

Prototipo de sistema híbrido de deshidratación industrial de plátano.

Prototipo de sistema híbrido de deshidratación industrial de plátano con base en tecnologías alternativas para la eficiencia energética. (prueba piloto)

Hernán Darío Gómez Vásquez

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para obtener el Título de Especialista en Gestión de Proyectos

Pablo Fernando Sánchez
Asesor proyecto de grado

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD
Escuela de Ciencias Administrativas, Contables, Económicas y de Negocios - ECACEN
Especialización en Gestión de Proyectos EGP
CEAD Medellín
Agosto de 2019

Dedicatoria

A mi esposa Sandra y a mi hijo Ali, que, con su paciencia, comprensión y acompañamiento permanente e incondicional, además de su ejemplo, incentivaron en mí la necesidad de crecer como ser humano y contar con los elementos que me permitan jugar un rol en el mundo desde el lado de las soluciones.

Resumen

El proyecto tiene como esencia desarrollar una prueba piloto de un prototipo de sistema híbrido de deshidratación industrial de plátano utilizando los parámetros conceptuales de las tecnologías alternativas en relación a la eficiencia energética como base de la sostenibilidad y sustentabilidad del proyecto que desarrolle e implemente dicho sistema.

Con carácter innovador el sistema consiste en la adecuación técnica de un container comercial tipo “Dry van” de 40 o 20 pies según las características de cada proyecto, como horno híbrido industrial para secado de frutas y verduras alternando estratégicamente dos fuentes energéticas en el proceso como son: calentamiento de aire por radiación solar y combustión de gas propano según los requerimientos técnicos de cada una de las fases del proceso industrial.

La propuesta está orientada en especial, mas no exclusivamente, al sector agrícola de regiones agroindustriales de alta productividad donde se genera altos volúmenes de producto de rechazo, el cual no cumple con los estándares de calidad propios del mercado ya sea nacional o internacional en el caso de las regiones con vocación exportadora como es el caso del municipio de Necoclí ubicado al norte de la subregión del Urabá antioqueño, buscando así mejorar significativamente las condiciones socioeconómicas y ambientales de estas comunidades.

Palabras claves: Producción, Eficiencia, Energía, Deshidratación, Sostenibilidad

Abstract

The project's essence is to develop a pilot test of a prototype of a hybrid industrial dehydration system for bananas using the conceptual parameters of alternative technologies in relation to energy efficiency as a basis for the sustainability and sustainability of the project that develops and implements said system.

Innovatively, the system consists of the technical adaptation of a commercial container “Dry van” of 40 or 20 feet depending on the characteristics of each project, such as an industrial hybrid oven for drying fruits and vegetables, strategically alternating two energy sources in the process such as They are: heating of air by solar radiation and propane gas combustion according to the technical requirements of each of the phases of the industrial process.

The proposal is oriented especially, but not exclusively to the agricultural sector of high productivity agroindustry regions where high volumes of rejection product are generated, which does not meet the quality standards of the market, whether national or international in the case of regions with an export vocation, such as the municipality of Necoclí located north of the Urabá sub-region of Antioquia, seeking to significantly improve the socioeconomic and environmental conditions of these communities

Key Words: Production, Efficiency, Energy, Dehydration, Sustainability

Índice

Introducción.....	1
CAPÍTULO 1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA TÉCNICO	2
1.1 Antecedentes del Problema.....	2
1.2 Contexto.....	3
1.3 Conflicto.....	3
1.4 Descripción del Problema	3
1.5 Sponsor del proyecto	5
1.6 Grupos de interés – Stakeholders	5
1.7 Posibles modalidades de solución del problema.....	6
1.8 Constricciones y restricciones del proyecto.....	7
1.9 Preguntas sistematizadoras.....	7
CAPÍTULO 2. JUSTIFICACIÓN	9
CAPÍTULO 3. OBJETIVOS	10
3.1 Objetivo general	10
3.2 Objetivos específicos	10
CAPÍTULO 4. DESARROLLO DEL PROYECTO APLICADO	11
4.1 Componentes estructurales básicos del prototipo de secador hibrido industrial.....	11
4.2 Componentes y dimensiones del sistema.....	11
4.3 Plan para la dirección del proyecto.....	12
4.3.1 Línea base del alcance.	12
CAPÍTULO 5. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS	18
5.1 Cronograma de actividades	18
5.2 Línea base de costos	21
5.3 Plan de gestión de la calidad	22

5.3.1 Realizar el aseguramiento de la calidad.	22
5.3.2 Control de la calidad.....	23
5.3.3 Formato encuesta clientes externos.....	24
5.3.4 Marco de referencia normativa para criterios de calidad	25
5.4 Plan de gestión de recursos humanos	27
5.5 Habilidades interpersonales	29
5.6 Plan de gestión de comunicaciones	30
5.7 Plan de gestión de riesgos.	33
5.8 Seguimiento y control de los riesgos	36
5.9 Plan de gestión de adquisiciones	37
5.10 Recursos para la adquisición	37
5.11 Productos y servicios por contratar.....	37
5.12 Procedimientos de las adquisiciones.....	38
5.12.1 Planificación de las adquisiciones.....	38
5.12.2 Gestión de las adquisiciones.	38
5.13 Plan de gestión de Stakeholders	39
5.14 Adquisiciones y logística.	44
4.13.1 Proceso constructivo del prototipo.	44
.....	45
5.15 Desarrollo pruebas y operación.....	46
5.16 Registro gráfico de fase de pruebas y operación.....	48
5.17 Registros y graficas de procesos de deshidratación con sistema hibrido.....	50
5.18 Análisis del proceso	53
CONCLUSIONES	55
RECOMENDACIONES	57
BIBLIOGRAFÍA	58

Índice de Tablas

Tabla 1. <i>Constricciones y restricciones</i>	7
Tabla 2. <i>Acta de constitución del proyecto</i>	12
Tabla 3. <i>Estructura de desglose del trabajo – EDT</i>	16
Tabla 4. <i>Línea base del cronograma</i>	18
Tabla 5. <i>Hoja de recursos</i>	21
Tabla 6. <i>Flujo de recursos</i>	21
Tabla 7. <i>Gestión del aseguramiento de la calidad</i>	22
Tabla 8. <i>Base metodológica para el control de la calidad</i>	23
Tabla 9. <i>Encuesta de satisfacción de clientes externos</i>	24
Tabla 10. <i>Adquirir el equipo del proyecto</i>	27
Tabla 11. <i>Cronograma del grupo del proyecto</i>	28
Tabla 12. <i>Asignaciones de personal al proyecto</i>	29
Tabla 13. <i>Evaluaciones del desempeño del equipo</i>	30
Tabla 14. <i>Plan de gestión de comunicaciones – Entradas</i>	30
Tabla 15. <i>Correlación tipo de comunicación Vs medios de comunicación – Técnicas y herramientas</i>	31
Tabla 16. <i>Procedimiento – técnicas y herramientas</i>	31
Tabla 17. <i>Control de la problemática – Salidas</i>	32
Tabla 18. <i>Matriz de gestión de riesgos</i>	33
Tabla 19. <i>Identificación del riesgo</i>	33
Tabla 20. <i>Categorización del riesgo</i>	34
Tabla 21. <i>Análisis cualitativo del riesgo</i>	35
Tabla 22. <i>Formato de seguimiento y control de riesgos</i>	36
Tabla 23. <i>Identificar los grupos de interés</i>	39
Tabla 24. <i>Plan de gestión de los grupos de interés</i>	40
Tabla 25. <i>Matriz de análisis de interesados</i>	41
Tabla 26. <i>Gestionar el compromiso con los grupos de interés</i>	42
Tabla 27. <i>Control de los compromisos de los interesados</i>	43

Tabla 28. <i>Proceso de secado por radiación con gas propano.</i>	50
Tabla 29. <i>Proceso de deshidratación con sistema híbrido Convección – Radiación.</i>	51

Índice de Gráficos

<i>Gráfico 1. Línea base de los costos.</i>	22
<i>Gráfico 2. Organigrama del grupo del proyecto.</i>	28
<i>Gráfico 3. Proceso operativo de deshidratación con gas propano</i>	46
<i>Gráfico 4. Proceso operativo de deshidratación híbrida con gas propano y panel solar.</i>	47
<i>Gráfico 5. Proceso por radiación.</i>	52
<i>Gráfico 6. Proceso híbrido por Convección – Radiación.</i>	52

Índice de Imágenes

<i>Imagen 1. Adecuación del interior de la cámara para deshidratación por radiación</i>	44
<i>Imagen 2. Proceso constructivo del panel solar para deshidratación por convección</i>	44
<i>Imagen 3. Componentes básicos del sistema (panel solar y cámara de secado).</i>	45
<i>Imagen 4. Adecuación de sistemas de extracción, combustible y medidores de consumo.</i>	45
<i>Imagen 5. Preparación de materia prima y registro de datos iniciales – PA. Peso A</i>	48
<i>Imagen 6. Sistema ensamblado y habilitado para deshidratación híbrida – gas y panel solar.</i>	48
<i>Imagen 7. Disposición del producto crudo para iniciar proceso de deshidratación híbrida</i>	49
<i>Imagen 8. Pesaje y registro de muestras horarias cada 10 minutos – PB Peso B.</i>	49
<i>Imagen 9. Sistema de medición y registro y control de temperaturas y consumo de gas.</i>	49

Introducción

Nuestro país a pesar de ser tan rico en recursos naturales, geografía diversidad y suelos fértiles no es una nación con cultura ambiental, pues durante muchos años las prácticas agrícolas e industriales convencionales viene gradualmente desgastando los ecosistemas y aportando significativamente al problema del calentamiento global y sus drásticas consecuencias.

En el caso específico del sector industrial para el procesamiento de alimentos, esta demanda una alta cantidad de energía especialmente en las etapas que requieren transferencia de calor ya sea en procesos de pasterización, secado, deshidratación y en general las actividades relacionadas con las buenas prácticas en la industria alimentaria. Generalmente esta energía proviene de fuentes como electricidad y combustibles en el caso de los gases e hidrocarburos, lo cual está suficientemente demostrado que debe ser revaluado como fuente energética debido a razones estratégicas como la disponibilidad del recurso y en especial la sostenibilidad y sustentabilidad ambiental.

Con base en lo anteriormente expuesto y con el ánimo de generar conciencia a nivel del sector agro industrial de procesamiento de alimentos ya sea a menor o mayor escala, este trabajo de investigación pretende aportar conocimiento tanto académico como técnico para la gestión y desarrollo de proyectos que impliquen la implementación de tecnologías alternativas en el área específica de aprovechamiento de energías limpias y transferencia de calor orientados al cambio de tendencia en términos de desarrollo sostenible y seguridad alimentaria.

El desarrollo de este proyecto está fundamentado conceptualmente en las guías del PMBOK desde la formulación, el seguimiento, control y monitoreo, pasando por las fases de diseños y presupuesto, planes de gestión, adquisiciones y logística, desarrollo, pruebas y operación hasta la fase final de informes y divulgación con base en las fechas acordadas y establecidas en el cronograma del proyecto.

CAPÍTULO 1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA TÉCNICO

1.1 Antecedentes del Problema

Tomando como referencia de una experiencia personal de carácter laboral, se tuvo la oportunidad de conocer a fondo la dinámica social de la zona rural del municipio de Necoclí ubicado al norte de la subregión de Urabá en el Departamento de Antioquia, zona reconocida a nivel nacional como un territorio agroindustrial de alta productividad gracias a su vocación económica como productora de banano y plátano de exportación.

Sobre la base de los estándares de calidad propios de los mercados internacionales, es evidente el alto volumen de material que no alcanza dichos requerimientos, por lo cual se genera un producto denominado descarte o rechazo que en su gran mayoría es comercializado con intermediarios para el mercado nacional y el producto restante de baja calidad es destinado a plantas de proceso de abonos orgánicos en especial en las fincas bananeras. En el caso del plátano este se dispone generalmente a campo abierto generando así la consecuente pérdida del producto, baja rentabilidad del sector platanero subregional y no menos importante impacto negativo en las condiciones medio ambientales, de tal manera que en la zona se han desarrollado algunos proyectos a baja escala para el aprovechamiento técnico de este subproducto tales como procesamiento industrial para fabricación de chips y precocidos para patacones, además de un par de plantas de producción de harina de plátano; pero, en ambos casos los proyectos han presentado problemas de rentabilidad debido a los altos costos de la energía requerida en los procesos de transformación industrial, especialmente en la etapa de transferencia de calor ya que se han instalado equipos de fuente energética basada en la utilización de energía eléctrica o combustibles fósiles como gas propano, acpm, fuel oíl o gasolina, llevando financieramente los proyectos a la insostenibilidad y cierre de los mismos.

1.2 Contexto

El proyecto es generado y orientado a los productores de plátano de las veredas con vocación de producción de plátano de exportación en la zona rural del municipio de Necoclí en la subregión de Urabá en el departamento de Antioquia

1.3 Conflicto

El origen del proyecto parte de una no conformidad identificada inicialmente por los mismos productores locales del plátano de exportación ya que la que su propia economía familiar se ve notablemente afectada debido a los altos costos de los insumos requeridos en el proceso en relación a los ingresos obtenidos de la venta del producto a las comercializadoras internacionales que son quienes practican los controles de calidad que a su vez generan altos volúmenes de material rechazado el cual es considerado por parte de los productores como una pérdida habitual mas no indispensable ya que son conscientes que este subproducto puede tener un aprovechamiento que mejore sus ingresos pero como en su gran mayoría estos productores son pequeños parceleros no cuentan con los recursos económicos para inversiones en industrialización ni cuentan con el acompañamiento institucional para el desarrollo e implementación de tecnologías alternativas que les faciliten dicho aprovechamiento, por tal razón se ven en la obligación de vender el producto que califica para mercado nacional a los intermediarios locales, los cuales definen el precio del producto y el resto del material que no califica para las comercializadoras internacionales ni para los intermediarios locales, es pérdida de rentabilidad y desperdicio de materia prima para otros potenciales proyectos productivos

1.4 Descripción del Problema

Tomando el municipio de Necoclí en la subregión del Urabá antioqueño como muestra representativa del sector agrícola referente de la propuesta y de sus características socioeconómicas, ambientales, y vocación agroindustrial, es notable que en los últimos 10 años se han implementado por parte de las empresas productoras y comercializadoras de banano y

plátano de exportación una serie de medidas técnicas para el tratamiento y disposición del subproducto denominado “rechazo” el cual no alcanza los estándares de calidad para su comercialización estimado en cerca del 5% de la producción total de las 48.000 hectáreas dedicadas al cultivo con una producción en el año 2017 de 351.000 toneladas (El Cultivo del Plátano en Urabá, 2011). En el caso de los cultivos de banano con 34.000 hectáreas este producto rechazado es generalmente destinado a las plantas de compostaje como insumo del programa de fertilización orgánica de los mismos cultivos generadores del producto, en el caso de los cultivos de plátano con 14.000 hectáreas en su mayoría en los municipios de Turbo, Necoclí y San Juan de Urabá con una base productiva de pequeños parceleros independientes y unidades productivas de entre 3 a 10 hectáreas con un nivel bajo de tecnificación y un rendimiento de producción por hectárea por debajo del promedio regional estimado para el año 2017 en 7.3 toneladas/hectárea/año, (cadenas Productivas del Plátano, 2018) en consecuencia la economía de los cultivadores de plátano del norte de Urabá, se ve negativa y significativamente afectada teniendo en cuenta los altos costos de producción gracias a los requerimientos de calidad pre establecidos por el mercado internacional como producto exportable.

Sobre la base de antes expuesto y partiendo de la prioridad para los insumos propios del mercado, es de esperar que los agricultores dedicados al cultivo de plátano en el norte de Urabá, no dispongan de los recursos económicos para invertir en el manejo integral de los excedentes agroindustriales como es el caso de las 5.100 toneladas anuales de material rechazado, el cual en su gran mayoría es dispuesto en cada una de las unidades productivas a campo abierto para su natural descomposición generando así un potencial riesgo de carácter ambiental por la generación de olores ofensivos, contaminación de fuentes hídricas por lixiviados y presencia de vectores con el consecuente deterioro en las condiciones de saneamiento ambiental y salud pública en las comunidades establecidas en este territorio sumado al riesgo de sostenibilidad del negocio en términos de rentabilidad y desarrollo.

Con el fin de ofrecerle alternativas de vida digna a la juventud de Urabá, cuyo desempleo asciende al 45,67 %, (en personas entre los 16 y los 29 años), se promueven distintos planes de desarrollo y formación técnica y profesional en la región (Sandoval, 2017)

Un asunto estratégico para resolver la problemática del desempleo juvenil en la subregión, es que empresas nacionales e internacionales hayan escogido Urabá para ejecutar allí un ambicioso proyecto de desarrollo. La región fue seleccionada por su pasado de violencia y porque tiene la menor calidad de vida del Departamento: el grado de miseria es del 20 % (Sandoval, 2017) de tal manera que es urgente la inversión en desarrollo de proyectos industriales que demanden mano de obra local ya sea para el proceso productivo y/o en la generación de materia prima.

1.5 Sponsor del proyecto

La sociedad agroindustrial Caribia es una sociedad familiar de inversiones en proceso de legalización con domicilio en la ciudad de Medellín, en la actualidad con disponibilidad de espacios locativos en el municipio de Necoclí para el desarrollo de proyectos productivos y se proyecta al corto plazo financiera y logísticamente para inversiones en la zona rural de la misma localidad en unidades productivas de vocación agrícola con miras al desarrollo de proyectos productivos enmarcados en la implementación de tecnologías alternativas, la eficiencia energética y la sostenibilidad ambiental.

1.6 Grupos de interés – Stakeholders

- Sociedad agroindustrial Caribia.
- Líder y gestor del proyecto.
- Asesor académico.
- Contratista técnico constructor.
- Proveedor de materiales estructurales.
- Proveedor de equipos eléctricos e instrumentación.
- Proveedor de materia prima para pruebas.
- Comunidad productora de plátano del municipio de Necoclí (CPPMN).

1.7 Posibles modalidades de solución del problema

En primer lugar, como alternativa de aprovechamiento del material de rechazo en las unidades productivas de plátano de exportación, podemos mencionar la utilización del mismo como materia prima para elaboración de abonos orgánicos incorporables en el mismo cultivo, mejorando así la calidad de los suelos y permitiendo la disminución gradual de la aplicación de fertilizantes químicos.

Restricciones: la implementación de dicha alternativa no representa una posibilidad de retorno financiero en términos de opciones de mercado, requiere de inversión en infraestructura para procesos, adquisición de otras materias primas de base seca como aserrín o cascara de arroz ambas de difícil consecución en la zona.

Como segunda alternativa de aprovechamiento tenemos la utilización del material de rechazo como insumo alimentario de bovinos y porcinos a nivel de las fincas productoras y aunque esta opción es regularmente utilizada en algunas parcelas y que el segundo renglón de la economía rural del municipio es la ganadería extensiva, esta no alcanza a demandar el alto volumen de material de rechazo disponible en la zona productora de platino de exportación.

Restricciones: Nivel medio de tecnificación en el sector ganadero y porcícola basados en el consumo de sales minerales y concentrados y altos costos de logística para el transporte del material a las fincas del sector ganadero y porcícola.

Otra opción y la más atractiva en términos de mejoramiento de la economía familiar de los productores de platino locales, es el diseño e implementación de un sistema de mercado para el material de rechazo como materia prima para otras cadenas productivas tales como producción de alimentos para consumo humano derivados del plátano o como en el caso del presente proyecto para industrialización en harinas y otros derivados, generando así un retorno económico a los productores y sus familias y el consecuente mejoramiento de su calidad de vida.

Restricciones: Iniciativa e inversión privada para el desarrollo de proyectos que demanden de manera significativa permanente el material de desecho disponible en la zona productora de plátano de exportación del municipio de Necoclí.

1.8 Constricciones y restricciones del proyecto

Tabla 1. *Constricciones y restricciones*

Constricciones	Restricciones
Condiciones climatológicas desfavorables en la fecha programada para las pruebas con sistema híbrido	Reprogramación de fechas de pruebas con sistema híbrido por condiciones climatológicas desfavorables
Fallas de carácter técnico en los componentes del sistema híbrido sin disponibilidad inmediata de remplazo	Reparación y/o adecuación de los elementos técnicos en falla y reprogramación de fecha para pruebas con sistema híbrido
Imprevistos críticos de carácter personal del gestor del proyecto y operador del sistema en la fecha programada para las pruebas.	Reprogramar las fechas de las pruebas con base en la disponibilidad del gestor del proyecto y operador del sistema híbrido

Fuente: elaboración propia.

1.9 Preguntas sistematizadoras

- ¿Cuáles son las causas específicas por las cuales los productores de plátano de exportación del municipio de Necoclí en el departamento de Antioquia, consideran que desde hace varios años vienen presentando una pérdida gradual acumulada en uso de los excedentes agroindustriales generados en su Actividad económica?
- ¿Cómo se puede mejorar el nivel de ingresos familiares de los productores de plátano del municipio de Necoclí, generados en el proceso productivo propio de dicho sector económico?
- ¿Qué efectos sociales y ambientales puede tener en las comunidades productoras de plátano de exportación del municipio de Necoclí la inadecuada disposición de los excedentes agroindustriales generados en el proceso productivo?

- ¿Cuáles son las opciones y/o alternativas técnicas ambientalmente sostenibles con las que cuentan los productores de plátano de exportación del municipio de Necoclí para el aprovechamiento de los excedentes agroindustriales de sus unidades productivas?

CAPÍTULO 2. JUSTIFICACIÓN

Con base en los lineamientos conceptuales de los objetivos de desarrollo sostenible números 1,6 y 7 “Erradicación de la pobreza, agua potable y saneamiento y energías renovables” (Objetivos de Desarrollo Sostenible, S.F) respectivamente, es de carácter prioritario generar y gestionar proyectos orientados a la optimización de las cadenas productivas establecidas actualmente como sustento de las comunidades rurales, para el caso específico de la presente propuesta de las comunidades de agricultores productores de plátano de exportación establecidas en los municipios de norte del Urabá antioqueño como son: Turbo, Necoclí y San Juan de Urabá y que en la actualidad desarrollan su actividad agrícola con un bajo nivel de tecnificación y a su vez baja rentabilidad desaprovechando un volumen importante de subproductos agroindustriales los cuales podrían ser procesados como materia prima para otras cadenas productivas como es el caso de la harina de plátano, siempre y cuando se implementen procesos industriales sostenibles partiendo de la investigación y desarrollo de energías alternativas enmarcadas en la sostenibilidad y la rentabilidad.

Académicamente la propuesta permite desarrollar diferentes elementos de la investigación aplicada al proyecto desarrollo tecnológico propuesto en el marco del ejercicio profesional como especialista en la gestión de proyectos, además del significativo aporte al potencial emprendimiento de proyectos que posibiliten mejorar la calidad de vida de las comunidades involucradas.

CAPÍTULO 3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Elaborar un prototipo de sistema híbrido de deshidratación industrial de plátano con base en tecnologías alternativas para la eficiencia energética.

3.2 Objetivos específicos

- Diseñar los elementos estructurales y funcionales del sistema híbrido de deshidratación industrial con materiales y fuentes energéticas alternativas.
- Construir el prototipo de sistema híbrido de deshidratación industrial con base en los diseños y términos de operación.
- Operar a modo de prueba el sistema híbrido de deshidratación industrial con el respectivo seguimiento técnico para los ajustes del caso y puesta a punto.
- Tabular y analizar los datos de proceso y operación para obtener los índices de productividad y eficiencia energética.

CAPÍTULO 4. DESARROLLO DEL PROYECTO APLICADO

4.1 Componentes estructurales básicos del prototipo de secador híbrido industrial

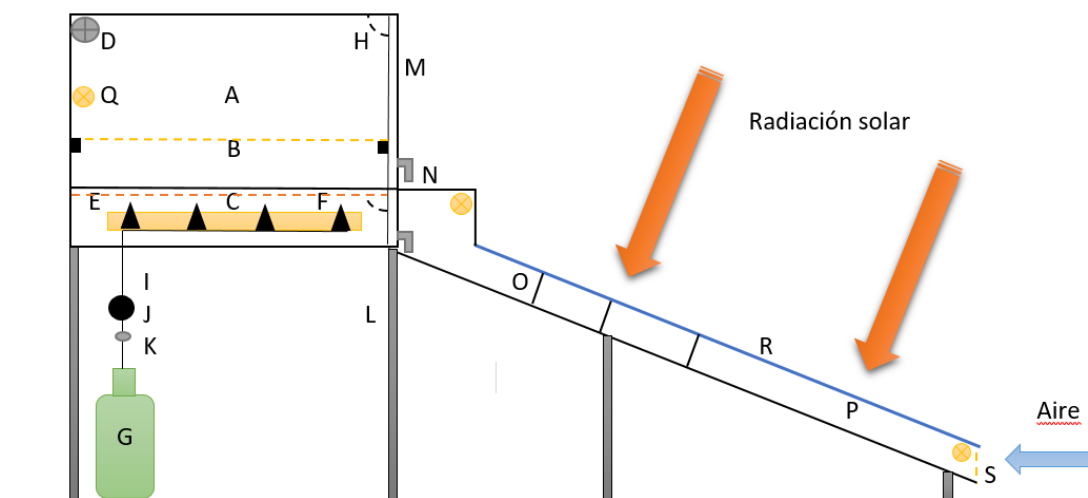


Figura 1. Componentes básicos del prototipo del secador híbrido industrial¹.

Fuente: Elaboración propia

4.2 Componentes y dimensiones del sistema

- A. Cámara de secado (ancho 62 cm, largo 75 cm, alto 30 cm)
- B. Soporte metálico perforado del producto. (62 cm x 75 cm)
- C. Cámara de quemadores. secado (ancho 62 cm, largo 75 cm, alto 15 cm)
- D. Sistema extractor. (16 cm de diámetro)
- E. Pantalla distribuidora de aire caliente. (62 cm x 75 cm)
- F. Quemadores de gas
- G. Contenedor de gas propano. (Cilindro de 20 libras)
- H. Bisagra de compuerta.
- I. Línea de conducción de gas

¹ Nota: corresponde a los componentes estructurales básicos y dimensionamiento preliminar del prototipo del secador híbrido industrial para plátano como elemento documental ilustrativo e introductorio al esquema funcional y operativo de la propuesta en desarrollo, los diseños y planos definitivos serán aportados previamente a la fase de proceso constructivo del prototipo con base en el cronograma acordado.

- J. Medidor de flujo de gas
- K. Válvula de control de flujo de gas.
- L. Soporte metálico del sistema. (58 cm de largo)
- M. Compuesta principal de cámara secadora.
- N. Manigueta de compuerta.
- O. Pantalla deflectora de aire caliente. (ancho 12 cm, largo 50 cm)
- P. Panel térmico de aire caliente. (ancho 62 cm, largo 280 cm, alto 12 cm)
- Q. Medidor de temperatura en °C
- R. Pantalla térmica de policarbonato. (ancho 62 cm, largo 280 cm)
- S. Membrana permeable de aire. (ancho 12 cm, largo 62 cm).

4.3 Plan para la dirección del proyecto

4.3.1 Línea base del alcance.

Tabla 2. Acta de constitución del proyecto

ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL PROYECTO	
PROYECTO	Prototipo de sistema híbrido de deshidratación industrial de plátano con base en tecnologías alternativas para la eficiencia energética. (prueba piloto)
PATROCINADO POR	Sociedad Agroindustrial Caribia
PREPARADO POR	Hernán Darío Gómez Vásquez Aspirante el título de especialista en gestión de proyectos Gestor formulador del proyecto
FECHA	Marzo 4 de 2019
REVISADO POR	Pablo Sánchez
FECHA	Marzo 29 de 2019
APROBADO POR	Pablo Sánchez
FECHA	Marzo 29 de 2019
BREVE DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	El proyecto consiste en el diseño, montaje y operación un prototipo industrial híbrido para secado de plátano con miras a el procesamiento de harina de plátano en el marco de la producción limpia y la gestión

energética con base en un sistema de secado no convencional que utiliza alternadamente dos fuentes energéticas para el proceso industrial priorizando la energía térmica por radiación solar y completando los requerimientos de nivel de deshidratación con energía calórica por combustión de gas propano, permitiendo así un ahorro significativo de los costos de producción y consecuente rentabilidad de la planta deshidratadora de plátano ubicada en las instalaciones de la parcela Caribia de propiedad de la sociedad patrocinadora del proyecto.

La sociedad agroindustrial Caribia es una empresa asociativa familiar en proceso de legalización ubicada en la vereda Caribia del municipio de Necoclí, dedicada básicamente a la producción de plátano de exportación en una parcela de 8 hectáreas de extensión con 5 de ellas dedicadas al cultivo de plátano con un grado medio de tecnificación, una densidad de cultivo de 1800 matas por hectárea y una producción promedio de 33 cajas/hectárea/semana, también cuenta con la infraestructura para el proceso de cosecha, lavado, clasificación, empaque, embalaje y embarque del producto a exportar.

Con base en la vocación platanera de la región, en el plan de expansión industrial de la sociedad y en la sentida necesidad a nivel local de desarrollar una opción de aprovechamiento estratégico de los excedentes agroindustriales de las unidades productivas asentadas en el municipio, se define por parte de la sociedad una oportunidad de negocio en la recolección y acopio del material de rechazo como materia prima para la producción industrial de harina de plátano comercializable como insumo para la industria de suplementos y nutrición animal.

OBJETIVOS DEL PROYECTO	General	Elaborar un prototipo de sistema híbrido de deshidratación industrial de plátano con base en tecnologías alternativas para la eficiencia energética.
	Específicos	Diseñar los elementos estructurales y funcionales del sistema híbrido de deshidratación industrial con materiales y fuentes energéticas alternativas.

	<p>Construir el prototipo de sistema híbrido de deshidratación industrial con base en los diseños y términos de operación.</p> <p>Operar a modo de prueba el sistema híbrido de deshidratación industrial con el respectivo seguimiento técnico para los ajustes del caso y puesta a punto.</p> <p>Tabular y analizar los datos de proceso y operación para obtener los índices de productividad y eficiencia energética.</p>
FACTORES CRÍTICOS DE ÉXITO DEL PROYECTO	<p>Proceso de adquisición de equipos y materiales con base en los lineamientos técnicos del plan de gestión energética y diseños aprobados.</p> <p>Desarrollo del proceso constructivo del prototipo con base en los lineamientos técnicos de los diseños y en las fechas establecidas en el cronograma del proyecto.</p> <p>Eficiencia del proceso operativo del prototipo en términos de rendimiento energético y calidad del producto obtenido.</p>
ALCANCE DEL PROYECTO	<p>Establecer los valores de consumo energético del prototipo como sistema híbrido de deshidratación industrial referenciándolos con el sistema de deshidratación convencional determinando así la eficiencia, rendimiento y conveniencia de la implementación del sistema híbrido en procesos industriales relacionados.</p>
FASES DEL PROYECTO	<hr/> <p>Fase 1 Planificación</p> <ul style="list-style-type: none"> - Planteamiento del problema - Gestión de información - Ajustes del texto y cronograma - Retroalimentación del asesor <p>Fase 2 Diseños y presupuesto</p> <ul style="list-style-type: none"> - Diseños estructurales del prototipo

- Estimación de costos / hoja de recursos
- Estructuración (EDT / WBS) Project libre
- Retroalimentación del asesor

Fase 3 Planes de gestión

- Planes de gestión - Alcance, costos, calidad y recursos humanos
- Planes de gestión - Comunicaciones, riesgos, adquisiciones y Stakeholders
- Retroalimentación del asesor - Seguimiento, revisión y ajustes

Fase 4 Adquisiciones y logística

- Adquisiciones y compra de materiales
- Gestión de logística y de operaciones
- Proceso constructivo del prototipo

Fase 5 Desarrollo – Pruebas y operación

- Recepción y ajustes del prototipo
- Operación de prueba en vacío
- Operación / Desarrollo del proyecto
- Tabulación y análisis / datos operativos
- Informe de evaluación de operaciones
- Retroalimentación del asesor

Fase 6 Informes y divulgación

- Consolidación documental
- Retroalimentación del asesor
- Entrega documento final proyecto aplicado

INTERESADOS	Internos	Miembros Sociedad Agroindustrial Caribia.
CLAVES		Gestor formulador del proyecto. Asesor académico del proyecto. Contratista constructor del prototipo.
	Externos	Firma proveedora de materiales. Firma proveedora de equipamiento. Consultores en diseños funcionales. Consultores en diseños estructurales. Productores locales de materia prima.

	Potenciales clientes del proyecto.
RIESGOS	<ul style="list-style-type: none"> - Fallas en el diseño funcional del prototipo. - Fallas en el diseño estructural del prototipo - Gestión deficiente de la logística de adquisiciones. - Gestión deficiente de la logística de proceso constructivo. - Errores o imprevistos en proceso constructivo. - Variaciones no previsibles en parámetros climatológicos.
HITOS DEL PROYECTO	<ul style="list-style-type: none"> - Aprobación de acta de constitución del proyecto (01/03/2019) - Inicio de actividades con base en el cronograma (04/03/2019) - Entrega de informe de evaluación de operaciones (02/08/2019) - Entrega documento proyecto aplicado (30/08/2019)
PRESUPUESTO DEL PROYECTO	\$ 2.623.200 aportados 100% Sociedad Agroindustrial Caribia.
DIRECCIÓN DEL PROYECTO	Equipo gestor: Gestor formulador y asesor académico.
APROBACIÓN DE ACTA	Sociedad Agroindustrial Caribia
FECHA	Marzo 1 de 2019

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3. Estructura de desglose del trabajo – EDT

Sponsor: Sociedad Agroindustrial Caribia

Proyecto: prototipo de sistema híbrido de deshidratación industrial de plátano con base en tecnologías alternativas para la eficiencia energética. (prueba piloto)

Fase 1: Planificación

- Planteamiento del problema - Origen contextual del proyecto
- Gestión de información - Investigación conceptual y documental
- Ajustes del texto y cronograma - Actualizaciones documentales
- Retroalimentación del asesor – Seguimiento, revisión y recomendaciones.

Fase 2: Diseños y presupuesto

- Diseños estructurales del prototipo - Representación gráfica y dimensionamiento.
- Estimación de costos / hoja de recursos – Línea base de los costos del proyecto
- Estructuración (EDT / WBS) Project libre – Estructura de desglose del trabajo
- Retroalimentación del asesor - Seguimiento, revisión y ajustes.

Fase 3: Planes de gestión.

- Planes de gestión - Alcance, costos, calidad y recursos humanos
- Planes de gestión - Comunicaciones, riesgos, adquisiciones y Stakeholders
- Retroalimentación del asesor - Seguimiento, revisión y ajustes

Fase 4: Adquisiciones y logística.

- Adquisiciones y compra de materiales - Gestión comercial de insumos
- Gestión de logística y de operaciones - Disposición de espacios, transporte e insumos
- Proceso constructivo del prototipo.

Fase 5: Desarrollo – Pruebas y operación.

- Recepción y ajustes del prototipo - Referenciación técnica con diseños aprobados
 - Operación de prueba en vacío - Verificación de parámetros pre operativos del prototipo.
 - Operación / Desarrollo del proyecto – Proceso técnico para obtención de datos operativos.
 - Tabulación y análisis / datos operativos - Evaluación de registros obtenidos
 - Informe de evaluación de operaciones - Elaboración de informes post operativos
- Retroalimentación del asesor - Seguimiento, revisión y ajustes.

Fase 6: Informes y divulgación.























- Consolidación documental - Elaboración de documento preliminar (consolidado borrador)
- Retroalimentación del asesor - Seguimiento, revisión y ajustes
- Entrega documento final proyecto aplicado.

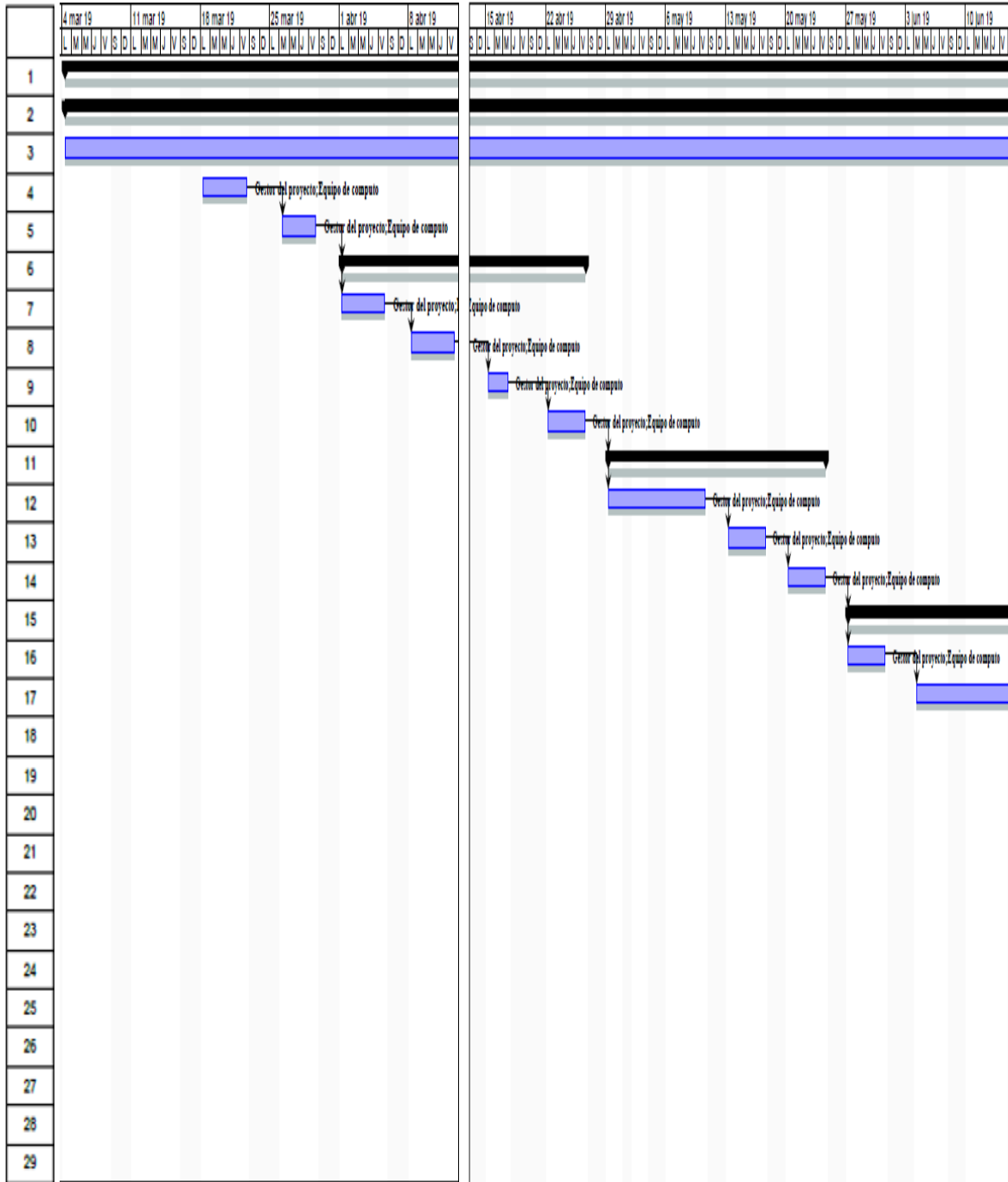
Fuente: elaboración propia.

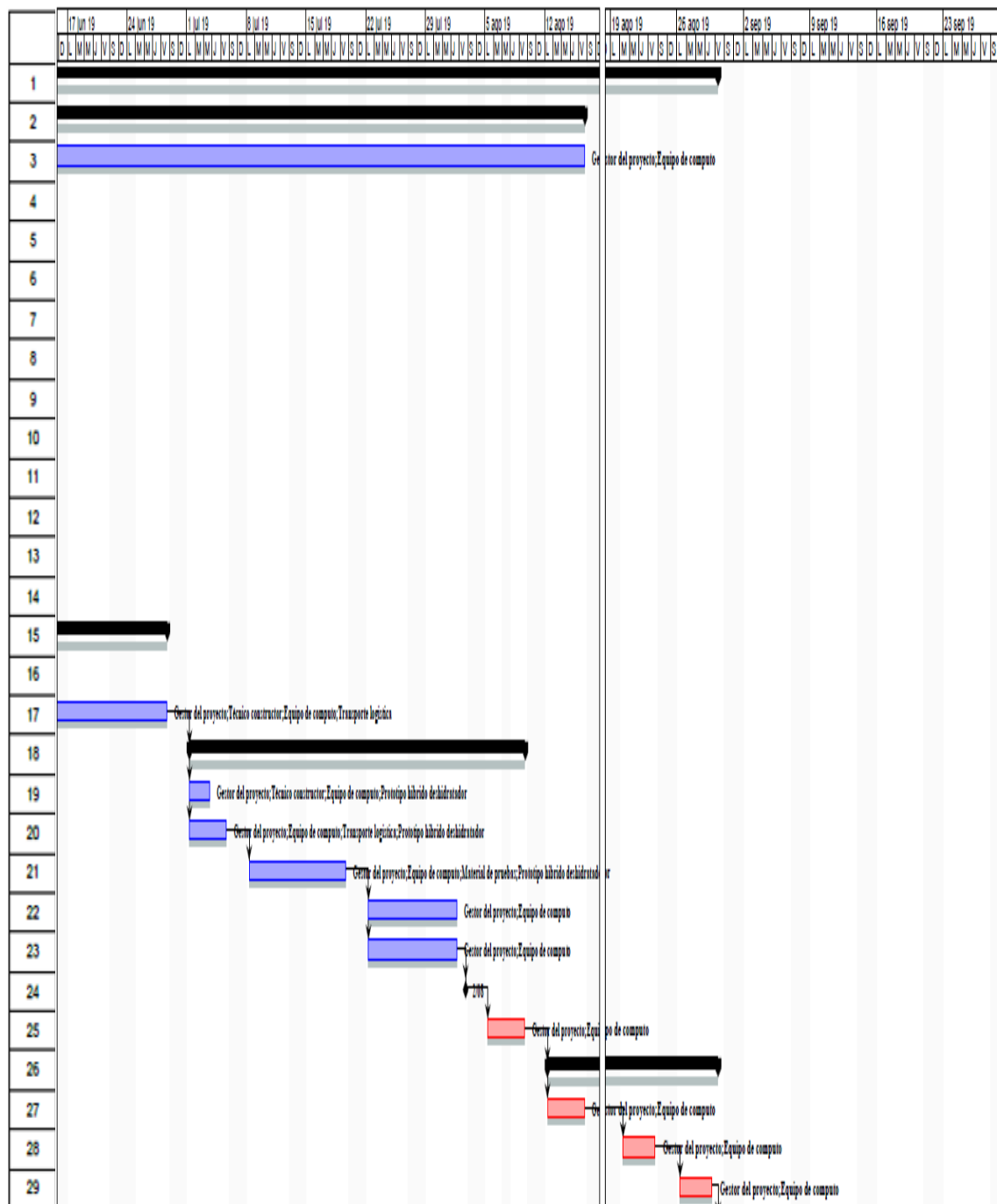
CAPÍTULO 5. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

5.1 Cronograma de actividades

Tabla 4. Línea base del cronograma.

		Nombre	Duración	Inicio	Terminado
1		Prototipo de sistema híbrido de deshidratación industrial	121 days?	4/03/19 08:00 AM	30/08/19 08:00 AM
2		Planteamiento del problema	113 days?	4/03/19 08:00 AM	16/08/19 05:00 PM
3		Gestión de Información	113 days	4/03/19 08:00 AM	16/08/19 05:00 PM
4		Ajustes del texto y cronograma	5 days?	18/03/19 08:00 AM	22/03/19 05:00 PM
5		Retroalimentación del asesor	4 days?	26/03/19 08:00 AM	29/03/19 05:00 PM
6		Diseños y planos del prototipo	18 days?	1/04/19 08:00 AM	26/04/19 05:00 PM
7		Elaboración de diseños estructurales del sistema	5 days?	1/04/19 08:00 AM	5/04/19 05:00 PM
8		Estimación de costos / hoja de recursos	5 days?	8/04/19 08:00 AM	12/04/19 05:00 PM
9		Estructuración (EDT / WBS) Project Libre	3 days?	15/04/19 08:00 AM	17/04/19 05:00 PM
10		Retroalimentación del asesor	5 days?	22/04/19 08:00 AM	26/04/19 05:00 PM
11		Planes de gestión	19 days?	29/04/19 08:00 AM	24/05/19 05:00 PM
12		Planes de gestión de (alcance, costos, calidad y recursos humanos)	9 days?	29/04/19 08:00 AM	10/05/19 05:00 PM
13		Planes de gestión de (comunicaciones, riesgos, adquisiciones y Stakeholders)	5 days?	13/05/19 08:00 AM	17/05/19 05:00 PM
14		Retroalimentación del asesor	5 days?	20/05/19 08:00 AM	24/05/19 05:00 PM
15		Adquisiciones y compra de materiales	23 days?	27/05/19 08:00 AM	28/06/19 05:00 PM
16		Gestión de logística / operaciones	5 days?	27/05/19 08:00 AM	31/05/19 05:00 PM
17		Proceso constructivo del prototipo	18 days?	4/06/19 08:00 AM	28/06/19 05:00 PM
18		Evaluación	29 days?	1/07/19 08:00 AM	9/08/19 05:00 PM
19		Recepción y ajustes del prototipo	3 days?	1/07/19 08:00 AM	3/07/19 05:00 PM
20		Operación de prueba en vacío.	5 days?	1/07/19 08:00 AM	5/07/19 05:00 PM
21		Operación / Desarrollo del proyecto	10 days?	8/07/19 08:00 AM	19/07/19 05:00 PM
22		Tabulación y análisis / datos operativos	9 days?	22/07/19 08:00 AM	1/08/19 05:00 PM
23		Elaboración de informe de evaluación de operaciones	9 days?	22/07/19 08:00 AM	1/08/19 05:00 PM
24		Entrega de Informe de evaluación de operaciones	0 days	2/08/19 05:00 PM	2/08/19 05:00 PM
25		Retroalimentación del asesor	4 days?	5/08/19 08:00 AM	9/08/19 05:00 PM
26		Divulgación	13 days?	12/08/19 08:00 AM	30/08/19 08:00 AM
27		Consolidación documental (Borrador)	5 days?	12/08/19 08:00 AM	16/08/19 05:00 PM
28		Retroalimentación del asesor	4 days?	20/08/19 08:00 AM	23/08/19 05:00 PM
29		Elaboración documento Informe final	4 days?	26/08/19 08:00 AM	29/08/19 05:00 PM
30		Entrega documento proyecto aplicado.	0 days	30/08/19 08:00 AM	30/08/19 08:00 AM





Fuente: elaboración propia.

5.2 Línea base de costos

Tabla 5. *Hoja de recursos.*

RECURSO	TIPO	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR \$
Gestor del Proyecto	Trabajo	1	Global	0
Técnico constructor	Trabajo	1	Global	750.000
PC / Internet / energía eléctrica	Material	1	Global	300.000
Horno industrial usado	Material	1	Unidad	400.000
Pintura anticorrosiva negra	Material	1	Galón	85.000
Estractor de aire	Material	1	Unidad	82.600
Pantalla de policarbonato	Material	1	Unidad	118.000
Contenedor de gas	Material	1	Unidad	135.500
Sistema de válvulas	Material	1	Global	38.300
Accesorios eléctricos	Material	1	Global	95.800
Indicadores temperatura	Material	3	Unidad	45.000
Bandejas de prueba	Material	3	Unidad	110.000
Transporte logística	Material	1	Global	250.000
Material de pruebas	Material	20	Kilogramos	28.000
Accesorios estructurales	Material	1	Global	185.000
Subtotal Materiales				1.873.200
Subtotal Mano de obra				750.000
Total proyecto				2.623.200

Fuente: elaboración propia.

Tabla 6. *Flujo de recursos*

FASE	COSTO EN \$	DESARROLLO DEL PROYECTO EN MESES					
		1	2	3	4	5	6
1. Planificación	225.000	50.000	50.000	50.000	25.000	25.000	25.000
2. Diseños presupuesto							
3. Planes de gestión							
4. Adquisiciones logística	2.045.200				2.045.200		
5. Desarrollo pruebas	278.000					278.000	
6. Informes divulgación	75.000				25.000	25.000	25.000
Costo del proyecto	2.623.200						
Costos por mes		50.000	50.000	50.000	2.095.200	328.000	50.000
Costos acumulados		50.000	100.000	150.000	2.245.200	2.573.200	2.623.200

Fuente: elaboración propia.

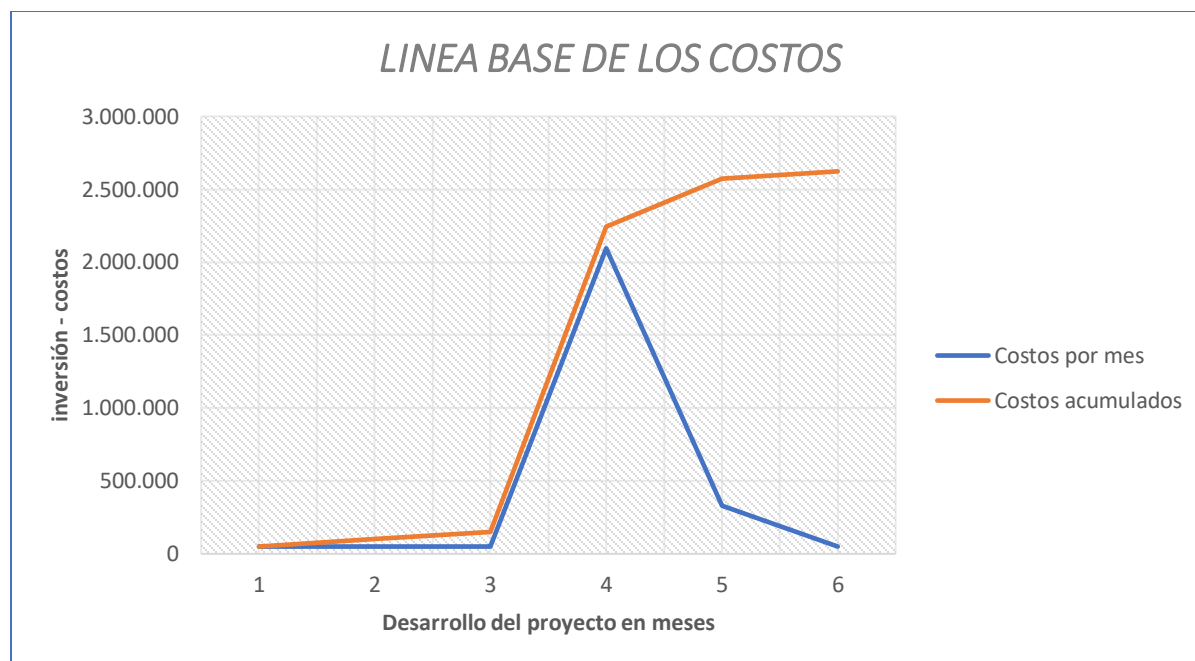


Gráfico 1. Línea base de los costos.

Fuente: elaboración propia.

5.3 Plan de gestión de la calidad

La elaboración del presente plan tiene como objeto exponer los lineamientos e instrumentos de calidad que permitan a equipo gestor desarrollar el proyecto en los términos cronológicos y financieros definidos en el acta de constitución del mismo enmarcados en los requerimientos legales propios del sector económico y en las necesidades del patrocinador del proyecto.

5.3.1 Realizar el aseguramiento de la calidad.

Tabla 7. *Gestión del aseguramiento de la calidad.*

Gestión del aseguramiento de la calidad

- El proceso consiste en auditar los procesos de calidad y los resultados obtenidos a partir de medidas de control de calidad, con el objeto de garantizar que se utilicen conceptos operacionales y normas de calidad adecuadas. El soporte de aseguramiento de calidad se

orienta al equipo del proyecto, al patrocinador y al conjunto de interesados internos previamente definidos.

- El aseguramiento de la calidad cubre la mejora continua de procesos como estrategia fundamental para mejorar la calidad del conjunto de procesos del proyecto, la mejora continua reduce al mínimo las actividades inútiles y elimina aquellas que no agregan valor al proyecto, operando así los procesos con criterios de eficiencia y efectividad.
 - El aseguramiento de la calidad del proyecto implica que la fase correspondiente al proceso constructivo del prototipo, pruebas y desarrollo del proyecto, se ejecuten en el tiempo estipulado y con los requerimientos específicos que permitan que el prototipo de deshidratador industrial híbrido funcione de forma tal que satisfaga los requerimientos de información de los patrocinadores del proyecto.
-

Fuente: elaboración propia

5.3.2 Control de la calidad.

Tabla 8. *Base metodológica para el control de la calidad.*

Base metodológica para el control de la calidad	
<i>Estrategia</i>	<i>Actividad</i>
Satisfacción del clientes externos e internos	- Clientes externos – Encuesta al final del proyecto - Clientes internos – reunión de evaluación al final del proyecto con el equipo de trabajo y registro de inconformidades en acta.
Gestión de relaciones con el cliente	- Disponibilidad permanente de información en los formatos requeridos por el patrocinador. - Elaboración y remisión de informe detallado de los resultados de la fase de pruebas y desarrollo dirigida al patrocinador.
Gestión del riesgo	- Determinar los riesgos asociados al proyecto, definir e implementar plan de monitoreo, control y reducción o eliminación según el caso.
Actualización.	- Realizar la revisión, actualización y registro de los documentos relacionados con el aseguramiento de la calidad.

Fuente: Elaboración propia.

5.3.3 Formato encuesta clientes externos

Tabla 9. *Encuesta de satisfacción de clientes externos.*

<i>Encuesta de satisfacción de clientes externos</i>			
Pregunta	<i>Siempre</i>	<i>Algunas veces</i>	<i>nunca</i>
- Tiene usted y/o su familia información clara sobre el proyecto desarrollado.			
- Tiene usted o su familia algún vínculo con el proyecto desarrollado.			
- Manifiesta usted, su familia o algún miembro de su comunidad algún grado de afectación durante el desarrollo del proyecto.			
- Esta usted y su familia de acuerdo con el desarrollo e implementación del proyecto.			
- Conoce usted los mecanismos y vías legales para manifestar peticiones, quejas o reclamos relacionados con el desarrollo del proyecto.			
- Estaría usted dispuesto a colaborar activamente en el desarrollo del proyecto desde su rol en la comunidad involucrada.			
- Conoce usted o tiene información veraz sobre los gestores del proyecto.			
- Tiene usted información concreta en relación a los beneficios para su comunidad con el desarrollo del proyecto.			

Fuente: elaboración propia

5.3.4 Marco de referencia normativa para criterios de calidad

Tabla 10. *Marco de referencia normativa para criterios de calidad.*

Marco de referencia normativa para criterios de calidad	
<i>Marco de referencia</i>	<i>Descripción de la norma</i>
NTC 2774, Evaluación de Materiales Aislantes Térmicos Empleados en Colectores Solares, 3 octubre 1990.	Esta norma establece una metodología de ensayo para evaluar algunas propiedades de los materiales aislantes térmicos empleados en colectores solares con razones de concentración menores que 10. Las propiedades en cuestión son: pH, características de ignición de la superficie, absorción de humedad, absorción de agua, resistencia térmica, contracción o dilatación lineal, rendimiento con la superficie caliente y envejecimiento acelerado. Esta norma solo describe el procedimiento para la revisión del pH. Para las demás pruebas se deben verificar los procedimientos según las normas americanas ASTM. Como la ASTM C518, ASTM C177, ASTM C687, ASTM C209, ASTM D2842, ASTM C553 y ASTM E84.
NTC 1736 Energía Solar. Definición y Nomenclatura, 24 agosto 2005.	Esta norma contiene definiciones de acuerdo a sistemas fotovoltaicos, acordes con la simbología que se encuentra en la norma NTC 1736. Define conceptos como arreglo fotovoltaico, batería, potencia pico, celdas fotovoltaicas, respuesta espectral, eficiencia de conversión, corriente de carga, entre otros términos generales. Esta norma no incluye especificaciones necesarias o clasificación de sistemas fotovoltaicos. Solo definiciones y terminología.
CODIGO ASME, SECCION VIII, Div. 1, TEMA CLASS "R"	El código ASME sección VIII, define el todo lo que tiene que ver con respecto a la construcción y el diseño de recipientes a presión, en diferentes tipos de condiciones, entre ellas, condición de temperatura, como lo son los colectores y calentadores solares cerrados, donde se describe todas sus condiciones de utilización y sus restricciones, de mano con el código ASME sección VII, el cual contiene todos los materiales que se necesitan usar para el diseño de estos equipos, con sus modos de utilización.
Norma Método de Prueba ASTM C518,	Este método de ensayo proporciona un medio rápido para la determinación de las propiedades de transmisión térmica en estado

Estándar para las Propiedades en Estado Estacionario de Transmisión Térmica Mediante el Aparato de flujo de calor.	estacionario de aislamientos térmicos y otros materiales con un alto nivel de precisión cuando el aparato ha sido calibrado apropiadamente. La calibración correcta del aparato de medidor de flujo de calor se requiere que esté calibrado usando materiales que tiene propiedades de transmisión térmica anteriormente determinados por los métodos de ensayo C177, o C1114.
Norma ASTM C177, Método de Prueba Estándar para Medidas de Calor en Estado Estacionario y Propiedades de Transmisión Térmica por Medio de Colectores de Calor	Este método de ensayo cubre la medición de flujo de calor y las condiciones de prueba asociados para colectores planos. El colector de calor plano caliente se utiliza generalmente para medir el flujo de calor en estado estacionario a través de materiales que tienen una conductividad térmica baja y comúnmente denotado como aislantes térmicos. La precisión de la medición aceptable requiere una geometría de la probeta con una gran relación de área de espesor.
Norma ASTM C687, Práctica Estándar para la Determinación de la Resistencia Térmica de un Recipiente Vaciado Aislado	La resistencia térmica de un aislamiento está relacionada con la densidad y el espesor del aislamiento. Es deseable obtener datos de pruebas sobre resistencias térmicas en espesores y densidades relacionadas con los usos finales del producto.
Resolución 1056 del 17 abril 1996 instituto colombiano agropecuario ICA	Dictan las disposiciones sobre el control técnico y parámetros de calidad de los Insumos Pecuarios destinados para nutrición animal y se derogan las Resoluciones No. 710 de 1981, 2218 de 1980 y 444 de 1993.
Resolución 2674 del 22 de julio de 2013, Colombia Ministerio de Salud y Protección Social.	Establece el reglamento técnico sobre los requisitos sanitarios que deben cumplir las frutas que se procesen, empaquen, transporten, importen, exporten y comercialicen en el territorio nacional.

Fuente: Elaboración propia.

5.4 Plan de gestión de recursos humanos

El plan de gestión de recursos humanos para construcción de un prototipo de sistema híbrido de deshidratación industrial de harina de plátano de acuerdo a las necesidades de cumplimiento y objetivos deseados, en el plan de gestión, contempla las siguientes fases:

- Identificar las habilidades con las cuales debe contar los recursos humanos del proyecto para la construcción de in prototipo de sistema híbrido de deshidratación industrial de harina de plátano.
- Cronograma de actividades.
- Organigrama del proyecto.
- Definir el número óptimo de profesionales y operarios para llevar a cabo el proyecto.
- Definición de responsabilidades de acuerdo al rol.

Tabla 10. *Adquirir el equipo del proyecto.*

Participantes	Rol	Actividad	Responsabilidades	Habilidades
Hernán Darío Gómez Vásquez	Gestor y líder del proyecto	Gestionar y verificar el cumplimiento de los lineamientos del proyecto	Formular, gestionar, desarrollar, controlar, verificar y divulgar los objetivos y resultados obtenidos en el proyecto	Académicas en formulación y gestión de proyectos e investigación en desarrollo tecnológico.
Pablo Sánchez	Asesor académico	Revisar los avances documentales del gestor del proyecto. Concertar y adelantar los encuentros tutoriales requeridos.	Asesorar académicamente el desarrollo de la formulación del proyecto y la elaboración del documento de informe final.	Académicas y pedagógicas en formulación y evaluación de proyectos

Raúl Hernández Rodríguez	Técnico constructor	Construir el prototipo	Garantizar la construcción del prototipo con base en los diseños aprobados.	Técnicas en procesos constructivos de equipos metal mecánicos y a fines.
--------------------------	---------------------	------------------------	---	--

Fuente: elaboración propia.

Tabla 11. *Cronograma del grupo del proyecto.*

<i>Recursos humanos</i>	<i>Desarrollo / Mes</i>					
	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
Gestor del proyecto	4-31	1-30	1-31	1-30	1-31	1-30
Asesor académico	26-29	22-26	20-24	5-6	-	5-30
Técnico constructor				4-28	1-5	

Fuente: elaboración propia

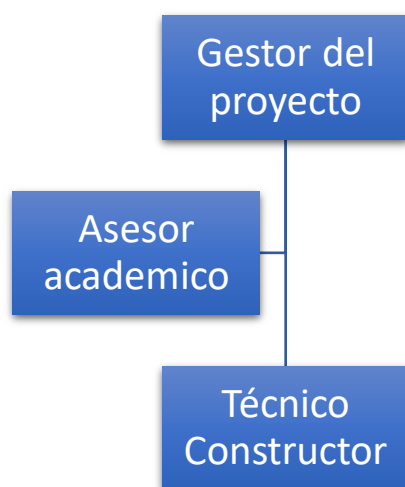


Gráfico 2. Organigrama del grupo del proyecto.

Fuente: elaboración propia

En la tabla que se encuentra a continuación se presenta la asignación del personal de acuerdo con las fases del proyecto.

Tabla 12. *Asignaciones de personal al proyecto*

<i>Fase</i>	<i>Recurso Humano</i>
1. Planificación	- Gestor del proyecto - Asesor académico
2. Diseños y presupuesto	- Gestor del proyecto - Asesor académico
3. Planes de gestión	- Gestor del proyecto - Asesor académico
4. Adquisiciones y logística	- Gestor del proyecto - Asesor académico - Técnico constructor
5. Desarrollo, pruebas y operación	- Gestor del proyecto - Asesor académico - Técnico constructor
6. Informes y divulgación	- Gestor del proyecto - Asesor académico

Fuente: elaboración propia.

5.5 Habilidades interpersonales

El equipo debe tener competencias generales como: Comunicación asertiva, relaciones interpersonales, trabajo en equipo, escucha, respeto; desde la dirección del proyecto se espera contar con cualidades como: Gestión de recursos económicos, gestión de proyectos, capacidad de entendimiento para reconocer las necesidades del equipo, además de la facilidad de planeación de los proyectos, identificación de las mejoras en los proyectos. Desde el gestor del proyecto las cualidades más significativas son: Manejo de conflictos, motivación y delegación de actividades oportunamente.

Para reconocer el desempeño de cada uno de los integrantes se utilizará el siguiente formato:

Tabla 13. *Evaluaciones del desempeño del equipo*

Evaluación de desempeño															
Nombre:															
Cargo:															
Áreas de desempeño						1	2	3	4	5	Áreas de desempeño				
						1	2	3	4	5					
Habilidades para liderar											Trabaja bajo estrés y presión				
Habilidades para tomar decisiones											Conoce las actividades asignadas				
Acepta cambios											Planeación				
Asume responsabilidades											Organización				
Respetar las reglas											Calidad del trabajo				
Cooperación											Cantidad de producción				
Autonomía											Prácticas de seguridad				

Fuente: elaboración propia.

5.6 Plan de gestión de comunicaciones

Tabla 14. *Plan de gestión de comunicaciones – Entradas.*

Plan de gestión de comunicaciones proyecto Caribia	
Propósito	Brindar una guía metodológica para el proceso de comunicaciones entre los interesados del presente proyecto definiendo el tipo de información a emitir, la frecuencia, forma de distribución, contenido temático, responsables, recursos asignados, de forma estructurado con el objeto de monitorear y controlar las comunicaciones del proyecto
Objetivos	Identificar la audiencia objetivo. Canalizar el flujo de la información entre los interesados del proyecto y organizar una comunicación eficiente entre los participantes en el proyecto. Dar a conocer el proyecto a los potenciales actores involucrados. Informar y comunicar los resultados a los interesados del proyecto.

Premisas	<p>Toda clase información que se emitida a los interesados del proyecto deberá ser analizada, clasificada y aprobada bajo los parámetros de la dirección del proyecto para evitar se perjudiquen el interés particular y general del proyecto.</p> <p>La dirección del proyecto no se hace responsable de las consecuencias que se ocasionen por información que no haya sido aprobada previamente</p>
----------	--

Fuente: Estrada L & Muñoz A. (2017).

Tabla 15. *Correlación tipo de comunicación Vs medios de comunicación – Técnicas y herramientas*

Medios	Tipos de comunicación				
	Comunicado	Citaciones	Tutorías	Consultas	Informes
Teléfono		X		X	
Aula virtual	X	X	X	X	X
Web				X	
Mail personal	X	X		X	X
Presencial			X	X	

Fuente: elaboración propia.

Tabla 16. *Procedimiento – técnicas y herramientas.*

Registro y seguimiento de casos
<p>Registro de planteamientos por parte de stakeholders en reuniones programadas</p> <p>Clasificación según sean peticiones, quejas, reclamos, sugerencias, problemas, aporte</p> <p>Clasificación según la fuente (stakeholders directos o indirectos)</p> <p>Archivo y se codificación de la información</p> <p>Análisis del gestor de proyecto y su grupo para determinar las soluciones a aplicar, designar un responsable para su solución, un plazo, y se registrar la programación de esta solución.</p> <p>Se revisa el cumplimiento de la solución de lo contrario se tomar una acción correctiva y si esta no cumple se diseñará una nueva solución.</p> <p>En caso de que una polémica no pueda ser resuelta y haya escalado hasta convertirse en un problema se abordara un proceso de escalonamiento con base en los niveles jerárquicos previamente definidos.</p> <p>Los planteamientos tratados serán estructurados, organizados, diseñados, revisados, presentados y difundidos para dar respuesta según la fuente que los generó.</p>

Se recogerán sistemáticamente el impacto de cada información tratada para obtener una retroalimentación y así construir una base de datos para futuras respuestas, acciones o correcciones respecto al proyecto.

Procesos de reuniones

Debe fijarse la agenda con anterioridad, informando fecha, hora, y lugar con los participantes.

Se debe empezar puntual.

Se deben fijar los objetivos de la reunión, los roles (por lo menos el facilitador y el anotador), los procesos grupales de trabajo, y los métodos de solución de controversias.

Se debe cumplir a cabalidad los roles de facilitador (dirige el proceso grupal de trabajo) y de anotador (toma nota de los resultados formales de la reunión).

Se debe terminar puntual.

Se debe emitir un Acta de Reunión.

Fuente: Estrada L & Muñoz A. (2017)

Tabla 17. *Control de la problemática – Salidas.*

Procedimiento para actualizar el plan de comunicaciones
Solicitud de cambio aprobada que impacta el Plan de Proyecto
Acción correctiva que trascienda en los requerimientos o necesidades de información de los interesados.
Personal que ingresa o sale del proyecto
Cambios en las asignaciones de personal a roles del proyecto.
Guías para eventos de Comunicación
Guía para reunión
Guía para la documentación del proyecto
Guías para Almacenamiento de Documento

Fuente: Estrada L & Muñoz A. (2017).

5.7 Plan de gestión de riesgos.

Tabla 18. *Matriz de gestión de riesgos*

Plan de gestión del riesgo			
Proceso	Descripción	Herramientas	Fuente de información
Planificación de Gestión de los riesgos	Elaborar el Plan de Gestión de los Riesgos	Guía del PMBOK	Patrocinador y usuarios. Equipo del proyecto
Identificación de Riesgos	Identificar que riesgos pueden afectar el proyecto y documentar sus características	Lista de chequeo de riesgos	Patrocinador y usuarios. Equipo del proyecto y archivos históricos del proyecto.
Análisis cualitativo de Riesgos	Evaluar la probabilidad e impacto. Establecer orden de importancia.	Definir probabilidad de impacto Matriz de probabilidad de impacto.	Patrocinador y usuario. Equipo del proyecto
Seguimiento y control de los riesgos	Verificar la ocurrencia de riesgos. Supervisar y verificar la ejecución de respuestas. Verificar aparición de nuevos riesgos.	No Aplica	Patrocinador, equipo del proyecto y usuarios.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 19. *Identificación del riesgo.*

Identificación	Tipo	Descripción	Ponderación
R1	Recurso humano	Retrasos significativos en el cronograma por problemas de carácter personal en alguno de los miembros del equipo del proyecto.	Bajo

R2	Recurso humano	Incumplimiento injustificado de los compromisos adquiridos por parte de alguno de los miembros del equipo del proyecto.	Medio
R3	Recurso humano	Fallas técnicas en los diseños aprobados para la construcción del prototipo.	Bajo
R4	Recurso humano	Errores conceptuales en los términos y contenidos de las consultorías técnicas.	Bajo
R5	Recurso humano	Incumplimiento en la entrega oportuna de equipos y/o materiales por parte del proveedor.	Medio
R6	Recurso humano	Errores estructurales en el proceso constructivo del prototipo.	Medio
R7	Técnico	Fallas imprevistas en la calidad de los materiales utilizados en el proceso constructivo del prototipo.	Bajo
R8	Técnico	Errores de operación del prototipo durante las pruebas y/o desarrollo del proyecto.	Medio
R9	Ambiental	Condiciones climatológicas desfavorables durante las pruebas y/o desarrollo del proyecto.	Medio
R10	Financiero	Desfinanciamiento imprevisto por parte del patrocinador del proyecto.	Bajo

Fuente: elaboración propia.

Tabla 20. *Categorización del riesgo.*

Ponderación	Estrategia	Significado de cada estrategia
Muy baja	Aceptación pasiva	No hacer nada
Baja	Aceptación activa	Dejar por escrito que se hará cuando ocurra este evento
Media	Mitigar	Acciones para disminuir la probabilidad y o el impacto
Alta	Transferir	Trasladar el riesgo a un tercero
Muy alta	Evitar	No avanzar con el proyecto hasta no disminuir el riesgo

Fuente: elaboración propia.

Tabla 21. *Análisis cualitativo del riesgo.*

Riesgo	Estrategia	Acción Específica
Retrasos significativos en el cronograma por problemas de carácter personal en alguno de los miembros del equipo del proyecto	Aceptación activa	Solicitar al miembro involucrado constancia escrita del evento y concertar plan de contingencia y actualización.
Incumplimiento injustificado de los compromisos adquiridos por parte de alguno de los miembros del equipo del proyecto	Mitigar	Dejar constancia escrita del incumplimiento, ajustar plan de trabajo y ejecutar cláusulas contractuales si es del caso.
Fallas técnicas en los diseños aprobados para la construcción del prototipo	Aceptación activa	Dejar constancia escrita de la falla, ajustar diseños y ajustar plan de trabajo.
Errores conceptuales en los términos y contenidos de las consultorías técnicas.	Aceptación activa	Dejar constancia escrita de los errores, cambio de consultores y ajustar plan de trabajo
Incumplimiento en la entrega oportuna de equipos y/o materiales por parte del proveedor	Mitigar	Gestionar solución oportuna o en su defecto cambio de proveedor y ajustar plan de trabajo
Errores estructurales en el proceso constructivo del prototipo	Mitigar	Gestionar las garantías del proceso constructivo o en su defecto aplicar las cláusulas contractuales
Fallas imprevistas en la calidad de los materiales utilizados en el proceso constructivo del prototipo	Aceptación activa	Gestionar las garantías del proceso de adquisiciones y ajustar plan de trabajo
Errores de operación del prototipo durante las pruebas y/o desarrollo del proyecto.	Mitigar	Revisar los procedimientos operativos y ajustar plan de trabajo
Condiciones climatológicas desfavorables durante las pruebas y/o desarrollo del proyecto.	Mitigar	Reprogramar pruebas y ajustar plan de trabajo
Desfinanciamiento imprevisto por parte del patrocinador del proyecto.	Aceptación activa	Dejar constancia escrita del inconveniente, gestionar otras fuentes de recursos y ajustar cronograma.

Fuente: elaboración propia.

5.8 Seguimiento y control de los riesgos

Para el seguimiento y control de riesgos debemos tener en cuenta las siguientes salidas o procesos:

- Registro de riesgos.
- Cambios solicitados.
- Acciones correctivas recomendadas.
- Acciones preventivas recomendadas.
- Activos de los procesos de la organización.
- Plan de gestión de Proyecto.

En el momento de controlar los riesgos es necesario tener en cuenta las siguientes acciones:

- Vigilar: El comportamiento de los riesgos identificados
- Chequear: El estado de los riesgos presentes o residuales
- Implementar: Los planes de respuesta a los riesgos
- Evaluar: La efectividad del proceso de gestión de los riesgos a través del proyecto.

Tabla 22. *Formato de seguimiento y control de riesgos*

Seguimiento y control de riesgos	
Descripción del riesgo	Condiciones climatológicas desfavorables
Problema que genera	Deshidratación deficiente
Causa raíz	Bajo nivel de radiación solar
Fecha y hora de identificación	Julio 23 de 2016
Tipo de riesgo	Ambiental
Categoría del riesgo	Medio
Estrategia	Mitigar
Acción específica	Reprogramar fecha de prueba
Evaluación	Positiva

Fuente: elaboración propia.

5.9 Plan de gestión de adquisiciones

En el siguiente documento se presenta cómo serán gestionados los próximos procesos de adquisiciones, teniendo en cuenta lo que se va a producir dentro del proyecto aplicado, tipos de contratos, criterios de evaluación de proveedores, garantías de cumplimiento, entre otros.

5.10 Recursos para la adquisición

Los responsables de realizar las labores de compra y contratación de todo lo que se necesite en el proyecto son:

Hernán Gómez: Gestor Administrativo, es el encargado de coordinar toda la parte administrativa de los contratos, así como la gestión contractual del proyecto. Debe hacer seguimiento a los cronogramas de entrega de insumos y a las necesidades de recursos.

5.11 Productos y servicios por contratar

Servicio de construcción del prototipo del sistema híbrido de deshidratación industrial de plátano. Se necesita un contratista que realice las obras estructurales y el montaje electromecánico del prototipo, cuyo alcance debe ser la revisión de diseños técnicos y electromecánicos, suministro de material para la obra estructural, suministro de material para las instalaciones eléctricas, pruebas y puesta en servicio.

Contrato de suministro de equipos electromecánicos, donde se deben incluir pruebas y entrenamiento del personal operador del equipo (prototipo).

Contrato de suministro de equipos de instrumentación como sensores de temperatura, transmisores de flujo, extractores y demás.

5.12 Procedimientos de las adquisiciones

5.12.1 Planificación de las adquisiciones.

- Procedimiento de inicio: En esta etapa se deben elaborar las especificaciones técnicas y necesidades de los diferentes equipos y materiales a utilizar en el proyecto. Esto aplica para adquisiciones puntuales de cada área o para la contratación de servicios multidisciplinarios.

- Procedimiento de evaluación: Las áreas responsables, luego de afinar las necesidades y las especificaciones técnicas junto con los encargados de la revisión inicial, pasan para aprobación del líder del proyecto y/o consultor, quién dará sus observaciones y evaluación de la estructura de la solicitud en un tiempo no mayor a cinco días de trabajo.

Responsables del procedimiento de inicio y evaluación: El gestor del proyecto con base en los lineamientos definidos en la consultoría técnica.

- Criterios de evaluación: Respuesta a la necesidad del proyecto, costo total, ciclo de vida, capacidad financiera del proveedor, referencias de clientes anteriores y capacidad técnica.

- Procedimiento de aprobación: El pliego de condiciones, especificaciones y/o necesidades del proyecto deben ser transmitidas al responsable para que sean aprobadas en los tres días laborales posteriores a la evaluación realizada por el líder del proyecto.

Responsable: Gestor del proyecto.

5.12.2 Gestión de las adquisiciones.

- Publicación de oferta: Una vez se encuentre aprobado el pliego de condiciones, se debe proceder a su publicación y/o envío a proveedores para su estudio y posteriores respuestas. El tiempo de estudio para la oferta será de 20 días calendario, tiempo durante el cual se recibirán todas las dudas e inquietudes que puedan tener los posibles proveedores.

Responsable: Gestor del proyecto

- Selección del proveedor: Luego de recibir las ofertas se debe realizar el estudio de cada una y seleccionar la más adecuada para el beneficio del proyecto. El tiempo de selección del proveedor dependerá de las cantidades de ofertas recibidas, pero en todo caso no debe superar los 20 días calendario.

Responsables: Equipo de dirección del proyecto. (Gestor y asesor académico)

- Administración del contrato: Seguimiento y control de los tiempos, calidad y cumplimiento del contrato por parte de los proveedores. Además, se debe gestionar los puntos de trabajo colaborativo entre los diferentes proveedores.

Responsables: Gestor del proyecto.

- Cierre del contrato: El cierre de los contratos es un proceso previo y de apoyo al cierre final del proyecto, donde se debe verificar que el trabajo y los productos finales hayan sido los adecuados con base en los pliegos de condiciones de cada contrato y las especificaciones del proyecto.

También se debe cerrar todos los aspectos administrativos como la actualización de registros, resolver reclamaciones pendientes y archivo de la información.

- Responsables: Equipo del proyecto. (Gestor y asesor académico)

5.13 Plan de gestión de Stakeholders

Tabla 23. *Identificar los grupos de interés*

Grupos de interés
Sociedad agroindustrial Caribia
Líder y gestor del proyecto
Asesor académico
Contratista técnico constructor
Proveedor de materiales estructurales
Proveedor de equipos eléctricos e instrumentación
Proveedor de materia prima para pruebas
Comunidad productora de plátano del municipio de Necoclí (CPPMN)
Potenciales compradores regionales de harina de plátano

Fuente: elaboración propia.

Tabla 24. Plan de gestión de los grupos de interés.

Matriz poder / interés			
Poder	Alto	Comunidad productora de plátano del municipio de Necoclí (CPPMN)	Sociedad agroindustrial Caribia
		Potenciales compradores regionales de harina de plátano	Líder y gestor del proyecto
		Tenerlos satisfechos Gestionar de cerca	
	Bajo	Proveedor de materiales estructurales	Asesor académico
		Proveedor de equipos eléctricos e instrumentación	Contratista técnico constructor
		Proveedor de materia prima para pruebas	
Monitoreo mínimo esfuerzo Tenerlos informados			
Bajo		Alto	
Interés			

Fuente: elaboración propia

Tabla 25. *Matriz de análisis de interesados.*

Interesado	Nombre	Contacto	Rol	Tipo	Posición	Poder	Interés	Estrategia	Seguimiento			
									Fecha	Solicitud	Acción	Estado
Sociedad agroindustrial Caribia	Sandra Rodríguez	Celular 3113888552	Patrocinador	Interno	Partidario	Alto	Alto	Gestionar de cerca				
Líder y gestor del proyecto	Hernán Gómez	Celular 3003278955	Gestor del proyecto	Interno	Partidario	Alto	Alto	Gestionar de cerca				
Asesor académico	Pablo Sánchez	Teléfono (4)2910273	Asesor académico	Interno	Partidario	Bajo	Alto	Tener informado				
Contratista técnico constructor	Raúl Hernández	Celular 3174781266	Técnico constructor	Interno	Partidario	Bajo	Alto	Tener informado				
Proveedor de materiales estructurales	Ferrevelez	Teléfono (4)2363118	Proveedor	Externo	Neutral	Bajo	Bajo	Mínimo esfuerzo				
Proveedor de equipos eléctricos e instrumentación	Electrolux	Teléfono (4) 3649734	Proveedor	Externo	Neutral	Bajo	Bajo	Mínimo esfuerzo				
Proveedor de materia prima para pruebas	Ricardo Molina	Celular 3104038476	Proveedor	Externo	Neutral	Bajo	Bajo	Mínimo esfuerzo				
Comunidad productora de plátano del municipio de Necoclí	CPPMN	N.A	Proveedor	Externo	Partidario	Alto	Bajo	Tener satisfecho				
Potenciales compradores regionales de harina de plátano	Empresas productoras de alimentos.	N.A	Clientes	Externo	Partidario	Alto	Bajo	Tener satisfecho				

Fuente: elaboración propia

Tabla 26. *Gestionar el compromiso con los grupos de interés*

Interesado	Documentos del proyecto	Registro de asuntos	Control de comunicaciones
Sociedad agroindustrial Caribia	Documento consolidado del proyecto	Solicitud de información y/o aclaraciones	Archivo tabulado de solicitudes y respuestas
Líder y gestor del proyecto	Documentación general del proyecto.	Avances documentales Gestión general a interesados	Archivo general tabulado de correspondencia
Asesor académico	Avances documentales, Documento consolidado del proyecto	Revisiones, recomendaciones y ajustes documentales	Monitoreo y seguimiento permanente al foro del aula virtual
Contratista técnico constructor	Diseños estructurales aprobados	Orden de trabajo Solicitud de ajustes	Registro, codificación y archivo de comunicados
Proveedor de materiales estructurales	Lista Materiales estructurales	Orden de pedido	Registro, codificación y archivo de comunicados
Proveedor de equipos eléctricos e instrumentación	Lista de elementos eléctricos y de instrumentación	Orden de pedido	Registro, codificación y archivo de comunicados
Proveedor de materia prima para pruebas	Lista de insumos (materia prima)	Orden de pedido	Registro, codificación y archivo de comunicados
Comunidad productora de plátano del municipio de Necoclí	Contacto preliminar informativo post evaluación del proyecto	Distribución de resumen escrito (tipo volante)	Registro del comunicado
Potenciales compradores regionales de harina de plátano	Contacto preliminar informativo post evaluación del proyecto	Reunión informativa inicial del estudio de mercadeo	Registro y seguimiento a las conclusiones del contacto

Fuente: elaboración propia.

Tabla 27. *Control de los compromisos de los interesados*

Interesado		Seguimiento / Control	Estrategia
Sociedad	agroindustrial	Permanente y/o puntual	Informes de gestión
Caribia			
Líder y gestor del proyecto		Permanente y/o puntual	Informes de gestión
Asesor académico		Permanente y/o puntual	Informes de avance académico
Contratista técnico constructor		Ocasional	Gestión proceso construcción
		proceso construcción	
Proveedor de materiales estructurales		Puntual proceso compras	Gestión control calidad y gestión comercial
Proveedor de equipos eléctricos e instrumentación		Puntual proceso compras	Gestión control calidad y gestión comercial
Proveedor de materia prima para pruebas		Puntual proceso compras	Gestión control calidad y gestión comercial
Comunidad productora de plátano del municipio de Necoclí		Puntual gestión mercadeo	Reuniones informativas y comunicados claros y oportunos
Potenciales compradores regionales de harina de plátano		Puntual gestión mercadeo	Reuniones informativas y comunicados claros y oportunos

Fuente: Elaboración propia

5.14 Adquisiciones y logística.

4.13.1 Proceso constructivo del prototipo.

Con el ánimo de generar una mayor ilustración en relación al proceso constructivo del prototipo, se adjunta la siguiente secuencia de imágenes y su respectiva referencia conceptual:



Imagen 1. Adecuación del interior de la cámara para deshidratación por radiación



Imagen 2. Proceso constructivo del panel solar para deshidratación por convección



Imagen 3. Componentes básicos del sistema (panel solar y cámara de secado).



Imagen 4. Adecuación de sistemas de extracción, combustible y medidores de consumo.

5.15 Desarrollo pruebas y operación

Para el desarrollo de la fase 5 se adelantaron actividades de carácter operativo representadas estratégicamente para ambos procesos (propano – híbrido) en los siguientes diagramas de proceso:

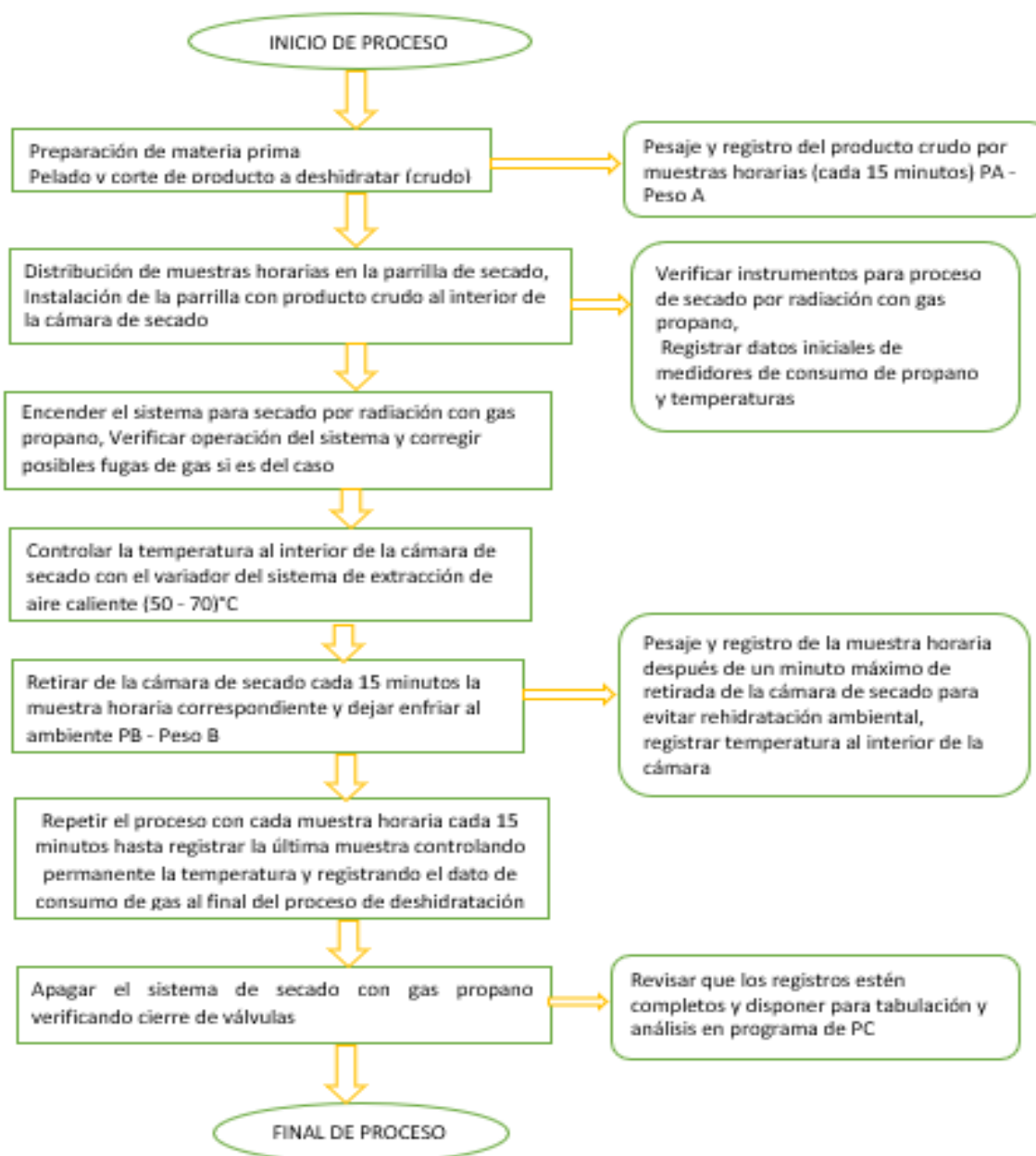


Gráfico 3. Proceso operativo de deshidratación con gas propano

Fuente: elaboración propia.

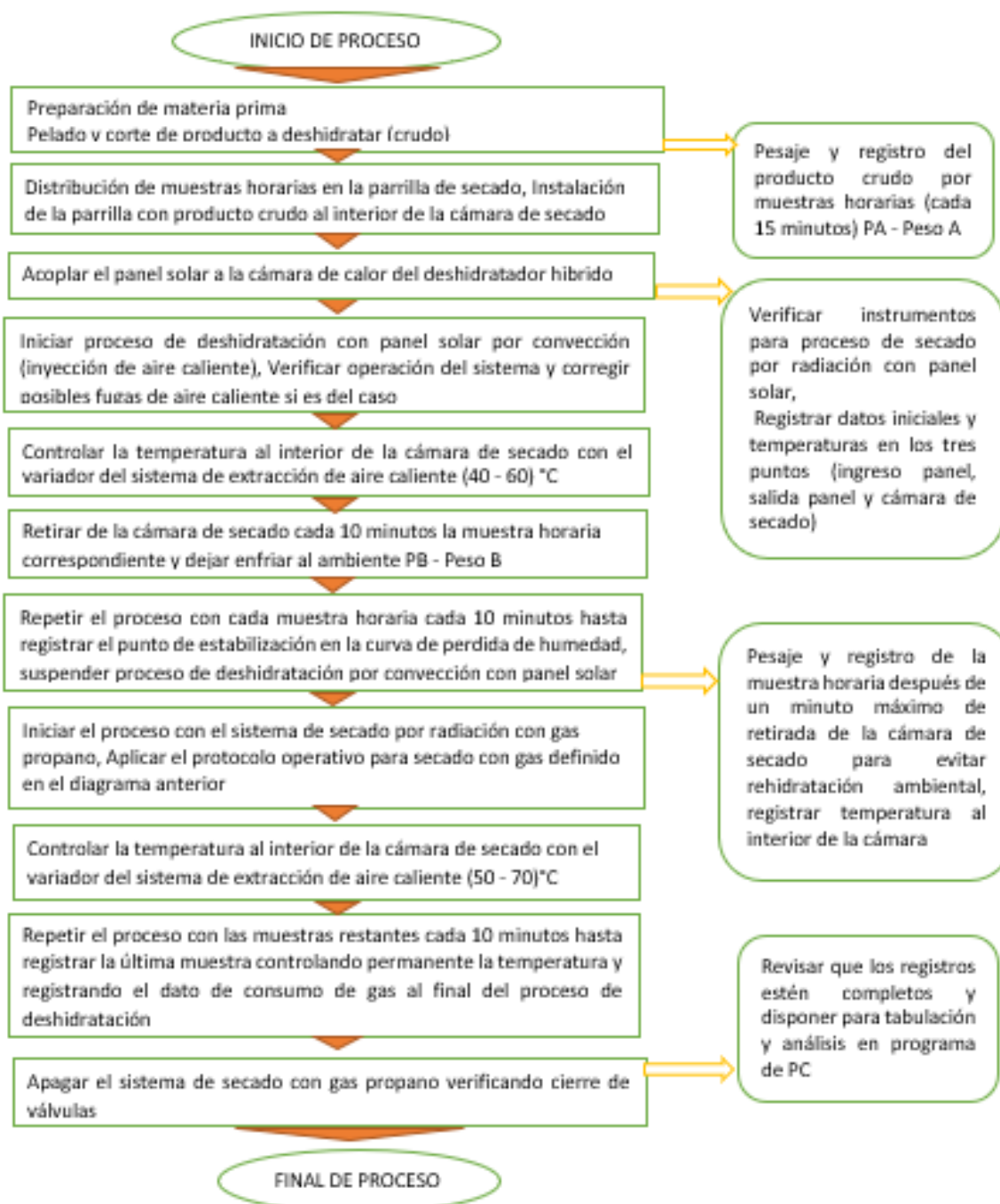


Gráfico 4. Proceso operativo de deshidratación híbrida con gas propano y panel solar.

Fuente: elaboración propia.

5.16 Registro gráfico de fase de pruebas y operación

Con el ánimo de generar una mayor ilustración en relación al proceso de pruebas y operación del prototipo, se adjunta la siguiente secuencia gráfica y su respectiva referencia conceptual:



Imagen 5. Preparación de materia prima y registro de datos iniciales – PA.



Imagen 6. Sistema ensamblado y habilitado para deshidratación híbrida – gas y panel solar.



Imagen 7. Disposición del producto crudo para iniciar proceso de deshidratación



Imagen 8. Pesaje y registro de muestras horarias cada 10 minutos – PB Peso B.



Imagen 9. Sistema de medición y registro y control de temperaturas y consumo de gas.

5.17 Registros y graficas de procesos de deshidratación con sistema hibrido

Tabla 28. *Proceso de secado por radiación con gas propano.*

Proyecto	Pruebas Gas propano 24/07/2019		Prueba nº 1	Operador	Hernàn G.		
Hora	Tipo de transferencia		Temp en °c	Cas dm ³	Registros de operación T1 / T2		
	Convección	Radiación	TP3	Inicio	T1 Mtra /gr	T2 Mtra/Gr	% Hdad
10:20:00		X	65	286,5	*	*	*
10:25:00		X	69	289,8	27,2	25,8	93,9
10:30:00		X	69	293,0	30	28,2	93,0
10:35:00		X	69	296,3	21,3	19,9	92,4
10:40:00		X	70	299,6	25,4	23,5	91,5
10:45:00		X	67	302,9	18,1	16,3	89,1
10:50:00		X	65	306,1	24,7	22	88,1
10:55:00		X	66	309,4	19,3	16,4	84,0
11:00:00		X	68	312,7	20,6	17,1	82,0
11:05:00		X	66	315,9	19,5	16	81,1
11:10:00		X	66	319,2	21,7	17,8	81,0
11:15:00		X	68	322,5	19,2	15,2	78,2
11:20:00		X	71	325,7	18,1	14,3	78,0
11:25:00		X	66	329,0	24,6	19,3	77,5
11:30:00		X	68	332,3	19,2	14,8	76,1
11:35:00		X	68	335,6	25,4	19,4	75,4
11:40:00		X	68	338,8	23,8	17,9	74,2
11:45:00		X	66	342,1	23	16,9	72,5
11:50:00		X	69	345,4	31,1	22,6	71,7
11:55:00		X	65	348,6	27,2	19,3	70,0
12:00:00		X	61	351,9	31	21,6	68,5
12:05:00		X	67	355,2	21,3	14,5	66,9
12:10:00		X	66	358,4	26	17,3	65,4
12:15:00		X	71	361,7	18,1	11,7	63,7
12:20:00		X	67	365,0	24,7	15,6	62,2
12:25:00		X	66	368,3	19,3	11,9	60,6
12:30:00		X	63	371,5	20,6	12,4	59,1
12:35:00		X	61	374,8	19,5	11,4	57,4
12:40:00		X	62	378,1	21,7	12,4	55,9
12:45:00		X	65	381,3	19,2	10,6	54,3
12:50:00		X	63	384,6	18,1	9,8	52,9
12:55:00		X	59	387,9	24,6	12,9	51,4
13:00:00		X	62	391,1	19,2	9,7	49,8
13:05:00		X	66	394,4	25,4	12,6	48,4
13:10:00		X	71	397,7	23,8	11,4	46,9
13:15:00		X	67	400,9	22,7	10,5	45,3
13:20:00		X	66	404,2	31,1	14,0	43,9
13:25:00		X	63	407,5	19,5	8,5	42,7
13:30:00		X	61	410,8	21,7	9,2	41,4
13:35:00		X	62	414,0	19,2	7,9	40,2
13:40:00		X	65	417,3	18,1	7,2	38,8
13:45:00		X	63	420,6	24,6	9,5	37,6
13:50:00		X	59	423,8	19,2	7,2	36,3
13:55:00		X	62	427,1	25,4	9,3	35,6
14:00:00		X	66	430,4	23,8	8,6	35,1
14:05:00		X	71	433,6	23	8,3	35,1
Consumo total de gas propano en dm³				147,1			

Tabla 29. *Proceso de deshidratación con sistema híbrido Convección – Radiación.*

Proyecto	Pruebas Híbrido		Fecha 25/07/2019			Prueba nº 2	Operador	Hernán G.	
Hora	Tipo de transferencia		Registro temperaturas °C			Gas dm ³	Registros de operación T1 / T2		
	Convección	Radiación	TP1	TP2	TP3	Inicio	T1 Mtra/Gr	T2 Mtra/Gr	% Hdad
12:30:00	X		33,5	34,3	33,7		*	*	*
12:40:00	X		30	34,4	33,8		13,3	13,1	98,5
12:50:00	X		32,8	34,8	33,3		14,4	14	97,2
13:00:00	X		33,2	41,1	34,2		15	14,2	94,7
13:10:00	X		32,8	41,7	37,3		16,3	15,4	94,5
13:20:00	X		32,9	37,8	36,2		14,4	13,4	93,1
13:30:00	X		33,8	35,6	34,7		13,5	12,5	92,6
13:40:00	X		33,9	41,1	35,5		14,3	12,7	88,8
13:50:00	X		33,7	36,2	35,4		13,1	11,5	87,8
14:00:00	X		33,6	37,2	35,6		15,2	13	85,5
14:10:00	X		33	33,3	32,8		14	11,9	85,0
14:20:00	X		31,1	32	31,6		13,4	11,2	83,6
14:30:00	X		32,6	35,9	34		11,3	9,4	83,2
14:40:00	X		32,4	43,2	38,1		11,5	9,3	80,9
14:50:00	X		31,1	36,2	35,3		16	12,9	80,6
15:00:00	X		29,9	31,3	31,2		11,3	8,6	76,1
15:10:00	X		31,9	33,1	31,3		10,9	7,8	71,6
15:20:00	X		29,5	32,5	32,5		10,8	7,7	71,3
15:30:00	X		31,3	36,7	33,3		14,8	10,1	68,2
15:40:00	X		33,3	42,3	37,4		13,3	8,5	63,9
15:50:00	X		34,9	38,7	37,3		13,8	8,7	63,0
16:00:00	X		30,7	33,9	34,3		12,8	7,9	61,7
16:10:00	X		31,5	35	34,1		12,3	7,5	61,0
16:20:00	X		30,8	32,6	32,6		14,6	8,8	60,3
16:30:00	X		33,8	38,3	34,8		10,3	6,1	59,2
16:40:00	X		31,9	35,8	34,6		11	6,3	57,3
16:50:00	X		31,3	35	34,1		16,1	9,2	57,1
17:00:00	X		31,2	34,6	33,8		15,6	8,7	55,8
17:10:00	X		29,4	31,4	32,1		14	7,5	53,6
17:20:00	X		30,5	33,5	32,4		13,5	7,2	53,3
17:30:00		X			69,8	502,3	14,4	7,3	50,7
17:40:00		X			69,1	505,6	10,4	5,1	49,0
17:50:00		X			69,9	509,0	12,3	5,9	48,0
18:00:00		X			67,1	512,3	13,6	6,2	45,6
18:10:00		X			69,8	515,6	10,9	4,5	41,3
18:20:00		X			69,6	519,0	12,7	4,9	38,6
18:30:00		X			66,6	522,3	11,9	4,2	35,3
18:40:00		X			69,8	525,6	11,3	3,9	34,5
18:50:00		X			69,3	528,9	11,5	3,8	32,6
19:00:00		X			69,9	532,3	16	5,2	32,5
Consumo total de gas propano en dm³ en fase de radiación						30,0			

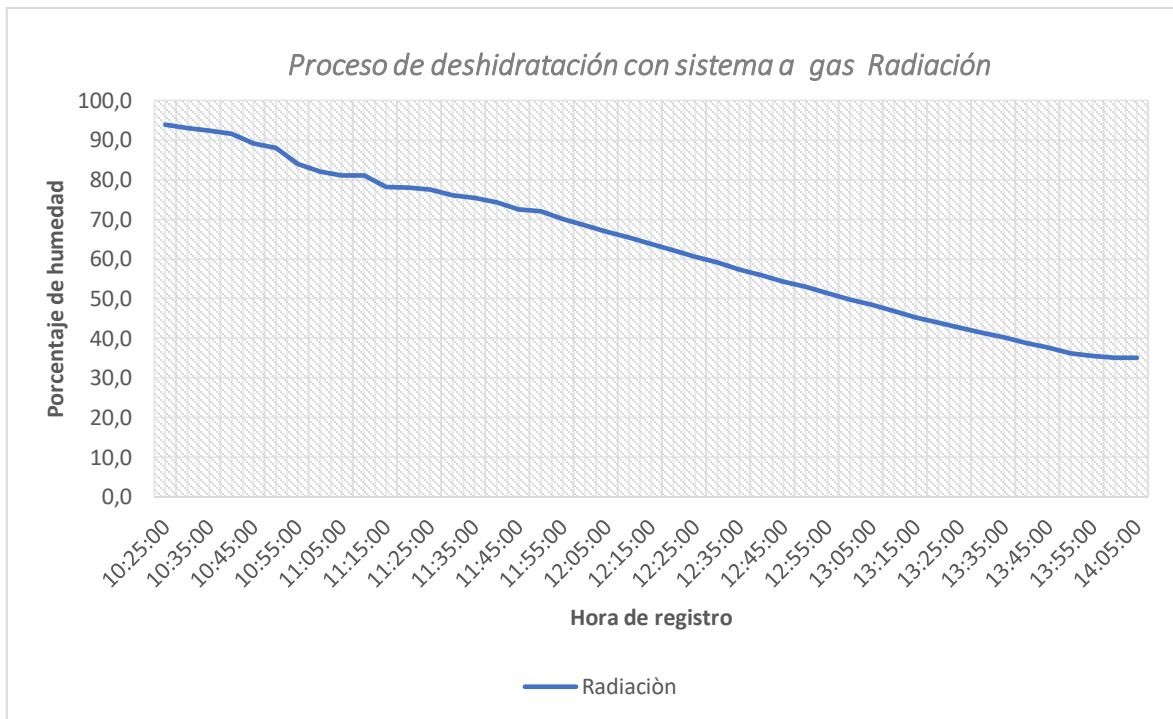


Gráfico 5. *Proceso por radiación.*

Fuente: elaboración propia.

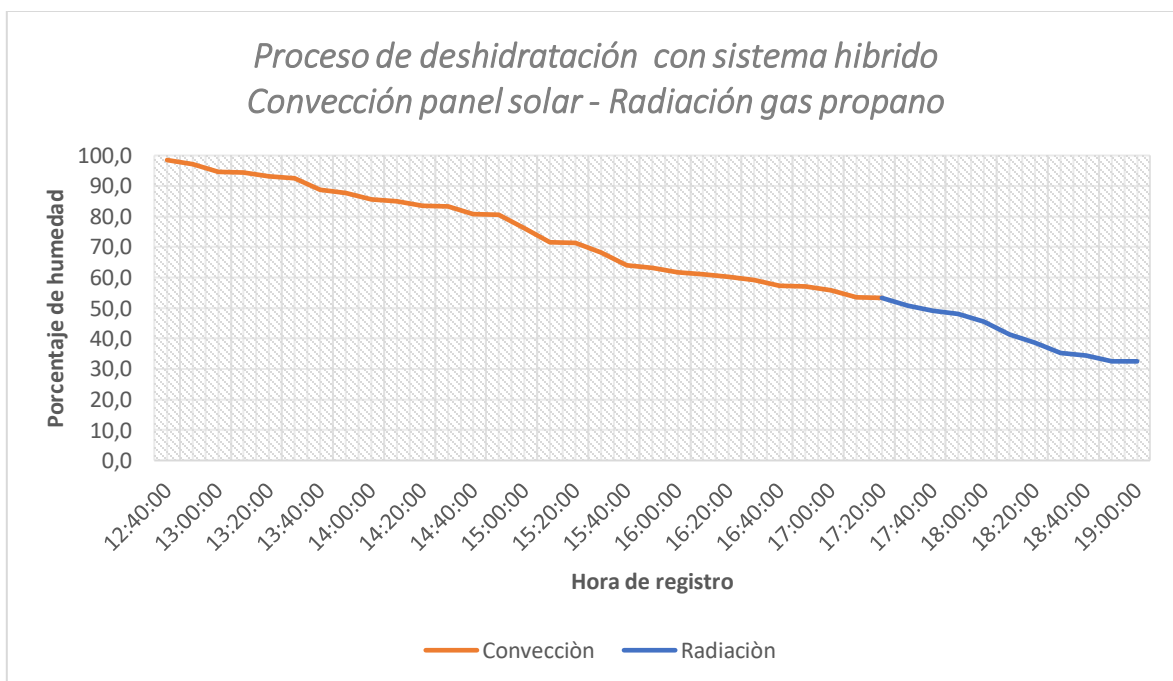


Gráfico 6. *Proceso híbrido por Convección – Radiación.*

Fuente: elaboración propia.

5.18 Análisis del proceso

Para hacer un análisis objetivo y detallado del proceso desarrollado durante la investigación, es indispensable analizar por separado los datos obtenidos en cada una de las pruebas, es decir, los datos generados en la prueba con el sistema por radiación con gas propano y los datos generados en la prueba del sistema híbrido por convección natural indirecta con panel solar y radiación con gas propano, a su vez y como elemento académico fundamental de esta trabajo de investigación, debemos realizar el análisis técnico comparativo entre los datos generados en ambas pruebas incluyendo las variables comunes como son: equipos, fuentes de energía, recurso humano, requerimientos locativos y tiempo con miras a definir técnicamente las ventajas y posibles desventajas de la implementación del sistema planteado en términos de innovación y eficiencia energética.

Partiendo de la necesidad metodológica de establecer los criterios de conveniencia o aceptabilidad operativa del sistema híbrido representado en el prototipo de deshidratador híbrido aquí planteado, es preciso partir de la referenciación de los datos previos con un sistema convencional, para el caso se acondiciono un horno industrial a gas propano como deshidratador industrial, lo cual implica una operación controlada, en especial el parámetro de temperatura ya que esta no debe superar durante el proceso los 70 grados centígrados con el fin de conservar las características químicas orgánicas del producto.

Como se puede observar en los registros y grafica # 1 de la respectiva prueba, esta tuvo una duración de 3 horas y 40 minutos para alcanzar el punto máximo de deshidratación (35.1 % de sólidos totales para 64.9 % de humedad) con un consumo de 147.1 dm³ de gas, el cual se identifica en los tres últimos datos del registro sin variación significativa y tendencia horizontal en la gráfica y que a su vez fijan los datos de referencia base para el ejercicio comparativo con la segunda prueba.

En el caso de la prueba con el sistema híbrido convección – radiación con una duración de 6 horas y 30 minutos y un punto máximo de deshidratación (32.5 % de sólidos totales para 67.5 % de humedad total) se observa en los registros y grafica # 2 como se

definen claramente en la línea de tendencia las dos fases de transferencia de calor y el punto de inflexión dado por la tendencia horizontal de los 3 últimos datos de la primera fase a las 17:20 horas requiriendo así el cambio de tipo de transferencia de convección natural indirecta con panel solar como fase 1 a radiación por combustión de gas propano como fase 2 complementaria de la fase determinada a su vez por la tendencia horizontal de los tres últimos datos de esta etapa del proceso como punto máximo de deshidratación.

Con respecto al análisis comparativo de ambas pruebas y elemento esencial del trabajo desarrollado, se establece como variable principal el factor de consumo energético seguido por el factor tiempo, los factores de equipamiento, recurso humano aspectos locativos se consideran marginales para el caso ya que existe similitud en ambos casos, por tal razón y con base en los registros y graficas del proceso, podemos establecer una eficiencia energética basada en el ahorro de gas propano del 79.6 % del sistema hibrido en relación al sistema a gas y una inversión adicional de tiempo de 2 horas y 50 minutos equivalente al 22.7 %.

CONCLUSIONES

Sobre la base de la información generada y recopilada en la fase de desarrollo y pruebas del proyecto de investigación, se puede determinar que el prototipo del sistema híbrido de deshidratación por convección – radiación, presenta una alta tasa de eficiencia energética en relación al sistema a gas estimada en un 80 % aproximadamente y que las inversiones adicionales propias del sistema como tiempo y estructurales no significativos (panel solar, extractores y adecuación de cámara) podrían ser compensados en el corto plazo por ahorro energético en combustible como parte del aumento del margen de rentabilidad en el marco de la innovación y la eficiencia energética.

Como se evidencia en los registros de proceso en la prueba #1 por radiación con gas, el control de la temperatura que requiere el proceso es más estable que en la prueba # 2 con sistema híbrido convección – radiación, ya que esta última depende de las variaciones naturales (no controlables como nubosidad) de la radiación solar sobre el panel para convección a aire caliente y el nivel de las temperaturas registradas en los tres puntos de medición no superiores a los 44 grados centígrados, lo cual representa en términos del proceso una inestabilidad relativa en términos de deshidratación representada en inversión de tiempo para la fase 1.

Para el proceso de deshidratación híbrida por convección – radiación es de gran relevancia la variable de proceso no controlable de condición climática ya que esta determinara la inversión de tiempo para la primera fase ya que la segunda opera de manera independiente a las variaciones climáticas lo cual implica incertidumbre en la variable tiempo, pero estabilidad en la variable de ahorro.

Con base en lo anteriormente expuesto y en los datos obtenidos en el desarrollo operativo del prototipo, es posible estimar valores de inversión para la implementación a escala industrial con una relación de capacidad del prototipo a secador industrial de 1/150 (0.20 m³ del prototipo a 30 m³ del contenedor de 20 pies) en una fase inicial y con un módulo de secado resumido en los siguientes ítems y respectivos costos referenciados al

año 2019 como son : contenedor usado tipo Dry van 20 pies, adecuación sanitaria del contenedor, instalación de sistema de quemadores, instalación de accesorios e instrumentación, instalación de tanque y líneas de gas propano, instalación de parrillas y accesorios de secado, estructuras de paneles solares por convección e instalación y acople general del sistema por un valor estimado de \$ 23.800.000 con un consumo de 8.720 decímetros³ de gas propano estimado en \$ 15.350 en el sistema híbrido, en comparación con 42.733 decímetros³ de gas propano estimado en \$ 75.210 en el sistema convencional de solo gas propano, en ambos casos para baches de producción de 150 kilogramos de producto a deshidratar en periodos de 3 a 6 horas dependiendo de factores ambientales como radiación solar y nubosidad, , por lo cual podemos inferir un ahorro energético cercano al 80 % generando así para el proyecto un valor agregado en términos de sostenibilidad financiera, gestión ambiental y desarrollo local integral.

RECOMENDACIONES

Durante el desarrollo del proyecto de investigación, se consultaron diversas fuentes bibliográficas referentes al tema de deshidratación de alimentos con diferentes métodos, equipos y conceptos técnicos en relación al proceso industrial, pero todos basados en los lineamientos científicos de la transferencia de calor y sus tres tipos como son: conducción, radiación y convección (Viveros F. 2017) con el ánimo de optimizar los procesos industriales actuales y futuros, es importante desarrollar proyectos de investigación que implementen, combinen y mejoren técnicamente los tipos de transferencia de calor orientados a la eficiencia energética y rentabilidad en el marco de la innovación y el desarrollo sostenible.

En el caso de la implementación de sistemas de deshidratación industrial de alimentos en especial para la producción de harinas, con base en el aprovechamiento de energía solar independiente del método y equipo utilizado, es importante anotar que durante el proceso controlado de disminución del porcentaje de humedad no es necesario alcanzar el máximo posible de deshidratación ya que para el proceso mencionado, específicamente en la etapa de molienda se requiere un porcentaje de humedad que puede variar entre el 8 y el 12 % (Deshidratación de plátano s.f.) obteniendo un producto de excelente calidad y a su vez generando un ahorro adicional en las variables más relevantes del proceso como son consumo de combustible y tiempo en la segunda fase del proceso por radiación como fase complementaria.

BIBLIOGRAFÍA

- American Society of Mechanical Engineers, ASME. (2017). *Boiler and pressure vessel code and international code "Sección VIII, División 1*. Recuperado de <https://www.asme.org/getmedia/c041390f-6d23-4bf9-a953-646127cfbd51/asmepvc-brochure-webview.pdf>
- Arias, M. (6 de marzo de 2017). Desempleo juvenil en Urabá es de 45%. *El colombiano.com*. Recuperado de <https://www.elcolombiano.com/antioquia/desempleo-juvenil-en-Uraba-es-de-45-GL6085796>
- Auditorías internas de Calidad. (s.f). Recuperado de <http://almez.pntic.mec.es/acerez1/docs/auditoria%20interna%20de%20calidad.pdf>
- Banacol. (21 de agosto de 2011). Platanoweb, El Cultivo del Plátano en Urabá-Antioquia...Historia establecimiento del cultivo. [Mensaje en blog corporativo]. Recuperado de <http://monteverdeavc.blogspot.com/2011/08/el-cultivo-del-platano-en-uraba.html>
- Enrigh, C. (2009, Enero/Febrero). Normas sobre metales. *American Society for Testing and Materials*. Recuperado de https://www.astm.org/SNEWS/SPANISH/SPJF09/enright_spjf09.html
- Es.Sideshare.net (2012) *Deshidratación de plátano*. Puebla, México.: Recuperado de <https://es.slideshare.net/ivettejimbet1/deshidratacin-de-pltano>
- Estrada, L. & Muñoz, A. (2017) *Proyecto para la gestión de paneles solares en la vereda La Esperanza del municipio de Convención, Norte de Santander, Colombia*. (Tesis de postgrado). (pp 100 – 105). Recuperado de <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/12108/1090985126%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Fabelo, R. (s.f.). *El desarrollo energético basado en energías alternativas*. Maracaibo, Venezuela. Recuperado de <http://www11.urbe.edu/boletines/postgrado/?p=725>
- Hurtado, H. (2016) *Descripción de la agrocadena del plátano en Colombia* (Tesis de pregrado). Recuperado de

- https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1103&context=administracion_agronegocios
- IDEAM. (2015). *Atlas de radiación solar, ultravioleta y ozono de Colombia*. Bogotá, Colombia. Recuperado de <http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasRadiacion.html>
- Increpara, F. & DeWitt, D. (1999) *Fundamentos de transferencia de calor, Cuarta edición*. Monterrey, México. Editorial, Prentice Hall Recuperado de <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=QqfJw4tpIjcC&oi=fnd&pg=PR21&dq=+tesis+sobre+transferencia+de+calor&ots=p2KVqoayOs&sig=O4P-mzE3WuGiBISXm42PJJaOqRvw#v=onepage&q&f=false>
- Instituto Colombiano Agropecuario (1996). *Resolución 1056 de 1996 por la cual se establecen las disposiciones sobre el control técnico de los insumos pecuarios*. Bogotá D.C.: Instituto Colombiano Agropecuario.
- Los Recursos Humanos.com. (s.f.). *Tipos de canales de comunicación*. Recuperado de <http://www.losrecursoshumanos.com/tipos-de-canales-de-comunicacion/>
- Ministerio de Salud y Protección Social. (2013). *Resolución 2674 de 2013 por la cual se reglamenta el Artículo 126 del Decreto Ley 019 de 2012 y se dictan otras disposiciones*. Bogotá D.C. Ministerio de Salud y Protección Social
- Municipio de Necoclí. (2020) *Es, Wikipedia.org*. San Francisco, EU: Es, Wikipedia.org. <https://es.wikipedia.org/wiki/Necocl%C3%AD#Generalidades>
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2018). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. New York, EU.: Recuperado de <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>
- Project Management Institute. (2013). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos PMBOK*. Pensilvania, EU.: Project Management Institute, Inc. Recuperado de [https://www.usuarios.cl/usuario/9ab2176940ab9954ced859e56499d050/mi_blog/r/Project_Management_Institute-Guia_de_los_fundamentos_para_la_direccion_de_proyectos_\(Guia_del_PMBOK\)-Project_Management_Institute__Inc_\(2017\).pdf](https://www.usuarios.cl/usuario/9ab2176940ab9954ced859e56499d050/mi_blog/r/Project_Management_Institute-Guia_de_los_fundamentos_para_la_direccion_de_proyectos_(Guia_del_PMBOK)-Project_Management_Institute__Inc_(2017).pdf)

- Rodríguez, D. & Bohórquez, J. (2016). *Diseño de un colector solar de placa plana para la deshidratación de productos agroindustriales*. (Proyecto de pregrado) Recuperado de <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/10375/PROYECTO%20DESHIDRATADOR%20ORIGINAL%20%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Superintendencia de Industria y Comercio. (s.f). *Cadenas productivas del plátano, Diagnostico de libre competencia*. Recuperado de https://www.sic.gov.co/recursos_user/documentos/promocion_competencia/Estudios_Economicos/Estudio%20economico%20Plantano%20++.pdf
- Tobón, S. & Cajamarca, R. (2018). *Una apuesta por la competitividad de Urabá*. Bogotá D. C. Colombia.: Corporación Andina de Fomento CAF, Instituto de Ciencia Política Hernán Echavarría Olózaga ICP. Recuperado de <https://www.icpcolombia.org/dev/wp-content/uploads/2018/02/18.07.23-CARTILLA-URABA-DIGITAL-VF.pdf>
- Viveros, A. & Mayorga, E. (2017). *Diseño e implementación de un prototipo de deshidratador híbrido (solar-eléctrico) e implementación de su sistema de control*. (Trabajo de grado). Recuperado de <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/7380/1/MayorgaCastellanosErikaLorena2017.pdf>