Ingeniería básica de una torrefactora de café tostado y molido ubicada en el departamento de Santander.

Julio Andrés Angarita Leiva

Trabajo de Grado para Optar por el título de Magíster en Evaluación y Gerencia de Proyectos

Director:

Prof. Edgar Sánchez Gómez

Magíster en Administración de Proyectos

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas

Escuela de Estudios Industriales y Empresariales

Maestría en Evaluación y Gerencia de Proyectos

Bucaramanga

2019

Dedicatoria

A mi familia, amigos y mentores por impulsarme a ser cada día mejor.

Tabla de Contenido

Introducción 19

1. Planteamiento y justificación del problema – Necesidad – Oportunidad 21

2. Objetivos 25

2.1. Objetivo General 25

2.2. Objetivos Específicos 25

3. Marco de referencia 26

3.1. Marco de antecedentes 26

3.2. Marco teórico 31

4. Metodología 59

4.1. Recopilación de antecedentes y revisión de la información 59

4.2. Organización de las actividades de Ingeniería Básica 61

4.3. Estudio de mercados 61

4.4. Producción de la planta 61

4.5. Selección del proceso y elaboración detallada 62

4.6. Petición de ofertas 62

4.7. Emplazamiento de la industria 62

4.8. Distribución en planta 63

4.9. Definición de las soluciones constructivas 63

4.10. Presupuesto de inversión 63

4.11. Presupuesto de explotación 64

4.12. Análisis financiero 64

4.13. Otras evaluaciones 65

4.14. Programación del proyecto 65

4.15. Reunión y discusión 65

4.16. Redacción de la documentación de la Ingeniería Básica 65

4.17. Revisión 66

5. Cronograma 67

6. Presupuesto 68

7. Impacto 69

8. Ingeniería básica 69

8.1. Recopilación de antecedentes y revisión de la información 70

8.2. Organización de las actividades de Ingeniería Básica 81

8.3. Estudio de mercados 83

8.4. Establecer el tamaño de la planta 111

8.5. Producción de la planta 112

8.5. Identificación de las tecnologías usadas actualmente 114

8.6. Selección del proceso y elaboración detallada 122

8.6. Petición de ofertas 133

8.7. Emplazamiento de la industria 137

8.8. Distribución en planta 141

8.9. Definición de las soluciones constructivas 147

8.10. Presupuesto de inversión 148

8.11. Presupuesto de explotación y análisis financiero 154

8.12. Otras evaluaciones 169

8.13. Programación del proyecto 178

9. Conclusiones 181

Referencia Bibliográfica 185

Lista de Tablas

Tabla 1. Torrefactoras de Santander. Adaptado de(Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 2018) 27

Tabla 2. Cronograma de actividades 67

Tabla 3. Presupuesto del proyecto 68

Tabla 4. Participación de los municipios en la producción de café en Santander. Adaptado de(Gobierno Digital Colombia, 2018). 75

Tabla 5. Trilladoras en Colombia. Adaptado de(Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 2018c) 79

Tabla 6. Tostadoras en Colombia. Adaptado de(Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 2018c) 80

Tabla 7. Actividades de cada etapa de la ingeniería básica. Adaptado de(Centro argentino de ingenieros. Comisión de empresas proveedoras de servicios de ingeniería, 2016a) 81

Tabla 8. Tipos de caficultores en Santander.(SICA, 2012) 85

Tabla 9. Tendencia de consumo de café en Colombia en miles de bolsas de 60 kg. Adaptado de (International Coffee Organization, 2018) 91

Tabla 10. Número de tiendas de café en Colombia entre el año 2013 y 2015.Adaptado de (Estudio de mercado cluster café (1)) 97

Tabla 11. Ventas por tipo de consumo. (DEVELOPMENT, 2016) 101

Tabla 12. Consumo de café en Colombia en miles de bolsas de 60 kg.(International Coffee Organization, 2018) 109

Tabla 13. Portafolio de productos a fabricar 112

Tabla 14. Equipos usados en el proceso de torrefacción de café. 114

Tabla 15. Requisitos de compra de café pergamino, de obtención de café verde almendra y de café tostado y molido 128

Tabla 16. Factores de conversión para realizar transformaciones entre los estados del grano de café. Adaptado de (Montilla et al., 2008). 130

Tabla 17. Cotización de maquinaria y equipos 133

Tabla 18. Maquinaria y equipos seleccionados 136

Tabla 19. Análisis del cumplimiento de los efectos y condiciones sugeridas por ONUDI 139

Tabla 20. Distribución de las áreas de la planta agroindustrial según la metodología SLP144

Tabla 21. Muebles y enseres. 148

Tabla 22. Maquinaria y equipo. 149

Tabla 23. Equipos de cómputo y tecnología 149

Tabla 24. Edificaciones y construcciones 149

Tabla 25. Vehículo 150

Tabla 26. Depreciación de activos fijos 150

Tabla 27. Inversión en activos fijos 150

Tabla 28. Activos diferidos 151

Tabla 29. Mano de obra 152

Tabla 30. Gastos de administración 153

Tabla 31. Gastos de ventas 153

Tabla 32. Gastos de distribución 153

Tabla 33. Gastos de mantenimiento 154

Tabla 34. Producción de la empresa 154

Tabla 35. Ingresos por arrendamiento de la planta 155

Tabla 36. Ingresos totales de la planta por año 155

Tabla 37. Balance general 157

Tabla 38. Estado de resultados 158

Tabla 39. Flujo de caja 159

Tabla 40. Flujo de caja del inversionista y del proyecto 160

Tabla 41. Valor actual neto sin financiación y con financiación..... 160

Tabla 42. Razones Financieras..... 161

Tabla 43. Costo de Capital, Valor presente neto y TIR..... 165

Tabla 44. Recursos naturales asociados al proceso..... 171

Tabla 45. Matriz de impacto ambiental..... 173

Tabla 46. Normatividad que compete con la actividad industrial de la planta..... 175

Tabla 47. Diagrama de ejecución del Proyecto..... 178

Lista de Figuras

Figura 1. Fases de preinversión, de inversión y operacional del ciclo del proyecto. Adaptado de (Behrens & Hawranek, 1994) 31

Figura 2. Desarrollo secuencial y aportes externos a la ingeniería. Adaptado de (Guillermo Leon Bustamante, 2018) 33

Figura 3. EDT del alcance de la Ingeniería conceptual. Adaptado de (Cossio Cárdenas, Núñez Monterrosa, & Robayo Carrillo, 2015) 38

Figura 4. Documentos generales de la ingeniería conceptual. Adaptado de (Centro Argentino de Ingeniería, 2016) 40

Figura 5. EDT de la ingeniería básica. (Cossio Cárdenas et al., 2015) 45

Figura 6. Documentos generales de la ingeniería básica. Adaptado de (Centro Argentino de Ingeniería, 2016) 47

Figura 7. EDT de la ingeniería de detalle. (Fernández Faccini, 2001) 51

Figura 8. Documentos generales de la ingeniería de detalle. Adaptado de (Centro Argentino de Ingeniería, 2016) 53

Figura 9. Ingeniería básica de plantas industriales. Adaptado de (Centro argentino de ingenieros. Comisión de empresas proveedoras de servicios de ingeniería, 2016a) 56

Figura 10. Área Cosechada y Producción de café en Colombia. Adaptado de (Agronet - MinAgricultura, 2018) 71

Figura 11. Área renovada entre 2014 y 2017. Adaptado de (Estrategia de renovación de cafetales 2017. Ministerio de Hacienda y Crédito Público) 72

Figura 12. Área y porcentaje de variación en área cosechada en Santander. Adaptado de (Agronet - MinAgricultura, 2018) 73

Figura 13. Producción de café en Santander. Adaptado de (Agronet - MinAgricultura, 2018) 73

Figura 14. Participación de Santander en la producción de café y área cosechada a nivel nacional. Adaptado de (Agronet - MinAgricultura, 2018) 74

Figura 15. Precio base del café desde 2007 hasta agosto de 2018. Adaptado de (Federación Nacional de cafeteros, 2018) 78

Figura 16. Área cultivada a sol y bajo sombra en Santander. Adaptado de (Federación Nacional de cafeteros, 2018) 84

Figura 17. Mapa de Santander con la ubicación de los municipios seleccionados como proveedores de café. Adaptado de (INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI - IGAC, 2014) 88

Figura 18. Porcentaje Ventas de Café según Perfil del Tueste. Adaptado de (DEVELOPMENT, 2016) 90

Figura 19. Consumo Promedio de Café en Colombia 2007 – 2020. Adaptado de (Cámara de Comercio de Medellín - Clúster Development, 2017). 92

Figura 20. Consumo de Café Fuera del Hogar en Colombia 2015. Adaptado de (DEVELOPMENT, 2016) 93

Figura 21. Número de tiendas de café en Colombia. Adaptado de (DEVELOPMENT, 2016) 94

Figura 22. Consumo de Café Dentro del Hogar en Colombia 2015. Adaptado de (DEVELOPMENT, 2016) 95

*Figura 23. Marcas de café relacionadas con tiendas de café de cadena en Colombia. *Actualizado a 2015, **Actualizado a 2016 y ***Actualizado a 2017. Adaptado de (Cámara de Comercio de Medellín - Clúster Development, 2017)* 98

Figura 24. Tiendas independientes de café en Colombia 99

Figura 25. Algunas marcas de café en Santander. (CÁMARA DE COMERCIO DE BUCARAMANGA, 2018) 103

Figura 26. Proyección de la producción de café en Santander. Adaptado de (Organization, 2018) 106

Figura 27. Consumo de café según edad. Adaptado de (QUINDIO, 2014) 107

Figura 28. Población proyectada por sexo y área geográfica. Adaptado de (DANE, 2018) 108

Figura 29. Pirámide de población total según sexo y grupos quinquenales de edad. Adaptado de (DANE, 2015) 108

Figura 30. Proyección de la demanda de café en Colombia (miles de bolsas de 60kg) 110

Figura 31. Diagrama del flujo del proceso para la elaboración del café tostado y molido 122

Figura 32. Diagrama detallado de producción de café tostado y molido a partir de café pergamino seco 124

Figura 33. Café en diferentes estados. Adaptado de (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 2018a) 125

Figura 34. Composición del fruto del café. (FUNDESYRAM, 2018) 125

Figura 35. Recolección manual de cerezas de café maduras. Adaptado de (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 2018b) 126

Figura 36. Beneficio de café. (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 2010a) .. 126

Figura 37. Proceso de trilla para la producción de café verde Excelso tipo exportación. Adaptado de (Federación Nacional de Cafeteros, 2018) 128

Figura 38. A) Ubicación de la finca. B) Ubicación de la finca (color rojo) respecto al municipio de San Gil (color amarillo) 138

Figura 39. Diagrama de cercanía e interrelación de las áreas de la empresa 145

Figura 40. Diagrama de cercanía entre áreas 145

Figura 41. Diagrama adimensional de la distribución en planta de la torrefactora 146

Figura 42. Valor actual neto vs. Tasa de descuento 161

Figura 43. Simulación del VPN 168

Figura 44. Simulación de la Tasa interna de Retorno TIR 169

Figura 45. Diagrama del proyecto 179

Resumen en Español

TITULO: INGENIERÍA BÁSICA DE UNA TORREFACTORA DE CAFÉ TOSTADO Y MOLIDO UBICADA EN EL DEPARTAMENTO DE SANTANDER.[*]

AUTOR: JULIO ANDRÉS ANGARITA LEIVA[**]

PALABRAS CLAVE: Proyectos de inversión, Ingeniería Básica.

DESCRIPCIÓN:

En el año 2017, se produjeron en Colombia 14,3 millones de sacos de café, actividad económica que produjo una cifra aproximada de 7,8 billones de pesos. Teniendo en cuenta el comportamiento de la producción nacional y los resultados obtenidos en los últimos años, se estima un crecimiento anual en la producción de café cercano al 5%. Asimismo, hay una tendencia de crecimiento del consumo de café cercana al 4% anual en el País. El departamento de Santander aporta el 6% de la producción nacional, y es una cifra que año tras año viene en aumento. Por otra parte, solo registran 14 torrefactoras operativas ante la Federación Nacional de Cafeteros.

Teniendo en cuenta la cadena de valor del café, en la cual, a mayor transformación del producto, se van obteniendo mayores utilidades e impulsado en el ejercicio de la creación de una empresa comercializadora de café especial en Santander. Se propone desarrollar un proyecto de inversión industrial atractivo a los inversionistas y rentable, el cual obedece al diseño de una planta torrefactora de café tostado y molido, lo que permitirá producir un café especial con los recursos que brinda el departamento.

De esta manera, la creación de mayor valor se presenta como una necesidad, la cual se desarrolla a través del estudio y evaluación de un proyecto de inversión industrial. Es así como se plantea la elaboración de una Ingeniería Básica que busca diseñar el plano funcional y material de la planta (equipos, insumos, mano de obra, distribución de áreas, entre otros) necesario para elaborar los productos definidos (producción) y determinar los correspondientes gastos de inversión y los costos que se habrán de sufragar durante la fase operacional del proyecto.

[*] Trabajo de Grado

[**] Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. - Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. - Maestría en Evaluación y Gerencia de Proyectos. Director: Edgar Sánchez Gómez Magíster en Administración de Proyectos.

Summary

TITTLE: INGENIERÍA BÁSICA DE UNA TORREFACTORA DE CAFÉ TOSTADO Y MOLIDO UBICADA EN EL DEPARTAMENTO DE SANTANDER[*]

AUTHOR: JULIO ANDRÉS ANGARITA LEIVA[**]

KEY WORDS: Investment project, Basic engineering.

CONTENTS:

In 2017, Colombia produced 14,3 millions of bulks of coffee, which represented 7.800 billion COP. Considering the overall Colombian coffee production and recent years results, it can be estimated a production growth close to 5% annually for the following years. Likewise, there is a trend in growth in annual consumption of coffee close to 4% in the country. The state of Santander produces 6% of the national production, which is a number that has been growing year after year. On the other hand, there are just register 14 roasters in the Colombian Coffee Growers Federation (FNC) and there are located in the department.

Taking into account the coffee value chain, where with a greater transformation of the product, greater profits are obtained and on the other hand, propel by the idea of create of a special coffee marketing company in Santander as a undertaking competent and profitable. It is proposed to develop a project of industrial investment attractive to investors and profitable. It is, specifically, the design of a coffee-roasting plant to roast and grinds the coffee, which will allow producing special coffee with the natural resources allocated in the region.

Therefore, adding value becomes a necessity, which is developed through analysis and evaluation of an industrial investment project. So, the proposal is to develop basic engineering to design the functional and material layout of the plant (equipment, inputs, labor, area distribution, etc), which is necessary to create the correspondent products (production), and to determine the correspondent investment expenses and the costs that would be executed through the operational phase of the project.

[*] Degree Work

[**] Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. - Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. - Maestría en Evaluación y Gerencia de Proyectos. Director: Edgar Sánchez Gómez Magíster en Administración de Proyectos.

Introducción

Hoy en día el mundo exige cada vez productos diferenciados y de mayor calidad, ya que muchos consumidores han demostrado su interés en pagar más por un producto especial, innovador y diferenciado. Es por eso que es importante que las industrias y los productores de materias primas optimicen sus procesos, con el fin de generar mejores productos y mayores utilidades. Para ello, es necesario que aúnen esfuerzos que los lleven a competir en una cadena de valor que requiere realizar innovación por medio de actividades complejas desde el punto de vista de planeación, ejecución y perdurabilidad, pues su objetivo es poder mejorar su rentabilidad, posicionamiento y reconocimiento. Para esto, es necesario que se realicen diferentes tipos de inversiones (financieras, capital humano, etc.), por lo que el camino más seguro para que dichas inversiones les generen los resultados esperados, es el de llevar a cabo un proyecto de inversión.

Un proyecto es un esfuerzo temporal que se realiza para crear un producto, servicio o resultado único (Project Management Institute, 2017). Los proyectos son impulsados generalmente para satisfacer una necesidad o conseguir un objetivo deseado que resulte en la creación de valor de negocio mediante la generación de entregables. Así mismo, el objetivo del proyecto, se define como una meta hacia la cual se debe dirigir el trabajo, una posición estratégica que se quiere lograr, un fin que se desea alcanzar, un resultado a obtener y un producto a producir o un servicio a prestar (Project Management Institute, 2017).

En la formulación y evaluación de proyectos de inversión industrial, se hacen estudios de pre-inversión, los cuales están enmarcados en las fases de prefactibilidad y factibilidad. Durante estas fases, se realizan los estudios de Ingeniería conceptual e Ingeniería básica, donde se identifica la viabilidad técnica y financiera del proyecto. Se establece el alcance del proyecto y se detallan las especificaciones que se deben seguir en el desarrollo de la Ingeniería de detalle, la cual se es realizada durante la fase de inversión del proyecto.

La ingeniería básica tiene por objetivo servir al proyecto de inversión y plantea la definición del alcance de la propuesta para el diseño de una planta de torrefacción de café tostado y molido, estableciendo la capacidad y característica del producto generado.

Por otro lado, actualmente a un alto porcentaje de los productos agrícolas en Colombia no se les genera valor agregado, dentro de ellos se encuentra el café. Dicho producto no es sometido en la mayoría de las veces a un proceso de transformación para convertirlo en un producto de consumo final, pues alrededor del 96% de la producción de café pergamino, está en manos de pequeñas familias caficultoras de Colombia quienes tienen fincas en promedio de 1,4 hectáreas, y por lo general les da igual vender su café pergamino a los diferentes centros de acopio de los municipios o a las Cooperativas de Caficultores o a los tostadores.

Para una finca productora de café pergamino, la creación de valor se presenta como una necesidad la cual se desarrolla en parte, a través del estudio y evaluación de un proyecto de inversión, donde se requiere realizar la ingeniería básica de una planta industrial para la torrefacción de café por medio del establecimiento del proceso de producción de un café especial, diferenciado y competitivo para el mercado nacional aprovechando las

características propias de cultivo de la región. La empresa en la que se lleva a cabo el desarrollo de la ingeniería básica se encuentra ubicada en el municipio del San Gil del departamento de Santander.

Teniendo en cuenta lo anterior, y para el caso concreto en que se necesita la creación de una torrefactora de café tostado y molido en el departamento de Santander, reviste trascendental importancia el desarrollo de la ingeniería básica para el análisis de la compra del café pergamino hasta el proceso de empaque del producto final (café tostado y molido), contemplando el proceso de trilla y torrefacción (tostión del café) la cual se detalla en el presente trabajo de aplicación.

1. Planteamiento y justificación del problema – Necesidad – Oportunidad

El 2017 culminó como uno de los años récord en cosecha de café debido a que se produjeron 14,3 millones de sacos por un valor cercano a 7,8 billones de pesos. De los sacos producidos se exportaron aproximadamente 13,4 millones, valorados en 2.854 millones de dólares, y de acuerdo con proyecciones realizadas por LMC International[†] y Judith Ganes se estima que para los próximos años haya un crecimiento aproximado en la producción nacional entre el 1% y el 5% (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 2017).

[†] LMC International es una consultora económica y empresarial, líder mundial en el sector de agro-negocios

La caficultura en Santander está presente en 73 de los 85 municipios del departamento, donde se registran 37 mil fincas, que suman 50 mil hectáreas sembradas, las cuales pertenecen a 31.542 caficultores, los cuales equivalen aproximadamente a un 5% de la producción nacional de café en Colombia. La producción de café en el departamento factura más de 100 mil millones de pesos al año según datos reportados por la Cámara de Comercio de Bucaramanga, y gracias a esta actividad desarrollada en el departamento, 38.000 empleos son generados anualmente (Cluster Café, 2017).

Hoy en día, en la mayoría de las fincas productoras del departamento no hay una generación de valor en la cadena de transformación del café, debido a que muchos de los caficultores venden su producto en los diferentes puntos de compra existentes en los municipios. Esto obedece, a que los productores de café o no están interesados o no tienen los medios (económicos, técnicos, entre otros) para transformar la materia prima en un producto de consumo final; puesto que muchas veces el café ha sido categorizado como un producto agrícola con pocas opciones de transformación y generación de valor (*Commodity*), así mismo, la falta de conocimiento por parte de los caficultores y acompañamiento técnico (por ejemplo del Servicio de Extensión de Federación Nacional de Cafeteros) provoca una producción de café de baja calidad y/o baja rentabilidad en la producción.

Sumado a lo anterior, en Santander sólo están registradas ante FNC un total de 14 torrefactoras (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 2018) y en su mayoría no se encuentran publicadas o promocionadas en internet. Además, es bien sabido que en los últimos años las tiendas especializadas en café (tostadoras de café) han crecido en Santander,

sin embargo no están registradas ante la FNC y sólo algunas se están dando a conocer a través de páginas web y plataformas digitales.

Por otra parte, los cafés especiales son aquellos valorados por los consumidores por sus atributos consistentes, verificables y sostenibles, por los cuales están dispuestos a pagar precios superiores, que redunden en un mejor ingreso y un mayor bienestar de los productores (Federación Nacional de cafeteros - Cafés Especiales, 2018). El segmento de cafés especiales apunta a públicos jóvenes, sensibilizados por el medio ambiente, por el consumo de productos orgánicos que beneficien la salud y demuestran interés en aprender y vivir experiencias, dentro de las que se encuentra la experiencia sensorial que brinda este tipo de productos.

La calidad, reputación y características del café arábigo colombiano, como uno de los mejores cafés del mundo, se debe no sólo a condiciones geográficas excepcionales, sino a esmerados y rigurosos procesos de cultivo, cosecha, beneficio, clasificación y control en los que el factor humano es fundamental (Federación Nacional de cafeteros - Cafés Especiales, 2018).

Durante los últimos años, la cultura de consumo de café en Colombia ha venido cambiando (aparición de nuevas marcas y tiendas de consumo de productos provenientes de café), sin embargo no es la que se esperaría para un país productor de café, puesto que como colombianos hemos estado acostumbrados a consumir café sin tener en cuenta su calidad, origen, preparación, ni la historia que hay detrás del grano y esto se debe a la falta de cultura cafetera. Básicamente, al problema se le añade el hecho de que la mayor parte de la

producción de café se exporta, dejando aproximadamente el 6% de la producción nacional total para el consumo interno, sin añadir que éste café generalmente no cuenta con un proceso de transformación adecuado, ya que en su mayoría las empresas torrefactoras nacionales buscan producir volúmenes altos de producto, adicionando en algunas ocasiones café de orígenes diferentes al nuestro, provocando la pérdida de las características típicas del producto colombiano.

Basado en lo anterior, la idea central del proyecto de emprendimiento es beneficiarse del café producido en la región santandereana, aprovechando las características propias de la materia prima para transformarlo en un producto diferenciado. Es por ello que el proyecto de creación de una torrefactora de café tostado y molido, busca desarrollar a través de una ingeniería básica las bases de diseño, especificaciones técnicas y de proceso, y dar a conocer la rentabilidad del proyecto.

2. Objetivos

2.1.Objetivo General

Desarrollar la ingeniería básica de una torrefactora de café tostado y molido ubicada en el departamento de Santander.

2.2.Objetivos Específicos

Llevar a cabo un diagnóstico de la producción actual de café de alta calidad en las fincas cafeteras del municipio de San Gil, Santander.

Definir los aspectos técnicos y económicos necesarios para la creación de una torrefactora de café tostado y molido

Describir el proceso de producción de un café de alta calidad

Realizar los estudios de impacto ambiental y legal de la propuesta de la planta torrefactora

Elaborar un documento donde se plasmen todos los datos e información de la ingeniería básica para una planta de torrefacción de café tostado y molido.

3. Marco de referencia

3.1.Marco de antecedentes

El emprendimiento que se analiza en la presente propuesta de trabajo de aplicación, parte de la necesidad del aprovechamiento del café cultivado en la finca El Pedregal y de la abundante oferta del grano en el departamento de Santander. Por consiguiente, la propuesta se realiza con el objeto de entrar a participar y competir en la cadena de valor que genera la transformación del café, en un segmento del mercado de cafés especiales y consumidores interesados en productos de consumo diferentes a los encontrados en el mercado de consumo masivo, que dé a lugar a la creación de una propuesta de negocio económicamente viable y atractiva a los inversionistas e interesados del proyecto y que contribuya al desarrollo económico del país y a la generación de empleo.

El café es uno de los productos agrícolas más populares a nivel mundial, en donde Colombia se ubica como tercer país productor de café en el mundo, siendo el primer productor de café suave, característica que junto con la variedad climática, la diferencia en altitud de las zonas cafeteras y las lluvias bimodales, permiten obtener una ventaja sobre los competidores a nivel mundial, debido a que es uno de los únicos países que ofrece café fresco al mercado durante todo el año. Adicionalmente, parte del éxito del café Colombiano es el

perfil de taza puesto que es suave, limpia, con acidez y cuerpo medio/alto y aroma pronunciado. Cabe resaltar, que Santander es uno de los departamentos productores de café y se ubica en la octava posición a nivel nacional (Federación Nacional de Cafeteros, 2010).

Al día de hoy, en Santander, son pocas las empresas dedicadas a la torrefacción de café que están registradas ante FNC. En la tabla 1, se encuentran dichas empresas.

Tabla 1.
Torrefactoras de Santander. Adaptado de(Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 2018)

Resolución de inscripción	**Nombre del establecimiento comercial**	**Ciudad**
1-096-00	Café Baeza	San Gil
1-058-00	Café Bumangués y/o Nubia Cabeza de Paredes	Bucaramanga
1-110-01	Ceyco Ltda	Bucaramanga
1-426-17	Ganadería Manzanares S.A.S.	Floridablanca
1-139-02	Fábrica de Café y Chocolate El Agrario	San Vicente de Chucurí
1-089-00	Gironés S.A.	Floridablanca
1-461-18	Tres Montes S.A.S.	Bucaramanga
1-448-17	Tostadora de Café Yariguíes	Piedecuesta
1-432-17	Intic Investment S.A.S.	Socorro
1-420-17	Kafe Loma Verde	San Gil
1-272-12	Industria de Productos Alimenticios Carolina Díaz	Bucaramanga
1-321-14	Café Puro Cuchicute	Pinchote
1-309-14	Tostadora de Café Los Comuneros	Socorro
1-090-00	Tostadora de Café Bon-Ami Ltda	Bucaramanga

Teniendo en cuenta lo anterior, se considera una oportunidad de establecer una planta de torrefacción en Santander aprovechando la poca oferta que existe de empresas tostadoras de café, así mismo, aprovechando los volúmenes de café producidos en el departamento y la calidad propia del grano para la producción de un producto de consumo diferenciador. En ese orden de ideas, se vale mencionar que dentro de los cafés, hay diferentes clases de café, como lo son los cafés especiales; el término café especial data de 1978, cuando Erna Knusten Coffe LTD, usó el término donde describió la influencia de los microclimas en los granos producidos, ya que se podían encontrar sabores y perfiles únicos.

Por otra parte, la FNC en 2017 cumplió 90 años de fundación y en sus inicios surgió con el objetivo de defender a industria cafetera colombiana. A lo largo de estos 90 años, sus actividades han permitido incrementar y conservar la producción y calidad de los cultivos cafeteros y promocionar el consumo de café Colombiano a nivel nacional e internacional. Dicha agremiación, ha realizado grandes aportes a la caficultura, pues en el año 1928 creó el servicio de extensión, con el fin de dar recomendaciones técnicas sobre el cultivo, que permitieran mejorar la productividad y sostenibilidad de los cultivo cafeteros. Diez años después, en 1938 creó el primer centro de investigaciones en café CENICAFÉ a nivel mundial. Y a lo largo de los años, los esfuerzos realizados por FNC ha impactado positivamente la caficultura colombiana (Chalarca, 1998).

Para las empresas dedicadas al negocio del café, debe ser de suma importancia estar registradas ante el máximo ente cafetero del país, como lo es FNC, sin embargo la realidad

es diferente, pues en la tabla 1, se evidencia que solo hay 14 empresas torrefactoras registradas en Santander ante dicho ente.

No obstante, en Santander y a nivel nacional, se encuentran empresas especializadas en brindar un café de alta calidad, por ejemplo Café Mesa de los Santos (Santander) (Café Mesa de Los Santos, 2016), Café Granja La Esperanza (Valle del Cauca) (Café Granja La Esperanza, 2016), Devoción (Bogotá D.C.) (Devoción, 2018), Azahar Coffee (Bogotá D.C.) (Azahar Coffee Company, 2018), Amor Perfecto (Bogotá D.C.) (Amor Perfecto, 2017), Lavaive (Antioquia) (Lavaive Café, 2017) y Manantiales del Frontino (Valle del Cauca), de las cuales se alimenta ésta propuesta, debido a que se comparte la filosofía de emprendimiento, innovación y generación de valor agregado a un producto agrícola de gran reconocimiento nacional e internacional.

Con ésta propuesta de negocio, se busca lograr tener una relación más cercana con el caficultor, con el fin de poderla transmitir al consumidor final; asimismo, el método de compra directo al caficultor, que algunas de las empresas mencionadas previamente tienen como insignia, ha logrado generar cafés de alta calidad y brindar mayor retribución económica al productor, ya que hay una eliminación de los intermediarios. En este orden de ideas, el hecho de que un café tenga características diferenciadoras, que son las que en la mayoría de las veces se obtienen de un café que ha sido procesado de manera especial, se refiere a características sensoriales del producto, distintas al café de las grandes marcas tradicionales.

Todo esta transformación se debe en gran medida, a que la cultura hacia el consumo de café ha ido cambiando, pues cada vez hay más consumidores interesados en aprender sobre

café, conocer el origen y la historia detrás de la taza de café que consumen, identificar las características propias del grano, descubrir los diversos sabores y disfrutar una experiencia de un producto que ha sido cuidadosamente transformado.

Este cambio cultural en torno al café ha sido aprovechado por los tostadores, quienes hacen parte de la industria más rentable del café, como lo es su preparación para ser usado como bebida (Chalarca, 1998), no obstante un pequeño porcentaje de éste (microtostadores o tostadores pequeños) eslabón en la cadena del café (tostión o torrefacción), hacen su mayor esfuerzo, con el fin de lograr que el café exprese sus mejores atributos en una taza, pues son pequeñas o muy pequeñas comparadas con las empresas tostadoras que dominan el mercado; sin embargo compiten con ellas gracias a la diferenciación de sus productos que tienen mayor calidad y por ende brindan una mejor experiencia sensorial al consumidor.

Con base en lo dicho previamente, surge la idea de aprovechar la oportunidad de negocio que está creciendo en torno al café y para ello se busca desarrollar una ingeniería básica que establezca la estructura del funcionamiento de una planta de torrefacción de café tostado y tostado y molido que opere en el departamento de Santander, y será la base de operación de una empresa que le apuesta a la producción, distribución y comercialización de un café especial, diferenciado y competitivo. Finalmente, se espera que el resultado de éste estudio permita aprovechar la oportunidad de negocio con la realización de la inversión para su creación, puesta en marcha y entrada en operación

3.2.Marco teórico

3.2.1 El Proyecto. El alcance de un proyecto de inversión viene definido en primer lugar por los objetivos y estrategias determinadas por sus posibles inversionistas, teniendo en cuenta el entorno comercial y en segundo lugar por el concepto de comercialización y por los insumos (recursos) disponibles para el proyecto.

En los proyectos de inversión industrial, el ciclo de vida está compuesto, según el Manual para la Preparación de Estudios de Viabilidad Industrial de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) de tres etapas, que son preinversión, inversión y operación. En la siguiente figura se presentan las fases mencionadas y los estudios que las componen (Behrens & Hawranek, 1994).

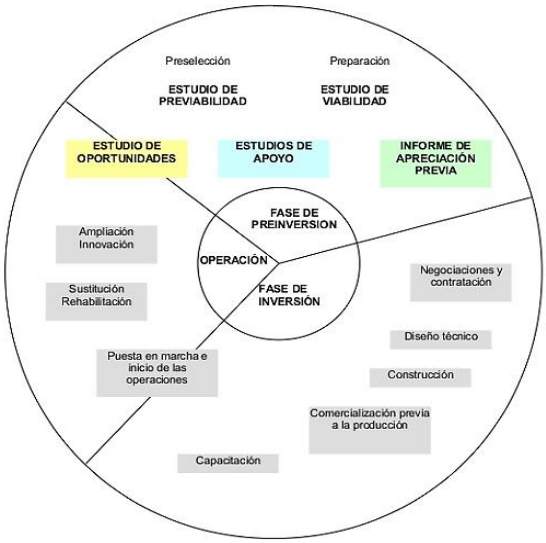


Figura 1. Fases de preinversión, de inversión y operacional del ciclo del proyecto. Adaptado de (Behrens & Hawranek, 1994)

En la figura 1, la fase de preinversión parte de la identificación de oportunidades de inversión, como de alternativas y selección de la opción más favorable para desarrollar el proyecto, y de estudios de previabilidad y estudios de viabilidad, como etapas de preselección y preparación respectivamente. Posteriormente, durante la fase de inversión o ejecución, se llevan a cabo diversas actividades entre las que se encuentran labores técnicas y de consultoría como el diseño de la ingeniería de detalle, la creación de la base jurídica y financiera para la ejecución del proyecto, la contratación del personal y la iniciación de las operaciones en la planta, entre otras. Finalmente, la etapa operacional inicia una vez ha comenzado la producción, pues en ese momento es cuando se pueden presentar problemas relacionados con el área productiva (funcionamiento de equipos, costos de producción, entre otros), dichos problemas provienen por lo general de la fase de preinversión, por lo que es importante tener la estrategia correcta en la proyección generada durante dicha fase.

El éxito o el fracaso de un proyecto de inversión industrial depende en gran medida de las conclusiones técnicas, financieras, económicas y de comercialización, así como de su interpretación, sobre todo en el estudio de viabilidad. Por lo tanto es pertinente que los estudios realizados en las fases de preinversión e inversión proporcionen todos los datos necesarios para adoptar la decisión de proseguir a la siguiente fase del proyecto y posteriormente llegar a efectuar la inversión. (Behrens & Hawranek, 1994).

Dentro del ciclo de vida del proyecto, se llevan a cabo los estudios de ingeniería básica, ingeniería de detalle e ingeniería de terreno, tal y como se muestra en la siguiente figura, donde se presenta el desarrollo secuencial de los estudios de ingeniería en los proyectos.

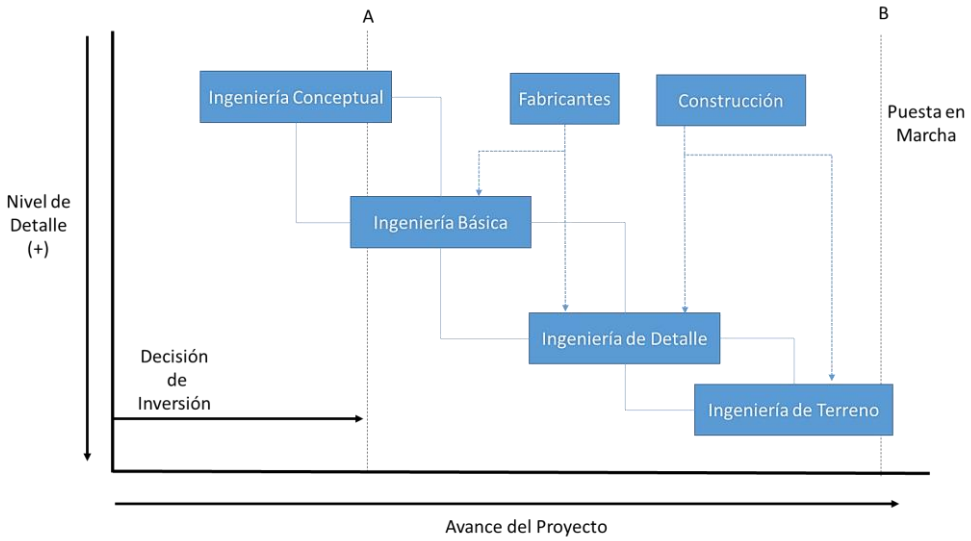


Figura 2. Desarrollo secuencial y aportes externos a la ingeniería. Adaptado de (Guillermo Leon Bustamante, 2018)

En la figura 2, está claro que lenguaje de la ingeniería en los proyectos es transversal a otras disciplinas a lo largo de la vida del proyecto y de la operación, de manera que a medida que se avanza en los estudios de ingeniería, se va profundizando en el nivel de detalle.

3.2.2 La ingeniería en el proyecto. La ingeniería como disciplina que interviene en los proyectos, se puede entender como el conjunto de conocimientos orientados hacia la invención y utilización de técnicas para el aprovechamiento de los recursos naturales o para la actividad industrial, dado que es el arte de aplicar conocimientos científicos y técnicos para transformar unos insumos y obtener un objetivo determinado haciendo uso eficiente de los recursos disponibles.(Guillermo Leon Bustamante, 2018)

Para los fines específicos del proyecto, la ingeniería permite obtener un producto, resultado de un proceso de transformación industrial, el cual una vez puesto en el mercado, deberá generar valor para la empresa y/o el proyecto, resultando en retribuciones económicas para los inversionistas e interesados claves.

La importancia del desarrollo de la ingeniería en los proyectos de inversión industrial, radica en que se encarga de diseñar el plano funcional y el material de la planta (equipos, insumos, mano de obra, distribución de áreas, entre otros) necesario para elaborar los productos definidos (producción) y determinar los correspondientes gastos de inversión y los costos que se habrán de sufragar durante la fase operacional del proyecto. El campo de aplicación de la ingeniería comprende además, el lugar en que se implantará la fábrica y todas las actividades necesarias para el suministro de los insumos y productos, con el fin de facilitar las inversiones en infraestructura complementaria según sea requerido.

Con base en lo anterior, en la ingeniería se analiza y se establecen las necesidades de geolocalización, emplazamiento de la industria, características de los materiales e insumos, infraestructura, interrelaciones con los servicios públicos, flujo de materiales, instalación de maquinaria y otros aspectos de la construcción y el funcionamiento de la planta (Behrens & Hawranek, 1994), teniendo en cuenta características como proveedores de materia prima, logística y entre otros factores que van a intervenir en la selección de la opción más favorable para el desarrollo del proyecto.

El lenguaje de la ingeniería en los proyectos, es transversal a otras disciplinas a lo largo de la vida del proyecto y de la operación. Se pueden encontrar los siguientes términos:

ingeniería conceptual o diseño conceptual, ingeniería básica o diseño básico, ingeniería de detalle o diseño de detalle, todos ellos relacionados de tal forma que en la medida que se avance en ellos, se van profundizando los detalles. (Guillermo Leon Bustamante, 2018)

Al hablar de ingeniería (conceptual, básica y/o de detalle) nos estamos refiriendo directamente a los diseños que por lo general todo proyecto debería tener(Fernández Faccini, 2001) y la influencia que estos tienen en los costos del mismo, debido a que es mediante el desarrollo y estudio de éstos, donde se define la calidad y la vida útil del proyecto.

En lo que se refiere al diseño conceptual y diseño básico, según Humberto Fernández Faccini en el libro *Gerencia de Proyectos aplicada paso a paso*, estos diseños se dan a conocer en el marco de diseño preliminar del proyecto, debido a se explica que el diseño conceptual y diseño básico por lo general se realizan durante la fase de preinversión, por lo cual resulta pertinente considerarlos en conjunto y dentro de un programa o ciclo de vida de proyecto específico, dejando para la fase de ejecución el desarrollo del diseño detallado.(Fernández Faccini, 2001) Lo anterior apunta a que es en la fase de preinversión donde se realizan las estimaciones y cálculos iniciales del proyecto, dado que es donde el impacto de los cambios en el alcance es menor comparado con las fases posteriores del proyecto.

En ese orden de ideas, el objetivo de desarrollar la ingeniería se centra en la obtención de un resultado o un determinado bien, que a su vez se va desarrollando progresivamente hacia la definición del alcance del proyecto y su correspondiente estimación de inversión. Es por esto que cada estudio de ingeniería deberá proveer a la siguiente fase, los entregables o

conjunto de documentos necesarios que permitan analizar la factibilidad económica y/o rentabilidad del proyecto y someter el mismo a aprobación.(Centro Argentino de Ingeniería, 2016).

Una de las primeras etapas del proyecto consta de la elaboración de la ingeniería conceptual o diseño conceptual y es en ésta donde se realiza la selección de la opción más conveniente a partir de varias alternativas o casos. El desarrollo de la ingeniería conceptual en el proyecto, se encuentra en la frontera entre los estudios de formulación del proyecto y el inicio de la ejecución del mismo, es decir, se desarrolla para contribuir a la decisión de la inversión, ubicándose en las etapas de prefactibilidad y factibilidad conocida o en la preinversión.

La ingeniería conceptual tiene por objetivo fundamental elaborar el presupuesto preliminar y de cierta manera es la que ofrece la información del estudio de viabilidad técnico-económica del proyecto(Fernández Faccini, 2001) y establece las pautas para el desarrollo de las etapas posteriores correspondientes a la ingeniería básica e ingeniería de detalle.(Centro Argentino de Ingeniería, 2016) Es durante esta etapa, donde se fijan los objetivos deseados por el cliente y se destacan los puntos básicos y principales del proyecto; además, se estudia qué tipo de tecnologías aplicar, se define el marco de normas técnicas que regularán los diseños, los diferentes sistemas que serán parte del proyecto y los requerimientos de espacio y se establecen las especificaciones técnicas conceptuales y la filosofía que es preciso seguir para definir las especificaciones detalladas en etapas posteriores.(Centro Argentino de Ingeniería, 2016)

La ingeniería conceptual corresponde a una ingeniería preliminar y de acuerdo con el tipo de proyecto tendrá características especiales. No obstante, se destaca su utilidad en la definición del alcance del proyecto a pesar del nivel de detalle de sus estudios, ya que determinarán el rumbo de las siguientes fases. Aun así, en el ejercicio del desarrollo de proyectos no es común que sea desarrollada al no considerarla necesaria, sin embargo, como lo expresa Humberto Fernández Faccini en el libro *Gerencia de Proyectos aplicada paso a paso*,, realizar la ingeniería conceptual mejora la concepción del proyecto y facilita su manejo posterior, pues sirve como punto de referencia para los cambios ineludibles en la vida de los proyectos suministrando la información técnica, económica, social y comercial que se tomó como base para la justificación de los trabajos, (Fernández Faccini, 2001)y es ahí en la definición inicial del proyecto, donde se realiza la recopilación de aquellos datos claves que posteriormente se revisan para fijar los objetivos que sentarán las bases de todo el trabajo posterior.

Durante la ingeniería conceptual, se fija el costo mínimo del proyecto, se toman las decisiones de selección de tecnología que será usada, se fijan los detalles conceptuales que deberán seguirse para definir las especificaciones detalladas en etapas posteriores. Por otra parte, las oportunidades de ahorro de dinero se dan a conocer durante esta fase, debido a que las bases de diseño pueden ser reestructuradas o modificadas, al igual que la distribución en planta o el programa de construcción en el campo.(Fernández Faccini, 2001) En otras palabras, al ser una fase inicial, donde no se han implementado aún las bases de diseño y se están preparando las especificaciones para las fases posteriores, es más económico realizar las modificaciones que convengan más al desarrollo del proyecto y ajustar las necesidades que vayan surgiendo a lo largo del desarrollo de la esta ingeniería.

A continuación, se establecen los requerimientos de documentación o entregables que se generan en la ingeniería conceptual. El desarrollo de cada una de estas etapas, se considera un hito en el desarrollo del proyecto, en el que se toman decisiones de alto nivel que inciden y condicionan la etapa siguiente. Por lo tanto y haciendo uso de la estructura de desglose de trabajo (EDT), en la siguiente figura se realiza la descomposición del alcance total del trabajo a realizar durante la ingeniería conceptual y posteriormente se encuentra su diccionario de términos

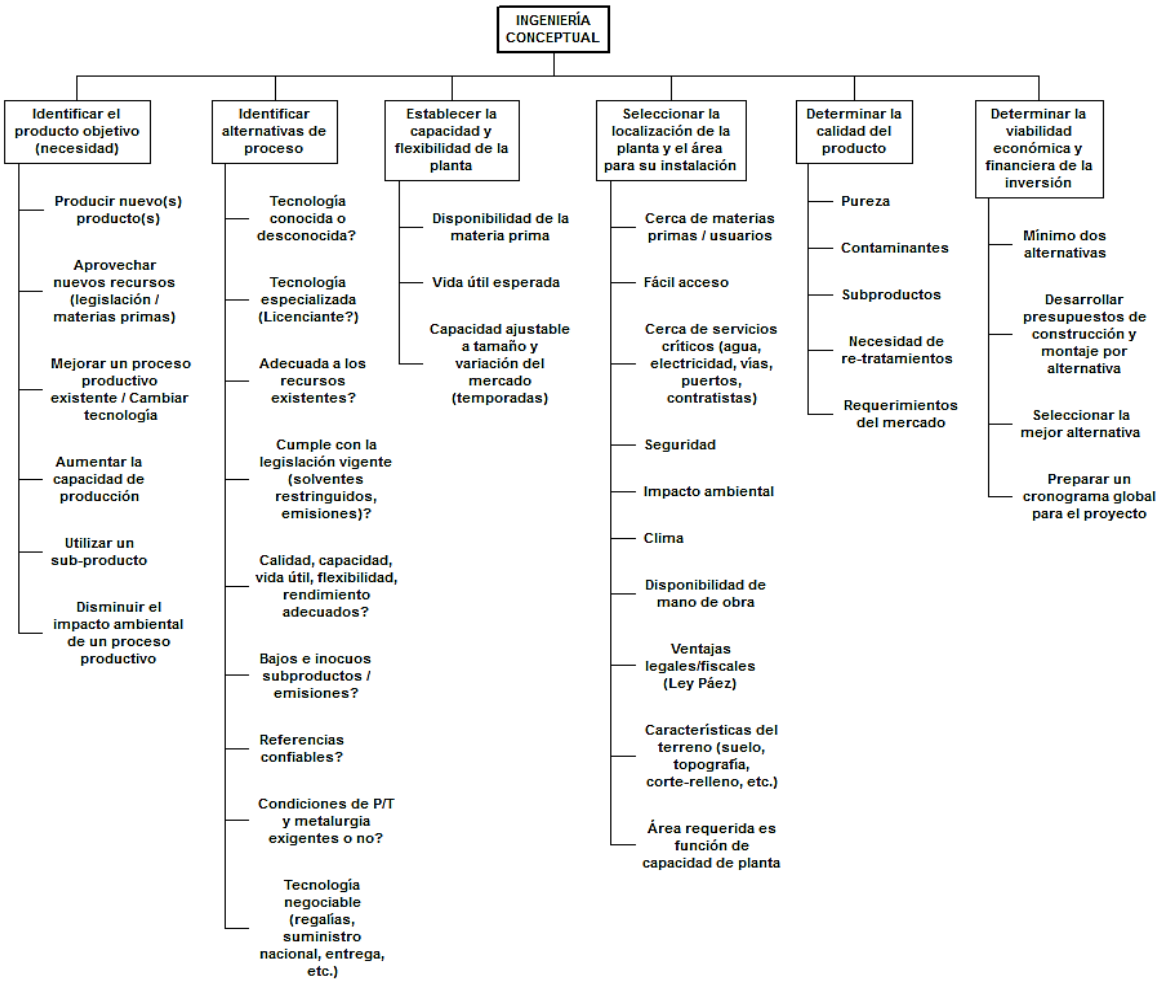


Figura 3. EDT del alcance de la Ingeniería conceptual. Adaptado de (Cossio Cárdenas, Núñez Monterrosa, & Robayo Carrillo, 2015)

Una vez realizada la EDT del alcance de la ingeniería conceptual, se procede a realizar el diccionario de términos correspondiente (Cossio Cárdenas et al., 2015), el cual se encuentra a continuación.

Ingeniería conceptual: Es la primera etapa de un proyecto la cual se realiza para identificar su viabilidad técnica, económica y de mercado.

Producto objetivo (necesidad): Es el producto, servicio o resultado único que producirá el proyecto.

Alternativas de proceso: Tecnología requerida para llevar a cabo el proyecto.

Capacidad y flexibilidad de la planta: Se analiza la disponibilidad de materia prima para el proyecto y se estima la vida útil del producto con base el mercado actual.

Localización de la planta y área para su instalación: Se evalúan los factores como suelo, vías de acceso, proveedores, materia prima, condiciones climáticas, geografía del lugar, servicios públicos y se hallan los requisitos de geolocalización convenientes para el proyecto.

Calidad del producto: Condiciones y requisitos que debe cumplir el entregable final del proyecto una vez producido.

Viabilidad económica y financiera de la inversión: Mediante un estudio financiero se determina el escenario más conveniente para el desarrollo del proyecto y da conocer a los inversionistas la viabilidad económica y financiera del proyecto.

En la figura siguiente, se presentan los documentos o entregables mínimos que se desarrollan durante la fase de ingeniería conceptual a nivel general:

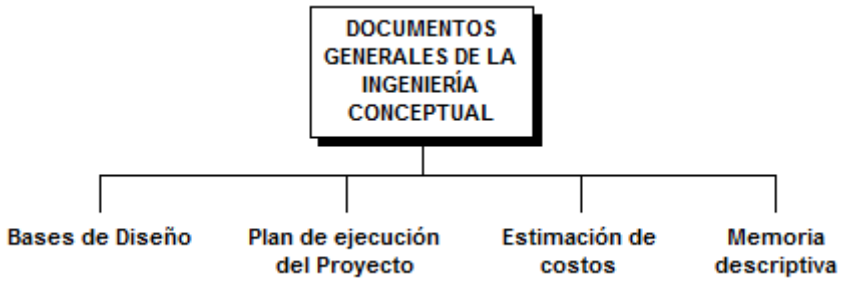


Figura 4. Documentos generales de la ingeniería conceptual. Adaptado de (Centro Argentino de Ingeniería, 2016)

Igualmente de la figura anterior, surge la necesidad de realizar el diccionario de términos de los documentos generales de la ingeniería conceptual

Bases de diseño: Es un documento inicial del proyecto que describe las pautas y condiciones de contorno del proyecto a desarrollar. Representa un acuerdo con el cliente. Debe contener aspectos como:

- Descripción y objetivos generales del proyecto
- Condiciones de borde

- Datos de entrada (caudal, composición, etc.)
- Especificación de productos
- Condiciones de sitio
- Restricciones de espacio
- Escenarios de diseño
- Disponibilidad de servicios
- Requisitos de reserva/*spare* para equipos
- Requerimientos particulares de todas las especialidades
- Normas y legislación aplicable
- Sistema de unidades del proyecto

Plan de ejecución del proyecto: Plan de ejecución de las fases siguientes del proyecto con un nivel de detalle que permita servir como base para la estimación de costos.

Estimación de costos: Es un documento que presenta los costos estimados del proyecto según el alcance del diseño conceptual.

Memoria descriptiva: Documento multidisciplinario que describe todas las definiciones tomadas en la ingeniería conceptual.

Una vez descrita la ingeniería conceptual, se pasa a detallar el diseño básico o ingeniería básica, el cual presenta el contenido tecnológico de un proyecto industrial y es el primer peldaño a superar en la ejecución de un proyecto. Ésta ingeniería incluye las especificaciones,

los códigos y las normas básicas que es preciso seguir en la etapa de la ingeniería detallada. Su foco está en las especificaciones de equipos o sistemas especiales que ameritan un tratamiento específico desde el inicio del diseño de detalle, y dependiendo del tipo de proyecto y del alcance, las características de la ingeniería básica pueden variar.(Fernández Faccini, 2001)

Adicionalmente, tiene por objetivo la definición de las líneas básicas del proyecto, de manera que suministre al promotor la información necesaria para poder tomar la decisión de llevar adelante el proyecto o de paralizarlo (Centro argentino de ingenieros. Comisión de empresas proveedoras de servicios de ingeniería, 2016a). Lo anterior, se refiere a que debido al aporte dado por la ingeniería conceptual y las bases precedentes determinadas durante su desarrollo, ya existe una apreciación más exacta y real que puede ser usada para determinar la continuidad del proyecto.

Dentro de los objetivos que desarrolla la ingeniería básica, se encuentra la selección de la solución más conveniente, es decir, aquella solución que cumple con los requisitos del proyecto; así mismo, desarrolla y define la solución y mejora los diseños iniciales dando a conocer la rentabilidad del proyecto.

La ingeniería básica se utiliza como documento de gestión, dependiendo del tipo de proyecto que desarrolla. En proyectos de productos, la finalidad de la ingeniería se utiliza para la solicitud de ayudas económicas o para solicitar a los proveedores o a la misma empresa, el desarrollo de algunos de los componentes del diseño, por otra parte, en proyectos de plantas industriales sirve para la solicitud de licencias de obras de construcción.

Durante la ejecución de la ingeniería básica, algunos de sus entregables pueden desarrollar completamente algunos componentes del proyecto como el proceso productivo y la distribución en planta de una industria, pero los aspectos como los cálculos de elementos constructivos no llegan más que a apuntarse.(Centro argentino de ingenieros. Comisión de empresas proveedoras de servicios de ingeniería, 2016a). De igual manera, en este estudio se establecen las especificaciones que van a seguirse, se fija el alcance del proyecto de manera concreta, se establecen las capacidades y las características de los productos o servicios que generará el proyecto, se señalan los pasos que deben darse para llevar a cabo las obras y se presenta la elaboración de presupuestos ajustados a la realidad del proyecto.

La estructura de elaboración de la ingeniería básica no es uniforme, pues cada proyecto presenta características únicas y cada empresa que lo desarrolla, por tanto el tipo de información elaborada puede contribuir en menor o mayor medida a la ingeniería de detalle.

Durante la elaboración de la ingeniería, se decide la cantidad de sobrediseño que pueden tener las instalaciones y se hacen las previsiones para una futura expansión, se selecciona el sitio de la obra, y el arquitecto puede indicar una distribución provisional para las instalaciones y la disposición de los equipos principales, las zonas de servicio se realizan minimizando el número de estructuras.(Fernández Faccini, 2001) Con base en lo anterior, la ingeniería básica identifica las necesidades de emplazamiento, elabora los planos de distribución en planta y define las soluciones constructivas del proyecto.

Según Humberto Fernández Faccini en el libro *Gerencia de Proyectos aplicada paso a paso*, indica que es aconsejable llevar a cabo el cumplimiento de los puntos necesarios de la

ingeniería básica, debido a que realizar actividades no estipuladas pueden conducir a perdida de esfuerzos y trabajo, pues durante el ejercicio de la ingeniería de detalle todo debe ser reevaluado, y es muy posible que aquellas actividades que van más allá de la ingeniería básica requieran ser repetidas.(Fernández Faccini, 2001) El autor es enfático en que cada estudio de ingeniería lleva a cabo una serie de actividades y desarrolla entregables que sirven como base a procesos subsiguientes que lo desarrollan las ingenierías posteriores; por consiguiente desarrollar un entregable más allá de su alcance redundará en trabajo extra que probablemente no beneficiará al proyecto.

La práctica de elaborar la ingeniería básica permite fijar las metas y el alcance del trabajo ya que introduce objetivos más claros y definidos del proyecto, siendo parte fundamental en la etapa de planeación del mismo. Por otra parte, permite conocer con anticipación el aspecto técnico de las obras y facilita más adelante la elaboración de la ingeniería detallada(Fernández Faccini, 2001), en otras palabras, el aportar información clara como los objetivos y características de los entregables disminuye los riesgos en el desarrollo del proyecto debido a que se ha llevado una planificación adecuada en cada etapa del mismo, logrando establecer el alcance indicado de los trabajos.

Con el fin de conocer la estructura que debe contener la ingeniería básica, a continuación haciendo uso de la EDT se realiza la descomposición del alcance total del trabajo a realizar durante la ingeniería básica.

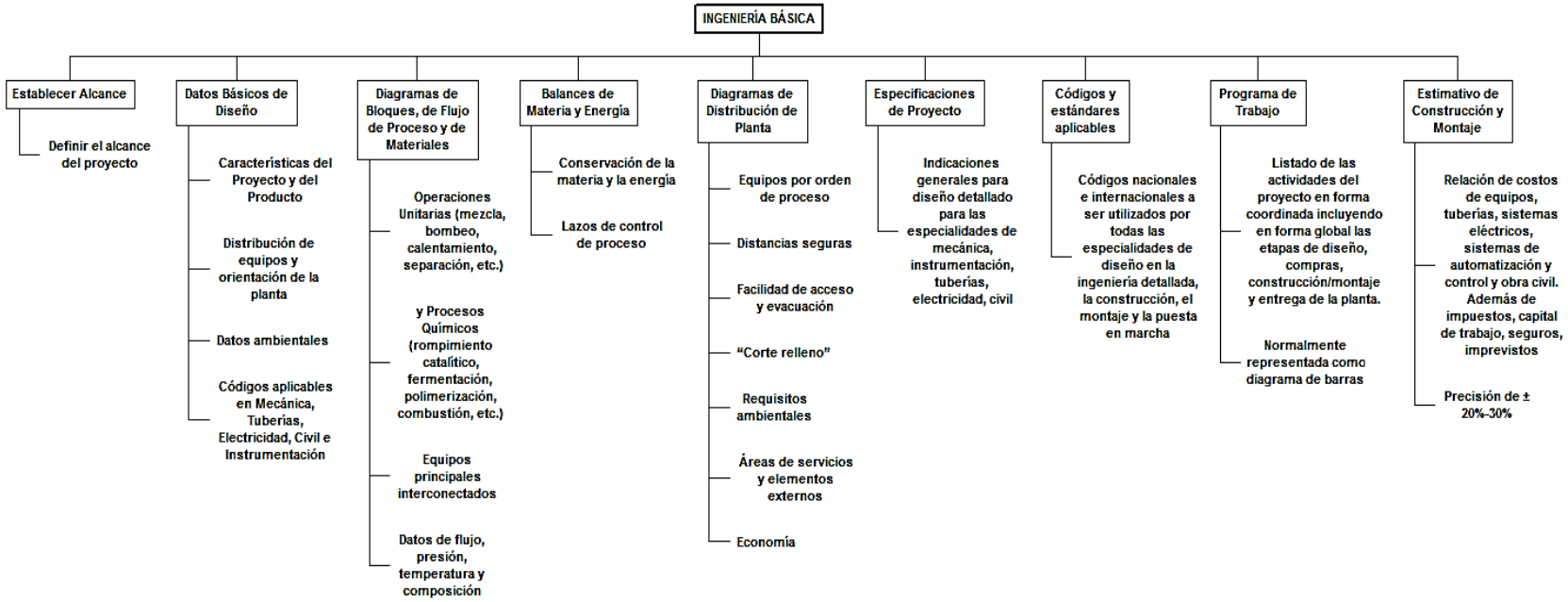


Figura 5. EDT de la ingeniería básica. (Cossio Cárdenas et al., 2015)

Partiendo de la EDT anterior, se realiza el diccionario de términos de los documentos generales de la ingeniería básica:

Ingeniería básica: Establece las especificaciones y características del producto, servicio o resultado único que será producido, presenta el cronograma del proyecto y su valoración económica. Fija el alcance del proyecto y desarrolla la alternativa seleccionada en la etapa de diseño conceptual.

Alcance del proyecto: Define los entregables del proyecto y el trabajo necesario que debe ser llevado a cabo para producirlos.

Datos básicos de diseño: Determina la capacidad de producción, especificaciones de la materia prima y los productos.

Diagrama de bloques: Conformado por un gran bloque de materias primas y otro de servicios auxiliares que, en conexión con el primero origina el tercer gran bloque de productos.(Centro argentino de ingenieros. Comisión de empresas proveedoras de servicios de ingeniería, 2016a)

Balances de materia y energía: Analizan los flujos cualitativos y cuantitativos que intervienen en el proceso, indicando su estado físico (presión, temperatura, etc.). Pueden darse en forma de cálculos y reacciones.(Centro argentino de ingenieros. Comisión de empresas proveedoras de servicios de ingeniería, 2016a)

Diagramas de flujo: Recogen toda la información suministrada por los diagramas de bloques y balances de materiales y energía, tanto referente a los equipos principales necesarios para la operación(Centro argentino de ingenieros. Comisión de empresas proveedoras de servicios de ingeniería, 2016a)

Diagrama de distribución en planta: Presenta el *layout* del proyecto. Se confeccionan los planos a escala.

Para complementar la EDT y el diccionario de términos descritos anteriormente, enseguida se presentan los documentos mínimos o entregables para poder asegurar el nivel de definición del proyecto a nivel de ingeniería básica.

Figura 6. Documentos generales de la ingeniería básica. Adaptado de (Centro Argentino de Ingeniería, 2016)

Teniendo los documentos generales de la ingeniería básica detallados en la figura anterior, se procede a realizar el respectivo diccionario de términos

Bases de diseño: Es un documento multidisciplinario que describe las pautas y condiciones de contorno del proyecto a desarrollar. El documento contiene:

- Descripción y objetivos generales del proyecto
- Condiciones de borde
- Datos de entrada (caudal, composición, etc.)
- Especificación de productos
- Condiciones de sitio
- Restricciones de espacio
- Escenarios de diseño
- Disponibilidad de servicios
- Requisitos de reserva/*spare* para equipos
- Requerimientos particulares de todas las especialidades
- Normas y legislación aplicable
- Sistema de unidades del proyecto

Estimación de costos: Es un documento que contiene los cálculos de estimación de los costos del proyecto basados en el cálculo de los materiales por especialidad (eléctrica, procesos, mecánica, etc.)

Plan de ejecución del proyecto: Documento que contiene las fases posteriores del proyecto y sienta las bases de su ejecución.

Por otro lado, el diseño detallado o ingeniería de detalle, es aquel que suministra la información completa y exacta de las instalaciones a través de especificaciones, planos y hojas de datos para la adquisición de equipos y materiales. Puede definirse como el conjunto de los cálculos

matemáticos, diagramas detallados y hojas de especificaciones que deben llevarse a cabo para producir los planos y los documentos complementarios que sirvan posteriormente en la construcción de obras civiles y en la adquisición, fabricación e instalación de equipos (Fernández Faccini, 2001).

Básicamente, en la ingeniería de detalle se completa el trabajo de ingeniería del proyecto, por medio de la realización de los cálculos matemáticos, los diseños precisos de los planos de las edificaciones y especificaciones técnicas del proyecto

El grado de profundización alcanzado en la ingeniería de detalle debe llevar el proyecto a la ejecución del mismo. Si bien existen proyectos que debido a su nivel de complejidad no es necesario encargar un estudio de ingeniería conceptual o básica, es menester de la compañía realizar los estudios de diseño detallado. Teniendo en cuenta que en las fases de diseño preliminar, se realiza el trabajo de analizar el problema y definir las soluciones que más convienen al proyecto, en esta fase, dichas soluciones deben concretarse en respuestas únicas que han de describirse en su totalidad y con el detalle necesario para su posterior transformación en una realidad tal y como lo expresa el documento de Ingeniería de Detalle.(Centro argentino de ingenieros. Comisión de empresas proveedoras de servicios de ingeniería, 2016b)

En ese mismo orden de ideas, este estudio presentará el proyecto calculado de tal manera que se han abordado los elementos necesarios para llevarlo a cabo, dejando a un lado los valores estimativos, disminuyendo los riesgos al tener información basada en cálculos precisos y evitando errores o problemas de un alcance no planificado.

Durante la fase de ingeniería de detalle, el gerente de proyecto comunica continuamente al cliente el estado del trabajo, asegurándose de que éste comprende la situación actual del proyecto y aquellos impedimentos que vayan surgiendo se deben resolver en el menor tiempo posible, así mismo, las decisiones se toman con prontitud evitando el atraso del proyecto.

Para cada especialidad existe una estructura de ingeniería de detalle. Para el caso de la especialidad mecánica es necesario, validar y corregir los dibujos de los vendedores que hayan sido recibidos para aprobación. En cuanto al área civil, se deben producir los planos relacionados con el desarrollo del sitio y de las obras de acuerdo con el cronograma. En la especialidad eléctrica, se cuenta con el desarrollo de la información de las instalaciones y equipos eléctricos requeridos. A nivel de la especialidad de instrumentación, se necesita que la información de los vendedores se agilice para permitir que la ingeniería, diseño y planos de producción continúen de acuerdo con el programa. En lo relacionado con la construcción, los ingenieros de campo deben estar estrechamente vinculados con la obra y los planos de diseño, y cualquier inexactitud encontrada en campo debido a un error en el cálculo, debe ser subsanada, rectificando los errores y ofreciendo el máximo esfuerzo.(Fernández Faccini, 2001)

Según lo relacionado anteriormente, durante la fase de diseño detallado, el director de proyectos debe velar por garantizar el flujo correcto de los procesos entre áreas. La labor administrativa no debe ser interrumpida, el cliente debe conocer el estado de avance del proyecto, reconociendo el grado de complejidad que conlleva los cambios en el alcance, tiempos y presupuesto del proyecto. Las áreas de especialidad, la cuales son interdependientes entre sí, deben desarrollar sus entregables según el cronograma definido para evitar el estancamiento del proyecto. El desafío que

se plantea para el director del proyecto se muestra en la medida limitante que puede llegar a tener en cuanto a los recursos que tiene asignados para el proyecto, problemas como mantener el presupuesto, personas retiradas de las actividades del proyecto prematuramente, planos no revisados en su totalidad y documentación del proyecto inconclusa, entre otros. Dichas situaciones generan problemas que hacen que el trabajo del gerente de proyecto pueda llegarse a ver opacado en el cumplimiento de los resultados y por esta razón se debe apuntar a completar la fases de diseño debidamente, planificando acertadamente, definiendo el alcance de los procesos y productos con el fin de minimizar los riesgos que puedan llegar a afectar el cumplimiento de los objetivos fijados.

Dado esto, se presenta a continuación la EDT de la ingeniería de detalle.

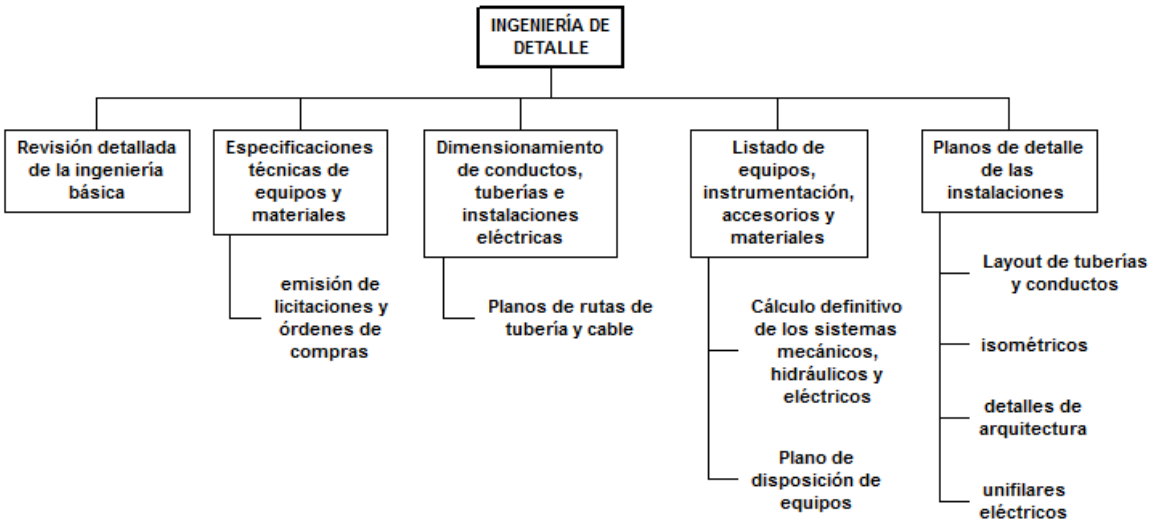


Figura 7. EDT de la ingeniería de detalle. (Fernández Faccini, 2001)

Con base en la EDT mostrada anteriormente, se procede a realizar el diccionario de términos correspondiente

Ingeniería de detalle: Es la etapa en la que se elaboran los planos para la fabricación de equipos y construcción de las obras, generados a partir de la ingeniería básica, junto con las especificaciones de diseño y de construcción por especialidad (Civil, Mecánica, Procesos, Eléctrica, Telecomunicaciones, Instrumentación y Control, Sistemas Informáticos). (Cossio Cárdenas et al., 2015)

Revisión detallada de la ingeniería básica: Los entregables producidos por la ingeniería básica son validados nuevamente aumentando el grado de precisión. Durante este proceso, se dan a conocer mejoras y cambios en el planteamiento realizado durante la ingeniería básica.

Especificaciones técnicas de equipos y materiales: Se genera el requerimiento de compra de los equipos, materiales e insumos para el proyecto, teniendo en cuenta las especificaciones técnicas de los mismos, para llevar a buen término el proyecto.

Dimensionamiento de conductos, tuberías e instalaciones eléctricas: Se refiere al diseño de los planos relacionados con la tubería, e instalaciones eléctricas de la planta.

Listado de equipos, instrumentación, accesorios y materiales: Se baja en la específicamente en la selección de los sistemas mecánicos, hidráulicos y eléctricos para posteriormente construir un plano de disposición de equipos.

Plano de detalle de las instalaciones: Se presenta el *layout* definitivo de la planta.

Con base en lo anterior, en la figura siguiente se establecen los requerimientos generales de documentación o entregables a generarse en la ingeniería de detalle.

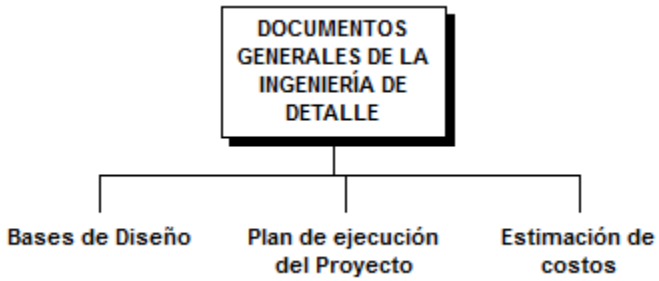


Figura 8. Documentos generales de la ingeniería de detalle. Adaptado de (Centro Argentino de Ingeniería, 2016)

Con base en la figura anterior, se realiza un diccionario de definición:

Base de diseño: Es un documento multidisciplinario que describe las pautas y condiciones de contorno del proyecto a desarrollar. El documento deberá contener:

- Descripción y objetivos generales del proyecto
- Condiciones de borde
- Datos de entrada (caudal, composición, etc.)
- Especificación de productos
- Condiciones de sitio
- Restricciones de espacio
- Escenarios de diseño
- Disponibilidad de servicios
- Requisitos de reserva/*spare* para equipos

- Normas y legislación aplicable
- Sistema de unidades del proyecto

Estimación de costos: Refleja la estimación de costos/inversión del proyecto, basada en el cómputo de materiales por especialidad. Debe incluir una descripción de las bases de cálculo adoptadas para la estimación, las hipótesis consideradas y una indicación del método de cálculo utilizado.(Centro Argentino de Ingeniería, 2016)

Plan de ejecución del proyecto: Plan de ejecución del proyecto con un nivel de detalle que permita servir como base para la elaboración del cronograma de obra y montaje.(Centro Argentino de Ingeniería, 2016)

3.2.3 La aplicación. Con la elaboración de una ingeniería básica se busca desarrollar un plan que permita iniciar la gestión del proyecto. Durante esta fase, se fija el alcance del proyecto, se establecen las características de los productos generados, se definen aspectos técnicos (equipos, instalaciones, tiempos de entrega), medioambientales, de seguridad y operativos.

Los entregables de la ingeniería básica son bases de diseño, estimado de costos, diagramas de flujo, listado de equipos y especificaciones técnicas, selección de materiales e instrumentos con sus respectivas especificaciones técnicas, obras civiles a realizar (planos) (Centro Argentino de Ingeniería, 2016)Adicional, la ingeniería básica contempla un conjunto de documentos que definen el proyecto y costo más favorable, de forma tal que se tengan todos los datos precisos para realizar el cálculo de los componentes y partes, con el fin de poder finalizar con éxito el proyecto.

Durante ésta fase, se definen las líneas básicas del proyecto, de manera que se concluya al finalizar el estudio, con la decisión de realizarlo o cancelarlo fundamentado en los planteamientos tecnológicos y económicos de forma cualitativa y cuantitativa (Centro argentino de ingenieros. Comisión de empresas proveedoras de servicios de ingeniería, 2016a).

Para efectos del presente trabajo de aplicación, se llevarán a cabo las actividades descritas en el documento Ingeniería Básica de Plantas Industriales de Gómez-Senent Martínez (Centro argentino de ingenieros. Comisión de empresas proveedoras de servicios de ingeniería, 2016a), ya que permiten profundizar en un tipo concreto de ingeniería básica para una planta industrial. Dicho autor, recomienda que se debe conocer el proceso de fabricación, es decir el *know-how* necesario para llevar a buen término el proceso industrial de naturaleza física o mecánica; adicionalmente, en el desarrollo de la ingeniería básica, se recomienda plasmar toda la información correspondiente a la ingeniería del proceso (diagramas de bloques, esquemas de procesos y planos generales) (Centro argentino de ingenieros. Comisión de empresas proveedoras de servicios de ingeniería, 2016a).

A continuación, se detalla la estructura de una ingeniería básica de plantas industriales:

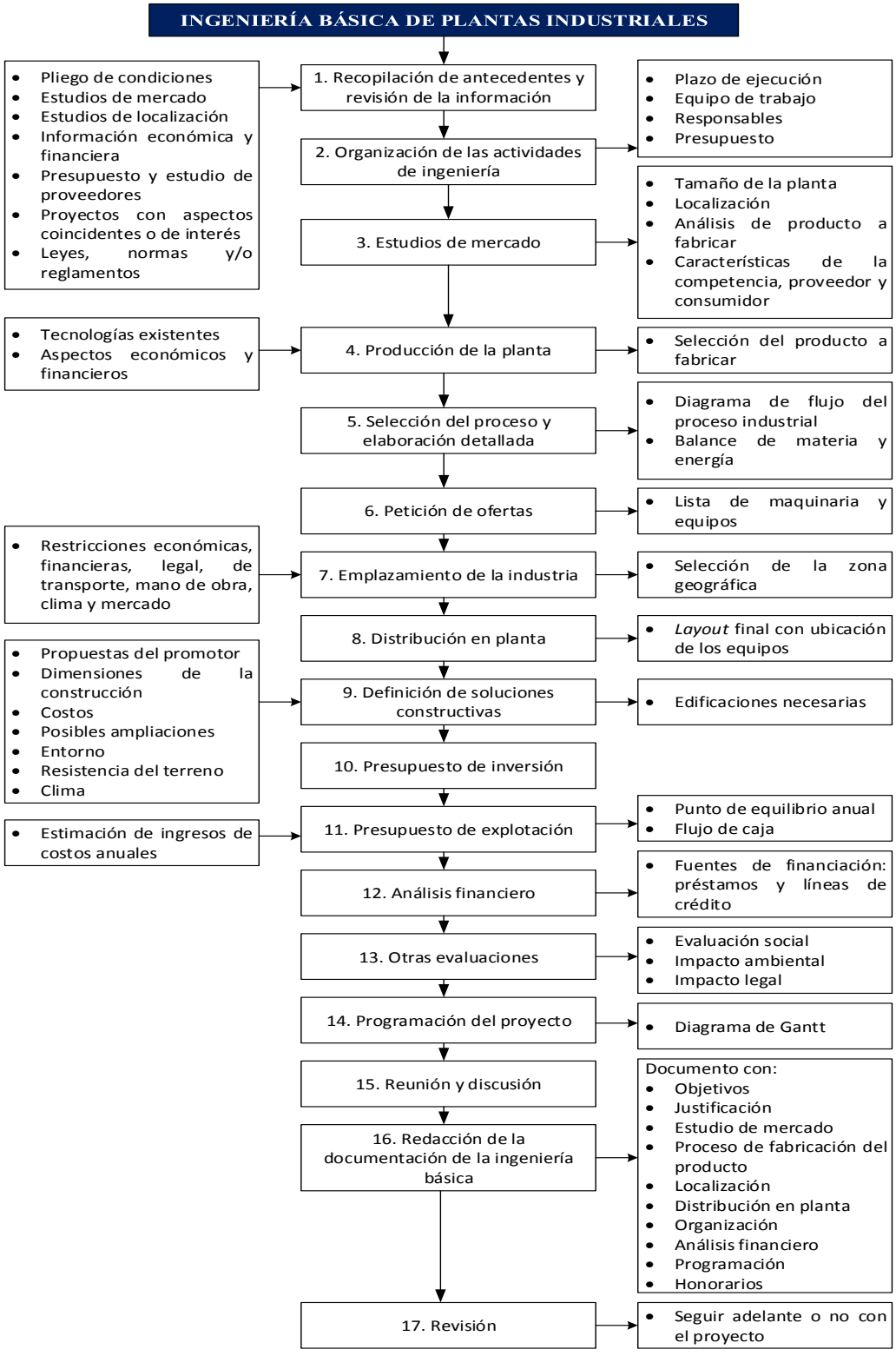


Figura 9. Ingeniería básica de plantas industriales. Adaptado de (Centro argentino de ingenieros. Comisión de empresas proveedoras de servicios de ingeniería, 2016a)

La figura anterior, parte de la realización de una búsqueda y revisión en diferentes fuentes de información que proveen al proyecto de la base sustentable para dar inicio a la ingeniería básica, es decir, se basa en aspectos como estudios de mercados previos, estudios de localización, información económica y financiera, proyectos de aspectos y características similares, normatividad, presupuesto, proveedores, con el objetivo de recopilar los antecedentes y revisar la información clave para dar inicio a la ingeniería básica.

En este orden de ideas, la realización del estudio de mercados sirve para determinar la producción de la planta, e incluye el análisis del producto a fabricar y sus ventas. También se hace una revisión de modelos de negocio similares para conocer las características de la competencia y dar paso a la definición de la localización, tamaño de la planta, análisis del producto, características de la competencia, proveedor y consumidor.

Por otro lado, los aspectos operacionales tienen un enfoque técnico y administrativo, las etapas de selección del proceso y elaboración detallada del producto, se realizan a fin de establecer el diagrama de flujo del proceso de producción, la lista de maquinaria y equipos las cuales son el resultado de la etapa de petición de ofertas, además, se define el emplazamiento de la industria que después de evaluar las distintas áreas geográficas de interés, se selecciona la más adecuada y la que a su vez cumpla con las restricciones de tipo económico, financiero, legal, transporte, mano de obra, clima y mercado. Por otro lado, la distribución en planta, provee al proyecto del diseño sobre planos de la planta industrial (*layout*) y las definiciones de la soluciones constructivas que reúnen las características que deben tener las edificaciones necesarias que albergarán todo el proceso.

La evaluación económica y financiera del proyecto se desarrolla bajo las etapas de presupuesto de inversión y presupuesto de explotación, donde se define el punto de equilibrio y se analiza la evolución de la producción durante los primeros años hasta alcanzar su pleno rendimiento, de manera que sea calculado el presupuesto de explotación a partir de la estimación de ingresos y costos anuales para cada periodo estudiado. También, durante el desarrollo del estudio financiero, se estudiará el presupuesto de inversión y explotación, con el fin de identificar el punto de equilibrio y los flujos de caja, para de esa manera determinar las posibles fuentes de financiación del proyecto. El análisis financiero, se centra en la selección de las fuentes de financiación del proyecto, entrando al detalle de preparación de la documentación necesaria para la solicitud de préstamos en caso de ser requerido.

Para determinar parte del impacto del proyecto en un determinado lugar, se pueden realizar análisis ambientales, sociales y legales, de manera que se definan los factores que influirán positiva y/o negativamente durante realización del proyecto.

Finalmente, toda la información recopilada en cada etapa se reúne para elaborar el documento de ingeniería básica, el cual debe contener, el objetivo de la ingeniería básica, la justificación, estudio de mercados, proceso de fabricación, localización, distribución en planta, organización, estudio económico y la programación del proyecto.

4. Metodología

De acuerdo a los objetivos específicos establecidos en el presente documento, el trabajo de aplicación se desarrollará con base al planteamiento descrito en el documento ingeniería básica de plantas industriales de Gómez-Senent Martínez e ilustrado en la figura 9 (Centro argentino de ingenieros. Comisión de empresas proveedoras de servicios de ingeniería, 2016a). El cual, como se pudo observar consta de 17 etapas las cuales serán realizadas paulatinamente como se describe a continuación:

4.1.Recopilación de antecedentes y revisión de la información

Durante esta etapa se lleva a cabo la recopilación y revisión de toda la información base que servirá al proyecto para la construcción de la ingeniería básica de la torrefactora de café tostado y molido. Dicha información consiste en estudios de mercados, estudios de localización, información económica y financiera, presupuestos y estudios realizados por proveedores, otros proyectos que traten aspectos coincidentes o de interés, así como leyes, normas y reglamentos relacionados.

Con base en fuentes de información secundaria, se parte de la realización de una búsqueda y revisión en diferentes bases de datos y fuentes bibliográficas, como libros, artículos, sitios web, revistas, informes y periódicos, tanto nacionales como internacionales, con el objetivo de identificar aquellos documentos que resulten de interés para el desarrollo del presente trabajo; es decir, aquellos donde se documente el tema cafetero, la producción de café actual en el

departamento de Santander, se identifiquen los posibles proveedores de materia prima para el proyecto; asimismo, se tienen en cuenta aquellos casos de éxito que siguen el mismo modelo de negocio propuesto en el presente trabajo como lo son Café Mesa de los Santos (Santander) (Café Mesa de Los Santos, 2016), Café Granja La Esperanza (Valle del Cauca) (Café Granja La Esperanza, 2016), Devoción (Bogotá D.C.) (Devoción, 2018), Azahar Coffee (Bogotá D.C.) (Azahar Coffee Company, 2018), Amor Perfecto (Bogotá D.C.) (Amor Perfecto, 2017), Lavaive (Antioquia) (Lavaive Café, 2017) y Manantiales del Frontino (Valle del Cauca).

Se inicia con la revisión de la situación actual, donde se busca dar a conocer el estado actual de la finca donde se desarrolla el proyecto, la producción cafetera actual (cosecha, recolección y beneficio de la finca y la participación de Santander en la caficultura nacional y las tecnologías en este momento utilizadas.

Se consultan bases de datos de universidades como EAFIT, UIS, ANDES, entre otras; publicaciones como encuestas, libros, artículos, revistas y proyectos de investigación. Por otra parte se consultarán páginas web como:

- ✓ http://www.banrep.gov.co/
- ✓ https://www.camaradirecta.com/
- ✓ https://www.illy.com/
- ✓ https://store.sca.coffee/
- ✓ http://tangara.uis.edu.co/
- ✓ http://www.ico.org/
- ✓ https://www.perfectdailygrind.com/

Con el fin de buscar información que permita conocer los aspectos económicos, de mercados, de localización, información financiera, aspectos legales, ambientales estudios realizados por proveedores.

4.2.Organización de las actividades de Ingeniería Básica

Se planifican las actividades de la Ingeniería Básica, fijando el plazo de ejecución, el equipo de trabajo, los responsables de cada una de las etapas y el presupuesto del estudio.

4.3.Estudio de mercados

Se realizará un estudio de mercados, empleando información secundaria. Dicho estudio será la base para determinar la producción de la planta e influirá sobre la localización de la misma. Se incluirá un análisis del producto a fabricar, la evolución de las ventas y las tendencias de los diseños, así como información sobre la competencia. El resultado del estudio de mercados brindará información acerca de las características del producto que será producido en la planta, estimaciones de oferta, demanda y análisis de la competencia (aquellas que ofrecen actualmente un producto de similares características).

4.4.Producción de la planta

Se analiza la información obtenida durante la recopilación de la información (paso 1) y durante el estudio de mercados (paso 3) y se selecciona el producto y la cantidad a fabricar, teniendo en

cuenta las tecnologías existentes, aspectos económicos y financieros. El resultado de esta etapa arrojará el tipo de café que será producido en la planta.

4.5.Selección del proceso y elaboración detallada

Se estudian los procesos identificados en la recopilación de la información y se selecciona el más conveniente, teniendo en cuenta las características técnicas y económicas. El resultado de esta etapa es el diagrama de flujo de proceso para la elaboración del café tostado y molido.

4.6.Petición de ofertas

Teniendo en cuenta la información anteriormente recopilada se elabora una lista de maquinaria y equipos necesarios para llevar a cabo el proceso de torrefacción de café tostado y molido.

4.7.Emplazamiento de la industria

Se analiza la información obtenida en la recopilación de la información y se definen los aspectos de la ubicación geográfica donde será ubicada la torrefactora de café tostado y molido y las características de la región. El resultado presenta la ubicación geográfica donde se ubicará la torrefactora de café tostado y molido.

4.8.Distribución en planta

Se define la distribución en planta con base en conocimientos técnicos y en la capacidad creativa, o siguiendo alguno de los métodos ya existentes como el Método S.L.P. En el *layout* o distribución en planta se deben valorar los recorridos, elementos de manutención y espacios muertos.

Durante esta etapa, se confeccionan los planos a escala, teniendo en cuenta que se debe tener la ubicación casi exacta de los equipos a usar en planta, así como también se deben prever posibles cambios futuros (ampliaciones, cambios de tecnología, entre otros). El resultado de esta etapa presenta el *layout* final con planos a escala y ubicación de los equipos en planta.

4.9.Definición de las soluciones constructivas

Una vez se ha definido el proceso y su distribución en planta, se definen las características de las edificaciones necesarias, adicionalmente, se deben tener presente posibles ampliaciones, costo, entorno, clima, resistencia del terreno. El resultado de esta etapa presenta el diseño y las características de las edificaciones que albergan el proceso de torrefacción de café.

4.10. Presupuesto de inversión

Con base en la información de los elementos seleccionados que hacen parte de la planta de torrefacción, información de los fabricantes de los equipos, proveedores de la materia prima, se

define el presupuesto del proyecto. El resultado de este proceso concibe el presupuesto del proyecto.

4.11. Presupuesto de explotación

Se realiza un análisis de la evolución de la producción durante los primeros 5 años y teniendo en cuenta la variación del nivel de producción hasta alcanzar el pleno rendimiento de la planta de torrefacción de café, se calcula el presupuesto de explotación de cada uno de los años de vida útil, partiendo de la estimación de ingresos y costos anuales. Se realiza el análisis del punto de equilibrio para cada periodo aplicando el método de los flujos de caja. El resultado de esta etapa presenta la proyección a los primeros años de funcionamiento.

4.12. Análisis financiero

Se realiza el análisis financiero teniendo en cuenta la información recopilada en las etapas anteriores, en donde se fijan las fuentes de financiación, e incluso se prepara la documentación necesaria para la solicitud de préstamos o líneas de crédito. El resultado de esta etapa presenta el proceso de financiación del proyecto para el montaje de la planta torrefactora de café tostado y molido.

4.13. Otras evaluaciones

En otras evaluaciones se encuentran evaluaciones de carácter social y/o ambiental y/o legal. El resultado de esta etapa presenta los aspectos legales y ambientales que regirán la puesta en marcha de una planta de torrefacción de café tostado y molido en Santander.

4.14. Programación del proyecto

Se construye un gráfico de Gantt que incluya todas las actividades, duración y recursos a emplear en cada una de ellas aplicando el método de programación PERT. El resultado de esta etapa presenta la programación para la implementación del proyecto.

4.15. Reunión y discusión

Se convocan reuniones con las personas que han intervenido en la Ingeniería Básica, con el fin de intercambiar opiniones y tomar decisiones. Los resultados de esta etapa son las reuniones de seguimiento que se realizan con el director del trabajo de aplicación.

4.16. Redacción de la documentación de la Ingeniería Básica

Se elabora un documento donde se plasman todos los datos e información generada. El índice del documento contiene:

- Objetivo de la Ingeniería Básica: antecedentes, descripción breve del objeto, métodos de trabajo utilizados, equipo humando participante y medios empleados.
- Justificación: justificación tecnológica, económica, financiera, legal, medioambiental, social.
- Estudio de mercados: descripción del producto, usos, antecedentes, nivel de desarrollo, competencia y producción deseable.
- Proceso de fabricación: esquema de proceso, diagrama de flujo, balance de materiales y energía y descripción del proceso.
- Localización: justificación de la localización y plano de ubicación.
- Distribución en planta: plano detallado de la solución, justificación del *layout*, descripción de la maquinaria y de las instalaciones y características básicas de las construcciones.
- Organización: organigrama de la empresa y mano de obra indirecta.
- Estudio financiero: presupuesto de inversión, presupuesto de explotación, proyección a los primeros años de funcionamiento, rentabilidad, beneficios y recursos financieros.
- Programación: propuesta de la programación y conclusiones.
- Honorarios: honorarios de la ingeniería básica, otros gastos, fuentes de información consultadas, anexos.

4.17. Revisión

Se revisa el documento presentado y se da a conocer el proyecto a la Universidad.

5. Cronograma

Tabla 2.
Cronograma de actividades

Etapa	Nombre de Etapa	2018												2019			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4
1	Recopilación de antecedentes y revisión de la información		X	X	X	X	X	X	X	X	X						
2	Organización de las actividades de ingeniería básica					X	X	X									
3	Estudio de mercados						X	X	X	X							
4	Producción de la planta								X	X							
5	Selección del proceso y elaboración detallada								X	X	X						
6	Petición de ofertas								X	X	X						
7	Emplazamiento de la industria									X	X	X					
8	Distribución en planta									X	X	X	X				
9	Definición de las soluciones constructivas										X	X	X	X			
10	Presupuesto de inversión										X	X	X	X			
11	Presupuesto de explotación										X	X	X	X			
12	Análisis financiero										X	X	X	X			
13	Otras evaluaciones								X	X	X	X					
14	Programación del proyecto								X	X	X	X	X				
15	Reunión y discusión								X	X	X	X	X	X	X		
16	Redacción de la documentación de la ingeniería básica				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
17	Revisión (Socialización del proyecto)																X

6. Presupuesto

Tabla 3.
Presupuesto del proyecto

Ítem	**Concepto**	**Cantidad**	**Unidad**	**Valor [COP]**		**Valor total por fuente de financiamiento [COP]**		**Valor total [COP]**
				UIS	**Propios**	**UIS**	**Propios**	
1	Honorarios director	10	Mes	$ 190,000	$ -	$ 1,900,000	$ -	$ 1,900,000
2	Honorarios autor	10	Mes	$ -	$ 50,000	$ -	$ 500,000	$ 500,000
3	Honorarios asesor	7	Mes	$ -	$ 70,000	$ -	$ 490,000	$ 490,000
4	Papelería	10	Mes	$ -	$ 15,000	$ -	$ 150,000	$ 150,000
5	Computador	1	Unidad	$ -	$ 1,000,000	$ -	$ 1,000,000	$ 1,000,000
6	Uso Recursos TICs	10	Mes	$ -	$ 100,000	$ -	$ 1,000,000	$ 1,000,000
7	Transporte	6	Unidad	$ -	$ 150,000	$ -	$ 900,000	$ 900,000
8	Imprevistos y otros	2	Unidad	$ -	$ 200,000	$ -	$ 400,000	$ 400,000
Total [COP]								$ 6,340,000

7. Impacto

Con la realización de la ingeniería básica para un a torrefactora de café tostado y molido ubicada en el departamento de Santander, se espera generar los siguientes impactos:

- Obtener el diseño de una planta torrefactora de café tostado y molido ubicada en el departamento de Santander.
- Aportar al departamento de Santander y a la caficultura colombiana una propuesta de emprendimiento que contribuya al desarrollo económico de la región y el país.
- Presentar las ventajas de la región santandereana como productor de café y aprovechar las oportunidades que esta tiene para la construcción de una propuesta de viabilidad industrial que se desarrolle en el departamento.

8. Ingeniería básica

Siguiendo la metodología descrita en el numeral 4, a continuación se encuentran cada una de las actividades pertinentes al desarrollo de una ingeniería básica para una torrefactora de café tostado y molido ubicada en el departamento de Santander.

8.1.Recopilación de antecedentes y revisión de la información

Para llevar a cabo un diagnóstico de la producción actual de café en las fincas cafeteras del municipio de San Gil (Santander), es necesario realizar una recopilación de la información relacionada con dicha actividad económica en el país y en el departamento.

Las cifras reveladas por la Federación Nacional de Cafeteros (FNC) muestran una producción de café que va en aumento año tras año. En mayo de 2018 la producción de café fue 1’188.000 sacos, frente a los 901 mil sacos cosechados en el mismo periodo de 2017, lo que representa un aumento en la producción de café de Colombia en aproximadamente un 32%, asimismo, durante los 5 primeros meses del año 2018, la cosecha cafetera superó los 5,4 millones de sacos, lo que significa un 2% más frente a los 5,3 millones de sacos registrados durante los cinco primeros meses de 2017. Además, en los meses comprendidos entre junio 2017 y mayo 2018, la producción del grano superó los 14,3 millones de sacos, 1% más frente a los casi 14,2 millones registrados en el mismo periodo del año anterior (Café de Colombia, 2018b).

En la siguiente figura se presenta la evolución de la producción (toneladas) y área cosechada (hectáreas) de café en los últimos años en Colombia.

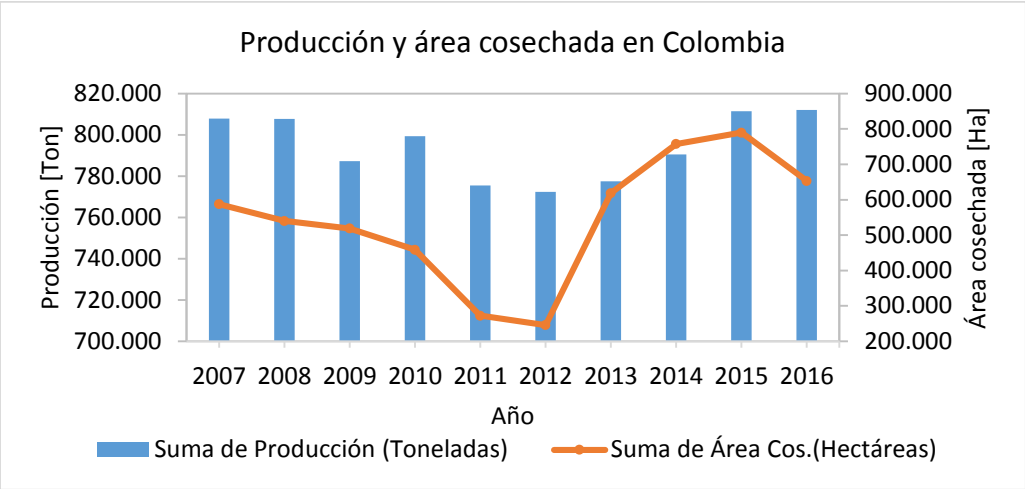


Figura 10. Área Cosechada y Producción de café en Colombia. Adaptado de (Agronet - MinAgricultura, 2018)

Del informe de la producción y área cosechada en Colombia del Ministerio de Agricultura (Agronet - MinAgricultura, 2018), se puede decir que a pesar de que hubo una disminución cercana al 3% en área cosechada en los últimos dos años reportados en la figura (2015 a 2016), la producción logró aumentar en cerca de 3500 toneladas de producto, lo que podría estar indicando que el modelo de caficultura sugerido por FNC enmarcado en la sostenibilidad que permita garantizar disponibilidad de café de calidad y mejorar el bienestar de los cafeteros colombianos ha funcionado, ya que a pesar de haber una disminución en el área cosechada, la producción registró un aumento, lo que significaría que las plantas renovadas en años anteriores ya son plantas productivas. Dicho modelo propuesto se basa en la renovación de cafetales (mayores a 9 años y tradicionales o no resistentes a la roya) por variedades resistentes a la roya y en la mejora de la productividad de las hectáreas sembradas de café (Café de Colombia, 2018a) En la siguiente figura se muestra el área renovada entre el año 2014 al 2017.

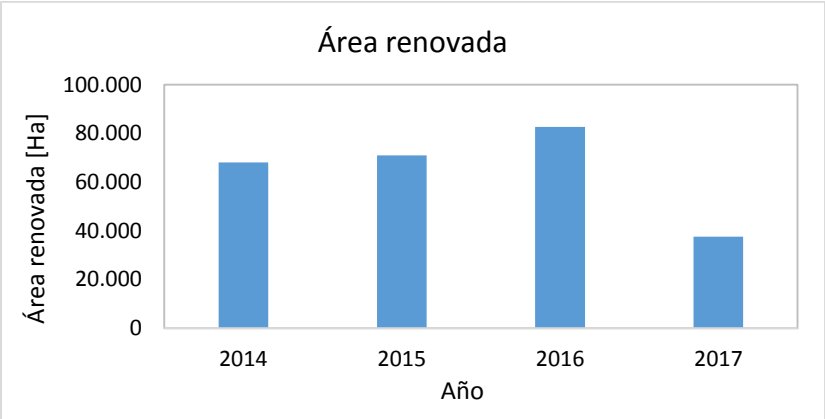


Figura 11. Área renovada entre 2014 y 2017. Adaptado de (Estrategia de renovación de cafetales 2017. Ministerio de Hacienda y Crédito Público)

De la figura anterior, es evidente que el año 2016 ha representado el máximo de los últimos 4 años en cuanto a hectáreas renovadas, lo que se relaciona claramente con la hipótesis dicha previamente respecto al aumento de la producción y la disminución del área cosechada (Figura 3). Además, como dicho modelo de sostenibilidad con miras a una caficultura más productiva ha sido un éxito, el año pasado el Ministerio de Hacienda emitió la Resolución 1271 de 2018, anunciando un desembolso económico para la fertilización de las plantas renovadas (Portafolio, 2018)

Teniendo en cuenta el panorama reportado en Colombia para el periodo comprendido entre 2007 y 2016, ahora se presenta en la figura 12 el área cosechada en Santander y su porcentaje de variación para el mismo periodo de tiempo.

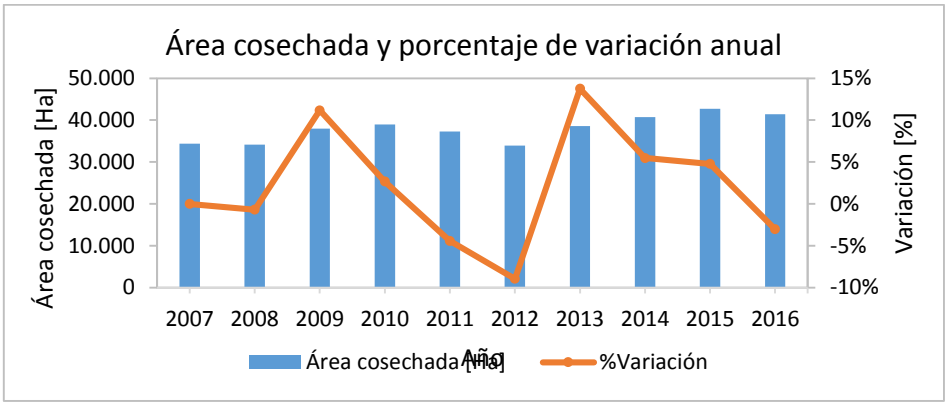


Figura 12. Área y porcentaje de variación en área cosechada en Santander. Adaptado de (Agronet - MinAgricultura, 2018)

La figura 12, demuestra que el área cosechada ha presentado variaciones poco significativas en los años 2014, 2015 y 2016, pues ha estado oscilando entre 40.000 y 42.000 Ha aproximadamente.

Seguidamente en la figura 6, se encuentra la producción cafetera en Santander en el mismo periodo de tiempo (2007-2016), con el objetivo de poder analizar la producción cafetera en el departamento.

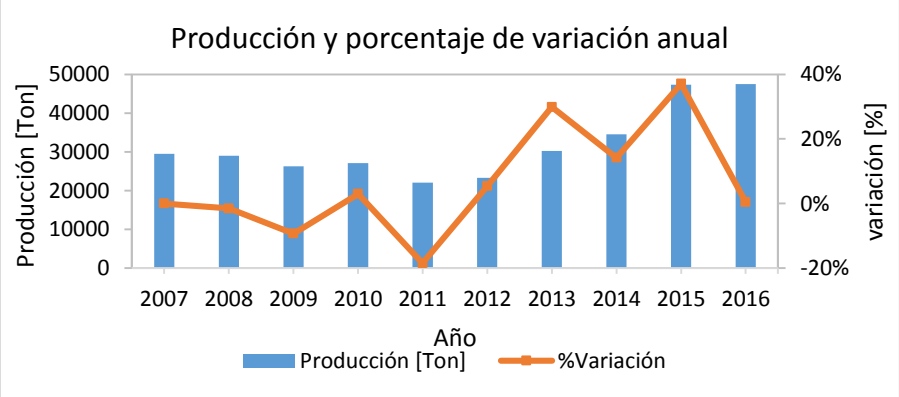


Figura 13. Producción de café en Santander. Adaptado de (Agronet - MinAgricultura, 2018)

Analizando la producción reportada en la figura 13, se puede evidenciar que hubo un aumento significativo entre el año 2014 al 2015, mientras que la producción cafetera permaneció estable en los años 2015 y 2016. Además, también se puede decir que la producción de café en Santander ha tenido un crecimiento promedio de 6% en los años evaluados. Parte de dicho comportamiento, se puede explicar teniendo en cuenta el aumento de área renovada reportada en la figura 11.

En términos de crecimiento y de participación nacional en la producción de café y área cosechada, Santander ha presentado gradualmente en los últimos años una tendencia creciente como se presenta a continuación en la figura 14. Lo que ha llevado al departamento a ubicarse en el séptimo lugar como productor de café a nivel nacional entre los 21 departamentos productores de café.

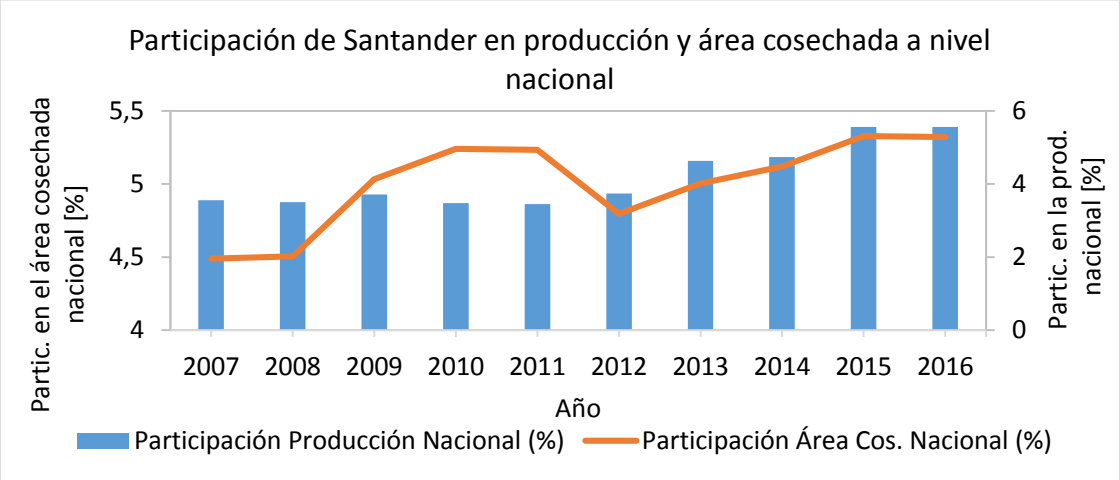


Figura 14. Participación de Santander en la producción de café y área cosechada a nivel nacional. Adaptado de (Agronet - MinAgricultura, 2018)

De la figura 14 se evidencia que al 2016 Santander presentó una producción de café de 47,512 toneladas (solo 208 toneladas más que en el 2015) en 41,387 hectáreas dando un rendimiento entre la producción y el área cultivada de 1,15% al igual que el departamento del Huila, el cual se ubica en la primera posición como productor de café en Colombia.

De los 87 municipios que hacen parte del departamento de Santander, 73 de ellos se dedican a producción de café en cerca de 51.134 hectáreas (área sembrada). Dentro de los municipios que más aportan a la producción del grano a nivel departamental (a 2015), se encuentran en su respectivo orden los municipios de Socorro con una producción anual de 3.865 toneladas, San Vicente de Chucurí con una producción de 2.434 toneladas y San Gil con una producción de café de 2.239 toneladas, los cuales son los que más aportan a esta actividad económica en el departamento. En la tabla 4, se listan los municipios productores de café en el departamento y se indica su porcentaje de participación en la producción del grano a nivel departamental.

Tabla 4.
Participación de los municipios en la producción de café en Santander. Adaptado de(Gobierno Digital Colombia, 2018).

Municipio	**Año 2015**	**% Participación en el departamento**
Socorro	3.865	8,17%
San Vicente de Chucurí	2.434	5,15%
San Gil	2.239	4,73%
Valle de San José	2.192	4,63%
Páramo	1.922	4,06%
Aratoca	1.757	3,71%
Curití	1.574	3,33%
Confines	1.556	3,29%

Pinchote	1.519	3,21%
Coromoro	1.444	3,05%
Oiba	1.434	3,03%
Guadalupe	1.328	2,81%
Rionegro	1.322	2,79%
Ocamonte	1.306	2,76%
Matanza	1.162	2,46%
Charalá	1.119	2,37%
Suaita	1.035	2,19%
Chima	986	2,08%
El Carmen de Chucurí	986	2,08%
Mogotes	960	2,03%
El Playón	937	1,98%
Puente Nacional	935	1,98%
San Andrés	803	1,70%
Piedecuesta	784	1,66%
Zapatoca	772	1,63%
Simacota	688	1,45%
Galán	679	1,44%
Palmas del Socorro	674	1,42%
Barbosa	626	1,32%
Hato	604	1,28%
Floridablanca	524	1,11%
Barichara	508	1,07%
Bucaramanga	506	1,07%
Betulia	462	0,98%
Guavatá	413	0,87%
Tona	392	0,83%
Florian	383	0,81%
Jesús María	372	0,79%
Albania	327	0,69%
Guapota	308	0,65%
Sucre	305	0,64%
Encino	297	0,63%
Vélez	280	0,59%
Contratación	276	0,58%
San Benito	194	0,41%
La Belleza	186	0,39%
Bolívar	172	0,36%
Santa Bárbara	150	0,32%

Suratá	149	0,31%
Güepsa	134	0,28%
Girón	123	0,26%
Charta	122	0,26%
Los Santos	106	0,22%
Villanueva	100	0,21%
Chipatá	94	0,20%
Aguada	88	0,19%
Guaca	87	0,18%
Gambita	82	0,17%
Molagavita	74	0,16%
Jordán	73	0,15%
Onzaga	73	0,15%
San Joaquín	63	0,13%
Enciso	50	0,11%
Lebrija	39	0,08%
El Guacamayo	33	0,07%
La Paz	31	0,07%
San José de Miranda	28	0,06%
Landázuri	25	0,05%
Málaga	12	0,03%
Cabrera	11	0,02%
Santa Helena del Opón	8	0,02%
Cepitá		0,00%
San Miguel		0,00%
Total	47.302	100%

En la tabla anterior, se observa que para el año 2015, la producción total de café en Santander fue de 47.302 toneladas de café al año.

Por otro lado y de acuerdo con los datos proporcionados por la Federación de Nacional de Cafeteros (FNC), con la compra de 354 millones de kilogramos de café pergamino seco (CPS) por $2,6 billones en 2017, las 33 cooperativas de caficultores del país pagaron en promedio al caficultor la carga de café a $913.164 (incluyendo el incentivo a la calidad por

almendra sana, prueba de taza y certificaciones), lo que contribuyó a elevar 11,6% la rentabilidad de los productores con respecto al precio base promedio (Dinero, 2018). Sin embargo, a continuación en la gráfica 15 se encuentra el precio base del café desde el 2007 hasta agosto de 2018 (Federación Nacional de cafeteros, 2018)

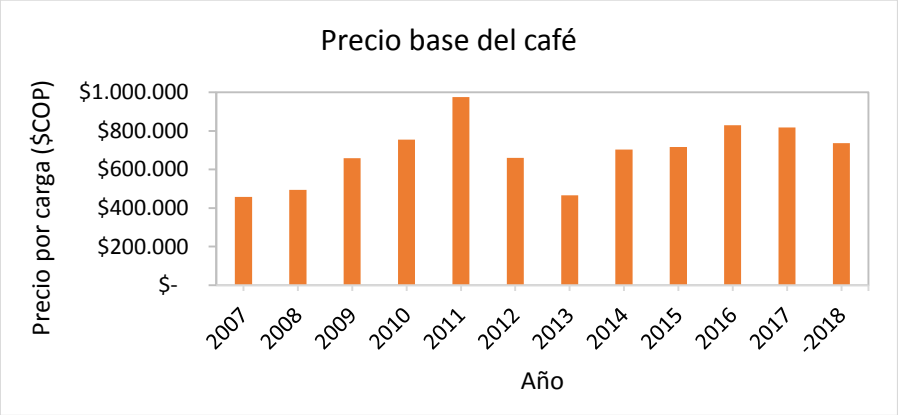


Figura 15. Precio base del café desde 2007 hasta agosto de 2018. Adaptado de (Federación Nacional de cafeteros, 2018)

Según la figura anterior y lo dicho previamente cabe resaltar que el incentivo a la calidad, permite aumentar el precio considerablemente si se compara con el precio base del café (figura 15). Además, se observa que el promedio del precio base del café en los últimos años ha sido $689.261 COP, también es evidente que en el 2011 fue el año en que se pagó mayor valor al caficultor por carga de café almendra (125 kg).

Por otra parte, dentro de las empresas dedicadas a la trilla del café en Colombia se tiene registro de 209 en estado operativo. El departamento de Santander cuenta con 13 empresas dedicadas a la trilla del café, lo que equivale a un 6,2% de la cantidad a nivel nacional. A

continuación en la tabla 5, se presenta el número de empresas registradas por departamento que se dedican a la trilla del grano según FNC.

Tabla 5.
Trilladoras en Colombia. Adaptado de(Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 2018c)

Departamento	Cantidad de trilladoras	% de participación
Antioquia	32	15.3%
Atlántico	1	0.5%
Boyacá	1	0.5%
Caldas	8	3.8%
Cauca	10	4.8%
Cesar	4	1.9%
Córdoba	0	0.0%
Cundinamarca - Bogotá D.C.	15	7.2%
Huila	31	14.8%
Magdalena	7	3.3%
Meta	0	0.0%
Nariño	10	4.8%
Norte de Santander	11	5.3%
Quindío	21	10.0%
Risaralda	16	7.7%
Santander	13	6.2%
Tolima	10	4.8%
Valle del Cauca	19	9.1%
Total	209	100%

De la tabla anterior, Antioquia es el departamento con mayor participación en la industria trilladora, pues tiene 32 trilladoras en su territorio, lo que equivale a un 15% aproximadamente en la participación nacional. Adicionalmente se observa que Santander se encuentra en la séptima posición en cantidad de trilladoras a nivel nacional, con un 6% de participación.

Ahora, para el caso de las empresas encargadas de tostar el café, se tiene registro de 207 en el país, en donde en Santander se ubican 14 de estas, ocupando el séptimo lugar a nivel nacional. En la tabla 6, se lista por departamento el número de empresas dedicadas al proceso de tostión del café en Colombia.

Tabla 6.
Tostadoras en Colombia. Adaptado de(Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 2018c)

Departamento	Cantidad	% de participacion
Antioquia	26	12.6%
Atlántico	2	1.0%
Boyacá	5	2.4%
Caldas	17	8.2%
Cauca	8	3.9%
Cesar	3	1.4%
Córdoba	1	0.5%
Cundinamarca - Bogotá D.C.	39	18.8%
Huila	16	7.7%
Magdalena	6	2.9%
Meta	2	1.0%
Nariño	9	4.3%
Norte de Santander	6	2.9%
Quindío	19	9.2%
Risaralda	13	6.3%
Santander	14	6.8%
Tolima	5	2.4%
Valle del Cauca	16	7.7%
Total	**207**	**100.0%**

De la tabla 6, Cundinamarca y Bogotá D.C. son los lugares de Colombia con mayor participación en la industria tostadora o torrefactora, con una presencia de 39 industrias, lo que representa aproximadamente el 19% de participación a nivel nacional, seguido por

Antioquia con una participación de aproximadamente un 13%, y si se tiene en cuenta la información de la tabla 5, se puede decir que Antioquia es el departamento de Colombia con mayor concentración de industrias para la transformación y generación del valor agregado al café de Colombia.

8.2.Organización de las actividades de Ingeniería Básica

En esta etapa, se planifican las actividades de la Ingeniería Básica, fijando el plazo de ejecución de acuerdo a los requisitos del proyecto. En la tabla a continuación se describen las actividades llevadas a cabo en cada etapa del diseño de la Ingeniería básica

Tabla 7.
Actividades de cada etapa de la ingeniería básica. Adaptado de(Centro argentino de ingenieros. Comisión de empresas proveedoras de servicios de ingeniería, 2016a)

Ítem	Nombre de tarea	Inicio	Fin	Plazo de ejecución
1	**Estudio de mercados**			
1.1	Recopilar información acerca de la producción y tipo de café actual del departamento de Santander.	Febrero 2018	Octubre 2018	9 meses
1.2	Identificar y seleccionar los proveedores de materia prima			
1.3	Analizar el producto a fabricar			
1.4	Analizar las ventas actuales de producto similar			
1.5	Analizar las características de la competencia			
1.7	Estimar oferta y demanda			
1.8	Identificar las tecnologías usadas actualmente			
1.9	Establecer el tamaño de la planta			
2	**Producción de la planta**			
2.1	Seleccionar el producto a fabricar			3 meses

2.2	Establecer la cantidad de producto a fabricar	Agosto 2018	Octubre 2018	
3	**Selección del proceso y elaboración detallada**			
3.1	Establecer el diagrama de flujo detallado	Agosto 2018	Octubre 2018	3 meses
3.2	Determinar el balance de materia			
4	**Petición de ofertas**			
4.1	Elaborar lista de maquinaria y equipo	Agosto 2018	Octubre 2018	3 meses
4.2	Cotizar con fabricantes			
4.3	Seleccionar la maquinaria requerida			
5	**Emplazamiento de la industria**			
5.1	Seleccionar la zona geográfica	Septiembre 2018	Noviembre 2018	3 meses
5.2	Describir las características de la zona seleccionada			
6	**Distribución en planta**			
6.1	Confeccionar planos a escala	Septiembre 2018	Diciembre 2018	4 meses
6.2	Definir la ubicación de los equipos a utilizar en planta			
6.3	Establecer el layout			
7	**Definición de las soluciones constructivas**			
7.1	Definir las características de las edificaciones que albergan el proceso	Octubre 2018	Enero 2019	4 meses
8	**Presupuesto de inversión**			
8.1	Definir el presupuesto de inversión	Octubre 2018	Enero 2019	4 meses
9	**Presupuesto de explotación**			
9.1	Realizar el análisis de la evolución de la producción	Octubre 2018	Enero 2019	4 meses
9.2	Calcular el presupuesto de explotación			
9.3	Construir los gráficos de punto de equilibrio			
10	**Análisis financiero**			
10.1	Establecer las fuentes de financiación del proyecto	Octubre 2018	Enero 2019	4 meses
11	**Otras evaluaciones**			
11.1	Definir aspectos legales del proyecto	Agosto 2018	Noviembre 2018	4 mes
11.2	Definir aspectos ambientales del proyecto			
12	**Programación del proyecto**			
12.1	Realizar el diagrama de G*antt* para la implementación del proyecto	Agosto 2018	Diciembre 2018	5 mes
13	**Redacción de la documentación de la ingeniería básica**			

13.1	Consolidar la información de la Ingeniería básica	Abril 2018	Marzo 2019	11 meses

En la tabla anterior, se detallan cada una de las actividades asociadas con la ingeniería básica, así como su tiempo de ejecución, contemplando el inicio y el fin de las mismas.

8.3.Estudio de mercados

8.3.1. Recopilar información acerca de la producción y tipo de café actual del departamento de Santander. El café cosechado en el departamento de Santander se considera un café especial dado que la zona cafetera se caracteriza principalmente por tener un sistema de producción tecnificado bajo sombra lo que permite que las temperaturas tiendan a ser más homogéneas, favoreciendo un desarrollo más lento del fruto, promoviendo acumulación de azúcares y generando una cosecha concentrada que facilita la recolección homogénea de los frutos en su óptimo grado de madurez. En la figura16 se encuentra el área cultivada en Santander bajo sombra y directamente bajo el sol.

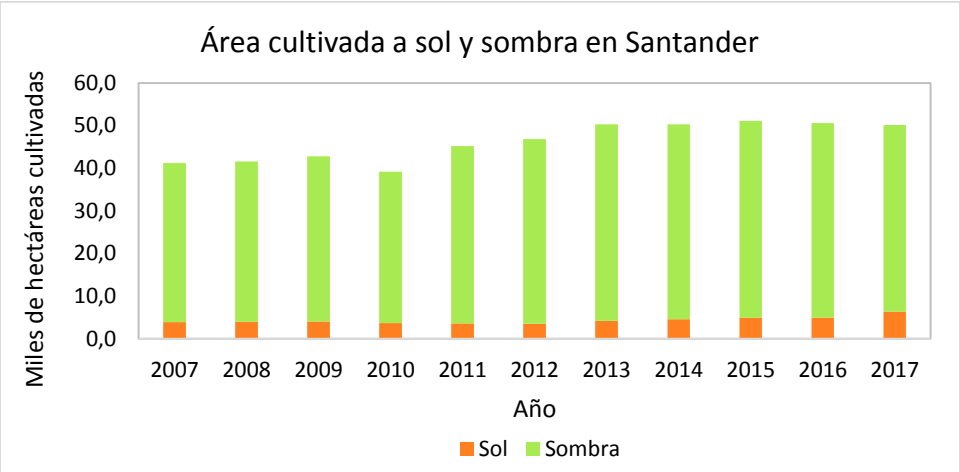


Figura 16. Área cultivada a sol y bajo sombra en Santander. Adaptado de (Federación Nacional de cafeteros, 2018)

De la figura anterior es evidente que no más de 10.000 hectáreas están cultivadas directamente bajo el sol (sin el uso de sombra de árboles), mientras que en su gran mayoría toda la caficultura del departamento se encuentra bajo sombra total o parcial, debido a la intensidad solar, ya que el sombrío permite mantener una temperatura homogénea en el cultivo y asimismo, se pueden obtener frutos de mejor calidad.

Esta estructura del cultivo, así como sus suelos, se traducen en que el Café de Santander se caracteriza por tener una taza limpia y balanceada con cuerpo medio–alto, acidez media, con sabores dulces, herbales, frutales y con ligeras sensaciones cítricas. En su fragancia se perciben notas dulces y herbales (Federación Nacional de cafeteros FNC, 2014). Con base a lo anterior la materia prima que será usada para el presente proyecto será suministrada por las fincas de caficultores santandereanos ya que responde a un café especial de alta calidad.

La FNC ha agrupado en 4 rangos a las familias caficultoras del departamento teniendo en cuenta el tamaño del cafetal. En la tabla 8, se detalla la clasificación.

Tabla 8.
Tipos de caficultores en Santander.(SICA, 2012)

Rango hectáreas de café [Ha]	**Caficultores**		**Área total de las finca [Ha]**	**Área promedio de las fincas [Ha]**	**Área en café [Ha]**	**Área promedio en café [Ha]**
	Número	**%**				
Menores a 1	17.492	55,1%	75.736	4,33	9.295	0.53
Entre 1 y 3	11.196	35,3%	89.866	8,03	19.319	1.73
Entre 3 y 10	2.829	8,9%	38.670	13,67	12.793	4.52
Mayores a 10	236	0,7%	10.661	45,17	5.064	21.46
Total	31.753	100%	214.933	6,77	46.471	1,46

En la tabla anterior se observa que hay un primer grupo, equivalente al 55,1% que se caracteriza por tener menos de una hectárea de su finca cultivada en café, el núcleo familiar tiene un bajo nivel de escolaridad, se le dificulta adoptar nueva tecnología y por consiguiente tiene limitaciones para acceder a los beneficios del sector financiero en búsqueda de apoyo para inversión en sus labores productivas. Son familias compuestas por el cónyuge y hasta 4 hijos. Sus viviendas, poseen servicio de fluido eléctrico y se abastecen de agua, proveniente de los acueductos veredales. Su edad promedio es de 52 años y sus hijos por lo general no tienen vocación cafetera.

Un segundo grupo, que equivale al 35,3% de los cafeteros, poseen el 41,4% del área en café del departamento de Santander. Se caracteriza por tener en promedio 1,72 hectáreas de su finca cultivada en café, su nivel de escolaridad va generalmente hasta quinto de primaria;

conservan la mano de obra familiar y la mayor parte de los ingresos dependen del cultivo de café. Su familia está compuesta por tres hijos en promedio.

El tercer grupo, equivale al 8,9% de los cafeteros, poseen el 27,63% del área de café del departamento y tienen en promedio 4,5 hectáreas por propietario, el nivel de escolaridad va desde la primaria hasta el nivel profesional y en su mayoría asimilan y aplican fácilmente las nuevas tecnologías para el cultivo. Poseen un adecuado grado de bienestar social y calidad de vida y tienen facilidades de acceso al sector financiero para el apoyo a sus proyectos productivos. Son familias con edad promedio de 52 años y su núcleo familiar está generalmente compuesto por su cónyuge y 2 hijos. Un alto porcentaje accede a la educación superior y en su gran mayoría son de vocación cafetera.

Un cuarto grupo de caficultores, representan menos del 1%, poseen áreas de café mayores a 10 hectáreas, representan 10% del área cultivada en café en todo el departamento. Son caficultores altamente tecnificados, con cafetales muy productivos, residen fuera de su finca y generan mano de obra permanente durante el año. Son el reflejo del concepto de la nueva ruralidad. Esta población se ubica en el corazón de la zona cafetera del departamento de Santander, justo hacia el centro del departamento, principalmente en los municipios de Socorro, San Gil, Pinchote, Páramo y Valle de San José (SICA, 2012)

De lo anterior, los municipios seleccionados para el suministro de la materia prima son los anteriormente mencionados y los cuales encabezan la lista de mayores productores de café (ver la tabla 4), ya que en su gran mayoría, los caficultores de dichos municipios llevan

a cabo procesos de cultivo de alta calidad brindando un grano que se ajusta al criterio de calidad determinado en la actual propuesta.

8.3.2. Identificar y seleccionar los proveedores de materia prima. En el numeral anterior se determinó que el café que se usará para el desarrollo de la presente propuesta, será proveído por los caficultores de los municipios de Socorro, San Gil, Pinchote, Páramo y Valle de San José, ya que son caficultores con una alta tecnificación y con cafetales muy productivos, lo que nos permitirá cubrir la demanda de café de alta calidad que se espera cubrir con el presente proyecto.

En la figura 17 se encuentra el mapa del departamento de Santander con la identificación de los municipios proveedores de la materia prima.

Figura 17. Mapa de Santander con la ubicación de los municipios seleccionados como proveedores de café. Adaptado de (INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI - IGAC, 2014)

En la figura 17 se encuentra el mapa del departamento con la ubicación señalada de los municipios de San Gil, Socorro, Pinchote, Páramo y Valle de San José, los cuales actuarán como proveedores de café para el presente proyecto.

8.3.3. Analizar el producto a fabricar. El producto a fabricar es café tostado en grano y café tostado y molido en diferentes presentaciones (cantidad, especialidad –orgánico, tradicional de alta calidad, perfiles de taza).

8.3.4. Analizar las ventas actuales de café tostado y molido. En el presente análisis se contempla el mercado nacional e internacional con el fin de dar a conocer los ingresos por las ventas y volúmenes de café tostado.

La revista ROAST especializada en el mercado de café tostado realizó una caracterización de 205 tostadores de café especial para el año 2014 – 2015, de los cuales 170 se encontraban ubicados en EE.UU y 35 fuera del país (Cámara de Comercio de Medellín - Clúster Development, 2017). Algunas características sobre el perfil de los tostadores de café concluidas por la revista fueron:

- ✓ El 50% (100 tostadores) de los encuestados tuesta menos de 50.000 libras anuales. El 52% realiza ventas tanto mayoristas como minoristas.
- ✓ Las compañías tuestan en promedio 20 sacos semanales y producen 600 libras de café.
- ✓ El 3% del ingreso total es destinado a actividades de mercadeo.
- ✓ Todos los tostadores tienen un sitio web: el 84% de los tostadores recibe pedidos en línea, las plataformas web de comercialización generaron el 13.2% de las ventas en 2014.
- ✓ Los encuestados presentan unas ventas promedio de $472.000 USD

Sumado a lo anterior, se ha dicho que el tostador de café tiene parte del mayor margen de ganancia del mercado de café, sin embargo, cuando se hace referencia a los tostadores de café especial, se hace énfasis en el comercio directo, en cierto compromiso con la sostenibilidad (económica y ambiental), y con enfoque en la educación tanto del caficultor,

como de los consumidores (muchos de estos tostadores internacionales tienen su red de tiendas propias) (DEVELOPMENT, 2016).

La importancia de los tostadores de café radica en los productos que ofrecen, dentro de las variedades de café vendido, se realiza una clasificación según el grado de tostión que se quiera comercializar y las ventas representadas por cada tipo.

En la siguiente figura se presenta el porcentaje de ventas que tuvo el café tostado según los perfiles de tueste más requeridos por los clientes y consumidores.

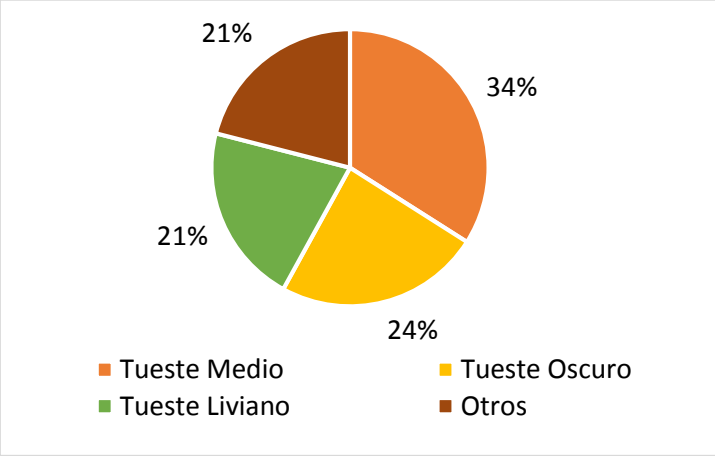


Figura 18. Porcentaje Ventas de Café según Perfil del Tueste. Adaptado de (DEVELOPMENT, 2016)

El comportamiento reportado en la figura 18, significa que los perfiles de café medio y oscuro representan el mayor número de ventas, y dichos perfiles de tostión se encuentran contemplados dentro de la actual propuesta.

Entrando a Colombia, a nivel nacional, los datos de consumo de café en el país presentados por *International Coffee Organization* (ICO), muestran un crecimiento promedio anual de 5% en los últimos 10 años. En la tabla a continuación se presenta el comportamiento del consumo de café en Colombia desde el año 1990 hasta el 2018.

Tabla 9.
Tendencia de consumo de café en Colombia en miles de bolsas de 60 kg. Adaptado de (International Coffee Organization, 2018)

Año de cosecha	**Consumo [bolsas de 60kg]**	**Variación**
1990/91	1,235	0%
1991/92	1,400	13%
1992/93	1,300	-7%
1993/94	1,400	8%
1994/95	1,375	-2%
1995/96	1,500	9%
1996/97	1,600	7%
1997/98	1,600	0%
1998/99	1,600	0%
1999/00	1,400	-13%
2000/01	1,400	0%
2001/02	1,400	0%
2002/03	1,400	0%
2003/04	1,400	0%
2004/05	1,400	0%
2005/06	1,400	0%
2006/07	1,195	-15%
2007/08	1,281	7%
2008/09	1,291	1%
2009/10	1,270	-2%
2010/11	1,308	3%
2011/12	1,439	10%
2012/13	1,441	0%
2013/14	1,469	2%

2014/15	1,505	2%
2015/16	1,672	11%
2016/17	1,736	4%
2017/18	1,800	4%

Con base en la información anterior, es evidente que el consumo de café ha venido con una tendencia de crecimiento de aproximadamente el 2% anual, sin embargo, en los últimos años dicha tendencia ha aumentado debido a la diversidad de productos y cafés diferenciados que se ofrecen hoy en día en el mercado nacional, gracias a la variedad de empresas tostadoras. En la siguiente figura se presenta el consumo promedio de café en Colombia.

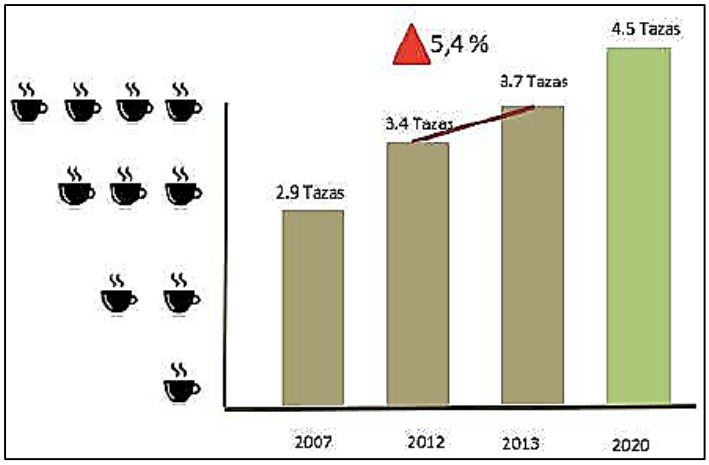


Figura 19. Consumo Promedio de Café en Colombia 2007 – 2020. Adaptado de (Cámara de Comercio de Medellín - Clúster Development, 2017).

Teniendo en cuenta los datos de la figura 19, en promedio en el año 2013 el consumo per cápita de café fue de 3,7 tazas, después aumentó un 5,4% respecto al año anterior, y se tiene una perspectiva de crecimiento para el año 2020 de 4,5 tazas per cápita. Al 2017, el consumo de café tostado en Colombia tuvo un valor de 3,2 Billones de pesos y como se evidenció en

tabla 10, ésta cifra va en aumento y sigue el mismo comportamiento de la tendencia mundial de consumo.

En el estudio *Cluster Development* realizado para la Cámara de Comercio de Medellín, se realizó un análisis de los momentos de consumo de café, en donde se evidenció que cada vez más colombianos consumen café fuera de casa en comparación al consumo en el hogar. Analizando el comportamiento de consumo fuera del hogar, se encuentra que éste representa un total de mercado de 1,6 Billones de pesos, en donde el 21% del consumo fuera de hogar se realiza en cadenas de cafeterías o establecimientos similares, el 16% se realiza en tiendas independientes especializadas en café y el 13% en el canal institucional tal como la oficina o empresas de consumo masivo (DEVELOPMENT, 2016). Dicho comportamiento obedece en gran medida a que cada vez las personas están en la búsqueda de espacios de encuentro, los cuales son ofrecidos por los establecimientos comerciales donde el producto consumido es el café. A continuación se muestra el valor vendido de café consumido fuera del hogar.

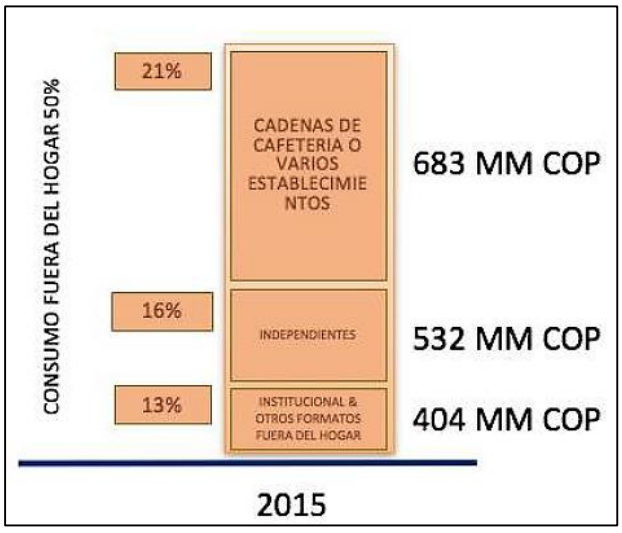


Figura 20. Consumo de Café Fuera del Hogar en Colombia 2015. Adaptado de (DEVELOPMENT, 2016)

La figura anterior representa el número de tiendas de café en Colombia, donde se observa que se presentó un incremento del 6,5% entre 2014 y 2015 llegando a obtenerse 7.456 puntos de venta en el país, mientras que en el periodo 2011 al 2015 el crecimiento anual fue de 4,7%. Se espera que para el año 2020 se lleguen a 8.832 puntos de venta con una tasa de crecimiento promedio anual de 2,9% según el estudio realizado por *Cluster Development*.(DEVELOPMENT, 2016)

Por otra parte, a continuación se presentan los puntos de venta y la proyección al 2020 de los establecimientos donde el café representa una ganancia importante de las ventas, es decir, donde la comercialización del café es la competencia central del negocio.

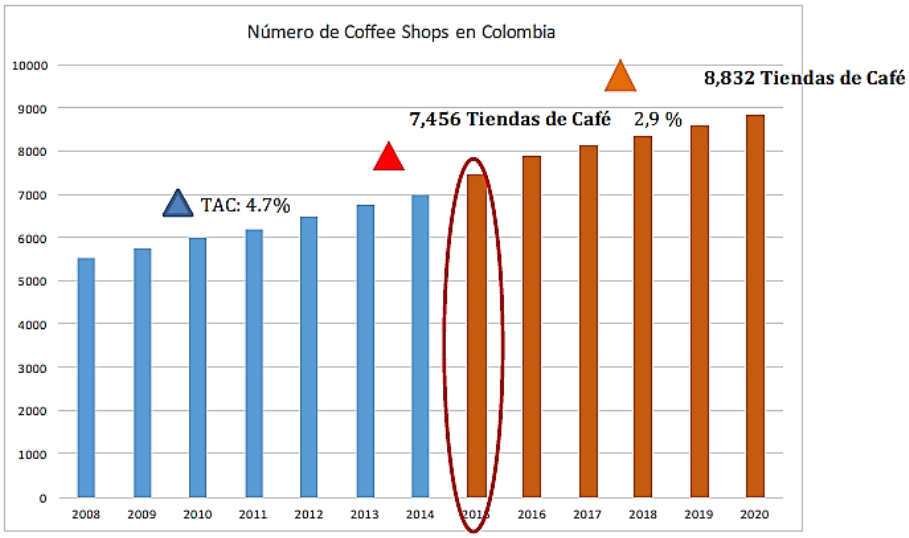


Figura 21. Número de tiendas de café en Colombia. Adaptado de (DEVELOPMENT, 2016)

La figura 21, permite decir que en el año 2015, se encontraban registradas 7.456 tiendas de café en el territorio Colombiano, se espera que para el año 2020, dicha cifra ascienda a

8.832 puntos de venta de café, donde la tasa anual de crecimiento oscile alrededor de 4,7%. Dicho porcentaje de crecimiento en el número de tiendas, se puede extrapolar hacia el crecimiento en el consumo de café a nivel nacional.

Ahora, en cuanto al consumo de café en el hogar, en la siguiente figura se observa que tiene un mercado de 1,5 Billones de pesos anuales y representa el 50% del consumo de café en Colombia. A continuación se presenta el consumo de café en los hogares colombianos

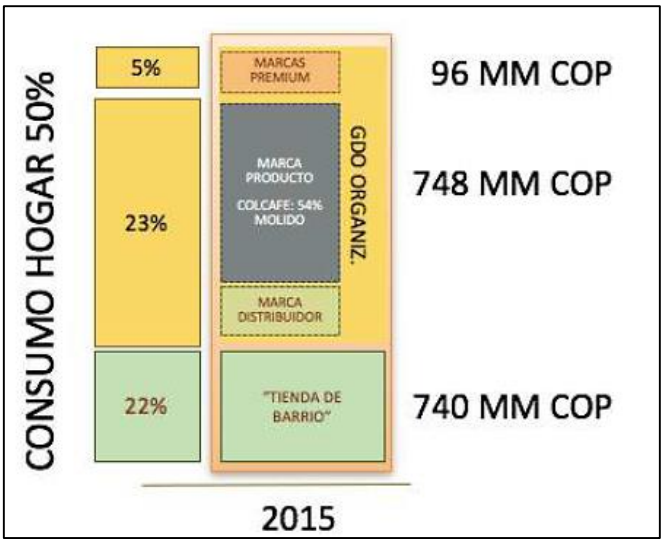


Figura 22. Consumo de Café Dentro del Hogar en Colombia 2015. Adaptado de (DEVELOPMENT, 2016)

El consumo de café en los hogares colombianos mostrado en la figura 22, permite ver que un 28% de las compras se realiza en grandes superficies o tiendas de cadenas/supermercados con un crecimiento de ventas de 2,7% en 2013 y al 5% en 2014. En este mercado el 23% se divide entre marca de producto y marca de distribución (donde el 54% del mercado le pertenece a la empresa Colcafé del Grupo Nutresa). Por su parte el café molido ha tenido un crecimiento acumulado en ventas del 14% durante los años 2009-2015. El 22%

(consumo/compra) para el hogar se realiza en la "tienda de barrio" donde normalmente se consigue el tipo de café de consumo masivo y café soluble/instantáneo a precios bajos, mientras que el 5% del consumo está representado por marcas Premium, las cuales han venido en crecimiento en los últimos años debido al interés de los consumidores en probar nuevos sabores y desarrollar nuevas experiencias sensoriales (DEVELOPMENT, 2016).

8.3.5. Analizar las características de la competencia. Actualmente el mercado de café tostado y molido se mueve básicamente con 3 enfoques, el primero de ellos se basa en una tienda de experiencias, en donde se vive una experiencia de consumo diferente y se promueve la cultura cafetera. El segundo de ellos consiste en la creación de canales especializados de mercado o enfoque multicanal, el cual desarrolla canales alternativos de comercialización (cadenas de tiendas, establecimiento especializados en café, línea institucional, entre otros). Y finalmente el tercer y último enfoque, es el masivo, el cual se dirige a todo tipo de público.

Estos tres enfoques se realizan teniendo en cuenta 4 factores de éxito

1- Café de origen: se promueve una relación directa entre el caficultor y el cliente
2- Interés por la historia: se cuenta la historia existente detrás del café
3- Perfil de taza específico: se incentiva el interés por el café diferenciado, por la agricultura de precisión (buenas prácticas agrícolas en el cultivo y beneficio del grano de café) y mezclas de café
4- Logística: trazabilidad del producto de café, material de empaque innovador y nuevas formas de comercialización

Los diferentes tipos de café tostado que existen hoy en el mercado están distribuyendo su consumo en el mercado nacional, por medio de los canales de comercialización que existen y los que se han venido creando para llevar a buen término dicha actividad comercial. En el año 2016, 34 marcas de café colombiano fueron analizadas por Coffee Review, en donde se encontró que el precio promedio de 8 a 12 onzas es de 17 dólares, siendo 91 puntos el valor promedio de las puntuaciones de café según la escala SCAA, cuyas siglas corresponden en inglés a *Specialty Coffee Association of America*.(DEVELOPMENT, 2016)

Las marcas de café en Colombia normalmente se asocian con tiendas, estas tiendas se clasifican en tiendas independientes y tiendas de cadena o múltiples (más de 3 establecimientos). Las tiendas de cadena suelen tener por lo general su propia industria torrefactora, mientras que las tiendas independientes, suelen alquilar tiempo y espacio en torrefactoras con el fin de tostar su café, aunque también, varias de ellas tienen su propia torrefactora, en donde llevan a cabo la tostión y empaque de su propio producto.

En este mismo orden de ideas, se puede decir que el número de tiendas de café en Colombia ha venido aumentando en los últimos años, el crecimiento anual de tiendas de café entre el 2011 y 2015 fue en promedio 4,7%. En la siguiente tabla se encuentra el crecimiento de tiendas de café en Colombia entre el año 2013 y 2015.

Tabla 10.
Número de tiendas de café en Colombia entre el año 2013 y 2015.Adaptado de (Estudio de mercado cluster café (1))

Clasificación	Año		
	2013	2014	2015
Tiendas independientes	5.337	5.497	5.752
Tiendas múltiples	1.434	1.504	1.704
Total tiendas	**6.771**	**7.001**	**7.456**

La tabla anterior permite evidenciar que el número de tiendas de café entre el año 2014 y 2015 presentó un crecimiento del 6,5%, llegando a los 7.456 puntos de venta, y el crecimiento entre el año 2013 y 2015 fue de un 10,1%. Dicho aumento en el número de tiendas de café, significaría que el consumo de café a nivel nacional también está creciendo con la misma velocidad y proporciones.

En la siguiente figura, se encuentran las principales marcas de café relacionadas con tiendas de cadena en Colombia.

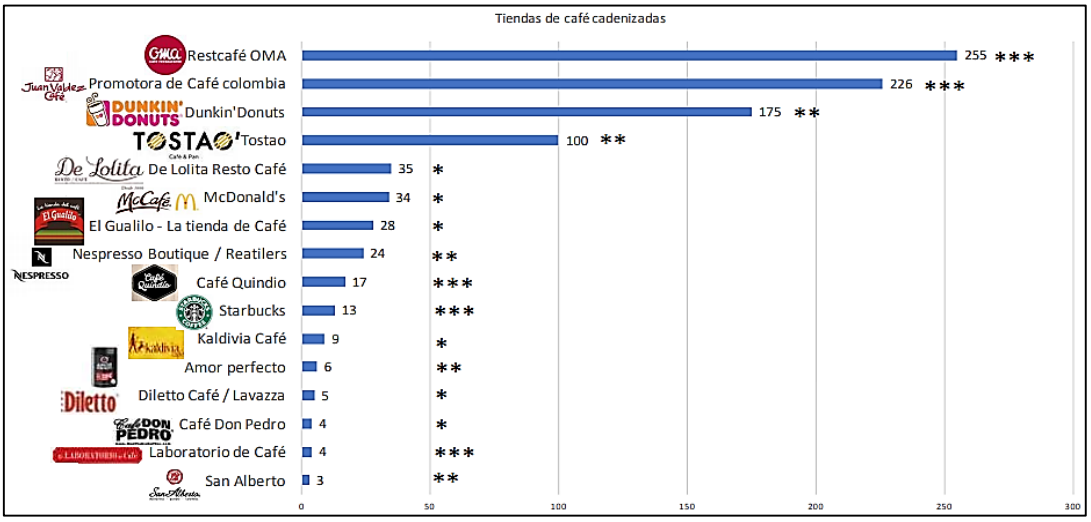


Figura 23. Marcas de café relacionadas con tiendas de café de cadena en Colombia.

**Actualizado a 2015, **Actualizado a 2016 y ***Actualizado a 2017. Adaptado de (Cámara de Comercio de Medellín - Clúster Development, 2017)*

En la figura anterior, se observa que entre las 16 tiendas de cadena más populares en Colombia, Restcafé OMA y Promotora de Café Colombia (Procafecol – Juan Valdez), tienen 255 y 226 puntos de venta a nivel nacional respectivamente; y entre las menos populares, se encuentra San Alberto y Laboratorio de Café con 3 y 4 tiendas. Además, la Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia afirma que las 3 primeras tiendas de cadena, entre las que se encuentran Restcafé OMA, Promotora de Café Colombia (Juan Valdez) y Dunkin'Donuts tienen una cuota de aproximadamente un 30% de la cuota del mercado, con facturaciones por tienda que oscilan entre los 450 y 1.000 millones de pesos (DEVELOPMENT, 2016).

A pesar de que las tiendas de cadena tienen un gran porcentaje de ventas y de presencia a nivel nacional, también el canal independiente ha ido consolidando modelos de negocio basados en vivir experiencias. En la siguiente figura se encuentran algunos de los logos de marcas de café, asociados con tiendas de café independientes en Colombia

Figura 24. Tiendas independientes de café en Colombia

Las tiendas mencionadas en a figura 24, se pueden clasificar como tiendas de experiencia, tiendas multicanal y masivo (siendo un masivo que se podría clasificar como *Premium*). Estos tres enfoques de venta y comercialización de café tostado y molido consisten en:

a) Tienda de experiencia: comercializa productos de alta gama
    - Tiene de 6 a 10 perfiles de café
    - Tiene proveedores exclusivos
    - El barista hace parte de la experiencia, llegando a ser incluso maestro en la cultura del café
    - Garantiza la trazabilidad del producto
b) Tiendas multicanal: producto de calidad
    - El barista tiene el papel de comercializador especializado
    - Desarrolla perfiles de café por cliente
    - Invierte en maquinaria, equipos y en la apertura de nuevos canales
    - Tiene una potente estrategia de mercadeo
c) Masivo
    - Concentrado en marcas de grandes superficies
    - Consumido en su mayoría en hogares
    - El 45% de las ventas se realizan de productos de los líderes (Colcafé, Café Sello Rojo, Matiz y La Bastilla

Sumado a lo anterior, se puede decir que entre el año 2009 y 2013, la categoría de café *Premium* creció un 8,2%, lo que significa que el consumo y posicionamiento de café diferenciado de alta calidad ha ido aumentando en Colombia.

En la siguiente tabla se encuentra la cantidad de ventas (en el año 2015) que ha tenido cada tipo de consumo (fuera de hogar y en el hogar) de café.

Tabla 11.
Ventas por tipo de consumo. (DEVELOPMENT, 2016)

Tipo de consumo	**Consumo**	**Ventas [Millones de COP]**
Fuera del hogar	Cadenas de cafetería	683
	Independientes	532
	Institucional y otros formatos fuera del hogar	404
En el hogar	Marcas Premium	96
	Marcas masivas y de distribuidor (blancas)	748
	Tiendas de barrio	740
	Total en ventas	**3.203**

Se observa que en el año 2015 se vendió un total de 3,2 billones de pesos, siendo el consumo fuera del hogar con 1,62 billones de pesos, ligeramente mayor que el consumo en el hogar, cuyas ventas estuvieron en 1,58 billones de pesos; no obstante, la diferencia entre estos dos canales de consumo no es tan marcada (DEVELOPMENT, 2016)

Ahora, sabiendo que la actualidad de la competencia en nuestro país ya fue descrita detalladamente, se procede a presentar el estado actual de la competencia en el departamento de Santander, pues es el departamento en el cual el presente proyecto tiene efecto directo.

El departamento de Santander tiene su mercado de café concentrado hacia el mercado de café con certificación con un 60%, seguido por el mercado masivo con un 35% de participación y finalmente un 5% correspondiente al café especial diferenciado, valorado mínimo con 85 puntos en escala SCAA.

El negocio del café tostado y molido en Santander, se concentra básicamente en 3 canales de venta:

1- Grandes superficies:
   - Crecimiento de las marcas blancas
   - Concentración en pocas marcas de producto
2- Tiendas de barrio
   - Compite por bajo costo
   - Logística de comercialización muy exigente
3- Venta directa:
   - Exploración de nuevos canales de comercialización (plataformas web), ya que se necesita un gran despliegue comercial y muchas habilidades comerciales
   - Se está integrando con el turismo agroecológico, ya que permite un posicionamiento y recordación de la marca, así como la relación directa con el caficultor.

La concentración en estos tres canales de venta, se está viendo fortalecida en un plan de acción que inició la Cámara de Comercio de Bucaramanga, dicho plan de acción se centra en dos frentes, el primero de ellos es el desarrollo de canales de comercialización, en donde se realice un análisis permanente a los canales de comercialización existentes, y el segundo frente se centra en el desarrollo de una cultura de consumo de café, para la cual se está realizando un mapeo de marcas a nivel departamental, se están desarrollando los perfiles de café con ayuda de expertos en el tema, se están diseñando diversos modelos de negocio y se están realizando unas alianzas de difusión de cultura cafetera.

En Santander existen diferentes marcas de café, muchas de ellas asociadas con tiendas, sin embargo hay otras que solo existen como marca para llevar a consumo interno (en hogares o a nivel institucional). A continuación se encuentran los logos de algunas marcas de café en Santander.

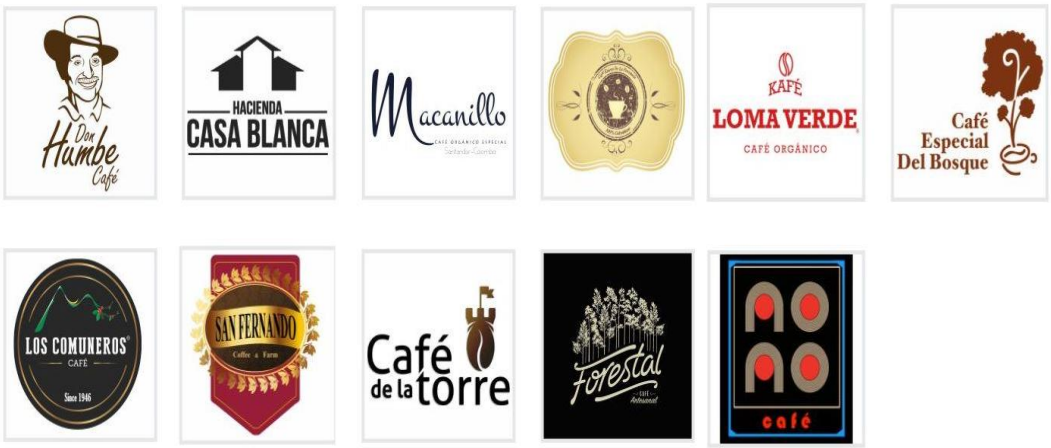


Figura 25. Algunas marcas de café en Santander. (CÁMARA DE COMERCIO DE BUCARAMANGA, 2018)

De la figura anterior se puede decir que en el departamento tenemos presencia de marcas de café propias, que inicialmente fueron contempladas como marcas para consumo interno, pero que por la gran aceptación que han tenido en el mercado están abriendo puntos de venta y consumo a lo largo del área metropolitana de Bucaramanga, uno de esos casos es el de Café Forestal.

No obstante y a pesar de tener una acogida en Santander, si se comparan con las marcas de café relacionadas con tiendas en Colombia, vemos que marcas como Oma o Juan Valdez son mundialmente conocidas y aunque ciertas marcas santandereanas ya están compitiendo en el mercado nacional e internacional, el camino es aún muy largo, pues la identificación de marcas santandereanas no está entre los primeros lugares de los consumidores. Por tanto es necesario que las marcas de café que ya están creadas y las que serán creadas, generen una proyección con logos y eslogan que permitan una fácil recordación, así como la obtención de sellos que garanticen la calidad del café tostado y molido, además que sus actividades de comercialización y mercadeo se enfoquen hacia el público objetivo (regional, nacional y/o internacional), para que finalmente ofrezcan puntos diferenciadores frente a la competencia (trazabilidad, eventos de catación y promoción de la cultura cafetera (Pallares, J., Branding del café santandereano, Fuente Revista Científica, Universidad Pontificia Bolivariana, 2016).

8.3.6. Estimar oferta y demanda. Para la estimación de oferta y demanda se tiene en cuenta la producción actual de la finca cafetera, la producción de café en el departamento de Santander y en especial de los municipios seleccionados para la compra del café, los cuales son Socorro, San Gil, Pinchote, Páramo y Valle de San José, de esta manera, se determina la oferta de materia prima que da paso a la consideración del tamaño de la planta torrefactora.

Asimismo, se presentan los datos de consumo de café en Colombia en los últimos años y población objetivo para determinar su tendencia y hallar la demanda.

Al año 2010 según FNC, el consumo de café en Colombia tenía una penetración del 89% en hogares y el 70% de los colombianos tomaban café 21 días al mes (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 2010b). Al año 2017 se registró un crecimiento del 4% en el consumo de café, el cual fue un crecimiento alto en comparación con el consumo a nivel mundial, ya que tiene un crecimiento cercano al 2% al año. Finalmente, en el 2017 el consumo per cápita estuvo muy cercano a los dos kilos por cabeza al año (La República, 2017).

Un estudio realizado por *Kantar World Panel* da cuenta de que la demanda de café en el país aumentó 6,5% durante el 2015 en las categorías de café tostado, molido e instantáneo. Para los departamentos de Santander, Norte de Santander, Boyacá y Meta el incremento reportado fue de 9,2% superando la media nacional. El consumo de café tostado y molido tuvo un crecimiento del 72,2% a nivel nacional, lo que representó un aumento del 11,8% en volumen de la producción (Vanguardia Liberal, 2016), seguido a esto, se reportó un incremento en el consumo de café por parte de los jóvenes, que llegó a un 74 por ciento en 2017.

Cabe destacar que la preferencia más fuerte por parte de los consumidores de café se encuentra en la categoría de café tostado y molido, al punto de que cerca de $61 de cada $100 vendidos corresponden a esta presentación, siendo la tienda tradicional el lugar preferido y el canal más importante para la compra de ese tipo de café, pues 8,8 kilos de cada 10 se comercializan en tiendas (Vanguardia Liberal, 2012). Adicionalmente, el consumo de café

especial ha reportado también un incremento en los últimos años, con un público joven que exige cada vez productos más diferenciados, como lo destaca Rodrigo Estrada, presidente ejecutivo de la Cámara, quien señaló que la comercialización de los cafés especiales "ha crecido muchísimo, tanto en plantas tostadoras como fundamentalmente en tiendas de café y lógicamente en el consumo".

Con base en lo anterior, a continuación en la figura 26, se muestra una proyección de la producción de café en Santander.

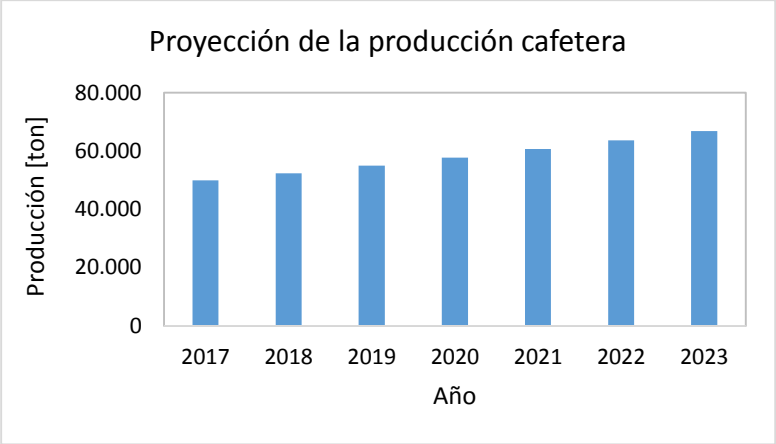


Figura 26. Proyección de la producción de café en Santander. Adaptado de (Organization, 2018)

Teniendo en cuenta la producción de café presentada en la figura anterior, y de acuerdo con proyecciones realizadas por LMC y Judith Ganes donde estima un crecimiento en la producción de café entre 1 y 5% para el 2018, y junto con el promedio histórico de crecimiento en la producción de café desde el año 2007 hasta el año 2017, se determina una

tasa de crecimiento del 5% anual. Este dato determina la cantidad de materia prima disponible en el departamento.

En un estudio realizado en el año 2014 por la cámara de comercio de Armenia y del Quindío sobre los hábitos de consumo de café, se aplicaron 900 encuestas a los habitantes de la ciudad de Armenia mayores de 10 años (227.019), se determinó que del 87% de personas que consumen café, el 28.95% se encuentra entre los 41 y 60 años de edad. Seguido a esto, personas entre los 18 y 24 años de edad el 84% de los encuestados afirmaron que consumen café y para aquellos que se encontraban entre 25 y 30 años de edad el 83% respondió que si consumía. En la figura a continuación se presentan los resultados de las encuestas aplicadas durante dicho estudio.

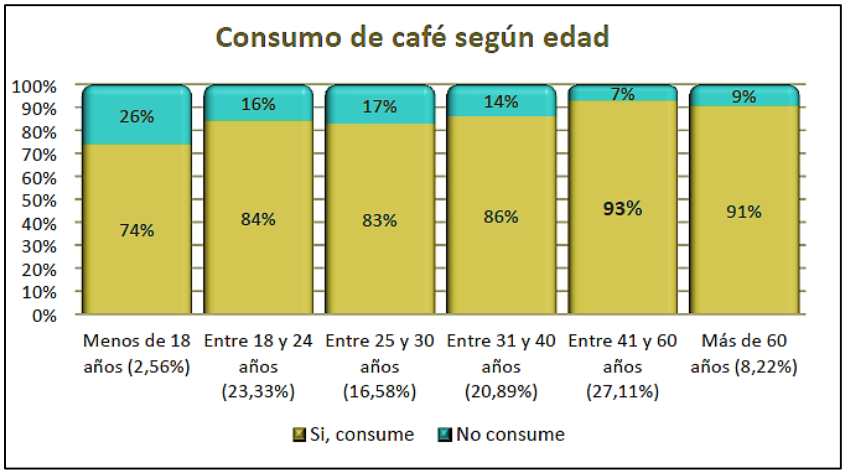


Figura 27. Consumo de café según edad. Adaptado de (QUINDIO, 2014)

Con base lo anterior se dan a conocer los rangos de edades de los mayores consumidores de café y en los cuales se centrará la demanda de la actual propuesta, teniendo en cuenta que el 85% aproximadamente de la población entre 18 y 60 años son consumidores de café.

Según el DANE la población actual en Colombia es de 49.834.240 habitantes y se proyecta con un crecimiento del 2% al año 2020 para un total de 50.911.747 habitantes. (DANE, 2018) como se muestra a continuación.

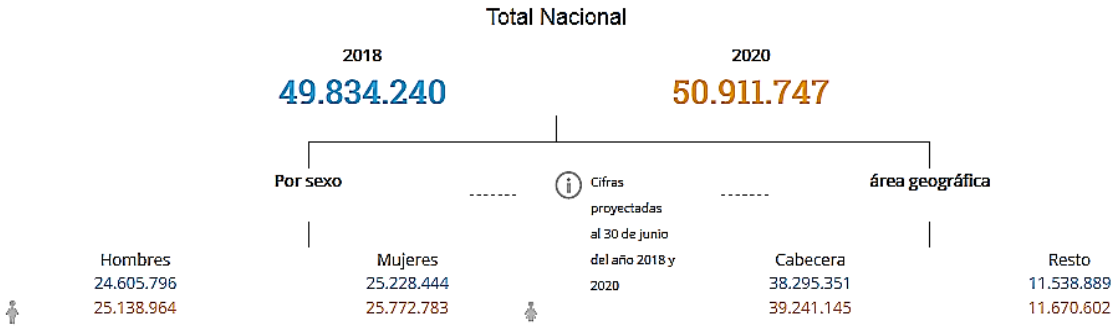


Figura 28. Población proyectada por sexo y área geográfica. Adaptado de (DANE, 2018)

Para detallar un poco más lo reportado en la figura 28 respecto a población proyectada por sexo y área geográfica. A continuación se presenta la población clasificada por grupos quinquenales

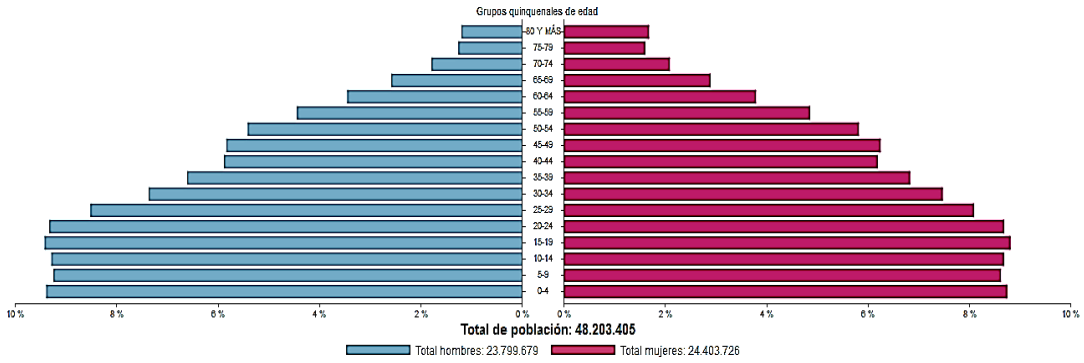


Figura 29. Pirámide de población total según sexo y grupos quinquenales de edad. Adaptado de (DANE, 2015)

Según la figura anterior, las personas entre los 20 y 60 años de edad representan el 53,23% total de la población en el país y suman un total de 25.658.419 habitantes. De los cuales 21.809.656 aproximadamente son consumidores de café.

A continuación en la siguiente tabla se presenta los datos de consumo de café en Colombia según la ICO para Colombia

Tabla 12.
Consumo de café en Colombia en miles de bolsas de 60 kg.(International Coffee Organization, 2018)

Año de cosecha	**Datos de consumo de café en Colombia [miles de bolsas de 60kg]**
1990/91	1.235
1991/92	1.400
1992/93	1.300
1993/94	1.400
1994/95	1.375
1995/96	1.500
1996/97	1.600
1997/98	1.600
1998/99	1.600
1999/00	1.400
2000/01	1.400
2001/02	1.400
2002/03	1.400
2003/04	1.400
2004/05	1.400
2005/06	1.400
2006/07	1.195
2007/08	1.281
2008/09	1.291
2009/10	1.270
2010/11	1.308

2011/12	1.439
2012/13	1.441
2013/14	1.469
2014/15	1.505
2015/16	1.672
2016/17	1.736
2017/18	1.800

El crecimiento promedio del consumo de café por año registrado en los últimos 18 años, según la tabla 12 es de aproximadamente el 4%, con base en esta cifra se realiza la proyección de la demanda de café en Colombia, la cual sería de 108 millones de kilos de café tostado al año, y se representa en la figura que se encuentra a continuación.

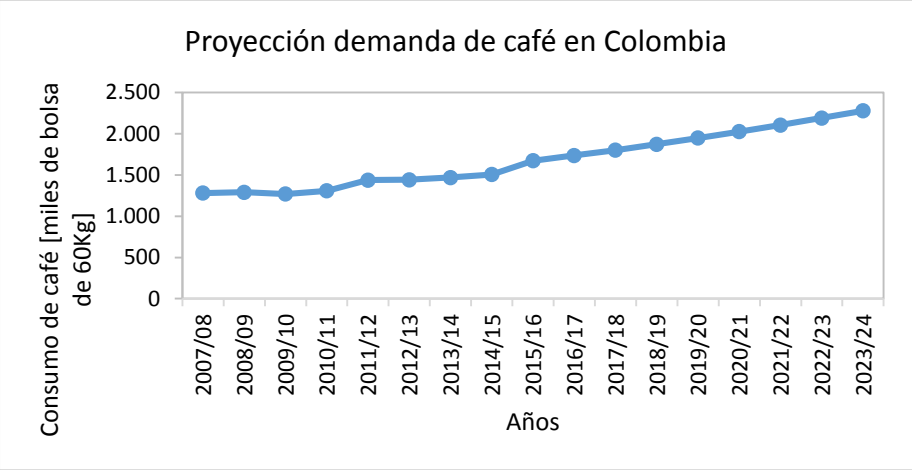


Figura 30. Proyección de la demanda de café en Colombia (miles de bolsas de 60kg)

En la figura 30, se usó una tasa de crecimiento media anual de 4% como crecimiento promedio anual del consumo de café en Colombia. Dicho crecimiento se proyectó hasta el año de cosecha 2023/2024.

8.4. Establecer el tamaño de la planta

Para establecer el tamaño de la planta se tienen en cuenta los siguientes factores, producción actual de la finca, materia prima y estimación de la oferta y la demanda (realizada en un numeral anterior). Teniendo en cuenta que para establecer el tamaño de la planta se va a recurrir a la estimación de la oferta y la demanda realizada anteriormente para el proyecto de la torrefactora que se estudia en el presente estudio, se realiza el cálculo para estimar la cantidad de producto a producir.

Partiendo de que la demanda de café tostado es de 108 millones de kilos al año y teniendo en cuenta la información de la tabla 6, donde se menciona que en Santander hay 14 torrefactoras, las cuales representan el 6,8% a nivel nacional, se tendría que en Santander se están tostando aproximadamente 7’344.000 kg de café, lo que equivaldría a 122.400 bolsas de 60kg (para seguir trabajando en el mismo orden del análisis realizado por la ICO y mostrado en la tabla 13). Considerando que ya no serían 14, sino 15 tostadoras en Santander (teniendo en cuenta la contemplada en éste estudio), la producción de cada tostadora (asumiendo que tienen igual capacidad de producción) sería de 489.600 kg de café tostado al año, equivalentes a 8,2 miles de bolsas de 60kg.

Sin embargo, para dar inicio al proyecto de torrefactora de café tostado y molido en Santander, se buscará producir 48.960 kg de café tostado/año, equivalentes a un 10% de la producción promedio de una torrefactora en Santander, pero la planta iniciará usando solamente el 30% de su capacidad instalada, es decir, producirá 14.688 kg de café tostado/año (durante el primer año), y a medida que vayan creciendo sus ventas, irá creciendo la

capacidad usada de la planta; mientras tanto, se procederá a arrendar los servicios de la planta de producción (torrefacción o trilla), a terceros que la soliciten.

8.5.Producción de la planta

8.5.1. Seleccionar el producto a fabricar. La torrefactora de café tostado y molido producirá café tostado y café tostado y molido en diferentes presentaciones. En la siguiente tabla, se encuentra de manera resumida el portafolio de productos a fabricar.

Tabla 13.
Portafolio de productos a fabricar

		Café tostado en grano	Café tostado y molido
Cantidad	**250 g**	✓	✓
	500 g	✓	✓
	1000 g	✓	✓
	Institucional	✓	✓
Especialidad	**Orgánico**	✓	✓
	Tradicional	✓	✓
	Perfil de taza	✓	✓
	Grado de tostión	✓	✓

De lo anterior, se puede decir que se producirá café tostado en grano y molido, de todas las referencias, además, el molido se hará estándar, de forma tal que sirva para la mayoría de las preparaciones de café y también se molerá en el tamaño (grado de molienda del grano de café tostado, la cual puede ir de fina a gruesa) pedido por el cliente en caso de que sea

necesario. Así mismo, la cantidad institucional hace referencia a aquellos clientes que soliciten el producto en pesos mayores a 1000 g, bien sea para consumo en su hogar o para empresas o instituciones públicas o privadas.

El producto de especialidad se producirá con base en la oferta que haya de dicha materia prima, en donde se espera que el tradicional de alta calidad sea el producto con mayores índices de venta y producción. El café orgánico y con perfil de taza se tendrá disponible para aquellos clientes que quieran tener una experiencia sensorial y de consumo diferente. Finalmente el grado de tostión se realizará de forma regular (tostión media) o según lo requiera el cliente.

8.5.2. Establecer la cantidad de producto a fabricar. La cantidad de producto a fabricar se establece teniendo en cuenta lo mencionado en el numeral 8.4 relacionado con el tamaño de la planta, en donde se menciona que en sus inicios la planta iniciará la producción de 14.688 kg de café tostado/año, equivalente al 30% de la capacidad instalada, y con el tiempo irá creciendo hasta llegar al 100% de su capacidad instalada. Dicha producción fue calculada con base en la producción de una tostadora cuya capacidad es de 60 kg/h, partiendo de que la tostadora será el cuello de botella (tiene la menor capacidad) en el proceso de producción.

La producción de los 14.688 kg de café tostado/año, será la suma de cada una de las bolsas de café vendidas en las presentaciones nombradas anteriormente (cantidades, café orgánico, café tradicional, grados de tostión y de molienda y perfil de taza específico). Dicha producción inicial corresponde a 1.224 kg café tostado/mes, en sus comienzos, se producirá café tradicional, orgánico y con perfil de taza especial con tostión media y molido regular,

siendo el café tradicional el que abarcará la mayor producción (70% aproximadamente), seguido de un 25% de café orgánico y un 5% de café con perfil de taza especial. Finalmente, a medida que se vea un aumento en la demanda del producto y que vaya aumentando el reconocimiento y los canales de comercialización, se irá aumentando la producción de café según sea requerido.

8.5. Identificación de las tecnologías usadas actualmente

Actualmente en la industria relacionada con la torrefacción de café emplea diferentes tipos de equipos, en la siguiente tabla se encuentran los más comunes con su respectiva descripción.

Tabla 14.
Equipos usados en el proceso de torrefacción de café.

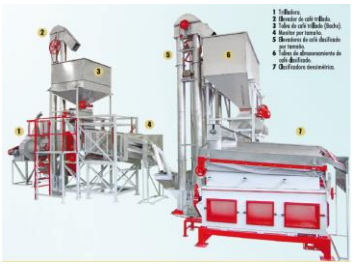
Producto/Fabricante/Ubicación	Capacidad	Características
Tostadora de café - JM Estrada S.A. - Medellín, Colombia - www.jmestrada.com 	20 kg/h	- Fabricada en acero inoxidable - Control digital de temperatura y recuperación de aire caliente - Combustión a gas GLP - Ignición automática - Ventilador para bandeja de enfriado - Sistema de control y verificación del tostado del café - Tolva de carga, mirilla, saca muestras y descarga automática - Sistema de enfriamiento y extracción de la película plateada (ciclón)

		- Tambor de doble pared no perforada con paletas de distribución - 9 programas de tostión
Tostadora de café M-15 - Magra. Alonso Uribe Londoño - Pereira, Colombia - www.somosmagra.com 	60 kg café verde/h	- Combustión a gas natural o propano - Tablero electrónico con indicador digital de temperatura del grano, encendido de turbina de tueste, encendido de la criba de enfriamiento, encendido de giro tambor y encendido de chispa electrónica para gas - 2 Ciclones para control de emisión de material particulado al medio ambiente - Saca muestras y visor en vidrio - Compuerta de graduación de aire de tueste - Sistema de arrieros para criba de enfriamiento que garantiza 100% evacuación de los granos - Acabados en acero inoxidable
Tostadora de café M-6 - Magra. Alonso Uribe Londoño - Pereira, Colombia - www.somosmagra.com	24 kg café verde/h	- Combustión a gas natural o propano - Tablero electrónico con indicador digital de temperatura del grano, encendido de turbina de tueste, encendido de la criba de enfriamiento, encendido de giro tambor y encendido quemador de gas

		- 2 Ciclones para control de emisión de material particulado al medio ambiente - Saca muestras y visor en vidrio - Compuerta de graduación de aire de tueste - Sistema de arrieros para criba de enfriamiento que garantiza 100% evacuación de los granos - Acabados en acero inoxidable - Controlador de quemador inteligente para seguridad absoluta del sistema de gas - Control eléctrico potencia de llama para perfilamiento de curvas de tostión
Tostadora Probat Neptune - Probat - Alemania - www.probat.com 	Neptune500 80-120 kg CPS/h Neptune1500 240-320 kg CPS/h Neptune3000 480-640 kg CPS/h	- Control automático - Visualización clara y operación simple - Puede almacenar hasta 999 curvas de tostión - Puede ser operada directamente por el tostador o desde una sala de control - Ahorro de energía por recirculación de aire y precalentamiento de café verde - Reducción de olores y gases de tostión
Trilladora CR-2007 - Magra. Alonso Uribe Londoño - Pereira, Colombia - www.somosmagra.com	600 kg/h	- Varilla cuadrada de 3/16” - Usada para hacer retrillas de seleccionadoras automáticas - Cuenta con 2 turbinas, una para refrescamiento del conjunto de trilla y otra para la extracción de la cascarilla de pergamino - Tolva con capacidad para 50 kg

		- Posibilidad de instalar ciclón a la salida de la turbina para control de material particulado - Acabados en acero inoxidable, cromo y pintura electrostática
Trilladora CR-2000 - Magra. Alonso Uribe Londoño - Pereira, Colombia - www.somosmagra.com 	180 kg/h	- Excelente pulido de película apergaminada sin elevar la temperatura del grano - No requiere intervención del operario una vez calibrado el paso de café al compartimiento de la trilla y la compuerta de expulsión - Tolva para expulsión de cisco y bandeja para descargue de café verde - Novedoso sistema en compartimiento de trilla para aumentar eficiencia de la máquina - Acabados en acero inoxidable, cromo y pintura electrostática
Trilladora de café - JM Estrada S.A. - Medellín, Colombia - www.jmestrada.com 	120 kg CPS/h hasta 2.000kg CPS/h	- Fácil regulación según el tamaño del café - Sistema de cuchilla para realizar el proceso de trillado, que permite la adecuación de la máquina según el tamaño de grano a procesar - Sistema de enfriamiento y extracción de cascarilla con motor independiente - Pintura electrostática a base de uretano - Malla para remoción de cascarilla de café - Sistema de control por tablero
Trilladora de CPS - JM Estrada S.A. - Medellín, Colombia - www.jmestrada.com	120 kg CPS/h hasta 4.000kg CPS/h	- Ideal para trilla de café pergamino seco - Equipo de fácil regulación según tamaño del café

		- Sistema de cuchilla para realizar el proceso de trillado, que permite la adecuación de a máquina según el tamaño de grano a procesar - Sistema de enfriamiento y extracción de cascarilla de café que mejora la eficiencia de la trilla, con motor independiente - Malla para remoción de cascarilla de café en acero inoxidable
Trilladora de café cereza seca y natural - JM Estrada S.A. - Medellín, Colombia - www.jmestrada.com 	120 kg CPS/h hasta 2.000kg CPS/h	- Remueve la cáscara del café secado, mediante la circulación de aire a alta velocidad, donde se obtiene una almendra de gran calidad, en un proceso sin fermentaciones - El fruto es procesado rápidamente sin daños mecánicos, ni contaminación cruzada - La cáscara se desecha mediante un extractor, seca y sin mieles
Trilladora con monitor - JM Estrada S.A. - Medellín, Colombia - www.jmestrada.com 	120 kg/h	- Monitor combinado - Sistema compuesto por una trilladora y un monitor para café trillado, separa el café trillado por tamaños garantizando la homogeneidad - Clasifica el grano con estándares internacionales - Sistema de descontaminación para eliminación de partículas
Sistema completo de trilla y clasificación por tamaños y pesos - JM Estrada S.A. - Medellín, Colombia		- Sistema completo de trilla con: 1. Trilladora 2. Elevado de café trillado 3. Tolva de café trillado

- www.jmestrada.com 		4. Monitor por tamaño 5. Elevadores de café, clasificación por tamaño 6. Tolvas de almacenamiento de café clasificado 7. Clasificadora densimétrica
Empacadora BVC - Magra. Alonso Uribe Londoño - Pereira, Colombia - www.somosmagra.com 	BVC180: 240bolsa/min BVC260: 210bolsa/min BVC400: 150bolsa/min	- Diseño higiénico, sin espacios, huecos o perfiles - Elevado rendimiento de salida con bolsas de calidad perfecta - Protección fiable del producto gracias a soldaduras estancas - Presión de sellado programable - Limpieza fácil y rápida, ya que el área de producto está separada del área de accionamiento
Selladora automática Sello Mac II - Magra. Alonso Uribe Londoño - Pereira, Colombia - www.somosmagra.com 	25bolsa/min	- Operación automática con motor - Sellado por calor constante con mordazas de bronce con gravado triangular de 4 estrías - Control de temperatura con termocontrol P&D y termocupla - Switch de encendido del sistema - Switch para opción de operación continua o por ciclo - Sella polietileno, polipropileno y similares (laminados, bi y tri-laminados) - Accionamiento mecánico con motoreductor resortado que garantiza presión en el sellado - Acabados en pintura electrostática, cromo y acero inoxidable
Molino de rodillos 600FX - Magra. Alonso Uribe Londoño - Pereira, Colombia		- Tiene varias opciones de tamaño de partícula: grueso/soluble, filtrado, espresso

- www.somosmagra.com 	- Control automático - Enfriamiento por agua - Control de densidad para mejorar calidad y consistencia de café molido - Control de ajuste de espacio entre rodillos
Molino de rodillos 700FX - Magra. Alonso Uribe Londoño - Pereira, Colombia - www.somosmagra.com 	- Tiene varias opciones de tamaño de partícula: grueso/soluble, filtrado, espresso - Control automático - Enfriamiento por agua - Control de densidad para mejorar calidad y consistencia de café molido - Control de ajuste de espacio entre rodillos
Molino de rodillos 800FX - Magra. Alonso Uribe Londoño - Pereira, Colombia - www.somosmagra.com 	- Tiene varias opciones de tamaño de partícula: grueso/soluble, filtrado, espresso - Control automático - Enfriamiento por agua - Control de densidad para mejorar calidad y consistencia de café molido - Control de ajuste de espacio entre rodillos
Molino GPC-140 - Magra. Alonso Uribe Londoño - Pereira, Colombia - www.somosmagra.com	- Tiene varias opciones de tamaño de partícula: grueso-espresso - Molino de discos “dureza diamante” - Óptimo control de cortado

		- Permite obtener café molido uniforme - Alta capacidad - Facilidad de limpieza y operación
Molino GPX - Magra. Alonso Uribe Londoño - Pereira, Colombia - www.somosmagra.com 		- Tiene varias opciones de tamaño de partícula: grueso-espresso - Molino de discos "dureza diamante" - Óptimo control de cortado - Permite obtener café molido uniforme - Alta capacidad - Facilidad de limpieza y operación
Molino GPX-WCI - Magra. Alonso Uribe Londoño - Pereira, Colombia - www.somosmagra.com 		- Tiene varias opciones de tamaño de partícula: grueso-espresso - Molino de discos "dureza diamante" - Óptimo control de cortado - Permite obtener café molido uniforme - Alta capacidad - Facilidad de limpieza y operación - Permite mantener el café 75% más frío comparado con otros molinos de disco - Se conservan mejor los volátiles y el aroma del café
Seleccionadora por color Pikasen - Magra. Alonso Uribe Londoño - Pereira, Colombia - www.somosmagra.com	1-2000 kg/h	- Clasificación óptica RGB a todo color - Portátil con ruedas integradas - Cámaras de alta resolución que capturan imágenes del producto en

	16 millones de tonos diferentes de color - Sistema inteligente de sensibilidad - Pantalla táctil - 3 opciones de tobogán - Fácil limpieza y mantenimiento

En la tabla anterior, se encuentran detallados algunos de los equipos usados en la industria de procesamiento de café

8.6. Selección del proceso y elaboración detallada

8.6.1. Establecer el diagrama de flujo detallado. A continuación se muestra el diagrama de flujo de proceso para la elaboración de café tostado y molido.

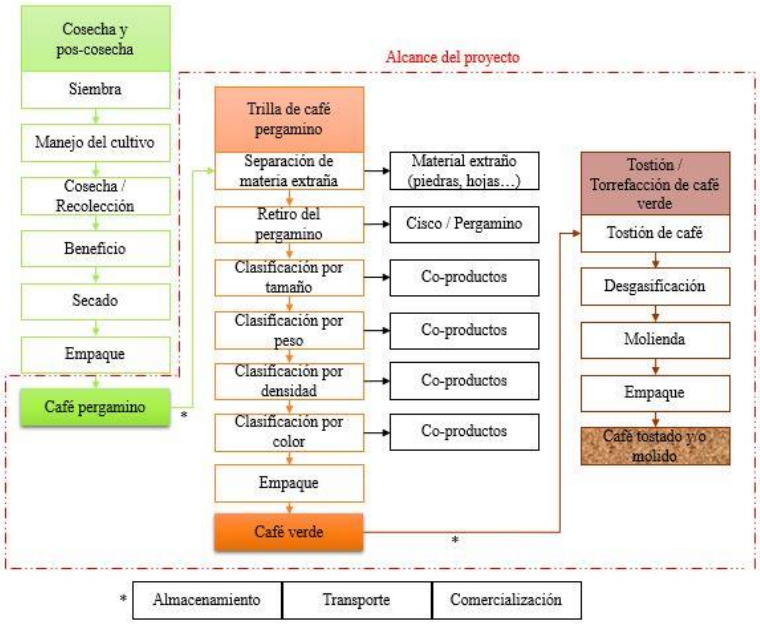


Figura 31. Diagrama del flujo del proceso para la elaboración del café tostado y molido

La figura anterior, presenta el proceso de transformación del café hasta llegar a obtener un producto listo para el consumo y en el cual se centra la actual propuesta; en la figura se evidencia que la obtención de café tostado y molido, se divide en tres subprocesos, siendo el primero la cosecha y pos-cosecha, seguida de la trilla de café pergamino y finalmente la tostión o torrefacción. Entre estos tres subprocesos se encuentran unas actividades fundamentales, que son el almacenamiento, transporte y comercialización (representadas con * en el diagrama de la figura 31). A continuación en la figura 32 se detalla un poco más el proceso de obtención de café tostado y molido a partir de café pergamino, que corresponde a la parte de la figura 31 que se encuentra encerrada en la línea roja.

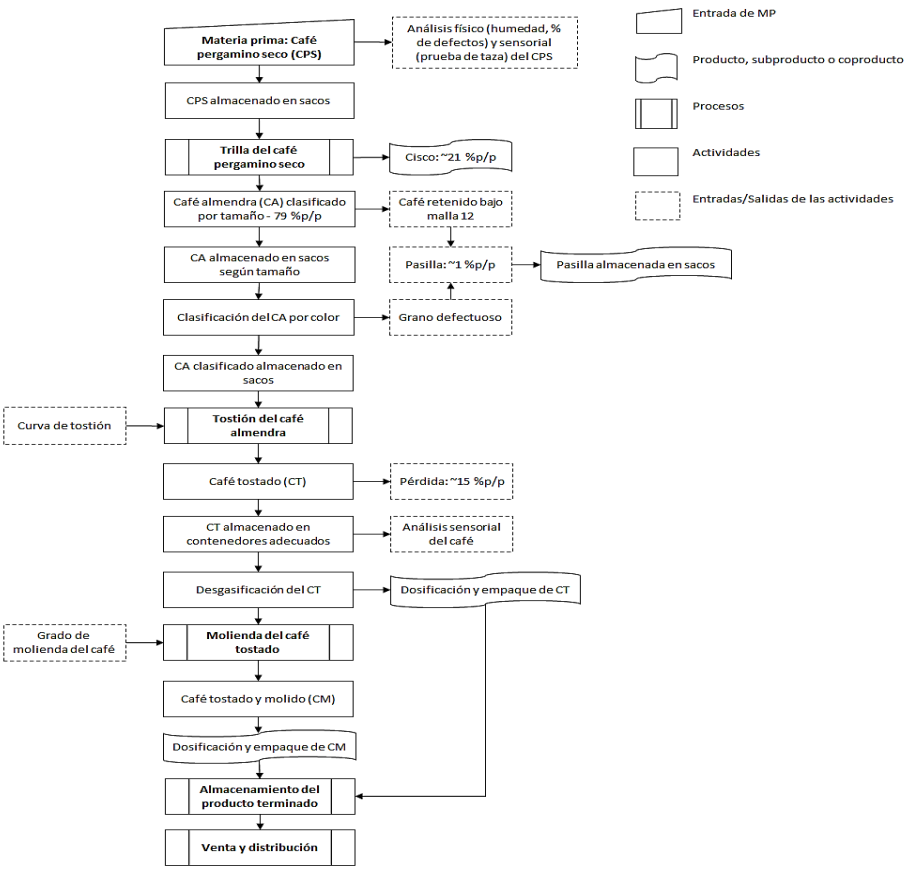


Figura 32. Diagrama detallado de producción de café tostado y molido a partir de café pergamino seco

De la figura 32, se puede mencionar que la obtención de café tostado y molido, consta básicamente de tres etapas, la trilla, la tostión y la molienda. A continuación, se va a realizar una descripción completa, de todo el diagrama, con el fin de presentar detalladamente todas las etapas que intervienen en el proceso de obtención del producto en mención.

La etapa cero del proceso (mencionada en la figura 32) corresponde al cultivo, cosecha y pos-cosecha del café, el cual da como resultado café cereza y café pergamino respectivamente; posteriormente el café pergamino es trillado, dando como resultado el café verde almendra el cual es sometido al proceso de tostión, con el fin de obtener el producto final. Para aclarar un poco más el estado cualitativo del café en esas etapas, se muestra en la siguiente figura el café en sus diferentes estados (cereza madura, café pergamino, café verde almendra y café tostado)

Figura 33. Café en diferentes estados. Adaptado de (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 2018a)

La etapa cero del proceso corresponde a la cosecha y pos-cosecha, la cual se lleva a cabo en las fincas cafeteras y es una de las labores más dispendiosas y complejas, ya que requieren mucha dedicación en la cadena del café, pues buena parte de la calidad de la bebida final depende del éxito con que se realice la cosecha y pos-cosecha. Esta inicia con la siembra de las plántulas en el terreno de siembra, que en el caso de Santander, es bajo sombra protectora debido a la intensidad lumínica de la región. Para que dichas plántulas crezcan y tengan un óptimo desarrollo, es importante el buen manejo del cultivo, donde se encuentra la fertilización, el manejo de arvenses (maleza) y el control de plagas (biológico, cultural, químico y mecánico).

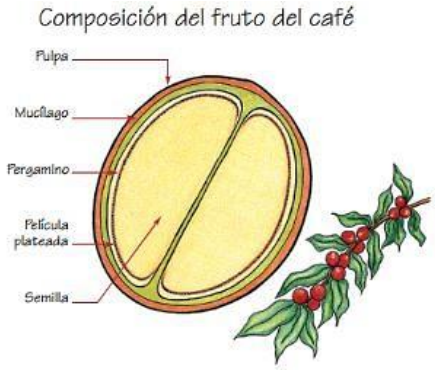


Figura 34. Composición del fruto del café. (FUNDESYRAM, 2018)

Una vez el café ha culminado su etapa de crecimiento, empieza a generar las cerezas o frutos de café (Figura 33), y se debe iniciar la recolección manual únicamente de aquellos frutos maduros (color rojo generalmente), tal y como se muestra en la figura 35, cabe resaltar

que en Colombia se realiza recolección manual de café, pero en países como Brasil la recolección se realiza mecánicamente, ya que los terrenos cultivados se encuentran en una geografía menos montañosa que la colombiana.

Figura 35. Recolección manual de cerezas de café maduras. Adaptado de (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 2018b)

Cuando ya han sido recogidas las cerezas maduras de café, pasan al proceso de pos-cosecha o beneficio, en el cual se realizan una serie de actividades (despulpado, remoción de mucílago, lavado y secado) que permiten transformar el café cereza, en café pergamino seco.

Figura 36. Beneficio de café. (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 2010a)

En la figura anterior se muestra el proceso de transformación del café cereza en café pergamino seco. El cual es por lo general comercializado por los productores, lo que se traduce en que ellos venden su producto a ciertas tiendas especializadas en comprar café pergamino seco, quienes en algunas oportunidades actúan como intermediarios entre las trilladoras y/o tostadores de café y por ende reciben un porcentaje de ganancia, por el hecho de actuar como centros de acopio del café producido por los caficultores.

Posteriormente ocurre la trilla de café pergamino, la cual consiste básicamente en retirar la capa amarilla (pergamino) que recubre el café y obtener café verde almendra (Figura 33). La trilla de café inicia con una separación de la materia extraña (piedras, tallos, hojas, material metálico, etc.), continúa con el proceso de retirar el pergamino del café y luego, dichas almendras de café verde, pasan por un proceso de selección y clasificación, en donde se tiene en cuenta el tamaño, el peso, la densidad y el color de las almendras según el tipo de café que se quiera producir, las almendras de café verde que pasan efectivamente por todo el proceso, son empacadas y comercializadas a nivel nacional o internacional a los tostadores de café. En la figura 37 se encuentra el proceso de trilla de forma detallado gráficamente.

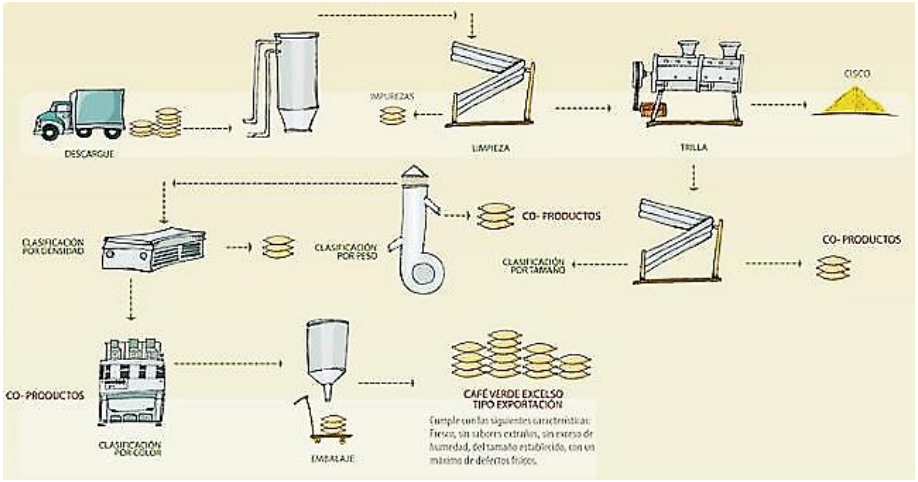


Figura 37. Proceso de trilla para la producción de café verde Excelso tipo exportación. Adaptado de (Federación Nacional de Cafeteros, 2018)

Una vez obtenida la almendra de café verde según el proceso descrito en la figura anterior, se inicia la tostión de café. Esta tostión ocurre durante el tiempo y a la temperatura requerida, según el tipo de café y los atributos sensoriales a destacar o a evitar. Posteriormente el café se deja durante un tiempo desgasificando antes de proceder con la molienda y/o empaque del mismo, esto se hace con el fin de evitar sabores indeseados en la bebida final. Por último el café tostado es empacado en las presentaciones correspondientes.

Teniendo en cuenta lo descrito anteriormente y para efectos de lo buscado en presente proyecto, a continuación en la tabla 15 se encuentran los requisitos que se deben cumplir en cada una de las etapas mencionadas.

Tabla 15.
Requisitos de compra de café pergamino, de obtención de café verde almendra y de café tostado y molido

Café pergamino (Cosecha y pos-cosecha)	
Especie de café	Café arábico (*Coffea Arabica*)
Humedad café pergamino	10 - 12 %
% Café con broca	1%
Factor de rendimiento	< 93%
Café verde almendra (Trilla)	
Retenido malla 15	50%
Retenido malla 14+	95%
% Malla 14-, pero retenido en malla 12	5%

Humedad café verde almendra	< 12,5%
Faltas (unidades/500 g)	24 faltas/500 g
Infestación	Ninguna
Olor	Característico
Color	Uniforme
Prueba taza	Libre de defecto (fermento, químico, moho y reposo)
Café tostado (Tostión)	
Prueba taza	Libre de defecto
Tiempo de vida útil (TVU)	> 9 meses
Empaque	Conserve características organolépticas durante TVU
Humedad café tostado	< 3%

Nota: Factor de rendimiento: cantidad de café pergamino seco necesaria para obtener un saco de 70 kilos de café Excelso (a menor factor de rendimiento, mayor precio), malla 15: malla 15/64 pulgada, malla 14: malla 14/64 de pulgada, malla 14+: retenido encima de malla 14, faltas: número de granos de café defectuosos presentes en 500 g de muestra de café verde almendra, prueba de taza: resultados de prueba de catación del café

Dichos requisitos de control de calidad para la compra de café pergamino al caficultor, de "arrendamiento" de trilladora y de café tostado como producto final, se plantearon teniendo en cuenta los requisitos establecidos por Federación Nacional de Cafeteros (Resolución 1 de 1999, Resolución 4 de 2015 y Resolución 2 de 2016 emitidas por el Comité Nacional de Cafeteros de Colombia).

8.6.2. Determinar el balance de materia prima. Para realizar el balance de materia prima de la planta torrefactora, se debe determinar la cantidad de café almendra que se debe

tostar, para ello, se usarán los factores de rendimiento, es decir, la cantidad de café cereza necesaria para producir 1 kg de CPS, la cantidad de CPS necesaria para obtener un saco de 70 kg de café excelso y la cantidad de café excelso requerida para obtener 1 kg de café tostado y molido. Para ello, se utilizarán las relaciones o factores de rendimiento sugeridos por Cenicafé y presentados en la siguiente tabla (Montilla et al., 2008).

Tabla 16.
Factores de conversión para realizar transformaciones entre los estados del grano de café. Adaptado de (Montilla et al., 2008).

Para convertir de	A	Multiplique por		
			Presente estudio (2006)	
		Uribe (1977)	Café seleccionado	Café sin seleccionar
Cereza	Pergamino	0,22	0,20	0,20
	Baba	0,60	0,55	0,55
	Almendra	0,18	0,16	0,16
	Seco de agua	0,32	s.d	s.d
	Húmedo	0,41	0,39	0,41
	Pulpa fresca	0,40	0,43	0,43
	Pulpa mojada	0,48	s.d	s.d
Pergamino	Cereza	4,50	4,94	4,89
	Almendra	0,80	0,80	0,79
	Baba	2,71	2,74	2,71
	Húmedo	1,85	1,93	1,97
	Seco de agua	1,46	s.d	s.d
	Pulpa fresca	1,77	2,15	2,09
	Pulpa mojada	2,13	s.d	s.d

La anterior tabla permite evidenciar, que para obtener la cantidad de CPS a partir del café cereza debo multiplicar por 0,2 y para obtener la cantidad de café almendra partiendo de CPS, debo multiplicar en promedio por 0,79 (Montilla et al., 2008). Finalmente y como recomendación de expertos en café, se asumirá una pérdida de 1% de café pasilla (café rechazado por tamaño o defecto -color-) y una pérdida del 15% en promedio durante el proceso de tostión.

A continuación se encuentran especificados los cálculos realizados para obtener el café tostado necesario para el primer año de producción

$$Café\ tostado\ producido\ en\ un\ año = 14.688\ kg$$

$$Rendimiento\ de\ tostión\ (Café\ almendra\ sana\ a\ café\ tostado) = 0{,}85$$

$$Café\ almendra\ sana\ producido\ en\ un\ año\ y\ listo\ para\ tostar = \frac{14.688\ kg}{0{,}85}$$

$$= 17.280\ kg$$

$$Rendimiento\ de\ clasificación\ (Café\ almendra\ a\ café\ almendra\ sana) = 0{,}99$$

$$Café\ almendra\ producido\ en\ un\ año = \frac{17.280}{0{,}99} = 17.455\ kg$$

$$Rendimiento\ de\ café\ pergamino\ seco\ a\ café\ almendra = 0{,}79$$

$$Café\ pergamino\ seco\ producido\ en\ un\ año = \frac{17.455}{0{,}79} = 22.094\ kg$$

$$Rendimiento\ de\ café\ cereza\ a\ café\ pergamino\ seco = 4{,}89$$

$$Café\ cereza\ producido\ en\ un\ año = 22.094 * 4{,}89 = 108.041\ kg$$

Lo dicho previamente significa que para producir los 14.688 kg de café tostado/año se deben producir 108.041 kg de café cereza, equivalentes a 22.094 kg de CPS. Además, también es evidente que durante el proceso que va desde la recolección de la cereza hasta la tostión del café hay grandes pérdidas, entre las que se encuentran subproductos del café (cisco y café pasilla) y agua (perdida en su mayoría durante el proceso de tostión). A continuación se muestra el balance de materia respectivo.

$$masa_{entra} - masa_{acumula\ o\ pierde} = masa_{sale}$$

$$masa_{sale} = Café\ tostado\ producido\ en\ un\ año = 14.688\ kg$$

$$masa_{entra} = Café\ cereza\ producido\ en\ un\ año = 108.041\ kg$$

$$masa_{acumula\ o\ pierde} = 93.353 kg$$

El balance de materia prima anterior deja en evidencia la gran cantidad de materia prima que se pierde o que se genera como subproducto del proceso de tostión del café, pues para producir 1 kg de café tostado, se requieren cosechar aproximadamente 7 kg de café cereza.

Por otro lado, la finca en estudio, tiene una producción anual de café de 15 cargas, lo que equivale a 1.875 kg CPS, por lo que se será necesario comprar 20.219 kg de CPS/año, cantidad que se comprará a los productores de las fincas de los municipios de Socorro, San

Gil, Pinchote, Páramo y Valle de San José, lo que significa que se adquirirá alrededor del 91,5% de la materia prima necesaria para la producción inicial de la planta torrefactora.

8.6. Petición de ofertas

En el presente numeral, se da a conocer el listado de la maquinaria y equipo, seguido por la cotización con los fabricantes, y finalmente se encuentra la lista de maquinaria requerida. En la siguiente tabla, se encuentra el listado de maquinaria y equipos necesarios para llevar a cabo el presente proyecto con sus respectivos precios y el proveedor que las comercializa.

Tabla 17.
Cotización de maquinaria y equipos

Etapa	Equipo	Capacidad	Proveedor	Ubicación proveedor	Valor total*
Trilla	Trilladora para café	120 kg CPS/h	JMEstrada	Medellín, Antioquia	$ 6.984.000

La trilladora es fabricada en hierro colado, posee una cuchilla de graduación para cualquier tamaño de café y criba para separar el pergamino el cual es impulsado por un rotor transportándolo. Requiere un motor de 5 hp a 1800 rpm con transmisión por poleas y bandas, con su respectiva guarda de protección. Posee guillotinas de graduación a la entrada y a la salida. La capacidad es de 120 kilos por hora de café pergamino seco.

	Trilladora para café	180 kg CPS/h	Magra	Pereira, Risaralda	$ 3.800.000

Características Generales

- Excelente pulido de la película apergaminada sin elevar la temperatura del grano.
- Una vez calibrado el paso de café al compartimento de trilla y la compuerta de expulsión (Según las características físicas de cada café) no requerirá intervención constante del operario.
- Tolva para expulsión de cisco y bandeja para descargue de café verde.
- Novedoso sistema en compartimento de trilla para aumentar eficiencia de la máquina.
- Construcción solida. Acabados en acero inoxidable, cromo y pintura electrostática.

DATOS TÉCNICOS	
Producción	180 kilogramos por hora
Motor	1.5 HP (Voltaje 110-220)
Peso	22 kg.
Dimensiones	Altura: 133cm Ancho: 40cm Largo: 90cm

	Clasificadora de grano	120 kg/h	JMEstrada	Medellín, Antioquia	$ 9.512.000

- Góndola construida en lámina calibre 14 inoxidable.
- Marcos metálicos de zarandas y con soporte inferior en malla de alambre pre-ondulado para soporte de esferas de goma.
- Mallas en lámina INOXIDABLE. Calibre 20. Nº18-17-16-15-caracol.
- Esferas atoxicas de goma de 1 1/8 por cada recuadro interno de marcos.
- Un motor trifásico de 2 HP con variador de velocidad con su respectiva transmisión de potencia movida por poleas en hierro fundido y correas tipo B. Toda la transmisión llevará sus respectivos cuñeros y sus guarda poleas.
- Eje excéntrico con sus respectivos rodamientos.
- Arnillas en madera para soporte de góndola.
- Chasis principal fabricado en perfilería de acero al carbono.

	Clasificadora de grano	600 kg/h	Magra	Pereira, Risaralda	$ 7.000.000

3 mallas (de la 12 a la 19 según requerimientos del cliente), rastrillo para limpieza de mallas, embudos al final de cada malla para recolección de café clasificado.

3/4 HP 1750 RPM (110V-220V) Monofásico 60Hz	Zarandas en aluminio (inocuo para alimentos), acero inoxidable y pintura electrostática.	100cm (alto) x 80cm (ancho) x 200cm (prof.)

	Seleccionadora por color**	1-2000 kg/h	Magra	Pereira, Risaralda	$ 189.084.000

- **Cámaras a RGB Full Color**
- **Portátil con pequeñas ruedas integradas**
- **Sistema inteligente de sensibilidad**
- **Pantalla táctil similares al teléfono inteligente o tableta**
- **Sistema integrado de aspiración**
- **3 opciones de tobogán**
- **Fácil limpieza y mantenimiento**

Tostadora 24 kg CT/h Magra Pereira, Risaralda $ 17.850.000

DATOS TÉCNICOS	
Capacidad	6 kg de café verde.
Producción	Un bache cada 15 min. Aprox.
Fuente Calorífica	Gas natural o propano.
Motor	Reductor de 1/8 HP (Voltaje 110, 60hZ)
Criba enfriamiento	Agitador 1/12 HP con turbina 1/2 de HP y ciclón 200 CFM
Turbina tostión	1/2 HP de alta presión con ciclón de 200 CFM
Peso	100 kg.
Dimensiones	Altura: 1,53m Ancho: 1,50m Largo: 2,50m

Tostión

Tostadora 32 kg CT/h JMEstrada Medellín, Antioquia $ 25.287.500

Nuestra tostadora trabaja bajo el principio del tambor rotatorio fabricado en fundición (o lámina de acero inoxidable) movido por un motor de 3/4 HP. Un quemador de gas propano calienta el tambor de hierro colado a 220 grados manteniendo el grano en rotación para un tostado homogéneo.

El cuerpo del tambor es montado en rodamientos y la carcasa es fabricada en acero inoxidable aislada con lana de vidrio para evitar la fuga de calor, el chasis del equipo es fabricado en perfilaría pintada al horno. Posee una tolva de carga del café verde y todo el cuerpo es basculante entregando el café tostado a un recipiente con fondo en malla y un extractor para enfriar el café. Consta de un enfriador (vasca) que es un recipiente redondo fabricado en acero inoxidable y se conecta con un ventilador que succiona todo el calor del café cuando sale de la tostadora, además realiza un mezclado del café para garantizar la homogeneidad en el proceso de enfriamiento.

El sistema enfriador y el tambor rotatorio cuentan con un sistema de extracción de humos y cutícula del café tostado.

Cuenta con un tablero de control con las protecciones termo magnéticas para los motores, montado en un brazo giratorio para controlar el proceso desde diferentes posiciones. Posee control automático de temperatura para el proceso de tostion.

Tostadora 60 kg CT/h Magra Pereira, Risaralda $ 23.800.000

Características Generales

- Tueste homogéneo para obtener la mejor taza en cada café.
- Tablero electrónico con indicador digital de temperatura del grano, encendido de turbina de tueste, encendido de la criba de enfriamiento, encendido de giro tambor y encendido de chispa electrónica para gas.
- 2 Ciclones para control de emisión de material particulado al medio ambiente.
- Saca muestras y visor en vidrio templado para observar el proceso de tueste.
- Compuerta graduación de aire de tueste.
- Sistema de arrieros para criba de enfriamiento que garantiza 100% de evacuación de los granos.
- Construcción solida. Acabados en acero inoxidable.
- Opcional graduación de llama para perfilamiento de curvas de tostión estándar.

DATOS TÉCNICOS	
Capacidad	15 kg de café verde.
Producción	Un bache cada 15 min. aprox.
Fuente Calorifica	Gas natural o propano.
Motor	Reductor de 1/2 HP (Voltaje 110-220)
Criba enfriamiento	Agitador con turbina 1/2 de HP y ciclón 300 CFM
Turbina tostión	½ HP de alta presión con ciclón 150 CFM
Peso	130 kg
Dimensiones	Altura: 1,83m Ancho: 1,70m Largo: 1,30m

Molienda

Molino para café 60 kg CTM/h Magra Pereira, Risaralda $ 5.950.000

Características Generales

- Molienda homogénea que permite conservar la calidad y el fragancia de cada grano de café.
- Una vez calibrado el paso de café al compartimento de molienda (según las características físicas de cada café) no requerirá intervención constante del operario.
- Ajuste sencillo para obtener la granulometría deseada. Desde expreso (350µm) hasta tipo soluble (1050µm)
- Tolva de descargue n acero inoxidable.
- Construcción sólida. Acabados en acero inoxidable y pintura apta para alimentos.

DATOS TÉCNICOS	
Producción	60 kilogramos por hora
Motor	3 HP (Voltaje 110-220)
Peso	50 kg.
Dimensiones	Altura: 140cm Ancho: 50cm Largo: 60cm

Nota: Precios válidos para el mes de enero de 2019. *El precio se calculó teniendo en cuenta una TRM de 3.151,49, válida para el 14 de enero de 2019

Una vez analizada la información de la anterior tabla, se decide seleccionar los siguientes equipos. Esta decisión se basa en la capacidad de producción y el precio de venta.

Tabla 18.
Maquinaria y equipos seleccionados

Equipo	Capacidad	Proveedor	Ubicación proveedor	Valor total
Trilladora para café	180 kg CPS/h	Magra	Pereira, Risaralda	$ 3.800.000
Clasificadora de grano	600 kg/h	Magra	Pereira, Risaralda	$ 7.000.000
Seleccionadora por color	1-2000 kg/h	Magra	Pereira, Risaralda	$ 189.084.000

Tostadora	60 kg CT/h	Magra	Pereira, Risaralda	$	23.800.000
Molino para café	60 kg CTM/h	Magra	Pereira, Risaralda	$	5.950.000
Balanza industrial	0-200 kg		Bogotá D.C	$	189.000
Balanza industrial	0 - 40 kg		Bogotá D.C.	$	89.900
Selladora automática	25 bolsas/min	Magra	Pereira, Risaralda	$	2.618.000
Valor total a enero de 2019				**$**	**232.530.900**

De la tabla anterior, se puede inferir, que el precio total de la maquinaria y equipos es $232.530.900 millones de pesos.

8.7. Emplazamiento de la industria

A continuación se describen la ubicación geográfica de la torrefactora de café tostado y molido y las características de la región donde será ubicada.

8.7.1. Seleccionar la zona geográfica. La torrefactora de café tostado y molido se ubicará en una finca del departamento de Santander, en el municipio de San Gil. En la figura 38 se encuentra la ubicación de la finca en el mapa y la distancia respecto al municipio de San Gil.

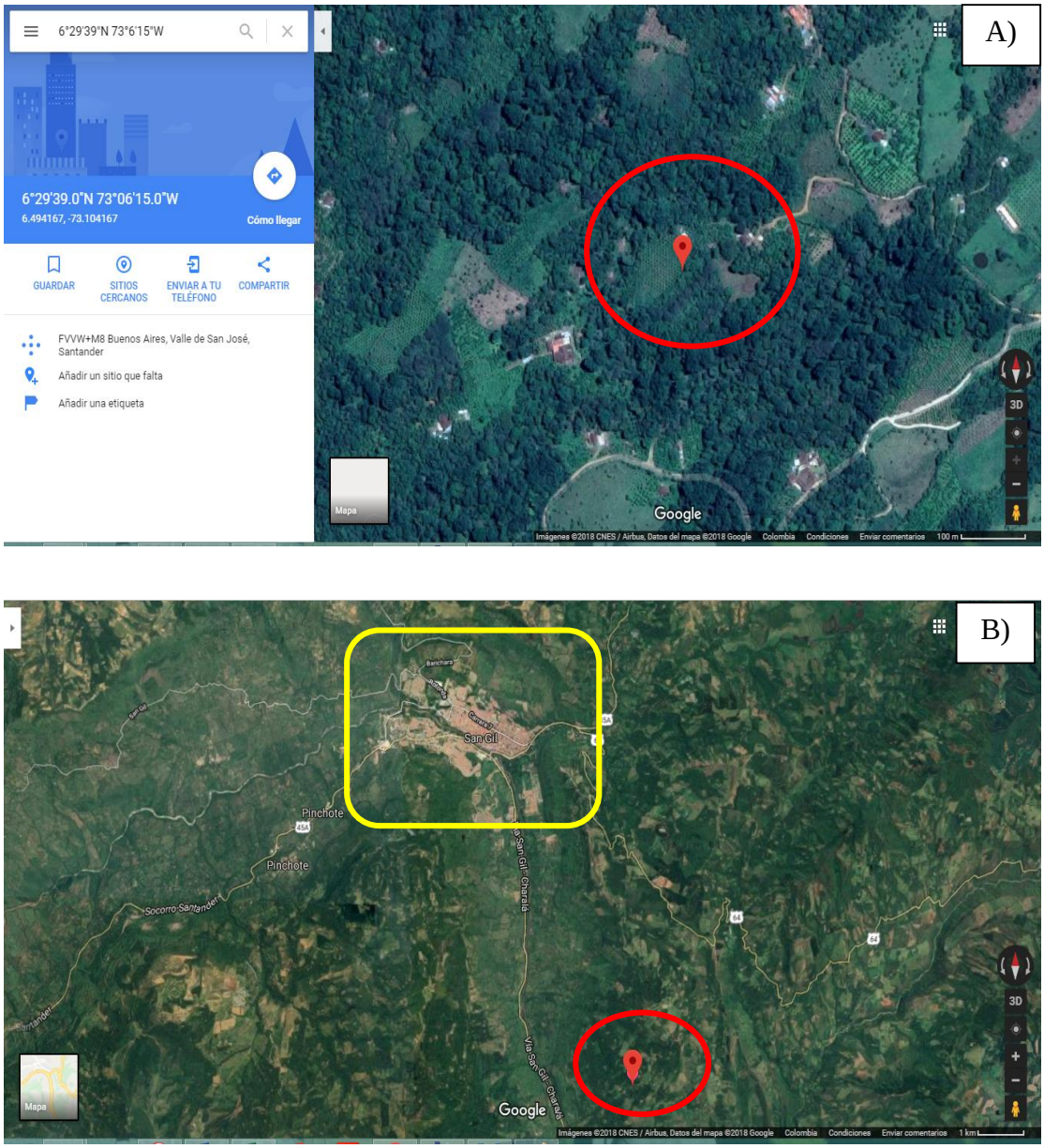


Figura 38. A) Ubicación de la finca. B) Ubicación de la finca (color rojo) respecto al municipio de San Gil (color amarillo)

En la figura anterior se encuentran los mapas satelitales de la ubicación de la torrefactora, la cual se encontrará dentro de las instalaciones de una finca, en una vereda del municipio de San Gil.

La ubicación de la torrefactora se seleccionó teniendo en cuentas los efectos y condiciones a tener en cuenta sugeridas por la ONUDI (Behrens & Hawranek, 1994). A continuación en la tabla 19 se encuentran los aspectos a tener en cuenta.

Tabla 19.
Análisis del cumplimiento de los efectos y condiciones sugeridas por ONUDI

	Efectos y condiciones sugeridas por ONUDI	Análisis de la selección realizada
1	El medio natural, las condiciones geofísicas y las necesidades e imperativos del proyecto	Se encuentra en uno de los municipios cafeteros de Santander, lo que permite estar cerca de los proveedores del grano
2	El impacto ecológico del proyecto, su evaluación	El impacto ambiental se realiza en un numeral posterior.
3	Las políticas, los incentivos y las restricciones de carácter socioeconómico y los planes y políticas generales oficiales	La solicitud de los permisos se realizará una vez se cuente con el capital inicial para dar comienzo al proyecto productivo
4	Los servicios, las condiciones y las necesidades en materia de infraestructura; por ejemplo, la infraestructura industrial ya existente, la infraestructura económica y social, el marco institucional general, la	La adecuación de infraestructura se realizará una vez se cuente con el capital inicial Se cuenta con la mano de obra necesaria

urbanización y el nivel de instrucción de la población	para el proyecto agroindustrial en cercanías a la ubicación seleccionada

En la tabla anterior se puede ver que la ubicación seleccionada es apropiada para la ubicación del proyecto agroindustrial estudiado en el presente proyecto.

Sumado a lo anterior, dicha ubicación permite tener una cercanía al mercado/consumidor (municipio altamente turístico, cercano a la capital de Santander y a 327 km de la capital de Colombia), lo que podría facilitar la comercialización del producto, además, permite contar con la disponibilidad de materias primas y con mano de obra calificada y no calificada propia de la región. Dichos aspectos son también de importancia relevancia en el momento de hacer la elección de la ubicación (Behrens & Hawranek, 1994)

8.7.2. Describir las características de la zona seleccionada. La zona seleccionada se encuentra en el área rural del municipio de San Gil (Santander), municipio exaltado como la capital turística de Santander desde el año 2004. Tiene una población (censada en el año 2005) de 42.998 habitantes y una superficie de 150 km^2, en terrenos con topografía en un 30% plano, 65% ondulado y fuertemente ondulado y un 5% de suelos escarpados (de difícil uso). San Gil se encuentra ubicado a 96 km de Bucaramanga, capital del departamento de Santander, y a 327 km de la capital de la República. La cabecera municipal está localizada a 6°33’N 73°8’W. Limita por el norte con los municipios de Villanueva y Curití, por el oriente con Curití y Mogotes, por el sur con el Valle de San José y Páramo, y por el occidente con Pinchote, Cabrera y Barichara.

Se encuentra a una altitud promedio de 1.114 m.s.n.m., siendo la máxima de 2.000 m.s.n.m. y la mínima de 890 m.s.n.m. Posee una temperatura media de 24°C, una máxima de 32°C en las regiones bajas, aledañas a los ríos Chicamocha, Suárez y Sogamoso y una mínima de 15°C; el régimen de lluvias oscila entre 600 y 1.800 milímetros al año, con promedio de precipitación de 1.200 milímetros, siendo abril y mayo las épocas de mayor precipitación en el primer semestre y septiembre y octubre las del segundo semestre, coincidiendo con la cosecha de café, la mitaca y la principal respectivamente. Su población rural se dedica principalmente a la actividad agropecuaria, basada en cultivos semestrales (tomate, tabaco, fríjol, yuca, fique y hortalizas) y en cultivos permanentes (café, caña de azúcar, frutas y cítricos) (Alcaldía de San Gil, 2017)

8.8. Distribución en planta

La distribución de los equipos en planta y puestos de trabajo se diseñan secuencialmente según el procedimiento de manufactura la cual está enfocada hacia la producción de un solo producto, utilizando un solo tipo de materia prima. Teniendo en cuenta el crecimiento de la actividad comercial de la finca El Pedegral, en un plazo de 5 años el espacio con el que se contará para la planta de procesamiento de café es de 350 metros cuadrados, el cual es adecuado ya que el equipo que se usará no es demasiado complejo, el proceso de producción está optimizado y simplificado y la maquinaria que se adquirirá tiene la capacidad de crecimiento a nivel de producción adecuada por lo que en términos de ocupación de espacio no se requerirán maquinas adicionales.

Según lo anterior, se realiza el diseño de distribución en planta utilizando la herramienta *Systematic Layout Planning* (SLP). Esta metodología conocida como SLP por sus siglas en inglés, ha sido la más aceptada y la más comúnmente utilizada para la resolución de problemas de distribución en planta a partir de criterios cualitativos, aunque fue concebida para el diseño de todo tipo de distribuciones en planta independientemente de su naturaleza. El método incorpora el flujo de los materiales en el estudio de la distribución, organizando el proceso de planificación total de manera racional y estableciendo una serie de fases y técnicas que permiten identificar, valorar y visualizar todos los elementos involucrados en la implantación y las relaciones existentes entre ellos (Hernandez, 2015).

Dentro de las fases de esa metodología se encuentran:

Fase I: Localización. En el numeral *Emplazamiento de la industria* se detalla la ubicación geográfica donde estará ubicada la planta torrefactora de café tostado y molido.

Fase II: Plan de distribución general. Aquí se establece el patrón de flujo para el total de áreas que deben ser atendidas en la actividad a desarrollar, indicando también (y para cada una de ellas) la superficie requerida, la relación entre las diferentes áreas y la configuración de cada actividad principal, departamento o área, sin atender aún las cuestiones referentes a la distribución en detalle. El resultado de esta fase nos llevará a obtener un bosquejo o diagrama a escala de la futura planta.(Hernandez, 2015).

Fase III. Plan de distribución detallada. Aquí se estudia y prepara en detalle el plan de distribución realizado en el punto anterior, se incluye el análisis, definición y planificación

de los lugares donde van a ser instalados/colocados los puestos de trabajo, así como la maquinaria o los equipos e instalaciones de la actividad.(Hernandez, 2015)

Fase IV: Instalación. En la última fase, se realizan los movimientos físicos y ajustes necesarios, conforme se van instalando los equipos, máquinas e instalaciones, para lograr la materialización de la distribución en detalle que fue planeada.(Hernandez, 2015)

Para la distribución del establecimiento, se consideran las siguientes áreas:

a. Área de almacenamiento de la materia prima e insumos: En esta área se almacena la materia prima e insumos requeridos para la producción. No requiere de un espacio especial, dado que en cuanto son recibidos entran en la línea de producción.

b. Área de producción: En esta área se encuentran instalados los equipos necesarios para realizar el proceso de transformación de café.

c. Área de almacenaje de productos terminados: Acá se almacenará el café tostado y molido una vez haya sido empacado. Las condiciones del área permiten mantener el producto en condiciones ideales de almacenamiento.

d. Área de almacenamiento de coproductos y basura: Área destinada para el almacenamiento de los coproductos y residuos del proceso de torrefacción y basuras de otro tipo como material reciclable y no reciclable.

e. Instalaciones y servicios para los empleados: Área destinada para llevar a cabo actividades administrativas de la planta, como son: compras, distribución, ventas, facturación, requisiciones, etc. y recepción de visitantes.

f. Sanitario:. Corresponde a la batería sanitaria para el personal de la planta y visitantes.

g. Zonas de parqueo para clientes, visitantes y personal de planta: Corresponde al espacio dedicado para aparcar los vehículos del personal de la planta y visitantes.

h. Bodega para almacenamiento de herramientas de mantenimiento: En esta área se herramientas menores para mantenimiento.

Una vez identificadas las principales áreas que forman parte de la planta torrefactora de café tostado y molido, se procede a hacer la distribución para cada una de estas. Para esto, se utiliza el método SLP. El método consiste en obtener un diagrama de relación de actividades utilizando un código de cercanía que está representado por letras y por líneas, donde cada letra (o número de líneas) representa la necesidad de que dos áreas estén ubicadas cerca o lejos una de la otra (Urbina Baca, 2001). A continuación en la tabla se encuentra detallada la información anterior.

Tabla 20.
Distribución de las áreas de la planta agroindustrial según la metodología SLP

Letra	Cercanía	Línea
A	Absolutamente necesario	
E	Especialmente importante	
I	Importante	
O	Común	
U	Sin importancia	
X	Indeseable	

De acuerdo a los códigos de cercanía mostrados, se presenta a continuación la matriz diagonal del método SLP donde se puede ver la forma en que se relacionan todas las áreas de la empresa.

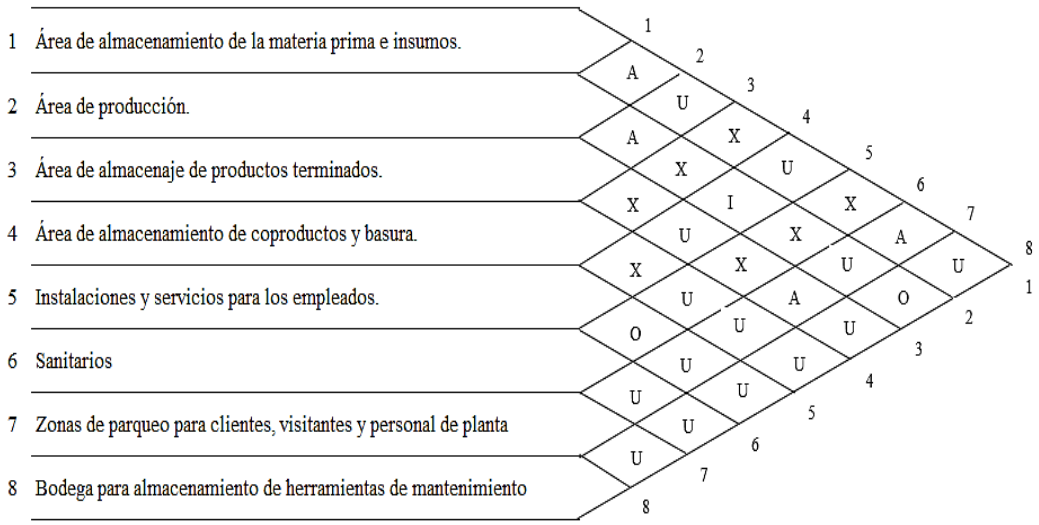


Figura 39. Diagrama de cercanía e interrelación de las áreas de la empresa

En la figura anterior se muestra la cercanía que debe haber entre cada una de las áreas establecidas para la planta torrefactora de café tostado y molido. A continuación se encuentra el diagrama adimensional de estas relaciones, dando como resultado: el área de almacenamiento de materias primas e insumos debe tener cercanía con el área de producción y con el área de zonas de parqueo para clientes, visitantes y personal de planta; sin embargo debe mantenerse alejada de las áreas de sanitarios, área de almacenamiento de coproductos y basura. En el diagrama se representan todas las relaciones entre áreas para luego determinar la mejor distribución de la planta.

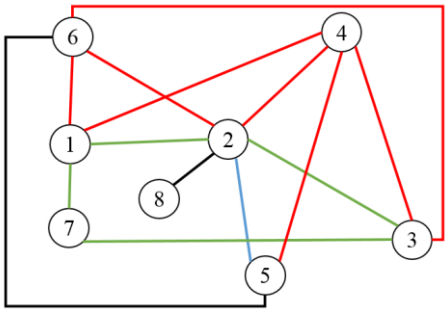


Figura 40. Diagrama de cercanía entre áreas

La figura 40 demuestra gráficamente lo descrito en la figura 39, es decir representa la cercanía e interrelación que debe existir entre las áreas de la empresa. Una vez definida la importancia de la cercanía que debe haber entre cada una de las áreas fundamentada en el método SLP, se realiza el diseño de las instalaciones del proyecto. En la figura 41 se presenta en un diagrama adimensional, la distribución en planta que tendrá la torrefactora.

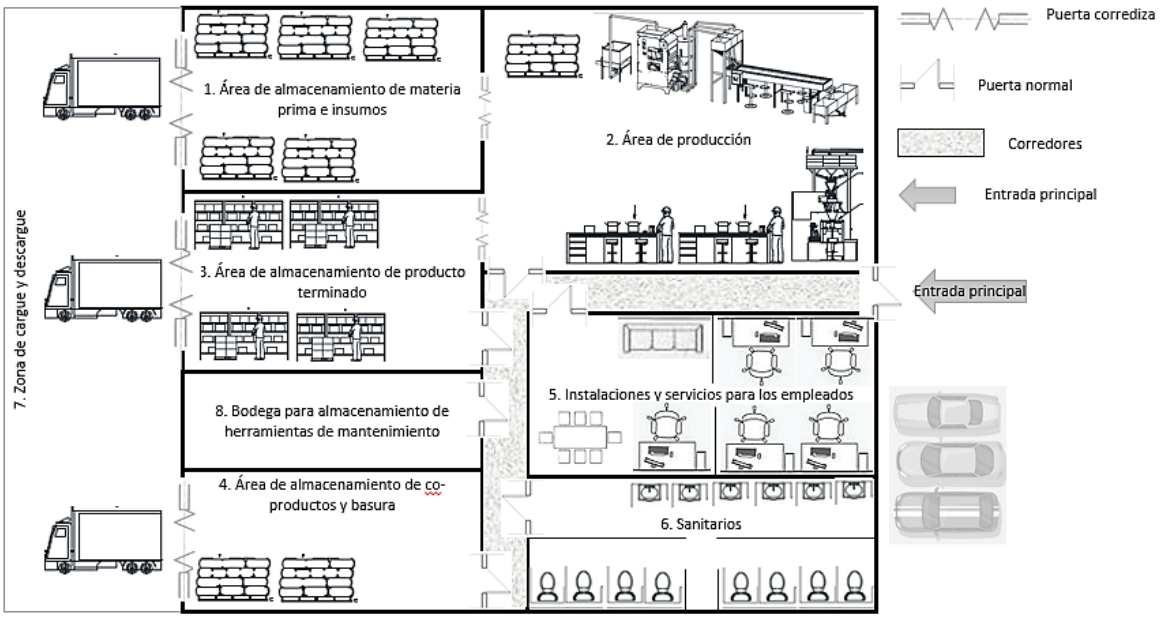


Figura 41. Diagrama adimensional de la distribución en planta de la torrefactora

En la figura anterior, se observa que la planta constará básicamente de 7 zonas:

i. Área de almacenamiento de materia prima e insumos
ii. Área de producción
iii. Área de almacenamiento de producto terminado
iv. Área de almacenamiento de sub productos y basura
v. Instalaciones y servicios para los empleados
vi. Sanitarios

vii. Zona de cargue y descargue

En la figura 41, se evidencia que los hallazgos en cuanto a distribución y cercanía de las áreas de la empresa se tienen en cuenta en el *layout* adimensional que se realiza. Dicha área cubre una superficie de 350 m^2 y permite tener el espacio, la distribución y ubicación de los equipos de forma adecuada, para que el proceso de trilla y torrefacción se realice apropiadamente.

8.9. Definición de las soluciones constructivas

La planta torrefactora de café tostado y molida constará básicamente de 7 zonas, tal y como se evidencia en la figura 41.

i. Área de almacenamiento de materia prima e insumos: se almacenan los sacos de café pergamino comprados al caficultor de las zonas mencionadas en numerales anteriores.
ii. Área de producción: es el área de proceso, es decir, se ubican las máquinas y equipos que permiten realizar el proceso de trilla y torrefacción de café.
iii. Área de almacenamiento de producto terminado: corresponde a la bodega de café tostado y tostado y molido listo para su venta y comercialización.
iv. Área de almacenamiento de coproductos y basura: se encuentran los coproductos y subproductos del café tales como (cisco y pasilla), así como los residuos orgánicos y reciclables que se puedan generar en la actividad productiva y administrativa. Dichos materiales (coproductos y residuos) se encuentran en recipientes especiales para su almacenamiento temporal y no representan riesgo de contaminación cruzada.

v. Instalaciones y servicios para los empleados: oficinas administrativas y espacios para la recepción de clientes y visitantes.

vi. Sanitarios: baños para el servicio de empleados y visitantes.

vii. Zona de cargue y descargue: zona adecuada para que camiones realicen el descargue de la materia prima y el cargue del producto terminado.

8.10. Presupuesto de inversión

La evaluación financiera del proyecto tiene como propósito determinar la viabilidad financiera del proyecto. En ella, se proyectan las inversiones necesarias, ingresos, costos y gastos operacionales para poder construir el flujo de caja y los criterios de rentabilidad para tomar decisiones al respecto (Gómez Salazar & Diez Benjumea, 2015). El estudio se realiza con una proyección a 5 años y consta de:

8.10.1. Inversiones en activos fijos: Se compone de la maquinaria, muebles, equipos y enseres requeridos por la empresa.

Tabla 21.
Muebles y enseres.

Muebles y enseres	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Mesa	2	$ 119,900	$ 239,800
Estibas x 10 und.	2	$ 3,129,900	$ 6,259,800
Estantería para herramienta de mantenimiento	2	$ 139,900	$ 279,800
Estantería para producto terminado	10	$ 159,900	$ 1,599,000
Escritorio Oficina	3	$ 179,900	$ 539,700

Sillas Oficina	10	$ 89,900	$ 899,000
Mesa Junta	1	$ 7,699,000	$ 7,699,000
	Total		$ 17,516,100

Tabla 22.
Maquinaria y equipo.

Maquinaria y equipo	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Trilladora para café	1	$ 3,800,000	$ 3,800,000
Clasificadora de grano	1	$ 7,000,000	$ 7,000,000
Seleccionadora por color	1	$ 189,084,000	$ 189,084,000
Tostadora	1	$ 23,800,000	$ 23,800,000
Molino para café	1	$ 5,950,000	$ 5,950,000
Balanza industrial	1	$ 189,000	$ 189,000
Balanza industrial	1	$ 89,900	$ 89,900
Selladora automática	1	$ 2,618,000	$ 2,618,000
	Total		$ 232,530,900

Tabla 23.
Equipos de cómputo y tecnología

Equipo de computación	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Computador portátil	2	$ 2,560,700	$ 5,121,400
Video Beam	1	$ 599,990	$ 599,990
Disco Externo USB	1	$ 239,900	$ 239,900
Impresora multifunción	1	$ 929,900	$ 929,900
	Total		$ 6,891,190

Tabla 24.
Edificaciones y construcciones

Edificaciones y construcciones	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Fábrica	1	$ 150,000,000	$ 150,000,000

Total	$ 150,000,000

Tabla 25.
Vehículo

Vehículo	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Camioneta 4x4	1	$ 40,000,000	$ 40,000,000
	Total		$ 40,000,000

8.10.2. Depreciación: Se realiza el cálculo de la depreciación de los activos fijos por el método de línea recta.

Tabla 26.
Depreciación de activos fijos

Depreciación por línea recta				
Activos fijos	**Valor del Activo**	**Vida Útil en años**	**Depreciación Anual**	**Tasa de Depreciación /Año**
Muebles y Enseres	$17,516,100	10	$1,751,610	10%
Maquinaria y equipo	$232,530,900	10	$23,253,090	10%
Equipo de computación	$6,891,190	5	$1,378,238	20%
Edificaciones y construcciones	$150,000,000	20	$7,500,000	5%
Vehículo	$40,000,000	10	$4,000,000	10%

8.10.3. Total de la inversión de activos fijos: La inversión de activos fijos tiene un valor de $593, 938,190 de pesos.

Tabla 27.
Inversión en activos fijos

Activos fijos	Valor
Muebles y Enseres	$ 17,516,100
Maquinaria y equipo	$ 232,530,900
Equipo de computación	$ 6,891,190
Edificaciones y construcciones	$ 150,000,000
Camioneta 4x4	$ 40,000,000
Total	$ 446,938,190

8.10.4. Activos diferidos: Se consideran activos diferidos aquellos rubros que incurren durante la fase pre operativo del proyecto y son necesarios para el funcionamiento de la empresa.

Tabla 28.
Activos diferidos

Concepto	Valor
Constitución Sociedad	$ 4,000,000
Instalación, adecuación oficinas	$ 4,000,000
Imprevistos	$ 1,500,000
Total	$ 9,500,000

8.10.5. Capital de trabajo: El capital de trabajo está conformado por los recursos necesarios para toda la actividad productiva de la empresa. Es decir, la inversión en capital de trabajo constituye el conjunto de recursos necesarios, en forma de activos corrientes, para la operación normal del proyecto durante un ciclo productivo, para una capacidad y tamaño determinados. Se denomina ciclo productivo al proceso que se inicia con el primer desembolso para cancelar los insumos de la operación y termina cuando se venden los

insumos, transformados en productos terminados, y se percibe el producto de la venta y queda disponible para cancelar nuevos insumos.(Sapag Chain & Sapag Chain, 2008).

Adicional de las inversiones requeridas por el proyecto como la construcción de la planta, adquisición de muebles y de equipos, es necesario invertir en capital de trabajo un monto tal que asegure el financiamiento de todos los recursos de operación que se consumen en un ciclo productivo. En este caso, el capital de trabajo debe garantizar la disponibilidad de recursos suficientes para adquirir la materia prima y cubrir los costos de operación durante 30 días de cobertura para los gastos administrativos y mano de obra.

Teniendo en cuenta lo anterior y que la capacidad de producción es de 480 kg/día y el costo de producción por kg es de $8.689, se requiere un capital de trabajo de $18.017,471.

8.10.6. Mano de obra

Tabla 29.
Mano de obra

Cargo	Can.	Salario Base	Factor Sal. 49,61%	Total Mes/pers.	Monto Total Mes	Anual
Profesional Área Administrativa y Comercial	2	$ 2,500,000	$ 1,240,250	$ 3,740,250	$ 7,480,500	$ 89,766,000
Técnico Planta	3	$ 1,800,000	$ 892,980	$ 2,692,980	$ 8,078,940	$ 96,947,280
Total				$ 6,433,230	$ 15,559,440	$ 186,713,280

8.10.7. Gastos de Administración

Tabla 30.
Gastos de administración

Concepto	Valor Mensual	Valor Anual
Servicios Públicos	$ 1,930,733	$ 23,168,800
Papelería	$ 100,000	$ 1,200,000
Otros	$ 150,000	$ 1,800,000
Salario contador	$ 150,000	$ 1,800,000
Total	$ 2,330,733	$ 27,968,800

Nota: Para los demás periodos de operación se estima un incremento del 5% anual.

8.10.8. Gastos de ventas

Tabla 31.
Gastos de ventas

Concepto	Cantidad	Valor Anual
Aviso Páginas Amarillas	12	$ 1,100,000
Tarjetas de Presentación	1000	$ 75,000.00
Publicidad	1	$ 5,000,000.00
Total mensual		$ 514,583.33
Total anual		$ 6,175,000.00

Nota: Para los demás periodos de operación se estima un incremento del 5% anual.

8.10.9. Gastos de distribución.

Tabla 32.
Gastos de distribución

Concepto	Valor Mensual	Valor Anual
Transporte y Distribución	$ 880,000	$ 10,560,000
Total	$ 880,000	$ 10,560,000

Nota: Para los demás periodos de operación se estima un incremento del 5% anual.

8.10.10. Gastos de mantenimiento.

Tabla 33.
Gastos de mantenimiento

Concepto	Valor Mensual	Valor Anual
Mantenimiento de equipos	$ 350,000	$ 4,200,000
Total	$ 350,000	$ 4,200,000

Nota: Para los demás periodos de operación se estima un incremento del 5% anual.

8.11. Presupuesto de explotación y análisis financiero

8.11.1. Fuentes de financiación: El recurso financiero con el cual se realiza el proyecto obedece a una inversión por parte de los socios y se considera la opción de realizar un préstamo bancario para la compra de maquinaria y equipo.

8.11.2. Flujo de inversión: Para el análisis se tomó un horizonte de planificación de 5 años.

8.11.3. Flujo de operación: Partiendo del estudio de mercados, se calcula el siguiente flujo de ventas.

Tabla 34.
Producción de la empresa

	Ventas	Kg/Año	Precio de venta/Kg
Total año 1	$367,200,000	14,688	$ 25,000

Total año 2	$581,400,000	23,256	$ 25,000
Total año 3	$795,600,000	31,824	$ 25,000
Total año 4	$1,009,800,000	40,392	$ 25,000
Total año 5	$1,224,000,000	48,960	$ 25,000

Teniendo en cuenta que la planta torrefactora se utiliza para la producción de café tostado y molido para la marca propia y que se alquila el servicio de torrefacción de café. A continuación se encuentran los ingresos que generan dicho alquiler.

Tabla 35.
Ingresos por arrendamiento de la planta

Ingresos por arrendamiento de la planta			
Periodo	**% Producción Arrendada**	**kg CT/año Producción**	**Ventas**
Año 1	10%	12,259	$ 73,555,200
Año 2	15%	18,389	$ 110,332,800
Año 3	20%	24,518	$ 147,110,400
Año 4	25%	30,648	$ 183,888,000
Año 5	30%	36,778	$ 220,665,600

Teniendo en cuenta lo reportado en la tabla 34 y 35. A continuación se registran los ingresos totales que tendría la planta en 1 año.

Tabla 36.
Ingresos totales de la planta por año

Ingresos por arrendamiento de la planta y ventas totales			
Periodo	**% Producción Arrendada**	**kg CT/año Producción**	**Ventas**
Año 1	10%	26,947	$440,755,200
Año 2	15%	41,645	$691,732,800
Año 3	20%	56,342	$942,710,400
Año 4	25%	71,040	$1,193,688,000

Año 5	30%	85,738	$1,444,665,600

Con base en lo reportado anteriormente, en las siguientes tablas se presenta el balance general, el estado de resultados, el flujo de caja, el flujo de caja del inversionista y del proyecto, el valor actual neto con financiación y sin financiación, las razones financieras y finalmente el valor presente neto y la TIR.

Tabla 37.
Balance general

BALANCE		AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Período>>>		0	1	2	3	4	5
Capacidad de Utilización	(%)		20	30	41	52	62
ACTIVOS							
1. ACTIVO CORRIENTE							
1.1 CAJA: FINAL	0	5,082,815	41,424,663	149,177,763	335,323,238	599,783,680	942,477,811
1.2 CxC	0	0	0	0	0	0	0
1.3 EXISTENCIAS	0						
Materias Primas	12	12,934,656	12,934,656	19,989,504	27,044,352	34,099,200	41,154,048
Productos en Proceso	0	0	0	0	0	0	0
Productos Terminados	0	0	0	0	0	0	0
TTL ACTIVO CORRIENTE	0	18,017,471	54,359,319	169,167,267	362,367,590	633,882,880	983,631,859
ACTIVOS NO CORRIENTES							
ACUM. INV. ACTIVOS NO CORR.		456,438,190	456,438,190	456,438,190	456,438,190	456,438,190	456,438,190
ACUM. DEPRECIACIÓN		0	-39,782,938	-79,565,876	-119,348,814	-159,131,752	-198,914,690
ACTIVOS NO CORRIENTES NETOS		456,438,190	416,655,252	376,872,314	337,089,376	297,306,438	257,523,500
TTL ACTIVOS		474,455,661	471,014,571	546,039,581	699,456,966	931,189,318	1,241,155,359
Período>>>		0	1	2	3	4	5
PASIVOS							
2. PASIVO CORRIENTE							
2.1 CxP (En función de Mat. Pr.)	0	0	0	0	0	0	0
2.2 Otras CxP	0	0	0	0	0	0	0
2.3 Prestamo C. Plazo (Déficit de caja)							

TTL PASIVO CORRIENTE	0	0	0	0	0	0
PRESTAMOS M&L.Plazo	232,530,900	186,024,720	139,518,540	93,012,360	46,506,180	0
TTL PASIVO	232,530,900	186,024,720	139,518,540	93,012,360	46,506,180	0
ACUM. CAPITAL SOCIAL (Equity)	241,924,761	241,924,761	241,924,761	241,924,761	241,924,761	241,924,761
RESERVAS	0	0	43,065,091	164,596,280	364,519,845	642,758,378
GCIAS NO DISTRIBUIDAS	0	43,065,091	121,531,189	199,923,565	278,238,532	356,472,221
TTL PATRIMONIO	241,924,761	284,989,851	406,521,041	606,444,606	884,683,138	1,241,155,359
TTL PASIVO+PATRIMONIO	474,455,661	471,014,571	546,039,581	699,456,966	931,189,318	1,241,155,359

Tabla 38.
Estado de resultados

ESTADO DE RESULTADOS		AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Ítem Periodo>>>		0	1	2	3	4	5
Capacidad de Utilización	(%)		20	30	41	52	62
TOTAL VENTAS			440,755,200	691,732,800	942,710,400	1,193,688,000	1,444,665,600
COSTOS DIRECTOS DE PROD.			234,144,221	361,851,667	489,559,114	617,266,560	744,974,006
Materia Prima			155,215,872	239,874,048	324,532,224	409,190,400	493,848,576
Mano de Obra			36,648,192	56,636,928	76,625,664	96,614,400	116,603,136
Costos Ind. de Fabricación			42,280,157	65,340,691	88,401,226	111,461,760	134,522,294
MARGEN BRUTO DE VENTAS			206,610,979	329,881,133	453,151,286	576,421,440	699,691,594
COSTOS INDIRECTOS							
Gastos de Admón., Ventas, etc.			48,903,800	51,348,990	53,916,440	56,612,261	59,442,875
DEPREC. & AMORT.			39,782,938	39,782,938	39,782,938	39,782,938	39,782,938

UTIL. OPERACIÓN (UAII)	117,924,241	238,749,205	359,451,909	480,026,241	600,465,781
OTROS INGR. (Vr. Residual gravable)					
INTERESES OPERACIONALES	46,506,180	37,204,944	27,903,708	18,602,472	9,301,236
UTIL. ANTES DE IMP. (UAI)	71,418,061	201,544,261	331,548,201	461,423,769	591,164,545
IMPUESTOS (%)	23,567,960	66,509,606	109,410,906	152,269,844	195,084,300
UTILIDAD NETA	47,850,101	135,034,655	222,137,295	309,153,925	396,080,245
DIVIDENDOS	4,785,010	13,503,465	22,213,729	30,915,392	39,608,025
GCIAS NO DISTRIBUIDAS	43,065,091	121,531,189	199,923,565	278,238,532	356,472,221

Tabla 39.
Flujo de caja

FLUJO DE CAJA: ESTADO DE LIQUIDEZ - MOD. 2		AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Período>>>		0	1	2	3	4	5
Capacidad de Utilización	(%)		20	30	41	52	62
FUENTES		474,455,661	157,707,179	278,532,143	399,234,847	519,809,179	640,248,719
Utilidad Operacional (UAII)		0	117,924,241	238,749,205	359,451,909	480,026,241	600,465,781
Depreciación& amort		0	39,782,938	39,782,938	39,782,938	39,782,938	39,782,938
Préstamos		232,530,900	0	0	0	0	0
Capital Social		241,924,761	0	0	0	0	0
Valor Residual (desinversiones)***							
USOS		474,455,661	121,365,330	172,662,470	214,977,283	257,241,357	299,452,155
Inversiones en Act. no corrientes		456,438,190	0	0	0	0	0
Variación en Capital de Trabajo		18,017,471	0	8,938,274	8,942,760	8,947,469	8,952,414
Servicio de la Deuda							
Intereses			46,506,180	37,204,944	27,903,708	18,602,472	9,301,236
Abonos a Capital			46,506,180	46,506,180	46,506,180	46,506,180	46,506,180

Impuestos		23,567,960	66,509,606	109,410,906	152,269,844	195,084,300
Dividendos		4,785,010	13,503,465	22,213,729	30,915,392	39,608,025
EXCESO/DEFICIT	0	36,341,849	105,869,673	184,257,564	262,567,821	340,796,564
CAJA FINAL:						
ACUM. Saldo efect. (Exc/defic)	0	36,341,849	142,211,522	326,469,085	589,036,907	929,833,471
Saldo efect. req. en caja	5,082,815	5,082,815	6,966,241	8,854,152	10,746,774	12,644,340
BALANCE CAJA FINAL	5,082,815	41,424,663	149,177,763	335,323,238	599,783,680	942,477,811
OTRA PRESENTACION:						
CAJA INICIAL	0	5,082,815	41,424,663	149,177,763	335,323,238	599,783,680
INC. Mínima requerida	5,082,815	0	1,883,426	1,887,912	1,892,621	1,897,566
Exceso/Déficit	0	36,341,849	105,869,673	184,257,564	262,567,821	340,796,564
BALANCE CAJA FINAL	5,082,815	41,424,663	149,177,763	335,323,238	599,783,680	942,477,811

Tabla 40.
Flujo de caja del inversionista y del proyecto

FLUJO DE CAJA DEL INVERSIONISTA	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Período>>>	0	1	2	3	4	5
EXCESO/DEFICIT	0	36,341,849	105,869,673	184,257,564	262,567,821	340,796,564
Dividendos	0	4,785,010	13,503,465	22,213,729	30,915,392	39,608,025
Capital Social	-241,924,761	0	0	0	0	0
FLUJO DE CAJA DEL INV.	-241,924,761	41,126,859	119,373,138	206,471,293	293,483,214	380,404,589

Tabla 41.
Valor actual neto sin financiación y con financiación

%	VAN Sin Finan.	VAN Con Finan
0%	892,411,754	798,934,333
5%	643,591,293	593,697,727
10%	459,107,477	441,725,475
15%	320,533,121	327,641,293
20%	215,252,034	240,950,496
25%	134,470,253	174,360,430
30%	71,957,004	122,719,743
35%	23,231,063	82,334,594
40%	-14,975,042	50,519,478
45%	-45,074,037	25,297,003
50%	-68,868,351	5,193,985

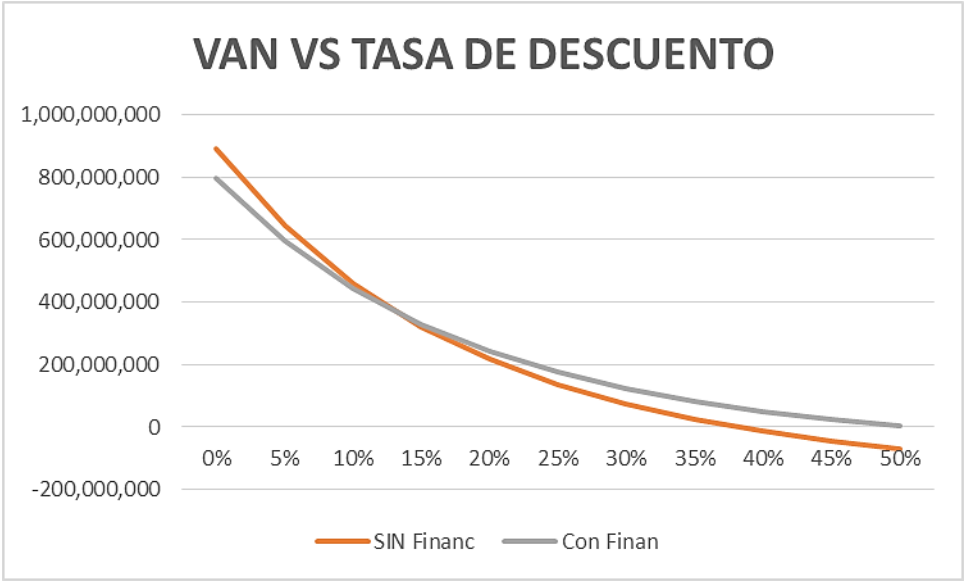


Figura 42. Valor actual neto vs. Tasa de descuento

Tabla 42.
Razones Financieras

RAZONES FINANCIERAS Período>>>	AÑO 0 0	AÑO 1 1	AÑO 2 2	AÑO 3 3	AÑO 4 4	AÑO 5 5
ROI (%):		10.1%	28.5%	46.8%	65.2%	83.5%
ROE (%):		19.8%	55.8%	91.8%	127.8%	163.7%
ROA (%)		10.2%	24.7%	31.8%	33.2%	31.9%

ROS (%)		10.9%	19.5%	23.6%	25.9%	27.4%
Cálculo del PAY BACK:						
Inversión inicial	-474,455,661	0	-8,938,274	-8,942,760	-8,947,469	-8,952,414
Flujo de caja neto anual		118,792,180	190,806,631	271,672,957	352,453,050	433,142,597
Flujo acumulado	-474,455,661	-355,663,481	-173,795,124	88,935,074	432,440,654	856,630,837
Período>>>	0	1	2	3	4	5
Período Pay Back:						
Cobertura servicio de la deuda		1.3	2.3	3.7	5.4	7.8
Rotación del Activo		1.1	1.8	2.8	4.0	5.6
Relación Deuda/Capital Social		0.8	0.6	0.4	0.2	0.0
Cálculo BEP (Punto de Equil.):						
Período>>>	0	1	2	3	4	5
Ventas		440,755,200	691,732,800	942,710,400	1,193,688,000	1,444,665,600
Costos Fijos		88,686,738	91,131,928	93,699,378	96,395,199	99,225,813
Costos Variables		234,144,221	361,851,667	489,559,114	617,266,560	744,974,006
BEP (%):		42.9%	27.6%	20.7%	16.7%	14.2%

El costo de capital o Wacc corresponde a aquella tasa que se utiliza para determinar el valor actual de los flujos futuros que genera un proyecto y representa la rentabilidad que se le debe exigir a la inversión por renunciar a un uso alternativo de los recursos en proyectos de riesgos similares.(Sapag Chain & Sapag Chain, 2008). Es decir, es el precio que se paga por usar el dinero en el proyecto. Por otra parte, el promedio ponderado se establece teniendo en cuenta los pesos según el tipo de financiación sobre el total de la inversión. Matemáticamente la expresión para el cálculo del costo de capital es:

$$Wacc = \left(\frac{E}{E+D} * R_E\right) + \left(\frac{D}{E+D} * R_D\right) * (1-\tau)$$

Donde se busca hallar el costo del patrimonio

$$Costo\ del\ Patrimonio = \left(\frac{E}{E+D} * R_E\right)$$

El costo de la deuda

$$Costo\ de\ la\ Deuda = \left(\frac{D}{E+D} * R_D\right)$$

Y se tiene en cuenta el escudo fiscal

$$Escudo\ fiscal\ que\ genera\ la\ deuda = (1-\tau)$$

A continuación se realiza el cálculo de capital de trabajo según lo expresado anteriormente

Costo del patrimonio: Se halla el porcentaje del patrimonio a invertir en el proyecto

$$Costo\ del\ Patrimonio = \left(\frac{E}{E+D} * R_E\right)$$

Donde:

- ✓ E o Equity: $ 241,924,761
- ✓ D o Deudas: $ 232,530,900
- ✓ R_E Costo de los recursos propios: 22%

$$Costo\ del\ Patrimonio = \left(\frac{\$\ 241{,}924{,}761}{\$\ 241{,}924{,}761 + \$\ 232{,}530{,}900} * 22\%\right)$$

$$Costo\ del\ Patrimonio = 11\%$$

Costo de la deuda: Se halla el porcentaje de dinero financiado vía deuda para invertir en el proyecto

$$Costo\ de\ la\ Deuda = \left(\frac{D}{E+D} * R_D\right)$$

Donde:

- ✓ E o Equity: $ 241,924,761
- ✓ D o Deudas: $ 232,530,900

- ✓ R_D Tasa de impuesto de Renta Corporativa: 20% EA

$$Costo\ de\ la\ Deuda = \left(\frac{\$\ 232{,}530{,}900}{\$\ 241{,}924{,}761 + \$\ 232{,}530{,}900} * 20\%\right)$$

$$Costo\ de\ la\ Deuda = 10\%$$

Teniendo en cuenta una tasa de impuesto de renta del 33% se obtiene finalmente

$$Wacc = 11\% + 10\% * (1 - 33\%)$$

$$Wacc = 18\%$$

Con base en lo reportado anteriormente, a continuación en la tabla 43 se encuentra el costo de capital, el valor presente neto (VPN) y la tasa interna de retorno (TIR)

Tabla 43.
Costo de Capital, Valor presente neto y TIR

Costo de Capital	18.0%
VPN(i) del Proyecto	$215,254,641
TIR del Proyecto	37.9%

El criterio del Valor Actual Neto (VAN) o VPN plantea que el proyecto debe aceptarse si su VAN es igual o superior a cero, donde el VAN es la diferencia entre todos sus ingresos y egresos expresados en moneda actual; y el criterio de la TIR evalúa el proyecto en función de una única tasa de rendimiento por periodo, con la cual la totalidad de los beneficios actualizados son exactamente iguales a los desembolsos expresados en moneda actual. Si la TIR es igual o mayor que la tasa de descuento, el proyecto debe aceptarse, y si es menor, debe rechazarse.(Sapag Chain & Sapag Chain, 2008).

Según lo anterior y los resultados del cálculo de flujo de caja para los 5 periodos evaluados, se garantiza el cumplimiento de las obligaciones del proyecto. Por otra parte, con una TIR de 37,9% se alcanza a compensar el costo de oportunidad de los inversionistas y hace que el proyecto sea viable. Dada una TIR mayor al costo de capital, el proyecto se hace rentable.

Análisis de sensibilidad: Una vez realizado el estudio financiero que dio como resultado la viabilidad positiva de implementar el proyecto, dado que presenta un VPN positivo, se realiza un análisis de sensibilidad. La importancia del análisis de sensibilidad se manifiesta en el hecho de que los valores de las variables que se han utilizado para llevar a cabo la evaluación del proyecto pueden tener desviaciones con efectos de consideración en la medición de sus resultados.

La evaluación del proyecto será sensible a las variaciones de uno o más parámetros si, al incluir estas variaciones en el criterio de evaluación empleado, la decisión inicial cambia. (Sapag Chain & Sapag Chain, 2008).

Con el análisis de sensibilidad se busca determinar las variaciones del VAN o VPN y la TIR frente a cambios en los valores de las variables seleccionadas. Para este análisis, el método utilizado es la simulación Monte Carlo, a través de la herramienta de software @Risk.

La simulación de Monte Carlo permite considerar una gran cantidad de combinaciones posibles respecto de las variables que afectan los resultados de un proyecto o negocio. Es una técnica basada en la simulación de distintos escenarios inciertos, los que permiten estimar los valores esperados para las distintas variables no controlables, por medio de una selección aleatoria, en la cual la probabilidad de escoger entre todos los resultados posibles está en estricta relación con sus respectivas distribuciones de probabilidades.(Sapag Chain & Sapag Chain, 2008)

A continuación se presentan los resultados por medio del análisis probabilístico, al expresar las variables que pueden tener más cambios o resultan sensibles al proyecto que son, la materia prima, los gastos administrativos, volumen de producción y la inversión dadas en los escenarios menos probable y más probable para cada una de estas. Para el caso de la materia prima se tuvo en cuenta la variación del precio de la carga de café en los últimos 5 años, estableciendo un valor de 5% por encima y 5% por debajo del valor más probable. Para la variable gastos administrativos se trabajó un valor de 10% por encima y 10% por debajo del valor más probable. La variable volumen de producción se trabajó un valor de 8% por encima y 8% por debajo del valor más probable teniendo en cuenta la capacidad instalada en planta y para la variable de inversión se trabajó un valor de 10% por encima y 10% por debajo del valor más probable porque el costo de la maquinaria es sensible frente a los cambios del dólar.

Para la simulación del modelo se realizaron 10.000 iteraciones con la VPN y la TIR como variables de salida.

Resultado de la simulación para la VPN: Con un nivel de confianza del 87,6%, el VPN del proyecto puede estar entre 276 millones de pesos y 292,4 millones de pesos. Por otra parte, el VPN mínimo que debe tener el proyecto es de 266 millones de pesos resultando en una viabilidad positiva de cara al inversionista.

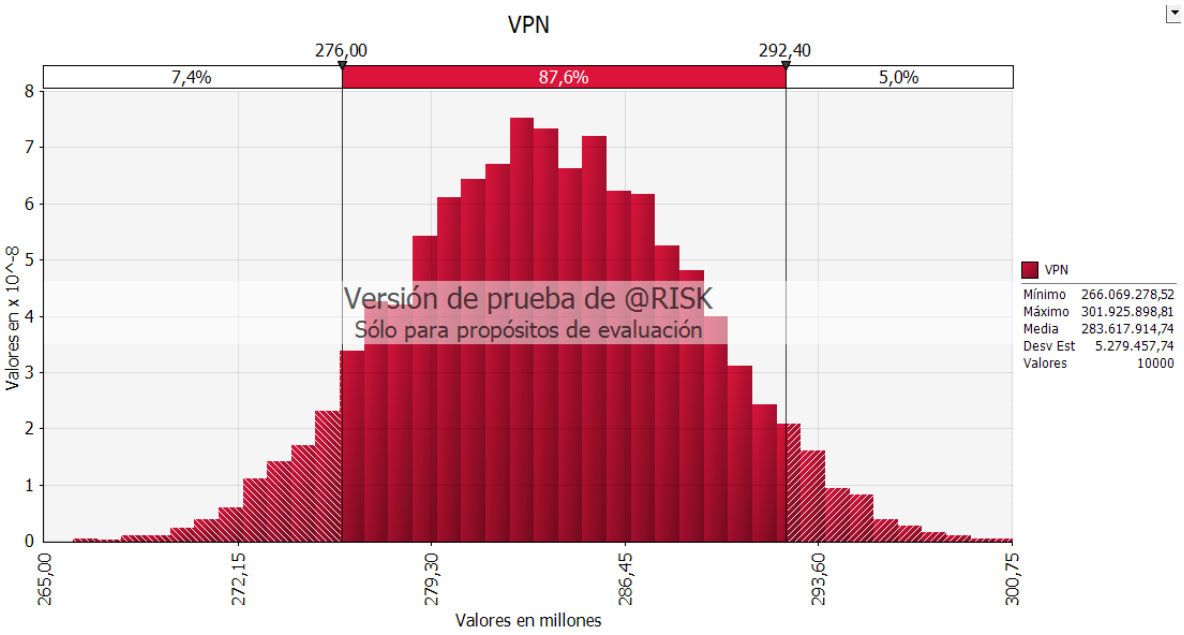


Figura 43. Simulación del VPN

Resultado de la simulación para la TIR: Con un nivel de confianza del 90%, la TIR del proyecto puede estar entre 35,8% y 37,2%, la cual permite que el proyecto sea viable financieramente teniendo en cuenta que está por encima al valor esperado por el inversionista y del proyecto.

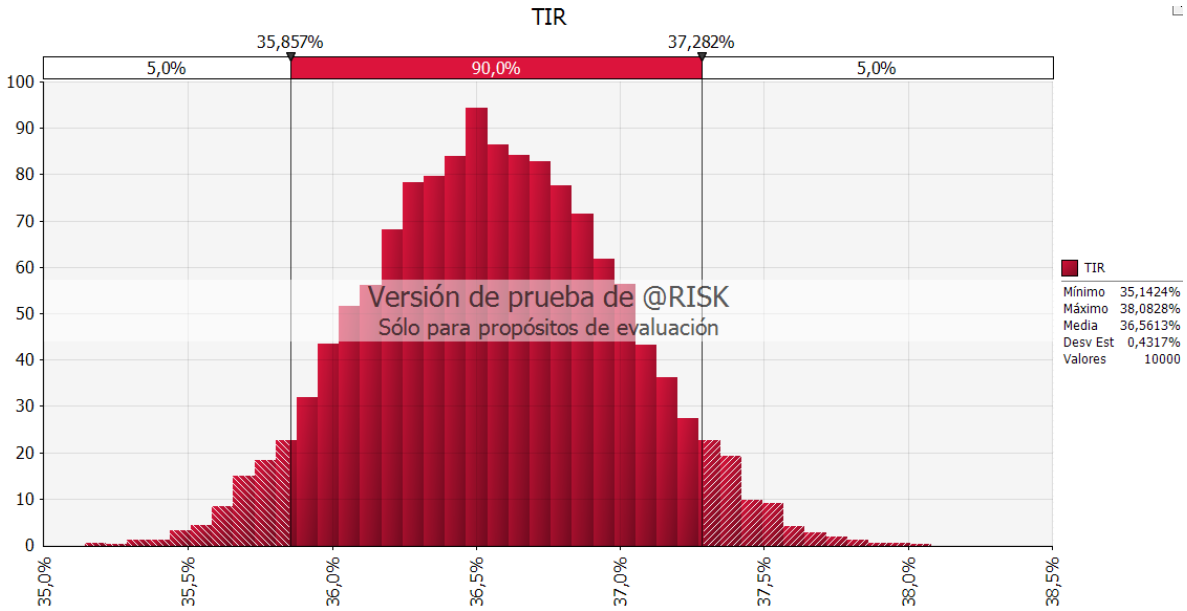


Figura 44. Simulación de la Tasa interna de Retorno TIR

Finalmente con base en lo anterior se puede decir con un alto nivel de confianza, que el VPN del proyecto puede estar entre 276 millones de pesos y 292,4 millones de pesos y la TIR del proyecto puede estar entre 35,8% y 37,2%, la cual permite que el proyecto sea viable.

8.12. Otras evaluaciones

8.12.1. Aspecto ambiental: Toda actividad productiva, en este caso la operación de una torrefactora de café ubicada en el departamento de Santander, utiliza recursos ambientales y devuelve productos y desechos. Y es ahí, donde el aspecto ambiental juega un rol determinante al minimizar esos efectos negativos, pues se evidencian las posibles repercusiones ambientales que se puedan generar como consecuencia de proyecto industrial; además es importante tenerlo en cuenta durante la formulación del proyecto productivo, ya que permite que éste responda adecuadamente a los propósitos de conservación del entorno

natural, a la eficiente utilización de los recursos, al aumento de la productividad y al cumplimiento de la normatividad ambiental. (Federación Nacional de Cafeteros, 2019)

Para analizar el aspecto ambiental, es necesario tener en cuenta el medio natural, las condiciones geofísicas y las necesidades del proyecto, para poder definir las consecuencias directas e indirectas en el medio natural y hábitat humano, con el fin de lograr una adecuada calidad de vida y minimizar o mitigar los problemas ambientales que se puedan llegar a generar. La realización de dicho análisis tiene unos beneficios para la industria cafetera, como lo son:

- Minimizar los efectos negativos de la actividad cafetera en el entorno
- Maximizar los beneficios de la actividad cafetera, en cuanto al aprovechamiento racional de los recursos naturales y mejorar la competitividad
- Cumplir con la normatividad ambiental
- Destinar los recursos necesarios para la implementación de las medidas ambientales necesarias.

Sin embargo, para poder obtener dichos beneficios, es de suma importancia:

- Determinar los recursos naturales y de energía necesarios para el proceso productivo
- Definir las actividades a implementar durante las fases del proceso, e identificar los posibles impactos que éstas generen
- Establecer las medidas de manejo ambiental de prevención, mitigación, control, corrección o compensación, con miras a contrarrestar los impactos negativos que se puedan generar durante la actividad

- Desarrollar los estudios ambientales requeridos por la autoridad y obtener los permisos necesarios (Federación Nacional de Cafeteros, 2019)

Sumado a esto y sabiendo que el uso de los recursos naturales es indispensable para el funcionamiento de la planta agroindustrial, en la siguiente tabla se encuentran los recursos naturales asociados con el proceso en discusión

Tabla 44.
Recursos naturales asociados al proceso

Recurso	Descripción
Agua	Sanitarios de la planta de producción Aseo general
Energía	Iluminación del área de trabajo
Energía	Electricidad para el funcionamiento de los equipos
Forestal	No hay demanda del recurso
Fauna	No hay demanda del recurso
Suelo	No hay demanda del recurso
Aire	Emisión de material particulado Emisión de gases de combustión de los automotores
Antroposférico	Mano de obra presente en la planta productiva

Teniendo en cuenta el uso de los recursos presentado en la tabla anterior, se hace necesaria la realización de una revisión ambiental, con el fin de establecer la relación de la empresa con el medio ambiente. Para dicha revisión se vuelve pertinente la identificación de los aspectos ambientales de las actividades de la empresa que puedan generar impactos negativos al medio ambiente (Federación Nacional de Cafeteros, 2019).

En el proceso de trilla y tostión del café se han identificado impactos ambientales que se relacionan en su mayoría con los recursos agua y aire. El primer caso, se produce en el

momento de uso de agua para aseo y servicio sanitario, y el segundo caso cuando se realizan emisiones atmosféricas derivadas del proceso de trilla y torrefacción. A continuación se presenta una matriz de impacto ambiental, donde se encuentran cada una de las etapas del proceso de trilla y torrefacción con la medición del impacto ambiental de las actividades de cada una de ellas.

Tabla 45.
Matriz de impacto ambiental

Etapa de producción	Descripción de la actividad	Aspecto	Impacto ambiental	Medidas de prevención	Medidas de control	Medidas de mitigación
Trilla y clasificación	Se retira el pergamino del grano de café, se separan el material extraño y se clasifican los granos por tamaño, peso y color	Generación de residuos	Contaminación del recurso agua	Mallas y trampas de residuos	Control en el proceso y en el mantenimiento de los equipos Cuantificaciones y respectivas correcciones	Adecuado registro/control de las variables de proceso Adecuado seguimiento al mantenimiento de los equipos Revisión al correcto funcionamiento de las medidas de prevención
		Generación de material particulado	Contaminación del recurso aire	Separadores por velocidad (ciclones), filtros textiles	Control en el proceso y en el mantenimiento de los equipos Cuantificaciones y respectivas correcciones	Adecuado registro/control de las variables de proceso Adecuado seguimiento al mantenimiento de los equipos Revisión al correcto funcionamiento de las medidas de prevención
Almacenamiento	La almendra sana es almacenada en sacos mientras es sometida al proceso de tostión	Generación de residuos	Contaminación del recurso agua	Mallas y trampas de residuos	Control en el proceso Cuantificaciones y respectivas correcciones	Adecuado registro/control de las variables de proceso Revisión al correcto funcionamiento de las medidas de prevención
Torrefacción	Tostión de la almendra de café	Generación de material particulado	Contaminación del recurso aire	Separadores por velocidad (ciclones), filtros textiles	Control en el proceso y en el mantenimiento de los equipos Cuantificaciones y respectivas correcciones	Adecuado registro/control de las variables de proceso Adecuado seguimiento al mantenimiento de los equipos Revisión al correcto funcionamiento de las medidas de prevención
Molienda	Proceso de reducción de tamaño al grano de café tostado	Generación de residuos	Contaminación del suelo	No hay impacto significativo	Control en el proceso y en el mantenimiento de los equipos	Adecuado registro/control de las variables de proceso Adecuado seguimiento al mantenimiento de los equipos
Empaque y distribución	Proceso de empaque y transporte del producto final hasta el cliente	Generación de residuos	Contaminación del suelo	No hay impacto significativo	Control en el proceso y en el mantenimiento de los equipos	Adecuado registro/control de las variables de proceso Adecuado seguimiento al mantenimiento de los equipos
		Generación de material particulado	Contaminación del recurso aire	Salida sin averias de los gases de combustión de los automotores	Mantenimiento de los vehiculos de transporte	Adecuado registro/control de las variables de proceso Adecuado seguimiento al mantenimiento de los automotores

La matriz de impacto ambiental, permite evidenciar que generación de residuos y generación de material particulado, son los aspectos de mayor impacto al ambiente, pues están asociados con contaminación del recurso aire, agua y suelo. No obstante, las medidas de prevención y control aunadas con las de mitigación, ayudan a disminuir el impacto que produce la realización de la actividad de trilla y torrefacción al medio ambiente.

Finalmente, se puede decir que el análisis del aspecto ambiental en un proyecto relacionado con la industria cafetera y ubicada en una de las principales zonas cafeteras del departamento de Santander permite:

- Conservar la biodiversidad y la sostenibilidad ambiental en las regiones cafeteras del país
- Preservar y conservar el recurso agua, aire y suelo
- Velar por la seguridad alimentaria y nutricional, generando productos inocuos y de la excelente calidad
- Identificar y minimizar posibles impactos negativos que pueda tener la industria sobre el ambiente

8.12.2. Aspectos legales: Para el funcionamiento de la planta agroindustrial es indispensable el cumplimiento de la normatividad existente relacionada con la industria cafetera, la protección del medio ambiente y las leyes gubernamentales. A continuación se encuentra el listado de leyes que competen con la actividad de la planta.

Tabla 46.
Normatividad que compete con la actividad industrial de la planta

Legislación	Descripción
Constitución política de 1991	Los artículos 8, 79 y 80 de la Constitución Política señalan que es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica, fomentar la educación para el logro de estos fines, planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución.
Ley 76 de 1927	Sobre protección y defensa del café.
Ley 76 de 1931	Provee el fomento de la industria cafetera.
Decreto Ley 2811 de 1974	Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.
Ley 09 de 1979	Por la cual se dictan medidas sanitarias
Ley 30 de 1990	Ley aprobatoria, Convenio de Viena para la Protección de la Capa de Ozono.
Ley 9 de 1991	Normas generales sobre cambios internacionales y medidas complementarias -Contribución Cafetera-.
Ley 29 de 1992	Ley aprobatoria, "Protocolo de Montreal relativo a las sustancias agotadoras de la capa de ozono".
Ley 164 de 1995	Ley aprobatoria, Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.
Ley 189 de 1995	Aprueba el "Acuerdo de Creación de la Asociación de Países Productores de Café".
Ley 301 de 1996	Por la cual se crea el Consejo Nacional Agropecuario y Agroindustrial.
Ley 373 de 1997	Por la cual se establece el Programa para el Uso Eficiente de Agua Potable.
Ley 430 de 1998	Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los desechos peligrosos.
Ley 629 de 2000	Por medio de la cual se aprueba el "Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático".
Ley 863 de 2003	Ley normas tributarias -transferencias cafeteras-.
Decreto 2078 de 1940	Se dictan medidas relacionadas con la industria del café.
Decreto 1449 de 1977	Reglamenta el Decreto 2811 de 1974, donde se establece la obligación de los propietarios de predios de conservar la cobertura mínima en las nacientes de agua y orilla de los cauces.
Decreto 1608 de 1978	Desarrolla del Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente en materia de fauna silvestre y reglamenta por tanto las actividades que se relacionan con este recurso y con sus productos
Decreto 1541 de 1978	Por el cual se reglamenta la Parte III del Libro II del Decreto - Ley 2811 de 1974: “De las aguas no marítimas” y parcialmente la Ley 23 de 1973. Trata sobre concesiones de aguas entre otros temas. Modificado por el Decreto 2858 de 1981.

Decreto 02 de 1982	Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 09 de 1979 y el Decreto Ley 2811 de 1974, en cuanto a emisiones atmosféricas.
Decreto 1594 de 1984	Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II y el Título III de la Parte III -Libro I- del Decreto - Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos.
Decreto 948 de1995	Por el cual se reglamentan parcialmente la Ley 23 de 1973; los artículos 33, 73, 74, 75 y 76 del Decreto - Ley 2811 de 1974; los artículos 41, 42, 43, 44, 45, 48 y 49 de la Ley 9 de 1979; y la Ley 99 de 1993 en relación con la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire". Modificado parcialmente por el decreto 2107 de 1995 (Reglamento de Protección y Control de la Calidad del Aire).
Decreto 475 de 1998	Por el cual se expiden normas técnicas de calidad del agua potable.
Decreto 1713 de 2002	Por el cual se reglamenta la ley 142 de 1994, la ley 632 de 2000 y la ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1003 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos. Modificado por los Decreto 1505 y 1140 de 2003 y 838 de 2005.
Decreto 3100 de 2003	Modifica Decreto 901de 1997 sobre tasas retributivas por la utilización directa del agua como receptor de los vertimientos puntuales y se toman otras determinaciones. Modificado a su vez parcialmente por el Decreto 3440 del 21 de octubre de 2004.
Decreto 155 de 2004	Por el cual se reglamenta el Artículo 42 de la ley 99 de 1993, sobre las tasas retributivas por la utilización directa del agua como receptor de los vertimientos puntuales y se adoptan otras disposiciones. Modificado parcialmente (Artículo 12) por el Decreto 4742 del 30 de diciembre de 2005.
Resolución 355 de 2002 - Ministerio de Comercio Exterior	Requisitos relacionados con la Inscripción en el Registro Nacional de Exportadores de Café.
Resolución Orgánica 5282 de 2001 de la Contraloría General de la República	Por la cual se establece la Sectorización de los Sujetos de Control Fiscal.
Resolución 898 de 1995	Por la cual se regulan los criterios ambientales de calidad de los combustibles líquidos y sólidos utilizados en hornos y calderas de uso comercial e industrial y en motores de combustión interna de vehículos automotores.
Resolución 273 de 1997	Por la cual se establecen las tarifas mínimas de las tasas retributivas por vertimientos líquidos para los parámetros, demandas bioquímicas de oxígeno (DBO) y sólidos suspendidos totales (SST).
Resolución 0372 de 1998	Por la cual se actualizan las tarifas mínimas de las tasas retributivas por vertimientos líquidos y se dictan disposiciones.
Resolución 1110 de 2002	Por la cual se fijan las tarifas para el cobro de los servicios de evaluación y seguimiento de licencias, autorizaciones y demás instrumentos de control y manejo ambiental, y se dictan otras disposiciones.

Resolución 447 de 2003	Permisos para el aprovechamiento de recursos naturales renovables por fuera de las licencias ambientales.
Resolución 1565 de 2004	Por la cual se modifica parcialmente la Resolución 898 del 23 de agosto de 1995, que regula los criterios ambientales de calidad de los combustibles líquidos y sólidos utilizados en hornos y calderas de uso comercial e industrial y en motores de combustión interna.
Resolución 1433 de 2004	Por la cual se reglamenta el artículo 12 del Decreto 3100 de 2003, sobre Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV, y se adoptan otras determinaciones.
Resoluciones 240 de 2004	Por la cual se adopta la metodología para el cálculo del índice de escasez para aguas superficiales a que se refiere el Decreto 155 de 2004 y se adoptan otras disposiciones.
Resolución 0866 de 2004	Por la cual se adopta el formulario de información relacionada con el cobro de las tasas por utilización de aguas y el estado de los recursos hídricos a que se refiere el Decreto 155 de 2004 y se adoptan otras disposiciones.
Resolución 319 de 2005	Por la cual se establece el porcentaje de gastos de administración que cobrarán las autoridades ambientales en relación con los servicios de evaluación y seguimiento ambiental.
Resolución 1023 de 2005	Por la cual se adoptan las guías ambientales como instrumento de autocontrol y autorregulación.
Resolución 4819 de 2005	Declaración de la protección de la denominación de origen "Café de Colombia"
Resolución 05 de 2015	Reglamentación para el control y la administración del Registro de Exportadores de Café de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, en su condición de administradora del Fondo Nacional del Café
Resolución 01 de 2002	Requisitos relacionados con la inscripción de tostadoras, trilladoras y fábricas de café soluble en el país
Decreto 2685 de 1999	Requisitos relacionados con la inscripción de tostadoras, trilladoras y fábricas de café soluble en el país
Ley 9 de 1979	Marco legal sanitario de alimentos - Código sanitario
Ley 100 de 1993	Marco legal sanitario de alimentos - Creación del INVIMA
Ley 1122 de 2007	Marco legal sanitario de alimentos - Vigilancia del INVIMA
Decreto 3075 de 1997	Marco legal sanitario de alimentos
Codex Alimentarios	
Resolución 243710 de 1999	Pautas de agotamiento de empaques
Registro Sanitario - INVIMA	
Resolución 12186 de 1991	
Resolución 5109 de 2005	Rotulado general

El cumplimiento de la normatividad descrita en la tabla anterior permite el correcto funcionamiento de la planta agroindustrial de transformación de café cereza en café tostado y molido.

8.13. Programación del proyecto

En esta sección se presenta la programación de la siguiente fase del proyecto. Es decir, se construye el grafico de Gantt el cual incluye las actividades, duración para cada actividad a desarrollar durante la siguiente fase.

Tabla 47.
Diagrama de ejecución del Proyecto

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras
Constitución de la Empresa	30 días	lun 11/03/19	vie 19/04/19	
Aprobación gubernamental	15 días	lun 22/04/19	vie 10/05/19	1
Establecimiento de la organización	15 días	lun 13/05/19	vie 31/05/19	2
Tecnología, adquisición y transferencia	15 días	lun 03/06/19	vie 21/06/19	3
Ingeniería de detalle	**120 días**	**lun 24/06/19**	**vie 06/12/19**	
Revisión detallada de la Ingeniería Básica	45 días	lun 24/06/19	vie 23/08/19	4
Especificaciones técnicas de equipos y materiales	**20 días**	**lun 26/08/19**	**vie 20/09/19**	
Emisión de requerimientos de compra	20 días	lun 26/08/19	vie 20/09/19	6
Dimensionamiento de conductos, tuberías, e instalaciones eléctricas	**20 días**	**lun 14/10/19**	**vie 08/11/19**	
Planos de rutas de tubería y cableado	20 días	lun 14/10/19	vie 08/11/19	18
Listado de equipos, instrumentación, accesorios y materiales	**40 días**	**lun 14/10/19**	**vie 06/12/19**	
Cálculo definitivo de los sistemas mecánicos y eléctricos	25 días	lun 14/10/19	vie 15/11/19	18
Plano de disposición de equipos	20 días	lun 11/11/19	vie 06/12/19	17
Planos de detalle de las instalaciones	**55 días**	**lun 26/08/19**	**vie 08/11/19**	
Plano de distribución en planta y dimensionamiento	20 días	lun 26/08/19	vie 20/09/19	6
Layout de tuberías y conductos	15 días	lun 23/09/19	vie 11/10/19	15

Detalles de arquitectura	20 días	lun 14/10/19	vie 08/11/19	16
Diagramas unifilares eléctricos	15 días	lun 23/09/19	vie 11/10/19	15
Negociaciones y firma de contratos	20 días	lun 09/12/19	vie 03/01/20	5
Construcción e instalación	70 días	lun 09/12/19	vie 13/03/20	5
Suministro de materiales y servicios	15 días	lun 16/03/20	vie 03/04/20	20
Comercialización previa a la producción	25 días	lun 16/03/20	vie 17/04/20	20
Aprobación oficial de la planta	10 días	lun 20/04/20	vie 01/05/20	22
Puesta en marcha de la planta	15 días	lun 04/05/20	vie 22/05/20	23

Con base en lo anterior, a continuación se presenta el diagrama de ejecución de la siguiente fase del proyecto.

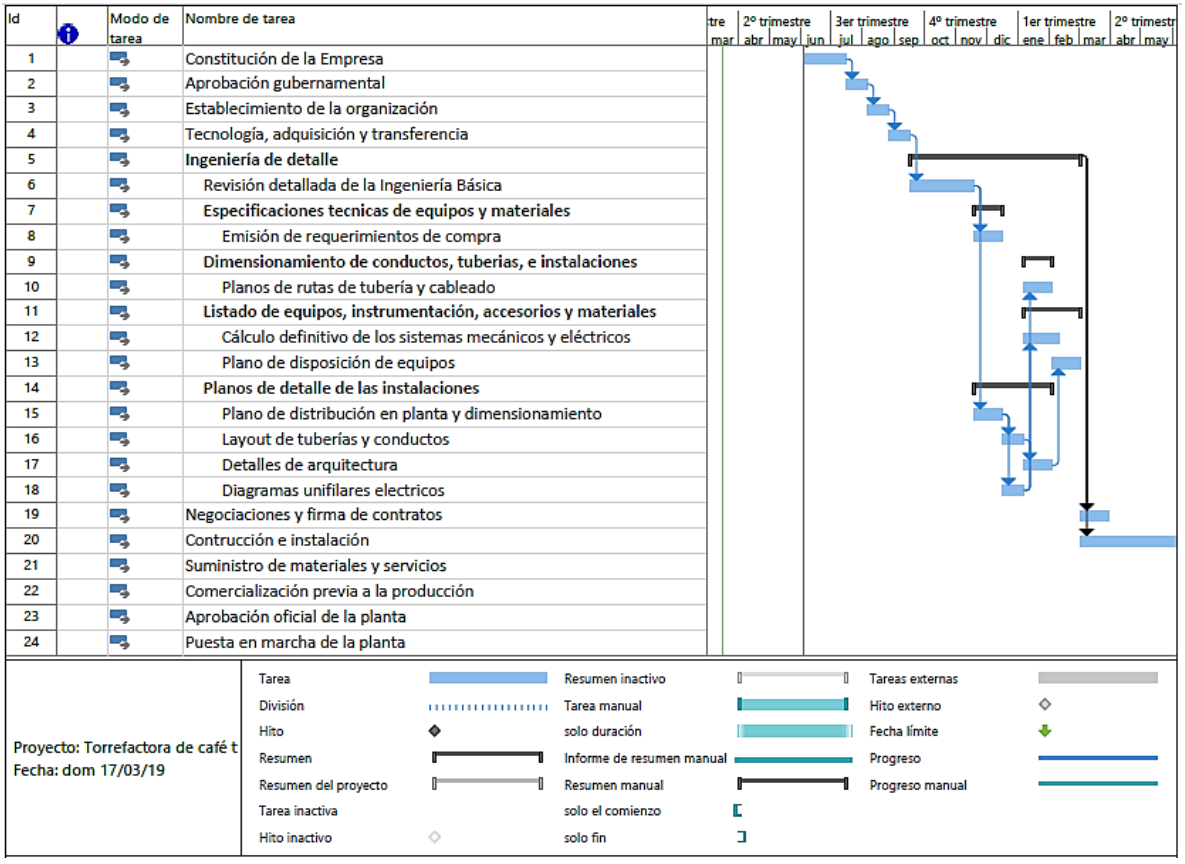


Figura 45. Diagrama del proyecto

El diagrama anterior presenta los periodos requeridos para ejecutar las diversas actividades del proyecto de la torrefactora de café tostado y molido. El método de los gráficos de barras o diagrama de Gantt, divide las actividades escalonadas e indica la duración de cada una de estas. La fase posterior del proyecto abarca las actividades para la puesta en marcha y operación de la planta, teniendo en cuenta que se pasa de la ingeniería básica a la ingeniería de detalle y se entra a mayor técnico y se evalúa nuevamente la viabilidad económica de la propuesta.

9. Conclusiones

La ingeniería define las necesidades del proyecto con base en las limitaciones técnicas, normativas, geográficas, ecológicas, sociales y económicas, para luego definir los productos, su volumen de producción y la capacidad de producción de la planta. El desarrollo de éste trabajo de aplicación se llevó a cabo con base en la necesidad de responder a una propuesta de emprendimiento que busca aprovechar la creciente producción y demanda de café en el departamento de Santander para constituir una propuesta económicamente viable a través del desarrollo de un proyecto de inversión industrial que plantea el diseño de una planta torrefactora de café tostado y molido ubicada en el departamento de Santander a través del desarrollo de una ingeniería básica que establece las bases de diseño, especificaciones técnicas y de proceso, y da a conocer la rentabilidad del proyecto

El consumo de café en Colombia y el mundo en los últimos años ha venido en constante crecimiento. Hoy en día son cada vez más comunes encontrar tiendas especializadas de café, en las cuales los consumidores buscan un producto especial y diferenciado, que les permita degustar la variedad de sabores que ofrece un perfil de taza, como sabores dulces, herbales y frutales con sensaciones cítricas características propias que ofrece el café del departamento de Santander. Dichas tiendas de café especializado generalmente alquilan el servicio de torrefacción de café o tienen su propia planta tostadora, ya que es en esta etapa donde hay mayor beneficio económico a lo largo de la cadena de valor del café. Es decir, se obtienen

mayores márgenes de utilidad en la etapa de torrefacción y venta de café en comparación a las etapas de cultivo y preparación del fruto. Teniendo en cuenta esto, existe en principio la oportunidad de incursionar en este sector a fin de entrar a participar dentro de este mercado.

Dentro de la estructura de la ingeniería básica desarrollada se llevó a cabo en primer lugar el diagnóstico de la producción actual de café en el municipio de San Gil, donde se dio a conocer la producción en el departamento de Santander y en el país y sus registros históricos, mostrando que ésta ha venido en constante crecimiento. Con el análisis de la producción de café en Colombia, los datos de ventas de grandes marcas relacionadas con la venta de café en el país y el análisis de la competencia se pudo establecer el tipo de producto, y sirvió para determinar en primera instancia la producción de la planta teniendo en cuenta la influencia de la localización de la industria, asimismo, se incluyó el análisis detallado del producto, las ventas producto de la producción de café propia y el alquiler de la planta a terceros. De igual manera se detallan también las características de la competencia, el tipo de productos ofrecidos, tecnologías usadas, se hallaron las cuotas de mercado que ocupan actualmente la región a nivel de producción y venta de café y se identificaron los centros de producción en el departamento. Estos datos sentaron las bases para la estimación del volumen de producción propia de café tostado y molido, elección de la tecnología y diseño del proceso de producción de los productos.

La definición de los aspectos técnicos y económicos necesarios para la creación de una torrefactora de café tostado y molido se determinó mediante la definición del esquema del proceso de producción, se realizó el plano detallado de la solución y el *layout*, resolviendo la necesidad de distribución en planta. Se describieron las tecnologías usadas y las instalaciones

requeridas para la planta torrefactora de café tostado y molido. Por otra parte, se encuentra el estudio financiero, en el cual se establecieron las necesidades económicas del proyecto, se analizó la viabilidad del mismo con base a las necesidades de los inversionistas de lograr una propuesta económicamente viable y atractiva. El proyecto obtuvo una TIR (tasa interna de retorno) del 38% haciendo atractiva la propuesta ya que es mayor al costo de capital determinado. El valor presente neto del proyecto es de $215,254,641, teniendo en cuenta que esta debe ser mayor a cero, el proyecto resulta viable en el sentido en que las ganancias de los inversionistas están dentro de los valores esperados para el proyecto de inversión industrial.

El análisis de sensibilidad permitió valorar las variables críticas del proyecto de inversión establecidas para el proyecto, mediante el análisis multidimensional se determinó el resultado frente a cambios de alternativas en las variables, considerando por ejemplo los cambios en los precios de la materia prima según el histórico registrado en los últimos 5 años o el volumen de producción dada la capacidad instalada en planta. El resultado de los indicadores como la VPN y la TIR demostraron que el proyecto es financieramente viable y atractivo para el inversionista, dado las altas probabilidades de obtener los valores calculados según los resultados de la simulación.

La iniciativa formulada resulta atractiva al encontrarse amparada en la legislación Colombiana en la cual se beneficia este tipo de industria y se presentan beneficios para la región y el país. Por otra parte, el impulso que está dando el gobierno de acrecentar el sector cafetero y el apoyo a las familias caficultoras en técnicas de cultivo y recuperación de cultivos, y que conlleva a mediano plazo el aumento de la producción de café en el país.

Finalmente, se presenta un documento que detalla el desarrollo de una ingeniería básica de una torrefactora de café tostado y molido, estructurada en 14 etapas desde las necesidades del proyecto, pasando por la etapa de diseño, la cual abarca los aspectos técnicos de la propuesta hasta los requerimientos normativos y legales en los cuales se enmarca una propuesta de este tipo.

Referencia Bibliográfica

Agronet - MinAgricultura. (2018). Área cosechada, Producción, Rendimiento. Retrieved July 28, 2018, from http://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/default.aspx

Alcaldía de San Gil. (2017). Información General – San Gil. Retrieved September 23, 2018, from http://www.sangil.gov.co/san-gil/informacion-general/

Amor Perfecto. (2017). Café Amor Perfecto.

Azahar Coffee Company. (2018). Azahar Coffee. Retrieved May 5, 2018, from http://azaharcoffee.com/

Behrens, W., & Hawranek, P. M. (1994). *Manual para la preparación de estudios de viabilidad industrial. Edición corregida y aumentada*. Viena: Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial. ONUDI.

Café de Colombia. (2018a). CCI es - Producción de café de Colombia mantiene ritmo de 14 millones de sacos en últimos 12 meses. Retrieved August 26, 2018, from http://www.cafedecolombia.com/cci-fnc-es/index.php/comments/renovacion_de_cafetales_nuestra_ventaja_competitiva_frente_al_mundo/).

Café de Colombia. (2018b). Producción de Café de Colombia aumenta 32% en mayo. Retrieved July 28, 2018, from http://www.cafedecolombia.com/cci-fnc-es/index.php/comments/produccion_de_cafe_de_colombia_aumenta_32_en_mayo/

Café Granja La Esperanza. (2016). Café Granja - La Esperanza.

Café Mesa de Los Santos. (2016). Café Mesa de Los Santos – Café Orgánico de Colombia.

CÁMARA DE COMERCIO DE BUCARAMANGA. (2018). Cluster Cafe Santander. Retrieved September 23, 2018, from http://clustersantander.com/cluster-cafe/miembros/index.php

Cámara de Comercio de Medellín - Clúster Development. (2017). Café verde Café tostado. Ruta Competitiva del Café, 36. Retrieved from http://www.camaramedellin.com.co/site/Portals/0/Documentos/2017/Memorias/Entregable 3 CAFE TOSTADO.pdf

Centro Argentino de Ingeniería. (2016). *Alcances de la ingeniería*. Retrieved from https://www.facet.unt.edu.ar/facetinforma/wp-content/uploads/sites/9/2016/09/SC01-01-0-Alcances-de-Ingeniería.pdf

Centro argentino de ingenieros. Comisión de empresas proveedoras de servicios de ingeniería. (2016a). Tema 3: Ingeniería Básica (p. 28). Centro argentino de ingenieros.

Centro argentino de ingenieros. Comisión de empresas proveedoras de servicios de ingeniería. (2016b). Tema 4: Ingeniería de Detalle (p. 16). Centro argentino de ingenieros.

Chalarca, J. (1998). *Vida y Hechos Del Café en Colombia*. Bogotá D.C.

Cluster Café, C. de C. de B. (2017). Cluster Café.

Cossio Cárdenas, J. F., Núñez Monterrosa, K. E., & Robayo Carrillo, E. (2015). Glosario de Términos WBS: Ing. Conceptual – Básica y de Detalle. CARTAGENA DE INDIAS.

DANE. (2015). Proyecciones de población. Retrieved September 23, 2018, from https://geoportal.dane.gov.co/midaneapp/pob.html

DANE. (2018). Población Proyectada de Colombia. Retrieved September 23, 2018, from http://www.dane.gov.co/reloj/

DEVELOPMENT, C. C. D. C. D. M. P. A. (2016). *ACTUALIZACIÓN DE LA CARACTERIZACIÓN DEL MERCADO DEL CAFÉ EN EL CONTEXTO NACIONAL E INTERNACIONAL, Y LA IDENTIFICACIÓN DE LAS OPORTUNIDADES DERIVADAS DE ÉSTE REALIZADO EN LA RUTA COMPETITIVA DE CAFÉ EN ANTIOQUIA EN 2014-2015*.

Devoción, F.-F. S. T.-W. C. C. (2018). Devoción | Farm-Fresh Specialty Third-Wave Colombian Coffee. Retrieved May 5, 2018, from https://www.devocion.com/

Dinero. (2018). Producción de café colombiano repuntó en mayo de 2018. *Dinero*. Retrieved from https://www.dinero.com/empresas/articulo/subio-produccion-de-cafe-colombiano-en-mayo-de-2018/259051

Federación Nacional de cafeteros. (2018). Información Estadística Cafetera. Retrieved August 26, 2018, from https://www.federaciondecafeteros.org/clientes/es/quienes_somos/119_estadisticas_historicas

Federación Nacional de Cafeteros. (2010). Nuestras Regiones cafeteras: Café de Colombia. Retrieved May 5, 2018, from http://www.cafedecolombia.com/particulares/es/la_tierra_del_cafe/regiones_cafeteras/

Federación Nacional de Cafeteros. (2018). Proceso de trilla para la producción de café verde Excelso tipo exportación. Retrieved August 26, 2018, from https://www.federaciondecafeteros.org/static/algrano-fnc/uploads/Trilla_Esp.png

Federación Nacional de Cafeteros. (2019). *Guía ambiental para el sector cafetero: 5. PLANEACIÓN Y GESTIÓN AMBIENTAL*. Retrieved from https://www.federaciondecafeteros.org/static/files/7Capitulo5.pdf

Federación Nacional de cafeteros - Cafés Especiales. (2018). Cafés Especiales. Retrieved

July 9, 2018, from https://www.federaciondecafeteros.org/clientes/es/nuestro_cafe/cafes_especiales/que_son/

Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (2010a). Post-cosecha | Café de Colombia. Retrieved March 17, 2019, from http://www.cafedecolombia.com/particulares/es/sobre_el_cafe/el_cafe/post-cosecha/

Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (2010b). Toma Café, Programa de Promoción de Consumo de Café de Colombia | Federación Nacional de cafeteros. Retrieved August 26, 2018, from https://www.federaciondecafeteros.org/clientes/es/sala_de_prensa/detalle/toma_cafe_programa_de_promocion_de_consumo_de_cafe_de_colombia/

Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (2017). 85 Congreso Nacional de Cafeteros. Retrieved from https://www.federaciondecafeteros.org

Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (2018a). Del Árbol a la Taza. Retrieved August 26, 2018, from http://www.cafedecolombia.com/particulares/es/el_cafe_de_colombia/del_arbol_a_la_taza/

Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (2018b). El cultivo | Café de Colombia. Retrieved August 26, 2018, from http://www.cafedecolombia.com/particulares/es/sobre_el_cafe/el_cafe/el_cultivo/

Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (2018c). Tostadoras, Trilladoras y F. Solubles. Bogotá D.C.: Federación Nacional de Cafeteros.

Federación Nacional de cafeteros FNC. (2014). Café de Santander es reconocido como Denominación de Origen por la SIC. Retrieved July 29, 2018, from

https://www.federaciondecafeteros.org/clientes/es/sala_de_prensa/detalle/cafe_de_santander_es_reconocido_como_denominacion_de_origen_por_la_sic/

Fernández Faccini, H. (2001). *Gerencia de Proyectos*. *Gerencia de Proyectos Aplicada paso a paso* (Vol. 19).

FUNDESYRAM. (2018). En qué consiste el beneficiado húmedo de café en pequeña escala. Retrieved March 17, 2019, from http://www.fundesyram.info/biblioteca.php?id=439

Gobierno Digital Colombia. (2018). *Cadena Productiva Café - Area, Producción Y Rendimiento*. Retrieved from https://www.datos.gov.co/Agricultura-y-Desarrollo-Rural/Visualizaci-n-sin-t-tulo-Basado-en-Cadena-Producti/5tdv-p7yg

Gómez Salazar, E. A., & Diez Benjumea, J. M. (2015). Evaluación financiera de proyectos. (2015 Medellín : [s.n.], Ed.).

Guillermo Leon Bustamante. (2018). La Ingeniería en la Formulación y Dirección del Proyecto - Apuntes de clase.

Hernandez, A. (2015). Systematic Layout Planning (SLP), 8. https://doi.org/10.1353/are.0.0037

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI - IGAC. (2014). Mapas Departamentales. Retrieved August 26, 2018, from http://geoportal.igac.gov.co/es/contenido/mapas-departamentales

International Coffee Organization. (2018). *Consumo Mundial*. Retrieved from http://www.ico.org/ES/trade_statisticsc.asp?section=Estad%EDstica

La República. (2017). Los colombianos se toman una taza de café al día, hay mucho espacio para crecer. Retrieved August 26, 2018, from https://www.larepublica.co/economia/los-colombianos-se-toman-una-taza-de-cafe-al-dia-hay-mucho-espacio-para-crecer-2520479

Lavaive Café. (2017). Lavaive – Café de Origen. Retrieved May 5, 2018, from http://lavaive.com/

Montilla, J., Arcila, J., Aristizábal, M., Montoya, E., Puerta, G., Oliveros, C., & Cadena, G. (2008). Propiedades Físicas y Factores de Conversión del Café en el Proceso de Beneficio. *Avances Técnicos Cenicafé*, *370*, 1–8.

Organization, I. C. (2018). *Producción total de los países exportadores*. Retrieved from http://www.ico.org/ES/trade_statisticsc.asp?section=Estad%EDstica

Portafolio. (2018). La millonaria inversión para la renovación de cafetales en el país | Economía | Portafolio. Retrieved August 26, 2018, from http://www.portafolio.co/economia/la-millonaria-inversion-para-la-renovacion-de-cafetales-en-el-pais-517009

Project Management Institute. (2017). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos. Guía del PMBOK® Sexta Edición*. (Project Management Institute, Ed.). Pennsylvania: Project Management Institute, Inc. Retrieved from www.PMI.org

QUINDIO, C. D. C. D. A. Y. DEL. (2014). *Estudio de hábitos de consumo de cáfe*. Retrieved from http://www.camaraarmenia.org.co/files/Estudio de hábitos de consumo de café real.pdf

Sapag Chain, N., & Sapag Chain, R. (2008). *Preparación y Evaluación de Proyectos*. (McGraw-Hill Interamericana S.A., Ed.) (Quinta Edi). Bogotá, D.C., Colombia: mc graw hill. Retrieved from http://www.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/btca/txtcompleto/DIGITALIZADOS/M665pp_1998.pdf

SICA. (2012). Nuestros Cafeteros | Federación Nacional de cafeteros. Retrieved March 17, 2019, from

https://santander.federaciondecafeteros.org/fnc/nuestros_cafeteros/category/118

Urbina Baca, G. (2001). *Evaluación de proyectos de inversión* (Mc Grew Hill). México.

Vanguardia Liberal. (2012). En Santander hay crecimiento sostenido del consumo de café. *Vanguardia Liberal*. Retrieved from http://www.vanguardia.com/economia/local/174267-en-santander-hay-crecimiento-sostenido-del-consumo-de-cafe

Vanguardia Liberal. (2016). El consumo de café en zona oriente crece 8,6%. *Vanguardia Liberal*. Retrieved from http://www.vanguardia.com/economia/nacional/378473-el-consumo-de-cafe-en-zona-oriente-crece-86