

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO-ECONÓMICA PARA LA
SELECCIÓN DE UNA PLANTA PARA EL APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS
DE PAPEL Y CARTÓN GENERADOS EN LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE
SANTANDER**

ÁLVARO ANDRÉS BARRERA OLAYA

SANDRA MILENA OSORIO GONZÁLEZ

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISCOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
BUCARAMANGA**

2014

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO-ECONÓMICA PARA LA
SELECCIÓN DE UNA PLANTA PARA EL APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS
DE PAPEL Y CARTÓN GENERADOS EN LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE
SANTANDER**

ÁLVARO ANDRÉS BARRERA OLAYA

SANDRA MILENA OSORIO GONZÁLEZ

Trabajo de Grado para optar al título de Ingeniero Químico

DIRECTORA

DÉBORA ALCIDA NABARLATZ

Ingeniera Química, Ph.D.

CODIRECTORA

VIVIANA SÁNCHEZ TORRES

Ingeniera Química, Ph.D.

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISCOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
BUCARAMANGA**

2014

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresamos sinceros agradecimientos,

A la UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER por acogernos en su seno y permitimos hacer parte de esta hermosa familia universitaria. Siempre estaremos agradecidos.

A nuestra directora de proyecto Débora Nabarlatz, que siempre depositó su voto de confianza en nosotros. Nos orientó en cada momento fundamental del trabajo y su punto de vista siempre fue acertado.

A nuestra codirectora Viviana Sánchez, porque su paciencia, dulzura y su deseo de colaborarnos en todo lo que estuviera a su alcance, nos permitió finalizar nuestro trabajo.

Al profesor Gustavo Ramírez, porque nos permitió llevar a cabo la experimentación en sus instalaciones de laboratorio. Gracias a todo su grupo de apoyo que estuvo dispuesto a brindarnos su asesoría.

Al grupo de investigación INTERFASE, en especial al Ing Sebastián, por su invaluable asesoría y aporte académico.

A la Vicerrectoría Administrativa, en especial a la Ing Carolina, por sus constantes aportes y acompañamiento.

A nuestra compañera y amiga Adriana Martínez, por su gran colaboración en el inicio de ese trabajo, que fue de vital importancia.

A los señores Eduardo y Wilson por su paciencia, colaboración y la calidez humana demostrada en todo momento.

A Lina, nuestra secretaria por su paciencia y ayuda en todos los procesos administrativo realizados para llegar a nuestro objetivo.

Este trabajo está dedicado,

A DIOS por ser siempre el ser supremo que guía todos mis pasos.

A la doctora DEBORA y la doctora VIVIANA, sólo palabras de cariño pueden salir de mi boca para ustedes. Cuánta ayuda y orientación en momentos claves. Muchas gracias por su entera disposición y gestión en todo lo que necesitamos para hacer esto realidad.

A mi madre ELIZABETH, por ella doy todo.

A mi padre ALVARO, porque aprendí de él que el esfuerzo, la tenacidad y el trabajo duro conducen siempre hacia el éxito.

A mi hermano JUAN CARLOS, su apoyo siempre fue incondicional. Sus consejos los llevaré eternamente en mi corazón.

A mi hermana ALBA LUCÍA, su dulzura y rectitud han sido mi norte desde que tengo memoria.

A mis sobrinos DIEGO y CARLOS, mis ayudantes en las pausas activas. La fuente de alegría de mi casa está en ellos.

A todos mis tíos y tías, en especial a “Chepe” porque desde siempre creyó en mí y nunca tuvo reparo en brindarme todo su apoyo.

A ADRIANA MARTÍNEZ, juntos emprendimos este viaje. Muchas gracias por todos los aportes en este trabajo.

Al señor EDUARDO y el señor WILSON...tantas soluciones brindadas en momentos difíciles.

A todos mis profesores, porque de ellos obtuve la mejor educación que un estudiante puede recibir. Hoy puedo decir que soy ingeniero gracias a que ellos tuvieron la paciencia y dedicación de enseñarme.

A mis amigos y compañeros de clases, todo fue más sencillo en su compañía.

ÁLVARO ANDRÉS BARRERA OLAYA

Dedicado a:

DIOS, por permitirme cumplir este sueño y nunca desampararme, porque a su lado todo es posible.

A mi padre RAMIRO y mi madre ANA GABRIELA, por sus sacrificios, su entrega en el cumplimiento de este sueño, su sabiduría, amor y fortaleza, por estar siempre a mi lado, nunca dudar de mí y tener siempre las palabras adecuadas en todo momento, sin importar si eran malos o buenos. A ellos, el motor de mi vida les debo todo lo que soy, me enseñaron que la familia es lo más importante y sin ustedes nada de esto sería posible.

A mi hermana LAU, por todos sus sacrificios, por ser la bomba de alegría en mi vida, por escucharme y animarme en toda ocasión, por tu fe en mí y ese amor incondicional.

A mi hermanita LEIDY, que a su corta edad siempre me animo a seguir adelante, por esa inocencia mágica que impregna y su amor demostrado siempre.

A tí, mi mejor amigo, mi novio, mi compañero de batallas JUAN, por el apoyo emocional y motivarme siempre, porque tú y tu familia son el regalo extra que me llevo en el recorrido de este camino, por ayudarme a cumplir este sueño y a crear otros.

A mi familia en general que supieron motivarme, en especial a mis abuelas ADRIANA (QEPD) y MARIELA y mi tía RAQUE (QEPD) que siempre creyó en mí y me motivo a ser lo que quisiera.

A mis amigos de la universidad por permitirme conocerlos y regalarme sus valores y un poco de su cultura, porque algunos hasta se convirtieron parte de mi familia.

A mis profesores, por su sabiduría y paciencia entregada, porque es este conocimiento el que me permite ser llamada ingeniera química, en especial a la profesora DEBORA y VIVIANA por el voto de confianza dado en este trabajo.

A mi compañero de trabajo de grado ALVARO, por confiar en mi y querer compartir conmigo este último capítulo de nuestras vidas universitarias.

SAMI OSORIO GONZÁLEZ

TABLA DE CONTENIDO

	Pág
INTRODUCCIÓN	21
1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	23
2. OBJETIVOS	24
2.1 OBJETIVO GENERAL	24
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	24
3. ANTECEDENTES	25
3.1 CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS	25
3.2 TIPO DE PAPEL QUE SE PUEDE RECICLAR	26
3.2.1 Archivo Limpio	26
3.2.2 Cartón Corrugado	26
3.2.3 Periódico	26
3.2.4 Directorios	26
3.2.5 Plegadiza o Papel Laminado	26
3.3 USOS DEL PAPEL RECICLADO EN COLOMBIA	27
3.3.1 Reutilización del papel en la fabricación de pulpas blanqueadas	27
3.3.2 Fabricación de papel “tissue” (Papel tisú)	27
3.3.3 Elaboración de materiales cerámicos	28

3.3.4	Procesos innovadores	28
3.4	INDICADORES FINANCIEROS.....	29
3.4.1	TASA DE OPORTUNIDAD	29
3.4.2	VPN	29
3.4.3	TIR.....	29
3.4.4	Flujo de Caja.....	30
3.4.5	Análisis de sensibilidad.....	30
4.	METODOLOGÍA	31
4.1	INVENTARIO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DE PAPEL Y CARTÓN POST-CONSUMO	31
4.2	CARACTERIZACIÓN DEL PAPEL	32
4.2.1	Gramaje.....	32
4.2.2	Espesor.....	32
4.2.3	Resistencia a la ruptura	32
4.2.4	Poder Calorífico Superior.....	33
4.2.5	Análisis Termo-gravimétrico	33
4.3	ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD.....	33
4.3.1	Descripción de alternativas.....	33
4.3.2	Flujos de Caja.....	34

4.4	EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS.....	34
4.4.1	Evaluación de las Alternativas Tecnológicas utilizando los indicadores financieros VPN y TIR.....	34
4.4.2	Análisis de Sensibilidad	35
5.	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	36
5.1.	INVENTARIO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DE PAPEL Y CARTÓN POST-CONSUMO	36
5.1.1	Situación Actual	37
5.2	CARACTERIZACIÓN DEL PAPEL	37
5.3	ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD.....	40
5.3.1	Descripción de las alternativas tecnológicas	40
5.3.2	Flujos de Caja.....	45
5.4	EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS	48
5.4.1	Evaluación de las Alternativas Tecnológicas utilizando los indicadores financieros VPN y TIR.....	48
5.4.2	Análisis de Sensibilidad	49
6.	CONCLUSIONES	51
7.	RECOMENDACIONES.....	52

CITAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53
BIBLIOGRAFÍA.....	56
ANEXOS.....	58

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Clasificación de los residuos sólidos. Fuente: Ministerio del Medio Ambiente.....	25
Figura 2. Diagrama del Desarrollo Experimental	31
Figura 3. Diagrama BFD para el proceso de fabricación de lápices de papel	41
Figura 4. Diagrama BFD para el proceso de fabricación de pellets de papel	43
Figura 5. Diagrama BFD para el proceso de fabricación de papel tissue	44
Figura 6. Flujos de caja para cada una de las alternativas tecnológicas	48
Figura 7. TIR vs % de Disminución de la Materia Prima	50
Figura 8. Ubicación de los equipos de la planta de elaboración de lápices de papel dentro de la infraestructura	76
Figura 9. Ubicación de ventanas y luces dentro de la edificación para la planta de elaboración de lápices de papel.....	77
Figura 10. Ubicación de los equipos para la planta de pellets dentro de la infraestructura	92
Figura 11. Dimensiones y ubicación de ventanas y luces de la planta de pellets dentro de la edificación	93

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Generación de residuos en las dependencias seleccionadas durante un mes.	37
Tabla 2. Resultados de las pruebas de caracterización de los diferentes tipos de papel.	39
Tabla 3. Diversos valores de Poder Calorífico Superior para algunas sustancias.	39
Tabla 4. Resultados del análisis Termo-Gravimétrico para las muestras seleccionadas.	40
Tabla 5. Resultados del Estudio de Prefactibilidad para el año 1 de las alternativas tecnológicas seleccionadas	46
Tabla 6. Valores de VPN y TIR para cada una de las alternativas tecnológicas ...	49
Tabla 7. Comportamiento de la TIR con respecto a la disminución de materia prima.	50
Tabla 8. Dimensiones de las probetas y sus respectivas áreas.	62
Tabla 9. Masa de cada una de las probetas	62
Tabla 10. Gramaje de cada uno de los tipos de papel seleccionados	63
Tabla 11. Gramaje de los diferentes tipos de papel en la industria.	63
Tabla 12. Criterios de selección de la materia prima para la alternativa 1	71

Tabla 13. Cantidades de papel archivo y papel periódico por dependencia seleccionadas para la alternativa 1	72
Tabla 14. Equipos que componen la planta de la alternativa 1	74
Tabla 15. Dimensiones de los equipos de la alternativa 1	74
Tabla 16. Consumo de energía eléctrica por equipo para la alternativa 1	77
Tabla 17. Costos totales de la adecuación del terreno para la alternativa 1	78
Tabla 18. Costos individuales de los equipos de la alternativa 1	79
Tabla 19. Costo total de los equipos en el sitio de operación de la alternativa 1 ...	80
Tabla 20. Costo total anual de las materias primas para la alternativa 1	82
Tabla 21. Costo total anual del servicio industrial eléctrico para la alternativa 1 ...	83
Tabla 22. Selección de materias primas a utilizar para la alternativa 2.	89
Tabla 23. Cantidades de papel archivo, papel periódico y cartón por dependencias para la alternativa 2.	90
Tabla 24. Equipos que componen la planta de la alternativa 2.....	91
Tabla 25. Dimensiones de los equipos de la alternativa 2	91
Tabla 26. Consumo de energía por equipo de la alternativa 2	94
Tabla 27. Costos totales de la adecuación del terreno para la alternativa 2.....	95
Tabla 28. Costos individuales de los equipos de la alternativa 2.....	95
Tabla 29. Costo total de los equipos en el sitio de operación para la alternativa 2	96
Tabla 30. Costo total anual del servicio eléctrico para la alternativa 2.....	98
Tabla 31. Selección de materias primas a utilizar para la alternativa 3	105
Tabla 32. Cantidades de papel archivo, papel periódico y cartón por dependencias seleccionados para la alternativa 3.....	105

Tabla 33. Equipos que componen la planta de la alternativa 3.....	107
Tabla 34. Dimensiones de los equipos de la alternativa 3	108
Tabla 35. Costo total de los equipos en el sitio de operación de la alternativa 3.	111
Tabla 36. Costos Anuales Servicios Industriales para la alternativa 3.....	113

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. Tablas de Recolección de Residuos en la División de Planta Física ...	58
ANEXO B. Tablas de Recolección de Residuos de Papel y Cartón en la División de Publicaciones de los años 2012, 2013 y 2014	59
ANEXO C. Cálculo del gramaje de los diferentes tipos de papel y cartón.	62
ANEXO D. Resultados de prueba de ruptura	64
ANEXO E. Resultados del Análisis Termo-gravimétrico	66
ANEXO F. Tabla de parámetros importantes del análisis termo-gravimétrico para diferentes biomásas.	68
ANEXO G. Resultados del Poder Calorífico Superior para las muestras seleccionadas.	70
ANEXO H. Alternativa 1 “Elaboración de Lápices de Papel”	71
ANEXO I. Flujo de caja Alternativa 1	86
ANEXO J. Cotización de equipos para la fabricación de lápices de papel	88
ANEXO K. Alternativa 2 “Elaboración de Pellets de Papel”	89
ANEXO L. Flujo de Caja de Alternativa 2	100
ANEXO M. Cotización de equipos para la producción de pellets de papel.....	102
ANEXO N. Alternativa 3 “Elaboración de Papel Tissue (papel tisú)”	105
ANEXO O. Flujo de Caja de Alternativa 3.....	115

ANEXO P. Cotización de equipos para la elaboración del papel tissue.....	117
ANEXO Q. Flujo de caja Situación Actual.....	122

RESUMEN

TÍTULO: Estudio de prefactibilidad técnico-económica para la selección de una planta para el aprovechamiento de residuos de papel y cartón generados en la Universidad Industrial de Santander.*

AUTORES: ÁLVARO ANDRÉS BARRERA OLAYA, SANDRA MILENA OSORIO GONZÁLEZ.**

PALABRAS CLAVES: Reciclaje, Manejo de Residuos, Papel, Cartón.

DESCRIPCION

En el presente trabajo se muestran los resultados de un estudio de prefactibilidad técnico-económico de tres alternativas propuestas para darle solución a la situación que se presenta en la Universidad Industrial de Santander con los residuos sólidos de papel y cartón que se generan dentro del campus. Se realizó un inventario de dichos residuos del cual se pudo seleccionar los cuatro tipos de papel más producidos: papel archivo, papel periódico, papel plegadizo o barnizado y papel cartón. A los cuatro tipos de papel se les realizaron pruebas de caracterización, dichas pruebas mostraron que el tipo de papel con mayor gramaje y espesor es el cartón con 616 g/m^2 y $3,39 \text{ cm}$ respectivamente. Además se estableció que los cuatro tipos de papel evaluados poseen poderes caloríficos superiores similares a los de las biomásas más utilizadas, el papel de mayor poder calorífico es el periódico con $18,49 \text{ MJ/Kg}$. Por medio de la interpretación de los resultados obtenidos, fue posible postular tres alternativas, estas fueron: producción de lápices de papel, producción de pellets de papel y elaboración de papel "tissue". A partir de estas alternativas, se realizó un estudio de prefactibilidad que permitió establecer la más adecuada para el aprovechamiento del residuo. Se pudo concluir que la más adecuada para la implementación en la Universidad Industrial de Santander es la alternativa uno, debido a que su alta viabilidad y rentabilidad económica de acuerdo a las características de la generación de residuos al interior de la universidad.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Ingeniería Química. Director: Dra. Debora A. Nabarlatz

ABSTRACT

TITLE: Technical-economic feasibility study for the recycling of residues from paper and cardboard produced at the Universidad Industrial de Santander.*

AUTHORS: ÁLVARO ANDRÉS BARRERA OLAYA, SANDRA MILENA OSORIO GONZÁLEZ.**

KEY WORDS: Recycling, Waste Management, paper, card board.

DESCRIPTION.

This paper presents the results of a technical-economic feasibility study of three proposed alternatives, to provide a solution for the current situation at Universidad industrial de Santander (UIS) about the management of solid waste of paper and cardboard, generated inside the campus. An inventory of such waste was performed, where it was possible to identify the four (4) most types used. They are: file paper, cardboard, newspaper, and folding or varnished. Characterization tests were performed to these four paper types. These tests showed that the type of paper with heavier weight and thickness is the cardboard with 616 g/m² and 3.39 cm respectively. Furthermore it was established that the four types of evaluated paper, have similar upper heating values, near to the most used biomasses. The one with the higher heating value is the newspaper with 18,49 MJ/Kg. Through the interpretation of the obtained results, it was possible to propose three different alternatives, they were: production of paper pencils, production of paper pellets, and tissue paper elaboration. Through the feasibility study performed, was possible to determine which one was the most suitable for the usage of the waste in the campus. It was concluded that the best choice for Universidad industrial de Santander (UIS) is the alternative number one (1), because its high economic viability and profitability is the most suitable due to the type and amount of paper residues generated at the University.

* Work Degree

** Physicochemical Engineering Faculty. School of Chemical Engineering. Director: Dr. Debora A. Nabarlatz.

NOMENCLATURA

- I. (PGIR) Plan de Gestión Integral de Residuos
- II. (PAR) Papel archivo
- III. (PPE) Papel periódico
- IV. (PLE) Papel laminado de folletos y plegadizas
- V. (CAR) Cartón corrugado de embalaje
- VI. (NTC) Norma Técnica Colombiana
- VII. (DMA) Análisis Mecánico Diferencial
- VIII. (UIS) Universidad Industrial de Santander
- IX. (CAPRUIS) Caja de Previsión Social de la UIS
- X. (cm) Centímetros
- XI. (g) Gramos
- XII. (MPa) Mega Pascales
- XIII. (MJ) Megajulios
- XIV. (Kg) Kilogramos
- XV. (EXW) En fábrica o lugar convenido
- XVI. (FOB) Free on Board o libre a bordo
- XVII. (CIF) Cost Insurance and Freight o costo, seguro y flete
- XVIII. (COP) Peso colombiano
- XIX. (IVA) Impuesto al Valor Agregado
- XX. (CREE) Impuesto Sobre la Renta para la Equidad
- XXI. (TRM) Tasa de cambio representativa del mercado
- XXII. (h) Hora
- XXIII. (Kw) Kilovatio
- XXIV. (m) Metro
- XXV. (VPN) Valor Presente Neto
- XXVI. (TIR) Tasa Interna de Retorno
- XXVII. (PCS) Poder Calorífico Superior

INTRODUCCIÓN

La política colombiana para la gestión integral de residuos sólidos plantea tres objetivos fundamentales: minimizar la cantidad de residuos, aumentar el aprovechamiento racional de éstos y mejorar los sistemas de eliminación, tratamiento y disposición final [1]. Este marco legal permite incentivar en las industrias el manejo responsable de los residuos sólidos, el cual comprende desde el control de la generación, pasando por el almacenamiento y la recolección, el aprovechamiento y la disposición final.

En este sentido, la Universidad Industrial de Santander dentro de su Plan de Gestión Integral de Residuos – PGIR – realiza importantes esfuerzos enmarcados en la sostenibilidad y la responsabilidad ambiental frente a estos temas, promoviendo proyectos que contribuyan a la disminución del impacto al medio ambiente, el uso eficiente de los recursos, la prevención de riesgos ambientales y agregar valor a sus residuos, siendo todos estos últimos, objetivos de la política ambiental de la universidad. [2]

Este trabajo se basa en realizar un estudio de prefactibilidad técnico económico para la evaluación de alternativas que permitan el aprovechamiento y transformación de los residuos de papel y cartón en nuevos productos con valor agregado. Para esto se realizó un inventario general al interior de la universidad con el propósito de conocer la cantidad de residuos generados por las unidades académicas y administrativas seleccionadas. Estos residuos se clasificaron en cuatro (4) grupos o tipos de papel y se procedió a realizar una caracterización física y química que permitió seleccionar la materia prima adecuada para las alternativas tecnológicas propuestas, que la universidad podrá seleccionar para integrarla al Programa de Gestión Integral de Residuos – PGIR –

Dentro del aprovechamiento de los residuos sólidos de papel y similares, se plantean tres alternativas tecnológicas: la transformación del papel residual en nuevo papel, el uso del papel como materia prima para la elaboración de lápices y la elaboración de pellets de papel como combustible alternativo en las industrias locales. Las alternativas tecnológicas presentadas contribuyen a la disminución de la demanda de recursos naturales renovables y reducen el volumen de residuos de papel y cartón en la institución.

1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En la actualidad, la Universidad Industrial de Santander está generando aproximadamente 20 toneladas al año de residuos sólidos de papel, entre los que se encuentran el papel para impresión o papel archivo (PAR), papel periódico (PPE), papel laminado de folletos o plegadiza (PLE), cartón corrugado de embalaje (CAR), entre otros.

Esta situación puede transformarse en un problema ambiental, ya que la universidad no cuenta con un adecuado plan de manejo de residuos de papel y cartón. Actualmente estos residuos son entregados a una empresa recicladora, obteniendo un margen de ganancia moderado.

De acuerdo con lo anterior, es necesario dar un valor agregado al papel usado que se origina en las diferentes dependencias de la universidad. Para esto, se proponen tres alternativas tecnológicas que permiten el aprovechamiento de los residuos, las cuales se evaluaron mediante un estudio de prefactibilidad técnico económico para la adquisición y puesta en marcha de la tecnología necesaria para este propósito.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Seleccionar una alternativa tecnológica que permita el aprovechamiento de los residuos sólidos de papel y cartón generados en la Universidad Industrial de Santander.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

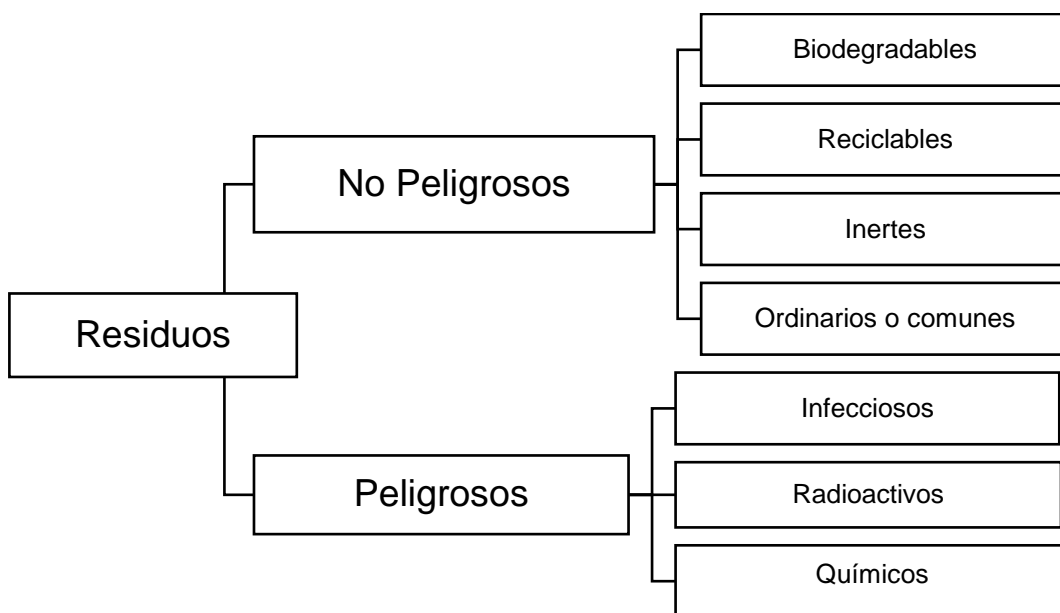
- Determinar la cantidad de residuos de papel y cartón producidos por las dependencias y unidades académicas seleccionadas de la Universidad Industrial de Santander.
- Caracterizar los residuos de papel y cartón mediante ensayos físicos y químicos de laboratorio, que permitan la selección de las alternativas tecnológicas adecuadas para el aprovechamiento de los residuos.
- Realizar el estudio de prefactibilidad técnico económico para cada una de las alternativas tecnológicas seleccionadas para el aprovechamiento de los residuos sólidos de papel.

3. ANTECEDENTES

3.1 CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS

El decreto 2676 del año 2000 en donde se reglamenta la gestión integral de residuos, realiza la siguiente clasificación que se muestra en la figura 1.

Figura 1. Clasificación de los residuos sólidos.



Para este proyecto se utilizaron los residuos no peligrosos reciclables, los cuales no representan ningún tipo de riesgo para la salud humana y/o el medio ambiente.

En la categoría, se encuentran entre otros: papel periódico, papel archivo, cartón, papel laminado, directorios, cartones de huevo, etc. Estos también se encuentran clasificados como residuos no peligrosos ordinarios o comunes. [3]

3.2 TIPO DE PAPEL QUE SE PUEDE RECICLAR

3.2.1 Archivo Limpio

En esta categoría se agrupan los pedazos de hojas de papeles de colores tenues, que parte de su superficie tengan impresión: hojas y recortes de archivos de papeles bond. Hojas de papel blanco cuya superficie fue escrita en varias tintas, listados de computador impresos o no, libres de papel carbón, o algún tipo de goma o pegante. [4]

3.2.2 Cartón Corrugado

Está conformado por láminas, cajas y pedazos de cartón usados del mercado nacional y desempaque de materiales importados procedentes del comercio, la industria, los supermercados y la recolección callejera, sin tratamiento químico parafinado o barnizado resistente a la humedad. [4]

3.2.3 Periódico

Periódico seco resultante de las casas editoriales y agencias distribuidoras que no haya sufrido deterioro por el uso, por acción del tiempo (amarillento) o esté impregnado de cualquier elemento contaminante. [4]

3.2.4 Directorios

Recortes y guías telefónicas, de recolección nacional o importada, sin lomo y separada por colores. [4]

3.2.5 Plegadiza o Papel Laminado

Cajas plegadizas, pedazos y papel laminado con o sin impresión, tubos de material gris, microcorrugado y plegadiza de recolección callejera con tratamiento químico, parafinado, laminados de metal o barnizado resistente a la humedad. [4]

3.3 USOS DEL PAPEL RECICLADO EN COLOMBIA

En Colombia, cerca de 500.000 toneladas anuales de residuos de papel y cartón son incorporadas nuevamente a los procesos de producción [5]. Esto equivale aproximadamente a 700 kg de fibras recicladas para la producción de una tonelada de papel y cartón [6].

3.3.1 Reutilización del papel en la fabricación de pulpas blanqueadas

Una técnica aplicada para la reutilización del papel es la denominada ECF (Elemental Chlorine Free) la cual consiste en la recuperación de las fibras de celulosa mediante separación en soluciones acuosas a las que se le incorporan sustancias químicas con el fin de eliminar la tinta. Esta técnica genera cantidades inferiores de compuestos policlorados que se caracterizan por tener baja hidrosolubilidad y alta persistencia y toxicidad. [7]

La empresa Smurfit Kappa Cartón de Colombia [8] tiene certificados ISO 14001:2004 y BASC para la producción de pulpas, papeles, cartones, cartulinas y empaques en la planta de Puerto Isaacs en Yumbo, Valle del Cauca, los cuales son producidos con la etiqueta FSC (Forest Stewardship Council) y son procesos libres de cloro.

3.3.2 Fabricación de papel “tissue” (Papel tisú)

Es un tipo de papel que se utiliza para hacer servilletas, papel higiénico, pañuelos de papel desechables, toallas de cocina, etc. Se caracteriza por su bajo gramaje (15 a 30 g/m²) y el proceso en su superficie que se denomina “crepado” el cual consiste en formar microarrugas para aumentar su suavidad.

Algunos procesos utilizan papel reciclado para su elaboración, tales como papel archivo y algunas revistas.

La incorporación de material reutilizable debe ser clasificado de acuerdo a su origen fibroso y los colores, para luego pasar a un dispositivo denominado “pulper”

el cual disgrega las fibras y las transforma en una pulpa. Ésta se transporta a una máquina depuradora centrífuga para eliminar elementos metálicos grandes. Luego pasa por un proceso de depuración en coladores presurizados para eliminar fragmentos y grumos de plásticos, y finalmente por un proceso de lavado y flotación para eliminar tintas y cargas minerales. [9]

En Colombia existe una planta de elaboración de papel tisú en el municipio de Gachancipá en Cundinamarca. La planta es de propiedad de la empresa chilena CMPC (Compañía Manufacturera de Papeles y Cartones) y cuenta con una producción de 28 mil toneladas anuales de diversos tipos de este papel. Está equipada con activos industriales de clase mundial.

3.3.3 Elaboración de materiales cerámicos

Aunque está en fase de desarrollo, ya es posible fabricar productos cerámicos utilizando como materia prima el papel reciclado. Estudiantes de doctorado del Departamento de Química de la Universidad Nacional han propuesto una metodología para que el papel reciclable proporcione una mayor resistencia al gres porcelánico. De acuerdo con los resultados obtenidos, no se afectan las propiedades en el producto cocido ni se incrementa la porosidad del material. Esto permite hacer baldosas cerámicas más delgadas y grandes; las fibras de papel detienen el crecimiento de una grieta, anclándola, evitando así que se propague y ensanche [10].

Una empresa privada de Europa patrocina el proyecto y no permite revelar detalles de la investigación. Sin embargo, se planteó la construcción de una planta piloto para probar cómo se manifiesta su desarrollo a escala industrial.

3.3.4 Procesos innovadores

Existen proyectos para hacer artesanías con papel reciclado, como la elaboración de muebles con los diferentes tipos de papel que se pueden reciclar. El papel

reusado es empleado como estructura, como piel y también como diseño gráfico exterior, mediante el uso de diferentes técnicas de acabados [11].

3.4 INDICADORES FINANCIEROS

3.4.1 TASA DE OPORTUNIDAD

La tasa de oportunidad es la tasa de interés mínima a la que el gestor o el inversor está dispuesto a ganar al invertir en un proyecto. Hay que tener claras las técnicas y herramientas utilizadas para desarrollar y evaluar el proyecto, ya que si la tasa de oportunidad es inadecuada, se podrán hacer interpretaciones falsas. Esta tasa ayuda a calcular el valor presente neto de los flujos futuros de la caja del proyecto y es la rentabilidad mínima que se le debe exigir al proyecto para tomar la decisión adecuada de inversión [12].

3.4.2 VPN

El Valor Presente Neto (VPN) es la herramienta empleada en el análisis fundamental para la consideración del valor temporal del dinero a la hora de evaluar entre los diferentes proyectos de inversión disponibles para una empresa a largo plazo. Permite evidenciar de manera directa la utilidad que se genera en el proyecto a comparación con una utilidad de inversión de mínimo riesgo que es la que representa la tasa de oportunidad del inversionista [12].

3.4.3 TIR

La Tasa Interna de Retorno (TIR) es una tasa de rendimiento utilizada para medir y comparar la rentabilidad de las inversiones. Esta tasa de descuento hace que el valor presente neto sea igual a cero. El término interno se refiere al hecho de que su cálculo no incorpora factores externos (por ejemplo, la tasa de interés o la inflación). Si la TIR supera la tasa de oportunidad, se acepta la inversión; en caso contrario se rechaza [12].

3.4.4 Flujo de Caja

Son las variaciones de entradas y salidas de caja o efectivo, en un período dado para una empresa. Constituye un indicador importante de la liquidez de una empresa. El flujo de caja se analiza a través del Estado de Flujo de Caja cuyo objetivo es proveer información relevante sobre los ingresos y egresos de efectivo de una empresa durante un período de tiempo. [13].

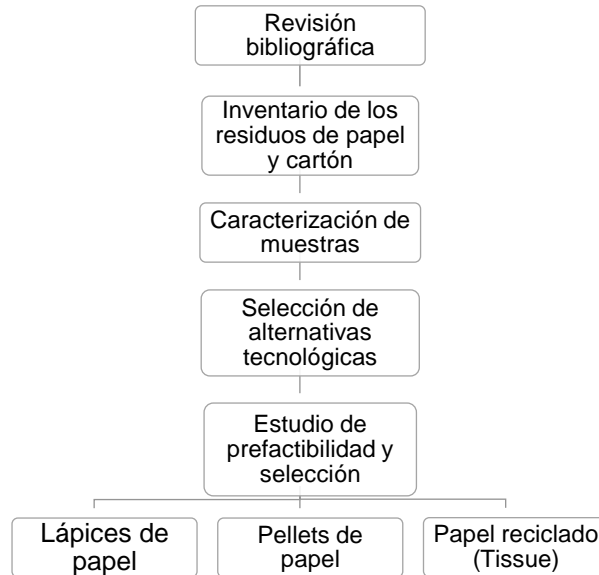
3.4.5 Análisis de sensibilidad

Es una herramienta financiera para el proceso de medición de variables que afectan el desarrollo del proyecto de inversión. Tiene como finalidad evaluar el impacto que los datos de entrada o de las restricciones especificadas a un modelo definido, tienen en el resultado final o en las variables de salida del modelo [14].

4. METODOLOGÍA

En la figura 2 se muestra el desarrollo experimental del alcance de este trabajo.

Figura 2. Diagrama del Desarrollo Experimental



4.1 INVENTARIO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DE PAPEL Y CARTÓN POST-CONSUMO

Actualmente la Universidad Industrial de Santander hace la recolección interna de los residuos sólidos de papel y cartón por intermedio de Planta Física, para luego ser entregada a la empresa EDEPSA, la cual se encarga de la recepción, transporte y disposición final del material. Los datos se obtuvieron mediante la revisión de los registros que lleva la universidad de la entrega de residuos sólidos de papel y cartón a la empresa EDEPSA. Al interior del campus no hay acciones claras referentes a la recolección del papel y el cartón post-consumo, por lo que los datos no abarcan la totalidad de las dependencias y unidades académicas que pertenecen a la universidad.

Teniendo en cuenta lo anterior, se ubicaron dentro de la universidad recipientes debidamente identificados para cuantificar la generación de residuos de papel y cartón en la Escuela de Ingeniería Química y CAPRUIS (Caja de Previsión Social de la UIS). En estos recipientes los funcionarios administrativos depositaron papeles impresos por ambas caras, papel periódico, cajas pequeñas de cartón, entre otros. El registro se realizó pesando el material. La recolección de los datos se llevó a cabo en un lapso de tiempo de un mes. Se realizó una inspección visual para determinar qué grupos o tipos de papel son los más utilizados por la universidad.

4.2 CARACTERIZACIÓN DEL PAPEL

4.2.1 Gramaje

Indica la cantidad de masa por unidad de área. Se tuvo en cuenta el procedimiento sugerido en la norma técnica NTC 5342 para realizar el muestreo y la norma técnica NTC 5280 para la determinación del gramaje.

Se tomaron cuatro (4) muestras al azar de cada uno de los cuatro (4) tipos de papel seleccionados. Las dimensiones de la probeta fueron de 60 mm en sentido transversal y 60 mm en sentido longitudinal. La medición de la masa se realizó con una balanza marca Precisa XB 220A.

4.2.2 Espesor

También conocido como calibre del papel. La medición de cada uno de los tipos de papel seleccionado se realizó con un calibrador digital marca FOWLER 54-100-067-1 6"/150MM ULTRA-CAL V IP67.

4.2.3 Resistencia a la ruptura

La prueba permitió determinar cuál tipo de papel (papel periódico y papel archivo) es el adecuado para utilizarlo como materia prima, por medio del análisis del porcentaje límite de deformación, que indica el mayor esfuerzo que se puede aplicar al material sin causar una deformación permanente. También se evaluó la tensión máxima soportada por el material hasta su punto de ruptura.

Los ensayos de tensión se realizaron en el equipo de análisis mecánico diferencial DMA Q800. Para estos ensayos, se requirió establecer parámetros iniciales de temperatura, tensión inicial y porcentaje de elongación para simular las condiciones a las que está expuesto el papel. [15]

4.2.4 Poder Calorífico Superior

El equipo utilizado fue el PARR 6200 CALORIMETER el cual determinó el poder calorífico de cada una de las muestras de papel. Previamente, cada tipo de papel se llevó a un molino de hojas marca STANDARD MODEL N°3 para disminuir su tamaño de partícula a 1 mm. Posteriormente se tomaron muestras de 1 g de cada tipo de papel molido para hacer dos probetas cilíndricas en forma de pastillas en una prensa CARVER LABORATORY FRESS MODEL C.

4.2.5 Análisis Termo-gravimétrico

Se midió el contenido de humedad, cenizas, material volátil y carbono fijo de las muestras seleccionadas anteriormente. Las pruebas se realizaron en el equipo TA INSTRUMENTS TGA 2050. Los resultados de cada una de las propiedades mencionadas anteriormente en esta prueba, se obtuvieron mediante el análisis de las gráficas proporcionadas por el equipo.

4.3 ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

4.3.1 Descripción de alternativas

El estudio inició con la selección de las alternativas tecnológicas disponibles. La elección se realizó teniendo en cuenta los requerimientos mínimos que necesita cumplir la materia prima para ser utilizada en los equipos, y luego se estimó la cantidad de materia prima que cumple estos requisitos. Los requerimientos de la materia prima se contrastaron con los resultados de la caracterización de los residuos de papel y cartón. Una vez seleccionadas las alternativas, se hizo una descripción detallada de las etapas involucradas en el proceso.

4.3.2 Flujos de Caja

Posteriormente, se construyó el flujo de caja para cada una de las alternativas seleccionadas, teniendo en cuenta los ingresos generados, inversión inicial, los costos fijos y variables, utilidades netas, impuestos, entre otros. Cada una de las alternativas se proyectó con una vida útil de diez (10) años. Las proyecciones de los costos e ingresos se realizaron teniendo en cuenta el promedio de la inflación de los últimos cinco (5) años; los ingresos de cada una de las alternativas se proyectaron de acuerdo al crecimiento en su respectivos mercados.

Con los flujos de caja estimados se calcularon los indicadores financieros necesarios para realizar la evaluación y selección de la alternativa tecnológica más viable.

El desarrollo y los cálculos para determinar el flujo de caja, el VPN y la TIR de cada alternativa tecnológica, se realizaron en el programa *EXCEL de MS OFFICE 2010®*.

4.4 EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS

4.4.1 Evaluación de las Alternativas Tecnológicas utilizando los indicadores financieros VPN y TIR

La evaluación se llevó a cabo teniendo en cuenta los indicadores financieros de Valor Presente Neto (VPN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR), manteniendo la Tasa de Oportunidad igual para cada una de las alternativas.

Estos indicadores permitieron evaluar la capacidad de las diferentes alternativas tecnológicas para generar flujos de efectivo positivos, para cumplir con las obligaciones adquiridas y repartir utilidades en efectivo.

4.4.2 Análisis de Sensibilidad

Se realizó con aquellas alternativas tecnológicas cuyos valores presentes netos fueron positivos. Se estableció una variable crítica que influye significativamente en el proceso de elaboración de cualquiera de los productos y en la Tasa Interna de Retorno (TIR). Se escogió este indicador debido a que es uno de los parámetros decisivos en la selección de la alternativa tecnológica más viable.

El análisis de sensibilidad se realizó teniendo en cuenta el impacto de la disminución de la materia prima disponible en la Tasa Interna de Retorno

El límite inferior se fijó teniendo en cuenta un porcentaje de reducción inicial del 5% anual en el papel y cartón residuales generados en la universidad. Para el límite superior se tuvo en cuenta una disminución del 10% en los residuos.

Estos valores se tomaron teniendo en cuenta la directiva presidencial 04 de 2012 en la cual se establecen las buenas prácticas para reducir el consumo de papel [16].

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.1. INVENTARIO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DE PAPEL Y CARTÓN POST-CONSUMO

Con la clasificación del papel y cartón reciclable consultada en la revisión bibliográfica y la observación en los lugares internos de recolección de papel definidos previamente, se determinó que la universidad cuenta con cuatro (4) grandes grupos de residuos de papel, los cuales son: papel archivo o papel de impresión (PAR), papel periódico (PPE), plegadiza o papel laminado (PLE) y cartón corrugado (CAR).

Tomando un periodo de diez meses de labores anuales, la producción de residuos de papel y cartón es equivalente a veinte (20) toneladas por año, aproximadamente (ver Anexos A y B). Las dependencias que más producen residuos sólidos de papel y cartón, son Planta Física y Publicaciones, debido a sus actividades misionales en la institución.

Los resultados obtenidos (Ver Tabla 1) indican que la universidad está produciendo mensualmente 1911 kilogramos aproximadamente de los tipos de papel seleccionados para este proyecto.

Tabla 1. Generación de residuos en las dependencias seleccionadas durante un mes.

DEPENDENCIA	RESIDUOS OBTENIDOS [Kg/mes]				
	Papel Archivo	Cartón	Periódico	Plegadiza	
Publicaciones	535	0	78	239	
CAPRUIS	38	72	0	0	
Planta física	200	505	52	184	
Escuela de Ing. Química	5	0	2	1	
Totales	778	577	132	424	1911

5.1.1 SITUACIÓN ACTUAL

La universidad entrega los residuos sólidos de papel y cartón a la empresa EDEPSA, la cual es la encargada de la recepción, transporte y disposición final del material. La universidad recibe en el año 2014 aproximadamente \$ 1.615.500 de pesos anuales por concepto de venta de los residuos. Este ingreso depende de la cantidad de papel y cartón que se recolecte y de los precios por kilogramo de cada uno de los tipos de papel. (Ver Anexo Q)

5.2 CARACTERIZACIÓN DEL PAPEL

De acuerdo con los resultados obtenidos que se presentan en la tabla 2, el cartón es el residuo con mayor gramaje. (Ver Anexo C). Todas las muestras utilizadas presentaron resultados similares a los reportados en la bibliografía consultada y los datos proporcionados por los fabricantes [17] [18].

Las mediciones del espesor o calibre se realizaron para todas las muestras de papel y cartón. En el caso del cartón, las ondulaciones propias del material dificultaron las mediciones. Los resultados obtenidos determinaron que el cartón es el tipo de residuo con mayor espesor. No existen diferencias significativas en el espesor para el papel periódico y el papel archivo. Para la muestra de papel plegadiza o papel laminado, su espesor aumenta debido a la capa extra de plástico añadida durante el proceso de estucado y calandrado [19].

Las pruebas de resistencia a la tensión no se realizaron para el cartón y el papel plegadiza o laminado debido a que se descartaron con anterioridad por su elevado espesor y gramaje.

Con los datos obtenidos para las pruebas de tensión y límite de deformación se estimó que el papel archivo es el que soporta mayor tensión (48,27 MPa), aunque su límite de deformación promedio es bastante bajo por su rigidez (1,64%). El papel periódico presenta una resistencia a la tensión baja (8,24 MPa), comparado con el papel archivo, pero su límite de deformación promedio es mayor (2,22%). (Ver Anexo D).

Estos resultados le confieren al papel importantes características como materia prima para elaborar diferentes artículos en los que se incluyan procesos de tensión y doblaje.

De acuerdo con los resultados obtenidos en la prueba de poder calorífico superior, los cuatro tipos de papel y cartón seleccionados presentaron valores similares de PCS a los reportados en la literatura para compuestos de biomasa como madera (16,7 MJ/Kg), cascarilla de arroz (17,3 MJ/Kg), cáscara de almendra (19,9 MJ/Kg) [20], entre otros. (Ver Tabla 3)

Tabla 2. Resultados de las pruebas de caracterización de los diferentes tipos de papel.

	Papel Periódico	Papel Archivo	Cartón	Plegadiza
Gramaje [g/m²]	49,00 ± 0,007	62,00 ± 0,001	616,00 ± 0,007	152,00 ± 0,001
Espesor [cm]	0,09 ± 0,001	0,09 ± 0,001	3,39 ± 0,001	0,14 ± 0,001
Límite de Deformación [%]	2,22 ± 0,275	1,64 ± 0,024	-	-
Resistencia a la ruptura [Mpa]	8,24 ± 1,287	48,27 ± 4,506	-	-
Poder Calorífico Superior [MJ/Kg]	18,49 ± 0,005	14,38 ± 0,01	16,03 ± 0,035	12 ± 0,065

El papel periódico es la muestra que presenta mayor poder calorífico superior, y es el valor más cercano al carbón utilizado en las calderas industriales, el cual presenta un PCS de 31,4 MJ/kg (Ver Anexo G).

Tabla 3. Diversos valores de Poder Calorífico Superior para algunas sustancias

Sustancia/Compuesto	PCS [MJ/Kg]
Carbón	31,4
Cáscara Almendra	19,9
Cáscara de Cacahuete	17,8
Cascarilla de arroz	17,3
Bagazo de caña de Azúcar	22,4

Con los resultados presentados en la tabla 4, se determinó que el tipo de papel denominado plegadiza es el que tiene mayor contenido de ceniza. Esto se debe al proceso de elaboración y el recubrimiento de plástico en las caras del papel, el cual contiene caolín y carbonato cálcico. [19]

El contenido de humedad de todas las muestras es bajo (menor al 30%). También se determinó que los porcentajes en ceniza y carbón fijo son bajos (en algunos es de cero) y el porcentaje de volátiles que favorecen la ignición son altos (sobre el 80%). Estos datos son similares a los reportados en la literatura para biomásas más usadas en la industria como generadoras de energía (Ver Anexo E y F) [21].

Los resultados mencionados ratifican que los residuos de papel y cartón reciclado tiene un gran potencial como combustible alternativo para la generación de energía.

Tabla 4. Resultados del análisis Termo-Gravimétrico para las muestras seleccionadas.

Tipo de Papel	Peso [mg]	% Humedad	% Volátiles	% Carbón fijo	% Cenizas
Papel Archivo	15,31	10,61	82,00	0,00	7,83
Papel Periódico	12,38	13,39	86,17	0,00	0,00
Plegadiza	6,64	6,09	70,62	0,00	23,58
Cartón	10,08	12,36	81,10	0,52	6,01

5.3 ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

5.3.1 Descripción de las alternativas tecnológicas

A continuación se presentan las tres (3) alternativas tecnológicas que se consideraron para este proyecto, las cuales buscan dar un valor agregado a los residuos sólidos de papel y cartón generados por la universidad. (Ver Anexos H, K, N)

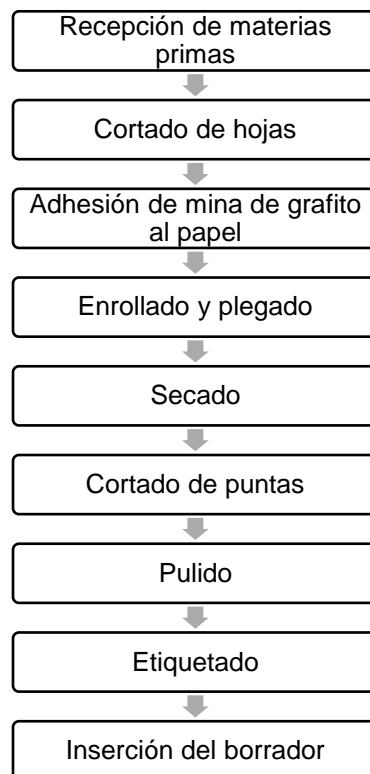
- **Alternativa 1: Elaboración de lápices de papel.**

Esta opción ofrece valor agregado a las hojas de papel archivo y papel periódico resultantes, al elaborar un producto escolar de uso masivo como son los lápices.

La planta consta de seis máquinas individuales ubicadas en forma secuencial, las cuales se encargan de transformar el papel seleccionado en nuevos productos.

El proceso de producción se encuentra detallado en la figura 4. Requiere de treinta (30) metros cuadrados para su instalación.

Figura 3. Diagrama BFD para el proceso de fabricación de lápices de papel



Este producto tiene un mercado potencial dentro de la universidad, dirigido hacia el consumo por parte de los estudiantes universitarios y como material publicitario en campañas ecológicas institucionales.

Se seleccionó esta alternativa debido a las características físicas del papel archivo y papel periódico para soportar tensiones moderadas. La selección del papel para esta alternativa se estimó teniendo en cuenta el espesor del papel máximo que recibe la máquina y la resistencia a la ruptura, ya que el papel debe soportar una tensión en el momento en que ingresa a la máquina de enrollado.

Una vez escogidas las materias primas que se requieren, se procede a realizar el corte en piezas del tamaño adecuado. Para este proceso se requiere una **Máquina Manual de Cortado**. Seguidamente se inserta la mina de grafito doblando sobre la mina un extremo de la pieza de papel.

Posteriormente el papel cortado se inserta en la **Máquina Automática de Enrollado y Pegado de Lápices**, la cual recibe el papel cortado y lo enrolla alrededor de la mina de grafito. En esta máquina se adiciona el pegante que ayuda a mantener la forma cilíndrica del lápiz y su estructura.

Finalizado el proceso anterior, los lápices ya hechos pasan a la **Máquina de Secado** para retirar la humedad presente del pegante. Luego de secar los lápices, se procede a llevarlos a la **Máquina de Cortado de Puntas** en donde la estructura del lápiz toma la forma cónica característica en la punta, para su posterior uso en la escritura.

Con las puntas ya definidas, los lápices siguen el proceso en la **Máquina de Pulido con Colector de Polvos**, en donde se pulen las imperfecciones en el cuerpo del lápiz, se eliminan secciones sueltas y se le da un acabado óptimo. El colector de polvos es indispensable para evitar la contaminación en el área de trabajo y posibles enfermedades respiratorias en los operadores de los equipos.

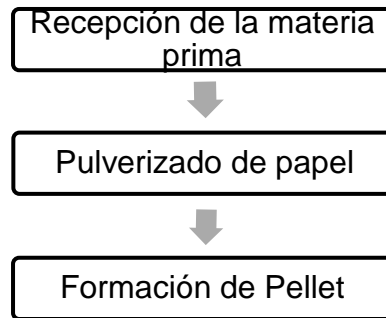
Finalmente se utiliza la **Máquina de Etiquetado** la cual coloca una envoltura plástica degradable y personalizada para el cuerpo del lápiz.

- **Alternativa 2: Elaboración de pellets de papel.**

Esta alternativa utiliza el papel archivo, papel periódico y cartón reciclado en la universidad para fabricar pellets.

Se plantea como una posible solución al problema de la dependencia a los combustibles fósiles, ya que los residuos seleccionados poseen características físicas y químicas que pueden ser aprovechadas como combustible alternativo.

Figura 4. Diagrama BFD para el proceso de fabricación de pellets de papel



La planta está formada por dos máquinas secuenciales en las que se desarrolla todo el proceso de producción. Requiere de diez (10) metros cuadrados para su instalación.

Su mercado va enfocado en las empresas que se encuentren en la ciudad de Bucaramanga y que usen carbón mineral o biomasa como fuente de energía.

Después de la caracterización y posterior selección de la materia prima que se utilizará, se procede a introducirla en la máquina **Pulverizadora de papel** para reducir considerablemente el tamaño del papel.

Luego se agrega el papel triturado a la **Máquina Pelletizadora**, la cual se encarga de compactar el papel sin necesidad de agua o algún aditivo hasta formar los pellets según el diámetro requerido.

- **Alternativa 3: Elaboración de papel tissue (papel tisú)**

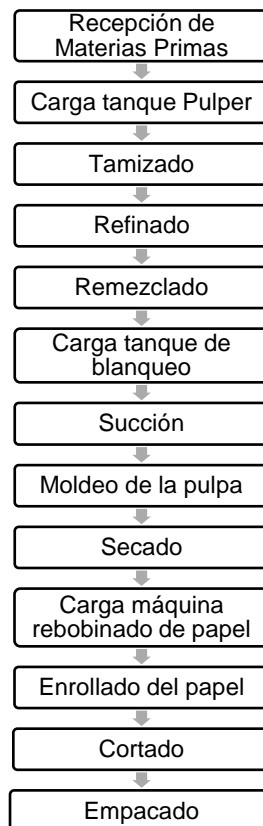
Esta alternativa pretende dar valor agregado a las hojas de papel archivo, periódico y cartón, recolectado en la universidad para producir papel “tissue” utilizado en la fabricación de rollos de papel higiénico. En la figura 5 se presenta el diagrama de los procesos involucrado en la elaboración de papel tisú.

La planta está formada por 23 equipos. El montaje de la planta, el área necesaria para la instalación de los equipos y el proceso de producción, se determinan mediante concepto técnico emitido por el ingeniero de soporte que el proveedor envía. Se estima que se requieren doscientos (200) metros cuadrados para su instalación.

La implementación de esta alternativa supone el abastecimiento de este tipo de papel dentro de la universidad, en todos los sitios que se requiera.

Se pueden hacer rollos de papel, aunque pueden fabricarse servilletas para manos realizando algunas modificaciones y cambiando algunos dispositivos en la planta.

Figura 5. Diagrama BFD para el proceso de fabricación de papel tissue



El proceso inicia con la selección de la materia prima que ingresa a una piscina donde se encuentra el **Tanque Pulper**.

Este tanque homogeniza todo el material. La pulpa se pasa a través de un **Tamizador con Vibración** el cual separa material sólido contaminante del papel, grapas, clips, entre otros.

El material que sale del tamizador, se lleva a una máquina de **Refinación de Pulpa** para disminuir el tamaño de fibra. Posteriormente la pulpa se lleva a un **Remezclador** para evitar la precipitación.

La mezcla obtenida se carga al **Tanque de Blanqueo**. Aquí en este proceso se agregan agentes químicos para obtener el color blanco deseado. En este tanque está incluido un **Mezclador Horizontal** el cual produce una película uniforme de la pulpa. El tanque de blanqueo se descarga mediante una **Bomba al Vacío**, la cual hace una succión a través de una **Caja de Succión** que le da la forma adecuada.

La pulpa formada en láminas y seca se traslada a la **Máquina Automática de Rebobinado** la cual va enrollando el papel mediante diferentes rodillos a lo largo de la máquina hasta llevarlo al rodillo de bobinado de papel que se encarga de llevar el rollo a un determinado diámetro.

El rollo de papel se corta en una **Máquina de Cortado** que le da las dimensiones características de un rollo de papel tisú. Los rollos más pequeños se llevan a la **Máquina de Empacado** la cual recubre el rollo con una cubierta plástica.

En esta parte del proceso se pueden realizar modificaciones en la máquina para cambiar el tamaño del rollo, las dimensiones de las hojas y la presentación final.

5.3.2 Flujos de Caja

En la tabla 5 se presenta una comparación entre diferentes elementos que componen los flujos de caja para todas las alternativas seleccionadas y para la situación actual, en el primer año de trabajo. (Ver Anexos I, L, O)

Tabla 5. Resultados del Estudio de Prefactibilidad para el año 1 de las alternativas tecnológicas seleccionadas

	Situación Actual	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
	Venta del papel y cartón a la empresa EDEPSA	Elaboración de lápices de papel	Elaboración de pellets de papel	Elaboración de papel tissue
Papel y cartón utilizado (Ton)	19	9	15	15
Unidades producidas	19 Toneladas	1.539.217 Lápices	15 Toneladas	972.500 Rollos
Precio Unidad	Depende del tipo de residuo	\$ 180	\$ 104.000	\$ 600
Número de trabajadores	-	2	1	6
Localización	Campus Central	Campus Central	Campus Central	Campus Central
Número de equipos	-	6	2	23
Área de la planta [m2]	-	30	10	200
Servicios Industriales necesarios	-	Energía Eléctrica	Energía Eléctrica	Energía Eléctrica, Agua, Gas, Vapor
Inversión inicial	\$ -	\$ 159.045.601	\$ 25.402.540	\$ 479.390.944
Ingresos	\$ 1.615.500	\$ 307.843.392	\$ 1.546.480	\$ 583.500.000
Costo Insumos (otras materias primas)	\$ -	\$ 84.007.299	\$ -	\$ 284.000
Costo Mano de Obra	\$ -	\$ 46.356.144	\$ 13.366.414	\$ 139.068.432

Costo Servicios	\$ -	\$ 7.475.345	\$ 5.019.618	\$ 181.234.368
Costo Mantenimiento	\$ -	\$ 1.931.421	\$ 187.968	\$ 9.950.096
Utilidad Neta	\$ 1.615.500	\$ 64.356.714	(\$ 9.154.238)	\$ 112.890.592
VPN (a 10 años de vida útil)	\$ 14.837.469	\$ 340.452.297	(\$ 83.634.620)	\$ 610.427.551
TIR (a 10 años de vida útil)	-	45%	-	31%

Se puede apreciar que la alternativa 2 requiere de un área de diez (10) metros cuadrados para la instalación de dos (2) equipos, mientras que la alternativa 1 requiere treinta (30) metros cuadrados para la ubicación de los seis equipos necesarios. Estas alternativas son las que demandan menos espacio para su operación.

La alternativa 3 necesita doscientos (200) metros cuadrados para la instalación de los equipos, y una intervención en obras civiles básicas a la infraestructura que permitan la correcta operación de los equipos. Esto supone un problema de espacio, y dificulta la selección de esta opción.

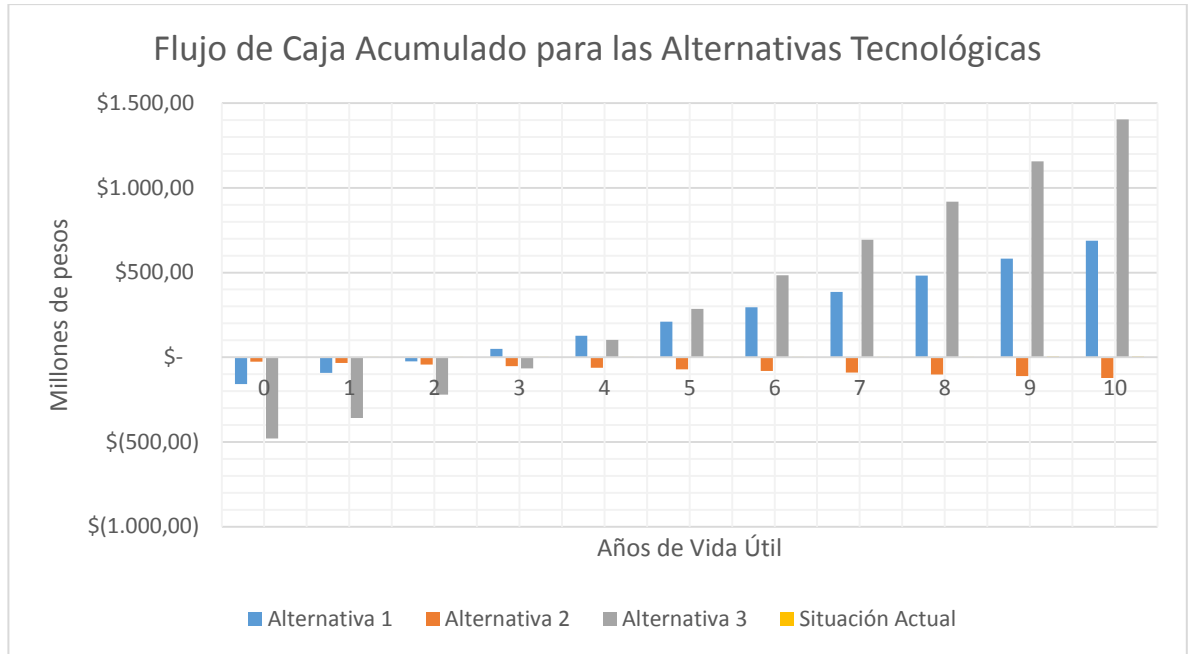
De igual forma, las alternativas 1 y 2 solamente requieren energía eléctrica como servicio industrial. La alternativa 3 requiere la instalación de una caldera de vapor para alimentar el proceso, por lo que se requieren servicios adicionales tales como agua y gas, lo que incrementa los costos variables.

Las alternativas 2 y 3 son las que aprovechan mayor cantidad de residuos de papel y cartón (aproximadamente el 77%), mientras que la alternativa 1 utiliza el 48% del total de residuos sólidos utilizados en este proyecto.

De acuerdo con los resultados obtenidos, las alternativas viables desde el punto de vista de los indicadores económicos VPN y TIR son la 1 y la 3, pues son las que evidenciaron mejores pronósticos en la vida útil de los proyectos.

En la figura 6 se observan los flujos de caja durante la proyección de la vida útil de las tres alternativas tecnológicas y se incluye la venta de los residuos a la empresa EDEPSA o situación actual.

Figura 6. Flujos de caja para cada una de las alternativas tecnológicas



5.4 EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS

5.4.1 Evaluación de las Alternativas Tecnológicas utilizando los indicadores financieros VPN y TIR

Los resultados obtenidos del cálculo del VPN y la TIR a partir del análisis de los flujos de caja de cada una de las alternativas tecnológicas se muestran en la tabla 6.

Tabla 6. Valores de VPN y TIR para cada una de las alternativas tecnológicas

	VPN	TIR
Alternativa 1	\$ 340.452.297	45%
Alternativa 2	-\$83.634.620	-
Alternativa 3	\$610.427.551	31%

Para la alternativa tecnológica 1, la TIR equivale a 45% debido a su alta rentabilidad, ya que en el segundo año se obtienen flujos de caja positivos. Se observó que la inversión inicial es baja, comparada con las utilidades netas al finalizar el segundo año y su VPN es de más de trescientos millones de pesos, por lo que es una alternativa con excelente rendimiento.

La alternativa tecnológica 2 no es viable debido a que presentan valores negativos en su VPN a lo largo de toda la vida útil del proyecto; no presenta margen de ganancia y su rentabilidad es negativa, por lo que la TIR no se calcula. Los flujos de caja negativos se deben a la baja cantidad de materia prima que la universidad produce y que el precio por tonelada para los pellets de papel es considerablemente bajo, por lo que el proyecto sólo se soporta con elevados volúmenes de producción de papel y cartón reciclado.

La alternativa tecnológica 3 presentó valores de flujo de caja positivos con una TIR del 31%, lo cual es aceptable, teniendo en cuenta su elevada inversión inicial. Además, el valor presente neto de la inversión es de más de seiscientos millones de pesos, lo que convierte a esta alternativa en una opción atractiva de inversión.

5.4.2 Análisis de Sensibilidad

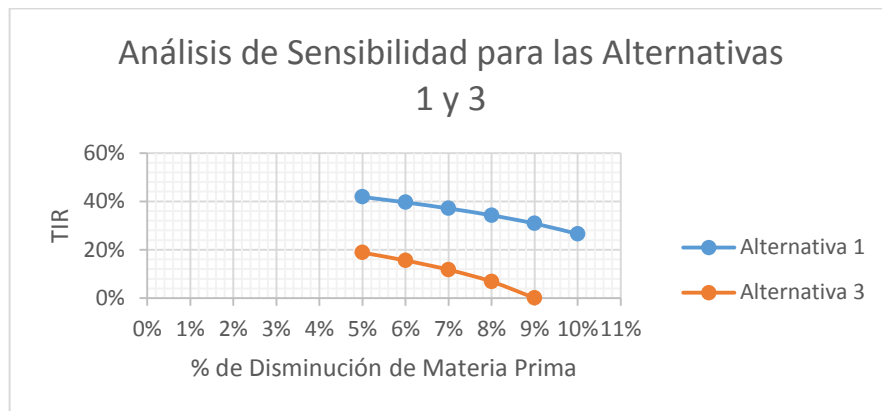
En la tabla 7 se muestra los porcentajes de disminución de materia prima y el comportamiento de la TIR para cada uno de estos.

Tabla 7. Comportamiento de la TIR con respecto a la disminución de materia prima

% Disminución	TIR Alternativa 1	TIR Alternativa 3
5%	42%	19%
6%	40%	16%
7%	37%	12%
8%	34%	7%
9%	31%	0%
10%	27%	-

En la figura 7 se puede apreciar que la alternativa 1 es la que mejor soporta la disminución de materia prima en el tiempo. Se observa una variación de 15 puntos en la TIR si la disminución de materia prima llega al 10% en los años de vida útil.

Figura 7. TIR vs % de Disminución de la Materia Prima



Aunque la alternativa 3 presenta una TIR favorable en la proyección de la vida útil del proyecto, sólo soporta una disminución máxima del 9% de la materia prima hasta que el retorno de capital se hace cero. La variación de la TIR es de 19 puntos cuando se presenta una disminución del 9% en la materia prima. Esto indica que la viabilidad del proyecto se ve comprometida en el largo plazo por las políticas de la universidad en torno a la disminución de papel promovida por los proyectos adelantados por el PGIR.

6. CONCLUSIONES

El inventario realizado de la producción de residuos de papel y cartón determinó que se producen aproximadamente veinte toneladas anuales de éstos. Se estableció que la cantidad de residuos de papel que se producen en la Universidad Industrial de Santander es baja, si se quieren aprovechar los mismos como fuente de energía para las industrias locales, o si se utiliza en la elaboración de papel tisú.

Los resultados de la caracterización de los residuos de papel y cartón seleccionados para este proyecto, mostraron que presentan valores de poder calorífico superior similares a los reportados por la literatura para la biomasa, por lo que se convierten en una potencial fuente de cogeneración de energía en alternancia con los combustibles utilizados en la actualidad.

Los indicadores financieros utilizados en el estudio de prefactibilidad desarrollado en este trabajo, muestran una tendencia positiva hacia la adquisición de la tecnología necesaria para la elaboración de lápices de papel. Se evidenció una recuperación de la inversión inicial en el segundo año de producción, con una alta tasa de retorno de la inversión, y un aumento significativo de las utilidades producidas por la alternativa tecnológica.

Los elementos, equipos y maquinaria que hacen parte de las diferentes plantas presentadas en este trabajo de grado, están destinados a reciclar diferentes tipos de papel para incorporarlos en la elaboración de nuevos productos. Por lo tanto, este material se estaría dejando de disponer en los rellenos sanitarios y se contribuye al aumento de la vida útil de estos.

7. RECOMENDACIONES

Debido a los resultados obtenidos en el inventario de los residuos de papel y cartón, se hace necesario elaborar un plan de gestión adecuado que permita la disminución y el aprovechamiento de estos materiales. Se debe realizar un estudio para construir centros de acopio para estos residuos y campañas de reciclaje acordes con los planes de aprovechamiento.

La caracterización permitió determinar que el papel laminado o recubierto con material polimérico (PLE) se considera de difícil aprovechamiento, por lo que la universidad debe estimular la reducción completa de este papel al interior del campus y sus sedes.

Debido a la responsabilidad ambiental adquirida, se debe revisar la legislación actual para hacer el proceso de acreditación de las operaciones de elaboración de artículos a partir de papel reciclado planteadas, con el fin de obtener el beneficio de exclusión del impuesto sobre las ventas.

Es importante resaltar el impacto que genera la elaboración de lápices de papel para la universidad, ya que éstos pueden ser utilizados como medio de promoción de la imagen institucional o como herramienta de responsabilidad social con la región. Es por esto que en las etapas posteriores de este trabajo, se debe establecer con más detalle el impacto económico y ambiental de la aplicación de esta tecnología. Es posible que el material producido pueda entregarse de manera gratuita en entidades públicas, promocionando los planes de gestión ambiental de la universidad.

CITAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL, «Marco Político para las GIRS en Colombia» Documento en línea consultado el día 10 de Junio de 2014, http://ingenieria.uao.edu.co/gral/presentaciones_gral/conferencia_central/P%20%20RS%20marco%20politico%20visi%F3n%20ambiental.pdf.
- [2] UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, «Manual de Gestión Integrado : Procesos de la Universidad Industrial de Santander» Documento en línea consultado el día 10 de Junio de 2014, <https://www.uis.edu.co/intranet/calidad/documentos/direccion%20institucional/MANUAL%20DE%20CALIDAD/MDI.01.pdf>, 2007.
- [3] GOBIERNO NACIONAL DE COLOMBIA, «Decreto 2676 de 2002. Por el cual se reglamenta la gestión integral de los residuos hospitalarios y similares.» Documento en línea consultado el 22 de Junio de 2014, <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=11531>, 2002.
- [4] FIBRAS NACIONALES, «Página Web,» Consultada el día 14 de Junio de 2014, <http://www.fibrasnacionales.com.co/>, 2014.
- [5] MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL, «Mesa Nacional de Reciclaje» Documento en línea consultado el 23 de Julio de 2014, http://www.anla.gov.co/documentos/4071_170909_mesa_nacional_reciclaje.pdf, 2007.
- [6] J. FUENTES LOPEZ y G. H. URIBE RESTREPO, «Aplicación de blanqueo TCF en mezclas de fibras químicas y mecánicas recicladas: Alternativa para la industria papelera.» *ENERGÉTICA*, nº 42, p. 12, 2009.
- [7] GRUPO GALGANO, «Nuevas tecnologías en el reciclaje de residuos,» Documento en línea consultado el día 12 de Junio de 2014, http://www.ssreyes.org/acces/recursos/doc/Sansenet/1169975376_642009173724.pdf, 2004.
- [8] SMURFIT KAPPA CARTÓN DE COLOMBIA, «Página Web,» Consultado el día 13 de Agosto de 2014, <http://www.smurfitkappa.com/vhome/co/molinoscali/Paginas/Default.aspx>.

- [9] ELITE, «Página Web,» Consultado el día 23 de Julio de 2014, http://www.ecured.cu/index.php/Papel_tissue.
- [10] C. A. PATIÑO, «Crean cerámica con papel reciclado,» *Periódico Universidad Nacional*, p. 2, 12 Septiembre 2009.
- [11] «RETRAIN,» [En línea]. Available: <http://retrain.endekos.com/>. [Último acceso: 15 Septiembre 2014].
- [12] L. BLANK y A. TARQUIN, Ingeniería Económica, Mc Graw Hill, 1991.
- [13] A. ORIOL, EVA: Valor económico agregado. Un nuevo enfoque para optimizar la gestión empresarial, motivar a los empleados y crear valor., Bogotá: Grupo Editorial Norma, 2002.
- [14] D. R. EMERY, J. D. FINNERTY y J. D. STOWE, Principles of Financial Management, Pearson Education, 2011.
- [15] T. YOKOYAMA y K. NAKAI, «Tensile Stress-Strain Properties and Fracture Resistance of Paper and Paperboard,» *SEM: Society for Experimental Mechanics*, p. 8, 2006.
- [16] PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA, «Ministerio de la Tecnologías de la Información y las Comunicaciones,» 3 Abril 2012. [En línea]. Available: http://www.mintic.gov.co/portal/604/articles-3647_documento.pdf. [Último acceso: 12 Agosto 2014].
- [17] CORRUGADOS DE COLOMBIA, «Página Web,» Consultado el día 2 de Septiembre de 2014, <http://www.corrucol.com/productos>, .
- [18] ASHE S.A , «Página Web,» Consultado el día 10 de Julio de 2014, <http://www.ashe.com.co/catalogo-de-productos/papel/detail/1-papel/flypage/13-periodico.html?sef=hcfp>.
- [19] Svenska Cellulosa Aktiebolaget, «SCA: Svenska Cellulosa Aktiebolaget,» 15 Agosto 2013. [En línea]. Available: http://www.sca.com/Global/Publicationpapers/pdf/Brochures/Papermaking_E_S.pdf?epslanguage=en. [Último acceso: 12 Septiembre 2014].
- [20] MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO Y COMERCIO DE ESPAÑA, «Energías Renovables,» 20 Enero 2007. [En línea]. Available: http://www.energiasrenovables.ciemat.es/adjuntos_documentos/Biomasa.pdf. [Último acceso: 5 Septiembre 2014].

- [21] F. Nogués, Energía de la Biomasa Volumen I, Zaragoza: Prensa Universidad de Zaragoza, 2010.
- [22] Rubcn, «Retrain,» [En línea]. Available: <http://retrain.endekos.com/>. [Último acceso: 28 09 2014].
- [23] «Carbón Colombiano Forja su Futuro,» 26 Octubre 1998. [En línea]. Available: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-849320>. [Último acceso: 15 Septiembre 2014].

BIBLIOGRAFÍA

A.ORIOL, EVA: Valor económico agregado. Un nuevo enfoque para optimizar la gestión empresarial, motivar a los empleados y crear valor., Bogotá: Grupo Editorial Norma, 2002.

CORRUGADOS DE COLOMBIA, «Página Web,» Consultado el día 2 de Septiembre de 2014, <http://www.corrucol.com/productos>.

ELITE, «Página Web,» Consultado el día 23 de Julio de 2014, http://www.ecured.cu/index.php/Papel_tissue.

F. Nogués, Energía de la Biomasa Volumen I, Zaragoza: Prensa Universidad de Zaragoza, 2010.

GOBIERNO NACIONAL DE COLOMBIA, «Decreto 2676 de 2002. Por el cual se reglamenta la gestión integral de los residuos hospitalarios y similares.,» Documento en línea consultado el 22 de Junio de 2014, <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=11531>, 2002.

J. FUENTES LOPEZ y G. H. URIBE RESTREPO, «Aplicación de blanqueo TCF en mezclas de fibras químicas y mecánicas recicladas: Alternativa para la industria papelera.,» *ENERGÉTICA*, nº 42, p. 12, 2009.

L. BLANK y A. TARQUIN, Ingeniería Económica, Mc Graw Hill, 1991.

MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO Y COMERCIO DE ESPAÑA, «Energías Renovables,» 20 Enero 2007. [En línea]. Available: http://www.energiasrenovables.ciemat.es/adjuntos_documentos/Biomasa.pdf. [Último acceso: 5 Septiembre 2014].

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL, «Marco Político para las GIRS en Colombia» Documento en línea consultado el día 10 de Junio de 2014,

http://ingenieria.uao.edu.co/gral/presentaciones_gral/conferencia_central/P%20%20RS%20marco%20politico%20visi%F3n%20ambiental.pdf.

PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA, «Ministerio de la Tecnologías de la Información y las Comunicaciones,» 3 Abril 2012. [En línea]. Available: http://www.mintic.gov.co/portal/604/articles-3647_documento.pdf. [Último acceso: 12 Agosto 2014].

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, «Manual de Gestión Integrado: Procesos de la Universidad Industrial de Santander» Documento en línea consultado el día 10 de Junio de 2014, <https://www.uis.edu.co/intranet/calidad/documentos/direccion%20institucional/MANUAL%20DE%20CALIDAD/MDI.01.pdf>, 2007.

ANEXOS

ANEXO A. Tablas de Recolección de Residuos en la División de Planta Física

2013									
	Agosto			Septiembre			Octubre		
Residuo no peligroso	Cantidad	Precio Unid	Kg	Cantidad	Precio Unid	Kg	Cantidad	Precio Unid	Kg
Papel									
Cartón	307	70	X	207	70	X	884	70	X
Vidrio	204	20	X	461	20	X	491	20	X
Plástico							72	220	X
Chatarra	19	100	X	100	100	X	58	100	X
Archivo	193	120	X	101	120	X	382	120	X
Plegadiza	228	50	X	151	50	X	174	50	X
Periódico							59	50	X
Pet	228	120	X	252	120		197	120	X
Pasta				97	100	X			
Aluminio				15	500	X	5	500	X

2014						
	Enero			Marzo		
Residuo no peligroso	Cantidad	Precio Unid	Kg	Cantidad	Precio Unid	Kg
Papel						
Cartón	320	70	X	809		X
Vidrio						
Plástico						
Chatarra						
Archivo	124	120	X			
Plegadiza						
Periódico	45	50	X			
Pet	85	120	X	110		X
Pasta	40	100	X			

ANEXO B. Tablas de Recolección de Residuos de Papel y Cartón en la División de Publicaciones de los años 2012, 2013 y 2014

2012				
	Periódico	Archivo	Plegadiza	kg
	32	115	12	X
	37	192	40	X
	26	192	129	X
	125	290	34	X
	43	290		X
	36	291	16	X
	30	380		X
	53	205		X
		188	84	X
	88	253		X
		268	43	X
	49	174	63	X
	89	247	16	X
	23	204	51	X
		347	39	X
	51	267		X
	22	265	25	X
		346	16	X
	5	290	36	X
	123	163	49	X
		221	56	X
		326	340	X
	31	213		X
	89	273	20	X
	20	263	33	X
	105	243		X
	59	237	51	X

	12	301		X
	87	193	87	X
	181	119		X
	43	236		X
	132	305		X
		481	157	X
Total	1591	8578	1397	X

2013				
	Periódico	Archivo	Plegadiza	kg
	38	272	56	X
	50	256	106	X
	9	244	13	X
	15	108	30	X
	25	179	33	X
	5	220	21	X
	6	218	52	X
	6	144	77	X
	43	133	22	X
	5	162	2	X
	43	231	54	X
	5	203	58	X
		186	6	X
		127	6	X
		182	49	X
		195	40	X
		341	54	X
		199	58	X
		153	33	X
		229		X
		167		X

		288		X
Total	250	4437	4687	

2014				
	Periódico	Archivo	Plegadiza	Kg
	0	203	83	X
	0	149	83	X
	27	145	57	X
	89	131	83	X
	68	153	60	X
	19	174	125	X
	0	341	69	X
	44	195	30	X
	27	199	0	X
	56	274	13	X
Total	330	1964	603	

ANEXO C. Cálculo del gramaje de los diferentes tipos de papel y cartón.

El gramaje se expresa en g/m^2 . Para calcular el gramaje o masa por unidad de área se aplicó la ecuación 1. El gramaje se obtuvo promediando todos los valores de masa por unidad de área de cada una de las probetas.

$$g = \frac{m}{A} \times 10\,000 \quad \text{Ecuación (1)}$$

Dónde:

m = masa, en gramos

A = Área, en centímetros cuadrados

Tabla 8. Dimensiones de las probetas y sus respectivas áreas.

	Papel Periódico	Papel Archivo	Cartón	Plegadiza
Largo [cm]	6	6	6	6
Ancho [cm]	6	6	6	6
Área [cm²]	36	36	36	36

Tabla 9. Masa de cada una de las probetas

	Papel Periódico	Papel Archivo	Cartón	Plegadiza
Probeta 1 [g]	0,1891	0,2241	2,2137	0,5461
Probeta 2 [g]	0,1769	0,2242	2,2176	0,5453
Probeta 3 [g]	0,1706	0,2208	2,2295	0,5453
Probeta 4 [g]	0,1761	0,2241	2,2133	0,5451
Promedio [g]	0,1782	0,2233	2,2185	0,5455

Tabla 10. Gramaje de cada uno de los tipos de papel seleccionados

	Papel Periódico	Papel Archivo	Cartón	Plegadiza
Gramaje [g/m²]	49	62	616	152

Tabla 11. Gramaje de los diferentes tipos de papel en la industria.

TIPO DE PAPEL	GRAMAJE [g/ m²]
Cartón	160- 600
Archivo	75
Periódico	56
Plegadiza	90- 240

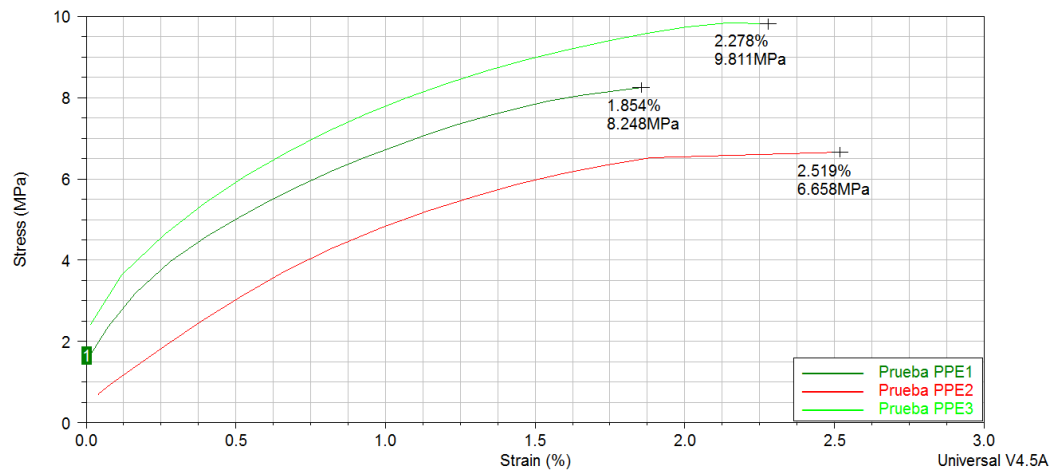
ANEXO D. Resultados de prueba de ruptura

- **Papel Periódico**

Dimensiones de las probetas usadas en el equipo DMA

Muestra	Ancho [cm]	Espesor [cm]	Largo [cm]
PPE1	0,334	0,009	1,229
PPE2	0,335	0,009	1,229
PPE3	0,338	0,009	1,231

Esfuerzo vs Deformación para el papel periódico hasta la ruptura



Se tomaron las muestras con las características más similares posibles en cuanto a las dimensiones, apariencia y cantidad de tinta impresa. Se pudo determinar la precarga que puede soportar el papel es 0,01N, la velocidad de deformación es 4%/min y el final strain 4%.

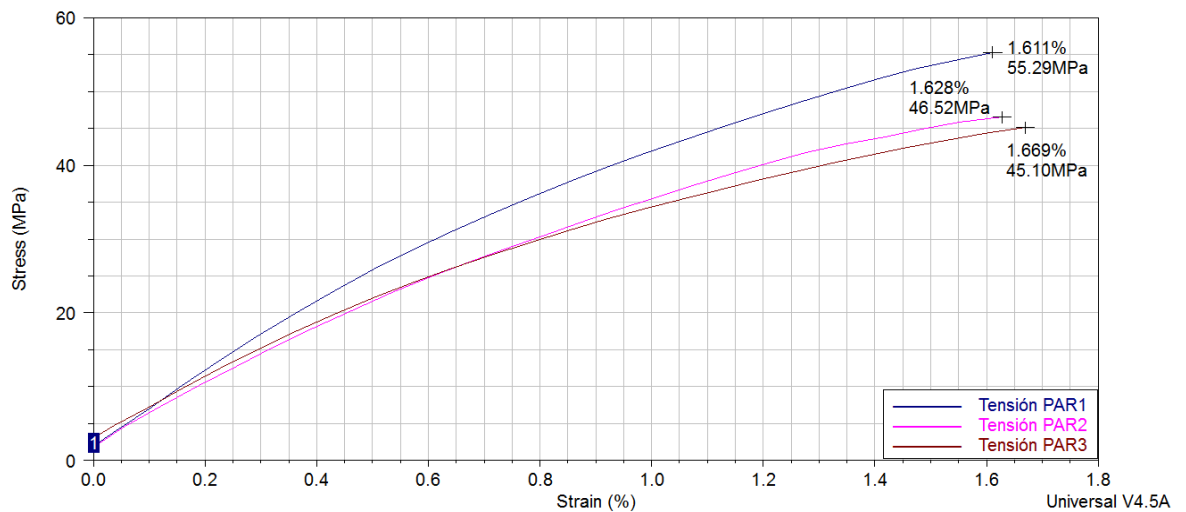
Una vez encontrado los parámetros se procedió a llevar a cabo la prueba para tres diferentes muestras, calculando que el límite de deformación promedio que posee el papel periódico es de 2,2153 % sometándolo aproximadamente a una tensión máxima de 8,2348 Mpa.

- **Papel Archivo.**

Dimensiones de las probetas usadas en el equipo DMA

Muestra	Ancho [cm]	Espesor [cm]	Largo [cm]
PAR1	0,338	0,009	1,231
PAR2	0,329	0,009	1,230
PAR3	0,333	0,009	1,232

Esfuerzo vs Deformación para el papel archivo hasta la ruptura

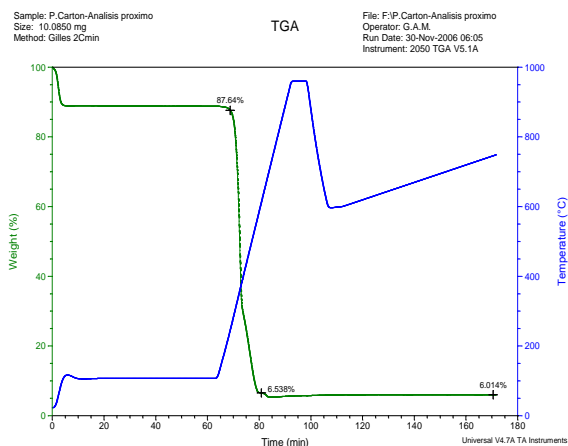


Se tomaron las muestras con las características más similares posibles en cuanto a las dimensiones, apariencia y cantidad de tinta impresa. Se pudo determinar la precargar que puede soportar el papel es 0,01N, la velocidad de deformación es 2%/min y el final strain 2%.

Una vez encontrados los parámetros se procedió a llevar a cabo la prueba para tres diferentes muestras, calculando que el límite de deformación promedio que posee el papel archivo es de 1,636 % sometándolo aproximadamente a una tensión máxima de 48,963 Mpa.

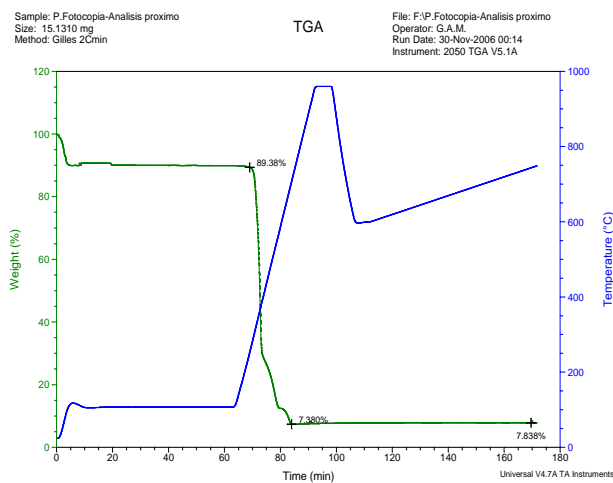
ANEXO E. Resultados del Análisis Termo-gravimétrico

- **Cartón**



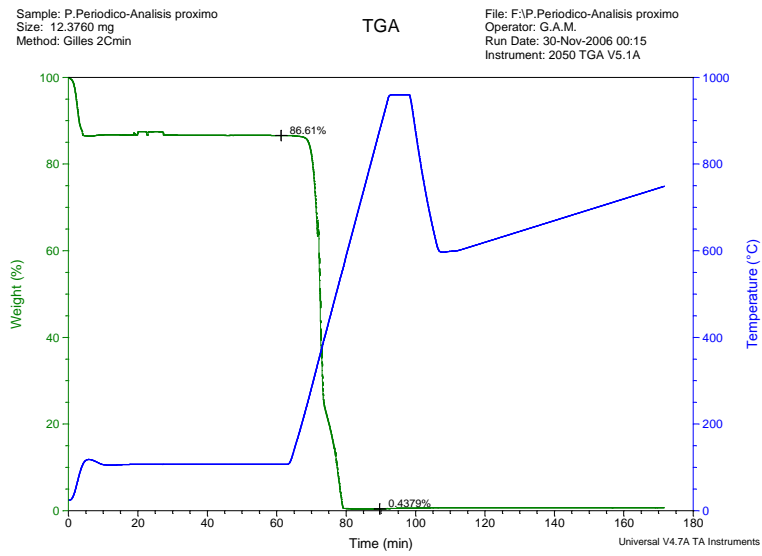
Peso (mg)	% Humedad	% Volátiles	% Carbón fijo	% Cenizas
10,085	12,36	81,102	0,52	6,014

- **Papel Archivo**



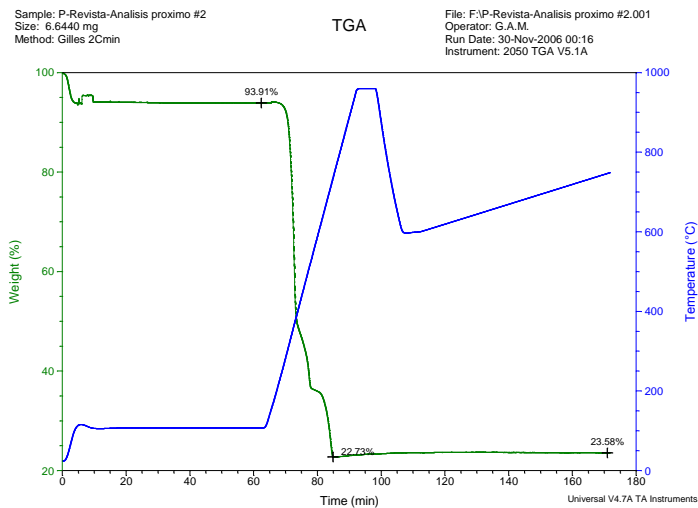
Peso (mg)	% Humedad	% Volátiles	% Carbón fijo	% Cenizas
15,310	10,61	82,00	0	7,83

- **Papel Periódico**



Peso (mg)	% Humedad	% Volátiles	% Carbón fijo	% Cenizas
12.376	13,39	86,173	0,00	0

- **Papel Laminado o Plegadiza**



Peso (mg)	% Humedad	% Volátiles	% Carbón fijo	% Cenizas
6.644	6,09	70,62	0	23,58

Para realizar las pruebas de análisis termo-gravimétrico se tomaron las muestras y se cortaron con tijeras en trozos pequeños para que ingresaran en el porta muestra del equipo Instruments TGA 2050 que es el encargado de llevar a cabo el análisis

Los parámetros a tener en cuenta son la velocidad de calentamiento, el tamaño de partícula, la cantidad de muestra, la atmosfera utilizada y el caudal gaseoso, el cual determinó para cada tipo de papel el cambio de masa en función de tiempo y de la temperatura. Se obtuvo una gráfica que muestra una serie de picos correspondientes a las diferentes etapas de descomposición.

ANEXO F. Tabla de parámetros importantes del análisis termo-gravimétrico para diferentes biomásas.

TIPO DE BIOMASA	PODER CALORIFICO	% CARBÓN FIJO	% HUMEDAD	% CENIZA	% VOLATILES
Cáscara de Cacao	16		7-9	7 – 14	
Cáscara de Coco	18		8	4	
Cáscara de Café	16		10	0,6	
Cáscara de Arroz	17,3		9	19	
Tallos de Algodón	16		10-12	0,1	
Paja	18,5		10	4,4	
Madera	16,7		10-60	0,25 - 1,7	
Carbón Vegetal	25		1-10	0,5 – 6	
Bagazo de caña de Azúcar	22,4	19,4		0,05	82,1
Soya	18,17	14,92	9,5	14,92	69,28
Racimos de frutas	19,35	10,78	7,95	5,36	83,86
Laurel	19,77	10,28	9,95	10,53	69,24
Mazorca de Maíz	16,66	11,57	7,36	1,49	79,33

ANEXO G. Resultados del Poder Calorífico Superior para las muestras seleccionadas.

	Papel Periódico	Papel Archivo	Cartón	Plegadiza
Probeta 1 [MJ/Kg]	18,50	14,37	16,00	12,07
Probeta 2[MJ/Kg]	18,49	14,39	16,07	11,94
Promedio	18,49	14,38	16,03	12,00

ANEXO H. Alternativa 1 “Elaboración de Lápices de Papel”

MATERIAS PRIMAS:

Papel reciclado

Una vez realizada la caracterización del papel se procedió a clasificar cada uno de los cuatro tipos de papel seleccionados para este proyecto, con el propósito de identificar las materias primas más adecuadas que se pueden transformar en lápices de papel.

Los criterios de selección se muestran en la tabla 12, los cuales permiten escoger, mediante parámetros requeridos por los equipos de la planta, el tipo de papel o cartón adecuado. Los parámetros indicados con una X significan que cumplen el criterio de selección, el símbolo O indica que no cumple el criterio. Se deben cumplir todos los requisitos para utilizar la materia prima.

Tabla 12. Criterios de selección de la materia prima para la alternativa 1

Variable	Parámetro máximo	Papel Archivo	Papel Periódico	Plegadiza	Cartón
Espesor	< a 0,15 [cm]	X	X	X	O
Gramaje	< a 100 [g/cm ²]	X	X	X	O
Laminado	Sin cobertura plástica	X	X	O	O
Resistencia a la ruptura	> a 5 Mpa	X	X	O	O

El cartón se descartó debido a su elevado espesor o calibre (Ver Anexo C), ya que el equipo que se encarga de doblar el papel, sólo permite un espesor máximo de 0,15 cm por pieza.

El tipo de papel denominado plegadiza o laminado se eliminó por su cobertura de plástico, debido a que el fabricante especifica que el pegamento a utilizar presenta deficiencias en el proceso cuando el papel tiene coberturas plásticas o poliméricas.

Con la selección anterior, se puede aprovechar el papel archivo y el papel periódico para la producción de lápices de papel. Esto indica que la disponibilidad de materia prima es de 910 kilogramos por mes. (Ver Tabla 13)

Tabla 13. Cantidades de papel archivo y papel periódico por dependencia seleccionadas para la alternativa 1

DEPENDENCIA	RESIDUOS OBTENIDOS [Kg/mes]		
	Papel Archivo	Periódico	
Publicaciones	535	78	
CAPRUIS	38	0	
Planta física	200	52	
Escuela de Ingeniería Química	5	2	
Totales	778	132	910

Pegamento

El pegamento utilizado es una mezcla de urea-formaldehído, muy utilizado en la fabricación de muebles y otros productos que requieran uniones firmes entre sus piezas. Este tipo de pegamento resulta muy práctico donde se necesite rapidez de encolado, gran poder adherente y resistencia a la humedad.¹

¹

<http://turnkey.taiwantrade.com.tw/showpage.asp?subid=166&fdname=CHEMICAL+MATERIAL&pagename=Planta+de+produccion+de+goma+de+formalina+y+de+urea+formaldehido>

Borradores

Son trozos de caucho moldeado que se ubican en el extremo opuesto del lápiz, son blandos, flexibles y vienen en una variedad de tonos.

Minas de Grafito

El grafito es el material principal con el que se producen las minas de los lápices y es una forma de color gris oscuro y blando de carbono. El proceso de elaboración incluye una mezcla de arcilla, agua y grafito en polvo. De acuerdo a la proporción de arcilla, la dureza de la mina variará.

Etiquetas

Son láminas de plástico biodegradable que envuelven el cuerpo del lápiz y le dan un acabado decorativo.

Mano de obra requerida

Se requieren dos trabajadores para la correcta operación de toda la planta.

Localización de la Planta

La planta debe ubicarse dentro de los predios de la Universidad Industrial de Santander, debido a que es en este sitio en donde se genera la materia prima para el proceso. La universidad debe realizar un estudio para determinar la ubicación óptima, ya que depende del sitio de acopio de todo el material reciclado.

Equipos

En la tabla 14 se presenta un listado de los equipos que componen la planta de elaboración de lápices de papel:

Tabla 14. Equipos que componen la planta de la alternativa 1

Equipo	Unidades
Máquina Manual de Cortado	1
Máquina Automática de Enrollado y Pegado de Lápices	1
Máquina de Secado	1
Máquina de Cortado de Puntas	1
Máquina de Pulido con Colector de Polvos	1
Máquina de Etiquetado	1
TOTAL	6

Área de la Planta

Para la estimación del área total requerida para ubicar los equipos que componen la planta, se hace necesario conocer las dimensiones de cada uno de ellos. En la tabla 15 está la especificación de cada una de las áreas ocupadas por los equipos.

El área de la planta también debe cubrir las distancias entre los equipos y el espacio que debe existir entre un equipo y la infraestructura del edificio para facilitar el movimiento de los trabajadores y el mantenimiento a éstos.

Tabla 15. Dimensiones de los equipos de la alternativa 1

Equipo	Dimensiones [m²]
Máquina Manual de Cortado	1,2
Máquina Automática de Enrollado y Pegado de Lápices	1,08
Máquina de Secado	0,675
Máquina de Cortado de Puntas	0,72
Máquina de Pulido con Colector de Polvos	0,8
Máquina de Etiquetado	0,825
TOTAL	5,3 m²

Se debe garantizar una distancia mínima entre equipos de un metro y entre los equipos y la infraestructura (paredes del edificio) de mínimo medio metro. En total se requieren treinta metros cuadrados para la ubicación de los equipos dentro de las instalaciones.

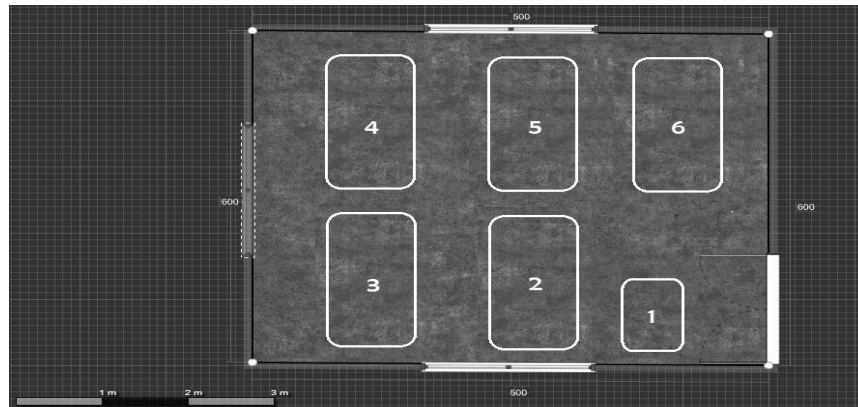
Distribución de los equipos en el terreno

Se debe tener en cuenta una distribución que integre al trabajador con las máquinas y cualquier otro factor relacionado con el proceso, las distancias mínimas de recorrido entre operaciones, la seguridad de los trabajadores y que sea flexible. Para este caso se escoge una configuración fija de los equipos y en línea, ya que la transformación de las piezas va formando paulatinamente parte del producto final.

En la figura 8 se presenta una distribución de los equipos de acuerdo a la secuencia de pasos del proceso. Las convenciones de los equipos son las siguientes:

- 1) Máquina manual de cortado
- 2) Máquina Automática de Enrollado y Pegado de Lápices
- 3) Máquina de secado
- 4) Máquina de cortado de puntas
- 5) Máquina de pulido con colector de polvos
- 6) Máquina de etiquetado

Figura 8. Ubicación de los equipos de la planta de elaboración de lápices de papel dentro de la infraestructura



Servicios Industriales

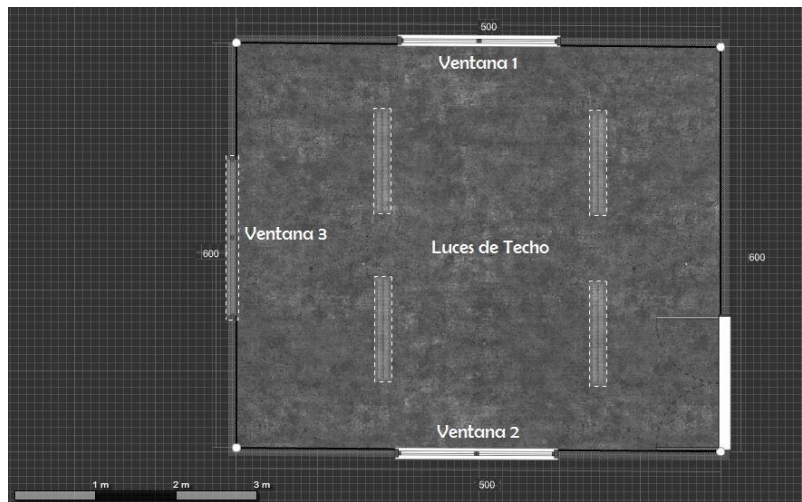
Iluminación

Para trabajos con requerimientos visuales normales es necesaria una iluminancia media de servicio de 500 LUX. Las luminarias se encuentran a baja altura (\leq a 6 metros) por lo que se requieren del tipo fluorescente. El sistema de iluminación es directo, ya que todo el flujo de las lámparas va enfocado hacia el suelo; este sistema es el más económico y ofrece mayor rendimiento luminoso. El plano de iluminación es de treinta metros cuadrados.²

Con las especificaciones anteriores se requieren cuatro (4) juegos de luces de techo de doble tubo fluorescente, de 65 W de potencia y con capacidad de iluminación de 4100 lúmenes. En la figura 9 se muestra la disposición de las luminarias en el área de la planta.

² <http://recursos.citcea.upc.edu/llum/interior/iluint2.html>

Figura 9. Ubicación de ventanas y luces dentro de la edificación para la planta de elaboración de lápices de papel.



Energía eléctrica de los equipos.

En total son cinco equipos los que requieren suministro eléctrico, ya que la máquina de cortado de papel es manual.

Los consumos de energía se presentan en la tabla 16 y están dados en kilovatio por hora.

Tabla 16. Consumo de energía eléctrica por equipo para la alternativa 1

Equipo	Energía [Kw/h]
Máquina Manual de Cortado	0
Máquina Automática de Enrollado y Pegado de Lápices	0,37
Máquina de Secado	3,0
Máquina de Cortado de Puntas	2,0
Máquina de Pulido con Colector de Polvos	1,9
Máquina de Etiquetado	1,8
TOTAL	9,07 Kw/h

VIDA ECONÓMICA DE LA ALTERNATIVA

Para la realización de la evaluación financiera en el presente estudio de prefactibilidad se estableció un periodo de funcionamiento de diez años, veinte días de trabajo en el mes y turnos de ocho horas al día.

Inversión Inicial

Terreno y Edificios

El terreno está ubicado en los predios de propiedad de la Universidad Industrial de Santander, por lo que no representa un costo en la propuesta. La universidad cuenta con una edificación apta para el funcionamiento de la planta de fabricación de lápices de papel, la cual está siendo utilizada por el Plan de Gestión Integral de Residuos – PGIR – No existe un costo destinado para este rubro.

Tabla 17. Costos totales de la adecuación del terreno para la alternativa 1

Descripción	Cantidad	Detalle	Precio Unidad	Precio Total
Luminarias	4	Balastos	\$ 40.900,00	\$ 163.600,00
Cable #14 AWG	20	Metros	\$ 9.000,00	\$ 180.000,00
Cable #12 AWG	20	Metros	\$ 9.000,00	\$ 180.000,00
Breaker 15 ^a	3	Unidades	\$ 5.000,00	\$ 15.000,00
Breaker 20 ^a	5	Unidades	\$ 10.000,00	\$ 50.000,00
Tomacorrientes	8	Unidades	\$ 12.000,00	\$ 96.000,00
Tubería	70	Metros	\$ 3.000,00	\$ 210.000,00
Cemento	2	Bultos	\$ 35.000,00	\$ 70.000,00
Arena	4	M ³	\$ 7.000,00	\$ 28.000,00
Mano de Obra	30	Día	\$ 30.000,00	\$ 900.000,00
Total			\$ 1.892.600,00	

Para garantizar las condiciones técnicas del correcto funcionamiento de los equipos se debe hacer la adecuación del terreno, considerando los cambios necesarios en la infraestructura los cuales incluyen costos de adquisición de luminaria, cables, breakers, tomacorrientes, tuberías y mano de obra de la adecuación mostrados en la tabla 17, estimando así un costo de \$1'892.600.

Equipos

De acuerdo con las especificaciones del proveedor, se requieren seis equipos para la producción. Se debe tener en cuenta que el precio inicial del equipo está en FOB (Free On Board = Franco A Bordo) y se incluyen los costos asociados al transporte, factores aplicados a fletes, aranceles e impuestos para nacionalizar la maquinaria. En la tabla 18 se encuentran los costos individuales de cada uno de los equipos, los cuales equivalen a U\$ 5.955,00 (Ver Anexo J)

Tabla 18. Costos individuales de los equipos de la alternativa 1

Equipo	Unidades	Costo (U\$)
Máquina Manual de Cortado	1	\$ 160,00
Máquina Automática de Enrollado y Pegado de Lápices	1	\$ 1.350,00
Máquina de Secado	1	\$ 520,00
Máquina de Cortado de Puntas	1	\$ 980,00
Máquina de Pulido con Colector de Polvos	1	\$ 2.445,00
Máquina de Etiquetado	1	\$ 500,00
TOTAL	6	\$ 5.955,00

En la tabla 19 se incluyen el costo total de los seis equipos puestos en el sitio de operación final en la ciudad de Bucaramanga, los cuales tienen un valor equivalente a \$ 19.314.212,52 de pesos colombianos.

Se debe aclarar que el precio EXW (Ex Works = En Fábrica) es el mismo FOB entregado por el fabricante.

Tabla 19. Costo total de los equipos en el sitio de operación de la alternativa 1

Detalle de Costos	
Valor EXW U\$	\$ 5.955
Inland	\$ -
Valor FOB U\$	\$ 5.955
Flete Int/nal U\$	\$ 1.576
Seguro U\$	\$ 4
CIF U\$	\$ 7.535
TRM	\$ 2.000
CIF COP	\$ 15.069.140
% Arancel	5%
Arancel COP	\$ 753.457
% IVA	16%
IVA COP	\$ 2.531.616
Total Impuestos	\$ 3.285.073
Flete Nacional C-300	\$ 960.000,00
Total Importación	\$ 19.314.212,52

Análisis de Ingresos

Estudio de Mercado

Los resultados de la revisión de los sitios web para determinar el precio promedio de cada unidad de lápiz de madera permitieron estimar un valor base de \$180 pesos, el cual está entre el rango de valores encontrado en el comercio de útiles escolares para este producto.

Con los datos de suministro de papel reciclado como materia prima para la planta de elaboración de lápices de papel, se estima que se fabricarán 1.539.217 lápices anuales. Este estimado tiene en cuenta que por una hoja de papel periódico o papel archivo se produce un lápiz, además del porcentaje de desperdicio estimado en un 30% por mala manipulación de la materia prima, mala disposición, etc.

Costos Variables

Materias Primas

Para la producción de lápices de papel se hace necesario adquirir borradores, minas de grafito, etiquetas y pegamento. Los insumos necesarios para la elaboración de los lápices no se encuentran en el país, por lo que se requiere importarlos desde China por la empresa Henan Shenyu Equipment Co.,Ltd. El proveedor de la planta también nos ofrece el servicio de insumos, el cual está detallado en la tabla 20. Para la proyección de los costos de la materia prima se tiene en cuenta el comportamiento de la inflación anual durante los últimos cinco años, el cual equivale a 3,8%.

De acuerdo con el estudio de mercado se requieren bolsas de borradores, bolsas de etiquetas, cajas de minas de grafito y tambores de pegamento para cubrir las necesidades anuales de insumos. (Ver Anexo J)

Tabla 20. Costo total anual de las materias primas para la alternativa 1

Detalle de Costos Anual				
	Minas	Etiquetas	Borradores	Pegamento
Valor EXW U\$ unidad	\$ 40,00	\$ 500,00	\$ 60,00	\$ 40,00
Unidades necesarias	77	8	154	154
Valor EXW U\$	\$ 3.080,00	\$ 4.000,00	\$ 9.240,00	\$ 6.160,00
Inland	\$ 1.141,00	\$ 1.141,00	\$ 1.141,00	\$ 1.141,00
Valor FOB U\$	\$ 4.221,00	\$ 5.141,00	\$ 10.381,00	\$ 7.301,00
Flete Int/nal	\$ 1.097,46	\$ 1.336,66	\$ 2.699,06	\$ 1.898,26
Seguro	\$ 2,53	\$ 3,08	\$ 6,23	\$ 4,38
CIF U\$	\$ 5.320,99	\$ 6.480,74	\$ 13.086,29	\$ 9.203,64
TRM	\$ 2.000,00	\$ 2.000,00	\$ 2.000,00	\$ 2.000,00
CIF COP	\$ 10.641.985,20	\$ 12.961.489,20	\$ 26.172.577,20	\$ 18.407.281,20
% Arancel	5%	5%	5%	5%
Arancel COP	\$ 532.099,26	\$ 648.074,46	\$ 1.308.628,86	\$ 920.364,06
% IVA	16%	16%	16%	16%
IVA COP	\$ 1.787.853,51	\$ 2.177.530,19	\$ 4.396.992,97	\$ 3.092.423,24
Costo COP	\$ 12.961.937,97	\$ 15.787.093,85	\$ 31.878.199,03	\$ 22.420.068,50
Flete Nacional	\$ 960.000,00			
Total Importación COP	\$ 84.007.299,35			

Mano de Obra

La universidad estima el salario base de un técnico de \$ 1.199.030 de pesos colombianos. Los términos contractuales incluyen el subsidio de transporte, subsidio de alimentación, subsidio familiar, primas, vacaciones, cesantías, salud, ICBF, pensiones, riesgos laborales y dotación. El salario anual por cada trabajador

en total suma \$ 23.178.072 pesos colombianos. El Incremento anual establecido es equivalente al 6%.

Servicios Industriales

Para la planta se requiere el suministro de energía eléctrica de los equipos y la iluminación. El costo total para el consumo eléctrico se estimó teniendo en cuenta el precio del kilovatio por hora en zona industrial equivalente a \$500.72 pesos, lo que equivale a \$ 7.475.345,28 pesos colombianos para el primer año.

En la tabla 21 se encuentra detallado el consumo energético de cada equipo. El consumo energético de cada uno de los equipos que componen la planta, lo proporciona el proveedor.

Tabla 21. Costo total anual del servicio industrial eléctrico para la alternativa 1

Cálculo de los costos energéticos	
Equipo	Energía [Kw/h]
Máquina Manual de Cortado	0
Máquina Automática de Enrollado y Pegado de Lápices	0,37
Máquina de Secado	3
Máquina de Cortado de Puntas	2
Máquina de Pulido con Colector de Polvos	1,9
Máquina de Etiquetado	1,8
Iluminación	0,26
TOTAL Kw/h	9,33
Costo total	\$ 7.475.345,28

Mantenimiento de los equipos

La literatura consultada reporta que el costo de mantenimiento anual equivale a un porcentaje igual al 10% del costo total de los equipos.

Costos Fijos

Depreciación de los equipos.

Para realizar la depreciación de los equipos se utilizó el método de la línea recta. El valor del activo es de \$19.314.212,52 de pesos colombianos. El valor de salvamento utilizado es el reportado en la literatura y equivale al 10% del valor del activo.

Seguros

La literatura consultada reporta que el costo por concepto de seguros es equivalente al 3% del valor total de los equipos.

Estado de Resultados

Ingresos

Los ingresos monetarios de esta alternativa tecnológica son por concepto de la venta de los lápices de papel. El precio de venta para el primer año de operación es de \$180 pesos colombianos, y su valor se incrementará anualmente en un porcentaje equivalente al 5%.

Egresos

Incluyen el total de los costos variables y el total de los costos fijos. Los costos variables de esta alternativa incluyen los costos de las materias primas, mano de obra, servicios y mantenimiento de los equipos. Los costos fijos son la depreciación de los equipos y los seguros.

Impuestos

Se incluyen el impuesto a la renta que equivale al 25%, el impuesto CREE que es del 9% hasta el año 2015 y el IVA del 16%.

Flujo de Caja

El desarrollo y los cálculos para determinar el flujo de caja de la alternativa tecnológica se desarrollaron en el programa *EXCEL de MS OFFICE 2010®*

ANEXO I. Flujo de caja Alternativa 1

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INVERSION INICIAL											
Compra Terreno	\$ -										
Adecuación Terreno	\$ 1.892.600										
Edificios	\$ 0										
Equipos	\$19.314.213										
Capital de Trabajo	\$137.838.789										
TOTAL INVERSION	\$159.045.601										
INGRESOS											
Cantidades		\$ 1.539.217	\$ 1.539.217	\$ 1.539.217	\$ 1.539.217	\$ 1.539.217	\$ 1.539.217	\$ 1.539.217	\$ 1.539.217	\$ 1.539.217	\$ 1.539.217
Precio	5%	\$ 180	\$ 189	\$ 198	\$ 208	\$ 219	\$ 230	\$ 241	\$ 253	\$ 266	\$ 279
TOTAL DE INGRESOS		\$277.059.053	\$290.912.006	\$305.457.606	\$320.730.486	\$336.767.011	\$353.605.361	\$371.285.629	\$389.849.911	\$409.342.406	\$429.809.527
COSTOS VARIABLES											
Costos Materias Primas	\$ 84.007.299	\$ 87.199.577	\$ 90.513.161	\$ 93.952.661	\$ 97.522.862	\$101.228.731	\$105.075.422	\$109.068.288	\$113.212.883	\$117.514.973	\$121.980.542
Costos Mano de obra	\$ 46.356.144	\$ 49.137.513	\$ 52.085.763	\$ 55.210.909	\$ 58.523.564	\$ 62.034.978	\$ 65.757.076	\$ 69.702.501	\$ 73.884.651	\$ 78.317.730	\$ 83.016.794
Costos Servicios	\$ 7.475.345	\$ 7.759.408	\$ 8.054.266	\$ 8.360.328	\$ 8.678.020	\$ 9.007.785	\$ 9.350.081	\$ 9.705.384	\$ 10.074.189	\$ 10.457.008	\$ 10.854.374
Costos Tratamiento Residuos	\$ -	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Costos Mantenimiento	10%	\$ 1.931.421	\$ 2.047.307	\$ 2.170.145	\$ 2.300.354	\$ 2.438.375	\$ 2.584.677	\$ 2.739.758	\$ 2.904.143	\$ 3.078.392	\$ 3.263.096
TOTAL COSTOS VARIABLES	\$137.838.789	\$146.027.919	\$152.700.496	\$159.694.043	\$167.024.800	\$174.709.868	\$182.767.257	\$191.215.931	\$200.075.866	\$209.368.103	\$219.114.805
COSTOS FIJOS											

Depreciación Equipos	10	\$ 1.738.279	\$ 1.738.279	\$ 1.738.279	\$ 1.738.279	\$ 1.738.279	\$ 1.738.279	\$ 1.738.279	\$ 1.738.279	\$ 1.738.279	\$ 1.738.279
Seguros	3%	\$ 579.426	\$ 579.426	\$ 579.426	\$ 579.426	\$ 579.426	\$ 579.426	\$ 579.426	\$ 579.426	\$ 579.426	\$ 579.426
TOTAL COSTOS FIJOS		\$ 2.317.706	\$ 2.317.706	\$ 2.317.706	\$ 2.317.706	\$ 2.317.706	\$ 2.317.706	\$ 2.317.706	\$ 2.317.706	\$ 2.317.706	\$ 2.317.706
TOTAL DE EGRESOS		\$148.345.625	\$155.018.202	\$162.011.748	\$169.342.505	\$177.027.574	\$185.084.963	\$193.533.637	\$202.393.572	\$211.685.808	\$221.432.511
ESTADO DE RESULTADOS											
INGRESOS		\$277.059.053	\$290.912.006	\$305.457.606	\$320.730.486	\$336.767.011	\$353.605.361	\$371.285.629	\$389.849.911	\$409.342.406	\$429.809.527
EGRESOS		\$148.345.625	\$155.018.202	\$162.011.748	\$169.342.505	\$177.027.574	\$185.084.963	\$193.533.637	\$202.393.572	\$211.685.808	\$221.432.511
UTILIDAD NETA		\$128.713.429	\$135.893.804	\$143.445.858	\$151.387.981	\$159.739.437	\$168.520.399	\$177.751.992	\$187.456.339	\$197.656.598	\$208.377.016
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS		\$ 128.713.429	\$ 135.893.804	\$ 143.445.858	\$ 151.387.981	\$ 159.739.437	\$ 168.520.399	\$ 177.751.992	\$ 187.456.339	\$ 197.656.598	\$ 208.377.016
IMPUESTOS (RENTA, IVA Y CREE)	50%	\$ 64.356.714	\$ 67.946.902	\$ 71.722.929	\$ 75.693.991	\$ 79.869.718	\$ 84.260.199	\$ 88.875.996	\$ 93.728.169	\$ 98.828.299	\$104.188.508
UTILIDAD NETA		\$ 64.356.714	\$ 67.946.902	\$ 71.722.929	\$ 75.693.991	\$ 79.869.718	\$ 84.260.199	\$ 88.875.996	\$ 93.728.169	\$ 98.828.299	\$104.188.508
DEPRECIACION		\$ 1.738.279	\$ 1.738.279	\$ 1.738.279	\$ 1.738.279	\$ 1.738.279	\$ 1.738.279	\$ 1.738.279	\$ 1.738.279	\$ 1.738.279	\$ 1.738.279
FLUJO DE CAJA NETO	-\$ 159.045.601	\$ 66.094.993	\$ 69.685.181	\$ 73.461.208	\$ 77.432.270	\$ 81.607.998	\$ 85.998.478	\$ 90.614.275	\$ 95.466.449	\$100.566.578	\$105.926.787
FLUJO DE CAJA ACUMULADO	-\$ 159.045.601	-\$ 92.950.608	-\$ 23.265.427	\$50.195.781	\$127.628.051	\$209.236.049	\$295.234.527	\$385.848.802	\$481.315.251	\$581.881.829	\$687.808.616
Tasa de Oportunidad	10%										
VNA	\$499.497.898										
VPN	\$340.452.297										
TIR	45%										

ANEXO J. Cotización de equipos para la fabricación de lápices de papel

Henan Shenyu Equipment Co., Ltd

www.insulator.net.cn HP:086-373-711223 Email:dana@insulator.net.cn

5. Pencil sticks polishing machine-dust collector



This machine polish the dry pencil sticks.

Productivity: 30 pcs/min
 Motor: 1.9kw
 Weight: 180kg
 Dimension: 800*520*1000mm
FOB Price: 2,445 USD

6. Shrink Packing Machine



This machine used to pack the pencils in colorful plastic papers.

Capacity: 200 pieces/min
 Power: 1.8 kw
 Weight: 40 kg
 Dimension: 1100*460*750mm
FOB Price: 500 USD



Cost for whole set FOB Price: 5,955 USD

Note:

- 1. Terms of Payment:** Full payment by T/T.
- 2. Delivery time:** 10 working days after receive your payment.
- 3. Quality Guarantee Terms:** Quality guarantee term is for one year. Malfunctions which are caused by machine-self and quality will be responsible for our manufacturer. Other malfunctions which are caused by operation mistakes, man-made problems, etc will be responsible for clients-self.
- 4. Validity time:** The period of validity for this quotation is 1 month.

Henan Shenyu Equipment Co., Ltd

www.insulator.net.cn HP:086-373-711223 Email:dana@insulator.net.cn

From: Dana Liu

Henan Shenyu Equipment Co., Ltd

Date: Apr. 30th, 2014

Quotation of Paper Pencil Machines

1. Paper Cutting Machine

This machine is to cut the newspapers into pieces for further processing.

Max thickness of paper: 40mm
 Max length of paper: 750mm
 Weight: 100kg
 Dimension: 1200*1000*900mm
FOB Price: 160 USD



2. Automatic Gluing Pencil Stick Rolling Machine

This machine used to roll the pieces of newspaper into pencil sticks. When rolling, you need glue.

Productivity: 40 pcs/min
 Motor: 0.37kw
 Weight: 150kg
 Dimension: 2000*540*1200mm
FOB Price: 1,350 USD



3. Drying machine

This machine is to dry the pencil sticks.

Productivity: 4000 pcs/time
 Motor: 3kw
 Weight: 65kg
 Dimension: 900*640*750mm
FOB Price: 520 USD



4. Pencil sticks cutting machine

This machine used to cut the heads of pencils

Productivity: 30-40 pcs/min
 Motor: 2kw
 Weight: 180kg
 Dimension: 800*500*900mm



ANEXO K. Alternativa 2 “Elaboración de Pellets de Papel”

MATERIA PRIMA

Papel reciclado

Luego de la etapa de caracterización del papel se procedió a clasificar cada uno de los cuatro (4) tipos de papel seleccionados en este proyecto, con el propósito de identificar las materias primas más adecuadas que se pueden transformar en pellets.

Los criterios de selección se muestran en la tabla 22, los cuales permiten seleccionar, mediante parámetros requeridos por los equipos de la planta del tipo de papel o cartón adecuado. En la tabla, los parámetros de selección que aprueban el criterio son marcados con una X y los marcados con una O son los parámetros que no aprueban el criterio de selección. Para la selección adecuada de la materia prima, esta debe cumplir todos los parámetros analizados. (Ver Anexo E y G)

Tabla 22. Selección de materias primas a utilizar para la alternativa 2.

Variable		Parámetro	Papel Archivo	Papel Periódico	Plegadiza	Cartón
Análisis Termo-gravimétrico	% Humedad	10% a 30%	X	X	O	X
	% Volátiles	<80%	X	X	O	X
	% Carbón fijo	>10%	X	X	X	X
	% Cenizas	>10%	X	X	O	X
Poder calorífico superior		14 MJ/Kg	X	X	O	X

El papel plegadiza se descartó debido a su recubrimiento con plástico ya que al ser incinerado se emitirían sustancias tóxicas al ambiente como las dioxinas y furanos,³ contradiciendo con el objetivo principal del producto que es cuidado del medio ambiente.

Con la selección anterior, se puede determinar que el papel a aprovechar como materia prima para la producción de pellets será papel archivo, papel periódico y papel cartón, indicando así que la disponibilidad de materia prima es 1487 kilogramos por mes. (Ver Tabla 23)

Tabla 23. Cantidades de papel archivo, papel periódico y cartón por dependencias para la alternativa 2.

DEPENDENCIA	RESIDUOS OBTENIDOS [Kg/mes]			
	Papel Archivo	Cartón	Periódico	
Publicaciones	535	0	78	
CAPRUIS	38	72	0	
Planta física	200	505	52	
Escuela de Ingeniería Química	5	0	2	
Totales	778	577	132	1487

MANO DE OBRA REQUERIDA

Se requiere un operador para la correcta operación de toda la planta.

Localización de la Planta

Como una decisión estratégica que tendrá una influencia vital para las operaciones, la planta debe ubicarse dentro de los predios de la Universidad Industrial de Santander, debido a que es en este sitio en donde se genera la materia prima para el proceso.

³ http://hesperian.org/wp-content/uploads/pdf/es_cgeh_2011/es_cgeh_2011_cap22.pdf

La universidad debe realizar un estudio para determinar la ubicación óptima, ya que depende del sitio de acopio de todo el material reciclado.

EQUIPO

A continuación en la tabla 24 se presenta un listado con los equipo de la planta de producción de pellets.

Tabla 24. Equipos que componen la planta de la alternativa 2

EQUIPO	UNIDADES
Pelletizadora	1
Pulverizadora	1
Total	2

Área de la Planta

Para conocer el área aproximada necesaria para la ubicación de los equipos que componen la planta, se hace necesario conocer las dimensiones de cada uno de los equipos. En la tabla 25 está la especificación de cada una de las áreas ocupadas por los equipos.

En el área de la planta también se debe tener en cuenta las distancias entre los equipos, las distancias entre los mismos y la infraestructura para facilitar el movimiento de los trabajadores y el mantenimiento a éstos.

Tabla 25. Dimensiones de los equipos de la alternativa 2

Equipo	Dimensiones [m²]
Pulverizadora	0,522
Pelletizadora	0,196
Total	1,483

Es importante garantizar una distancia mínima entre equipos de un metro y entre los equipos y la infraestructura (paredes del edificio) de mínimo medio metro. En total se requieren seis metros cuadrados para la ubicación de los equipos dentro de las instalaciones.

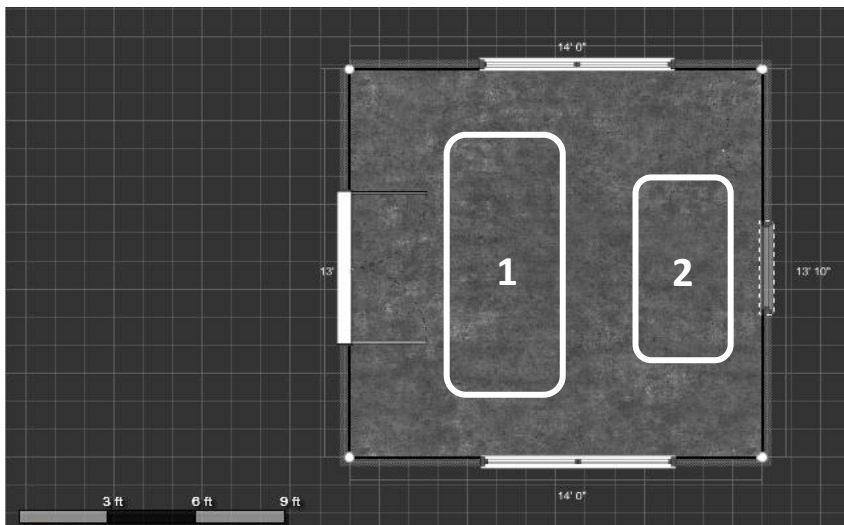
Distribución de los equipos en el terreno

Se debe tener en cuenta una distribución que integre al trabajador con las máquinas y cualquier otro factor relacionado con el proceso, las distancias mínimas de recorrido entre operaciones, la seguridad de los trabajadores y que sea flexible. Para este caso se escoge una configuración fija de los equipos y en línea, ya que la transformación de las piezas va formando paulatinamente parte del producto final.

En la figura 10 se presenta una distribución de los equipos de acuerdo a la secuencia de pasos del proceso. Las convenciones de los equipos en la figura son las siguientes:

1. Máquina Pulverizadora.
2. Máquina Pelletizadora.

Figura 10. Ubicación de los equipos para la planta de pellets dentro de la infraestructura



Gastos en Servicios Industriales

Energía eléctrica

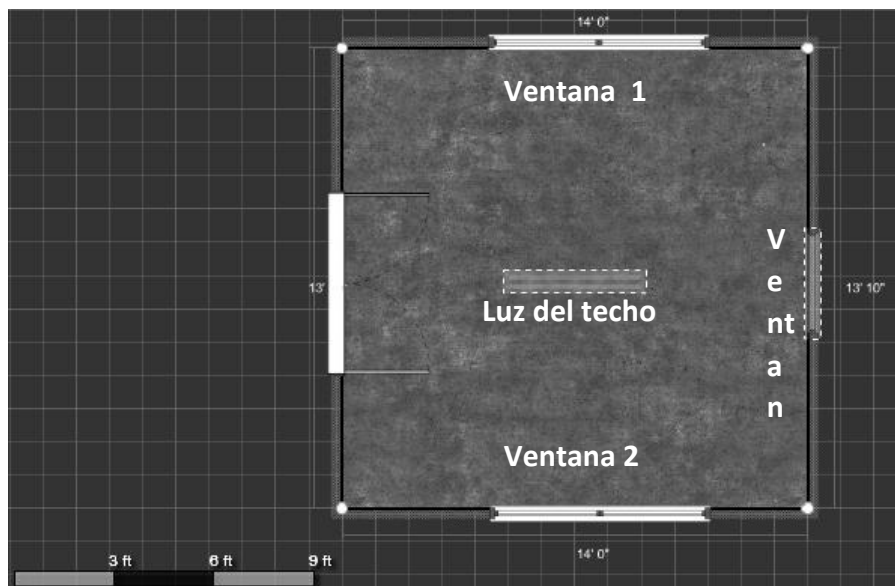
La provisión de electricidad es necesaria para el funcionamiento de equipos y para cumplir las condiciones óptimas trabajo iluminación de la planta.

Iluminación

Para trabajos con requerimientos visuales normales es necesaria una iluminancia media de servicio (LUX) de 500. Las luminarias se encuentran a baja altura (\leq a 6 m) por lo que se requieren del tipo fluorescente. El sistema de iluminación es directo, ya que todo el flujo de las lámparas va enfocado hacia el suelo; este sistema es el más económico y ofrece mayor rendimiento luminoso.

Con las especificaciones anteriores se requieren un (1) juego de luz de techo de doble tubo fluorescente, de 65 W de potencia y con capacidad de iluminación de 4100 lúmenes. En la figura 11 se muestra la disposición de las luminarias en el área de la planta.

Figura 11. Dimensiones y ubicación de ventanas y luces de la planta de pellets dentro de la edificación



Energía eléctrica de los equipos.

En total son dos (2) equipos los que requieren suministro eléctrico. Los consumos de energía se presentan en la tabla 26 y están dados en kilovatio por hora.

Tabla 26. Consumo de energía por equipo de la alternativa 2

Equipo	Energía [KW]
Pulverizadora	4
Pelletizadora	2,2
Total	6,2

VIDA ECONÓMICA

Para realizar la evaluación financiera en el presente estudio de prefactibilidad se estableció un periodo de funcionamiento de 10 años, 20 días de trabajo en el mes y turnos de 8 horas al día

Inversión Inicial

Terreno y Edificios

El terreno está ubicado en los predios de propiedad de la Universidad Industrial de Santander, por lo que no es un costo para la propuesta. La universidad cuenta con una edificación apta para el funcionamiento de la planta de fabricación de pellets de papel, la cual está siendo utilizada por el Plan de Gestión Integral de Residuos – PGIR – No existe un costo destinado para este rubro.

Para garantizar las condiciones técnicas del correcto funcionamiento de los equipos se debe hacer la adecuación del terreno, considerando los cambios necesarios en la infraestructura los cuales incluyen costos de adquisición de luminaria, cables, brakes, tomacorrientes, tuberías y mano de obra de la adecuación mostrados en la tabla 27, estimando así un costo de \$750.900.

Tabla 27. Costos totales de la adecuación del terreno para la alternativa 2

Descripción	Cantidad	Detalle	Precio Unidad	Precio Total
Luminarias	1	Balastos	\$ 40.900,00	\$ 40.900,00
Cable #14 AWG	10	Metros	\$ 9.000,00	\$ 90.000,00
Cable #12 AWG	10	Metros	\$ 9.000,00	\$ 90.000,00
Breaker 15 ^a	1	Unidades	\$ 5.000,00	\$ 5.000,00
Breaker 20 ^a	2	Unidades	\$ 10.000,00	\$ 20.000,00
Tomacorrientes	3	Unidades	\$ 12.000,00	\$ 36.000,00
Tubería	40	Metros	\$ 3.000,00	\$ 120.000,00
Cemento	1	Bultos	\$ 35.000,00	\$ 35.000,00
Arena	2	M3	\$ 7.000,00	\$ 14.000,00
Mano de Obra	10	Día	\$ 30.000,00	\$ 300.000,00
Total			\$ 750.900,00	

Equipos

De acuerdo con las especificaciones del proveedor, se requieren dos equipos para la producción. Se debe tener en cuenta que el precio inicial del equipo está en FOB (Free On Board = Franco A Bordo) y se incluyen los costos asociados al transporte, factores aplicados a fletes, aranceles e impuestos para nacionalizar la maquinaria. En la tabla 28 se encuentran los costos individuales de cada uno de los equipos, los cuales equivalen a U\$ 1.650,00 (Ver Anexo M).

Tabla 28. Costos individuales de los equipos de la alternativa 2

Equipo	Unidades	Costo (U\$)
Pulverizadora	1	\$ 850,00
Pelletizadora	1	\$ 800,00
TOTAL	2	\$ 1.650,00

En la tabla 29 se incluyen el costo total de los dos equipos puestos en el sitio de operación final en la ciudad de Bucaramanga, los cuales tienen un valor equivalente a \$ 6.265.608,00 de pesos colombianos.

Tabla 29. Costo total de los equipos en el sitio de operación para la alternativa 2

Detalle de Costos	
Valor EXW	\$ 1.650
Inland	\$ -
Valor FOB U\$	\$ 1.650
Flete Int/nal	\$ 429
Seguro	\$ 99
CIF U\$	\$ 2.178
TRM	\$ 2.000
CIF COP	\$ 4.356.000
% Arancel	5%
Arancel COP	\$ 217.800
% IVA	16%
IVA COP	\$ 731.808
Total Impuestos	\$ 949.608
Flete Nacional C-300	\$ 960.000,00
Total Importación	\$ 6.265.608,00

Análisis de Ingresos

Estudio de Mercado

Para estimar el precio de una tonelada de pellet de papel, se indagaron los datos del costo de los pellets de biomasa en la Canasta Energética Colombiana, (2010), debido a que nuestros pellets poseen una la capacidad calorífica promedio de 15,23 MJ/Kg, lo que lo ubica cercano al poder calorífico de otras biomásas

(bagazo de caña, cisco de café, etc.) comúnmente usadas en las industrias, considerando así el precio por tonelada de \$104000.

La planta produce 14,87 toneladas de pelles de papel al año, que es igual a la materia prima inicial debido a que en proceso de producción no hay pérdidas, por lo que es la misma cantidad de producción para el primer año.

Mano de Obra

La universidad estima el salario base de un trabajador operativo de \$640.230 pesos colombianos. Los términos contractuales incluyen el subsidio de transporte, subsidio de alimentación, subsidio familiar, primas, vacaciones, cesantías, salud, ICBF, pensiones, riesgos laborales y dotación. El salario anual por cada trabajador operativo en total suma \$ 13.366.414 de pesos colombianos. El Incremento anual establecido es equivalente al 6%.

Servicios Industriales

Para la planta se requiere el suministro de energía eléctrica para el funcionamiento de los equipos y la iluminación. El costo total para el consumo eléctrico es de \$ 5'019.618 pesos colombianos para el primer año. La proyección se efectuó teniendo en cuenta el comportamiento de la inflación durante los últimos cinco años y que equivale al 3,8%.

En la tabla 30 se encuentra detallado el consumo energético de cada equipo. El consumo energético de cada uno de los equipos que componen la planta, lo proporciona el proveedor en la cotización respectiva.

El cálculo de la iluminación se realizó teniendo en cuenta la altura de las luminarias, el sistema de iluminación, la superficie o plano de trabajo, el flujo luminoso por lámpara y el número de lámparas por luminaria.

Tabla 30. Costo total anual del servicio eléctrico para la alternativa 2

Cálculo de los costos energéticos	
Equipo	Energía [KW]
Máquina Pulverizadora	4
Máquina Pelletizadora	2,2
Iluminación	0,065
TOTAL	6,265
Costo total anual (10 meses)	\$ 4.505.687,76

Mantenimiento de los equipos

La literatura consultada reporta que el costo de mantenimiento equivale a un porcentaje anual igual al 3% del costo total de los equipos. Se tuvo en cuenta que el costo de mantenimiento debe tener en cuenta la depreciación de los equipos. Las proyecciones para los diez años se realizaron en base a la inflación del año 2012.

Depreciación de los equipos.

El método utilizado para el cálculo de la depreciación es el de la línea recta. El valor del activo es de \$ 6.265.608,00 de pesos colombianos. El valor de salvamento reportado en la literatura es del 10% del valor del activo, lo que equivale a \$ 626.560,80 de pesos colombianos.

Seguros

La literatura consultada reporta que el costo por concepto de seguros es equivalente al 2% del valor total de los equipos.

Estado de Resultados

Ingresos

Los ingresos monetarios de esta alternativa tecnológica son por concepto de la venta de tonelada de pellets de papel que se producen. El precio de venta para el primer año de operación es de \$ 104.000 pesos colombianos, y su valor se incrementará anualmente en un porcentaje equivalente al 10%.

Egresos

Incluyen el total de los costos variables y el total de los costos fijos. Los costos variables de esta alternativa incluyen los costos de la mano de obra, servicios y mantenimiento de los equipos. Los costos fijos son la depreciación de los equipos y los seguros.

Impuestos

Se incluyen el impuesto a la renta que equivale al 25%, el impuesto CREE que es del 9% hasta el año 2015 y el IVA del 16%

Flujo de Caja

El desarrollo y los cálculos para determinar el flujo de caja de la alternativa tecnológica se desarrollaron en el programa *EXCEL de MS OFFICE 2010®*

ANEXO L. Flujo de Caja de Alternativa 2

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INVERSION INICIAL											
Compra Terreno	\$ -										
Adecuación Terreno	\$750.900										
Edificios	\$ -										
Equipos	\$ 6.265.608										
Capital de Trabajo	\$ 18.386.032										
TOTAL INVERSION	\$ 25.402.540										
INGRESOS											
Cantidades		15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Precio	10%	\$104.000	\$114.400	\$125.840	\$138.424	\$152.266	\$167.493	\$184.242	\$202.667	\$222.933	\$245.227
TOTAL DE INGRESOS		\$1.546.480	\$1.701.128	\$1.871.241	\$2.058.365	\$2.264.201	\$2.490.622	\$2.739.684	\$3.013.652	\$3.315.017	\$3.646.519
COSTOS VARIABLES											
Costos Materias Primas	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Costos Mano de obra	\$ 13.366.414	\$ 13.767.407	\$ 14.180.429	\$ 14.605.842	\$ 15.044.017	\$ 15.495.337	\$ 15.960.198	\$ 16.439.003	\$ 16.932.174	\$ 17.440.139	\$ 17.963.343
Costos Servicios	\$5.019.618	\$5.210.364	\$5.408.358	\$5.613.875	\$5.827.202	\$6.048.636	\$6.278.484	\$6.517.067	\$6.764.715	\$7.021.774	\$7.288.602
Costos Tratamiento Residuos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Costos Mantenimiento	\$ 0	\$187.968	\$199.246	\$211.201	\$223.873	\$237.306	\$251.544	\$ 266.637	\$282.635	\$299.593	\$ 317.568
TOTAL COSTOS VARIABLES	\$ 18.386.032	\$19.165.739	\$19.788.033	\$ 20.430.918	\$21.095.092	\$21.781.279	\$22.490.226	\$23.222.707	\$ 23.979.524	\$ 24.761.506	\$ 25.569.513
COSTOS FIJOS											
Depreciación	10	\$563.905	\$563.905	\$563.905	\$563.905	\$563.905	\$563.905	\$563.905	\$563.905	\$563.905	\$563.905

Equipos											
Seguros	2%	\$125.312	\$125.312	\$125.312	\$125.312	\$125.312	\$125.312	\$125.312	\$125.312	\$125.312	\$125.312
TOTAL COSTOS FIJOS		\$689.217	\$689.217	\$689.217	\$689.217	\$689.217	\$689.217	\$689.217	\$689.217	\$689.217	\$689.217
TOTAL DE EGRESOS		\$ 19.854.95 5	\$ 20.477.25 0	\$21.120.1 35	\$ 21.784.30 9	\$ 22.470.49 6	\$ 23.179.44 3	\$ 23.911.92 4	\$ 24.668.74 0	\$ 25.450.72 3	\$ 26.258.73 0
ESTADO DE RESULTADOS											
INGRESOS		\$1.546.48 0	\$1.701.12 8	\$1.871.24 1	\$2.058.36 5	\$2.264.20 1	\$2.490.62 2	\$2.739.68 4	\$3.013.65 2	\$3.315.01 7	\$3.646.51 9
EGRESOS		\$ 19.854.95 5	\$ 20.477.25 0	\$ 21.120.13 5	\$ 21.784.30 9	\$ 22.470.49 6	\$ 23.179.44 3	\$ 23.911.92 4	\$ 24.668.74 0	\$ 25.450.72 3	\$ 26.258.73 0
UTILIDAD NETA		-\$ 18.308.47 5	-\$ 18.776.12 2	-\$ 19.248.89 4	-\$ 19.725.94 4	-\$ 20.206.29 5	-\$ 20.688.82 1	-\$ 21.172.24 0	-\$ 21.655.08 8	-\$ 22.135.70 6	-\$ 22.612.21 1
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS		-\$ 18.308.47 5	-\$ 18.776.12 2	-\$ 19.248.89 4	-\$ 19.725.94 4	-\$ 20.206.29 5	-\$ 20.688.82 1	-\$ 21.172.24 0	-\$ 21.655.08 8	-\$ 22.135.70 6	-\$ 22.612.21 1
IMPUESTOS (RENTA, IVA Y CREE)	50%	-\$ 9.154.238	-\$ 9.388.061	-\$ 9.624.447	-\$ 9.862.972	-\$ 10.103.14 7	-\$ 10.344.41 1	-\$ 10.586.12 0	-\$ 10.827.54 4	-\$ 11.067.85 3	-\$ 11.306.10 6
UTILIDAD NETA		-\$ 9.154.238	-\$ 9.388.061	-\$ 9.624.447	-\$ 9.862.972	-\$ 10.103.14 7	-\$ 10.344.41 1	-\$ 10.586.12 0	-\$ 10.827.54 4	-\$ 11.067.85 3	-\$ 11.306.10 6
DEPRECIACION		\$563.905	\$563.905	\$563.905	\$563.905	\$563.905	\$563.905	\$563.905	\$563.905	\$563.905	\$563.905
FLUJO DE CAJA NETO	-\$ 25.402.540	-\$ 8.590.333	-\$ 8.824.156	-\$ 9.060.542	-\$ 9.299.068	-\$ 9.539.243	-\$ 9.780.506	-\$ 10.022.21 5	-\$ 10.263.63 9	-\$ 10.503.94 8	-\$ 10.742.20 1
FLUJO DE CAJA ACUMULADO	-\$ 25.402.540	-\$ 33.992.87 3	-\$ 42.817.02 9	-\$ 51.877.57 2	-\$ 61.176.63 9	-\$ 70.715.88 2	-\$ 80.496.38 8	-\$ 90.518.60 3	-\$ 100.782.2 42	-\$ 111.286.1 90	-\$ 122.028.3 91
Tasa de Oportunidad	10%										
VNA	- \$58.232.080										
VPN	- \$83.634.620										
TIR	----										

ANEXO M. Cotización de equipos para la producción de pellets de papel

- Pulverizadora



Zhengzhou Azeus Machinery Co.,Ltd

Address: A503 Suo Ke Yu Fa Building, Jingliu road,Zhengzhou City,China
Tel:0086-15981891216 E-mail:amycui@azeusmachine.com.cn



ATTEN:sandra milena

DATE:September 15th,2014

FROM:Amy cui

RE:Waste Paper Crushing Machine



Zhengzhou Azeus Machinery Co.,Ltd

Address: A503 Suo Ke Yu Fa Building, Jingliu road,Zhengzhou City,China
Tel:0086-15981891216 E-mail:amycui@azeusmachine.com.cn



Model	AU5500
Capacity(kg/h)	200-300
Applicable water content	8%-15%
Hammer arrangement	Balance staggered
Sieve pore size	2-10mm Can be customized
Sieve size	510x200mm
Motor power	4kw,380v
Dimension(mm)	900*580*1020
Weight (kg)	140kg
FOB Qingdao price	USD850

Introduction

The machine adopts blade cutting principle and high-speed airflow impact to cut biomass materials.

It consists of cutting device, grinding device and air blower, with the feature of high output and flexibility.

Features

- 1.Reasonable structure and stable performance
- 2.Small occupation area and energy-saving
- 3.Main parts are made of wear resistant materials,so can achieve the continuous production and long working life.



Zhengzhou Azeus Machinery Co.,Ltd

Address: A503 Suo Ke Yu Fa Building, Jingliu road,Zhengzhou City,China
Tel:0086-15981891216 E-mail:amycui@azeusmachine.com.cn



4.You can change screening sieve according to different material grinding requirements

Working principle

The machine integrates the function of chipping and grinding, adopting blade cutting and high-speed airflow impacting. It can simultaneously complete micro material sorting process. During the blade working process, rotor produces high speed airflow, the material are accelerated in the airflow and impacted, thus completing the grinding process.

Remarks

Delivery time:Within 10days after the deposit payment

Package :Export standard package (plywood)

Payment terms:40%by T/T as deposit,60% when seeing the copy of the B/L by sea delivery

Offer Valid period :30days

Warranty time:The main body(not included the motor and wearing parts) guarantee is one year. During the guarantee period, if the main body defective as the bad quality without any workers wrong operation, Zhengzhou Azeus Machinery Co.,LTD should replace the parts for free.

Contact

Mobile Phone: 0086-15981891216

Email:amycui@azeusmachine.com.cn

Skype:hellosunshinecui

Trade Manager:cn1001747389

- Pelletizadora



Zhengzhou Azeus Machinery Co.,Ltd

Address: A503 Suo Ke Yu Fa Building, Jingliu road,Zhengzhou City,China
Tel:0086-15981891216 E-mail:amycui@azeusmachine.com.cn



ATTEN:sandra milena

DATE:September 12th,2014

FROM:Amy cui

RE:AUS120B Biomass Pellet Machine





Zhengzhou Azeus Machinery Co.,Ltd

Address: A503 Suo Ke Yu Fa Building, Jingliu road,Zhengzhou City,China
Tel:0086-15981891216 E-mail:amycui@azeusmachine.com.cn



Model	AUS120B
Capacity	40kg/h
Power supply	Single phase 2.2kw, three phase 3kw
Pellet specification	2.5-10mm
Diameter of flat die	120mm
Applicable water content (%)	12-20
Dimension after packaged	750*320*610mm
Weight	100kg
FOB Qingdao price	USD800

Pelleting Process

- 1.In the pelleting process, the major role are dies and rollers which are made of high quality alloy steel that is cast by advanced craft.
- 2.Firstly, put materials into the feeder and let them fall down onto a set of rotating rollers over the die;
- 3.Then, the materials will be compressed between the surface of die and the rotating rollers, while pellets coming out of the die they will be cut into set length by a sharp knife.



Zhengzhou Azeus Machinery Co.,Ltd

Address: A503 Suo Ke Yu Fa Building, Jingliu road,Zhengzhou City,China
Tel:0086-15981891216 E-mail:amycui@azeusmachine.com.cn



4.There are different dies with various die holes.

About Pellets

The whole pelleting process need neither water nor drying.The temperature can naturally rise to 70℃. Pellets inside is ripening and outside slippy, rigid enough, suitable for long-term storage.

Features

- 1.Compact structure and light weight which enable it to be moved freely and more adjustable to small pellet production.
- 2.The flat die pellet mill is made of wear-resistant material thus having a long service life
- 3.The pelleting process is visible, so it is convenient to solve problems in time.
- 4.The small flat die pellet mill is energy saving which can reduce the investment and air pollution.
- 5.Simple structure, small area coverage, easy operation and maintenance.
- 6.Low consumption, competitive price and cost saving.

Remarks

Delivery time:Within 15days after the deposit payment

Package:Export standard package (plywood)

Payment terms:40%by T/T as deposit,60% when seeing the copy of the B/L by sea delivery

Warranty time:The main body(not included the motor and wearing parts) guarantee is one year. During the guarantee period, if the main body defective as the bad quality without any workers wrong operation, Zhengzhou Azeus Machinery Co.,LTD should replace

ANEXO N. Alternativa 3 “Elaboración de Papel Tissue (papel tisú)”

MATERIAS PRIMAS

Papel reciclado

La materia prima seleccionada para esta alternativa excluye el tipo de papel denominado plegadiza debido a que presenta dificultades durante el proceso de pulpeado. En la tabla 31 se muestra la selección y la cantidad de papel y cartón que se puede utilizar en este proceso. El símbolo X indica que el tipo de papel cumple con el criterio de selección, de lo contrario, se marca con el símbolo O.

Tabla 31. Selección de materias primas a utilizar para la alternativa 3

Variable	Parámetro máximo	Papel Archivo	Papel Periódico	Plegadiza	Cartón
Laminado	Sin cobertura plástica	X	X	O	X

Con la selección anterior, se puede aprovechar el papel archivo, el papel periódico y el cartón como materia prima para la producción de papel tisú. Esto indica que la disponibilidad de materia prima es de 1487 kilogramos por mes. (Ver Tabla 32)

Tabla 32. Cantidades de papel archivo, papel periódico y cartón por dependencias seleccionados para la alternativa 3

DEPENDENCIA	RESIDUOS OBTENIDOS [Kg/mes]			
	Papel Archivo	Cartón	Periódico	
Publicaciones	535	0	78	
CAPRUIS	38	72	0	
Planta física	200	505	52	
Escuela de Ingeniería Química	5	0	2	
Totales	778	577	132	1487

Para el tratamiento de blanqueo de la pulpa de papel reciclado se utiliza el método de blanqueo denominado TCF (Totally Chlorine Free = Libre de Cloro) el cual requiere Peróxido de Hidrógeno como principal componente químico.

Mano de obra requerida

Se requieren seis trabajadores para la correcta operación de toda la planta.

Localización de la Planta

La planta debe ubicarse dentro de los predios de la Universidad Industrial de Santander, debido a que es en este sitio en donde se genera la materia prima para el proceso. La universidad debe realizar un estudio para determinar la ubicación óptima, ya que depende del sitio de acopio de todo el material reciclado.

Equipos

En la tabla 33 se presenta un listado de los equipos que componen la planta de elaboración de papel tisú:

Tabla 33. Equipos que componen la planta de la alternativa 3

Equipo	Unidades
Tanque Pulper	1
Tamizador Vibratorio	1
Refinador	1
Tanque de Blanqueo	2
Filtro de Sólidos	6
Máquina Automática de Enrollado	1
Máquina de Cortado	1
Máquina de Empacado	1
Caldera	1
Bombas	6
Panel de Control	2
TOTAL	23

Área de la Planta

Para realizar un estimado del área total requerida para ubicar los equipos que componen la planta se hace necesario conocer las dimensiones de cada uno de ellos. En la tabla 34 está la especificación de cada una de las áreas ocupadas por los equipos.

El área de la planta también debe cubrir las distancias entre los equipos y la infraestructura para facilitar el movimiento de los trabajadores y el mantenimiento a los equipos.

Se debe garantizar una distancia mínima entre equipos de un (1) metro y entre los equipos y la infraestructura (paredes del edificio) de mínimo medio metro (0,5 m).

En total se requieren aproximadamente 200 metros cuadrados para la ubicación de los equipos dentro de las instalaciones.

Tabla 34. Dimensiones de los equipos de la alternativa 3

Equipo	Dimensiones [m²]
Tanque Pulper	4
Tamizador Vibratorio	1
Refinador	2
Tanque de Blanqueo	6
Filtro de Sólidos	12
Máquina Automática de Enrollado	70
Máquina de Cortado	10
Máquina de Empacado	10
Caldera	25
Bombas	10
Panel de Control	6
Total	156 m²

Distribución de los equipos en el terreno

Se debe tener en cuenta una distribución que integre al trabajador con las máquinas y cualquier otro factor relacionado con el proceso, las distancias mínimas de recorrido entre operaciones, la seguridad de los trabajadores y que sea flexible.

La ubicación de los equipos en el área seleccionada, depende del concepto técnico que emita el ingeniero que el proveedor proporciona en la parte de asesoría y servicio.

Servicios Industriales

Energía Eléctrica

Iluminación

El diseño de iluminación depende del concepto que emita el ingeniero que el proveedor proporciona, ya que depende de la disposición final de los equipos. Sin embargo, para realizar el estudio de prefactibilidad se estima necesario utilizar 15 juegos de luces de techo de doble tubo fluorescente, de 65 W de potencia y con capacidad de iluminación de 4100 lúmenes.

Energía eléctrica de los equipos.

En total son veintiún equipos los que requieren suministro eléctrico. Los consumos de energía en total equivalen a 250 Kw/h

Vapor

Se requiere de una línea de conducción que transporte vapor saturado a una presión entre 0,3 y 0,4 MPa, según requerimientos de la planta entregados por el proveedor.

Agua

Se necesita una línea de agua para el proceso de pulpeo y destintado de la materia prima. De acuerdo a los requerimientos de la planta, el suministro de agua es de veinticinco metros cúbicos por hora (25 m³/h).

Gas Natural

Se requiere una línea de gas natural que provea 25 Nm³/h para el suministro de la caldera.

VIDA ECONÓMICA

Para realizar la evaluación financiera en el presente estudio de prefactibilidad se estableció un periodo de funcionamiento de 10 años, 20 días de trabajo en el mes y turnos de 8 horas al día

Inversión Inicial

Terreno y Edificios

El terreno está ubicado en los predios de propiedad de la Universidad Industrial de Santander, por lo que no es un costo para la propuesta.

La universidad cuenta con una edificación apta para el funcionamiento de la planta, la cual está siendo utilizada por el Plan de Gestión Integral de Residuos – PGIR – Se hace necesario esperar el concepto técnico emitido por el ingeniero que el proveedor envía para evaluar el terreno y determinar si hace falta realizar adecuaciones adicionales. Para efectos del análisis de prefactibilidad se toma el 10% del valor total de los equipos como costo de la adecuación del terreno.

Equipos

Se debe tener en cuenta que el precio inicial de la totalidad del equipo está en EXW (EX Works = En fábrica) y se incluyen los costos asociados al transporte hasta puerto, factores aplicados a fletes, aranceles e impuestos para nacionalizar la maquinaria (Ver Anexo P).

En la tabla 35 se incluyen el costo total de los equipos puestos en el sitio de operación final en la ciudad de Bucaramanga, los cuales tienen un valor equivalente a \$ 99.347.424 de pesos colombianos.

Tabla 35. Costo total de los equipos en el sitio de operación de la alternativa 3

Detalle de Costos	
Valor EXW	\$ 30.000
Inland	\$ 1.310
Valor FOB U\$	\$ 31.310
Flete Int/nal	\$ 8.141
Seguro	\$ 19
CIF U\$	\$ 9.469
TRM	\$ 2.000
CIF COP	\$ 78.938.772
% Arancel	5%
Arancel COP	\$ 3.946.939
% IVA	16%
IVA COP	\$ 13.261.714
Total Impuestos	\$ 17.208.652
Flete Nacional	\$ 3.200.000,00
Total Importación	\$ 99.347.424,30

Asesoría

El proveedor se compromete a enviar el personal autorizado para la instalación de todos los equipos y el entrenamiento en todos los procesos a los operadores de la planta. La universidad debe suplir las necesidades relacionadas al viaje, la estadía y salario de cada uno de los trabajadores. Este rubro equivale a \$39'402.986 pesos.

Análisis de Ingresos

Estudio de Mercado

Para la determinación del precio de un rollo de papel tissue, se consideró el valor de las diferentes marcas de papel que se encuentran en el mercado. Estos datos fueron consultados directamente en los sitios web de las principales empresas productoras como Familia, Súper Súplex, Joya, Elite, Scott, entre otros.

De acuerdo con el análisis de los datos, se obtuvo una media de \$560 pesos colombianos por artículo. Se aplicó un margen de seguridad del 6% sobre el valor obtenido, por lo que el precio establecido final es de \$600 pesos colombianos. El precio de venta se incrementará en un 8% anual.

La planta produce 62.500 rollos de papel tisú por cada tonelada procesada, por lo que se estima una producción en el primer año de 972.500 unidades de papel tisú.

Costos Variables

Materias Primas

Los costos asociados a la materia prima están relacionados a los productos químicos necesarios en el proceso de blanqueo, en este caso se utiliza Peróxido de Hidrógeno. La literatura reporta⁴ una inversión de \$142.000,00 pesos por cada tonelada de papel reciclado que se incorpora al proceso. Para este proyecto se requiere una inversión de \$ 284.000,00 para el tratamiento de blanqueo. El incremento anual viene dado por el comportamiento de los últimos cinco años de la inflación, lo que corresponde a una media de 3,8%.

Mano de Obra

La universidad estima el salario base de un técnico de \$ 1.199.030 de pesos colombianos. Los términos contractuales incluyen el subsidio de transporte, subsidio de alimentación, subsidio familiar, primas, vacaciones, cesantías, salud, ICBF, pensiones, riesgos laborales y dotación. El salario anual por cada trabajador en total suma \$ 23.178.072 de pesos colombianos. El Incremento anual establecido es equivalente al 6%

⁴ <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/energetica/article/viewFile/24081/24754>

Servicios Industriales

En la tabla 36 se relacionan los costos totales de los servicios industriales de agua, luz y energía eléctrica necesarios para la operación de la planta de elaboración de papel tisú. El incremento anual viene dado por el comportamiento de los últimos cinco años de la inflación, lo que corresponde a una media de 3,8%.

Tabla 36. Costos Anuales Servicios Industriales para la alternativa 3

Costos Servicios Industriales			
Equipo	Energía [Kw/h]	Agua [m3/h]	Gas [Nm3/h]
Planta de Papel Tisú	250	25	25
Iluminación	2	0	0
TOTAL	252	25	25
Costo total anual (10 meses)	\$ 181.234.368,00	\$ 72.888.400,00	\$ 37.228.400,00
TOTAL	\$ 291.351.168,00		

Mantenimiento de los equipos

La literatura consultada reporta que el costo de mantenimiento equivale a un porcentaje igual al 10% del costo total de los equipos. El incremento anual viene dado por el comportamiento de los últimos cinco años de la inflación, lo que corresponde a una media de 3,8%.

Depreciación de los equipos.

La depreciación de los equipos se realizó mediante el método de la línea recta. El valor del activo es de \$ \$99.500.965,38 de pesos colombianos. El valor de salvamento reportado en la literatura es del 10% del valor del activo.

Seguros

La literatura consultada reporta que el costo por concepto de seguros es equivalente al 3% del valor total de los equipos.

Estado de Resultados

Ingresos

Los ingresos monetarios de esta alternativa tecnológica son por concepto de la venta de los rollos de papel tisú. El precio de venta para el primer año de operación es de \$600 pesos colombianos, y su valor se incrementará anualmente en un porcentaje equivalente al 8%.

Egresos

Incluyen el total de los costos variables y el total de los costos fijos. Los costos variables de esta alternativa incluyen los costos de las materias primas, mano de obra, servicios y mantenimiento de los equipos. Los costos fijos son la depreciación de los equipos y los seguros.

Impuestos

Se incluyen el impuesto a la renta que equivale al 25%, el impuesto CREE que es del 9% hasta el año 2015 y el IVA del 16%

Flujo de Caja

El desarrollo y los cálculos para determinar el flujo de caja de la alternativa tecnológica se desarrollaron en el programa *EXCEL de MS OFFICE 2010®*

ANEXO O. Flujo de Caja de Alternativa 3

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INVERSION INICIAL											
Compra Terreno											
Adecuación de Terreno	\$ 19.900.193										
Edificios											
Equipos	\$99.500.965										
Servicio Técnico	\$39.402.986										
Capital de Trabajo	\$320.586.800										
TOTAL INVERSION	\$479.390.944										
INGRESOS											
Cantidades		972.500	972.500	972.500	972.500	972.500	972.500	972.500	972.500	972.500	972.500
Precio		\$600	\$650	\$700	\$750	\$800	\$850	\$900	\$950	\$1.000	\$1.050
TOTAL DE INGRESOS		\$583.500.000	\$632.125.000	\$680.750.000	\$729.375.000	\$778.000.000	\$826.625.000	\$875.250.000	\$923.875.000	\$972.500.000	\$1.021.125.000
COSTOS VARIABLES											
Costos Materias Primas	\$284.000	\$294.792	\$305.994	\$317.622	\$329.692	\$342.220	\$355.224	\$368.723	\$382.734	\$397.278	\$412.375
Costos Mano de obra	\$ 139.068.432	\$147.412.538	\$156.257.290	\$165.632.728	\$175.570.691	\$186.104.933	\$197.271.229	\$209.107.502	\$221.653.953	\$234.953.190	\$ 249.050.381
Costos Servicios	\$ 181.234.368	\$188.121.274	\$195.269.882	\$202.690.138	\$210.392.363	\$218.387.273	\$226.685.989	\$235.300.057	\$244.241.459	\$253.522.635	\$ 263.156.495
Costos Tratamiento Residuos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Costos Mantenimiento	10%	\$ 9.950.097	\$ 10.547.102	\$ 11.179.928	\$ 11.850.724	\$ 12.561.768	\$ 13.315.474	\$ 14.114.402	\$ 14.961.266	\$ 15.858.942	\$ 16.810.479
TOTAL COSTOS VARIABLES	\$ 320.586.800	\$345.778.700	\$362.380.269	\$379.820.416	\$398.143.470	\$417.396.193	\$437.627.916	\$458.890.684	\$481.239.412	\$504.732.044	\$529.429.729

COSTOS FIJOS											
Depreciación Equipos	10	\$8.955.087	\$8.955.087	\$8.955.087	\$8.955.087	\$8.955.087	\$8.955.087	\$8.955.087	\$8.955.087	\$8.955.087	\$8.955.087
Seguro Equipos	3%	\$2.985.029	\$2.985.029	\$2.985.029	\$2.985.029	\$2.985.029	\$2.985.029	\$2.985.029	\$2.985.029	\$2.985.029	\$2.985.029
TOTAL COSTOS FIJOS		\$11.940.116	\$11.940.116	\$11.940.116	\$11.940.116	\$11.940.116	\$11.940.116	\$11.940.116	\$11.940.116	\$11.940.116	\$11.940.116
TOTAL DE EGRESOS		\$357.718.816	\$374.320.385	\$391.760.532	\$410.083.586	\$429.336.309	\$449.568.032	\$470.830.800	\$493.179.528	\$516.672.160	\$541.369.845
ESTADO DE RESULTADOS											
INGRESOS		\$583.500.000	\$632.125.000	\$680.750.000	\$729.375.000	\$778.000.000	\$826.625.000	\$875.250.000	\$923.875.000	\$972.500.000	\$1.021.125.000
EGRESOS		\$357.718.816	\$374.320.385	\$391.760.532	\$410.083.586	\$429.336.309	\$449.568.032	\$470.830.800	\$493.179.528	\$516.672.160	\$541.369.845
UTILIDAD NETA		\$225.781.184	\$257.804.615	\$288.989.468	\$319.291.414	\$348.663.691	\$377.056.968	\$404.419.200	\$430.695.472	\$455.827.840	\$479.755.155
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS		\$225.781.184	\$257.804.615	\$288.989.468	\$319.291.414	\$348.663.691	\$377.056.968	\$404.419.200	\$430.695.472	\$455.827.840	\$479.755.155
IMPUESTOS (RENTA, IVA Y CREE)	50%	\$112.890.592	\$128.902.308	\$144.494.734	\$159.645.707	\$174.331.846	\$188.528.484	\$202.209.600	\$215.347.736	\$227.913.920	\$239.877.578
UTILIDAD NETA		\$112.890.592	\$128.902.308	\$144.494.734	\$159.645.707	\$174.331.846	\$188.528.484	\$202.209.600	\$215.347.736	\$227.913.920	\$239.877.578
DEPRECIACION		\$8.955.087	\$8.955.087	\$8.955.087	\$8.955.087	\$8.955.087	\$8.955.087	\$8.955.087	\$8.955.087	\$8.955.087	\$8.955.087
FLUJO DE CAJA NETO	-\$479.390.944	\$121.845.679	\$137.857.394	\$153.449.821	\$168.600.794	\$183.286.932	\$197.483.571	\$211.164.687	\$224.302.823	\$236.869.007	\$248.832.664
FLUJO DE CAJA ACUMULADO	-\$479.390.944	-\$357.545.266	-\$219.687.871	-\$66.238.050	\$102.362.744	\$285.649.676	\$483.133.247	\$694.297.934	\$918.600.757	\$1.155.469.764	\$1.404.302.428
Tasa de Oportunidad	10%										
VNA	\$1.089.818.496										
VPN	\$610.427.551										
TIR	31%										

ANEXO P. Cotización de equipos para la elaboración del papel tissue



Feasibility

1. Required workshop size(L x W x H):200m³ (30meter x 6meter x 5meter)
- 2.Natural gas consumption for boiler: 25 Nm³/hour
- 3.Power consumption: 250kw for producing 1 ton paper
- 4.Water consumption: 2 ton for producing 1 ton paper
- 5.Raw material consumption: 1.15-1.2 ton waste paper for producing 1 ton paper
- 6.Chemical consumption: it costs about USD30 for producing 1 ton paper in China
- 7.Operating personnel: 6workers/shift, 2 shifts/24hours
- 8.Delivery time: 1 month from the date receiving the down payment
- 9.Installation time : 1-2 months
10. Need a container 40 feet container 1 set

I. Technical parameter

1. Output paper: tissue paper toilet paper
2. Raw material: recycled paper
3. Capacity: 500 kg/day
4. Net paper width: 900mm
5. Cylinder mesh width: 1100mm
6. Output paper weight: 15-30g/m²
7. Roll gauge: 1400mm
8. Working speed: 20-40m/min
9. Drive way: YCT motor speed adjusting




II. Brief introduction:

The simple flowchart for this project:

III. Pulp making section:

Pulp making section			
No.	Item&Function	qty(sets)	picture
1	1.2 m High consistency hydra-pulper To break the waste paper into pulp and drop down the impurity and ink	1	
2	0.9m ² High frequency vibrating screen To separate and remove the small impurity (such as broken plastic #1) in the pulp through vibrating	1	
3	Bleacher (include drive part) To remove the pulp through bleaching	2	






7	4 inch Pulp pump To provide the pulp for the needed machine	
8	4 inch Water pump To provide the clean water for the felt washing and other needed section.	
9	Electrical operation cabinet To control the machine running or stop	

IV. Paper making section:

1) The main structure




Tel:86-371-8409901-3009 Fax:86-371-8409901 E-mail: zhangchen@chinapapermachinery.com
Address: 1 Cuzhuo Street High-tech Zone, Zhengzhou city, China



4	Φ250mm single disc pulp refiner To make the pulp mark finer and smoother	
5	Φ500mm impeller To stir the pulp and make sure the pulp and water mixed well	
6	S and remover To remove the sand and impurity in the water and pulp	

Tel:86-371-8409901-3009 Fax:86-371-8409901 E-mail: zhangchen@chinapapermachinery.com
Address: 1 Cuzhuo Street High-tech Zone, Zhengzhou city, China






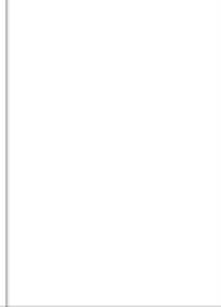

3	cast iron alloy dryer cylinder	1	
4	JZQ speed reducer	1	
5	YCTS peed adjustable motor	1	
6	Exhaust hood of dryer cylinder To cover the dryers and collect the hot & moist air which is diffused by dryers	1	



- Cylinder mold part
 - 1 pc of #750mm×1100mm×1400mm stainless steel cylinder mold.
 - 1 pc of #250mm×1100mm×1400mm couch roll, coated by rubber, rubber hardness 38±2 SR.
- Dryer part
 - 1 pc of #1000mm×1100mm×1400mm alloy dryer cylinder, 1 pc of #350mm×1100mm×1400mm touch roll, rubber hardness 90±2 SR. With scraper blade device.
- Winding part
 - 1 set of #400mm×1100mm×1400mm winding cylinder.





2) Equipment list with picture

No.	Item&Function	qty(set)	picture
Cylinder mold part			
1	S stainless steel cylinder mold	1	
2	Couch roll	1	
Dryer part			

11	Vacuum box To absorb the water in the wet paper		2
12	Walking table To operate and maintain the machine & pick up paper on it		1
13	boiler(burn natural gas) To provide the hot steam for the dryer		1

VPaper converting section:

No.	Item&Function	qty(set)	picture
-----	---------------	----------	---------

7	Φ 500mm axial-flow ventilator To ventilate and pull out the hot & moist air in the exhaust hood		1
Winding part			
8	Winding machine To reel the paper to big paper roll		1
9	JZQ speed reducer		1
Water suction part			
10	33roots vacuum pump To provide the vacuum force for the suction box		1



ZhengzhouDingchenMachineryCo.,Ltd www.chinapapermachinery.com
 need. Customers should pay wages at USD1600/month for each technician, and afford all the charges for visa application, around tickets, food and living, safety insurance, and provide them necessary support.




VII Guarantee term

- Quality guarantee is one year;
- Consumable parts are not in the quality guarantee range;
- If any damage caused by improper operation, the seller will not be responsible;
- After installation is ready and if machine is not performing, seller will be responsible for the all costs incurred by the buyer, but if machine is not performing due to reason of lack of water, electricity and lack of raw materials after installation, the seller will not be responsible;
- Technical support.

If any questions about this production line, we will answer within 24hours.



ZhengzhouDingchenMachineryCo.,Ltd www.chinapapermachinery.com

1	Tissue paper rewinding & perforating machine To make the jumbo roll paper to small diameter paperroll	1	
2	Type 450 tissue paper cutting machine To cut the small diameter paper roll to any length according to your requirement	1	
3	Plastic bag sealing machine To seal the plastic bag for packing the tissue paper roll	1	

VI Quotation

(1) The total amount for the whole tissue paper production line is USD300000*EXW.

(2) This price include all above equipment and all motors, but without civil work, all pipes, valves, electric lines, cables, meters, instruments and etc.

(3) Installation and commissioning

We shall send 2 technicians for installation, testing and training workers if customer
 Tel:81-371-8098601-8009 Fax:81-371-8109901 E-mail:peal@chinapapermachinery.com
 Address:1 Cuzhan Street High-tech Zone, Zhengzhou city, China

Tel:81-371-8098601-8009 Fax:81-371-8109901 E-mail:peal@chinapapermachinery.com
 Address:1 Cuzhan Street High-tech Zone, Zhengzhou city, China

ANEXO Q. Flujo de caja Situación Actual

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INVERSION INICIAL											
Compra Terreno	\$ -										
Adecuación Terreno	\$ -										
Edificios	\$ -										
Equipos	\$ -										
Capital de Trabajo	\$ -										
TOTAL INVERSION	\$ -										
INGRESOS											
Cantidades	5%	19	20	21	22	23	24	26	27	28	30
Precio	5%										
TOTAL DE INGRESOS		\$1.615.500	\$1.781.089	\$1.963.650	\$2.164.925	\$2.386.829	\$2.631.479	\$2.901.206	\$3.198.579	\$3.526.434	\$3.887.893
COSTOS VARIABLES											
Costos Materias Primas	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Costos Mano de obra	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Costos Servicios	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Costos Tratamiento Residuos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Costos Mantenimiento		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
TOTAL COSTOS VARIABLES	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
COSTOS FIJOS											
Depreciación Equipos		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -

Seguros		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
TOTAL COSTOS FIJOS		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
TOTAL DE EGRESOS		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
ESTADO DE RESULTADOS											
INGRESOS		\$1.615.500	\$1.781.089	\$1.963.650	\$2.164.925	\$2.386.829	\$2.631.479	\$2.901.206	\$3.198.579	\$3.526.434	\$3.887.893
EGRESOS		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
UTILIDAD NETA		\$1.615.500	\$1.781.089	\$1.963.650	\$2.164.925	\$2.386.829	\$2.631.479	\$2.901.206	\$3.198.579	\$3.526.434	\$3.887.893
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS		\$1.615.500	\$1.781.089	\$1.963.650	\$2.164.925	\$2.386.829	\$2.631.479	\$2.901.206	\$3.198.579	\$3.526.434	\$3.887.893
IMPUESTOS (RENTA, IVA Y CREE)	0%	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
UTILIDAD NETA		\$1.615.500	\$1.781.089	\$1.963.650	\$2.164.925	\$2.386.829	\$2.631.479	\$2.901.206	\$3.198.579	\$3.526.434	\$3.887.893
DEPRECIACION		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
FLUJO DE CAJA NETO	-\$10,00	\$1.615.500	\$1.781.089	\$1.963.650	\$2.164.925	\$2.386.829	\$2.631.479	\$2.901.206	\$3.198.579	\$3.526.434	\$3.887.893
FLUJO DE CAJA ACUMULADO	-\$10,00	\$1.615.490	\$3.396.579	\$5.360.229	\$7.525.154	\$9.911.983	\$12.543.462	\$15.444.668	\$18.643.248	\$22.169.681	\$26.057.575
Tasa de Oportunidad	10%										
VNA	\$14.837.479,02										
VPN	\$14.837.469,02										
TIR	16154910%										

