MS-Project: Se utiliza el software MS-Project para hacer seguimiento al desempeño del cronograma del proyecto.

4.2.9 Reservas para el control del tiempo del proyecto

En los encadenamientos de actividades que no pertenecen a la ruta crítica se evidencian algunas actividades con holguras que permiten demoras en su iniciación, ejecución o finalización, sin que ello dilate la fecha de finalización del proyecto. En el siguiente cuadro se ilustra en color naranja dichas holguras.

Cuadro 13 Demoras Permisibles del Proyecto (Fuente: El Autor)

| ID | Nombre de la Tarea | Duración | Demora Permisible |
|----|---|----------|-------------------|
| 14 | Generar energía con el prototipo de 12 kW | 58 Sem | 6 Sem |
| 32 | Obtener el reembolso del gobierno Suizo | 1 Sem | 16 Sem |
| 43 | Gestionar los datos | 37 Sem | 6 Sem |
| 50 | Elaborar informe del valor de la energía generada | 50 Sem | 4 Sem |
| 54 | Obtener registro como autogeneradores | 4 Sem | 45 Sem |
| 57 | Administrar acuerdos comerciales | 58 Sem | 6 Sem |
| 68 | Cerrar el proyecto | 32 Sem | 6 Sem |

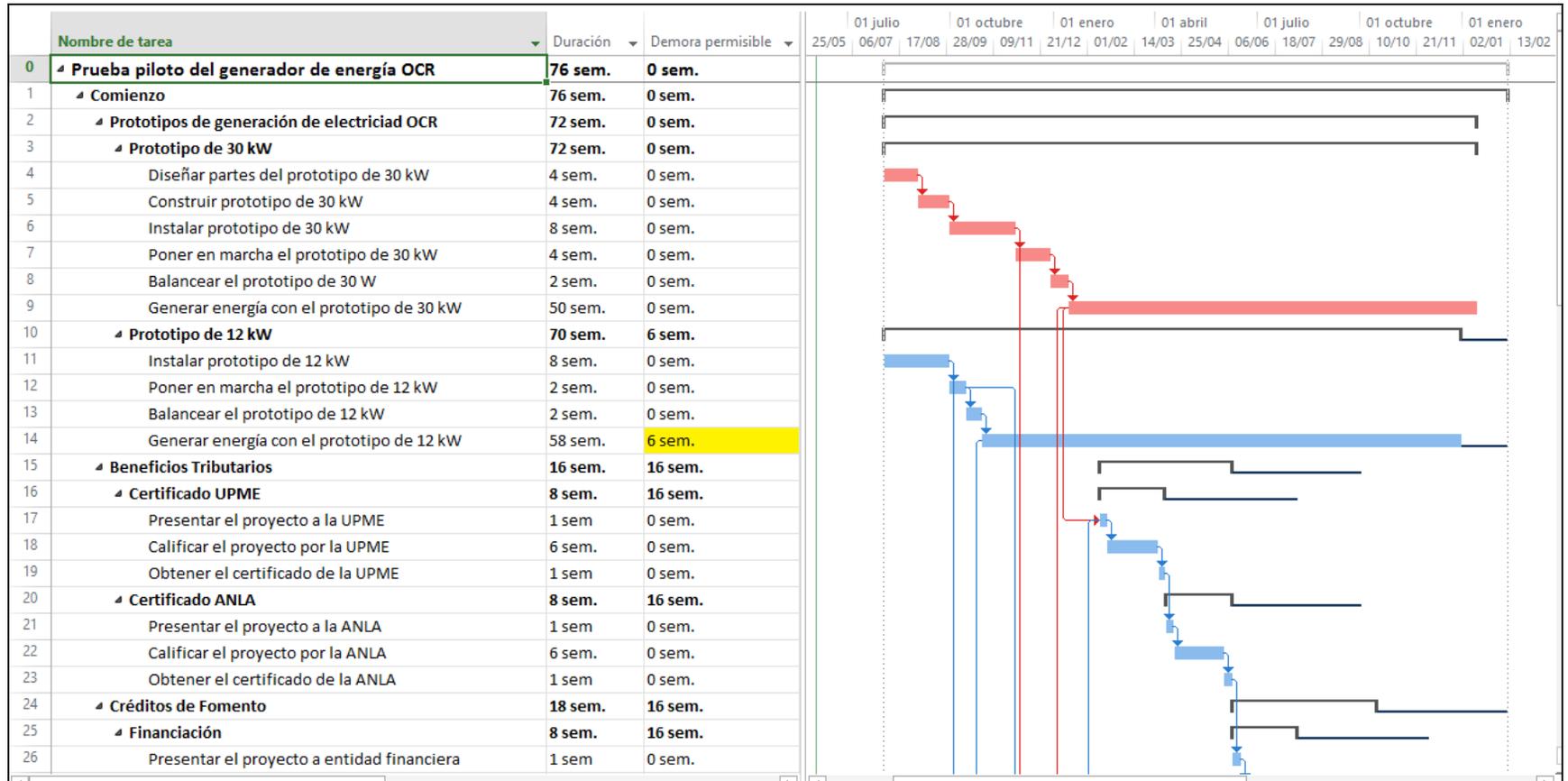


Figura 17. : Cronograma de Demoras Permisibles del Proyecto- (Fuente: El Autor)

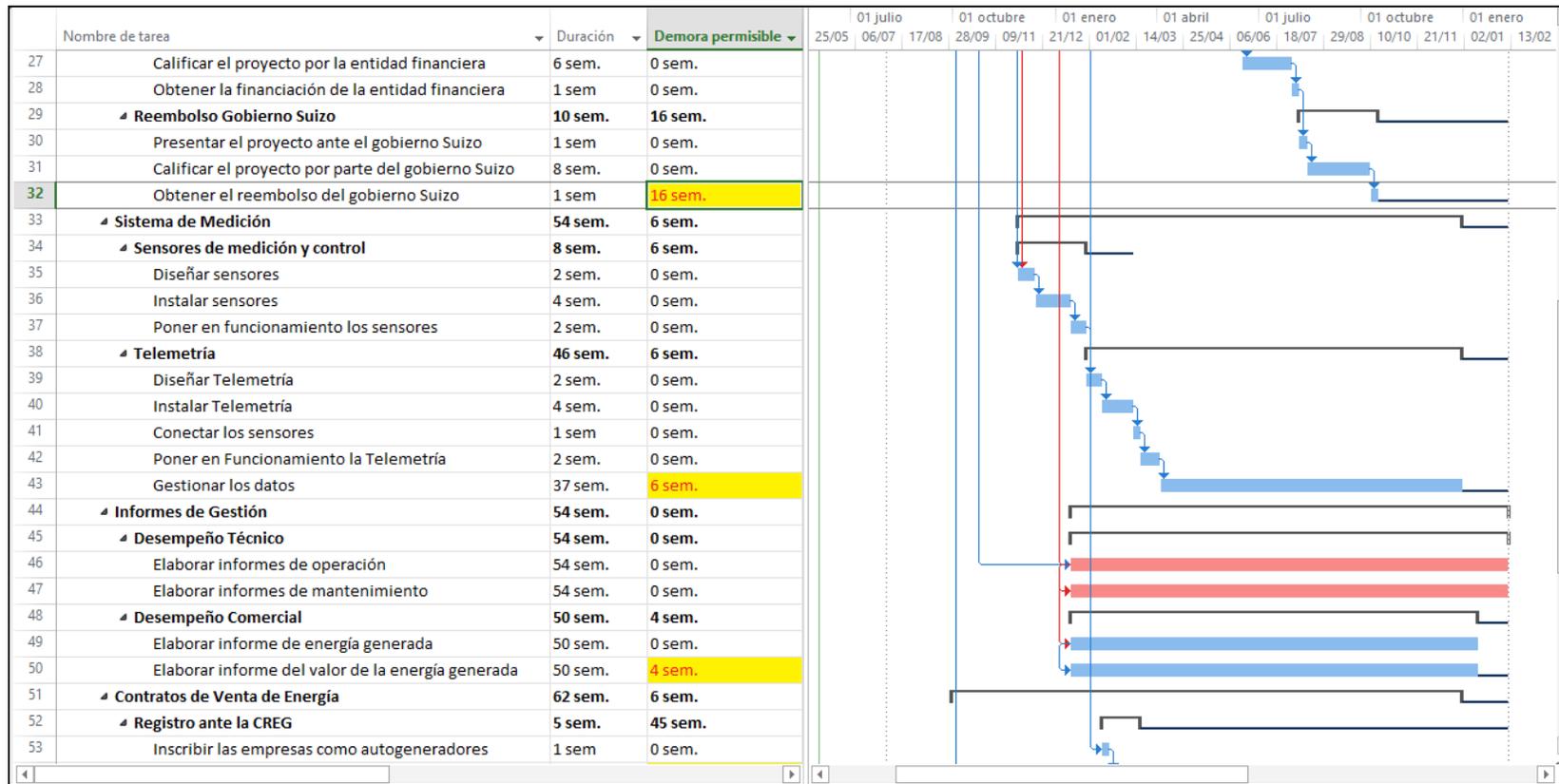


Figura 17 Cronograma de las Demoras Permisibles del proyecto (Fuente El Autor)

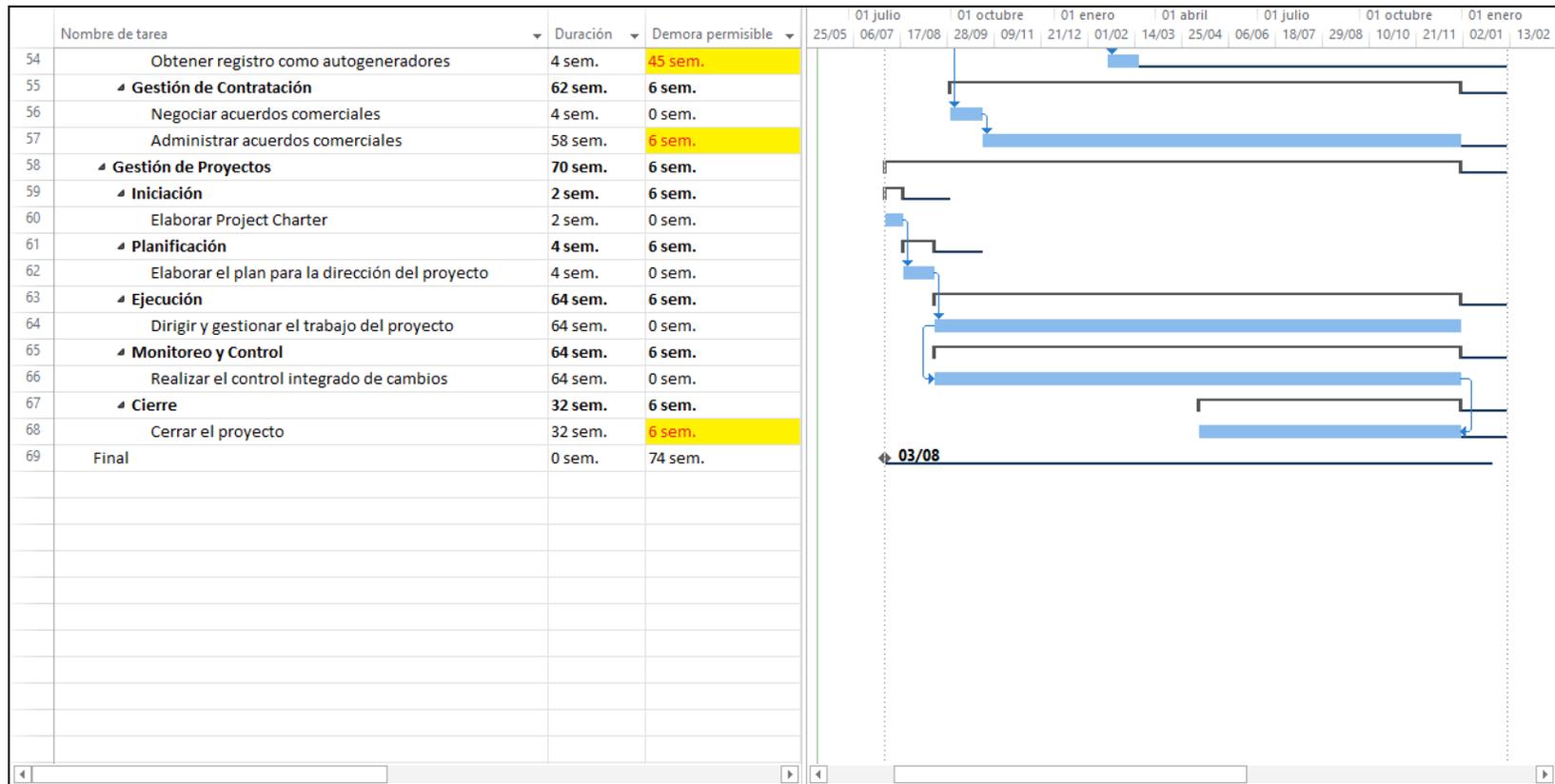


Figura 17 Cronograma de las Demoras Permisibles del proyecto (Fuente El Autor)

Reservas para contingencias: Las holguras existentes en los encadenamientos de actividades que no hacen parte de la ruta crítica representan una buena fuente de tiempo adicional para cubrir los eventos de retrasos o demoras que se generan por la incertidumbre al momento de determinar las duraciones, las fechas de inicio y las fechas de finalización. Usualmente, estos eventos se registran y documentan como riesgos identificados y asumidos por la organización y hacen parte de las reservas para contingencias de las actividades y las reservas para contingencias de los paquetes de trabajo.

Reserva de gestión: También es necesario tener presente algunos tiempos adicionales para el proyecto, con el fin de cubrir el trabajo no previsto, como labores extras o labores adicionales por efectos del desconocimiento de aspectos extrínsecos o externalidades impredecibles. Estos tiempos se clasifican dentro del concepto de reservas de gestión y son cantidades específicas de la duración del proyecto que son controlados por los patrocinadores. De acuerdo con los plazos legales de los contratos de Cofinanciación que brinda Colciencias, el plazo total del proyecto se puede extender únicamente por período máximo de 10 semanas

4.3 Gestión de los costos

4.3.1 Plan de gestión del costo

“Proporciona guía y dirección sobre cómo se gestionarán los costos del proyecto a los largo del mismo.” (PMI, 2013).

4.3.1.1 Unidades de medida

Las medidas que se utilizarán en la gestión de los costos del proyecto tendrán las siguientes características:

- El proyecto utilizará dos tipos de costos: Directos e indirectos.
- Los costos directos están comprendidos por todos aquellas erogaciones que se requieren para la materialización de los entregables del proyecto, tales como mano de obra, materiales, maquinarias, equipos, combustibles, energía eléctrica, logística y otros.
- Igualmente, los costos directos se pueden clasificar como costos directos variables y costos directos fijos. Los variables son aquellos que se incrementan en forma proporcional al incremento de la conformación de los entregables, como es el caso de los materiales, los combustibles, la energía eléctrica, los equipos y las maquinarias.

Los Fijos son aquellos que permanecen constantes durante la conformación de los entregables, como es el caso de la mano de obra (que se debe pagar en forma constante por efecto de las leyes y las regulaciones laborales en Colombia) y la logística, que debe implementarse en forma permanente, como es el caso de los implementos de seguridad de los trabajadores, sus prestaciones sociales, los mecanismos de transporte de los materiales y de las personas, etc.

- Los costos indirectos son todos aquellos que están relacionados con la administración del proyecto y son necesarios para garantizar el buen desempeño de los planes, así como el monitoreo y control de los procesos. Usualmente, están conformados por la gerencia del proyecto, la vigilancia, las pólizas de seguros, los informes de avance del proyecto y otros aspectos administrativos.
- Para el caso de los costos directos (variables y fijos) sus unidades se clasificarán de acuerdo con el trabajo en que se implementen (horas-hombre, horas-máquina y horas-equipo) y en los materiales que utilicen (kilógramos, litros, metros, etc.). Adicionalmente, se deberá tener presente que se utilizará el concepto de “unidades fijas”.
- Los costos variables dependerán de las proporciones en las que se deben utilizar los recursos en cada una de las actividades, los cuales deberán consultárseles a los expertos, para determinar los rendimientos del trabajo y las cantidades de materiales.
- Para el caso de la nómina, será necesario tener en la cuenta que el proyecto se realizará en Colombia, en donde las leyes laborales indican que existe un salario mínimo mensual legal vigente, por lo que dichos costos no podrán ser inferiores a lo que indica la ley laboral.

4.3.1.2 Nivel de precisión

La precisión de la información que se utiliza en la gestión de los costos del proyecto tendrá la siguiente característica:

- Nivel de precisión: Consiste en el grado de redondeo, hacia arriba o hacia abajo, que se aplicará a las estimaciones de los costos de las actividades, en función de su alcance y de la magnitud del proyecto. Por consiguiente, si un costo tiene decimales entre los números 1 al 49 se redondeará hacia el decimal 50 y, si tiene decimales entre los números 51 al 99, se redondeará hacia el decimal 100. Ejemplo: el

costo de \$7,44 se redondeará hacia el costo de \$7,5; el costo de \$8,97 se redondeará hacia el costo de \$9,0.

4.3.1.3 Nivel de exactitud

La exactitud de la información que se utiliza en la gestión de los costos del proyecto tendrá la siguiente característica:

- Nivel de exactitud: Se especifica el rango aceptable que se utilizará para hacer estimaciones realistas sobre los costos de las actividades, introduciendo un determinado costo para contingencias. Ejemplo: $\pm 10\%$ en las actividades de la ruta crítica y $\pm 15\%$ en las actividades de las rutas diferentes a la crítica.

4.3.1.4 Enlaces con los procedimientos de la organización

Los procedimientos de las organizaciones que pueden influir en gestión de los costos del proyecto son, entre otras, las siguientes:

- Gobierno corporativo: Es necesario determinar los procedimientos que haya adoptado la empresa en lo que corresponde a la sostenibilidad de la empresa, la forma y la jerarquía en el procesos de toma de decisiones, confidencialidad de la información, protocolos y comités de aprobaciones, etc.
- Prácticas laborales: Los costos de las actividades estarán influenciadas por los horarios de trabajo, el manejo de las jornadas complementarias (horas extras diurnas, nocturnas y dominicales), permisos de acceso a los sitios de trabajo, reuniones de sensibilización con los empleados, directrices de los sindicatos, etc.
- Participación activa y desarrollo de la comunidad: Algunas actividades que no tienen relación directa con el proyecto, consumirán parte del presupuesto del proyecto. Algunas de ellas están relacionadas con los procedimientos de información y comunicación con la comunidad, reuniones de sensibilización del proyecto con la comunidad, directrices de los organismos de control estatal, etc.
- Estándares específicos de la organización: Los costos de las actividades están influenciadas por los estándares que la organización ha determinado para la gestión de recursos humanos, seguridad industrial, salud ocupacional, control de calidad, control de riesgos, escalamiento de conflictos, etc.

4.3.1.5 Umbrales de control

Los límites de control que indican la necesidad de tomar decisiones de intervención de los costos del proyecto para nivelarlo hacia los resultados esperados deben ser establecidos, teniendo presente los siguientes aspectos:

- Las actividades que conforman la ruta crítica que presenten cualquier tipo de variación incremental con respecto a su presupuesto en la línea base del costo del proyecto, deberán ser intervenidas para evitar que el presupuesto del proyecto se incremente.
- Las actividades que no conforman la ruta crítica del proyecto podrán hacer uso de sus holguras para nivelar su rendimiento y alcanzar los resultados presupuestados de acuerdo con lo establecido en la línea base del costo del proyecto. En este caso, una variación del $\pm 5\%$ del proyecto será aceptable y no requerirá acciones correctivas. Variaciones del $\pm 10\%$ requerirán de acciones correctivas del tipo “fast trucking” (ejecución rápida) que no tiene costos adicionales. Variaciones del $\pm 15\%$ requerirán de acciones correctivas del tipo “Crashing” (intensificación), que requieren costos adicionales, usualmente financiados con los presupuestos de las reservas de contingencia. Variaciones superiores al 15% deberán informarse al comité patrocinador, para determinar la posibilidad de implementar las reservas de gestión (ampliación del presupuesto).

4.3.1.6 Reglas para la medición del desempeño

La metodología del valor ganado será utilizada para determinar el desempeño de la gestión de los costos de las actividades en el proyecto:

- Índice del rendimiento del costo: El cociente entre el valor ganado y el costo real, que refleja la medida de eficiencia con que el equipo del proyecto está utilizando los costos.
- Variación del costo: La diferencia entre el valor ganado y el costo real, que refleja la medida en que el proyecto está ahorrando o derrochando en relación con el presupuesto establecido para un momento determinado.
- Estimado del costo del proyecto: El cociente entre el presupuesto total originalmente estimado y el índice del rendimiento del costo. Indica el

costo total que tendrá el proyecto de continuar presentándose el valor de la eficiencia con que el equipo está manejando los costos del proyecto.

4.3.1.7 Formato de los informes

Los informes relacionados con los costos de las actividades del proyecto, se elaborarán semanalmente y presentarán la siguiente información, con el respectivo análisis de los resultados:

- Actividades cuyo costo es igual a su presupuesto.
- Actividades que están costando menos que lo presupuestado.
- Actividades que están costando más que lo presupuestado.
- Actividades que terminaron costando más que lo presupuestado.
- Actividades que terminaron costando menos que lo presupuestado.
- Pronóstico del costo de las actividades en ejecución.
- Pronóstico del costo total del proyecto

4.3.1.8 Detalles adicionales de los costos del proyecto

Algunos aspectos relacionados con los costos del proyecto, van más allá de las erogaciones que se estiman para la etapa de pre inversión, extendiendo su análisis hasta la etapa de post inversión. Algunos de estos aspectos son los siguientes:

- Costos de financiación del proyecto: Las opciones de financiación del proyecto deberán incluir la capitalización de la empresa con nuevos socios y la gestión de créditos de fomento (con tasas blandas y períodos de gracia).
- Costos de operación y mantenimiento: El diseño de los flujos de caja futuros incluyen los temas de las erogaciones en la etapa de post inversión, tales como los costos de operación y mantenimiento: Mano de obra (calificada y no calificada), mantenimientos (predictivos, preventivos y correctivos). Estos costos deberán ser calculados y simulados mediante la aplicación de metodologías financieras de flujos de caja.
- Cuentas contables: Las erogaciones que se generen por costos directos (fijos o variables) y costos indirectos serán registrados en las cuentas contables de activos en construcción, existentes en las normas internaciones de contabilidad y las normas internacionales de información financiera (NIC-NIIF).

4.3.2 Estimación de los costos de las actividades

“Determina el monto de los costos requerido para completar el trabajo del proyecto.” (PMI, 2013).

El proyecto de “prueba piloto del generador de energía ORC” utiliza recursos humanos, materiales y la combinación de múltiples contratos con terceros.

El valor de los contratos con terceros se define con base en los costos directos e indirectos del esfuerzo que realizan los profesionales adscritos a las empresas especializadas en materializar los requerimientos y especificaciones de cada uno de los esfuerzos (diseño, construcción, instalación y gestión).

El valor de los materiales se determina con base en la experiencia que se tiene en el diseño y la construcción del prototipo de 12 kW, así como en la implementación y gestión de sistemas similares.

En el siguiente cuadro se presentan los valores de los recursos utilizados:

Cuadro 14 Valor de los recursos utilizados en el proyecto (Fuente: El Autor)

| Nombre del recurso | Tipo | Etiqueta de material | Capacidad máxima | Tasa estándar Pesos Colombianos |
|---------------------------------------|----------|----------------------|------------------|---------------------------------|
| Equipo del Proyecto | Trabajo | | 100% | \$3.000.000/sem |
| Contrato de diseño 30kW | Trabajo | | 100% | \$2.500.000/sem |
| Contrato de construcción 30 kW | Trabajo | | 100% | \$4.000.000/sem |
| Contrato de instalación 30 kW | Trabajo | | 100% | \$2.000.000/sem |
| Contrato de Instalación 12 kW | Trabajo | | 100% | \$2.000.000/sem |
| Contrato de diseño de sensores | Trabajo | | 100% | \$2.500.000/sem |
| Contrato de instalación de sensores | Trabajo | | 100% | \$2.500.000/sem |
| Contrato de diseño de telemetría | Trabajo | | 100% | \$2.500.000/sem |
| Contrato de instalación de telemetría | Trabajo | | 100% | \$2.500.000/sem |
| Contrato de gestión de datos | Trabajo | | 100% | \$1.000.000/sem |
| Materiales | Material | % | | \$250.000.000 |

4.3.3 Estimación de los costos de las actividades

“Determina la línea base de costos con respecto a la cual se puede monitorear y controlar el desempeño del proyecto.” (PMI, 2013).

Con base en el trabajo que debe ser realizado por los recursos en cada una de las actividades y con base en la tarifa definida para cada uno de los recursos, se determina el costo del trabajo programado.

Cuadro 15 Costos de las actividades del proyecto (Fuente: El Autor)

| EDT | Listado de Actividades | Trabajo Programado | Costos del Trabajo Programado Millones de Pesos Colombianos |
|------------------|---|-----------------------|--|
| 1 | Prueba piloto del generador de energía ORC | 6.201,12 horas | \$ 477,32 |
| 1.1 | Comienzo | 6.201,12 horas | \$ 477,32 |
| 1.1.1 | Prototipos de generación de electricidad ORC | 2.078,4 horas | \$ 248,40 |
| 1.1.1.1 | Prototipo de 30 kW | 1.272 horas | \$ 203,50 |
| 1.1.1.1.1 | Diseñar partes del prototipo de 30 kW | 240 horas | \$ 15,50 |
| | <i>Equipo del Proyecto</i> | 48 horas | \$ 3,00 |
| | <i>Contrato de diseño 30kW</i> | 192 horas | \$ 10,00 |
| | <i>Materiales</i> | 0,01% | \$ 2,50 |
| 1.1.1.1.2 | Construir prototipo de 30 kW | 240 horas | \$ 144,00 |
| | <i>Equipo del Proyecto</i> | 48 horas | \$ 3,00 |
| | <i>Materiales</i> | 0,50% | \$ 125,00 |
| | <i>Contrato de construcción 30 kW</i> | 192 horas | \$ 16,00 |
| 1.1.1.1.3 | Instalar prototipo de 30 kW | 480 horas | \$ 24,50 |
| | <i>Equipo del Proyecto</i> | 96 horas | \$ 6,00 |
| | <i>Materiales</i> | 0,01% | \$ 2,50 |
| | <i>Contrato de instalación 30 kW</i> | 384 horas | \$ 16,00 |
| 1.1.1.1.4 | Poner en marcha el prototipo de 30 kW | 48 horas | \$ 3,00 |
| | <i>Equipo del Proyecto</i> | 48 horas | \$ 3,00 |
| 1.1.1.1.5 | Balancear el prototipo de 30 kW | 24 horas | \$ 1,50 |
| | <i>Equipo del Proyecto</i> | 24 horas | \$ 1,50 |
| 1.1.1.1.6 | Generar energía con el prototipo de 30 kW | 240 horas | \$ 15,00 |
| | <i>Equipo del Proyecto</i> | 240 horas | \$ 15,00 |
| 1.1.1.2 | Prototipo de 12 kW | 806,4 horas | \$ 44,90 |
| 1.1.1.2.1 | Instalar prototipo de 12 kW | 480 horas | \$ 24,50 |
| | <i>Equipo del Proyecto</i> | 96 horas | \$ 6,00 |
| | <i>Materiales</i> | 0,01% | \$ 2,50 |
| | <i>Contrato de Instalación 12 kW</i> | 384 horas | \$ 16,00 |
| 1.1.1.2.2 | Poner en marcha el prototipo de 12 kW | 24 horas | \$ 1,50 |
| | <i>Equipo del Proyecto</i> | 24 horas | \$ 1,50 |
| 1.1.1.2.3 | Balancear el prototipo de 12 kW | 24 horas | \$ 1,50 |

| EDT | Listado de Actividades | Trabajo Programado | Costos del Trabajo Programado Millones de Pesos Colombianos |
|-----------|--|--------------------|---|
| | <i>Equipo del Proyecto</i> | 24 horas | \$ 1,50 |
| 1.1.1.2.4 | Generar energía con el prototipo de 12 kW | 278,4 horas | \$ 17,40 |
| | <i>Equipo del Proyecto</i> | 278,4 horas | \$ 17,40 |
| 1.1.3 | Beneficios Tributarios | 24 horas | \$ 1,50 |
| 1.1.3.1 | Certificado UPME | 12 horas | \$ 0,75 |
| | Presentar el proyecto a la UPME | 12 horas | \$ 0,75 |
| | <i>Equipo del Proyecto</i> | 12 horas | \$ 0,75 |
| 1.1.3.1.2 | Calificar el proyecto por la UPME | 0 horas | \$ - |
| 1.1.3.1.3 | Obtener el certificado de la UPME | 0 horas | \$ - |
| 1.1.3.2 | Certificado ANLA | 12 horas | \$ 0,75 |
| 1.1.3.2.1 | Presentar el proyecto a la ANLA | 12 horas | \$ 0,75 |
| | <i>Equipo del Proyecto</i> | 12 horas | \$ 0,75 |
| 1.1.3.2.2 | Calificar el proyecto por la ANLA | 0 horas | \$ - |
| 1.1.3.2.3 | Obtener el certificado de la ANLA | 0 horas | \$ - |
| | Créditos de Fomento | 24 horas | \$ 1,50 |
| 1.1.4.1 | Financiación | 12 horas | \$ 0,75 |
| 1.1.4.1.1 | Presentar el proyecto a entidad financiera | 12 horas | \$ 0,75 |
| | <i>Equipo del Proyecto</i> | 12 horas | \$ 0,75 |
| 1.1.4.1.2 | Calificar el proyecto por la entidad financiera | 0 horas | \$ - |
| 1.1.4.1.3 | Obtener la financiación de la entidad financiera | 0 horas | \$ - |
| 1.1.4.2 | Reembolso Gobierno Suizo | 12 horas | \$ 0,75 |
| 1.1.4.2.1 | Presentar el proyecto ante el gobierno Suizo | 12 horas | \$ 0,75 |
| | <i>Equipo del Proyecto</i> | 12 horas | \$ 0,75 |
| 1.1.4.2.2 | Calificar el proyecto por parte del gobierno Suizo | 0 horas | \$ - |
| 1.1.4.2.3 | Obtener el reembolso del gobierno Suizo | 0 horas | \$ - |
| 1.1.5 | Sistema de Medición | 3.120 horas | \$ 166,25 |
| 1.1.5.1 | Sensores de medición y control | 432 horas | \$ 48,50 |
| 1.1.5.1.1 | Diseñar sensores | 120 horas | \$ 6,50 |
| | <i>Equipo del Proyecto</i> | 24 horas | \$ 1,50 |
| | <i>Contrato de diseño de sensores</i> | 96 horas | \$ 5,00 |
| 1.1.5.1.2 | Instalar sensores | 240 horas | \$ 38,00 |
| | <i>Equipo del Proyecto</i> | 48 horas | \$ 3,00 |
| | <i>Materiales</i> | 0,10% | \$ 25,00 |
| | <i>Contrato de instalación de sensores</i> | 192 horas | \$ 10,00 |
| 1.1.5.1.3 | Poner en funcionamiento los sensores | 72 horas | \$ 4,00 |
| | <i>Equipo del Proyecto</i> | 24 horas | \$ 1,50 |
| | <i>Contrato de instalación de sensores</i> | 48 horas | \$ 2,50 |
| 1.1.5.2 | Telemetría | 2.688 horas | \$ 117,75 |
| 1.1.5.2.1 | Diseñar Telemetría | 120 horas | \$ 6,50 |
| | <i>Equipo del Proyecto</i> | 24 horas | \$ 1,50 |

| EDT | Listado de Actividades | Trabajo Programado | Costos del Trabajo Programado Millones de Pesos Colombianos |
|------------------|---|---------------------|---|
| | <i>Contrato de diseño de telemetría</i> | 96 horas | \$ 5,00 |
| 1.1.5.2.2 | Instalar Telemetría | 240 horas | \$ 38,00 |
| | <i>Equipo del Proyecto</i> | 48 horas | \$ 3,00 |
| | <i>Materiales</i> | 0,10% | \$ 25,00 |
| | <i>Contrato de instalación de telemetría</i> | 192 horas | \$ 10,00 |
| 1.1.5.2.3 | Conectar los sensores | 36 horas | \$ 4,50 |
| | <i>Equipo del Proyecto</i> | 12 horas | \$ 0,75 |
| | <i>Materiales</i> | 0,01% | \$ 2,50 |
| | <i>Contrato de instalación de sensores</i> | 24 horas | \$ 1,25 |
| 1.1.5.2.4 | Poner en Funcionamiento la Telemetría | 72 horas | \$ 4,00 |
| | <i>Equipo del Proyecto</i> | 24 horas | \$ 1,50 |
| | <i>Contrato de instalación de telemetría</i> | 48 horas | \$ 2,50 |
| 1.1.5.2.5 | Gestionar los datos | 2.220 horas | \$ 64,75 |
| | <i>Equipo del Proyecto</i> | 444 horas | \$ 27,75 |
| | <i>Contrato de gestión de datos</i> | 1.776 horas | \$ 37,00 |
| 1.1.6 | Informes de Gestión | 99,83 horas | \$ 6,24 |
| 1.1.6.1 | Desempeño Técnico | 51,83 horas | \$ 3,24 |
| 1.1.6.1.1 | Elaborar informes de operación | 25,92 horas | \$ 1,62 |
| | <i>Equipo del Proyecto</i> | 25,92 horas | \$ 1,62 |
| 1.1.6.1.2 | Elaborar informes de mantenimiento | 25,92 horas | \$ 1,62 |
| | <i>Equipo del Proyecto</i> | 25,92 horas | \$ 1,62 |
| 1.1.6.2 | Desempeño Comercial | 48 horas | \$ 3,00 |
| 1.1.6.2.1 | Elaborar informe de energía generada | 24 horas | \$ 1,50 |
| | <i>Equipo del Proyecto</i> | 24 horas | \$ 1,50 |
| 1.1.6.2.2 | Elaborar informe del valor de la energía generada | 24 horas | \$ 1,50 |
| | <i>Equipo del Proyecto</i> | 24 horas | \$ 1,50 |
| 1.1.7 | Contratos de Venta de Energía | 30,23 horas | \$ 1,89 |
| 1.1.7.1 | Registro ante la CREG | 0,48 horas | \$ 0,03 |
| 1.1.7.1.1 | Inscribir las empresas como autogeneradores | 0,48 horas | \$ 0,03 |
| | <i>Equipo del Proyecto</i> | 0,48 horas | \$ 0,03 |
| 1.1.7.1.2 | Obtener registro como autogeneradores | 0 horas | \$ - |
| 1.1.7.2 | Gestión de Contratación | 29,77 horas | \$ 1,86 |
| 1.1.7.2.1 | Negociar acuerdos comerciales | 1,92 horas | \$ 0,12 |
| | <i>Equipo del Proyecto</i> | 1,92 horas | \$ 0,12 |
| 1.1.7.2.2 | Administrar acuerdos comerciales | 27,83 horas | \$ 1,74 |
| | <i>Equipo del Proyecto</i> | 27,83 horas | \$ 1,74 |
| 1.1.8 | Gestión de Proyectos | 824,63 horas | \$ 51,54 |
| 1.1.8.1 | Iniciación | 24 horas | \$ 1,50 |
| 1.1.8.1.1 | Elaborar Project Charter | 24 horas | \$ 1,50 |
| | <i>Equipo del Proyecto</i> | 24 horas | \$ 1,50 |

| EDT | Listado de Actividades | Trabajo Programado | Costos del Trabajo Programado Millones de Pesos Colombianos |
|-----------|---|---------------------|---|
| | Planificación | 48 horas | \$ 3,00 |
| 1.1.8.2.1 | Elaborar el plan para la dirección del proyecto | 48 horas | \$ 3,00 |
| | <i>Equipo del Proyecto</i> | <i>48 horas</i> | <i>\$ 3,00</i> |
| 1.1.8.3 | Ejecución | 706,57 horas | \$ 44,16 |
| 1.1.8.3.1 | Dirigir y gestionar el trabajo del proyecto | 706,57 horas | \$ 44,16 |
| | <i>Equipo del Proyecto</i> | <i>706,57 horas</i> | <i>\$ 44,16</i> |
| 1.1.8.4 | Monitoreo y Control | 30,72 horas | \$ 1,92 |
| 1.1.8.4.1 | Realizar el control integrado de cambios | 30,72 horas | \$ 1,92 |
| | <i>Equipo del Proyecto</i> | <i>30,72 horas</i> | <i>\$ 1,92</i> |
| 1.1.8.5 | Cierre | 15,37 horas | \$ 0,96 |
| 1.1.8.5.1 | Cerrar el proyecto | 15,37 horas | \$ 0,96 |
| | <i>Equipo del Proyecto</i> | <i>15,37 horas</i> | <i>\$ 0,96</i> |
| 1.2 | Final | 0 horas | \$ - |

4.3.3.1 Control del presupuesto del proyecto

La metodología más acertada para realizar el proceso de control del presupuesto del proyecto es la gestión del valor ganado (EVM por sus siglas en inglés).

En la aplicación de la metodología del valor ganado, es indispensable determinar semanalmente el valor de los resultados materializados en el proyecto (medidos, concertados y conciliados entre Paani y las empresas beneficiarias: Gracetales y Triple A) y los costos reales que se han generado (teniendo presente la información registrada en el sistema de contabilidad del proyecto), con el fin de determinar los indicadores de desempeño del costo y las variaciones en los costos. Con base en el comportamiento temporal de estos indicadores y variaciones, se puede determinar si el proyecto está a coincidiendo con el presupuesto, inferior al presupuesto (subcosteado) o superior al presupuesto.

MS-Project: Se utiliza el software MS-Project para hacer seguimiento al desempeño de los costos del proyecto.

4.3.3.2 Reservas para control del presupuesto del proyecto

Del cuadro anterior se evidencia que el presupuesto del proyecto asciende a \$477,32 millones de pesos colombianos. Este presupuesto representa el costo del trabajo programado, siempre y cuando no se presenten inconvenientes e imprevistos en el desarrollo de las actividades.

Dado que los patrocinadores del proyecto cuentan con un capital de \$600,00 millones de pesos colombianos (Véase cuadro 14), se genera una diferencia de \$122,68 millones de pesos colombianos entre este valor del capital y el valor del presupuesto del proyecto. Esta diferencia se tomará como presupuesto de reservas del proyecto: Reserva para contingencias de las actividades, reserva para contingencias de paquetes de trabajo y reserva de gestión, las cuales ayudan a determinar el valor del umbral de aceptación de los riesgos.

Reserva para contingencias de actividades: Previendo la posibilidad de tener imprevistos en el desarrollo de cada una de las actividades se propone una reserva para contingencia de actividades de \$22,68 millones de pesos colombianos (equivalente al 4,75% del presupuesto de las actividades) con lo cual el presupuesto al nivel de paquetes de trabajo asciende a \$500,00 millones de pesos colombianos.

Reservas para contingencias de paquetes de trabajo: Igualmente, se plantea una reserva adicional para contingencias del 10% del valor del presupuesto de los paquetes de trabajo, que representa un monto de \$50,00 millones de pesos colombianos.

Reservas de gestión: Igualmente, se plantea una reserva adicional para gestión (por parte de los Patrocinadores) del 10% del valor del presupuesto de los paquetes de trabajo, que representa un monto de \$50,00 millones de pesos colombianos.

Con base en lo anterior, la línea base de costos del proyecto asciende a \$550,00 millones de pesos colombianos y el presupuesto del proyecto asciende a \$600,00 millones de pesos colombianos, monto que coincide con el valor del capital que poseen los patrocinadores del proyecto, el cual se describe en detalle en el cuadro número 10, donde se expresan las proporciones de los aportes de Colciencias, Paani, la entidad financiera y el Socio Estratégico.

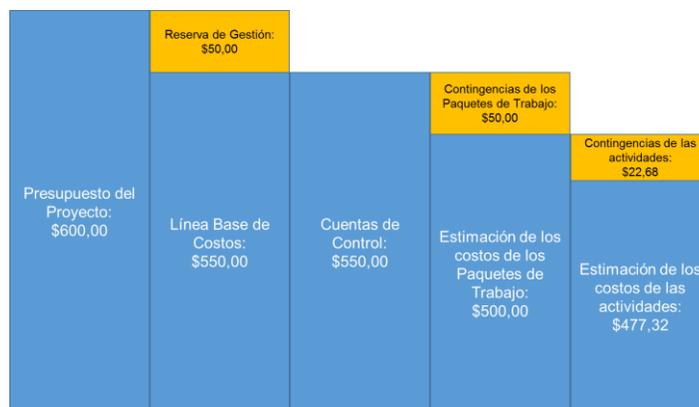


Figura 18: Componentes del Proyecto- (Fuente: El Autor)

4.4 Gestión de la calidad

4.4.1 Plan de gestión de la calidad

“Proporciona guía y dirección sobre cómo se gestionará y validará la calidad a lo largo del proyecto.” (PMI, 2013).

La figura más estable en un plano bidimensional es un triángulo. Acertadamente, el PMBOK utiliza esta figura para esquematizar la fortaleza de los tres pilares que estructuran un proyecto: Alcance, plazo y costo. A este triángulo estructural lo denomina: Triple restricción de los proyectos:



Figura 19. : Triple Restricción del Proyecto- (Fuente: El Autor)

De manera similar, en el espacio la forma más estable es el Tetraedro de base triangular. Esta forma caracteriza a los fractales más estables del espacio, dado que siempre uno de sus vértices se proyectará por encima de los otros tres, los cuales a su vez le servirán de sustento a éste.

De nuevo, el PMBOK, acertadamente escoge la topología como metáfora para facilitar la explicación sobre la fortaleza de sus fundamentos. Tomando como base el triángulo de la triple restricción (alcance, plazo, costo) la calidad sería el vértice que se proyecta sobre dicha base.



Figura 20. : Cuádruple Restricción del Proyecto- (Fuente: El Autor)

4.4.1.1 Principales requerimientos de calidad del proyecto

De acuerdo con lo anterior, en el proyecto de implementación del sistema de termogeneración de electricidad ORC, la calidad en la gestión del proyecto se basa en los supuestos, restricciones y requerimientos acordados con los clientes (con respecto a los entregables del alcance del proyecto) y la influencia que ello genera en el plazo con que éste se lleve cabo y en los costos asociados.

Dentro de los aspectos más relevantes que se deben tener presentes para gestionar la calidad del proyecto se encuentran:

- El equipo del proyecto (con su experiencia y conocimiento de la tecnología ORC).
- El plan de negocios (y la propuesta de valor que el proyecto genera para la empresa).
- Los estudios de viabilidad del proyecto (y sus bases al nivel de perfil).
- La gestión de los flujos de caja preoperativo y operativo del proyecto (y las relaciones entre ingresos y egresos).
- Las capacitaciones y entrenamiento que se brinden sobre el sistema de generación de energía eléctrica ORC.
- Los monitoreos del consumo de energía eléctrica.
- La implementación del sistema de energía ORC.
- La gestión del proyecto.

4.4.1.2 Plan de negocios de la prueba piloto.

El plan de negocios del proyecto se realiza con base el modelo de negocios propuesto por el Doctor Alexander Osterwalder. El documento del plan de negocios debe contar con la siguiente estructura:

1. Portada e índice.
2. Introducción
3. Desarrollo del lienzo (Canvas)
 - a. Propuesta de valor: *Describe el paquete de productos y servicios que crean valor para un segmento de clientes específico.*

- b. Segmentos de mercado: *Define los diferentes grupos de personas u organizaciones que a la cual una empresa apunta a alcanzar y servir.*
 - c. Canales: *Describe como la empresa se comunica y alcanza a sus segmentos de mercado para entregar una propuesta de valor.*
 - d. Relaciones con los clientes: *Describe los tipos de relaciones que una empresa establece con un segmento específico de mercado.*
 - e. Aliados estratégicos: *Describe la red de proveedores y socios que hacen que un modelo de negocios funcione.*
 - f. Recursos clave: *Describe los más importantes activos requeridos para hacer funcionar el modelo de negocios.*
 - g. Actividades clave: *Describe las cosas más importantes que una empresa debe hacer para que un modelo de negocios funcione.*
 - h. Fuentes de ingresos: *Representa el dinero que la empresa genera de cada segmento de mercado.*
 - i. Estructura de Costos: *Describe todos los costos incurridos para operar un modelo de negocios.*
4. Conclusiones
 5. Recomendaciones
 6. Bibliografía
 7. El informe debe presentarse en fuente Arial, tamaño 12, márgenes de 2,5 por cada lado, hoja tamaño carta.

4.4.1.3 Estudios de viabilidad al nivel de perfil.

La viabilidad del proyecto se constituye en uno de los referentes más importantes para gestionar su calidad, toda vez que en sus estudios se plasman los argumentos y justificaciones de todos los supuestos, restricciones y requisitos, previamente establecidos en el plan de negocio.

Los estudios de viabilidad del proyecto del proyecto se realizan con base en los preceptos establecidos por el Manual de Preparación de Estudios de Viabilidad Industrial de la Organización de Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial –ONUDI-.

La estructura formal del informe debe ser la siguiente:

1. Portada e índice.
2. Introducción
3. Desarrollo de estudios de viabilidad:

- a. Estudio sectorial: *Describe el sector empresarial en el que se desempeña la empresa en la que se implementará la prueba piloto.*
 - b. Estudio de las leyes: *Define las leyes que apoyan o restringen la implementación y puesta en marcha de la prueba piloto.*
 - c. Estudio de mercados: *Describe las relaciones de oferta y demanda de los componentes de la prueba piloto, precios, costos, proveedores locales, proveedores extranjeros y demás asuntos relacionados con el mercado de la prueba piloto.*
 - d. Estudio técnico: *Describe el tamaño de las instalaciones, proceso de producción, macro y microlocalización, organigrama, cronogramas y demás aspectos técnicos de la prueba piloto.*
 - e. Estudio financiero: *Describe las situaciones sin proyecto y con proyecto, inversiones, ingresos, egresos, puntos de equilibrio, opciones de financiación, análisis de sensibilidad y demás aspectos financieros de la prueba piloto.*
4. Conclusiones
 5. Recomendaciones
 6. Bibliografía
 7. El informe debe presentarse en fuente Arial, tamaño 12, márgenes de 2,5 por cada lado, hoja tamaño carta.

4.4.1.4 Flujo de caja de la prueba piloto

1. Ingresos: El flujo de caja debe representar los ahorros que se alcanzan, al dejar de hacer los pagos a la empresa de distribución de energía eléctrica que le provee el servicio a Triple A y Gracetales.
2. Egresos: El flujo de caja debe representar todos los egresos directos (fijos y variables) y todos los egresos indirectos.
3. Financiación: El flujo de caja debe indicar las opciones que existen en el sistema financiero para apalancar la inversión del proyecto.
4. Incentivos tributarios: El flujo de caja debe indicar las opciones que existen en el sistema tributario para apalancar la inversión del proyecto.
5. Análisis de los flujos de caja: Se deberá efectuar un informe acerca de la conveniencia financiera del proyecto.

4.4.1.5 Capacitaciones especializadas en implementación y operación de energía ORC:

1. Curso virtual: El curso virtual debe incluir, como mínimo, el siguiente módulo y contenidos:

a. Módulo 1

- Conceptos básicos de electricidad.
- Circuitos en serie y paralelo.
- Sistemas de energía ORC y sus componentes principales.
- Diferencia entre la rejilla atada y fuera de los sistemas de redes.
- Entender el consumo de energía de la demanda y de cómo realizar una sencilla auditoría energética.
- Factores de mercado incluyendo Franchise Law Utility, los acuerdos de compra de energía (PPA), se alimentan en los aranceles (FIT) y normas de cartera de renovables (RPS).
- Historia de la energía ORC a través del tiempo.

2. Cursos presenciales: Los cursos virtuales deben incluir, como mínimo, los siguientes módulos y contenidos:

a. Módulo 2

- El desarrollo de los mercados de energía y de energía ORC
- Permisos y contratación
- Normas de seguridad.
- El tamaño del inversor, la selección, instalación y operación.
- Cálculos eléctricos y términos.
- Fundamentos ORC e inspecciones del sitio.
- Especificaciones ORC.
- Gama de diseño ORC, la selección del líquido de trabajo y la instalación.
- Puesta a tierra del sistema ORC.
- Cálculos financieros del sistema ORC y de la economía ORC.
- Equilibrio de los componentes del sistema.
- NEC Artículo 690 Sistemas ORC.
- NEC Artículo 100 Definiciones eléctricos.
- NEC Artículo 110 Requisitos para Instalaciones Eléctricas.
- Selección de cables para sistemas de energía ORC.
- Seguridad de la turbina, la selección, instalación, operación y mantenimiento.
- Diseño mecánico, la integración y la ingeniería.
- Distribución eléctrica, el diseño y la ingeniería.
- Práctica de diseño ingenieril, instalación de sistemas ORC.

b. Módulo 3:

- Realización de análisis integral del sitio, inspecciones, la energía y las estimaciones de la demanda.
- El uso de herramientas en línea, programas útiles y software.
- Estimación del ahorro, el costo y retorno sobre la inversión.
- Diseño, cálculo, presentación y solicitud de permisos para los proyectos del mundo real.
- Entender las habilidades de gestión de proyectos necesarios para construir, pasar las inspecciones y completar los trabajos permitidos.
- Organización, planificación y diseño de instalaciones ORC.
- Selección y dimensionamiento de todos los componentes del sistema ORC de acuerdo con NEC 2011.
- Interruptores de tamaño, más de la protección actual y todos los conductores por NEC 2011.
- Entendimiento de las normas NEC 690 2011 y CE 50 2009
- Puesta en marcha, comisiones y mantener sistemas ORC.

4.4.1.6 Monitoreos del consumo de energía eléctrica:

El perfil de carga de las principales variables del sistema de energía eléctrica (V, A, KW, KVAR y FP) deberá ser monitoreado antes de implementar el sistema de energía ORC, con el fin de determinar los cambios que se generan con el proyecto. Se espera que el informe contenga los siguientes aspectos:

1. Antes de la implementación del sistema de energía ORC: Con el propósito de determinar la situación actual de los consumos de energía eléctrica, se deberá efectuar un monitoreo de las principales variables del sistema, durante 30 días consecutivos, previos a la puesta en funcionamiento del sistema de energía ORC.
2. Después de la implementación del sistema de energía ORC: Con el propósito de determinar la situación resultante de los consumos de energía eléctrica, se deberá efectuar un monitoreo diario (y permanente) de las principales variables del sistema, luego de haber puesto en funcionamiento el sistema de energía ORC.

4.4.1.7 Implementación del sistema de energía ORC.

1. Planes y diseños:
 - a. Deberá cumplir con las siguientes normatividades colombianas:
 - RETIE: El Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas
 - NSR: Norma Sismo Resistente.
 - Ley 99: Ley general ambiental de Colombia.
 - b. Deberán presentarse los siguientes estudios y diseños:
 - Ambiental
 - Arquitectónico
 - Eléctrico
 - Estructural
 - Presupuestos
 - Cronogramas

2. Montaje y conexiones: Deberán cumplir con los requerimientos de las siguientes entidades:
 - a. Planeación municipal.
 - b. Curaduría.
 - c. Corporación Regional del Atlántico.
 - d. Autoridad Nacional de Licencias Ambientales
 - e. Unidad de Planeación Minero Energética

3. Puesta en funcionamiento: El inicio de operación del sistema deberá ser realizado con todo el planeamiento posible, para evitar que haya inconvenientes que puedan afectar la productividad de las empresas. Se deberá elaborar un plan de contingencias, el cual debe ser aprobado con una semana de anticipación a la puesta en marcha del sistema de energía ORC.

4. Estabilización del sistema de energía ORC: Durante los 30 días posteriores a la puesta en marcha del sistema, se deberá hacer un diagnóstico diario del funcionamiento del sistema de energía ORC, con el cual se realicen los informes de estabilidad del sistema y las recomendaciones para mitigar posibles contingencias.

4.4.1.8 Gestión del proyecto

1. Gestión de los procesos del proyecto: El proyecto piloto deberá ser gestionado por un profesional en administración de proyectos (PMP) con más de 10 años de experiencia en el sector de los servicios públicos domiciliarios y con más de 5 años de ejercicio del certificado PMP del Project Management Institute (PMI).

2. Gestión del producto del proyecto: El producto del proyecto piloto deberá ser gestionado por los funcionarios encargados de los temas eléctrico y financiero de cada empresa, que posean conocimientos académicos en el tema de administración de proyectos.

4.4.1.9 Factores Relevantes de Calidad

Con base en los aspectos presentados en los requerimientos, se seleccionaron los puntos más relevantes y se tabularon en los siguientes cuadros.

Cuadro 16 Factores Relevantes de la Calidad del proyecto (Fuente: El Autor)

| Factor | Definición del factor | Objetivo de Calidad |
|---|--|---|
| Generación de Modelo de Negocio | Determinación del Qué, el Cómo, el Quién, el Costo. | Determinación de los nueve componentes del modelo propuesto por el doctor Alexander Osterwalder. |
| Generación del modelo de Viabilidad del Proyecto | Determinación de los estudios de factibilidad del proyecto. | Determinación de los cinco estudios de factibilidad propuestos por la ONUDI. |
| Generación del modelo de flujo de caja | Determinación de los ingresos, costos e inversiones del proyecto | Definición de los estados de resultados, balances generales y flujos de caja del proyecto. |
| Conocimientos relacionados con sistemas de energía ORC | Adquisición de conocimientos académicos y prácticos relacionados con los sistemas de energía ORC | Contextualización del personal de la Empresas en el tema de la energía ORC. |
| Variación en la compra de energía eléctrica a la empresa local de distribución de energía eléctrica | Mediciones y registros del consumo de energía eléctrica para determinar las variaciones generadas por la implementación del sistema de energía ORC | Ahorros significativos de las compras de energía eléctrica a la empresa local de distribución de energía eléctrica. |
| Cumplimiento de las normas | Cumplimiento de los requerimientos de las normas de diseño y construcción de sistemas eléctricos en Colombia | Cumplimiento de las normas RETIE, NSR, Ley 99 de 1994. |
| Cumplimiento de los estándares de calidad en administración de proyectos. | Planificación, aseguramiento y control de la calidad de los productos del proyecto y de los procesos del proyecto. | Acatamiento de las directrices del PMBOK, ISO 21500, ISO 1006. |

4.4.1.10 Métricas de los factores de la calidad del proyecto

Una métrica de calidad describe de manera específica un atributo del producto o del proyecto, y la manera en que lo medirá el proceso de control de calidad. (PMI, 2013).

Cuadro 17 Métrica de la Calidad del proyecto (Fuente: El Autor)

| Factor | Métrica (s) | Definición de métrica |
|---|---|---|
| Generación de Modelo de Negocio | Se empleará el método de semáforo mediante marcas y notas al documento entregable. | Se espera que todos los nueve conceptos del modelo de generación de negocios estén en color verde. |
| Generación del modelo de factibilidad | Se empleará el método de calificación ponderada propuesta por la ONUDI para medir el cumplimiento de los requerimientos mínimos | Cada uno de los requerimientos mínimos especificados por la ONUDI en su propuesta de lista de chequeo, deben ser analizados. El cumplimiento genera la asignación del número uno y el incumplimiento genera la asignación del número cero. La calidad del análisis se calificará porcentualmente. |
| Generación del modelo de flujo de caja | Valor presente neto, relación beneficio costo | El valor presente neto se obtiene al descontar los flujos de caja de cada período futuro, con una tasa de rentabilidad, llevándolos al período cero. La relación costo beneficio relaciona las inversiones del proyecto con los beneficios financieros del mismo. |
| Conocimientos relacionados con sistemas de energía ORC | Cursos aprobados | Los cursos de capacitación y entrenamiento en sistemas de energía ORC son calificados por los centros especializados que dictan los cursos y si se aprueban generan un certificado que brinda constancia de ello. |
| Variación en la compra de energía eléctrica a la empresa local de distribución de energía eléctrica | Kilovatios, kilovoltio amperio, Factor de potencia, Kilovatios hora. | Kilovatio es la unidad que califica la potencia consumida en un circuito. Kilovoltio amperio es una unidad que califica la potencia instalada en un circuito. Factor de potencia, determina la relación entre la potencia instalada y la potencia consumida. |

| Factor | Métrica (s) | Definición de métrica |
|---|-----------------------------|---|
| | | Kilovatio hora es una unidad que califica la energía consumida por un circuito. |
| Cumplimiento de las normas | RETIE, NSR, Ley 99 de 1994. | RETIE: Reglamento técnico para las instalaciones eléctricas. NSR: Norma de sismo resistencia de las estructuras. Ley 99 de 1994: Establece los límites ambientales y ecológicos que se permiten. |
| Cumplimiento de los estándares de calidad en administración de proyectos. | PMBOK, ISO 21500, ISO 10006 | PMBOK: Guía de los fundamentos de la administración de proyectos. ISO 21.500: Borrador de la norma de Administración de Proyectos. ISO 10006: Norma para la gestión de la calidad en los proyectos. |

4.4.1.11 Métricas, resultados, frecuencia de medición y responsable

En el contexto de lograr la compatibilidad con las normas ISO, los enfoques modernos de gestión de la calidad persiguen minimizar las desviaciones y proporcionar resultados que cumplan con los requisitos especificados. (PMI, 2013). Estos enfoques reconocen la importancia de:

- La satisfacción del Cliente.
- La prevención antes que la inspección.
- La mejora continua.
- Responsabilidad de la Dirección.
- Costos de la calidad

En este orden de ideas, las métricas juegan un papel preponderante. Por lo tanto, es fundamental conocer en forma concreta y concisa los resultados que se espera obtener, la frecuencia de medición de dichos resultados y los responsables de efectuar dichas mediciones.

En el siguiente cuadro se presentan los factores de calidad, las métricas que se utilizan para monitorearlos, los resultados de calidad esperados, la frecuencia en la que se deben medir dichos resultados y los responsables de realizar las mediciones:

Cuadro 18 Métrica, Resultado, Frecuencia de Medición y Responsables (Fuente: El Autor)

| Factor | Métrica (s) | Resultado esperado | Frecuencia de medición | Responsable |
|---|---|---|--|---|
| Generación de Modelo de Negocio | Se empleará el método de semáforo mediante marcas y notas al documento entregable. | La calificación de todos componentes del Canvas debe estar en color verde. | Cada semana durante la elaboración del informe y al entregar el producto | Especialista en formulación de proyectos |
| Generación del modelo de Viabilidad | Se empleará el método de calificación ponderada propuesta por la ONUDI para medir el cumplimiento de los requerimientos mínimos | La calificación mínima de cada uno de los cinco estudios debe ser 90% | Cada semana durante la elaboración del informe y al entregar el producto | Especialista en formulación de proyectos |
| Generación del modelo de flujo de caja | Valor presente neto, relación beneficio costo | VPN>0 RBC>1,5 | Cada semana durante la elaboración del informe y al entregar el producto | Especialista en formulación de proyectos |
| Conocimientos relacionados con sistemas de energía ORC | Cursos aprobados | Cada uno de los estudiantes deberá recibir los certificados de los tres cursos. | Al finalizar cada uno de los cursos | Instituto de capacitación y entrenamiento |
| Variación en la compra de energía eléctrica a la empresa local de distribución de energía eléctrica | Kilovatios, kilovoltio amperio, Factor de potencia, Kilovatios hora. | La disminución de los kw-hr debe ser como mínimo del 30% | Diariamente durante todo el proyecto. | Especialista en monitoreo de circuitos de energía eléctrica |
| Cumplimiento de las normas | RETIE, NSR, Ley 99 de 1994. | Cumplimiento al 100% de la normas | Al entregar el producto | CIDET, Curaduría, Secretaría de planeación municipal. |
| Cumplimiento de los estándares de calidad en administración de proyectos. | PMBOK, ISO 21500, ISO 10006 | Cumplimiento de las recomendaciones de las auditorias de calidad. | Cada semana durante la elaboración del informe y al entregar el producto | Gerente del Proyecto. |

4.4.1.12 Actividades de prevención y control de la calidad del proyecto

Las actividades que permiten realizar la prevención y el control de la calidad del proyecto deben estar en cabeza de los Directivos con capacidad de citación, poder de convocatoria y liderazgo en la toma de decisiones, que pueden ser el Gerente del Proyecto, el Equipo del Proyecto o el Equipo de Calidad de las Empresas Beneficiadas.

En el siguiente cuadro se presentan las actividades de prevención y control, la frecuencia de su realización y los responsables de realizarlas.

Cuadro 19 Actividades de Prevención y Control de Calidad (Fuente: El Autor)

| Entregable | Requisito | Actividades de prevención y control | Frecuencia | Responsable |
|---|--|-------------------------------------|---|--|
| Plan de negocios | Canvas | Reunión de seguimiento y control | Todos los martes | Gerente del proyecto |
| Capacitación | Cursos especializados | Visitas a la institución académica | Antes de comenzar el curso, en medio del curso y al final del curso | Equipo del proyecto |
| Monitoreos | Diagrama de corrida | Reunión de seguimiento y control | Análisis semanal | Equipo del proyecto |
| Formalización del proyecto | Aprobación del presupuesto del proyecto | Reunión de seguimiento y control | Todos los martes | Gerente del Proyecto |
| Implementación del sistema de energía ORC | Disminución de los costos del consumo de energía eléctrica | Reunión de seguimiento y control | Todos los jueves | Equipo del proyecto |
| Gestión del proyecto | Planificación de la calidad | Auditorías de calidad | Trimestral | Equipo de calidad de las Empresa Beneficiadas. |

4.4.1.13 Plan de mejora continua

Mejorar la calidad de los procesos aplicados en el proyecto de ahorro energético mediante la implementación de sistemas de energía ORC en las empresas Gracetales y Triple A, involucra los siguientes aspectos:

Los mejoramientos se restringen a los procesos administrativos y operativos aplicados al proyecto, por lo que no se incluirán los asuntos relacionados con los procesos administrativos y operativos de las empresa Gracetales y Triple A.

Se aplicarán herramientas de seguimiento a los procesos como los diagramas de corrida y de control, en lo que respecta a la generación de informes semanales de avance del proyecto.

Adicionalmente se aplicarán las técnicas de seguimiento a los actores involucrados, con el propósito de identificar sus niveles de interés, influencia, importancia y poder y, las variaciones que puedan generar señales de riesgo frente a la fluidez de los procesos del proyecto.

Se prestará especial atención a los procesos de monitoreo de las variables eléctricas (kW, KVA, FP y kW.hr) mediante la aplicación de diagramas de control que muestren la estabilidad de los consumos de energía antes de la implementación del sistema de energía ORC y después de su implementación.

4.5 Gestión de los recursos humanos

4.5.1 Plan de gestión de los recursos humanos

“Establece los roles y responsabilidades del proyecto, los organigramas del proyecto y el plan de gestión del personal, el cual incluye el cronograma para la adquisición y liberación del personal.” (PMI, 2013).

4.5.1.1 Roles y Responsabilidades

Cuadro 20 Roles, Responsabilidades y Competencias (Fuente: El Autor)

| Rol | Autoridad | Responsabilidad | Competencia |
|--|--|--|--|
| Empresa especializada en diseñar partes mecánicas | Selección, manejo y dirección de los ingenieros de diseño de las partes mecánicas | Elaboración de planos y especificaciones de construcción de las partes mecánicas | Conocimientos, experiencia y habilidad en el manejo de programas informáticos de diseño de partes mecánicas. |
| Empresa especializada en construir máquinas térmicas | Selección, manejo y dirección de los expertos en construcción de las partes mecánicas. | Construir las partes mecánicas con base en las especificaciones y los planos de diseño de las partes mecánicas | Conocimientos, experiencia y habilidad en el manejo de equipos especializados en la construcción de partes mecánicas |

| Rol | Autoridad | Responsabilidad | Competencia |
|---|---|---|---|
| Promotora de Asesorías Ambientales Nacionales e Internaciones | Selección, manejo y dirección de los expertos en gestión de proyectos y en gestión de sistemas de generación de energía ORC. | Alcanzar los objetivos del proyecto en el tiempo estipulado, con el presupuesto establecido y con la calidad especificada por los Clientes. | Conocimientos, experiencia y habilidad en la gestión de proyectos, el manejo de programas informáticos para su gestión. |
| Unidad de Planeación Minero Energética | Aprobar la incorporación del proyecto al programa de fuentes no convencionales de energía planteado en la ley 1715 de 2014. | Analizar los proyectos que solicitan autorización para hacer parte del programa de fuentes no convencionales de energía planteado en la ley 1715 de 2014. | Es la entidad avalada por el Estado Colombiano para autorizar el ingreso de un proyecto al programa de fuentes no convencionales de energía planteado en la ley 1715 de 2014. |
| Autoridad Nacional de Licencias Ambientales | Aprobar la incorporación del proyecto al programa de beneficios tributarios planteado en la ley 1715 de 2014. | Analizar los proyectos que solicitan autorización para hacer parte del programa beneficios tributarios planteado en la ley 1715 de 2014. | Es la entidad avalada por el Estado Colombiano para autorizar el ingreso de un proyecto al programa de beneficios tributarios planteado en la ley 1715 de 2014. |
| Entidad Financiera Especializada en Créditos de Fomento | Otorgar el ingreso del proyecto al programa de créditos de fomento para iniciativas que beneficien el medio ambiente. | Analizar los proyectos que solicitan acceso al programa de créditos de fomento para iniciativas que benefician el medio ambiente. | Las entidades financieras poseen cupos de créditos de fomento suficientemente holgados para dar financiamiento a múltiples proyectos. |
| Gobierno Suizo | Otorgar el ingreso del proyecto al programa de créditos de fomento para iniciativas que reduzcan la emisión de CO ₂ . | Analizar los proyectos de todo el mundo que solicitan acceso al programa de créditos de fomento para iniciativas que reduzcan la emisión de CO ₂ . | El gobierno Suizo posee cupos de créditos de fomento suficientemente holgados para financiar a múltiples proyectos. |
| Empresa especializada en sistemas de sensores y telemetría | Selección, manejo y dirección de los ingenieros de diseño, construcción, implementación, monitoreo y gestión de sistemas de telemetría. | Instalar los sensores, monitorear su funcionamiento, registrar los datos almacenarlos y construir los indicadores de gestión que demuestran el desempeño de las variables de los sistemas de generación de energía ORC. | Conocimientos, experiencia y habilidad en el manejo de dispositivos tecnológicos y programas informáticos de telemetría y minería de datos. |

4.5.1.2 Organigrama del proyecto

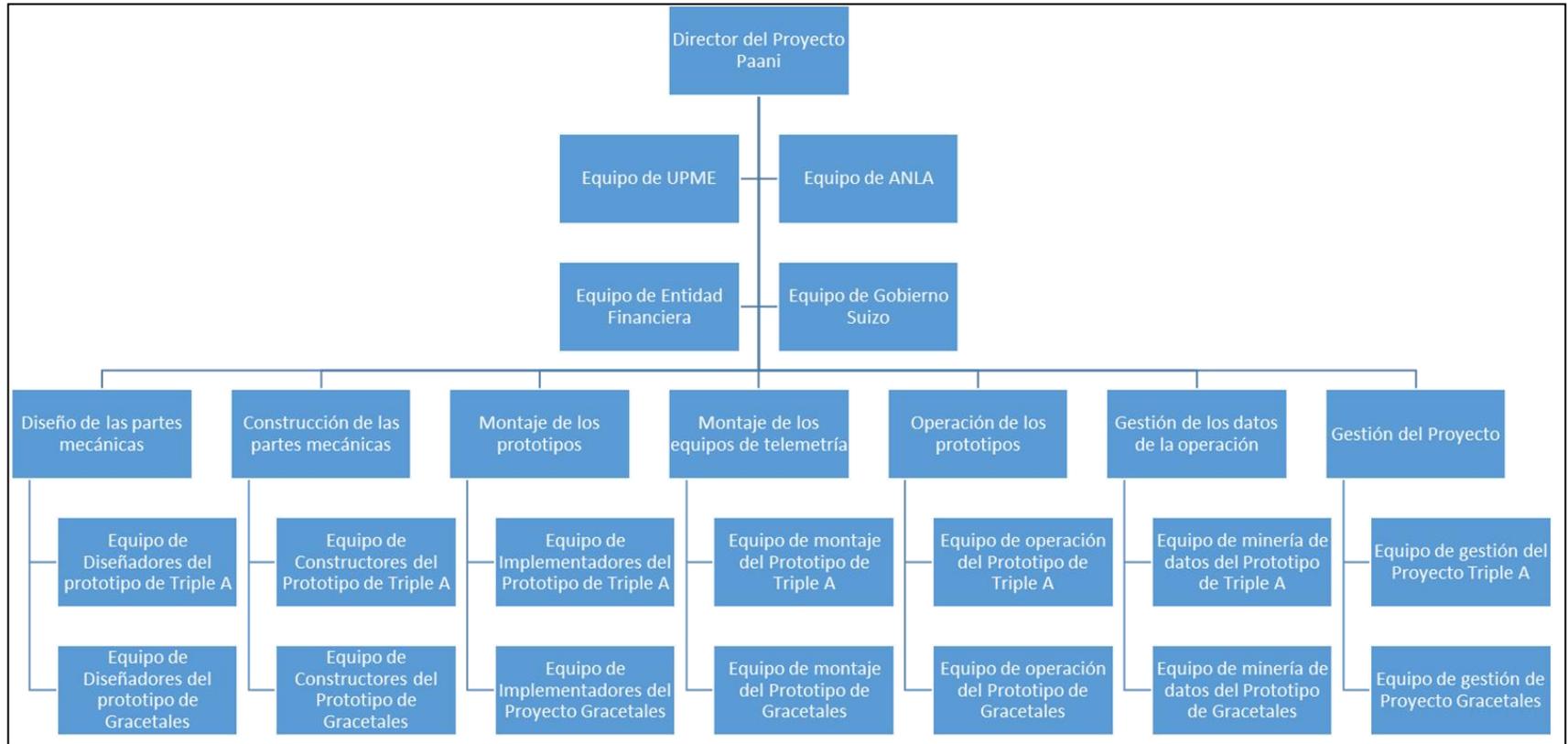


Figura 21: Organigrama del Proyecto- (Fuente: El Autor)

4.5.1.3 Matriz de asignación de responsabilidades

Cada una de las actividades del proyecto está asignada a un actor o grupo de actores (Macroactores), que se encarga de ejecutarla y conseguir los objetivos que se espera aporten a los paquetes de trabajo y, por ende a los entregables del proyecto. En el siguiente cuadro se presentan las actividades y los Macroactores responsables de ejecutarlas.

Cuadro 21 Matriz de Asignación de Responsabilidades del proyecto (Fuente: El Autor)

| EDT | Listado de Actividades | Empresa especializada en diseñar partes mecánicas | Empresa especializada en construir máquinas térmicas | Promotora de Asesorías Ambientales Nacionales e Internaciones | Unidad de Planeación Minero Energética | Autoridad Nacional de Licencias Ambientales | Entidad Financiera Especializada en Créditos de Fomento | Gobierno Suizo | Empresa especializada en sistemas de sensores y telemetría |
|----------------|---|---|--|---|--|---|---|----------------|--|
| 1 | Prueba piloto del generador de energía ORC | | | | | | | | |
| 1.1 | Comienzo | | | | | | | | |
| 1.1.1 | Prototipos de generación de electricidad ORC | | | | | | | | |
| 1.1.1.1 | Prototipo de 30 kW | | | | | | | | |
| 1.1.1.1.1 | Diseñar partes del prototipo de 30 kW | X | | | | | | | |
| 1.1.1.1.2 | Construir prototipo de 30 Kw | | X | | | | | | |
| 1.1.1.1.3 | Instalar prototipo de 30 Kw | | X | | | | | | |
| 1.1.1.1.4 | Poner en marcha el prototipo de 30 kW | | X | | | | | | |
| 1.1.1.1.5 | Balancear el prototipo | | X | | | | | | |

| EDT | Listado de Actividades | Empresa especializada en diseñar partes mecánicas | Empresa especializada en construir máquinas térmicas | Promotora de Asesorías Ambientales Nacionales e Internaciones | Unidad de Planeación Minero Energética | Autoridad Nacional de Licencias Ambientales | Entidad Financiera Especializada en Créditos de Fomento | Gobierno Suizo | Empresa especializada en sistemas de sensores y telemetría |
|----------------|---|---|--|---|--|---|---|----------------|--|
| | de 30 kW | | | | | | | | |
| 1.1.1.1.6 | Generar energía con el prototipo de 30 kW | | | X | | | | | |
| 1.1.1.2 | Prototipo de 12 kW | | | | | | | | |
| 1.1.1.2.1 | Instalar prototipo de 12 kW | | X | | | | | | |
| 1.1.1.2.2 | Poner en marcha el prototipo de 12 kW | | X | | | | | | |
| 1.1.1.2.3 | Balancear el prototipo de 12 kW | | X | | | | | | |
| 1.1.1.2.4 | Generar energía con el prototipo de 12 kW | | | X | | | | | |
| 1.1.3 | Beneficios Tributarios | | | | | | | | |
| 1.1.3.1 | Certificado UPME | | | | | | | | |
| 1.1.3.1.1 | Presentar el proyecto a la UPME | | | X | | | | | |
| 1.1.3.1.2 | Calificar el proyecto por la UPME | | | | X | | | | |
| 1.1.3.1.3 | Obtener el certificado de la UPME | | | X | | | | | |
| 1.1.3.2 | Certificado ANLA | | | | | | | | |
| 1.1.3.2.1 | Presentar el proyecto a la ANLA | | | X | | | | | |
| 1.1.3.2.2 | Calificar el proyecto por la ANLA | | | | | X | | | |
| 1.1.3.2.3 | Obtener el certificado de la ANLA | | | X | | | | | |

| EDT | Listado de Actividades | Empresa especializada en diseñar partes mecánicas | Empresa especializada en construir máquinas térmicas | Promotora de Asesorías Ambientales Nacionales e Internaciones | Unidad de Planeación Minero Energética | Autoridad Nacional de Licencias Ambientales | Entidad Financiera Especializada en Créditos de Fomento | Gobierno Suizo | Empresa especializada en sistemas de sensores y telemetría |
|----------------|---|---|--|---|--|---|---|----------------|--|
| 1.1.5.2.3 | Conectar los sensores | | | | | | | | X |
| 1.1.5.2.4 | Poner en Funcionamiento la Telemetría | | | | | | | | X |
| 1.1.5.2.5 | Gestionar los datos | | | | | | | | X |
| 1.1.6 | Informes de Gestión | | | | | | | | |
| 1.1.6.1 | Desempeño Técnico | | | | | | | | |
| 1.1.6.1.1 | Elaborar informes de operación | | | X | | | | | |
| 1.1.6.1.2 | Elaborar informes de mantenimiento | | | X | | | | | |
| 1.1.6.2 | Desempeño Comercial | | | | | | | | |
| 1.1.6.2.1 | Elaborar informe de energía generada | | | X | | | | | |
| 1.1.6.2.2 | Elaborar informe del valor de la energía generada | | | X | | | | | |
| 1.1.7 | Contratos de Venta de Energía | | | | | | | | |
| 1.1.7.1 | Registro ante la CREG | | | | | | | | |
| 1.1.7.1.1 | Inscribir las empresas como autogeneradores | | | X | | | | | |
| 1.1.7.1.2 | Obtener registro como autogeneradores | | | X | | | | | |
| 1.1.7.2 | Gestión de Contratación | | | | | | | | |
| 1.1.7.2.1 | Negociar acuerdos comerciales | | | X | | | | | |

termogeneración de electricidad ORC, se prevén tres grupos de acuerdo con los momentos de su liberación:

Equipo del proyecto (miembros de la empresa Paani y las empresas Triple A y Gracetales) estarán durante toda la totalidad del plazo del proyecto. Por lo tanto, serán liberados en el momento de terminación del proyecto

Contratistas (diseñadores, constructores, ensambladores) estarán durante el primer semestre del proyecto y serán liberados una vez terminen sus tareas y comience la etapa de operación de los prototipos.

Contratistas (telemetría) comenzarán su participación en el proyecto en los momentos previos a la etapa de operación de los prototipos y serán liberados una vez se termine el proyecto.

Los empleados de las entidades del gobierno y las entidades financieras se consideran como externos al proyecto y su vinculación y liberación no son controlables desde la dirección del proyecto, aunque si se conoce que por ley y por políticas organizacionales, tienen unas duraciones límite que se pueden cumplir dentro del plazo del proyecto.

Necesidades de capacitación: Para los miembros del equipo técnico de las empresas Triple A y Gracetales que participan en el proyecto deben recibir capacitación en temas relacionados con la generación de energía ORC.

Reconocimiento y recompensas: Debido a que se trata de un proyecto de demostración de una tecnología, no se tendrán presente reconocimientos y recompensas para los participantes.

Cumplimiento: En forma estricta, el proyecto se ajustará a las leyes laborales vigentes en Colombia y las directrices de control de calidad propuestas.

Seguridad: En forma estricta, el proyecto se ajustará a las normas de seguridad industrial, higiene y buenas costumbres que existen al momento de realizar el proyecto

4.6 Gestión de las comunicaciones

4.6.1 Plan de gestión de las comunicaciones

“Identifica y documenta el enfoque a utilizar para comunicarse con los interesados de una manera eficaz y eficiente.” (PMI, 2013).

4.6.1.1 Requisitos de comunicación de los interesados

Los diferentes actores interesados en el proyecto tienen requerimientos, necesidades y exigencias de comunicaciones que esperan les sean resueltas a lo largo del ciclo de vida del proyecto. Por lo tanto, el Director del Proyecto y su Equipo de Trabajo las deben identificar para mantener motivados y enfocados a los diferentes interesados.

Como base fundamental se requiere que todas las comunicaciones sean realizadas en idioma español.

En el siguiente cuadro se presenta la lista de requisitos de comunicación que se identifican para los interesados.

Cuadro 22 Requisitos de Comunicación del proyecto (Fuente: El Autor)

| No. | ACTOR | REQUISITOS DE COMUNICACIÓN |
|-----|------------------------|---|
| 1 | Socios Paani | Comunicación brindada en forma privilegiada, personalizada, permanente |
| 2 | Directivas Gracetales | Comunicación brindada en forma privilegiada, personalizada, permanente |
| 3 | Financieros Gracetales | Comunicación brindada en forma reservada, vía mail, eventualmente |
| 4 | Ingenieros Gracetales | Comunicación brindada en forma privilegiada, personalizada, permanente |
| 5 | Directivas Triple A | Comunicación brindada en forma privilegiada, personalizada, permanente |
| 6 | Financieros Triple A | Comunicación brindada en forma reservada, vía mail, eventualmente |
| 7 | Ingenieros Triple A | Comunicación brindada en forma privilegiada, personalizada, permanente |
| 8 | Colciencias | Comunicación brindada en forma privilegiada, personalizada, permanente |
| 9 | Uninorte | Comunicación brindada en forma reservada, vía mail, datos discriminados |
| 10 | Leasing Bancoldex | Comunicación brindada en forma privilegiada, personalizada, frecuencia moderada |
| 11 | Bancoldex | Comunicación brindada en forma reservada, vía mail, eventualmente |
| 12 | FNG | Comunicación brindada en forma privilegiada, personalizada, frecuencia moderada |
| 13 | MME | Comunicación brindada en forma reservada, vía telefónica, frecuencia moderada |
| 14 | UPME | Comunicación brindada en forma reservada, vía telefónica, frecuencia moderada |
| 15 | CREG | Comunicación brindada en forma reservada, vía telefónica, frecuencia moderada |
| 16 | MADS | Comunicación brindada en forma reservada, vía telefónica, frecuencia moderada |
| 17 | ANLA | Comunicación brindada en forma reservada, vía telefónica, frecuencia moderada |
| 18 | DIAN | Comunicación brindada con cautela, vía telefónica, frecuencia moderada |

4.6.1.2 Información que debe ser comunicada

Dado que son muchos los aspectos que se deben comunicar a los actores interesados del proyecto, es necesario clasificarlos de acuerdo con la afinidad que posean. Las agrupaciones de datos más relevantes en el proyecto son:

- Plan para la dirección del proyecto.
- Indicadores de gestión del proyecto.
- Actas de comité de avance semanal del proyecto.
- Actas de comité directivo del proyecto.
- Contratos con proveedores del proyecto.
- Contratos laborales del proyecto.
- Hojas de vida del personal del proyecto.
- Registros contables del proyecto.
- Registros del control de cambios del proyecto.

Los anteriores datos hacen parte de los activos de la organización, por lo que no se aporta diseño de ellos.

En el siguiente cuadro se presenta la planificación de la distribución de la información que requieren los actores interesados en el proyecto.

Cuadro 23 Matriz de Distribución de la Información del proyecto (Fuente: El Autor)

| No. | ACTOR | Plan para la Dirección del Proyecto | Indicadores de Gestión del Proyecto | Actas de Comité de Avance Semanal | Actas de Comité Directivo del Proyecto | Contratos con Proveedores del Proyecto | Contratos Laborales del Proyecto | Hojas de Vida del Personal del Proyecto | Registro Contables del Proyecto | Registro de Control de Cambios del Proyecto | Registro de lecciones aprendidas del Proyecto |
|-----|------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|--|--|----------------------------------|---|---------------------------------|---|---|
| 1 | Socios Paani | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 2 | Directivas Gracetales | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 3 | Financieros Gracetales | X | X | X | | | | | X | X | X |
| 4 | Ingenieros Gracetales | X | X | X | | X | | | | X | X |
| 5 | Directivas Triple A | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 6 | Financieros Triple A | X | X | X | | | | | X | X | X |
| 7 | Ingenieros Triple A | X | X | X | | X | | | | X | X |
| 8 | Colciencias | X | X | | | X | | | X | X | X |
| 9 | Uninorte | X | X | | | X | | | X | X | X |
| 10 | Leasing Bancoldex | | X | | | | | | X | | |
| 11 | Bancoldex | | X | | | | | | X | | |
| 12 | FNG | | X | | | | | | X | | |
| 13 | MME | | X | | | | | | | | |
| 14 | UPME | | X | | | | | | | | |
| 15 | CREG | | X | | | | | | | | |
| 16 | MADS | | X | | | | | | | | |
| 17 | ANLA | | X | | | | | | | | |
| 18 | DIAN | | | | | | | | X | | |

4.6.1.3 Uso de técnicas y herramientas de comunicación

Para administrar las comunicaciones del proyecto se usan herramientas tecnológicas como el Correo Electrónico, el Celular, Power Point y Skype. Estas herramientas permiten compartir información con los interesados a través de reuniones presenciales y virtuales, video conferencias (vía Skype, WhatsApp y Facetime) presentaciones en Power Point y comunicaciones electrónicas tales como las los E-Mails y las llamadas telefónicas.

4.6.1.4 Comunicaciones básicas del proyecto

Teniendo presente que se trata de un proyecto de prueba piloto para monitorear el adecuado funcionamiento de los prototipos de generadores de energía ORC, el progreso y los cambios generados por la ejecución de las actividades del proyecto sugieren que la información que se genere, sea documentada diariamente y registrada en el sistema de indicadores de gestión en forma semanal, con el propósito de formalizarla por escrito y oficializarla en los comités de avance semanal del proyecto (al cual asisten el Director del Proyecto, los líderes del Equipo del Proyecto y los líderes de los proveedores). Véase Anexo 7: Plantilla de acta de reuniones.

Durante todo el ciclo de vida del proyecto, los registros de control de cambios y de lecciones aprendidas se actualizan semanalmente, con todo el nivel de detalle que sea posible. Véase Anexo 8: Plantilla de solicitud de cambios.

El primer miércoles de cada mes, se reúne el Comité de Gestión del Proyecto, para analizar el avance y aprobar (o no) las solicitudes de cambios (a este comité asisten el Director del Proyecto y los Líderes de las empresas patrocinadoras del proyecto).

En general, toda la información que se genera en el proyecto debe ser comunicada a los diferentes actores interesados. En el siguiente cuadro se presenta la matriz de comunicaciones del proyecto, en la cual se indica el tipo de comunicaciones, el destinatario, la frecuencia de distribución, el responsable de realizarla, su propósito y el formato que se utiliza.

Cuadro 24 Matriz de Comunicaciones del Proyecto (Fuente: El Autor)

| Tipo de comunicación | Interesados Directos | Interesados Indirectos | Frecuencia | Responsable | Propósito | Formato | Estrategia de Distribución |
|--|--|--|--------------------------------|---|--|---|---|
| Acta de constitución del proyecto | Directivos de Gracetales y Triple A. Gerente del Proyecto. | Niveles medios de Gracetales y Triple A. | Una vez al inicio del proyecto | Director del proyecto | Informar y oficialización la constitución del proyecto | Documento escrito, firmado por los Patrocinadores | Reunión de alto nivel directivo. |
| Acta de inicio del proyecto | Directivos de Gracetales y Triple A y, demás interesados | Niveles medios de Gracetales y Triple A. | Una vez al inicio del proyecto | Director del proyecto | Informar acerca del inicio del proyecto | Documento escrito, firmado por los Patrocinadores | Reunión de alto nivel directivo. |
| Información sobre el proyecto | Directivos de Gracetales y Triple A y, demás interesados | Equipo del proyecto | Mensual | Director del proyecto | Informar sobre el alcance del proyecto | Presentación en Power Point | Reunión de alto nivel directivo. |
| Comité del avance del proyecto | Equipo del proyecto | Proveedores | Semanal o extraordinaria | Director del proyecto | Analizar los avances del proyecto | Formato de acta | Reunión presencial o video conferencia. |
| Auditorías Internas | Director del proyecto | Equipo del proyecto | Mensual o extraordinaria | Audidores de las empresas Gracetales y Triple A | Controlar el uso eficiente de los recursos | Formato de auditoría de la empresa | Reunión presencial o video conferencia. |
| Indicadores de desempeño del cronograma y los costos | Gerente del proyecto, Directivos de Gracetales y Triple A | Equipo del proyecto | Semanal o extraordinaria | Director del proyecto | Informar el avance del proyecto | Documento en Excel | Copia PDF, distribuida vía correo electrónico |

| Tipo de comunicación | Interesados Directos | Interesados Indirectos | Frecuencia | Responsable | Propósito | Formato | Estrategia de Distribución |
|---|--|--|---|-----------------------|---|----------------------------------|---|
| Comité de dirección del proyecto | Director del proyecto y Equipo del proyecto | Proveedores | Mensual o extraordinaria | Director del proyecto | Documentar la información de la gestión del proyecto | Formato de acta | Reunión presencial o video conferencia. |
| Identificación de incidentes | Director del proyecto | Personal de seguridad | Semanal o extraordinaria | Director del proyecto | Informar y documentar incidentes | Formato de control de incidentes | Copia Scanner vía correo electrónico. |
| Reunión de aceptación formal y cierre | Beneficiarios de los entregables del proyecto | Directivos de Gracetales y Triple A. Gerente del Proyecto. | Programadas de acuerdo con el avance del proyecto | Director del proyecto | Oficializar el cumplimiento de los objetivos del proyecto | Formato de acta | Copia Scanner vía correo electrónico. |
| Reunión de identificación de lecciones aprendidas | Director del proyecto y Equipo del proyecto | Proveedores | Durante todas las fases del proyecto | Director del proyecto | Recopilar información relevante para la gestión de proyectos. | Formato de acta | Actualización de los activos de la organización |
| Reunión de cierre | Directivos de Gracetales y Triple A. Gerente del Proyecto. | Equipo del proyecto y Proveedores | Una vez al final del proyecto | Director del proyecto | Comunicar los logros y oficializar el cierre del proyecto | Presentaciones en Power Point | Reunión de alto nivel directivo. |

4.6.1.5 Recursos asignados para las actividades de comunicación

Las actas de las reuniones se efectúan en el formato establecido en el Anexo 7. Se redactan haciendo uso del computador. El nombre del archivo tiene la palabra “Acta” y el número del consecutivo. Los recursos asignados para este proceso son computadores, impresoras y correo electrónico.

Para las comunicaciones que se intercambian con Actores Externos al proyecto se tiene una numeración consecutiva que posee un prefijo que indica si se trata de una comunicación que ingresa al proyecto o una comunicación que egresa del proyecto. El prefijo de ingreso es “CI” y el de egreso es “CE”.

El proceso de archivo de las comunicaciones escritas del proyecto posee dos sistemas: Físico y Digital. El archivo físico cuenta con un mueble archivador de carpetas en las que se almacenan los documentos físicos. El archivo digital se efectúa en un computador a cargo del Director del Proyecto. El archivo digital posee todas las copias “Scanner” de las comunicaciones que ingresan y las que egresan del proyecto, así como todas las actas (debidamente firmadas).

Durante el ciclo de vida del proyecto los integrantes del Equipo de Trabajo tendrán un lapso de tiempo diario (al final de las tardes o al inicio de las mañanas) para registrar en el sistema de calendario electrónico (Outlook) las actividades que se llevaron a cabo y el momento del día en que las realizaron. A este proceso se le denomina registro de tiempo por actividades.

El plan de gestión de las comunicaciones puede ser actualizado en la medida en que el proyecto se desarrolla. Nuevos requerimientos de información tales como fotografías, videos, registros de audio (reuniones presenciales y teleconferencias), etc. pueden hacer parte de los archivos tanto digitales como físicos. Igualmente, estos registros pueden hacer parte de los requerimientos de comunicaciones de los actores interesados del proyecto.

4.7 Gestión de los riesgos

4.7.1 Plan de gestión de los riesgos

“Asegura que el nivel, el tipo y la visibilidad de la gestión de riesgos son acordes tanto con los riesgos como con la importancia del proyecto para la organización.” (PMI, 2013).

4.7.1.1 Metodología

“Define los enfoques, las herramientas y las fuentes de datos que se utilizarán para llevar a cabo la gestión de riesgos del proyecto”. (PMI, 2013).

La planificación de la gestión de riesgos del proyecto de implementación del sistema de termogeneración de electricidad ORC, se realiza con base en los postulados que presenta en Project Management Institute-PMI- en la Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos 5ª Edición.

Para la identificación de los riesgos se utilizan las técnicas de recopilación de la información (tormenta de ideas, entrevistas y análisis causa raíz), diagramación (causa y efecto y, flujo de procesos), análisis DOFA, juicio de expertos.

El análisis cualitativo de riesgos se realiza utilizando las técnicas de evaluación de probabilidad e impacto de los riesgos, matriz de probabilidad e impacto, categorización de los riesgos.

El análisis cuantitativo de riesgos se realiza con base en las técnicas de recopilación y representación de datos (entrevistas y distribución de probabilidades), modelado (sensibilidad, simulación y juicio de expertos).

El plan de respuesta a los riesgos se realiza teniendo en la cuenta las estrategias para riesgos positivos y negativos, estrategias de respuesta a contingencias y juicio de expertos.

4.7.1.2 Roles y responsabilidades

“Define el líder, el apoyo y los miembros del equipo de gestión de los riesgos para cada tipo de actividad del plan de gestión de riesgos y explica sus responsabilidades”. (PMI, 2013).

El líder de la gestión de riesgos será el Director del Proyecto (Carlos Mauricio Bernal R.) quien contará con el apoyo de los miembros del equipo del proyecto (Carlos Germán Martínez T., Hernando Martínez T. y Antonio José Bula S.). Las responsabilidades de cada uno de los miembros del equipo en las acciones de gestión de los riesgos, se definen al momento de realizar el proceso de registro de riesgos.

4.7.1.3 Presupuesto

“Estima, sobre la base de los recursos asignados, los fondos necesarios para su inclusión en la línea base de costos, y establece los protocolos para la aplicación de la reserva para contingencias y la reserva de gestión”. (PMI, 2013).

De acuerdo con lo que se planteó en el numeral 4.14.2 Reservas para control del presupuesto del proyecto, se cuenta con las siguientes reservas en el proyecto, las cuales ayudan a determinar el valor del umbral de aceptación de los riesgos:

- Reserva para contingencias de las actividades: \$22,68 millones de pesos colombianos.
- Reserva para contingencias de paquetes de trabajo: \$50,00 millones de pesos colombianos.
- Reservas de gestión: \$50,00 millones de pesos colombianos.

4.7.1.4 Calendario

“Define cuándo y con qué frecuencia se llevarán a cabo los procesos de gestión de riesgos a lo largo del ciclo de vida del proyecto, establece protocolos para la utilización de las reservas para contingencias del cronograma y establece las actividades de gestión de riesgos a incluir en el cronograma del proyecto”. (PMI, 2013).

Una vez que los riesgos se tengan identificados, clasificados, priorizados y se conozcan las actividades de mitigación de los riesgos, se procede con la actualización del cronograma del proyecto, incluyéndole las nuevas actividades relacionados con la gestión de riesgos.

4.7.1.5 Categoría del riesgo.

“Proporcionan un medio para agrupar las causas potenciales del riesgo”. (PMI, 2013).

Se utilizarán las categorías de riesgo que propone el Project Management Intitute –PMI- en la Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos –PMBOK-, a saber:

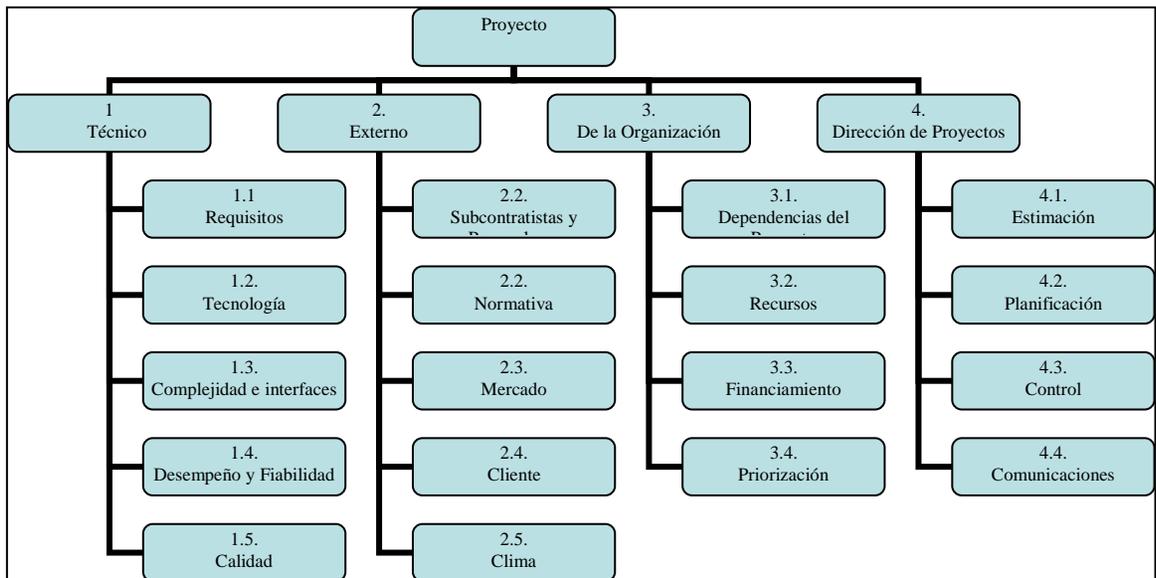


Figura 23: Ejemplo de Una Estructura de Desglose de Riesgos (PMI, 2013)

4.7.1.6 Definición de la probabilidad e impacto de los riesgos.

“La calidad y la credibilidad del análisis de riesgos requieren que se definan distintos niveles de probabilidad e impacto de los riesgos, específicos para el contexto del proyecto”. (PMI, 2013).

Los indicadores de probabilidad se definieron de la siguiente manera:

Cuadro 25 Indicadores de Probabilidad de Ocurrencia de los Riesgos del Proyecto (Fuente: El Autor)

| Probabilidad de Ocurrencia | Valor del Indicador |
|----------------------------|---------------------|
| Muy baja | 1 |
| Baja | 2 |
| Media | 3 |
| Alta | 4 |
| Muy alta | 5 |

Los indicadores de impacto se definieron de la siguiente manera:

Cuadro 26 Indicadores de Impacto de los Riesgos del Proyecto (Fuente: El Autor)

| Impacto | Muy Bajo $\pm 1^*$ | Bajo $\pm 2^*$ | Medio $\pm 3^*$ | Alto $\pm 4^*$ | Muy Alto $\pm 5^*$ |
|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|
| Costo Millones de Pesos Colombianos | Menos de \$0,10 | Entre \$0,10 y \$1,00 | Entre \$1,00 y \$5,00 | Entre \$5,00 y \$10,00 | Más de \$10,00 |
| Cronograma Retraso en semanas | Menos de 1 | Entre 1 y 2 | Entre 2 y 4 | Entre 4 y 8 | Más de 8 |
| Alcance <u>Energía Generada</u> Energía Nominal | Más de 95% | Entre 90% y 95% | Entre 80% y 90% | Entre 70% y 80% | Menos de 70% |
| Calidad Horas de no funcionamiento diario | Menos de 1 | Entre 1 y 2 | Entre 2 y 6 | Entre 6 y 12 | Más de 12 |

*El signo positivo se asinga a los impactos positivos y el signo negativo a ls impactos negativos

4.7.1.7 Matriz de probabilidad e impacto.

“Una matriz de probabilidad e impacto es una cuadrícula para vincular la probabilidad de ocurrencia de cada riesgo con su impacto sobre los objetivos del proyecto en caso de que ocurra dicho riesgo”. (PMI, 2013).

Cuadro 27 Matriz de Probabilidades e Impactos Negativos de los Riesgos del Proyecto (Fuente: El Autor)

| | | Impacto | | | | |
|--------------|---|---------|-----|-----|-----|-----|
| | | -1 | -2 | -3 | -4 | -5 |
| Probabilidad | 1 | -1 | -2 | -3 | -4 | -5 |
| | 2 | -2 | -4 | -6 | -8 | -10 |
| | 3 | -3 | -6 | -9 | -12 | -15 |
| | 4 | -4 | -8 | -12 | -16 | -20 |
| | 5 | -5 | -10 | -15 | -30 | -25 |

Cuadro 28 Matriz de Probabilidades e Impactos Positivos de los Riesgos del Proyecto (Fuente: El Autor)

| | | Impacto | | | | |
|--------------|---|---------|----|----|----|----|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Probabilidad | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | 2 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |
| | 3 | 3 | 6 | 9 | 12 | 15 |
| | 4 | 4 | 8 | 12 | 16 | 20 |
| | 5 | 5 | 10 | 15 | 30 | 25 |

Los resultados que se obtienen al multiplicar el valor del indicador de impacto por el indicador de probabilidad de ocurrencia, permiten clasificar la magnitud del riesgo, en el caso en que éste se llegue a presentar.

Cuadro 29 Matriz de la Magnitud del Riesgo (Fuente: El Autor)

| Magnitud del Riesgo | Prioridad del Riesgo |
|---------------------|----------------------|
| 13 a 25 | Muy Alta |
| 7 a 12 | Alta |
| 3 a 6 | Media |
| 1 a 2 | Baja |
| | |
| -1 a -2 | Baja |
| -3 a -6 | Media |
| -7 a -12 | Alta |
| -13 a -25 | Muy Alta |

4.7.1.8 Formatos de los informes de riesgos.

“Los formatos de los informes definen cómo se documentarán, analizarán y comunicarán los resultados del proceso de gestión de riesgos”. (PMI, 2013).

Se utilizan tres tipos de informes de riesgos:

- Formato de identificación de riesgos.
- Formato de cualificación de los riesgos.
- Formato de cuantificación de los riesgos.
- Formato de planificación de respuesta a los riesgos.

Cuadro 30 Formato de Identificación de los Riesgos (Fuente: El Autor)

| Concepto | Definición |
|------------------------|--|
| Código del riesgo | Es un código alfanumérico de cuatro caracteres. Los dos primeros son letras y los dos últimos son números arábigos. Las letras indican la clasificación del riesgo RT: Riesgo Técnico, RE: Riesgo Externo, RO: Riesgo Organizacional y RD: Riesgo de dirección del proyecto. Los número arábigos son consecutivos desde el 01 hasta el 99. |
| Categoría del riesgo | Indica en forma concisa relación jerárquica del riesgo. |
| Descripción del riesgo | Forma gramatical de redactar el riesgo: “Si existe CAUSA, se puede dar lugar a este EVENTO que produciría tal IMPACTO.” (PMI, 2013). |

Cuadro 31 Formato de Cualificación de los Riesgos (Fuente: El Autor)

| Concepto | Definición |
|------------------------|--|
| Código del riesgo | Es un código alfanumérico de cuatro caracteres. Los dos primeros son letras y los dos últimos son números arábigos. Las letras indican la clasificación del riesgo RT: Riesgo Técnico, RE: Riesgo Externo, RO: Riesgo Organizacional y RD: Riesgo de dirección del proyecto. Los número arábigos son consecutivos desde el 01 hasta el 99. |
| Categoría del riesgo | Indica la relación jerárquica del riesgo. |
| Descripción del riesgo | Forma gramatical de redactar el riesgo: “Si existe CAUSA, se puede dar lugar a este |

| Concepto | Definición |
|---------------------------------|--|
| | EVENTO que produciría tal IMPACTO.” (PMI, 2013). |
| Probabilidad de ocurrencia | Código numérico entre 1 y 5 que expresa la magnitud de la probabilidad del riesgo. |
| Impacto | Código numérico entre 1 y 5 que expresa la magnitud del impacto del riesgo. |
| Cualificación del riesgo | Código numérico entre 1 y 25 que expresa la magnitud de la consecuencia del riesgo. |
| Análisis cualitativo del riesgo | Código de colores (rojo, naranja, amarillo y verde) que expresa el nivel de afectación al proyecto en el caso en que el riesgo se materialice. |

Cuadro 32 Formato de Cuantificación de los Riesgos (Fuente: El Autor)

| Concepto | Definición |
|---------------------------------|--|
| Código del riesgo | Es un código alfanumérico de cuatro caracteres. Los dos primeros son letras y los dos últimos son números arábigos. Las letras indican la clasificación del riesgo RT: Riesgo Técnico, RE: Riesgo Externo, RO: Riesgo Organizacional y RD: Riesgo de dirección del proyecto. Los número arábigos son consecutivos desde el 01 hasta el 99. |
| Descripción del riesgo | Forma gramatical de redactar el riesgo: “Si existe CAUSA, se puede dar lugar a este EVENTO que produciría tal IMPACTO.” (PMI, 2013). |
| Consecuencias | Descripción del efecto que genera el riesgo en el cronograma, el costo, el alcance o la calidad del proyecto |
| Análisis cualitativo del riesgo | Código de colores (rojo, naranja, amarillo y verde) que expresa el nivel de afectación al proyecto en el caso en que el riesgo se materialice. |
| Cuantificación del riesgo | Valoración en dinero, tiempo o esfuerzo de recursos de la afectación del proyecto en el caso en que el riesgo se materialice. |

Cuadro 33 Formato de Planificación de Respuesta a los Riesgos (Fuente: El Autor)

| Concepto | Definición |
|------------------------------|---|
| Código del riesgo | Es un código alfanumérico de cuatro caracteres. Los dos primeros son letras y los dos últimos son números arábigos. Las letras indican la clasificación del riesgo RT: Riesgo Técnico, RE: Riesgo Externo, RO: Riesgo Organizacional y RD: Riesgo de dirección del proyecto. Los números arábigos son consecutivos desde el 01 hasta el 99. |
| Disparador del Riesgo | Evento o situación que indica que un riesgo está por ocurrir. |
| Cuantificación del riesgo | Valoración en dinero, tiempo o esfuerzo de recursos de la afectación del proyecto en el caso en que el riesgo se materialice. |
| Estrategia frente al riesgo | Aceptación activa, aceptación pasiva, mitigar, transferir, evitar |
| Acción | Actividad que materializa la estrategia |
| Duración de la acción | Tiempo que requiere la actividad que materializa la estrategia. |
| Fecha de inicio de la acción | Fecha en la que inicia la actividad que materializa la estrategia |
| Responsable | Persona que lidera y gestiona el riesgo |

4.7.1.9 Seguimiento.

“Documenta cómo se registran las actividades de gestión de riesgos para beneficio del proyecto en curso y cómo se auditarán los procesos de gestión de riesgos”. (PMI, 2013).

La gestión de los riesgos sugiere la creación de nuevas actividades enfocadas a los procesos de seguimiento y control de éstos, las cuales consumen recursos y requieren plazos para su ejecución. Estas actividades usualmente se adicionan al final del cronograma en una cuenta de control denominada “Gestión de Riesgos”.

El registro de las actividades que conforman la cuenta de control de “Gestión de Riesgos”, requiere documentos similares a los establecidos en los numerales 4.5, 4.6, 4.7, 4.8, 4.9, 4.10 y 4.11.

El seguimiento y control de las actividades de gestión de los riesgos examina y documenta la efectividad de las respuestas a los riesgos. Se plantea incorporar el tema del seguimiento y control de los riesgos en las agendas de las reuniones semanales de gestión del avance del proyecto.

4.7.2 Identificar riesgos

“Documenta los riesgos identificados y el conocimiento y la capacidad que confiere al equipo del proyecto para anticipar eventos.” (PMI, 2013).

4.7.2.1 Lista de riesgos identificados

“Se trata de condiciones o eventos fundamentales que pueden dar lugar a uno o más riesgos identificados”. (PMI, 2013).

En el siguiente cuadro se presentan algunos ejemplos de los riesgos que potencialmente se presentarían en el proyecto, clasificados por cada una de las categorías descritas en el numeral 4.19.5.

Cuadro 34 Identificación de los Riesgos (Fuente: El Autor)

| Código | Categoría | Descripción |
|--------|--------------------------|---|
| RT01 | Requisitos | Si las especificaciones de los componentes de los prototipos ORC no son precisos, pueden generarse entregables defectuosos que causarían sobrecostos. |
| RT02 | Tecnología | Si la tecnología ORC genera la electricidad esperada, pueden producirse ingresos adicionales que ayudarían a financiar los costos del proyecto. (+). |
| RT03 | Complejidad e interfaces | Si la conectividad entre el sistema ORC y el sistema de distribución local no son 100% compatibles, se provocaría un desfase, que generaría sobrecostos en el proyecto. |

| Código | Categoría | Descripción |
|--------|-------------------------------|--|
| RT04 | Desempeño y fiabilidad | Si el funcionamiento del sistema ORC no es permanente, se perdería eficiencia mecánica, generando sobrecostos operacionales. |
| RT05 | Calidad | Si el montaje del sistema ORC en las empresas Gracetales y Triple A no se desarrolla cumpliendo todos los estándares de calidad, se presentarían potenciales reprocesos y desperdicios que generarían reclamaciones por falta de calidad. |
| RE01 | Subcontratistas y proveedores | Si no se firman los acuerdos de confidencialidad y no competitividad con los proveedores se podrían generar réplicas ilegales del sistema ORC, que afectarían los flujos de caja del proyecto. |
| RE02 | Normativa | Si no se emiten oportunamente los decretos reglamentarios de la ley colombiana 1715 de 2014 y las resoluciones de la CREG, se generarán retrasos en la venta de excedentes de electricidad, que afectarían el cronograma del proyecto. |
| RE03 | Mercado | Si el mercado de las fuentes no convencionales de energía remunera de forma especial la electricidad generada con los sistemas ORC, los precios del kWh serían más favorables, lo que generaría beneficios en los flujos de caja del proyecto. (+) |
| RE04 | Cliente | Si las empresas Gracetales y Triple A no facilitan las interacciones entre sus técnicos y los del proyecto, se producirán descoordinaciones en la ejecución del proyecto, que generarían demoras en el cronograma del proyecto. |
| RE05 | Clima | Si se llegase a presentar un verano en Colombia que debilitara las reservas hídricas (embalses) de las hidroeléctricas, los sistemas ORC aparecerían como una excelente alternativa de autogeneración, lo cual reforzaría la visión de los patrocinadores por el alcance del proyecto. (+) |
| RO01 | Dependencias del proyecto | Si las empresas Gracetales y Triple A no asignaran el proyecto a sus dependencias de operación y de finanzas, se tendría que trabajar con otras de sus dependencias, lo que generaría mayores esfuerzos por parte del equipo de trabajo del proyecto, y por lo tanto, mayores plazos. |

| Código | Categoría | Descripción |
|--------|----------------|--|
| RO02 | Recursos | Si los ingenieros y financieros de Gracetales y Triple A no pudieran dedicarle las horas hombre que de ellos se requiere en el proyecto, se generarían retrasos en la toma de decisiones, que afectaría el cronograma del proyecto. |
| RO03 | Financiamiento | Si la financiación que debe aportar Colciencias sufre recortes o aplazamientos, se tendrían que realizar cambios en la planificación del proyecto que afectaría el alcance del proyecto. |
| RO04 | Priorización | Si las empresas Gracetales y Triple A requirieran enfocar los esfuerzos del personal que asignaron al proyecto ORC hacia otros asuntos, se tendría que trabajar con un menor desempeño, lo que generaría ampliaciones en los plazos del proyecto. |
| RD01 | Estimación | Si las estimaciones de las duraciones de las actividades del proyecto resultasen mayores de lo que realmente se presentara, se podrían tener mucho más pronto los entregables, lo que generaría mayores holguras en el cronograma. (+) |
| RD02 | Planificación | Si el sistema de telemetría brindara datos de los indicadores de operación con mayor celeridad de lo que se tenía programado, se podría acceder a datos técnicos más precisos, que permitirían mejorar el presupuesto del proyecto (+) |
| RD03 | Control | Si las reuniones de seguimiento al avance del proyecto no se realizan semanalmente, se pierde la continuidad en los análisis de los indicadores de gestión, lo cual generaría deterioros en la calidad de la información y por consiguiente, en la calidad de la toma de decisiones. |
| RD04 | Comunicación | Si se pudiera tener acceso a los programas televisivos de ciencia y tecnología o a los noticieros regionales y nacionales, se difundirían los beneficios del sistema ORC con mayor cobertura y se podrían generar nuevas posibilidades de mercado que mejorarían la visión del alcance del proyecto. (+) |

4.7.3 Análisis cualitativo de riesgos.

“Permite a los directores de proyecto reducir el nivel de incertidumbre y concentrarse en los riesgos de alta prioridad.” (PMI, 2013).

El análisis cualitativo de riesgos se presenta en una matriz en la que se determinan los valores de la probabilidad de ocurrencia del riesgo (valores entre 1 y 5), el impacto que genera el riesgo en el proyecto (valores entre 1 y 5), la magnitud del riesgo (valores entre 1 y 25) y su cualificación (gama de colores: rojo, naranja, amarillo, verde, celeste, azul claro, violeta y azul oscuro).

El análisis cualitativo, a través del código de colores, permite identificar adecuadamente los riesgos de oportunidades (positivos) y los riesgos de amenazas (negativos). Se aprovecha entonces, el hecho de tener clasificados los riesgos (positivos y negativos), de tal forma que se puedan efectuar los análisis desde ambos puntos de vista, y generar los planes para contrarrestar las amenazas y cosechar las oportunidades.

En los siguientes cuadros (35 y 36) se presentan por separado los riesgos negativos y los positivos respectivamente y la prioridad que representan, en lo referente a su tratamiento, tanto para evitar perjuicios en el proyecto como para potenciar los beneficios.

Cuadro 35 Priorización de los Riesgos Negativos (Fuente: El Autor)

| Código | Categoría | Descripción | Área del conocimiento Impactada | Probabilidad de Ocurrencia | Magnitud del Impacto | Cualificación | Análisis Cualitativo | Prioridad |
|--------|-------------------------------|--|---------------------------------|----------------------------|----------------------|---------------|----------------------|-----------|
| RE01 | Subcontratistas y proveedores | Si no se firman los acuerdos de confidencialidad y no competitividad con los proveedores se podrían generar réplicas ilegales del sistema ORC, que afectarían los flujos de caja del proyecto. | Costos | 4 | -5 | -20 | -Muy Alta | 1 |

| Código | Categoría | Descripción | Área del conocimiento Impactada | Probabilidad de Ocurrencia | Magnitud del Impacto | Cualificación | Análisis Cualitativo | Prioridad |
|--------|--------------------------|--|---------------------------------|----------------------------|----------------------|---------------|----------------------|-----------|
| RE02 | Normativa | Si no se emiten oportunamente los decretos reglamentarios de la ley colombiana 1715 de 2014 y las resoluciones de la CREG, se generarán retrasos en la venta de excedentes de electricidad, que afectarían el cronograma del proyecto. | Tiempo | 4 | -5 | -20 | -Muy Alta | 2 |
| RT03 | Complejidad e interfaces | Si la conectividad entre el sistema ORC y el sistema de distribución local no son 100% compatibles, se provocaría un desfase, que generaría sobrecostos en el proyecto. | Costos | 4 | -5 | -20 | -Muy Alta | 3 |
| RD03 | Control | Si las reuniones de seguimiento al avance del proyecto no se realizan semanalmente, se pierde la continuidad en los análisis de los indicadores de gestión, lo cual generaría deterioros en la calidad de la información y por consiguiente, en la calidad de la toma de decisiones. | Calidad | 3 | -5 | -15 | -Muy Alta | 4 |
| RO02 | Recursos | Si los ingenieros y financieros de Gracetales y Triple A no pudieran dedicarle las horas hombre que de ellos se requiere en el proyecto, se generarían retrasos en la toma de decisiones, que afectaría el cronograma del proyecto. | Tiempo | 3 | -5 | -15 | -Muy Alta | 5 |

| Código | Categoría | Descripción | Área del conocimiento Impactada | Probabilidad de Ocurrencia | Magnitud del Impacto | Cualificación | Análisis Cualitativo | Prioridad |
|--------|---------------------------|---|---------------------------------|----------------------------|----------------------|---------------|----------------------|-----------|
| RO04 | Priorización | Si las empresas Gracetales y Triple A requirieran enfocar los esfuerzos del personal que asignaron al proyecto ORC hacia otros asuntos, se tendría que trabajar con un menor desempeño, lo que generaría ampliaciones en los plazos del proyecto. | Tiempo | 3 | -4 | -12 | -Alta | 6 |
| RO03 | Financiamiento | Si la financiación que debe aportar Colciencias sufre recortes o aplazamientos, se tendrían que realizar cambios en la planificación del proyecto que afectaría el alcance del proyecto. | Alcance | 2 | -5 | -10 | -Alta | 7 |
| RT04 | Desempeño y fiabilidad | Si el funcionamiento del sistema ORC no es permanente, se perdería eficiencia mecánica, generando sobrecostos operacionales. | Costos | 2 | -5 | -10 | -Alta | 8 |
| RO01 | Dependencias del proyecto | Si las empresas Gracetales y Triple A no asignaran el proyecto a sus dependencias de operación y de finanzas, se tendría que trabajar con otras de sus dependencias, lo que generaría mayores esfuerzos por parte del equipo de trabajo del proyecto, y por lo tanto, mayores plazos. | Tiempo | 2 | -4 | -8 | -Alta | 9 |
| RT01 | Requisitos | Si las especificaciones de los componentes de los prototipos ORC no son precisos, pueden generarse entregables | Costos | 2 | -4 | -8 | -Alta | 10 |

| Código | Categoría | Descripción | Área del conocimiento Impactada | Probabilidad de Ocurrencia | Magnitud del Impacto | Cualificación | Análisis Cualitativo | Prioridad |
|--------|-----------|---|---------------------------------|----------------------------|----------------------|---------------|----------------------|-----------|
| | | defectuosos que causarían sobrecostos. | | | | | | |
| RT05 | Calidad | Si el montaje del sistema ORC en las empresas Gracetales y Triple A no se desarrolla cumpliendo todos los estándares de calidad, se presentarían potenciales reprocesos y desperdicios que generarían reclamaciones por falta de calidad. | Calidad | 2 | -3 | -6 | -Media | 11 |
| RE04 | Cliente | Si las empresas Gracetales y Triple A no facilitan las interacciones entre sus técnicos y los del proyecto, se producirán descoordinaciones en la ejecución del proyecto, que generarían demoras en el cronograma del proyecto. | Tiempo | 2 | -2 | -4 | -Media | 12 |

Cuadro 36 Priorización de los Riesgos Positivos (Fuente: El Autor)

| Código | Categoría | Descripción | Área del conocimiento Impactada | Probabilidad de Ocurrencia | Magnitud del Impacto | Cualificación | Análisis Cualitativo | Prioridad |
|--------|---------------|--|---------------------------------|----------------------------|----------------------|---------------|----------------------|-----------|
| RD02 | Planificación | Si el sistema de telemetría brindara datos de los indicadores de operación con mayor celeridad de lo que se tenía programado, se podría acceder a datos técnicos más precisos, que permitirían mejorar el presupuesto del proyecto | Costos | 4 | 5 | 20 | +Muy Alta | 1 |
| RE03 | Mercado | Si el mercado de las fuentes no convencionales de energía remunera de forma especial la electricidad generada con los sistemas ORC, los precios del kWh serían más favorables, lo que generaría beneficios en los flujos de caja del proyecto. | Costos | 4 | 5 | 20 | +Muy Alta | 2 |
| RT02 | Tecnología | Si la tecnología ORC genera la electricidad esperada, pueden producirse ingresos adicionales que ayudarían a financiar los costos del proyecto. | Costos | 4 | 5 | 20 | +Muy Alta | 3 |
| RD04 | Comunicación | Si se pudiera tener acceso a los programas televisivos de ciencia y tecnología o a los noticieros regionales y nacionales, se difundirían los beneficios del sistema ORC con mayor cobertura y se podrían generar nuevas posibilidades de mercado que mejorarían la visión del alcance del proyecto. | Alcance | 3 | 5 | 15 | +Muy Alta | 4 |

| Código | Categoría | Descripción | Área del conocimiento Impactada | Probabilidad de Ocurrencia | Magnitud del Impacto | Cualificación | Análisis Cualitativo | Prioridad |
|--------|------------|--|---------------------------------|----------------------------|----------------------|---------------|----------------------|-----------|
| RD01 | Estimación | Si las estimaciones de las duraciones de las actividades del proyecto resultasen mayores de lo que realmente se presentara, se podrían tener mucho más pronto los entregables, lo que generaría mayores holguras en el cronograma. | Tiempo | 2 | 3 | 6 | +Media | 5 |
| RE05 | Clima | Si se llegase a presentar un verano en Colombia que debilitara las reservas hídricas (embalses) de las hidroeléctricas, los sistemas ORC aparecerían como una excelente alternativa de autogeneración, lo cual reforzaría la visión de los patrocinadores por el alcance del proyecto. | Alcance | 1 | 5 | 5 | +Media | 6 |

En el “Top 5” de las amenazas están los riesgos: RE01, RE02, RT03, RD03 y RO02.

En el “Top 5” de las oportunidades están los riesgos: RD02, RE03, RT02, RD04 y RD01

En ambos casos, los riesgos “Top 5” deberán ser analizados con un mayor nivel de detalle, para determinar sus efectos monetarios en el presupuesto y sus efectos temporales en el cronograma.

4.7.4 Análisis cuantitativo de riesgos.

“Genera información cuantitativa sobre los riesgos para apoyar la toma de decisiones a fin de reducir la incertidumbre del proyecto.” (PMI, 2013).

Con base en los datos que arrojó el análisis cualitativo de los riesgos, se pudo evidenciar que el presupuesto y el cronograma del proyecto podrían ser impactados por los riesgos que se presentan en algunas de las actividades.

En el siguiente cuadro se hace un recuento de las actividades que son impactadas y que ponen en riesgo el presupuesto del proyecto.

Cuadro 37 Impactos en los Costos de los Riesgos Negativos (Fuente: El Autor)

| Código | Categoría | Descripción | Área del conocimiento Impactada | Actividades Impactadas EDT | Impacto Mínimo [Millones de Pesos Colombianos] | Impacto Máximo [Millones de Pesos Colombianos] |
|--------|-------------------------------|--|---------------------------------|----------------------------|--|--|
| RE01 | Subcontratistas y proveedores | Si no se firman los acuerdos de confidencialidad y no competitividad con los proveedores se podrían generar réplicas ilegales del sistema ORC, que afectarían los flujos de caja del proyecto. | Costos | 1.1.1.2 1.1.2.1 | -\$11 | -\$50 |
| RT03 | Complejidad e interfaces | Si la conectividad entre el sistema ORC y el sistema de distribución local no son 100% compatibles, se provocaría un desfase, que generaría sobrecostos en el proyecto. | Costos | 1.6.2.2 | -\$11 | -\$50 |
| RT04 | Desempeño y fiabilidad | Si el funcionamiento del sistema ORC no es permanente, se perdería eficiencia mecánica, generando sobrecostos operacionales. | Costos | 1.7.3.1 | -\$11 | -\$50 |
| RT01 | Requisitos | Si las especificaciones de los componentes de los prototipos ORC no son precisos, pueden generarse entregables defectuosos que causarían sobrecostos. | Costos | 1.1.1.1 | -\$6 | -\$10 |

En el siguiente cuadro se hace un recuento de las actividades que son impactadas y que ponen en riesgo el cronograma del proyecto.

Cuadro 38 Impactos en las Duraciones de los Riesgos Negativos (Fuente: El Autor)

| Código | Categoría | Descripción | Área del conocimiento Impactada | Actividades Impactadas EDT | Impacto Mínimo | Impacto Máximo |
|--------|---------------------------|---|---------------------------------|----------------------------|----------------|----------------|
| RE02 | Normativa | Si no se emiten oportunamente los decretos reglamentarios de la ley colombiana 1715 de 2014 y las resoluciones de la CREG, se generarán retrasos en la venta de excedentes de electricidad, que afectarían el cronograma del proyecto. | Tiempo | 1.6.2.1 | -9 sem | -20 sem |
| RO02 | Recursos | Si los ingenieros y financieros de Gracetales y Triple A no pudieran dedicarle las horas hombre que de ellos se requiere en el proyecto, se generarían retrasos en la toma de decisiones, que afectaría el cronograma del proyecto. | Tiempo | 1.7.1.1 | -9 sem | -20 sem |
| RO04 | Priorización | Si las empresas Gracetales y Triple A requirieran enfocar los esfuerzos del personal que asignaron al proyecto ORC hacia otros asuntos, se tendría que trabajar con un menor desempeño, lo que generaría ampliaciones en los plazos del proyecto. | Tiempo | 1.7.2.1 | -5 sem | -8 sem |
| RO01 | Dependencias del proyecto | Si las empresas Gracetales y Triple A no asignaran el proyecto a sus dependencias de operación y de finanzas, se tendría que trabajar con otras de sus dependencias, lo que generaría mayores esfuerzos por parte del equipo de | Tiempo | 1.7.3.1 | -5 sem | -8 sem |

| Código | Categoría | Descripción | Área del conocimiento Impactada | Actividades Impactadas EDT | Impacto Mínimo | Impacto Máximo |
|--------|-----------|---|---------------------------------|----------------------------|----------------|----------------|
| | | trabajo del proyecto, y por lo tanto, mayores plazos. | | | | |
| RE04 | Cliente | Si las empresas Gracetales y Triple A no facilitan las interacciones entre sus técnicos y los del proyecto, se producirán descoordinaciones en la ejecución del proyecto, que generarían demoras en el cronograma del proyecto. | Tiempo | 1.7.4.1 | -1 sem | -2 sem |

Con base en los datos de costos adicionales y duraciones adicionales en las actividades del proyecto (escenario pesimista), se procede a realizar un análisis probabilístico, mediante el uso del software “RiskyProject 6”, teniendo presente la siguiente parametrización:

- Actividades impactadas en costos: De acuerdo con el cuadro 37, se seleccionaron las actividades indicadas en la columna de “Actividades Impactadas EDT”.

| EDT | Nombre de la tarea | Impacto Mínimo [Millones de Pesos Colombianos] | Impacto Máximo [Millones de Pesos Colombianos] |
|---------|---|--|--|
| 1.1.1.1 | Diseñar partes del prototipo de 30 kW | -6 | -10 |
| 1.1.1.2 | Construir prototipo de 30 kW | -11 | -50 |
| 1.1.2.1 | Instalar prototipo de 12 kW | -11 | -50 |
| 1.6.2.2 | Administrar acuerdo comerciales | -11 | -50 |
| 1.7.3.1 | Dirigir y gestionar el trabajo del proyecto | -11 | -50 |

- Actividades impactadas en plazo: De acuerdo con el cuadro 38, se seleccionaron las actividades indicadas en la columna de “Actividades Impactadas EDT”.

| EDT | Nombre de la tarea | Impacto Mínimo | Impacto Máximo |
|---------|---|----------------|----------------|
| 1.6.2.1 | Negociar acuerdos comerciales | - 9 sem | - 20 sem |
| 1.7.1.1 | Elaborar Project Charter | - 9 sem | - 20 sem |
| 1.7.2.1 | Elaborar el plan para la dirección del proyecto | - 5 sem | - 8 sem |
| 1.7.3.1 | Dirigir y gestionar el trabajo del proyecto | - 5 sem | - 8 sem |
| 1.7.4.1 | Realizar el control integrado de cambios | - 1 sem | - 2 sem |

Cada una de las actividades impactadas (tanto en costos como en plazo) fue analizada individualmente, en su nivel de riesgo, utilizando la distribución de probabilidad normal.

Los resultados que se obtuvieron en el software Risky Project 6, con base en los parámetros anteriores son los siguientes:

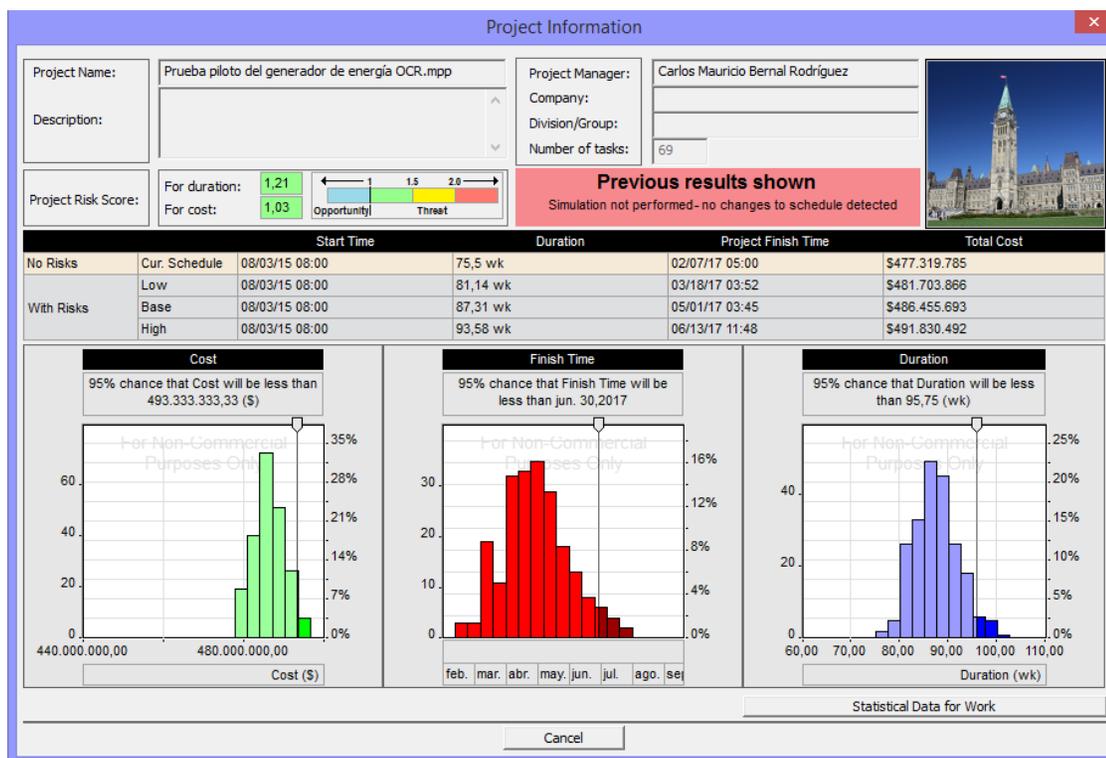


Figura 24: Resultados Probabilísticos Generados por el Software RiskyProject 6

Los resultados obtenidos mediante el análisis probabilístico permiten evidenciar lo siguiente:

- En el caso en que los riesgos que impactan los costos de las actividades se materialicen, existe una probabilidad del 95% de que el valor total del proyecto sea inferior a \$494 millones.

Teniendo presente que las reservas que posee el proyecto son:

| Tipo de Reserva | Valor de la Reserva |
|-------------------------------------|---------------------|
| Contingencia de actividades | \$22,68 |
| Contingencia de paquetes de trabajo | \$50,00 |
| Gestión | \$50,00 |
| Total | \$122,68 |

Y que el valor del presupuesto del proyecto es el siguiente:

| Presupuesto | Valor |
|--------------|-----------------|
| Actividades | \$477,32 |
| Reservas | \$122,68 |
| Total | \$600,00 |

Con base en estos datos, se puede tener tranquilidad en cuanto a que el presupuesto y las reservas presupuestales son suficientes para la financiación del proyecto y la cobertura de los impactos que se generen al materializarse los riesgos que pueden afectar los costos del proyecto.

- En el caso en que los riesgos que impactan las duraciones de las actividades se materialicen, existe una probabilidad del 95% de que el proyecto tenga una duración inferior a 96 semanas y, una probabilidad del 95% de que la fecha de terminación del proyecto se produzca antes del 30 de junio del año 2017.

En el caso de los riesgos que afectan la duración del proyecto y que a la vez afectan su fecha de finalización, es importante tener presente que en el numeral 4.11.3 se identifican las actividades que poseen holguras.

Al analizar el diagrama de Gantt y observar las diferentes cadenas de actividades, se observa que las actividades que poseen holguras están enlazadas en la misma cadena con las actividades que son impactadas (en el tema de la duración) por los riesgos del proyecto.

Se evidencia entonces, que la diferencia entre el plazo del proyecto (76 semanas) y el plazo máximo (con una probabilidad del 95%) es de 20 semanas, las cuales pueden ser, en una buena parte, gestionadas a través de los tiempos de las holguras identificadas en el numeral 4.11.3.

No obstante lo anterior y, debido a que se trata de una prueba piloto para demostrar el funcionamiento de la tecnología ORC, se sugiere que el proyecto genere una reserva de tiempo de aproximadamente 20 semanas (que es el lapso de tiempo que existe entre el 09 de febrero de 2017 (fecha de finalización programada del proyecto) y el 30 de junio de 2017 (fecha estimada de finalización del proyecto ante un escenario pesimista con un 95% de probabilidad).

Aunque es recomendable tener el margen de tiempo adicional, sugerido en el párrafo anterior, es necesario tener presente que en el caso de presentarse este plazo adicional, igualmente se generarán costos

adicionales relacionados con los rubros administrativos (arrendamientos, salarios, pólizas de seguros, vigilancia, impuestos, etc.).

4.7.5 Planificar la respuesta a los riesgos.

“Aborda los riesgos en función de su prioridad, introduciendo recursos y actividades en el presupuesto, el cronograma y el plan para la dirección del proyecto, según las necesidades”. (PMI, 2013).

La planificación de respuesta a los riesgos del proyecto involucra aspectos adicionales que complementan los análisis cualitativo y cuantitativo, tales como:

- Estrategia de respuesta al riesgo
- Actividades impactadas (codificadas en la EDT).
- Impacto mínimo.
- Impacto máximo.
- Responsable del riesgo.

“Cada respuesta a un riesgo requiere una comprensión del mecanismo por el cual se abordará el riesgo”. (PMI, 2013).

La comprensión de los mecanismos, es necesario identificar las relaciones que existen entre la prioridad del riesgo y la estrategia de la gestión del riesgo.

Dado que los riesgos pueden ser positivos (Oportunidades) o negativos (Amenazas) es necesario asociar estrategias de riesgos diferentes para cada uno de ellos.

En el caso de los riesgos positivos, las estrategias pueden incluir aceptar, compartir, explotar y mejorar y, en el caso de los riesgos negativos, las estrategias pueden incluir aceptaciones, mitigaciones, transferencias, y evitar.

En el siguiente cuadro se presentan las relaciones que existen entre las prioridades de los riesgos positivos, la estrategia de gestión del riesgo y la interpretación de la estrategia de gestión del riesgo.

Cuadro 39 Matriz de Estrategias Según la Magnitud del Riesgo Positivo (Fuente: El Autor)

| Magnitud del Riesgo | Prioridad del Riesgo | Estrategia de Gestión del Riesgo | Interpretación de la Estrategia de Gestión del Riesgo |
|---------------------|----------------------|----------------------------------|---|
| 13 a 25 | Muy Alta | Explotar | Maximizar los beneficios y reasignar recursos para aumentar la rentabilidad |
| 7 a 12 | Alta | Mejorar | Estudiar las causas para poder replicarlo |
| 3 a 6 | Media | Aceptar | Plan de uso de los beneficios en el proyecto |
| 1 a 2 | Baja | Compartir | Plan de reconocimiento de los logros |
| | | | |

En el siguiente cuadro se presentan las relaciones que existen entre las prioridades de los riesgos negativos, la estrategia de gestión del riesgo y la interpretación de la estrategia de gestión del riesgo.

Cuadro 40 Matriz de Estrategias Según la Magnitud del Riesgo Negativo (Fuente: El Autor)

| Magnitud del Riesgo | Prioridad del Riesgo | Estrategia de Gestión del Riesgo | Interpretación de la Estrategia de Gestión del Riesgo |
|---------------------|----------------------|----------------------------------|---|
| -1 a -2 | Baja | Aceptar | Plan de contingencia (activa y pasiva) |
| -3 a -6 | Media | Mitigar | Plan de acciones de mitigación |
| -7 a -12 | Alta | Transferir | Plan de traslado del riesgo a un tercero |
| -13 a -25 | Muy Alta | Evitar | Cambiar las condiciones originales de realización del proyecto para eliminar el riesgo identificado |
| | | | |

Las actividades que son impactadas por los riesgos, se determinan de acuerdo con la descripción de cada uno de los riesgos. El código EDT de las actividades sirve de base para la identificación de la actividad impactada.

Teniendo presente las premisas establecidas en los cuadros 39 y 40, se determinan los valores mínimo y máximo de los impactos en cada una de las áreas del conocimiento (costos, tiempo, alcance y calidad), así como las estrategias de respuesta a los riesgos.

La asignación de los responsables de gestionar cada uno de los riesgos se realiza de acuerdo con los conocimientos, las habilidades y las competencias que posean los miembros del equipo del proyecto.

Cuadro 41 Plan de Respuesta a los Riesgos Negativos (Fuente: El Autor)

| Código | Categoría | Descripción | Área del conocimiento Impactada | Análisis Cualitativo | Prioridad | Estrategia de Respuesta al Riesgo | Interpretación Estrategia de Respuesta al Riesgo | Actividades Impactadas EDT | Impacto Mínimo | Impacto Máximo | Responsable |
|--------|-------------------------------|--|---------------------------------|----------------------|-----------|-----------------------------------|---|----------------------------|----------------|----------------|---------------------------|
| RE01 | Subcontratistas y proveedores | Si no se firman los acuerdos de confidencialidad y no competitividad con los proveedores se podrían generar réplicas ilegales del sistema ORC, que afectarían los flujos de caja del proyecto. | Costos | -Muy Alta | 1 | Evitar | Cambiar las condiciones originales de realización del proyecto para eliminar el riesgo identificado | 1.1.1.2 1.1.2.1 | -\$11 | -\$50 | Hernando Martínez T. |
| RE02 | Normativa | Si no se emiten oportunamente los decretos reglamentarios de la ley colombiana 1715 de 2014 y las resoluciones de la CREG, se generarán retrasos en la venta de excedentes de electricidad, que afectarían el cronograma del proyecto. | Tiempo | -Muy Alta | 2 | Evitar | Cambiar las condiciones originales de realización del proyecto para eliminar el riesgo identificado | 1.6.2.1 | -9 sem | -20 sem | Carlos Mauricio Bernal R. |
| RT03 | Complejidad e interfaces | Si la conectividad entre el sistema ORC y el sistema de distribución local no son 100% compatibles, se provocaría un desfase, que generaría sobrecostos en el proyecto. | Costos | -Muy Alta | 3 | Evitar | Cambiar las condiciones originales de realización del proyecto para eliminar el riesgo identificado | 1.6.2.2 | -\$11 | -\$50 | Carlos Mauricio Bernal R. |
| RD03 | Control | Si las reuniones de seguimiento al avance del proyecto no se realizan semanalmente, se pierde la continuidad en los análisis de los indicadores de gestión, lo cual generaría deterioros en la calidad de la información y por consiguiente, en la calidad de la toma de decisiones. | Calidad | -Muy Alta | 4 | Evitar | Cambiar las condiciones originales de realización del proyecto para eliminar el riesgo identificado | 1.7 | -13 horas | -24 horas | Carlos Mauricio Bernal R. |

| Código | Categoría | Descripción | Área del conocimiento Impactada | Análisis Cualitativo | Prioridad | Estrategia de Respuesta al Riesgo | Interpretación Estrategia de Respuesta al Riesgo | Actividades Impactadas EDT | Impacto Mínimo | Impacto Máximo | Responsable |
|--------|------------------------|---|---------------------------------|----------------------|-----------|-----------------------------------|---|----------------------------|----------------|----------------|---------------------------|
| RO02 | Recursos | Si los ingenieros y financieros de Gracetales y Triple A no pudieran dedicarle las horas hombre que de ellos se requiere en el proyecto, se generarían retrasos en la toma de decisiones, que afectaría el cronograma del proyecto. | Tiempo | -Muy Alta | 5 | Evitar | Cambiar las condiciones originales de realización del proyecto para eliminar el riesgo identificado | 1.7.1.1 | -9 sem | -20 sem | Hernando Martínez T. |
| RO04 | Priorización | Si las empresas Gracetales y Triple A requirieran enfocar los esfuerzos del personal que asignaron al proyecto ORC hacia otros asuntos, se tendría que trabajar con un menor desempeño, lo que generaría ampliaciones en los plazos del proyecto. | Tiempo | -Alta | 6 | Transferir | Plan de traslado del riesgo a un tercero | 1.7.2.1 | -5 sem | -8 sem | Carlos Mauricio Bernal R. |
| RO03 | Financiamiento | Si la financiación que debe aportar Colciencias sufre recortes o aplazamientos, se tendrían que realizar cambios en la planificación del proyecto que afectaría el alcance del proyecto. | Alcance | -Alta | 7 | Transferir | Plan de traslado del riesgo a un tercero | 1.3 | 50% | 69% | Carlos Mauricio Bernal R. |
| RT04 | Desempeño y fiabilidad | Si el funcionamiento del sistema ORC no es permanente, se perdería eficiencia mecánica, generando sobrecostos operacionales. | Costos | -Alta | 8 | Transferir | Plan de traslado del riesgo a un tercero | 1.7.3.1 | -\$11 | -\$50 | Carlos Germán Martínez T. |

| Código | Categoría | Descripción | Área del conocimiento Impactada | Análisis Cualitativo | Prioridad | Estrategia de Respuesta al Riesgo | Interpretación Estrategia de Respuesta al Riesgo | Actividades Impactadas EDT | Impacto Mínimo | Impacto Máximo | Responsable |
|--------|---------------------------|---|---------------------------------|----------------------|-----------|-----------------------------------|--|----------------------------|----------------|----------------|---------------------------|
| RO01 | Dependencias del proyecto | Si las empresas Gracetales y Triple A no asignaran el proyecto a sus dependencias de operación y de finanzas, se tendría que trabajar con otras de sus dependencias, lo que generaría mayores esfuerzos por parte del equipo de trabajo del proyecto, y por lo tanto, mayores plazos. | Tiempo | -Alta | 9 | Transferir | Plan de traslado del riesgo a un tercero | 1.7.3.1 | -5 sem | -8 sem | Carlos Mauricio Bernal R. |
| RT01 | Requisitos | Si las especificaciones de los componentes de los prototipos ORC no son precisos, pueden generarse entregables defectuosos que causarían sobrecostos. | Costos | -Alta | 10 | Transferir | Plan de traslado del riesgo a un tercero | 1.1.1.1 | -\$6 | -\$10 | Carlos Germán Martínez T. |
| RT05 | Calidad | Si el montaje del sistema ORC en las empresas Gracetales y Triple A no se desarrolla cumpliendo todos los estándares de calidad, se presentarían potenciales reprocesos y desperdicios que generarían reclamaciones por falta de calidad. | Calidad | -Media | 11 | Mitigar | Plan de acciones de mitigación | 1.7 | -3 horas | -6 horas | Carlos Germán Martínez T. |
| RE04 | Cliente | Si las empresas Gracetales y Triple A no facilitan las interacciones entre sus técnicos y los del proyecto, se producirán descoordinaciones en la ejecución del proyecto, que generarían demoras en el cronograma del proyecto. | Tiempo | -Media | 12 | Mitigar | Plan de acciones de mitigación | 1.7.4.1 | -1 sem | -2 sem | Carlos Mauricio Bernal R. |

Cuadro 42 Plan de Respuesta a los Riesgos Positivos (Fuente: El Autor)

| Código | Categoría | Descripción | Área del conocimiento Impactada | Análisis Cualitativo | Prioridad | Estrategia de Respuesta al Riesgo | Interpretación Estrategia de Respuesta al Riesgo | Actividades Impactadas EDT | Impacto Mínimo | Impacto Máximo | Responsable |
|--------|---------------|--|---------------------------------|----------------------|-----------|-----------------------------------|---|----------------------------|----------------|----------------|---------------------------|
| RD02 | Planificación | Si el sistema de telemetría brindara datos de los indicadores de operación con mayor celeridad de lo que se tenía programado, se podría acceder a datos técnicos más precisos, que permitirían mejorar el presupuesto del proyecto | Costos | +Muy Alta | 1 | Explotar | Maximizar los beneficios y reasignar recursos para aumentar la rentabilidad | 1.4 | +\$10 | +\$50 | Carlos Mauricio Bernal R. |
| RE03 | Mercado | Si el mercado de las fuentes no convencionales de energía remunera de forma especial la electricidad generada con los sistemas ORC, los precios del kWh serían más favorables, lo que generaría beneficios en los flujos de caja del proyecto. | Costos | +Muy Alta | 2 | Explotar | Maximizar los beneficios y reasignar recursos para aumentar la rentabilidad | 1.6 | +\$10 | +\$50 | Carlos Mauricio Bernal R. |
| RT02 | Tecnología | Si la tecnología ORC genera la electricidad esperada, pueden producirse ingresos adicionales que ayudarían a financiar los costos del proyecto. | Costos | +Muy Alta | 3 | Explotar | Maximizar los beneficios y reasignar recursos para aumentar la rentabilidad | 1.1 | +\$10 | +\$50 | Carlos Germán Martínez T. |

| Código | Categoría | Descripción | Área del conocimiento Impactada | Análisis Cualitativo | Prioridad | Estrategia de Respuesta al Riesgo | Interpretación Estrategia de Respuesta al Riesgo | Actividades Impactadas EDT | Impacto Mínimo | Impacto Máximo | Responsable |
|--------|--------------|--|---------------------------------|----------------------|-----------|-----------------------------------|---|----------------------------|----------------|----------------|---------------------------|
| RD04 | Comunicación | Si se pudiera tener acceso a los programas televisivos de ciencia y tecnología o a los noticieros regionales y nacionales, se difundirían los beneficios del sistema ORC con mayor cobertura y se podrían generar nuevas posibilidades de mercado que mejorarían la visión del alcance del proyecto. | Alcance | +Muy Alta | 4 | Explotar | Maximizar los beneficios y reasignar recursos para aumentar la rentabilidad | 1.6 | +50% | +69% | Hernando Martínez T. |
| RD01 | Estimación | Si las estimaciones de las duraciones de las actividades del proyecto resultasen mayores de lo que realmente se presentara, se podrían tener mucho más pronto los entregables, lo que generaría mayores holguras en el cronograma. | Tiempo | +Media | 5 | Aceptar | Plan de uso de los beneficios en el proyecto | 1.0 | 3 sem | 4 sem | Carlos Mauricio Bernal R. |
| RE05 | Clima | Si se llegase a presentar un verano en Colombia que debilitara las reservas hídricas (embalses) de las hidroeléctricas, los sistemas ORC aparecerían como una excelente alternativa de | Alcance | +Media | 6 | Aceptar | Plan de uso de los beneficios en el proyecto | 1.0 | +81% | +90% | Carlos Mauricio Bernal R. |

| Código | Categoría | Descripción | Área del conocimiento Impactada | Análisis Cualitativo | Prioridad | Estrategia de Respuesta al Riesgo | Interpretación Estrategia de Respuesta al Riesgo | Actividades Impactadas EDT | Impacto Mínimo | Impacto Máximo | Responsable |
|--------|-----------|---|---------------------------------|----------------------|-----------|-----------------------------------|--|----------------------------|----------------|----------------|-------------|
| | | autogeneración, lo cual reforzaría la visión de los patrocinadores por el alcance del proyecto. | | | | | | | | | |

La identificación, cualificación y cuantificación de los riesgos que impactan negativamente el proyecto permiten determinar las estrategias con las cuales se contrarrestan los efectos nocivos para el proyecto. En las siguientes figuras se prestan las nuevas actividades asociadas a la gestión de riesgos y los resultados del presupuesto que se tendría (\$600 millones de pesos Colombianos) y la fecha final que se tendrá (18 de mayo de 2017).

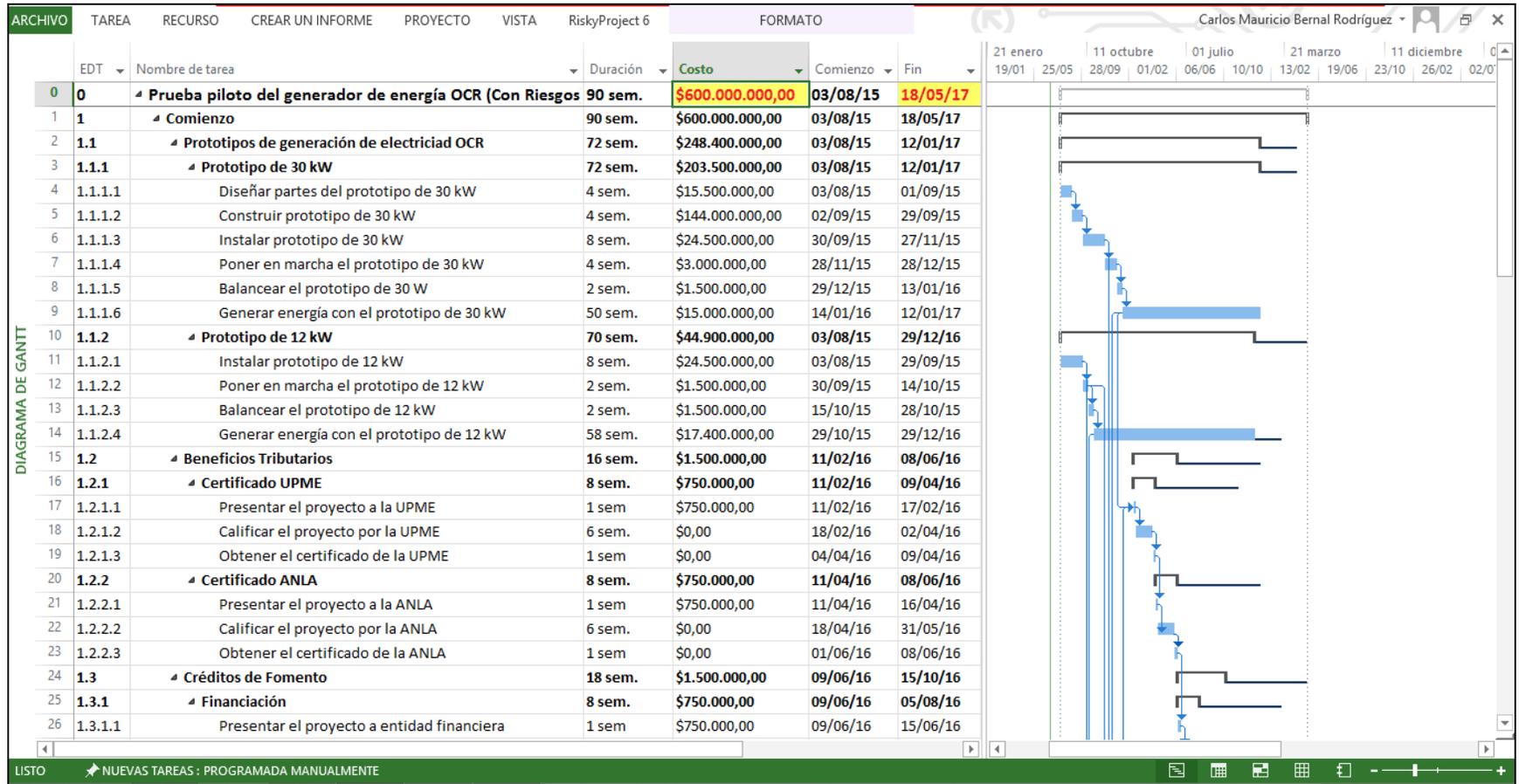


Figura 25: Cronograma con Actividades de Gestión de Riesgos del Proyecto (Fuente: El Autor)

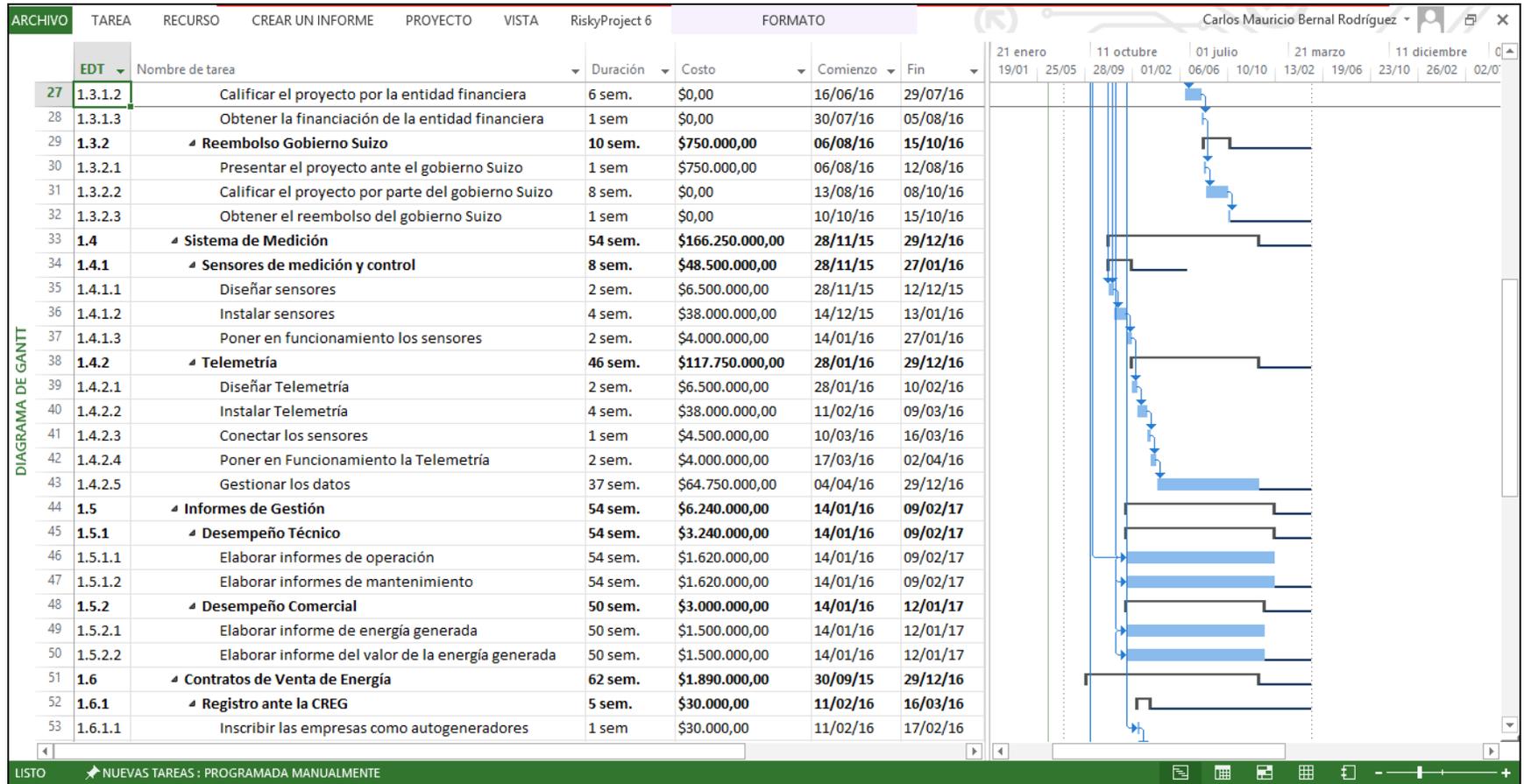


Figura 25: Cronograma con Actividades de Gestión de Riesgos del Proyecto- (Fuente: El Autor)

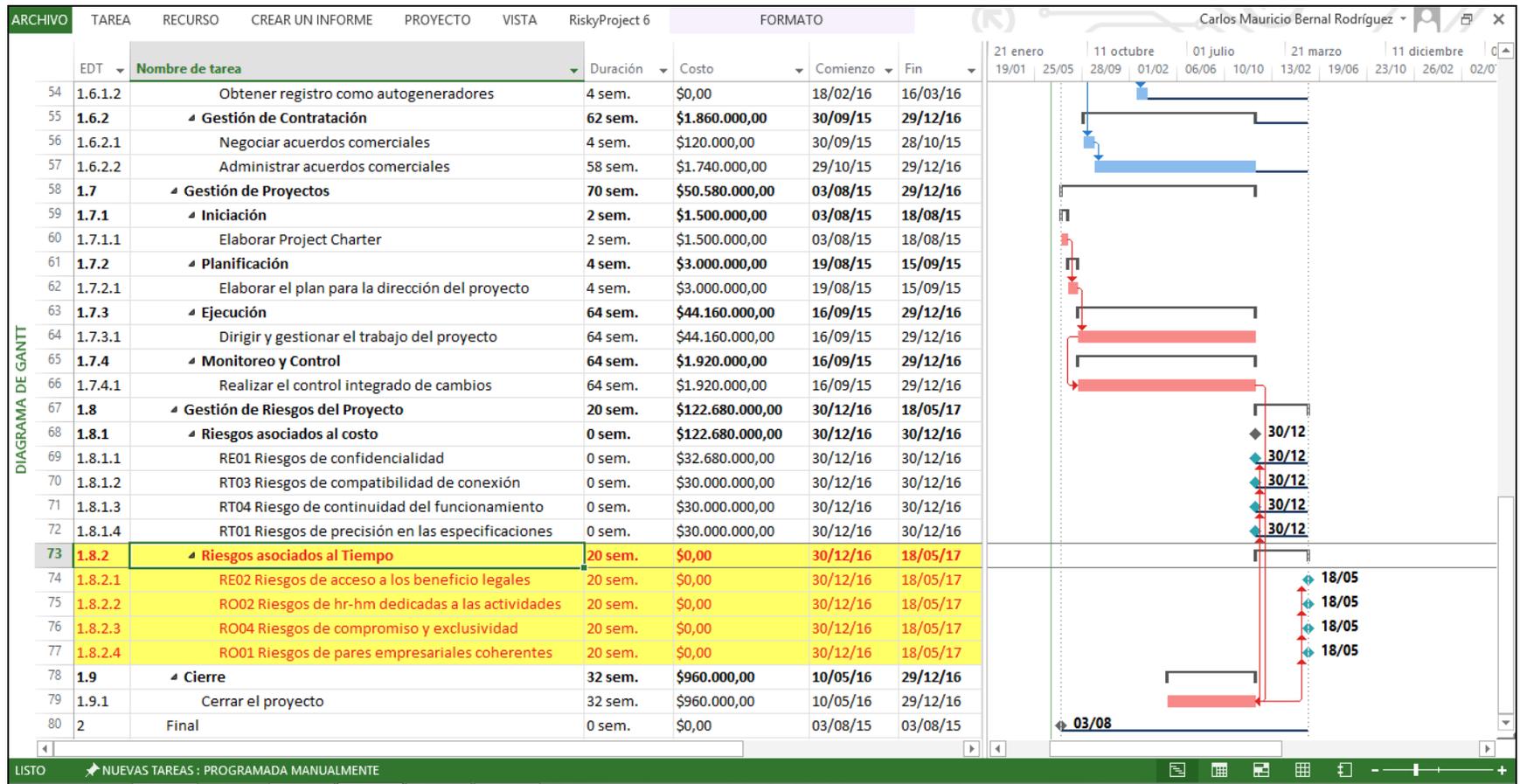


Figura 25: Cronograma con Actividades de Gestión de Riesgos del Proyecto- (Fuente: El Autor)

En esta primera iteración de los efectos generados por el análisis de los riesgos (al nivel cualitativo y cuantitativo), los resultados que se obtienen son bastante drásticos en lo que se refiere al presupuesto adicional y a la probabilidad de no cumplir con la fecha programada de terminación, dado que se trabaja con niveles extremos de las variables afectadas. No obstante, en la medida en que el proyecto inicie y se vayan ejecutando sus actividades, se tendrán datos mejores y más precisos con respecto al comportamiento de las variables internas y externas del proyecto, lo cual servirá para realizar iteraciones adicionales, que permitirán gestionar los riesgos con menores niveles de incertidumbre en los datos y más tranquilidad en las respuestas que se den a los riesgos.

El proyecto de implementación del sistema de termogeneración de electricidad ORC cuenta con un umbral de presupuesto para el tratamiento de los riesgos, conformado por las reservas de contingencia de las actividades, las reservas de contingencia de los paquetes de trabajo y la reserva de gestión, por un valor total conjunto de \$122,68 millones de pesos colombianos.

De esta forma, todos los riesgos potenciales quedarían cubiertos presupuestalmente dentro del umbral que conforman las reservas. No obstante lo anterior, en la medida en que se puedan identificar y anticipar los “disparadores” del riesgo, se deben utilizar medidas de contingencia, teniendo presente las siguientes guías:

| Disparador | Frecuencia | Valor Mínimo | Valor Máximo | Observación |
|------------|------------|--------------|--------------|---|
| SPI | Semanal | 0,95 | 1,05 | Si el SPI semanal queda fuera del rango (mínimo – máximo) determinar la duración estimada para terminar el proyecto |
| CPI | Semanal | 0,95 | 1,05 | Si el SPI semanal queda fuera del rango (mínimo – máximo) determinar el presupuesto estimado para terminar el proyecto |
| EACt/Durac | Semanal | 0,95 | 1,05 | Si la relación entre la duración estimada para terminar el proyecto y la duración programada del proyecto queda fuera del rango (mínimo – máximo) revisar los parámetros utilizados en la elaboración del presupuesto. Adicionalmente, si la relación supera el valor máximo del rango, utilizar técnicas de compresión de las actividades afectadas. |
| EAC/BAC | semanal | 0,95 | 1,05 | Si la relación entre el presupuesto estimado para terminar el proyecto y presupuesto base queda fuera del rango (mínimo – máximo) realizar reprogramación del presupuesto en cada una de las actividades afectadas y verificar afectación del flujo de caja. |

4.8 Gestión de las adquisiciones

4.8.1 Plan de gestión de las adquisiciones

“Determina si es preciso obtener apoyo externo y, si fuera el caso, qué adquirir, de qué manera, en qué cantidad y cuándo hacerlo.” (PMI, 2013).

4.8.1.1 Plan de gestión de las adquisiciones

Las adquisiciones del proyecto se realizan durante cinco etapas:

- Importación, ensamblaje y puesta en marcha de los prototipos.
- Estabilización de los prototipos en la bodega de Rionegro.
- Montaje de los prototipos en las empresas Gracetales y Triple A.
- Generación y venta de excedentes de energía eléctrica ORC.
- Publicación de los resultados obtenidos en el proceso demostrativo.

Estas etapas están sincronizados con las actividades programadas en el cronograma de ejecución del proyecto y su respectivo presupuesto.

4.8.1.2 Decisiones de hacer o comprar

El proyecto de implementación del sistema de termogeneración de electricidad ORC involucra componentes mecánicos de altos niveles de especificaciones y complejos y especializados procesos de ensamblaje y puesta en marcha, que no pueden ser generados desde el equipo del proyecto y, por tanto, deben ser contratados con empresas externas.

Con base en la complejidad del proyecto, en el siguiente cuadro se definen las condiciones contractuales requeridas para gestionar las adquisiciones.

Cuadro 43 Condiciones Contractuales del Proyecto (Fuente: El Autor)

| Producto o Servicio | Condiciones de Contratación | Forma de Pago | Condiciones de Entrega | Garantías Mínimas | Servicio Postventa |
|-----------------------------------|--|---|--|---|--|
| Bodega para ensamblajes y pruebas | Contrato de alquiler, bajo la modalidad de mensualidad a Precio Fijo, por seis meses, prorrogable por seis meses más por acuerdo entre las partes. | Mensualidad anticipada | La bodega tiene acceso a los servicios de acueducto, alcantarillado, aseo, telecomunicaciones, energía eléctrica, gas, vigilancia y parqueadero. | La mensualidad incluye el valor del arrendamiento, el valor de la administración de la propiedad horizontal, los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo. | Incluye servicio de reparaciones del sistema eléctrica, el acueducto, alcantarillado, techos, puertas y ventanas |
| Muebles de Oficina | Contrato de compra, bajo la modalidad de Tiempo y Materiales | Pago del 100% de contado al momento de la compra. | Incluye el IVA y el transporte a la bodega ubicada en la zona franca del municipio de Rionegro | Garantía de al menos un año por defectos de fabricación | Servicio de mantenimiento y reparación con pago adicional |
| Equipos y accesorio de oficina. | Contrato de compra, bajo la modalidad de Tiempo y Materiales | Pago del 100% de contado al momento de la compra. | Incluye el IVA y el transporte a la bodega ubicada en la zona franca del municipio de | Garantía de al menos un año por defectos de fabricación | Servicio de mantenimiento y reparación con pago adicional |

| Producto o Servicio | Condiciones de Contratación | Forma de Pago | Condiciones de Entrega | Garantías Mínimas | Servicio Postventa |
|------------------------------------|--|---|--|---|---|
| | | | Rionegro | | |
| Importación del prototipo de 12 kW | Contrato de prestación de servicios, bajo la modalidad de Costos Reembolsables más Honorarios Fijos. | Los costos de fletes, impuestos, seguros y bodegajes, están a cargo del Cliente. El Proveedor (Compañía de Intermediación Aduanera –CIA-) cobra sus honorarios como un porcentaje del costo total del proceso de importación. | El Cliente entrega al Proveedor el prototipo de 12 kW se entrega en la ciudad de Providence en el estado de Rhode Island en Estados Unidos de América. El Proveedor entrega al Cliente el prototipo de 12 kW en la bodega de la zona franca del municipio de Rionegro en el departamento de Antioquia en Colombia. | El Proveedor debe estar acreditado por el Ministerio de Comercio Exterior de Colombia y debe tener licencia de importador. La empresa aseguradora debe garantizar que finalizará el proceso de importación en caso de presentarse algún inconveniente mayor con la CIA. | En el caso en que sea requerido por los procesos subsiguientes (nacionalización y activación) la CIA brindará, sin costo adicional, los servicios de asesoría en los temas del registro aduanero y el certificado de importación. |
| Líquido de trabajo | Contrato de compra, bajo la modalidad de Tiempo y Materiales | Pago del 50% de contado al momento de realizar el pedido y, pago del 50% restante al momento de la entrega. | Incluye el IVA y el transporte a la bodega ubicada en la zona franca del municipio de Rionegro | Garantía de al menos un año por defectos de fabricación | Servicio de mantenimiento y reparación con pago adicional |
| Ensamble y puesta | Contrato de prestación | Se pagará el 50% de | El Proveedor debe | El proveedor debe | Servicio de |

| Producto o Servicio | Condiciones de Contratación | Forma de Pago | Condiciones de Entrega | Garantías Mínimas | Servicio Postventa |
|-----------------------------------|---|---|--|--|---|
| en marcha del prototipo de 12 kW. | de servicios, bajo la modalidad de Costos Reembolsables más Honorarios Fijos. | <p>los honorarios al momento de dar la orden de inicio de las labores y el 50% restante una vez se cumplan todas las especificaciones ofrecidas por el Proveedor en su propuesta y, el Cliente emita el certificado de aceptación y conformidad.</p> <p>Los costos de cualquier componente adicional que se requiera, será reembolsado por el cliente al momento de recibir la factura de compra.</p> | <p>realizar el ensamblaje de los componentes del prototipo de 12 kW en la bodega ubicada en la zona franca del municipio de Rionegro en las condiciones establecidas en la propuesta que le aceptara el Cliente.</p> <p>La entrega a satisfacción incluye el correcto funcionamiento del prototipo de 12 kW.</p> | <p>ofrecer una póliza de responsabilidad civil para cubrir algún potencial daño que se produzca en los componentes del prototipo de 12 kW, por causa del proceso de ensamblaje.</p> <p>Igualmente, debe firmar un acuerdo de confidencialidad y de no competencia en favor de Paani.sas.</p> | mantenimiento y reparación con pago adicional |
| Nacionalización del | Contrato de prestación | Los costos de | El prototipo de 12 kW se | El Proveedor debe | En el caso en que |

| Producto o Servicio | Condiciones de Contratación | Forma de Pago | Condiciones de Entrega | Garantías Mínimas | Servicio Postventa |
|--|--|---|---|---|---|
| prototipo de 12 kW | de servicios, bajo la modalidad de Costos Reembolsables más Honorarios Fijos. | impuestos, comisiones y certificados, están a cargo del Cliente. El Proveedor (Compañía de Intermediación Aduanera –CIA-) cobra sus honorarios como un porcentaje del costo total del proceso de importación. | debe nacionalizar en la bodega de la zona franca del municipio de Rionegro en el departamento de Antioquia en Colombia. | estar acreditado por el Ministerio de Comercio Exterior de Colombia y por la Dirección de Impuesto y Aduanas Nacionales. Adicionalmente, debe tener licencia de importador y de nacionalizador. | sea requerido por los procesos subsiguientes (comercialización y venta) la CIA brindará, sin costo adicional, los servicios de asesoría en los temas del registro aduanero y el certificado de nacionalización. |
| Activación en la contabilidad de Paani.sas del prototipo de 12 kW. | Contrato de prestación de servicios, bajo la modalidad de Costos Reembolsables más Honorarios Fijos. | Se pagarán el 100% de los honorarios al finalizar el proceso de convertir en activo de Paani.sas al prototipo de 12 kW. Los costos asociados al proceso (copias, certificados, pago de impuestos, etc.) | El nuevo balance general de Paani.sas debe ser registrado en la Cámara de Comercio de la ciudad de Medellín – Colombia. | El contador debe tener matrícula y tarjeta profesional para ejercer en Colombia | En el caso en que sea requerido por los procesos subsiguientes (Realización de la Declaración de Renta de Paani.sas) el contador brindará, sin costo adicional, |

| Producto o Servicio | Condiciones de Contratación | Forma de Pago | Condiciones de Entrega | Garantías Mínimas | Servicio Postventa |
|--|--|--|---|--|--|
| | | estarán a cargo del Cliente. | | | los servicios de asesoría en los temas activación. |
| Diseño de intercambiadores de calor para prototipo de 30 kW. | Contrato de prestación de servicios, bajo la modalidad de Precios Fijos. | Se pagará el 50% del precio pactado y el 50% restante una vez se cumplan todas las especificaciones ofrecidas por el Proveedor en su propuesta y, el Cliente emita el certificado de aceptación y conformidad. | El Proveedor debe entregar las memorias de cálculo (en medio físico y en medio magnético), los planos de diseño (en medio físico y en medio magnético) y las especificaciones de construcción y operación (en medio físico y en medio magnético). | El proveedor debe firmar un acuerdo de confidencialidad y de no competencia en favor de Paani.sas. | En el caso en que sea requerido por los procesos subsiguientes (construcción, ensamble y puesta en marcha) el diseñador brindará, sin costo adicional, los servicios de asesoría en los temas relacionados con los intercambiadores de calor para el prototipo de 30 kW. (Compra, ensamble y |

| Producto o Servicio | Condiciones de Contratación | Forma de Pago | Condiciones de Entrega | Garantías Mínimas | Servicio Postventa |
|---|--|---|---|--|---|
| | | | | | puesta en operación) |
| Adquirir partes del prototipo de 30 kW | Contrato de compra, bajo la modalidad de Tiempo y Materiales | Pago del 50% de contado al momento de dar la orden de inicio y, pago del 50% restante al momento de la entrega a satisfacción del Cliente y del diseñador de los intercambiadores. | Incluye el IVA y el transporte a la bodega ubicada en la zona franca del municipio de Rionegro | Garantía de al menos un año por defectos de fabricación Póliza de buen diseño del intercambiador de calor de 30 kW. | Servicio de mantenimiento y reparación con pago adicional |
| Ensamble y puesta en marcha del prototipo de 30 kW. | Contrato de prestación de servicios, bajo la modalidad de Costos Reembolsables más Honorarios Fijos. | Se pagará el 50% de los honorarios al momento de dar la orden de inicio de las labores y el 50% restante una vez se cumplan todas las especificaciones ofrecidas por el Proveedor en su propuesta y, el | El Proveedor debe realizar el ensamblaje de los componentes del prototipo de 30 kW en la bodega ubicada en la zona franca del municipio de Rionegro en las condiciones establecidas en la propuesta que le aceptara el Cliente. | El proveedor debe ofrecer una póliza de responsabilidad civil para cubrir algún potencial daño que se produzca en los componentes del prototipo de 30 kW, por causa del proceso de ensamblaje. | Servicio de mantenimiento y reparación con pago adicional |

| Producto o Servicio | Condiciones de Contratación | Forma de Pago | Condiciones de Entrega | Garantías Mínimas | Servicio Postventa |
|---|---|---|--|--|---|
| | | <p>Cliente emita el certificado de aceptación y conformidad.</p> <p>Los costos de cualquier componente adicional que se requiera, será reembolsado por el cliente al momento de recibir la factura de compra.</p> | <p>La entrega a satisfacción incluye el correcto funcionamiento del prototipo de 30 kW.</p> | <p>Igualmente, debe firmar un acuerdo de confidencialidad y de no competencia en favor de Paani.sas.</p> | |
| <p>Activación en la contabilidad de Paani.sas del prototipo de 30 kW.</p> | <p>Contrato de prestación de servicios, bajo la modalidad de Costos Reembolsables más Honorarios Fijos.</p> | <p>Se pagarán el 100% de los honorarios al finalizar el proceso de convertir en activo de Paani.sas al prototipo de 30 kW.</p> <p>Los costos asociados al proceso (copias, certificados, pago de impuestos, etc.) estarán a cargo del</p> | <p>El nuevo balance general de Paani.sas debe ser registrado en la Cámara de Comercio de la ciudad de Medellín – Colombia.</p> | <p>El contador debe tener matrícula y tarjeta profesional para ejercer en Colombia</p> | <p>En el caso en que sea requerido por los procesos subsiguientes (Realización de la Declaración de Renta de Paani.sas) el contador brindará, sin costo adicional, los servicios de</p> |

| Producto o Servicio | Condiciones de Contratación | Forma de Pago | Condiciones de Entrega | Garantías Mínimas | Servicio Postventa |
|--|--|---|--|---|---|
| | | Cliente. | | | asesoría en los temas activación. |
| Solicitud de patentes de invención y de modelo de utilidad | Contrato de prestación de servicios, bajo la modalidad de Costos Reembolsables más Honorarios Fijos. | Los costos de impuestos, comisiones y certificados, están a cargo del Cliente. El Proveedor cobra sus honorarios como un porcentaje del costo total del proceso de importación. | Los certificados de patente de invención y de modelo de utilidad deben tener vigencia para Colombia, los países de la Comunidad Andina de Naciones – CAN-, los países de Mercosur y la Asociación de Estados del Caribe. | El Proveedor debe estar acreditado por el Ministerio de Comercio Exterior, el Ministerio del Interior y la Cancillería de Colombia para realizar procesos de obtención de patentes. | En el caso en que sea requerido por los procesos subsiguientes (contabilidad, comercialización y ventas) el proveedor brindará, sin costo adicional, los servicios de asesoría en los temas de las patentes |
| Certificado de cumplimiento de normas técnicas eléctricas | Contrato de prestación de servicios, bajo la modalidad de Precios Fijos. | Se pagará el 50% del precio pactado y el 50% restante una vez se cumplan todas las especificaciones ofrecidas por el Proveedor en su | La certificación debe cumplir las normas técnicas colombianas - NTC-y las normas internacionales IEC. | El proveedor debe firmar un acuerdo de confidencialidad en favor de Paani.sas. | En el caso en que sea requerido por los procesos subsiguientes (Green Project Management y Net Zero) el |

| Producto o Servicio | Condiciones de Contratación | Forma de Pago | Condiciones de Entrega | Garantías Mínimas | Servicio Postventa |
|---------------------|---|--|--|--|---|
| | | propuesta y, el Cliente emita el certificado de aceptación y conformidad. | | | certificador brindará, con costo adicional, los servicios de asesoría en los temas relacionados con las nuevas certificaciones |
| Telemetría | Contrato de prestación de servicios bajo la modalidad de Tiempo y Materiales. | Se pagará el 50% del valor de los sensores (de caudal, temperatura y presión) al inicio del contrato y el 50% restante del valor de los sensores al momento en el que comiencen a emitirse los datos de los sensores al sistema de minería de datos. Las mensualidades de la gestión de datos se pagarán mes anticipado. | Los sensores deben ser instalados en los prototipos de 12 kW y 30 kW una vez sean ensamblados en la bodega ubicada en la zona franca del municipio de Rionegro. Los datos deben ser presentados en una página web con control de acceso (encriptado) para varios usuarios. | El proveedor debe firmar un acuerdo de confidencialidad en favor de Paani.sas. El proveedor debe ofrecer una póliza de responsabilidad civil para cubrir algún potencial daño que se produzca en los componentes de los prototipos de 12 kW y 30 kW, por causa del proceso | En el caso en que sea requerido por los procesos subsiguientes (Ensamblaje de los prototipos en las empresas (Triple A y Gracetales) el Proveedor brindará, con costo adicional, los servicios de desembalado y |

| Producto o Servicio | Condiciones de Contratación | Forma de Pago | Condiciones de Entrega | Garantías Mínimas | Servicio Postventa |
|--|---|---|---|---|---|
| | | | | de montaje de los sensores. | ensamblaje). |
| Desensamble y embalaje de los prototipos | Contrato de prestación de servicios bajo la modalidad de Precios Fijos | Se pagará el 50% al momento de dar la orden de iniciación del contrato y el 50% restante al momento de finalizar el contrato. | El embalaje debe ser adecuado para enviar los prototipos vía aérea. | El proveedor debe firmar un acuerdo de confidencialidad en favor de Paani.sas. El proveedor debe ofrecer una póliza de responsabilidad civil para cubrir algún potencial daño que se produzca en los componentes de los prototipos de 12 kW y 30 kW, por causa del proceso de desensamble y embalaje de los prototipos. | |
| Transporte de prototipos | Contrato de prestación de servicios, bajo la modalidad de Tiempo y Materiales | Pago del 50% de contado al momento de iniciar el contrato y, pago del 50% | Incluye el IVA y el transporte cargue de los guacales en la bodega ubicada en la zona | El proveedor debe ofrecer una póliza de responsabilidad civil para cubrir | Servicio de mantenimiento y reparación con pago adicional |

| Producto o Servicio | Condiciones de Contratación | Forma de Pago | Condiciones de Entrega | Garantías Mínimas | Servicio Postventa |
|--|---|--|---|---|--|
| | | <p>restante al momento de la entrega.</p> | <p>franca del municipio de Rionegro y la descarga en las bodegas de las empresas Triple A y Gracetales, ambas ubicadas en la ciudad de Barranquilla, departamento del Atlántico, Colombia.</p> | <p>algún potencial daño que se produzca en los componentes de los prototipos de 12 kW y 30 kW, por causa del proceso de cargue, transporte y descargue de los prototipos.</p> | |
| <p>Ensamblaje de prototipos en las empresas Triple A y Gracetales.</p> | <p>Contrato de prestación de servicios, bajo la modalidad de Costos Reembolsables más Honorarios Fijos.</p> | <p>Se pagará el 50% de los honorarios al momento de dar la orden de inicio de las labores y el 50% restante una vez se cumplan todas las especificaciones ofrecidas por el Proveedor en su propuesta y, el Cliente emita el certificado de</p> | <p>El Proveedor debe realizar el ensamblaje de los componentes del prototipo de 12 kW en la empresa Triple A y el ensamblaje de los componentes del prototipo de 30 kW en la bodega ubicada en la empresa Gracetales en la ciudad de Barranquilla en las condiciones establecidas en la</p> | <p>El proveedor debe ofrecer una póliza de responsabilidad civil para cubrir algún potencial daño que se produzca en los componentes del prototipo de 30 kW, por causa del proceso de ensamblaje. Igualmente, debe firmar un acuerdo de</p> | <p>Servicio de mantenimiento y reparación con pago adicional</p> |

| Producto o Servicio | Condiciones de Contratación | Forma de Pago | Condiciones de Entrega | Garantías Mínimas | Servicio Postventa |
|--|---|--|--|---|--------------------|
| | | <p>aceptación y conformidad.</p> <p>Los costos de cualquier componente adicional que se requiera, será reembolsado por el cliente al momento de recibir la factura de compra.</p> | <p>propuesta que le aceptara el Cliente.</p> <p>La entrega a satisfacción incluye el correcto funcionamiento del prototipo de 30 kW.</p> | <p>confidencialidad y de no competencia en favor de Paani.sas.</p> | |
| <p>Venta de excedentes de energía eléctrica autogenerados en las empresas Gracetales y Triple A.</p> | <p>Contrato de prestación de servicios, bajo la modalidad de Costos Reembolsables más Honorarios Fijos.</p> | <p>Se pagará el 50% de los honorarios al momento de dar la orden de inicio de las labores y el 50% restante una vez se cumplan todas las especificaciones ofrecidas por el Proveedor en su propuesta y, el Cliente emita el certificado de</p> | <p>El Proveedor debe gestionar los contratos de venta de energía de cada una de las empresas Gracetales y Triple A a la empresa Electricaribe, que presta los servicios de distribución de energía eléctrica en la ciudad de Barranquilla.</p> | <p>El Proveedor debe firmar un acuerdo de confidencialidad a favor de Paani.sas. Igualmente, el Proveedor debe garantizar que el contrato se efectúa en cumplimiento de la ley colombiana 1715 de 2014, sus decretos reglamentarios y las</p> | |

| Producto o Servicio | Condiciones de Contratación | Forma de Pago | Condiciones de Entrega | Garantías Mínimas | Servicio Postventa |
|---|---|---|--|--|---|
| | | <p>aceptación y conformidad.</p> <p>Los costos de cualquier componente adicional que se requiera, será reembolsado por el cliente al momento de recibir la factura de compra.</p> | | <p>resoluciones de la CREG.</p> | |
| <p>Publicidad sobre el desempeño de los prototipos de generación de electricidad ORC.</p> | <p>Contrato de prestación de servicios, bajo la modalidad de Costos Reembolsables más Honorarios Fijos.</p> | <p>Se pagará el 20% de los honorarios al inicio del contrato y el 80% restante en proporción al avance del proyecto. Los costos de los materiales se reembolsarán al momento de presentación de las facturas por parte del Proveedor.</p> | <p>Los entregables deben presentarse tanto en formato físico como en formato digital</p> | <p>El Proveedor deberá firmar un acuerdo de confidencialidad a favor de Paani.sas.</p> | <p>En el caso en que sea requerido el Proveedor brindará, con costo adicional, los servicios de asesoría en la gestión de la publicidad del proyecto.</p> |

4.8.1.3 Solicitudes de cambio en las adquisiciones

Dado que se trata de una prueba piloto, es altamente probable que las condiciones básicas de las adquisiciones puedan ser mejoradas y ajustadas a medida que avanza la ejecución del proyecto.

Por lo tanto, las solicitudes de cambios en las condiciones básicas de las adquisiciones se realizarán de acuerdo con los siguientes procedimientos (Véanse anexos 4, 5 y 6 al final del documento):

- Analizar la situación que sugiere que se realice una modificación en el enunciado oficial aprobado.
- En el caso en que el análisis de la situación indique que se deba proceder con la modificación, generar un requerimiento de cambios al enunciado detallado.
- Enviar el requerimiento de cambio al comité de control de cambios para que realice el análisis respectivo.
- De acuerdo con las conclusiones emitidas por el comité de control de cambios, se acogerá la aprobación de los cambios o se archivará la solicitud rechazada.
- En el caso en que se deban realizar cambios en las condiciones básicas de las adquisiciones, se efectuarán y se citará a una reunión con los Patrocinadores para presentarles las nuevas condiciones y obtener su aprobación formal.
- Las nuevas condiciones de las adquisiciones aprobadas por los Patrocinadores deben ser distribuidas a todos los interesados, junto con las explicaciones respectivas de las razones que justifican la realización de dichos ajustes.

4.8.1.4 Plan de gestión de las adquisiciones

Sincronizar las adquisiciones con el cronograma de las actividades del proyecto es fundamental para garantizar que los recursos que éstas proveen se encuentren disponibles en el momento en que sean requeridos.

Es necesario programar las adquisiciones de tal manera que se puedan gestionar adecuadamente en términos de los criterios de éxito, unidades de medida, cantidades, fecha de inicio de la compra, fecha para la que se requiere el recurso, tipo de compra, restricciones y costo aproximado. En el siguiente cuadro se presentan estos aspectos.

Cuadro 44 Plan de Adquisiciones del Proyecto (Fuente: El Autor)

| Producto o Servicio | Criterios de Éxito o Descripción de la Técnica | Unidad de Medida | Cantidad | Fecha de Inicio de la Compra | Fecha para la que se Requiere | Tipo de Compra | Restricciones | Costo Aproximado en pesos colombianos |
|-----------------------------------|---|------------------|----------|------------------------------|-------------------------------|----------------|--|---|
| Bodega para ensamblajes y pruebas | 200m ² en la zona franca del municipio de Rionegro, departamento de Antioquia, Colombia. Con servicios de energía eléctrica (110V/220V), acueducto, telecomunicaciones, gas, vigilancia, control de acceso y parqueadero de visitantes | Mensualidad | 8 | 22 de junio de 2015 | 1 de julio de 2015 | Arrendamiento | Debe haber un contrato de arrendamiento. Se requiere un coarrendatario que responsa si el arrendatario principal incumple los pagos. | Arrendamiento: \$2.000.000/mes. Administración: \$300.000/mes. Servicios públicos: \$300.000/mes. Total: \$2.600.000/mes |
| Muebles de Oficina | Dos escritorios de madera, dos sillas con ruedas, diez sillas de visitante, | Suma Global | 1 | 22 de junio de 2015 | 1 de julio de 2015 | Compra Directa | Debe haber Factura de compra. Debe haber | Escritorios: \$400.000/unidad. Sillas de escritorio: \$250.000/Unidad. |

| Producto o Servicio | Criterios de Éxito o Descripción de la Técnica | Unidad de Medida | Cantidad | Fecha de Inicio de la Compra | Fecha para la que se Requiere | Tipo de Compra | Restricciones | Costo Aproximado en pesos colombianos |
|---------------------------------|---|------------------|----------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|---|---|
| | dos archivadores de madera de tres gavetas, una mesa de madera para impresora, una mesa de madera para reuniones para seis puestos. | | | | | | documento de garantía de al menos un año por defectos de fabricación. | Silla de visitante: \$100.000/Unidad. Archivador: \$200.000/Unidad. Mesa de reuniones: \$600.000 |
| Equipos y accesorio de oficina. | Impresora a color con cartuchos externos tipo EPSON L355 o similar, cafetera para tres tazas, Vajilla de café de seis puestos | Suma Global | 1 | 22 de junio de 2015 | 1 de julio de 2015 | Compra Directa | Debe haber factura de compra. Debe haber garantía de al menos un año por defectos de fabricación | Impresora: \$500.000/Unidad. Cafetera: \$50.000/Unidad. Vajilla de Café: \$50.000/Unidad. |
| Importación del | El prototipo de 12 | Suma | 1 | 29 de | 13 de julio | Solicitud de Propuesta ¹ | El prototipo de 12 | \$3.500.000. |

¹ La solicitud de propuesta (Request for Proposal –RFP-) se refiere al documento que envía un Cliente a un Proveedor solicitándole una propuesta formal relacionada con un producto o servicio. El Proveedor a su vez, le envía un documento al Cliente, en el cual interpreta las necesidades (de diseño y funcionales). En este documento el Proveedor expresa las especificaciones que brindan los bienes o servicios propuestos, los costos, los impuestos, las condiciones de entrega, las garantías, la forma de pago, el servicio postventa, etc. Esta propuesta es analizada por el Cliente, en términos de la correcta interpretación de sus necesidades por parte del Proveedor, para proceder a aceptarla (con observaciones o sin observaciones) o rechazarla formal y oficialmente.

| Producto o Servicio | Criterios de Éxito o Descripción de la Técnica | Unidad de Medida | Cantidad | Fecha de Inicio de la Compra | Fecha para la que se Requiere | Tipo de Compra | Restricciones | Costo Aproximado en pesos colombianos |
|---------------------|--|------------------|----------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|---|---------------------------------------|
| prototipo de 12 kW | kW debe ser trasladado vía aérea desde la ciudad de Providence en Estados Unidos de América hasta la zona franca del municipio de Rionegro en Colombia | Global | | junio de 2015 | de 2015 | | kW debe ser importado en calidad de muestra de demostración. Debe haber factura del servicio. | |
| Líquido de trabajo | Adquisición de las sustancias que conforman la mezcla | Suma Global | 1 | 29 de junio de 2015 | 13 de julio de 2015 | Solicitud de Propuesta ¹ | Las sustancias tienen restricciones de importación por parte del Ministerio de Ambiente El proveedor debe firmar un acuerdo de | \$8.000.000 |

| Producto o Servicio | Criterios de Éxito o Descripción de la Técnica | Unidad de Medida | Cantidad | Fecha de Inicio de la Compra | Fecha para la que se Requiere | Tipo de Compra | Restricciones | Costo Aproximado en pesos colombianos |
|---|--|------------------|----------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|--|---------------------------------------|
| | | | | | | | confidencialidad. Debe haber factura de compra | |
| Ensamble y puesta en marcha del prototipo de 12 kW. | El prototipo debe ser ensamblado y debe ponerse en funcionamiento en la bodega ubicada en la zona franca del municipio de Rionegro | Suma Global | 1 | 29 de junio de 2015 | 27 de julio de 2015 | Solicitud de Propuesta ¹ | Debe haber factura del servicio | \$10.000.000 |
| Nacionalización del prototipo de 12 kW | El prototipo de 12 kW debe ser nacionalizado en Colombia. | Suma Global | 1 | 29 de junio de 2015 | 27 de julio de 2015 | Solicitud de Propuesta ¹ | Debe ser nacionalizado a nombre del inventor. Debe haber factura del servicio | \$5.000.000 |
| Activación en la contabilidad de Paani.sas del | El prototipo de 12 kW debe ser ingresado | Suma Global | 1 | 6 de julio de 2015 | 3 de agosto de 2015 | Solicitud de Propuesta ¹ | El inventor del Prototipo lo entrega a | \$500.000 |

| Producto o Servicio | Criterios de Éxito o Descripción de la Técnica | Unidad de Medida | Cantidad | Fecha de Inicio de la Compra | Fecha para la que se Requiere | Tipo de Compra | Restricciones | Costo Aproximado en pesos colombianos |
|--|---|------------------|----------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|---|---------------------------------------|
| prototipo de 12 kW. | contablemente como un activo de Paani.SAS | | | | | | Paani.sas como aporte social a cambio de una parte de las acciones de la empresa | |
| Diseño de intercambiadores de calor para prototipo de 30 kW. | Un intercambiador de calor en acero inoxidable y dos intercambiadores de calor en cobre | Suma Global | 1 | 3 de agosto de 2015 | 1 de septiembre de 2015 | Solicitud de Propuesta ¹ | El líquido que provee el calor es aceite vegetal a 200°C. El líquido de enfriamiento es agua proveniente de una torre de enfriamiento. Se requiere factura del servicio. | \$10.000.000 |
| Adquirir partes del prototipo de 30 kW | Un intercambiador de calor en acero inoxidable, dos intercambiadores | Suma Global | 1 | 6 de julio de 2015 | 14 de septiembre de 2015 | Solicitud de Propuesta ¹ | El líquido que provee el calor es aceite vegetal a 200°C. | \$175.000.000 |

| Producto o Servicio | Criterios de Éxito o Descripción de la Técnica | Unidad de Medida | Cantidad | Fecha de Inicio de la Compra | Fecha para la que se Requiere | Tipo de Compra | Restricciones | Costo Aproximado en pesos colombianos |
|---|--|------------------|----------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|--|---------------------------------------|
| | de calor en cobre, tres sistemas de bombeo, tanque de almacenamiento del líquido de trabajo, ductos de conexión, generador de electricidad, tablero de control | | | | | | El líquido de enfriamiento es agua proveniente de una torre de enfriamiento. Se requiere factura de compra | |
| Ensamble y puesta en marcha del prototipo de 30 kW. | El prototipo debe ser ensamblado y debe ponerse en funcionamiento en la bodega ubicada en la zona franca del municipio de Rionegro | Unidad | 1 | 31 de agosto de 2015 | 28 de diciembre de 2015 | Solicitud de Propuesta ¹ | Debe haber factura del servicio | \$30.000.000 |
| Activación en la contabilidad de Paani.sas del | El prototipo de 30 kW debe ser ingresado | Suma Global | 1 | 2 de noviembre de 2015 | 30 de noviembre de 2015 | Solicitud de Propuesta ¹ | El inventor del Prototipo lo entrega a | \$500.000 |

| Producto o Servicio | Criterios de Éxito o Descripción de la Técnica | Unidad de Medida | Cantidad | Fecha de Inicio de la Compra | Fecha para la que se Requiere | Tipo de Compra | Restricciones | Costo Aproximado en pesos colombianos |
|--|---|------------------|----------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|---|---------------------------------------|
| prototipo de 30 kW. | contablemente como un activo de Paani.SAS | | | | | | Paani.sas como aporte social a cambio de una parte de las acciones de la empresa | |
| Solicitud de patentes de invención y de modelo de utilidad | La mezcla que conforma el líquido de trabajo debe ser patentada y, el diseño del prototipo debe ser patentado como modelo de utilidad | Suma Global | 1 | 22 de junio de 2015 | 28 de diciembre de 2015 | Solicitud de Propuesta ¹ | Los derechos de propiedad intelectual serán del inventor y los derechos patrimoniales serán de Paani.sas | \$25.000.000 |
| Certificado de cumplimiento de normas técnicas eléctricas | Se contratará al CIDET para que realice las labores de certificación del cumplimiento de las normas técnicas eléctricas | Suma Global | 1 | 1 de febrero de 2016 | 1 de marzo de 2016 | Solicitud de Propuesta ¹ | En el caso en que sea requerido el Proveedor brindará, con costo adicional, los servicios de asesoría en la | \$30.000.000 |

| Producto o Servicio | Criterios de Éxito o Descripción de la Técnica | Unidad de Medida | Cantidad | Fecha de Inicio de la Compra | Fecha para la que se Requiere | Tipo de Compra | Restricciones | Costo Aproximado en pesos colombianos |
|--|---|------------------|----------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|---|---------------------------------------|
| | | | | | | | gestión de los contratos de venta de energía eléctrica ORC. | |
| Telemetría | Implementación de sensores y de sistema de telemetría en el prototipo de 12 kW y en el de 30 kW | Mensualidad | 12 | 7 de diciembre de 2015 | 14 de enero de 2016 | Solicitud de Propuesta ¹ | El sistema de telemetría debe funcionar en forma inalámbrica. Debe haber factura del servicio | \$2.000.000/mes |
| Desensamble y embalaje de los prototipos | Los prototipos de 12 kW y 30 kW deben ser desensamblados y embalados en guacales individuales | Unidad | 2 | 14 de enero de 2016 | 22 de febrero de 2016 | Solicitud de Propuesta ¹ | El embalaje debe ser adecuado para enviar los prototipos vía aérea. Debe haber factura del servicio | \$20.000.000/unidad |
| Transporte de | Los prototipos de | Unidad | 2 | 14 de | 24 de | Solicitud de Propuesta ¹ | El transporte entre | \$3.000.000/Unidad |

| Producto o Servicio | Criterios de Éxito o Descripción de la Técnica | Unidad de Medida | Cantidad | Fecha de Inicio de la Compra | Fecha para la que se Requiere | Tipo de Compra | Restricciones | Costo Aproximado en pesos colombianos |
|---|---|------------------|----------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|---|---------------------------------------|
| prototipos | 12 kW y 30 kW deben ser transportados desde la bodega en la zona franca del municipio de Rionegro hacia las empresas Triple A y Gracetales en la ciudad de Barranquilla | | | enero de 2016 | febrero de 2016 | | Rionegro y Barranquilla debe ser aéreo. Debe haber factura del servicio | |
| Ensamblaje de prototipos en las empresas Gracetales y Triple A. | El prototipo de 30 kW debe ser instalado en la empresa Gracetales y el prototipo de 12 kW debe ser instalado en la empresa Triple A | Unidad | 2 | 1 de febrero de 2016 | 1 de marzo de 2016 | Solicitud de Propuesta ¹ | El contrato debe incluir todos los componentes adicionales que se requieran para ensamblar los prototipos en cada una de las empresas. Debe haber | \$30.000.000/Unidad |

| Producto o Servicio | Criterios de Éxito o Descripción de la Técnica | Unidad de Medida | Cantidad | Fecha de Inicio de la Compra | Fecha para la que se Requiere | Tipo de Compra | Restricciones | Costo Aproximado en pesos colombianos |
|---|--|------------------|----------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|--|---------------------------------------|
| | | | | | | | factura del servicio | |
| Venta de excedentes de energía eléctrica autogenerados en las empresas Gracetales y Triple A. | Los excedentes de energía eléctrica autogenerados por los prototipos de 12 kW y 30 kW se venderán a la empresa de Electricaribe de la ciudad de Barranquilla | Contrato | 2 | 1 de marzo de 2016 | 4 de abril de 2016 | Contratación Directa | Se deben cumplir los lineamientos de la ley 1715 de 2014, sus decretos reglamentarios y resoluciones de la CREG. Debe haber factura del servicio | \$1.500.000/Contrato |
| Publicidad sobre el desempeño de los prototipos de generación de electricidad ORC. | Creación de videos, folletos, presentaciones, inclusión en la página de internet de Paani.sas | Suma Global | 1 | 1 de febrero de 2016 | 4 de abril de 2016 | Solicitud de Propuesta ¹ | Debe haber factura del servicio | \$8.000.000 |

4.8.1.5 Enunciados del trabajo relativo a las adquisiciones

El enunciado de trabajo relativo a adquisiciones describe el artículo que se planea adquirir con suficiente detalle como para permitir que los posibles vendedores determinen si están en condiciones de proporcionar los productos, servicios o resultados requeridos. (PMI, 2013).

En el caso del proyecto de implementación del sistema de termogeneración de electricidad ORC los enunciados del trabajo que se deben realizar por parte de los proveedores (vendedores) se relacionan con los siguientes rubros:

- Bodega para ensamblajes y pruebas
- Muebles de Oficina
- Equipos y accesorio de oficina.
- Importación del prototipo de 12 kW
- Líquido de trabajo
- Ensamble y puesta en marcha del prototipo de 12 kW.
- Nacionalización del prototipo de 12 kW
- Activación en la contabilidad de Paani.sas del prototipo de 12 kW.
- Diseño de intercambiadores de calor para prototipo de 30 kW.
- Adquirir partes del prototipo de 30 kW
- Ensamble y puesta en marcha del prototipo de 30 kW.
- Activación en la contabilidad de Paani.sas del prototipo de 30 kW.
- Solicitud de patentes de invención y de modelo de utilidad
- Certificado de cumplimiento de normas técnicas eléctricas
- Telemetría
- Desensamble y embalaje de los prototipos
- Transporte de prototipos
- Ensamblaje de prototipos en las empresas Gracetales y Triple A.
- Venta de excedentes de energía eléctrica autogenerados en las empresas Gracetales y Triple A.
- Publicidad sobre el desempeño de los prototipos de generación de electricidad ORC.

En el siguiente cuadro se presentan los enunciados del trabajo a realizar en las adquisiciones que deben realizar los proveedores (vendedores).

Cuadro 45 Enunciado del Trabajo a Realizar en las Adquisiciones del Proyecto (Fuente: El Autor)

| Producto o Servicio | Enunciado del Trabajo Relativo a las Adquisiciones |
|-----------------------------------|--|
| Bodega para ensamblajes y pruebas | <p>Se requiere un lugar al cual se puedan llevar las partes que conforman los prototipos y en el que se puedan realizar los procesos de ensamblaje de dichas partes de los prototipos.</p> <p>El área requerida debe ser aproximadamente de 200 m² con el fin de albergar allí los dos prototipos ya ensamblados, tener un espacio para ubicar escritorios, archivadores y mesa de reuniones.</p> <p>El lugar debe contar con servicios de energía eléctrica (110V/220V), acueducto, telecomunicaciones y gas. Así como vigilancia, control de acceso y parqueadero de visitantes.</p> <p>De otro lado, se requiere que el lugar esté localizado cerca del aeropuerto del municipio de Rionegro, que se encuentra cerca a la sede de la empresa Paani.sas, quien debe realizar las labores de gestión del proyecto.</p> |
| Muebles de Oficina | <p>Se requiere un ambiente de oficina que cuente con dos escritorios de madera de 1,20 m de longitud, 0,60 m de ancho y 0,90 m de altura, con cajones para guardar papeles. Cada uno debe contar con una silla ergonómica con ruedas y dos sillas de interlocutores.</p> <p>Igualmente, se requiere una mesa de madera para impresora, una mesa de madera para reuniones para seis puestos y sus respectivas seis sillas (de interlocutores) y, dos archivadores de madera de tres gavetas,</p> |
| Equipos y accesorio de oficina. | <p>Se requiere una impresora a color con cartuchos externos tipo EPSON L355 o similar con la que se puedan realizar las versiones iniciales de los informes de avance del proyecto, los documentos contractuales y todos los demás documentos que se manejan en una oficina.</p> |

| Producto o Servicio | Enunciado del Trabajo Relativo a las Adquisiciones |
|------------------------------------|---|
| | Adicionalmente, con el fin de tener acceso a café para los miembros del proyecto y para los invitados, se requiere una cafetera con capacidad de preparación para tres tazas y una vajilla de café de seis puestos. |
| Importación del prototipo de 12 kW | El prototipo de 12 kW está completamente ensamblado y se encuentra ubicado en la ciudad de Providence en Estados Unidos de América. Para realizar su adaptación a las condiciones del proyecto, debe ser embalado (en guacales de madera) para trasladarlo vía terrestre desde la ciudad de Providence hasta el aeropuerto de la ciudad de Boston y luego, vía aérea desde el aeropuerto de la ciudad de Boston hasta el aeropuerto de la ciudad de Rionegro en Colombia, para finalmente, transportarlo vía terrestre desde el aeropuerto de Rionegro hasta la bodega (alquilada por Paani.sas) ubicada en zona franca del municipio de Rionegro. Este proceso de importación se realiza mediante la modalidad de prototipo de muestra (en demostración) que llega a una zona franca, por lo que no es necesario aún realizarle el proceso de nacionalización en Colombia. |
| Líquido de trabajo | Adquisición de las sustancias que conforman la mezcla con las que se elabora el líquido de trabajo, que es el que, al entrar en contacto con una fuente de calor se convierte en el vapor que impulsa la turbina y, por consiguiente, el impulso que mueve el generador de energía eléctrica. Las sustancias que se mezclan son tres gases cuyas especificaciones son de carácter confidencial, por lo que se requiere que el proveedor firme un acuerdo de confidencialidad antes de dar inicio al contrato de suministro. Para la importación de las sustancias el ministerio del medio ambiente requiere un protocolo especial para su manejo, por lo que el proveedor debe |

| Producto o Servicio | Enunciado del Trabajo Relativo a las Adquisiciones |
|--|---|
| | realizar los trámites respectivos. |
| Ensamble y puesta en marcha del prototipo de 12 kW. | <p>Una vez que el prototipo de 12 kW haya sido transportado a la bodega alquilada por Paani.sas en la zona franca del municipio de Rionegro, se podrá dar inicio al proceso de ensamblaje de sus partes, con el fin de ponerlo en marcha y sincronizar el correcto funcionamiento de todos sus componentes.</p> <p>La empresa ensambladora retirará las partes del guacal de madera, las ensamblará (de acuerdo con los planos y especificaciones industriales que se le suministrarán) y realizará las pruebas de funcionamiento del prototipo de 12 kW.</p> |
| Nacionalización del prototipo de 12 kW | <p>Una vez que el prototipo de 12 kW se encuentre funcionando y pueda mostrarse sus partes tiene consistencia como activo integral, está en condiciones de ser nacionalizado en Colombia.</p> <p>El proveedor del servicio deberá realizar todas las gestiones ante la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales de Colombia (DIAN) para nacionalizar el prototipo, incluyendo, los pagos de impuestos que se requieran.</p> <p>La nacionalización será registrada a nombre del inventor del prototipo, el señor Carlos Germán Martínez Tarquino.</p> |
| Activación en la contabilidad de Paani.sas del prototipo de 12 kW. | <p>Después de que el prototipo de 12 kW haya sido nacionalizado, se podrá realizar el proceso de su incorporación a la contabilidad de Paani.sas como uno más de sus activos.</p> <p>El proceso se realizará por medio de una capitalización (aumento del patrimonio) en la cual el inventor del prototipo, el señor Carlos Germán</p> |

| Producto o Servicio | Enunciado del Trabajo Relativo a las Adquisiciones |
|--|--|
| | Martínez Tarquino, aportará el prototipo de 12 kW a cambio de un porcentaje de las acciones de Paani.sas. |
| Diseño de intercambiadores de calor para prototipo de 30 kW. | <p>El prototipo de 30 kW requiere el diseño de tres intercambiadores de calor, de placas, donde uno de ellos debe ser construido en acero inoxidable y los otros dos deben ser construidos en cobre.</p> <p>El intercambiador de calor de acero inoxidable debe permitir que el aceite vegetal de Gracetales (que se encuentra a 220°C) transfiera su calor a las placas de acero inoxidable en una proporción tal que, a su vez, el acero inoxidable transfiera el calor que requiere el líquido de trabajo para transformarse en vapor.</p> <p>El primero de los intercambiadores de calor de placas de cobre debe permitir que el vapor del líquido de trabajo que sale de la turbina le transfiera la mayor cantidad posible de su calor a las placas de cobre y éstas, a su vez, se lo transfieran al líquido de calor que sale del tanque acumulador.</p> <p>El segundo de los intercambiadores de calor de placas de cobre debe permitir que el remanente de calor que aún conserva el líquido de trabajo que sale del primer intercambiador de calor (de placas de cobre) le transfiera la mayor cantidad posible de su calor a las placas de cobre y éstas, a su vez, se lo transfieran al agua que proviene de la torre de enfriamiento.</p> |
| Adquirir partes del prototipo de 30 kW | Se requiere adquirir las siguientes partes que componen el prototipo de 30 kW: Un intercambiador de calor de placas en acero inoxidable, dos intercambiadores de calor de placas en cobre, tres sistemas de bombeo (motor 3.600 rpm, una bomba de baja presión para aceite caliente, dos bombas de baja presión para agua caliente, tres arrancadores, tres sensores |

| Producto o Servicio | Enunciado del Trabajo Relativo a las Adquisiciones |
|---|---|
| | <p>de flujo, tres sensores de presión, nueve sensores de temperatura), tanque de almacenamiento del líquido de trabajo (hermético y con capacidad para almacenar 250 centímetros cúbicos y resistir presiones de 100 PSI), ductos de conexión flexibles con diámetro de una pulgada (1”), con conexión roscada y capacidad de resistir presiones de 100 PSI, un generador de electricidad con potencia de 30 kW y, un tablero de control con capacidad para ubicar los arrancadores de las bombas, los medidores de los sensores de presión, temperatura, voltaje, amperaje y energía generada.</p> |
| <p>Ensamble y puesta en marcha del prototipo de 30 kW.</p> | <p>Una vez que las partes que conforman el prototipo de 30 kW hayan sido transportadas a la bodega alquilada por Paani.sas en la zona franca del municipio de Rionegro, se podrá dar inicio al proceso de ensamblaje de sus partes, con el fin de ponerlo en marcha y sincronizar el correcto funcionamiento de todos sus componentes.</p> <p>La empresa ensambladora retirará las partes de los empaques, las ensamblará (de acuerdo con los planos y especificaciones industriales que se le suministrarán) y realizará las pruebas de funcionamiento del prototipo de 30 kW.</p> |
| <p>Activación en la contabilidad de Paani.sas del prototipo de 30 kW.</p> | <p>Después de que el prototipo de 30 kW haya sido ensamblado, se podrá realizar el proceso de su incorporación a la contabilidad de Paani.sas como uno más de sus activos.</p> <p>El proceso se realizará por medio de una capitalización (aumento del patrimonio) el propietario de la turbina del prototipo de 30 kW, el señor Hernando Martínez Tarquino, aportará la turbina del prototipo de 30 kW a cambio de un porcentaje de las acciones de Paani.sas.</p> |

| Producto o Servicio | Enunciado del Trabajo Relativo a las Adquisiciones |
|--|--|
| Solicitud de patentes de invención y de modelo de utilidad | <p>El proyecto genera dos procesos patentables que deben ser gestionados en Colombia ante el Ministerio del Interior: Invención y modelo de utilidad.</p> <p>El diseño de la mezcla de que conforma el líquido de trabajo del prototipo debe ser patentado como invención, mientras que el diseño del prototipo debe ser patentado como modelo de utilidad.</p> |
| Certificado de cumplimiento de normas técnicas eléctricas | <p>El desarrollo y funcionamiento de los prototipos de generación de energía eléctrica ORC deben cumplir normas y estándares relacionados con los generadores de electricidad, con el propósito de respaldar el proceso de comercialización.</p> <p>Se contratará al Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico –CIDET- para que realice las labores de certificación del cumplimiento de las normas y estándares técnicos de establecidos para los generadores eléctricos.</p> |
| Telemetría | <p>El comportamiento de las variables técnicas que intervienen en los componentes de los prototipos debe ser monitoreado y controladas para generar señales de desempeño y tendencias.</p> <p>En cada uno de los prototipos se deben instalar sensores que registren el comportamiento de las variables técnicas (temperatura, presión, caudal, voltaje, amperaje, potencia, energía y otras).</p> <p>La información detectada por los sensores es enviada a los instrumentos del tablero de control y, simultáneamente, debe ser enviada en forma inalámbrica al sistema de minería de datos. Desde allí, los usuarios podrán consultar la aplicación que les permite obtener los resultados en tiempo real e histórico de las variables, sus indicadores de desempeño y sus tendencias.</p> <p>Se contratará en forma directa a la empresa Telemetrik para realizar el</p> |

| Producto o Servicio | Enunciado del Trabajo Relativo a las Adquisiciones |
|---|---|
| | proceso de monitoreo y control. |
| Desensamble y embalaje de los prototipos | <p>Una vez que ambos prototipos hayan sido estabilizados en su funcionamiento y sus variables técnicas hayan sido registradas por lo menos treinta días, se debe proceder a desensamblarlos para embalar sus componentes principales con el propósito de transportarlos desde la bodega ubicada en la zona franca del municipio de Rionegro hacia las empresas Gracetales y Triple A, ubicadas en la ciudad de Barranquilla.</p> <p>El proceso de desensamble debe ser realizado por personal experto, quien debe embalar las partes de acuerdo con el mejor criterio técnico, de forma tal que permita realizar el proceso de ensamblaje en las sedes de las empresas Gracetales y Triple A en la ciudad de Barranquilla.</p> <p>El embalaje debe hacerse en guacales de madera, teniendo presente que el transporte entre Rionegro y Barranquilla se realizará vía aérea.</p> |
| Transporte de prototipos | <p>Los prototipos de 12 kW y 30 kW deben ser transportados desde la bodega en la zona franca del municipio de Rionegro hasta el aeropuerto del municipio de Rionegro vía terrestre.</p> <p>El transporte aéreo se realiza entre el aeropuerto de Rionegro (José María Córdova) y el aeropuerto de Barranquilla (Ernesto Cortissoz).</p> <p>Desde el aeropuerto de la ciudad de Barranquilla hasta las empresas Triple A y Gracetales en la ciudad de Barranquilla se debe efectuar el transporte de los prototipos vía terrestre.</p> |
| Ensamblaje de prototipos en las empresas Gracetales y Triple A. | Una vez que las partes que conforman los prototipos de 12kW y 30 kW hayan sido transportadas a las empresas Triple A y Gracetales de la ciudad de Barranquilla, se podrá dar inicio al proceso de ensamblaje de sus partes, |

| Producto o Servicio | Enunciado del Trabajo Relativo a las Adquisiciones |
|--|---|
| | <p>con el fin de ponerlos en marcha y sincronizar el correcto funcionamiento de todos sus componentes.</p> <p>La empresa ensambladora retirará las partes de los empaques, las ensamblará (de acuerdo con los planos y especificaciones industriales que se le suministrarán) y realizará las pruebas de funcionamiento de los prototipos de 12 kW y 30 kW y los estabilizará.</p> |
| <p>Venta de excedentes de energía eléctrica autogenerados en las empresas Gracetales y Triple A.</p> | <p>Los prototipos instalados en las empresas Gracetales (30 kW) y Triple A (12 kW) generarán energía eléctrica aprovechando el calor residual que existe en cada una de estas empresas.</p> <p>Durante el primer mes de operación, se observará el comportamiento de las variables de tal manera que se pueda determinar que se han alcanzado los niveles de estabilidad en la autogeneración.</p> <p>Toda la energía generada por los prototipos de generación de energía ORC será considerada como excedentes y se venderá a la empresa Electricaribe, teniendo presente los preceptos de la ley 1715, sus decretos reglamentarios y las resoluciones conexas de la CREG.</p> |
| <p>Publicidad sobre el desempeño de los prototipos de generación de electricidad ORC.</p> | <p>Los resultados que genere el proyecto deben ser recopilados y organizados adecuadamente, para generar beneficios técnicos y comerciales. Por esta razón, se requiere la elaboración de videos, folletos, presentaciones, inclusión en la página web de Paani-sas, que deben ser manejados por expertos en comunicaciones y en difusión de resultados en escenarios científicos y comerciales en los niveles nacionales e internacionales.</p> |

4.8.1.6 Documentos de las adquisiciones

Para efectuar las adquisiciones que requiere el proyecto de implementación del sistema de termogeneración de electricidad ORC, se cuenta con un modelo de contrato en el cual se establecen las cláusulas básicas que requieren los documentos de las adquisiciones en Colombia, para dar cumplimiento a la legislación comercial vigente. En el Anexo 10 se presenta el modelo de contrato que se propone para formalizar y oficializar las adquisiciones del proyecto

4.8.1.7 Procedimiento de compras y contrataciones.

Cada una de las adquisiciones que requiere el proyecto se enmarca dentro del siguiente procedimiento:

- Reunión con los expertos para determinar los posibles proveedores de los servicios o los componentes que requiere el proyecto.
- Investigar en la base de datos de la superintendencia de sociedades de Colombia, otros posibles proveedores similares a los descritos por los expertos, con el propósito de conformar una lista de por lo menos tres proveedores en condiciones similares.
- Contactar telefónicamente a los proveedores seleccionados para indicarles la necesidad que posee el proyecto y preguntarles si están en capacidad de brindar solución a dicha necesidad.
- Invitar a los proveedores a presentar información sobre los servicios que prestan (Request For Information –RFI-) y, en especial sobre aquellos que le brindan soluciones al proyecto.
- Recibir los RFI de los proveedores y verificar la coherencia de su información con las condiciones básicas de las contrataciones.
- Seleccionar los proveedores cuya información tiene mayor coherencia con las condiciones básicas de contratación y conformar la lista de proveedores elegibles para solicitarles propuestas.
- Invitar a los proveedores elegibles para solicitarles que presenten sus propuestas (Request For Proposal –RFP-).
- Recibir los RFP de los proveedores y verificar las especificaciones y los precios, con el fin de priorizar las propuestas según la relación beneficio – costo.
- Seleccionar el proveedor cuya propuesta presente la mayor relación beneficio – costo para el proyecto.
- Formalizar la relación comercial entre el cliente y el proveedor mediante el formato de contrato establecido en el Anexo 10.

4.8.1.8 Riesgos en las adquisiciones.

Los riesgos que se presentan habitualmente en los procesos de gestión de las adquisiciones (contratos de compras o de prestación de servicios) están relacionados con trastorno en los objetivos del proyecto o en sus prioridades, debido principalmente cambios en los factores PESTLE (Políticos, económicos, sociales, tecnológicos, legales y ecológicos).

Para realizar la gestión de los riesgos relacionados con las contrataciones del proyecto se plantea registrar los aspectos inherentes al objeto del riesgo y el tipo de póliza que se utilizará para mitigar el impacto de dicho riesgo. En el Anexo 12 se presente una plantilla que permite registrar los aspectos más relevantes de los riesgos identificados en la gestión de las contrataciones.

Algunos de los riesgos más comunes que se relacionan con las contrataciones son:

- Insuficiente empoderamiento del líder de contrataciones.
- Inadecuada gestión del alcance del proyecto.
- Complicaciones por tráfico de influencias, clientelismo y corrupción.
- Débil oficialización y formalización del alcance del proyecto.
- Discrepancias entre los patrocinadores, los financiadores y los ejecutores.
- Modificaciones en los presupuestos de las contrataciones.
- Recortes presupuestales por disposición de los patrocinadores.
- Inadecuados procesos de selección de proveedores.
- Insuficiente exploración de los posibles proveedores.
- Escasez de proponentes con experiencia en los temas de las contrataciones.
- Incumplimientos por parte de los proveedores.
- Desconocimiento de las tecnologías que requiere adquirir el proyecto.
- Descoordinación entre los cronogramas de las contrataciones y las actividades del proyecto.
- Inexperiencia en el manejo de las leyes de contrataciones.
- Desconocimiento de las normas de control de acceso a las empresas beneficiarias del proyecto.
- Inconsistencia en las especificaciones contractuales.
- Inconsistencia en las jerarquías del control del contrato.

- Inadecuada gestión de los documentos de los contratos (pólizas, garantías, paz y salvos, etc.).

4.8.1.9 Plan de gestión los contratos.

Una vez haya sido seleccionado el Proveedor, se debe programar la gestión del contrato de acuerdo con el siguiente procedimiento:

- Preparar el contrato (de acuerdo con el formato propuesto en el Anexo 10) con base en los términos presentados por el Proveedor en la propuesta que le fue aprobada.
- Firmar el contrato tanto por el Cliente como por el Proveedor.
- Crear un archivo exclusivo para los documentos del contrato, con dos carpetas: Una para los documentos que ingresan y otra para los documentos que egresan. El archivo debe ser tanto en medio físico como en medio magnético.
- Codificar y archivar el documento del contrato.
- Nombrar el interventor técnico del contrato.
- Solicitar las garantías que sustentan el contrato.
- Recibir, revisar y aprobar las garantías del contrato.
- Codificar y archivar los documentos de las garantías del contrato.
- Formalizar y oficializar el inicio del contrato mediante documento escrito y firmado por el Cliente.
- Codificar y archivar el documento de oficialización del inicio del contrato.
- Programar entre las partes (Cliente y Proveedor) las reuniones de verificación del avance del contrato, gestión de cambios y toma de decisiones, de acuerdo con el formato propuesta en el Anexo 13.
- Programar entre las partes (Cliente y Proveedor) las fechas de pago, de acuerdo con el avance del proyecto.
- Efectuar las reuniones entre las partes con el fin de verificar el avance del contrato, la gestión de los cambios y la toma de decisiones.
- Determinar los indicadores de gestión del valor ganado para el contrato, con el fin de hacer seguimiento al desempeño del Proveedor.
- Registrar los temas tratados en las reuniones, siguiendo el formato propuesto en el Anexo 7.
- Autorizar o postergar los pagos programados, de acuerdo con el avance del proyecto y registrarlos en el formato propuesto en el Anexo 14.

- Registrar las solicitudes de cambio planteadas en las reuniones, siguiendo los formatos propuestos en los Anexos 4, 5 y 6.
- Verificar que se actualicen periódicamente los documentos del contrato.
- Planificar la realización de una última reunión (una semana antes de finalizar el plazo el proyecto) para verificar que hasta esa fecha, todos los entregables planteados por el Proveedor en su propuesta hayan sido adecuadamente realizados.
- Planificar la realización de cierre del contrato, para una fecha posterior a vencimiento del plazo (una semana después). A esta reunión se espera que asistan los representantes del Proveedor, el Director del Proyecto y el Interventor Técnico del contrato y, se recomienda que en ella se firme el acta de finalización del contrato. Esta acta formaliza y oficializa la recepción a satisfacción por parte del Cliente e incluye el Paz y Salvo para el Proveedor.

4.8.1.10 Criterios de selección de proveedores

Los criterios de selección de proveedores se desarrollan y utilizan para evaluar o calificar las propuestas de vendedores y pueden ser objetivos o subjetivos. (PMI, 2013).

Los criterios que se tendrán presente en los procesos de selección de los proveedores del proyecto son los siguientes:

- Características / Requerimientos técnicos.
- Experiencia.
- Costo.
- Formas de pago.
- Garantías.

El proceso de selección de proveedores requiere que se realice una clasificación inicial de los proveedores requeridos por cada frente de trabajo, seguido de una búsqueda en el mercado (internet, superintendencia de sociedades, directorio telefónico, etc.), definir los criterios de evaluación (véase cuadro 32), enviar solicitud de información a los proveedores (Request For Information –RFI-), calificar la información remitida por los proveedores en el RFI, evaluar a los proveedores, otorgar la puntuación a los proveedores y, finalmente, clasificar los proveedores según la calificación que hayan obtenido. En el Anexo 11 se ilustra el flujograma del proceso de selección de los proveedores.

En el siguiente cuadro se presentan los criterios que se tendrán en la cuenta en la selección de los proveedores del proyecto.

Cuadro 46 Criterios de Selección de Proveedores del Proyecto (Fuente: El Autor)

| Criterio | Ponderación | Bajo | Medio | Alto |
|---|-------------|--|---|--|
| Características / Requerimientos técnicos | 20 | Si no cumple con este aspecto tiene cero (0) puntos | Si cumple totalmente con este aspecto recibe 15 puntos | Si ofrece características técnicas superiores a las solicitadas recibe 20 puntos |
| Experiencia | 10 | Si no tiene 2 años en el mercado recibe cero (0) puntos | Si tiene de 2 a 3 años en el mercado recibe 5 puntos | Más de 3 años de mercado recibe 10 puntos |
| Costo | 30 | los oferentes cuyo costo supere el 120% de la propuesta más económica, se les otorgan 5 puntos | los oferentes cuyo costo esté entre el 100% y el 120% de la propuesta más económica, se les otorgan 15 puntos | Al oferente cuyo costo sea el más económico se le otorgarán 30 puntos |
| Formas de Pago | 20 | Al oferente que requiera un anticipo inferior al 50% y que requiera pagos de contado, posterior a la entrega de las facturas de cobro, se le asignarán cero (0) puntos | Al oferente que requiera un anticipo inferior al 50% y otorgue plazos de pago de hasta un mes posterior a la entrega de las facturas de cobro, se le asignarán diez (10) puntos | Al oferente que requiera un anticipo inferior al 50% y otorgue plazos de pago de hasta dos meses posterior a la entrega de las facturas de cobro, se le asignarán veinte (20) puntos |
| Garantías | 20 | Al oferente que sólo presente garantías por defectos de fabricación, se le asignará un puntaje de cero (0) | Al oferente que presente garantías por defectos de fabricación y pólizas de responsabilidad por potenciales daños materiales o incumplimientos laborales se le asignará una puntuación de 5 | Al oferente que presente garantías por defectos de fabricación y pólizas de responsabilidad por potenciales daños materiales, mal funcionamiento, incumplimientos laborales y servicio de mantenimiento postventa (sin costo por un período limitado), se le asignará una puntuación de 20 |

4.9 Gestión de los interesados

4.9.1 Identificación de interesados:

“Es el proceso de identificar a las personas, grupos u organizaciones que podrían afectar o ser afectados por una decisión, actividad o resultado 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” (PMI, 2013)

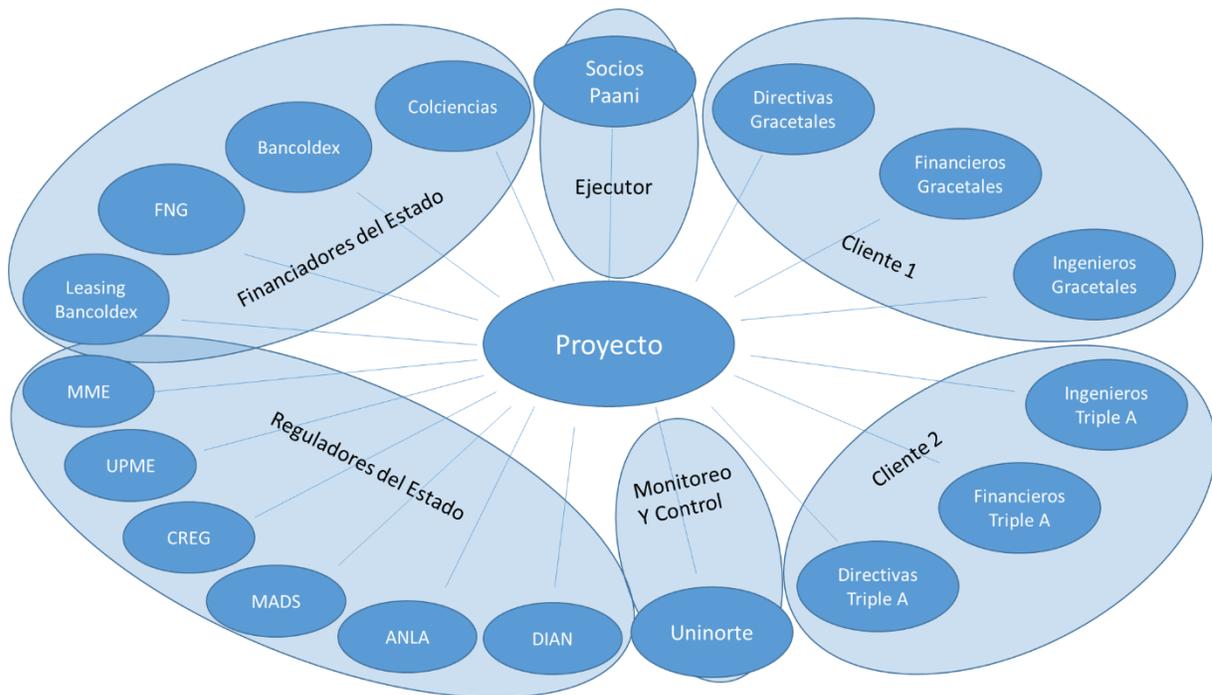


Figura 26. : Identificación de los actores interesados en el proyecto. (Fuente: El Autor)

1. **Socios de Paani:** Los socios de la Promotora de Asesorías Ambientales Nacionales e Internacionales (Paani) están interesados en implementar sus dos prototipos del sistema de generación de electricidad ORC, utilizando el calor residual de las empresas Gracetales y Triple A (ubicadas en la ciudad de Barranquilla, Colombia). El éxito de estos dos proyectos será el primer paso en el proceso de comercialización de este tipo de sistemas en Colombia y dará lugar a las siguientes etapas, que incluyen la exportación de los sistemas a otros países de Latinoamérica.
2. **Directivos de Gracetales:** Los Directivos de la empresa Gracetales están interesados en el tema de los incentivos tributarios que ofrece la ley

colombiana 1715 de mayo 13 de 2014 para las empresas que implementen sistemas de generación de energía limpia, aprovechando el calor residual de las industrias. Estos incentivos tributarios representan un porcentaje alto del valor de la inversión que se realice en los sistemas de generación de energía limpia. Adicionalmente están interesados en autogenerar electricidad utilizando el calor que se genera en sus procesos productivos.

3. **Financieros de Gracetales:** Los funcionarios encargados de las finanzas en la empresa Gracetales deben aprobar los flujos de caja que sustentan la viabilidad financiera de los proyectos de implementación de los nuevos sistemas de generación de electricidad en su empresa. De igual manera deben aprobar los procesos de endeudamiento para la adquisición de los equipos que hacen parte de los sistemas de generación de energía limpia y los beneficios tributarios a que tienen derecho según la ley colombiana 1715 de mayo 13 de 2014.
4. **Ingenieros de Gracetales:** Los técnicos encargados de la operación y el mantenimiento de la planta de producción de la empresa Gracetales, están interesados en el aumento de la eficiencia energética que se obtiene al utilizar el calor residual de su proceso productivo en la generación de electricidad, implementando un sistema basado en el Ciclo Orgánico de Rankine (ORC por sus siglas en inglés).
5. **Directivas de Triple A:** Los Directivos de la empresa Triple A están interesados en el tema de los incentivos tributarios que ofrece la ley colombiana 1715 de mayo 13 de 2014 para las empresas que implementen sistemas de generación de energía limpia, aprovechando el calor residual de las industrias. Estos incentivos tributarios representan un porcentaje alto del valor de la inversión que se realice en los sistemas de generación de energía limpia. Adicionalmente están interesados en autogenerar electricidad utilizando el calor que se genera en sus procesos productivos.
6. **Financieros de Triple A:** Los funcionarios encargados de las finanzas en la empresa Triple A deben aprobar los flujos de caja que sustentan la viabilidad financiera de los proyectos de implementación de los nuevos sistemas de generación de electricidad en su empresa. De igual manera deben aprobar los procesos de endeudamiento para la adquisición de los equipos que hacen parte de los sistemas de generación de energía limpia y los beneficios tributarios a que tienen derecho según la ley colombiana 1715 de mayo 13 de 2014.
7. **Ingenieros de Triple A:** Los técnicos encargados de la operación y el mantenimiento de la planta de producción de la empresa Triple A, están interesados en el aumento de la eficiencia energética que se obtiene al

utilizar el calor residual de su termoeléctrica en la generación de electricidad, implementando un sistema basado en el Ciclo Orgánico de Rankine (ORC por sus siglas en inglés).

8. **Colciencias:** El Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación está interesado en apoyar el desarrollo y validación pre comercial y comercial de prototipos funcionales de tecnologías energéticas con alto potencial de crecimiento empresarial.
9. **Uninorte:** La Universidad del Norte ubicada en la ciudad de Barranquilla, Colombia está interesada en acompañar a Paani en los proyectos que implementará en las empresas Gracetales y Triple A, desde el punto de vista académico, con el propósito de recolectar información técnica que le permita anunciar al mundo científico el éxito de las tecnología que generan electricidad con base en procesos que involucran el Ciclo Orgánico de Ranquine (ORC).
10. **Leasing Bancoldex:** Es una compañía de financiamiento, constituida como sociedad de economía mixta indirecta del orden nacional (sujeta al régimen jurídico de las empresas industriales y comerciales del Estado Colombiano) especializada en leasing y crédito comercial para la financiación de activos productivos. Dado que sus socios son dos entidades del Estado Colombiano (Bancoldex y Fondo Nacional de Garantías) Leasing Bancoldex enfoca sus servicios de financiamiento hacia el apoyo y fortalecimiento de nuevas empresas y el crecimiento de aquellas que tienen potencial de crecimiento.
11. **Bancoldex:** Es un banco de segundo piso del Estado Colombiano enfocado hacia el desarrollo empresarial y el comercio exterior. Financia cualquier necesidad de crédito que tengan las empresas colombianas, con destinaciones para capital de trabajo, inversión fija, consolidación de pasivos y capitalización empresarial.
12. **FNG:** El Fondo Nacional de Garantías es la entidad a través de la cual el Estado Colombiano busca facilitar el acceso al crédito para las micro, pequeñas y medianas empresas, mediante el otorgamiento de las garantías reales que solicitan las entidades financieras de primer piso.
13. **MME:** El Ministerio de Minas y Energía de Colombia está interesado en promover las Fuentes No Convencionales de Energía (FNCE) como parte integral de la matriz energética de Colombia, para contribuir a los programas mundiales de disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero.

14. **UPME:** La Unidad de Planeación Minero Energética es una dependencia administrativa especial del orden nacional, de carácter técnico, adscrita al Ministerio de Minas y Energía de Colombia. Está interesado en realizar programas de divulgación masiva y focalizada sobre la autogeneración a pequeña escala (incluyendo las FNCE) y el uso eficiente de la energía.
15. **CREG:** La Comisión de Regulación de Energía y Gas se encarga de regular la prestación de los servicios públicos domiciliarios de energía eléctrica, gas combustible y servicios públicos de combustibles líquidos. Está interesada en establecer los procedimientos para la conexión, operación, respaldo y comercialización de energía de la autogeneración distribuida.
16. **MADS:** El ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible es el rector de la gestión del ambiente y de los recursos naturales renovables, encargado de orientar y regular el ordenamiento ambiental del territorio colombiano. Se interesa por incorporar en las políticas ambientales los principios y criterios ambientales de las FNCE que conlleven beneficios ambientales, para impulsarlas al nivel nacional en Colombia. Igualmente es la entidad encargada de establecer el procedimiento y los requisitos para la expedición de la certificación de beneficios ambientales, para el otorgamiento de los beneficios tributarios por el uso de FNCE.
17. **ANLA:** La Autoridad Nacional de Licencias Ambientales es una dependencia del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia que se encarga de autorizar los usos y la explotación de los recursos ambientales, así como de las certificaciones de las inversiones en el control y mejoramiento del medio ambiente para la deducción de renta. Está interesado en establecer un ciclo de evaluación rápido para los proyectos relacionados a las FNCE que conlleven beneficios para el medio ambiente, en procura de contribuir a garantizar una adecuada calidad y seguridad en el suministro de energía, con un mínimo impacto ambiental y de manera económicamente sostenible.
18. **DIAN:** La Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales es la dependencia que se encarga de determinar y recaudar los tributos en Colombia. Está interesada en otorgar las exenciones tributarias para el fomento de las Fuentes No Convencionales de Energía.

4.9.2 Plan de gestión de los interesados

“Proporciona un plan claro y factible para interactuar con los interesados del proyecto a fin de apoyar los intereses del mismo.” (PMI, 2013)

Cuadro 47 Evaluación de las características de los Actores Interesados en el proyecto (Fuente: El Autor)

| No. | ACTOR | PODER | INTERÉS | IMPORTANCIA | INFLUENCIA |
|-----|------------------------|-------|---------|-------------|------------|
| 1 | Socios Paani | Medio | Alto | Alta | Alta |
| 2 | Directivas Gracetales | Medio | Alto | Alta | Alta |
| 3 | Financieros Gracetales | Bajo | Medio | Media | Media |
| 4 | Ingenieros Gracetales | Medio | Alto | Media | Media |
| 5 | Directivas Triple A | Medio | Alto | Alta | Alta |
| 6 | Financieros Triple A | Bajo | Medio | Media | Media |
| 7 | Ingenieros Triple A | Medio | Alto | Media | Media |
| 8 | Colciencias | Alto | Alto | Alta | Alta |
| 9 | Uninorte | Bajo | Alto | Media | Baja |
| 10 | Leasing Bancoldex | Medio | Medio | Alta | Baja |
| 11 | Bancoldex | Bajo | Medio | Alta | Media |
| 12 | FNG | Medio | Medio | Alta | Baja |
| 13 | MME | Alto | Alto | Baja | Baja |
| 14 | UPME | Alto | Alto | Baja | Baja |
| 15 | CREG | Alto | Medio | Baja | Baja |
| 16 | MADS | Alto | Alto | Baja | Baja |
| 17 | ANLA | Alto | Alto | Baja | Baja |
| 18 | DIAN | Alto | Bajo | Baja | Baja |

Definición de variables de clasificación:

Poder: Nivel de autoridad que posee el actor interesado, bien sea al nivel Estatal o al nivel Empresarial.

Interés: Nivel de preocupación y de deseo para que el proyecto sea exitoso.

Importancia: Capacidad de efectuar cambios en la planificación del proyecto.

Influencia: Nivel de participación activa para movilizar a otros en el proyecto.

Cuadro 48 Evaluación de las características de los Actores Interesados en el proyecto (Fuente: El Autor)

| No. | ACTOR | CALIFICACIÓN | | | | ESTRATEGIA | | |
|-----|------------------------|--------------|---------|-------------|------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|
| | | PODER | INTERÉS | IMPORTANCIA | INFLUENCIA | PODER / INTERÉS | PODER / IMPORTANCIA | PODER / INFLUENCIA |
| 1 | Socios Paani | 2 | 3 | 3 | 3 | Gestionar Atentamente | Atención Personalizada | Comunicación Permanente |
| 2 | Directivas Gracetales | 2 | 3 | 3 | 3 | Gestionar Atentamente | Atención Personalizada | Comunicación Permanente |
| 3 | Financieros Gracetales | 1 | 2 | 2 | 2 | Mantener Informado | Atención Vía Mail | Comunicación Eventual |
| 4 | Ingenieros Gracetales | 2 | 3 | 2 | 2 | Gestionar Atentamente | Atención Personalizada | Comunicación Permanente |
| 5 | Directivas Triple A | 2 | 3 | 3 | 3 | Gestionar Atentamente | Atención Personalizada | Comunicación Permanente |
| 6 | Financieros Triple A | 1 | 2 | 2 | 2 | Mantener Informado | Atención Vía Mail | Comunicación Eventual |
| 7 | Ingenieros Triple A | 2 | 3 | 2 | 2 | Gestionar Atentamente | Atención Personalizada | Comunicación Permanente |
| 8 | Colciencias | 3 | 3 | 3 | 3 | Gestionar Atentamente | Atención Personalizada | Comunicación Permanente |
| 9 | Uninorte | 1 | 3 | 2 | 1 | Mantener Informado | Atención Vía Mail | Comunicación Discreta |
| 10 | Leasing Bancoldex | 2 | 2 | 3 | 1 | Gestionar Atentamente | Atención Personalizada | Comunicación Frecuente |
| 11 | Bancoldex | 1 | 2 | 3 | 2 | Mantener Informado | Atención Vía Mail | Comunicación Eventual |
| 12 | FNG | 2 | 2 | 3 | 1 | Gestionar Atentamente | Atención Personalizada | Comunicación Frecuente |
| 13 | MME | 3 | 3 | 1 | 1 | Gestionar Atentamente | Atención Telefónica | Comunicación Frecuente |
| 14 | UPME | 3 | 3 | 1 | 1 | Gestionar Atentamente | Atención Telefónica | Comunicación Frecuente |
| 15 | CREG | 3 | 2 | 1 | 1 | Gestionar Atentamente | Atención Telefónica | Comunicación Frecuente |
| 16 | MADS | 3 | 3 | 1 | 1 | Gestionar Atentamente | Atención Telefónica | Comunicación Frecuente |
| 17 | ANLA | 3 | 3 | 1 | 1 | Gestionar Atentamente | Atención Telefónica | Comunicación Frecuente |
| 18 | DIAN | 3 | 1 | 1 | 1 | Mantener Satisfecho | Atención Telefónica | Comunicación Frecuente |

| Poder / Interés | | Poder / Importancia | | Poder / Influencia | |
|-----------------------|--|------------------------|--|-------------------------|--|
| Gestionar Atentamente | Estar pendiente de cualquier inquietud, duda o requerimiento. | Atención Personalizada | Realizar visitas personales para informar avances e indagar inquietudes. | Comunicación Permanente | Mínimo una visita semanal y múltiples contactos adicionales. |
| Mantener Satisfecho | Dar respuesta ágil a las solicitudes y peticiones, quejas o reclamos | Atención Telefónica | Efectuar llamadas telefónicas para verificar satisfacción | Comunicación Frecuente | Mínimo una llamada telefónica semanal. |
| Mantener Informado | Enviar informes de los avances del proyecto en la medida de las variaciones. | Atención Vía Mail | Redactar correos electrónicos con la información más reciente. | Comunicación Eventual | Mínimo un correo electrónico semanal. |
| Monitorear | En forma esporádica identificar inquietudes o necesidades | Atención Informal | Conversaciones de pasillo en las cuales se transmite información de avances. | Comunicación Discreta | Contactos eventuales en la medida en que avance el proyecto. |

Cuadro 49 Interés de los Involucrados según Grupo de Procesos y Áreas del Conocimiento. (Fuente: El Autor)

| Proceso | Iniciar | Planificar | Ejecutar | Monitorear y Controlar | Cerrar |
|------------------|--|--|--|--|----------------------|
| Integración | 1,2,5,8,9,10,12 | 1,2,5,8,9,10,12 | 1,2,5,8,9,10,12 | 1,2,5,8,9,10,12 | 1,2,5,8,9,10,12 |
| Alcance | | 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18 | | 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18 | |
| Plazo | | 1,2,5,8,9 | | 1,2,5,8,9 | |
| Costo | | 1,2,5,8,9 | | 1,2,5,8,9 | |
| Calidad | | 1,2,4,5,7,8,9 | 1,2,4,5,7,8,9 | 1,2,4,5,7,8,9 | |
| Riesgos | | 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,18 | | 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,18 | |
| Recursos Humanos | | 1,2,5 | 1,2,5 | | |
| Comunicaciones | | 1,2,3,4,5,6,7,8,9,11 | 1,2,3,4,5,6,7,8,9,11 | 1,2,3,4,5,6,7,8,9,11 | |
| Adquisiciones | | 1,2,3,4,5,6,7,8,9,11 | 1,2,3,4,5,6,7,8,9,11 | 1,2,3,4,5,6,7,8,9,11 | 1,2,3,4,5,6,7,8,9,11 |
| Interesados | 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18 | 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18 | 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18 | 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18 | |

| No. | ACTORES | No. | ACTORES |
|-----|------------------------|-----|-------------------|
| 1 | Socios Paani | 10 | Leasing Bancoldex |
| 2 | Directivas Gracetales | 11 | Bancoldex |
| 3 | Financieros Gracetales | 12 | FNG |
| 4 | Ingenieros Gracetales | 13 | MME |
| 5 | Directivas Triple A | 14 | UPME |
| 6 | Financieros Triple A | 15 | CREG |
| 7 | Ingenieros Triple A | 16 | MADS |
| 8 | Colciencias | 17 | ANLA |
| 9 | Uninorte | 18 | DIAN |

Cuadro 50 Estrategias para mantener y controlar el interés de los Actores Involucrados de acuerdo con el Área del Conocimiento. (Fuente: El Autor)

| Estrategia para Mantener y Controlar el Interés de los Actores Involucrados | Aplicación de la Estrategia al Área del Conocimiento |
|---|---|
| Sensibilización en el tema: Experiencias positivas y negativas. | Integración |
| Reuniones con personas que vivieron experiencias similares. | Alcance, plazo, costo, calidad, riesgos, recursos humanos y comunicaciones |
| Movilización hacia empresas con experiencias positivas en el tema. | Alcance, plazo, costo, calidad, riesgos, recursos humanos, comunicaciones e Interesados |
| Capacitaciones para comprender los alcances, supuestos y restricciones. | Calidad, riesgos Recursos Humanos e Interesados |
| Ilustración sobre el paso a paso de la implementación de la solución | Alcance, plazo, costo, calidad, riesgo, adquisiciones. |
| Mostrar el funcionamiento y los límites del sistema para no sobrepasarlos | Alcance, calidad, riesgos |
| Registro de los resultados y bonificación a los interesados según su nivel de aporte. | Alcance, calidad, riesgos, recursos humanos, interesados. |

5 CONCLUSIONES

- Teniendo presente que se trata de un plan de gestión de un proyecto que demostrará el funcionamiento de una nueva tecnología para generar electricidad y, que algunos conceptos son bastante complejos de comprender, se hace necesaria la definición clara de su alcance para garantizar que todos los planes subsidiarios que conforman el plan de dirección del proyecto queden alineados hacia un mismo propósito.
- Los temas técnicos, legales y comerciales del proyecto no son fáciles de asimilar en un entorno de administración de proyecto, por lo tanto, la creación de la EDT y su diccionario de actividades brindan una idea clara y permiten comprender en su contexto, el alcance del proyecto, sus componentes y sus interrelaciones.
- La definición de las duraciones de las actividades del plan de gestión del tiempo es algo complejo cuando se trata con una tecnología sin antecedentes, que por primera vez se implementará en un país en vía de desarrollo, como Colombia. Por lo tanto, las técnicas propuestas por el PMI son bastante acertadas para solucionar las dificultades que plantea la falta de información sobre proyectos similares.
- Igualmente, la determinación de los recursos requeridos por las actividades del plan de gestión del tiempo, sugiere la validación de múltiples supuestos, al tenerse que sincronizar los aportes provenientes de varias empresas: La ejecutora, las beneficiarias, las patrocinadoras y las reguladoras.
- Desarrollar un plan de gestión de costos para determinar el presupuesto requerido que permita completar todas las actividades y los entregables del proyecto .Inconclusa.

- Los requerimientos de las funcionalidades y especificaciones del sistema de generación de electricidad ORC, generan impactos de gran sensibilidad en el presupuesto del proyecto (línea base y reservas), debido a la mitigación preventiva (o su ausencia) de algunos de los riesgos del proyecto.
- Los criterios de aceptación de los requerimientos, los niveles de conformidad y las tolerancias, necesario para la elaboración del plan de gestión de la calidad, tienen un gran nivel de importancia y son fundamentales para el correcto desarrollo del proyecto y la definición de las condiciones con las que se tomarán la mayor parte de las decisiones, a lo largo del proyecto.
- A lo largo del desarrollo del plan de gestión de la calidad se evidenció la relación existente entre la gestión de la calidad, la gestión de los riesgos y la gestión de costos del proyecto, siendo la calidad el motor que minimiza (o aumenta) los riesgos y a su vez los costos.
- La definición de los roles, la autoridad, las responsabilidades y las competencias que hacen parte del plan de recursos humanos, así como la definición del organigrama del proyecto, permite que cada integrante del equipo de trabajo conozca el lugar organizacional que le es asignado y las interrelaciones organizacionales que deberá gestionar durante el proyecto.
- No obstante ser un proceso complejo, realizar la gestión de las comunicaciones es clave para el éxito del proyecto, dada la importancia de utilizar los canales adecuados para garantizar la fluidez de las ideas, los mensajes y las percepciones, de forma eficaz y eficiente, sin que se generen malos entendidos entre las personas que realizan el proyecto.
- El uso de los medios adecuados para transmitir la información y los datos y, relacionarse con los interesados del proyecto es vital para la gestión eficaz de las comunicaciones y facilita los informes de desempeño del proyecto que son claves para la toma de decisiones.

- Planificar el sistema de control de cambios, se constituye en el canal adecuado para que los actores involucrados en el proyecto canalicen sus observaciones, quejas, propuestas de mejoramiento y no conformidades, para que sea un comité de control de cambios quien determine si el cambio solicitado es adecuado o no, para el proyecto.
- Planificar las reuniones en el plan de gestión de las comunicaciones constituyen un aspecto clave para conocer las necesidades y expectativas del equipo del proyecto y de sus interesados a través del debate y el diálogo. Además constituye una herramienta clave para que el director del proyecto comunique de manera eficaz a su equipo de trabajo las decisiones y objetivos establecidos por la dirección y buscar información para evaluar el rendimiento del proyecto.
- En el plan de gestión de riesgos, el análisis de los posibles eventos que potencialmente impactarán un proyecto es una de las actividades más relevantes y, definitivamente, una de las que más contribuye al proceso de su administración, toda vez que le muestra al director la trayectoria por la que puede desarrollar el proyecto de una manera “tranquila”, al anticiparle la posición de los riesgos.
- La relación que existe entre la estructura detallada de trabajo –EDT- y la estructura detallada de los riesgos -EDR- constituye un “mapa de señales” que al aplicarlo al calendario del proyecto facilita los procesos de planificación de lo que se puede realizar para atenuar los impactos que generarían los eventos riesgosos si se llegaran a materializar.
- La redacción del evento riesgoso brinda una gran claridad, dado que ilustra la posibilidad del evento (si algo sucediera....), la razón para pensar que dicho evento riesgoso puede suceder (por esta causa....) y el impacto que generaría a los objetivos del proyecto (puede generar....).

- En el plan de gestión de las adquisiciones es posible tener referencias y opiniones de uno y otro proveedor, pero se deberá investigar con mayor nivel de detalle la idoneidad de cada uno de ellos a través de requerimientos de información (Request for Information -RFI-) basándose en criterios medibles y verificables que permitan comprobar que responden de mejor manera a las necesidades del proyecto.
- Una vez establecido el plan de gestión del contrato, con sus respectivas definiciones de alcance, ganancias y multas, no se debe dar por sentado que todo ello hará que el proveedor cumpla con lo requerido.
- Las decisiones de hacer o comprar (o contratar) permiten determinar que la mejor relación beneficio - costo, se obtiene al asignarle un requerimiento del proyecto a una empresa externa, para que, con sus mayores conocimientos y experiencia, puedan realizar de una manera más eficiente, las características y requerimientos que se requieren.
- En el plan de gestión de los interesados, identificar los actores que están involucrados e interesados en el proyecto permite determinar la necesidad de comunicación que requiere cada uno de ellos, de acuerdo con su nivel de influencia, poder, importancia e intereses.
- Definir las estrategias con las que se gestionan las comunicaciones con los interesados permite organizar las prioridades y determinar los métodos que mejor se ajustan a sus necesidades de información.

6 RECOMENDACIONES

6.1.1 Recomendaciones para los Patrocinadores

- Para la elaboración del proyecto se cuenta con un presupuesto ajustado, por lo que el alcance del mismo se limita a las acciones definidas en los objetivos. De acuerdo con lo anterior, cualquier variación en el alcance del proyecto, deberá ser analizada a través del sistema de control de cambios.
- Se recomienda que todas las organizaciones participantes en el proyecto incorporen dentro de sus buenas prácticas, el análisis, control y gerenciamiento de los riesgos, apoyadas en metodologías y herramientas informáticas.
- Se recomienda incentivar la capacitación al interior de las organizaciones participantes en el proyecto, en los temas relacionados con el gerenciamiento de los riesgos, dado que es una tarea de todas las organizaciones y no sólo de un área.

6.1.2 Recomendaciones para el Equipo del proyecto

- La duración de las actividades debe perfeccionarse con base en datos provenientes de consultas adicionales realizadas a expertos. Por lo tanto, se recomienda obtener por lo menos tres datos adicionales que permita obtener promedios para conocer las duraciones esperadas, con el fin de mitigar la incertidumbre que dichos datos generan. La utilización de la fórmula PERT es la más recomendable cuando se tienen datos extremos (optimista, pesimista y realista).
- La precisión de la metodología de costeo varía debido a que involucra factores subjetivos. Por lo tanto, en la medida de lo posible, es recomendable la utilización de métodos más precisos como el método PERT (que involucra la

aproximación de la función de distribución de probabilidades beta a la función de distribución de probabilidades normal estándar).

- Dado que existen incertidumbres en las duraciones de las actividades y en sus costos, es recomendable que las reservas de contingencias y de gestión, se determinen de acuerdo con esos niveles de incertidumbre.
- Dado que no se cuenta con suficiente información de antecedentes, se recomienda tener el mayor grado de objetividad en el proceso de definición de los requisitos y especificaciones, toda vez que en este proceso entran en juego el costo, el tiempo y la calidad y otros aspectos que pueden poner en riesgo el proyecto en el caso en que no sean bien elaborados.
- Dado que es posible que un riesgo afecte varios objetivos simultáneamente, se recomienda llevar a cabo el registro de cada uno de ellos y sus respectivos efectos (en forma individual) en la matriz de probabilidad e impactos, de tal manera que en el análisis cualitativo se tome la decisión de asignarle recursos, dependiendo de la peligrosidad que el riesgo represente, frente a uno o varios objetivos en particular.

6.1.3 Recomendaciones para el Director del proyecto

- Debido a la interacción que se tendrá entre los múltiples actores que intervienen en el proyecto, se recomienda establecer canales adecuados de comunicación, de tal manera que en principio permitan tratar las diferencias de opiniones y formas de llevar a cabo el proyecto, y que a la vez permitan a las organizaciones beneficiarias y ejecutante del proyecto, incrementar sus activos organizacionales y documentar sus experiencias.
- Se recomienda desarrollar e incentivar la habilidad de comunicación efectiva entre los involucrados y el equipo de desarrollo del proyecto para minimizar conflictos y mantener la frecuencia de las comunicaciones a través de las reuniones semanales de seguimiento al proyecto.

- Es necesario comprobar las competencias, habilidades, experiencia y responsabilidad de los proveedores del proyecto.
- Un tema importante a incorporar en procura del mejoramiento continuo que una gestión por procesos implica, es la de mejorar el proceso de análisis de los involucrados en el proceso de gestión de las adquisiciones, pues sus deseos, necesidades y expectativas se reflejan directamente en las especificaciones y requerimientos.
- Un aspecto fundamental en el proceso de gestión de las adquisiciones es el de evaluar, documentar y sistematizar las experiencias adquiridas antes, durante y después de finalizado el proceso, y de esta manera mejorar los procesos en términos de eficiencia, eficacia y economía.

7 BIBLIOGRAFIA

- Colmenar, A., Castro, M. A., Cruz, F. J., & Ruiz, E. S. (2011). *Gestión de Proyectos con MORCosoft Project 2010*. Bogotá: Alfaomega.
- Colombia. Comisión Reguladora de Energía y Gas. (2015). *Resolución 175 de 2015*. Bogotá: Diario Oficial.
- Colombia. Diario Oficial. (2014). *Ley 1715 del 13 de mayo de 2014*. Bogotá: Diario Oficial.
- De Bono, E. (2010). *Seis Sombreros para Pensar*. Madrid: Paidós Ibérica.
- einforma. (7 de febrero de 2015). *Informe promocional de empresa*. Obtenido de www.einforma.co/servlet/app/portal/ENTP/id_sess/filotecnologia. (s.f.). Recuperado el 22 de 02 de 2105, de <https://filotecnologia.wordpress.com/tag/metodo-inductivo-deductivo/>
- Grasas y Aceites Vegetales, Sociedad Limitada. (2014). *Informe de gestión*. Barranquilla. hbr. (Noviembre de 2011). *the-great-repeatable-business-mocel*. Recuperado el 21 de Diciembre de 2013, de <http://hbr.org/2011/11/the-great-repeatable-business-mocel/ar/1>
- Johnson, T. (2013). *PMP Exam Success Series: Bootcamp Manual*. Carrollton: Crosswind Project Management.
- Lindstrom, D. L. (2014). *Procurement Project Management Success*. J.Ross Publishing.
- Lledó, P. (2013). *Administración de Proyectos, El ABC para un Director de Proyectos Exitoso*. Victoria, BC, Canadá: Pablo Lledó.
- Macbeth, D., Williams, T., Humby, S., & James, K. (2012). *Procurement and Supply in projects: Misunderstood and Under-Researched*. Pennsylvania: PMI.
- Medina, J. (2010). *Los 12 Principios del Cerebro*. Bogotá: Norma.
- Mnookin, R. (2010). *Negociando con el Diablo, Cuándo Negociar y Cuándo Pelear*. Bogotá: Norma.
- Paani. (22 de febrero de 2011). *Paani*. Recuperado el 2015 de febrero de 2015, de www.paani-sas.com
- PMI. (2011). *Practice Standard for Scheduling*. Pennsylvania: PMI.
- PMI. (2013). *Guía de los fundamentos de la dirección de proyectos*. Pennsylvania: PMI Publication.
- PMI. (2015). *Business Analysis For Partitioners: A Practice Guide*. Pennsylvania: PMI.
- Psicoresumen.es. (s.f.). *Elaboración de referencias y citas según las normas de las American Psychological Association (APA) 5a Edición*.
- Ramón Luis Limón. (s.f.). *EUMED*. Recuperado el 22 de 02 de 2015, de www.eu/kibros-gratis/2007a/257/7.1.htm
- Sociedad de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Barranquilla Sociedad Anónima y Empresa de Servicios Públicos. (2014). *Informe de Gestión*. Barranquilla.
- Termagen. (2011, Septiembre 9). *Termagen*. Retrieved from www.termagen.com
- Tzu, S. (2010). *El Arte de la Guerra*. Bogotá: Solar.
- UCI. (2013). *Anexo No.6: Referencias y citas*.

8 ANEXOS

Anexo 1: ACTA DEL PROYECTO del PFG

| ACTA DEL PROYECTO | |
|---|---|
| Fecha | Nombre de Proyecto |
| Enero 19 de 2015 | Propuesta de plan de gestión para el proyecto de implementación del sistema de termogeneración de electricidad ORC. |
| Áreas de conocimiento / procesos: | Área de aplicación (Sector / Actividad): |
| Procesos: Iniciación, planificación Áreas: Integración, alcance, plazo, costo, calidad, riesgos, comunicaciones, recursos humanos, adquisiciones e interesados. | Proyectos de aprovechamiento de los excedentes de calor en chimeneas, motores, tuberías, etc. Proyectos de optimización de eficiencia energética. Proyectos de generación de energía limpia. Proyectos de disminución de costos de consumos de electricidad. |
| Fecha de inicio del proyecto | Fecha tentativa de finalización del proyecto |
| Enero 19 de 2015 | Junio 30 de 2015 |
| Objetivos del proyecto (general y específicos) | |
| <p>Objetivo general</p> <p>Elaborar una propuesta de un plan de implementación de un sistema de termogeneración de electricidad mediante ciclo orgánico de Rankine, para aplicarlo en dos industrias que generen calor residual en sus procesos productivos.</p> <p>Objetivos específicos</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Desarrollar un plan de gestión del alcance para identificar las actividades necesarias de ejecución del proyecto 2. Desarrollar un plan de gestión del tiempo para controlar las actividades del cronograma 3. Desarrollar un plan de gestión de costos para determinar el presupuesto requerido por el proyecto. 4. Desarrollar un plan de gestión de la calidad para identificar el grado y el nivel de exigencia que ofrecerá el proyecto 5. Desarrollar un plan de gestión de los recursos humanos para identificar los aportes y las limitaciones del personal que participarán en el proyecto. 6. Desarrollar un plan de gestión de comunicación para identificar y propiciar el correcto uso de los canales de contacto y los documentos del proyecto. 7. Desarrollar un plan de gestión de riesgos para administrarlos de forma oportuna. 8. Desarrollar un plan de gestión de adquisiciones para identificar los flujos de los insumos que requiere el proyecto y los niveles de responsabilidad de las partes. 9. Desarrollar un plan de gestión de los interesados para determinar las necesidades de cada uno. | |
| Justificación o propósito del proyecto (Aporte y resultados esperados) | |
| <p>Tanto en Colombia como en muchos otros países el tema de la energía renovable y la responsabilidad social empresarial han brindado la oportunidad a muchos ingenieros de poner en práctica varias teorías que anteriormente, a pesar de demostrar sus grandes beneficios, no habían tenido acogida comercial en los mercados industriales.</p> <p>Los compromisos que los países han adquirido al nivel internacional con respecto al fenómeno del cambio climático, los han llevado a crear leyes de fomento a los proyectos que generen energía renovable. De esta forma, en Colombia, la ley 1715 de 2014 contempla exenciones tributarias y tasas blandas para los proyectos que se basen en fuentes no convencionales de energía, brindando beneficios que en muchos casos equivalen al 50% del valor presente neto de los flujos de caja de estos proyectos.</p> <p>El ciclo orgánico de Rankine (ORC por sus siglas en inglés) es una de las más novedosas formas de generar energía con el calor residual que emiten los procesos productivos de algunas de las industrias, dado que aprovecha la energía desperdiciada (en forma de calor) y la convierte en electricidad.</p> | |

Los beneficios al implementar el ORC son:

Brinda grandes ahorros a las empresas en los presupuestos de consumo de energía eléctrica.
 Otorga la oportunidad a las empresas de acceder a beneficios tributarios.
 Protege el medio ambiente, al evitar que se efectúen emisiones de gases calientes a la atmósfera.
 Evita que las centrales térmicas impulsadas con combustibles fósiles tengan que generar toda la electricidad.
 Permite abastecer de energía eléctrica a las comunidades ubicadas en zonas apartadas, que no pueden acceder a los sistemas de interconexión eléctrica.
 Puede ser combinado con sistemas de gases producto de la biodigestión de las heces humanas de las comunidades (conjuntos residenciales, barrios, aldeas rurales, etc.).

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

El producto final es una propuesta de plan de gestión para el proyecto de implementación de un sistema de termogeneración de electricidad ORC.

Y los entregables son los siguientes documentos:

- a. Plan de gestión del proyecto:
 - i. Alcance
 - ii. Requerimientos
 - iii. Cronograma
 - iv. Costos
 - v. Calidad
 - vi. Mejoramiento de procesos
 - vii. Métricas de la calidad
 - viii. Listas de verificación de la calidad
 - ix. Recursos Humanos
 - x. Comunicaciones
 - xi. Riesgos
 - xii. Adquisiciones
 - xiii. Enunciado del trabajo relativo a adquisiciones
 - xiv. Requisitos de las adquisiciones
 - xv. Criterios de selección de proveedores
 - xvi. Decisiones de hacer o comprar
 - xvii. Interesados

Supuestos

El plazo propuesto para realizar el proyecto permitirá alcanzar los resultados esperados.
 La calidad de la información existente es adecuada y suficiente para poder realizar los planes del proyecto.
 El personal de las empresas involucradas dispondrá de tiempo suficiente para hacer sus aportes al proyecto.

Restricciones

El plazo para finalizar el proyecto termina el 30 de junio de 2015.
 Es la primera vez que este tipo de proyectos se realizará en Colombia a escala industrial.
 Se deben cumplir todos los requisitos documentales exigidos por el Estado Colombiano en la ley 1715 de 2014.
 Se deben cumplir todos los requisitos documentales exigidos por las entidades financieras.

Identificación riesgos

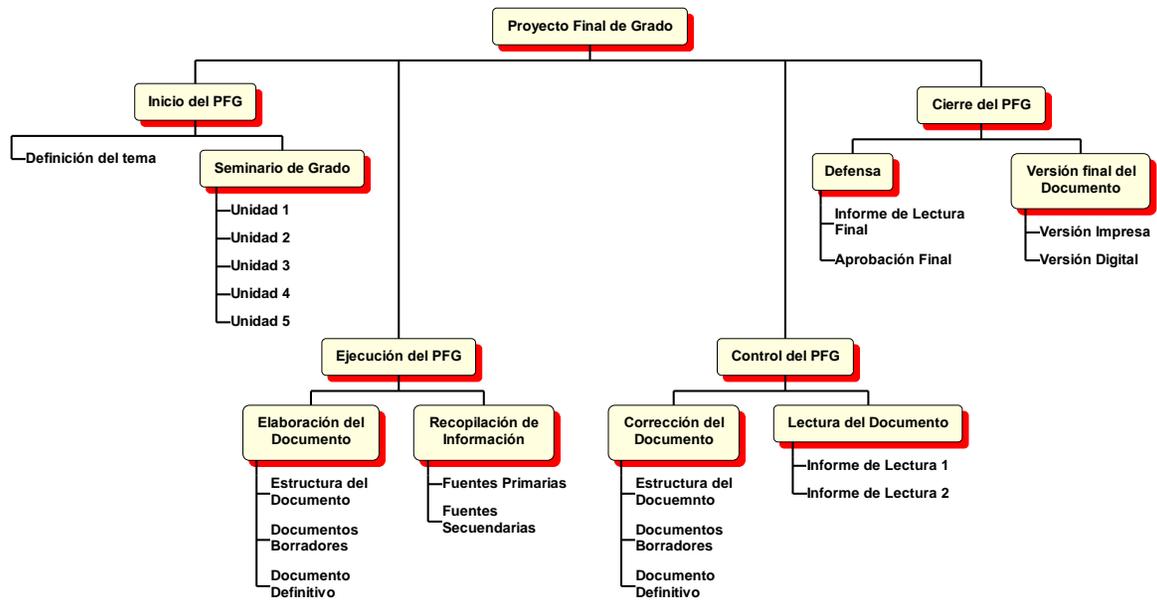
Si la información existente no es adecuada para la elaboración de los planes, se pueden ver afectados la calidad, el plazo y el costo del proyecto.
 Si los actores interesados (especialmente los patrocinadores) solicitan cambios (por adiciones o supresiones), se afectarían el alcance, el plazo y el costo del proyecto.
 Si el cronograma del proyecto no se cumple, se verían afectados el plazo, el costo y la calidad del proyecto.

Presupuesto

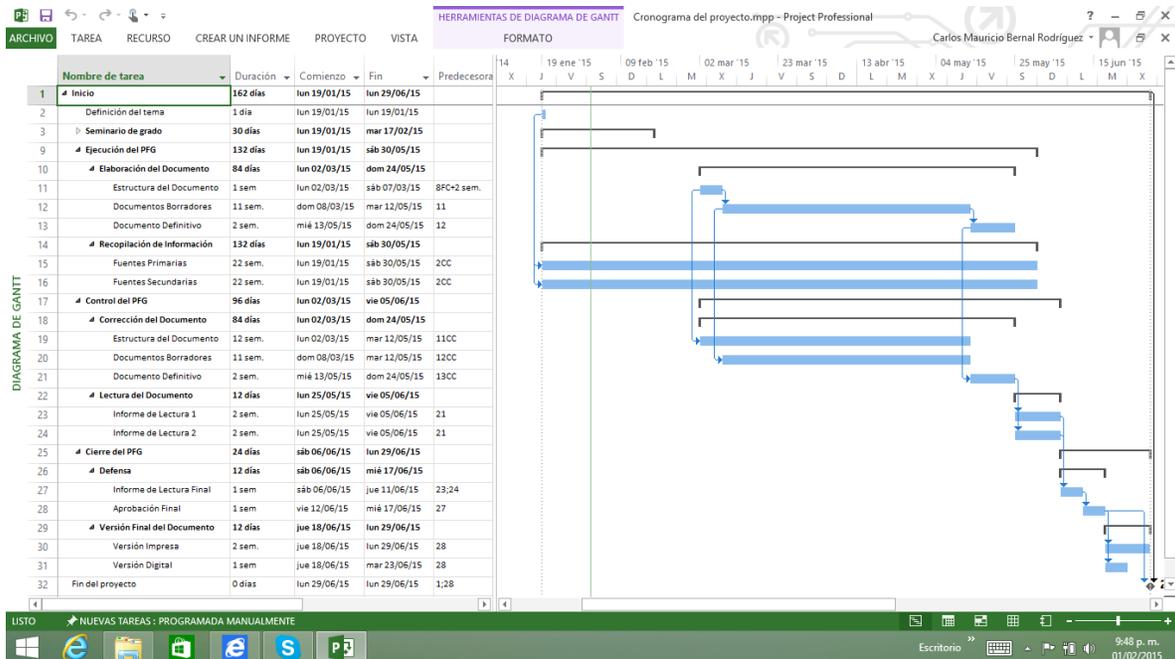
| Recurso | Esfuerzo | Costo |
|--------------|------------------|------------|
| Humanos | | |
| • Estudiante | 500 horas hombre | USD 35.000 |

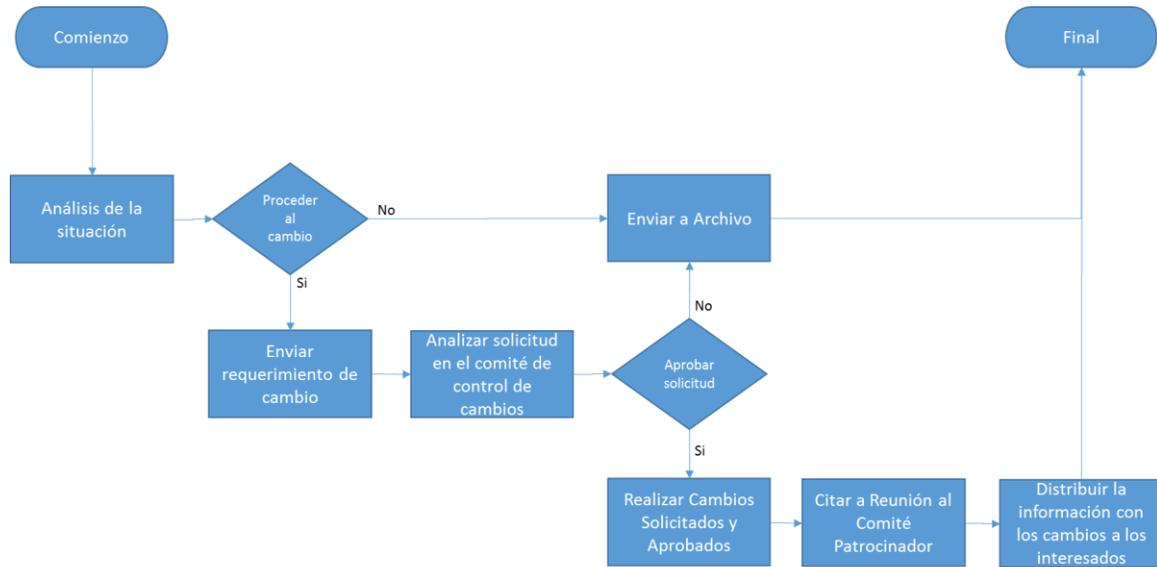
| | | |
|---|---|-----------------------|
| • Asesores UCI | 40 horas hombre | USD 4.000 |
| Logística | | |
| • Puesto de trabajo | 500 horas oficina | USD 5.000 |
| • Internet | 200 horas internet | USD 200 |
| Total Presupuesto | | USD 44.200 |
| Principales hitos y fechas | | |
| Nombre hito | Fecha inicio | Fecha final |
| Aprobación del Project Charter | 19 de enero de 2015 | 22 de febrero de 2015 |
| Definición de la línea base del alcance | 23 de febrero de 2015 | 8 de marzo de 2015 |
| Definición de la línea base del cronograma | 9 de marzo de 2015 | 15 de marzo de 2015 |
| Definición de la línea base del costo | 16 de marzo de 2015 | 22 de marzo de 2015 |
| Elaboración del documento que compila los planes subsidiarios de gestión del proyecto | 23 de marzo de 2015 | 31 de mayo de 2015 |
| Aprobación del plan de gestión del proyecto. | 1 de junio de 2015 | 30 de junio de 2015 |
| Información histórica relevante | | |
| <p>Dos empresas de la ciudad de Barranquilla (Colombia) han aceptado realizar la prueba piloto en sus instalaciones. Una de ellas produce aceites vegetales con procesos que manejan temperaturas de 220°C para mantener en estado líquido el producto hasta su etapa final, en la cual deben disminuirle la temperatura hasta los 40°C. El proceso de enfriamiento requiere altos consumos de energía eléctrica que a su vez, representan altos costos para la empresa. Su interés en el proyecto radica en la posibilidad de reemplazar el proceso de enfriamiento actual por el proceso de generación de energía eléctrica a través del sistema de ciclo orgánico de Rankine, reduciendo totalmente los costos de la energía eléctrica usada en el proceso de enfriamiento y, a la vez generando electricidad para usarla en otros procesos, lo cual generará aún mayores ahorros para la empresa.</p> <p>La otra empresa es una termoeléctrica de 10 MW de potencia instalada, que emite gases a la atmósfera a 400°C. Su interés en el proyecto es generar otros 2 MW a través del sistema de ciclo orgánico de Rankine que maneja menores costos de operación y mantenimiento, respecto de los tradicionales sistemas de ciclo combinado a vapor.</p> | | |
| Identificación de grupos de interés (involucrados) | | |
| <p>Involucrados Directos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gerente técnico • Gerente financiero • Jefe de operación y mantenimiento eléctrico • Jefe de producción <p>Involucrados Indirectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Funcionarios de la Unidad de Planificación Minero Energética (UPME) • Funcionarios de la Agencia Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) <p>Empleados que manejan los créditos ambientales en los bancos</p> | | |
| Director de proyecto: Carlos Mauricio Bernal Rodriguez |  Firma | |
| Autorización de: Yorlenny Hidalgo Morales | Firma | |

Anexo 2: EDT del PFG



Anexo 3: CRONOGRAMA del PFG



Anexo 6: Diagrama de flujo de solicitudes de cambio

Anexo 7: Plantilla de Acta de Reuniones

| Nombre del Proyecto: | | | | | | |
|--------------------------------------|-----------------|------------|--------------------------------|---------------------------------|-----|----------------|
| | | | | | | |
| Consecutivo del Acta de Reunión | Tipo de Reunión | | Fecha de la Reunión | | | |
| | Seguimiento | Decisiones | Día | Mes | Año | Hora de Inicio |
| | | | | | | |
| Asistentes a la reunión | | | | | | |
| Nombres y Apellidos: | | | Rol que realiza en el proyecto | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| Objetivos de la reunión | | | | | | |
| Objetivo 1 | | | | | | |
| Objetivo 2 | | | | | | |
| Objetivo 3 | | | | | | |
| Objetivo 4 | | | | | | |
| Objetivo 5 | | | | | | |
| Temas tratados | | | | | | |
| Tema 1 | | | | | | |
| Tema 2 | | | | | | |
| Tema 3 | | | | | | |
| Tema 4 | | | | | | |
| Tema 5 | | | | | | |
| Decisiones tomadas | | | | | | |
| Decisión 1 | | | | | | |
| Decisión 2 | | | | | | |
| Decisión 3 | | | | | | |
| Decisión 4 | | | | | | |
| Decisión 5 | | | | | | |
| Firma de los asistentes a la reunión | | | | | | |
| Nombres y Apellidos: | | | Firma | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| Lugar de realización de la reunión | | | Hora de Terminación | Firma del Director del Proyecto | | |
| | | | | | | |

Anexo 9 Solicitud de Cambios

| Nombre del Proyecto: | | | | | | |
|--------------------------------------|----------------|---------|--------------------------------|----------------------|-----|------|
| | | | | | | |
| Consecutivo del Solicitud de Cambios | Tipo de Cambio | | Fecha de la Solicitud | | | |
| | Modificación | Adición | Día | Mes | Año | Hora |
| | | | | | | |
| Solicitantes: | | | | | | |
| Nombres y Apellidos: | | | Rol que realiza en el proyecto | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| Objetivos de la solicitud | | | | | | |
| Objetivo 1 | | | | | | |
| Objetivo 2 | | | | | | |
| Objetivo 3 | | | | | | |
| Objetivo 4 | | | | | | |
| Justificación de la solicitud | | | | | | |
| Argumento 1 | | | | | | |
| Argumento 2 | | | | | | |
| Argumento 3 | | | | | | |
| Argumento 4 | | | | | | |
| Impactos de la solicitud | | | | | | |
| Impacto 1 | | | | | | |
| Impacto 2 | | | | | | |
| Impacto 3 | | | | | | |
| Impacto 4 | | | | | | |
| Firma de los solicitantes | | | | | | |
| Nombres y Apellidos: | | | Firma | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| Lugar de realización de la solicitud | | | Hora de radicación | Firma del que radica | | |
| | | | | | | |

Anexo 10 Modelo de Contrato

CONTRATO DE PRESTACION DE SERVICIOS No. 001

Entre los suscritos a saber: de una parte CARLOS MAURICIO BERNAL RODRÍGUEZ , mayor de edad, vecino de esta ciudad, identificado con la cédula de ciudadanía No.15.348.590 de Sabaneta, Antioquia, obrando en calidad de Representante Legal de la empresa Promotora de Asesorías Ambientales Nacionales e Internaciones. SAS, persona jurídica de derecho privado, con ánimo de lucro, domiciliada en Medellín, quien para los efectos del presente documento, se denominará PAANI.SAS, y de otra parte XXXXX XXXXX XXXXX XXXXX, mayor y vecino de la ciudad XXXXXXXXXXXXXXX, identificado con la cédula de ciudadanía No. ##.###.### expedida en XXXXXXXXXXXXXXX, quien para los efectos del presente documento, se denomina EL CONTRATISTA, se ha convenido celebrar un contrato de prestación de servicios profesionales de XXXXXXXXXXXXXXX, que se regulará por las cláusulas que a continuación se expresan y en general por las disposiciones del Código Civil aplicables a la materia de que trata este contrato.

PRIMERA: OBJETO: EL CONTRATISTA, de manera independiente, es decir, sin que exista continuada dependencia y subordinación, utilizando sus propios medios, prestará sus servicios en el desarrollo de las siguientes actividades:

- 1) *Elaboración de ...*
- 2).
- 3).
- 4).

SEGUNDA. DURACIÓN DEL CONTRATO: El presente contrato tiene una duración de XXXXXXXX (###) *semanas* contadas a partir de la suscripción del acta de inicio.

TERCERA: VALOR DEL CONTRATO Y FORMA DE PAGO: El valor del presente contrato será (\$\$\$\$\$\$\$\$\$) XXXX XXXXX XXXXX M/cte. que se pagarán de la siguiente manera:

- 30% *(treinta por ciento) de anticipo.*
- 20% *(veinte por ciento) con la entrega de*
- 20% *(veinte por ciento) con la entrega de*
- 20% *(veinte por ciento) con la entrega de*
- 10% *(diez por ciento) al finiquito del contrato.*

Todos estos pagos se realizarán, previa presentación del acta de recibo a satisfacción por el supervisor del contrato, así como de la presentación del pago de aportes a la seguridad social, en los términos del artículo 23 del Decreto 1703 de 2002, artículo 3º de la Ley 797 de 2003 y demás normas concordantes.

PARÁGRAFO 1: De conformidad con el Estatuto Tributario, los pagos aquí establecidos están sujetos a las deducciones establecidas en el Estatuto Tributario por concepto de retención en la fuente y con destino a la Dirección de Aduanas e Impuestos Nacionales (DIAN).

CUARTA: OBLIGACIONES DE EL CONTRATISTA: Constituyen las principales obligaciones de éste:

- 1) Cumplir a cabalidad con el objeto del contrato determinado en la cláusula primera.
- 2) Cumplir en forma eficiente y oportuna los trabajos encomendados y aquellas obligaciones que se generen de acuerdo con la naturaleza del contrato.
- 3) Presentar informes semanales en las reuniones de seguimiento y control que se realizarán en las oficinas de PAANI.SAS.
- 4) Atender las solicitudes y recomendaciones que haga PAANI.SAS o sus delegados, con la mayor prontitud.
- 5) Obrar con diligencia en los asuntos a él encomendados.
- 6) Resolver las consultas con la mayor celeridad posible.
- 7) Acudir a las dependencias PAANI.SAS, durante el horario normal en que ésta desarrolla las labores, de acuerdo con las necesidades en la ejecución del objeto del contrato.
- 8) Reunirse y hacer seguimiento con los funcionarios que PAANI.SAS designe, para prestar la información y orientación que sea indispensable.
- 9) Observar el comportamiento adecuado en las relaciones interpersonales con el personal directivo, administrativo, en especial con quienes se tenga relaciones directas en la ejecución del contrato.

QUINTA: OBLIGACIONES DE PAANI.SAS:

- 1) Pagar al contratista el valor estipulado en el presente contrato, previa presentación del acta de recibo a satisfacción y de la factura correspondiente.
- 2) Suministrar la información y elementos necesarios a EL CONTRATISTA para la ejecución satisfactoria del objeto del presente contrato.

SEXTA: RÉGIMEN CONTRACTUAL. En razón a que el presente convenio es de naturaleza civil y por su naturaleza no crea vínculo laboral entre las partes, el valor que se compromete a cancelar el contratante constituye la única obligación económica que adquiere con el contratista, en consecuencia no tendrá derecho al pago de prestaciones sociales.

SÉPTIMA: SUPERVISIÓN DEL CONTRATO. La supervisión del presente contrato estará a cargo de XXXXXX XXXXXXXX XXXXXX XXX quien desempeña el cargo de XXXXX XXXXXXXX XXXXXXXX XXXXXXXX, quien deberá certificar el cumplimiento del objeto contractual.

OCTAVA: GARANTÍAS. El CONTRATISTA constituirá a favor de PAANI.SAS garantía única, que deberá ser otorgada por una compañía de seguros legalmente autorizada para funcionar en Colombia, sobre el valor del contrato y la cual deberá amparar los siguientes riesgos:

| RIESGO | Porcentaje | VALOR | VIGENCIA |
|----------------------------------|-------------------|----------------------|--|
| Cumplimiento | 20% | \$\$\$.\$\$\$.\$\$\$ | Durante la ejecución del contrato y dos meses más. |
| Calidad | 50% | \$\$\$.\$\$\$.\$\$\$ | Durante la ejecución del contrato y un año más |
| Salarios y prestaciones sociales | 10% | \$\$\$.\$\$\$.\$\$\$ | Durante la ejecución del contrato y tres años más |
| Correcto manejo del anticipo | 100% del Anticipo | \$\$\$.\$\$\$.\$\$\$ | Durante la ejecución del contrato y dos meses más. |

La cual requerirá para su validez la aceptación y aprobación del área jurídica de PAANI.SAS.

NOVENA: AFILIACIÓN AL SISTEMA DE SEGURIDAD SOCIAL. De conformidad con la siguiente normatividad, EL CONTRATISTA está obligado a afiliarse al Sistema de Seguridad Social y hacer el pago de los aportes respectivos: artículo 1º. Del D.R. 510/2003 que señala: "...De conformidad con lo previsto en el artículo 15 de la ley 100 de 1993, modificado por el artículo 3º. De la ley 797 de 2003, las personas naturales que prestan directamente servicios al Estado o a las entidades o empresas del sector privado bajo la modalidad de contratos de prestación de servicios o cualquier otra modalidad de servicios que adopten deberán estar afiliados al sistema general de pensiones y su cotización deberá corresponder a los ingresos que efectivamente perciba el afiliado....." D.R. 806/1998, artículo 25, inciso Segundo "...La afiliación al sistema de seguridad social en salud es obligatoria y se efectuará a través de los regímenes contributivo y subsidiado...". Artículo 18 ley 1122 de enero 9 de 2007: "...Los independientes contratistas de prestación de servicios cotizarán al sistema general de Seguridad Social en Salud el porcentaje obligatorio para Salud sobre una base de la cotización máxima de un 40% del valor mensualizado del contrato....".

DÉCIMA: CESIÓN DEL CONTRATO. EL CONTRATISTA no podrá ceder en todo ni en parte el presente contrato sin la autorización expresa y escrita del contratante.

DÉCIMA PRIMERA: TERMINACIÓN ANORMAL: El incumplimiento de las obligaciones nacidas de este acuerdo de voluntades por una de las partes, facultará a la otra para dar por terminado el contrato, sin que sea necesario requerimiento de ninguna índole.

DÉCIMA SEGUNDA: PENAL PECUNIARIA: En caso de incumplimiento de las obligaciones de cualquiera de las partes, salvo casos de fuerza mayor o caso fortuito, la parte que incumpla indemnizará a la otra en una cuantía del 10% del contrato.

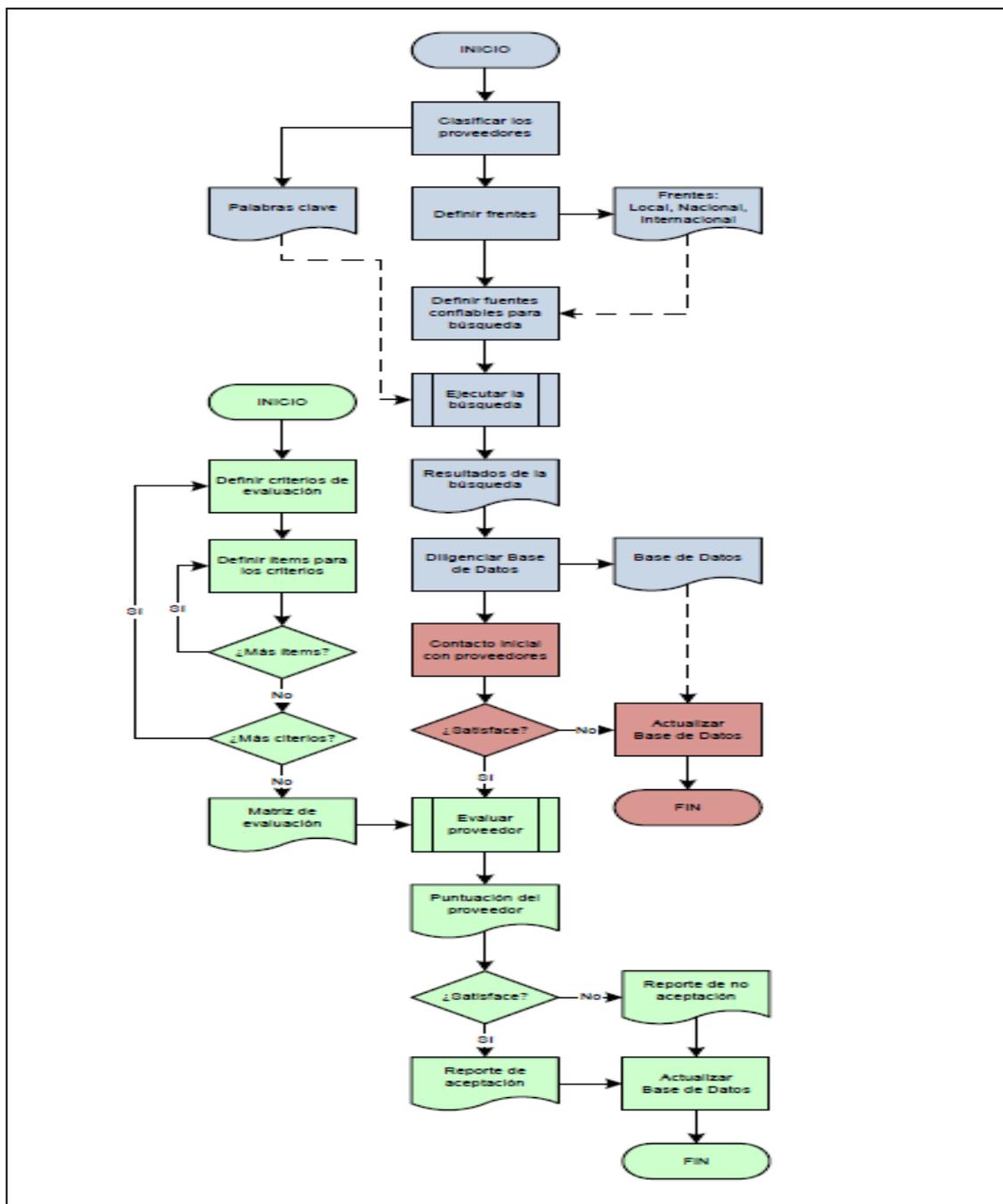
DÉCIMA TERCERA: MULTAS. En caso de incumplimiento parcial o mora en el cumplimiento de las obligaciones por parte de EL CONTRATISTA, éste pagará a PAANI.SAS multas sucesivas del 0,1% del valor del contrato por cada día de mora, las cuales podrán ser descontadas de los créditos a favor de EL CONTRATISTA.

En señal de conformidad, las partes suscriben el presente documento, en dos ejemplares del mismo tenor, en la ciudad de Medellín, a los 09 días del mes de *Noviembre* de dos mil catorce (2014).

PAANI.SAS:
CARLOS MAURICIO BERNAL R,
C.C. No 15.348.590 de Sabaneta (Antioquia)
Representante Legal

EL CONTRATISTA:
XXXXX XXXXX XXXXX XXXXX
C.C ##.###.### de XXXXXXXXXXXX

Anexo 11 Flujoograma del Proceso de Selección de Proveedores



Anexo 14: Registro de Control de Pagos del Contrato

| MATRIZ DE REGISTRO DE CONTROL DE PAGOS DEL CONTRATO | | | | | | | |
|---|-----------------------------------|-----|-----|--------|-----------------------------------|-----------------|----------------|
| Fecha de Programación | | | | | Comprador | | |
| Tipo de Contrato | | | | | Monto del Contrato | | |
| Nombre del Contratista | | | | | Objeto del Contrato | | |
| Pago No. | Porcentaje de Avance del Contrato | Día | Mes | Año | Porcentaje de Tiempo Transcurrido | Pago Programado | Pago Realizado |
| 1 | % | | | | % | \$ | \$ |
| 2 | % | | | | % | \$ | \$ |
| 3 | % | | | | % | \$ | \$ |
| 4 | % | | | | % | \$ | \$ |
| 5 | % | | | | % | \$ | \$ |
| 6 | % | | | | % | \$ | \$ |
| 7 | % | | | | % | \$ | \$ |
| 8 | % | | | | % | \$ | \$ |
| 9 | % | | | | % | \$ | \$ |
| 10 | % | | | | % | \$ | \$ |
| 11 | % | | | | % | \$ | \$ |
| 12 | % | | | | % | \$ | \$ |
| 13 | % | | | | % | \$ | \$ |
| 14 | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | |
| Observaciones | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| Revisó: | | | | Aprobó | | | Fecha |