ITBA / Universidad del CEMA

Maestría en Evaluación de Proyectos

Proyecto:

"Producción de Pulpa de Madera BCTMP (pulpa quimi-termo-mecánica blanqueada)"

Autor: *Hugo Chaikh*

Tutor: Oscar De Leo

Resumen ejecutivo

El proyecto de inversión objeto de la presente evaluación consiste en la ***instalación y operación de una planta productora de pulpa de madera blanqueada de tipo BCTMP*** *(bleached chemi-thermomechanical pulp), destinada a la producción de papeles, con un* ***volumen de producción de 315.000 tpa****, utilizando* ***madera de Eucalyptus Grandis****.*

La planta se ubica dentro de la República Argentina, en las ***regiones noreste de Entre Ríos y sureste de Corrientes****. En la misma zona se cosecha la madera, obtenida de bosques implantados de alta tasa de crecimiento. El* ***cono sur de Sudamérica es una región de oportunidad para el desarrollo de proyectos forestales****, por su disponibilidad y superiores condiciones, y dada la escasez y restricciones de las regiones forestales del hemisferio norte.*

El BCTMP se destaca por la calidad única del producto *(alto volumen, alta opacidad, y rigidez) y* ***la ductilidad del proceso para adaptar el producto a necesidades específicas****, que permite introducir mejoras en diferentes calidades de papel producido con pulpa kraft y actuando como complemento de la misma.* ***Se destacan además el alto rendimiento del proceso, y su bajo impacto ambiental****. El BCTMP es especialmente valorado en el mercado de pulpas por estas cualidades, y tiene perspectivas de crecimiento a largo plazo. Los* ***mercados objetivo*** *del emprendimiento abarcan a productores de papel y cartones de* ***Europa, Sudamérica, y el sudeste de Asia (principalmente China)****.*

La inversión se estima en u$s 280 millones a ejecutar en un plazo de 3 años*. La evaluación financiera del caso base muestra valor para el proyecto en distintos escenarios que son puestos a consideración del inversor. El proyecto se evalúa por un plazo de 15 años incluyendo el valor residual al final como una perpetuidad. Para el caso base, el valor básico del proyecto* ***(VAN) es de 84,4 millones de us$****, descontado a una* ***tasa de 11,7%****, calculada mediante el modelo CAPM adaptado al contexto latinoamericano. La* ***TIR del proyecto****, también para el caso base,* ***resulta igual a 14,7%****.*

Se identifican en este trabajo las variables clave del proyecto y se evalúa el resultado en diferentes escenarios, analizando en cada uno de ellos la sensibilidad de los indicadores financieros citados.

El ejercicio muestra en general un resultado ajustado y sensible principalmente a la evolución de los precios del BCTMP, en un proyecto donde la energía eléctrica es un insumo clave y cuya disponibilidad debe asegurarse.

Tabla de contenidos

1. Contexto del negocio: La industria de la pulpa y el papel 5
1.1 Productos de la industria y sus características 5
1.1.1 El papel 5
1.1.2 La pulpa 6
1.2 El mercado de la pulpa de madera 9
1.2.1 La demanda de papel y sus fuerzas impulsoras 10
1.2.2 La demanda por calidad de papel 12
1.2.3 La oferta y demanda global de pulpa kraft 13
1.2.4 La demanda de pulpa de mercado 16

2. Objeto del negocio: La pulpa BCTMP 19
2.1 El producto y sus aplicaciones 19
2.2 El proceso y la tecnología de fabricación 21
2.2.1 Flujo general del proceso 21
2.2.2. Insumos 22
2.2.3. Impacto ambiental 23
2.3 La situación de la industria y el mercado de pulpa BCTMP 25
2.3.1 La oferta y demanda de pulpa BCTMP 25
2.3.2 Los precios de la pulpa 27
2.3.3 Barreras de entrada y salida 28

3. El proyecto de inversión 30
3.1 Construcción de la planta industrial 30
3.1.1 Características principales de la planta y el producto 30
3.1.2 Inversión requerida 31
3.1.3 Localización propuesta 32
3.1.4 Obra de construcción de la planta 32
3.2 Operación del negocio 33
3.2.1 Insumos y servicios clave 33
3.2.1.1 Madera 33
3.2.1.2 Energía Eléctrica 36
3.2.1.3 Productos Químicos 36
3.2.2 Recursos humanos 37
3.2.3 Organización y administración del negocio 37
3.2.4 Estrategia Comercial 38
3.3 Análisis FODA 40
3.4 Identificación de variables clave 41
3.4.1 Ingresos 41
3.4.2 Costos 42
3.4.3 Cuenta económica y ROIC 43
3.4.4 Variables Clave 45
3.5 Análisis y condiciones de rentabilidad del proyecto 46

4. Proyección y Evaluación 48
4.1 Identificación de Escenarios 48
4.2 Caso Base 49
4.3 Evaluación Económica Financiera 51

5. Informe Final 54
5.1 Análisis de Sensibilidad y Riesgo 54
5.2 Propuesta de Financiamiento.....57
5.3 Conclusiones y Recomendaciones.....58

Referencias 61

1. Contexto del negocio: La industria de la pulpa y el papel

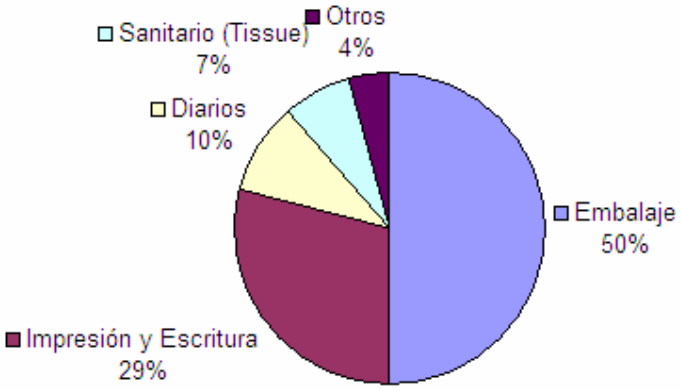
En esta sección se describe el contexto general de negocios en el que se inserta el proyecto objeto de evaluación, y cuál es la oportunidad que se presenta para el desarrollo del mismo.

1.1 Productos de la industria y sus características

1.1.1 El papel

El papel es un producto de consumo global que cuenta en la actualidad con una gama muy amplia de diferentes usos finales. Los principales se pueden agrupar en: papeles de impresión y escritura, papeles para embalajes, y papeles sanitarios.

Entre los papeles de impresión y escritura existen varias calidades y formatos, destinados a la escritura manual y a la impresión mecánica sobre diferentes tipos de dispositivos como impresoras hogareñas, de negocios, o graficadores (*plotters*) de precisión para la ingeniería, para el uso en impresoras industriales para publicaciones o para la industria gráfica, impresoras para el copiado, y otros.
También para los papeles de embalaje ("*packaging*") hay una gama de usos, desde simples papeles y cartones marrones para envoltorios y cajas, hasta cartulinas multicapa para envases con impresiones de alta calidad.
Finalmente los papeles sanitarios ("*tissue*") también se aplican a distintos productos destinados a la higiene y el cuidado personal.



Producción Global de Papel - Año 2008

Categoría	Toneladas
Embalaje	189.852.184
Impresión y Escritura	110.103.674
Diarios	36.862.359
Sanitario (*Tissue*)	26.616.297
Otros	16.270.947
Total (toneladas métricas)	379.705.461

FAOSTAT | © FAO Statistics Division 2010

Cuadro 1

En la figura anterior se pueden observar los volúmenes de producción mundial de papeles correspondientes al año 2008 (últimos datos publicados por FAO) para los cuatro grupos principales mencionados.
El embalaje y la impresión y escritura (se excluye papel de Diarios) son las aplicaciones del papel que mueven la industria, y han representado históricamente la mayor parte de la producción (en 2008 suman el 79%).

1.1.2 La pulpa

La materia prima para la producción del papel es la pulpa de madera, de la cual también existen varias clases según la madera de origen, el proceso y los tratamientos empleados para fabricarla.
En sentido genérico, el término "pulpa" es empleado para una gama de productos técnicamente diferentes resultantes de procesos de fabricación complejos, que involucran el tratamiento químico y/o mecánico de varios tipos de materiales naturales. Entre ellos, la madera provee la base para el 90% de la producción global de pulpa, y para el restante 10% se utilizan materiales como la paja de *bamboo*, el bagazo de caña de azúcar, el algodón, y otros. Además de su uso en la manufactura de papel y cartón laminado, la pulpa se aplica en menor proporción a productos como el rayón, la película fotográfica, el celofán, o los explosivos, entre otros.

La pulpa de madera que se produce en el mundo se ubica en alguna de las siguientes calidades que van desde la pulpa química hasta la mecánica:

Denominación corta	Descripción
CP	Pulpa Química (**C**hemical **P**ulp)
SCP	Pulpa Semi-Química (**S**emi_**C**hemical **P**ulp)
CMP	Pulpa Químico Mecánica (**C**hemi-**M**echanical **P**ulp)
CTMP	Pulpa Química Térmico Mecánica (**C**hemi-**T**hermo-**M**echanical **P**ulp)
TMP	Pulpa Térmico Mecánica (**T**hermo-**M**echanical **P**ulp)
MP	Pulpa Mecánica o *Groundwood* (**M**echanical **P**ulp)

Cuadro 2

Todas estas pulpas pueden entregarse blanqueadas, semi-blanqueadas, o sin blanquear dependiendo del uso final requerido (para diferenciar la clase se le agrega una "B" – por "*bleached*" - al inicio del acrónimo 0cuando es blanqueada; ej: BKP o BCTMP). Existe un subgrupo de las pulpas químicas que es el de las pulpas *Kraft*. Esta clase es la mas importante en la producción de papeles de impresión y blanqueados en general, representando casi el total de la producción de pulpas químicas (> 90%).
Las maderas utilizadas para la producción de pulpa se dividen en dos grupos: maderas blandas ("*softwood*" en inglés) y maderas duras ("*hardwood*" en inglés). Las primeras provienen de especies coníferas, como el pino Ellioti, el pino Radiata, o el Abeto, y la segunda de la familia de las salicáceas, como el Abedul, Álamo, Arce, o el Eucalipto. Todas estas maderas son de uso común en la industria de la pulpa.

En la siguiente figura se muestran las distintas clases de pulpa en forma de taxonomía:

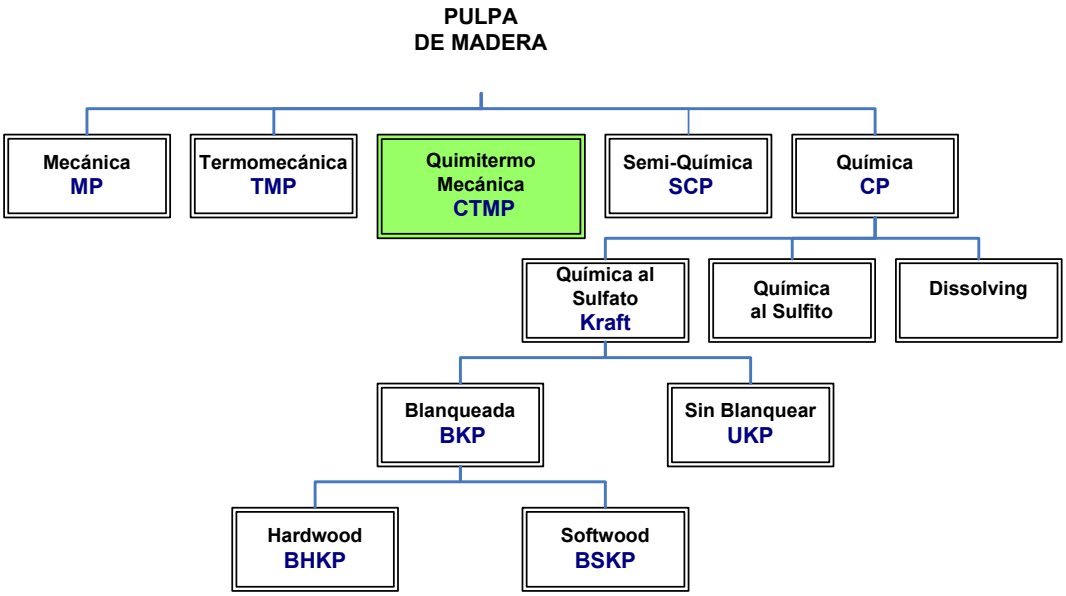
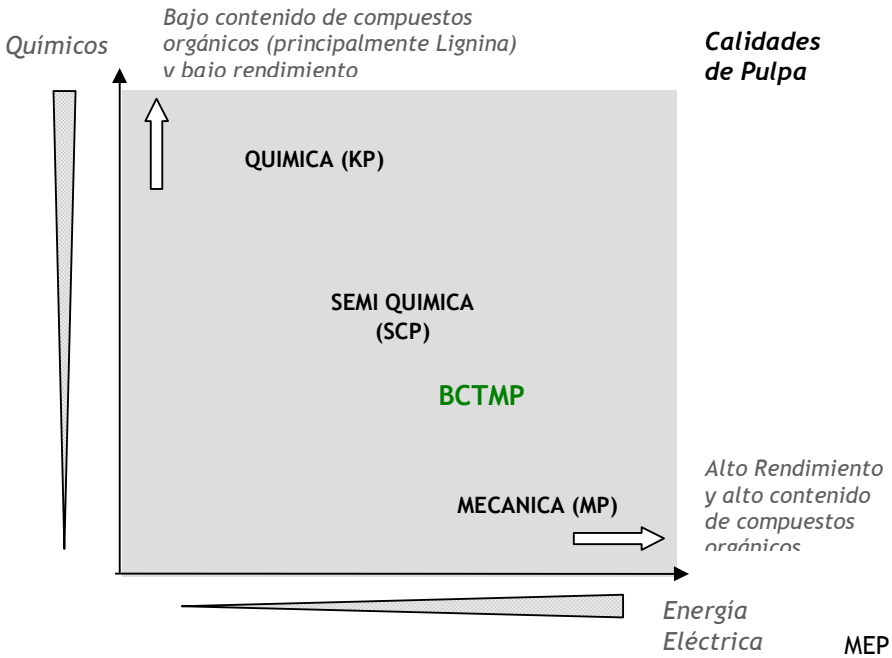


Figura 1

Cada calidad de pulpa deriva de la tecnología utilizada para su producción, que procura liberar las fibras celulósicas combinando en distintas proporciones la acción química y la acción mecánica, incluyendo también la acción térmica. En un extremo las pulpas químicas son obtenidas mediante un proceso de cocción o digestión de la madera con productos químicos, que logra disolver los compuestos orgánicos de la madera, y en el otro extremo las mecánicas son pulpas obtenidas exclusivamente mediante un proceso de desfibrado y refinación de la madera, lo cual requiere un consumo significativo de energía eléctrica.
Entre ambos extremos de calidad es importante destacar las diferencias entre procesos dadas por el rendimiento final respecto de la cantidad de madera ingresada, y el nivel de contenido de compuestos orgánicos, principalmente la lignina. En la siguiente figura se grafica esto último ubicando en un cuadrante las calidades de pulpa mencionadas según las acciones empleadas en su fabricación:

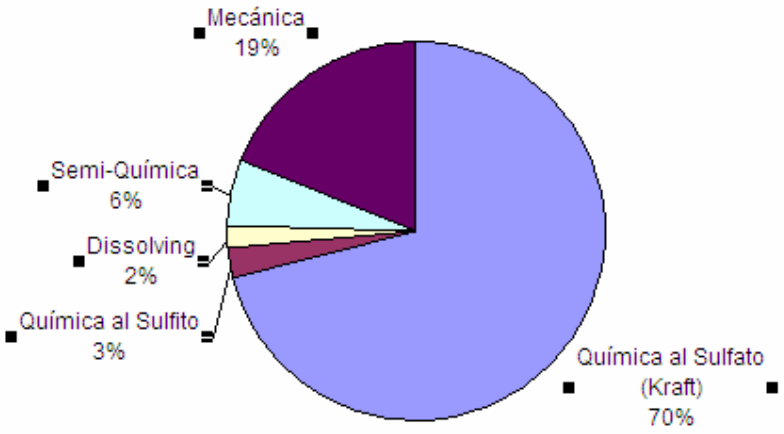


Sigue una tabla de rangos de rendimiento para los tipos de proceso de pulpado mencionados:

Pulpa	Rendimiento	
	Min	Max
Química (CP)	42%	52%
Semi-Química (SCP)	76%	78%
Químico Mecánica (CMP)	78%	83%
Química Térmico Mecánica (CTMP)	83%	90%
Térmico Mecánica (TMP)	92%	98%
Mecánica (MP)	99%	~100%

Cuadro 3

En la siguiente figura se pueden observar los volúmenes de producción mundial de pulpa de madera correspondientes al año 2008 para los grupos principales: Química al Sulfato (Kraft), Química al Sulfito, *Dissolving*, Semi-química, y Mecánica (en las estadísticas se agrupan las calidades CMP, CTMP, y TMP dentro de la Mecánica):



Producción Global de Pulpa de Madera - Año 2008	
Categoría	**Toneladas**
Química al Sulfato **(Kraft)** – blanqueada + no blanqueada	124.720.878
Química al Sulfito – blanqueada + no blanqueada	4.716.523
Dissolving	3.432.222
Semi-Química	10.301.057
Mecánica	33.116.392
Total (toneladas métricas)	**176.287.072**

FAOSTAT | © FAO Statistics Division 2010

Cuadro 4

Se mencionan a continuación algunos de los indicadores más relevantes en la especificación de calidad de la pulpa, apuntando a entender en explicaciones posteriores su importancia en las distintas aplicaciones mas bien que brindar una explicación rigurosa de los mismos.

- Blancura: mide el nivel de brillo o reflexión de la luz blanca. Se logra mediante la impregnación con químicos (soda cáustica o agua oxigenada).

Esta propiedad es requerida especialmente para papeles finos de escritura o impresión, como también en la producción de impresiones gráficas para publicidad en cualquier tipo de medio (revistas, folletería, afiches, envases, etc). Especialmente en material cuya durabilidad es importante se busca además de la blancura inicial, que esta sea estable en el tiempo lo cual en el largo plazo solo se logra mediante el proceso químico, que disuelve casi en su totalidad la lignina (contenido final < 1%).

- *Freeness*: mide el nivel de drenabilidad de la pulpa y está asociado (aunque es inversamente proporcional) al grado de refinación, una cualidad que aporta a la suavidad y acabado del papel.
- Índice de Tensión: indica la resistencia a la tracción. Es fundamental en papeles para embalajes.
- Índice de Rasgado: indica la resistencia al rasgado. Es importante en papeles para embalajes pero también en papeles para impresión.
- Índice de Explosión: indica la resistencia a la explosión o reventamiento. Es fundamental en papeles para embalajes.
- Volumen (*bulk*): indica el volumen por unidad de peso. Es deseable en muchas aplicaciones lograr volumen (indirectamente espesor) sin incrementar el peso. Por ejemplo en máquinas impresoras de alta velocidad, para evitar atascamientos, en papeles absorbentes (*tissue*), en papeles para libros, en capas intermedias de cartones multi-capa, y otros.
- Rigidez: indica la resistencia a la flexión del papel. Es importante para lograr un desplazamiento fluido de la hoja en las máquinas de fabricación de papel o en impresoras y fotocopiadoras, evitando atascos.
- Opacidad: indica el nivel de bloqueo al paso de la luz. Se requiere en muchas aplicaciones (ej: evitando que la impresión de una cara se vea desde la otra).
- Longitud de Fibra: mide la longitud promedio de las fibras de madera luego del proceso de pulpado de la misma.

La calidad más utilizada para la producción de papeles es la química, blanqueada y sin blanquear, más comúnmente llamada "*kraft*", término que identifica indistintamente al producto y al proceso.
Una de las principales virtudes de la pulpa *kraft* en la producción de papeles blancos es su estabilidad óptica, por lo cual es la más utilizada en papeles de escritura e impresión. Sin embargo en la fabricación de papel es muchas veces necesario utilizar una mezcla de pulpas para lograr una complementación de propiedades y obtener el producto final deseado.
Particularmente la pulpa BCTMP ha probado ser un excelente complemento de las pulpas *kraft*, desde su introducción a fines de la década del 80, para lograr mejoras concretas en la rigidez, volumen (*bulk*), y opacidad.

1.2 El mercado de la pulpa de madera

La pulpa es un *commodity* comercializado globalmente. Algunos productores de papel tienen sus propias líneas de fabricación de pulpa contiguas a las líneas de fabricación de papel, mientras que otros la compran en el mercado. La pulpa producida para ser ofrecida libremente en el mercado se identifica como "pulpa de mercado".
Sus precios pueden cambiar rápidamente en respuesta a variaciones en la capacidad instalada o disponible, o en los niveles de stock, y por supuesto en los niveles de compra. Actualmente unos 25 países producen pulpa de mercado, pero históricamente, más de las dos terceras partes de la producción mundial se ha

concentrado en cinco países del hemisferio norte: Estados Unidos, Canadá, Suecia, Finlandia, y Noruega, grupo que es conocido en la industria como "Norscan". Al ser la pulpa la materia prima para la producción de papeles, la demanda de papeles y su evolución se trasladan a la demanda de pulpa y son determinantes para la evolución de su producción.

A lo largo de las últimas dos décadas la oferta y demanda de pulpa en el mercado abierto creció significativamente debido a dos razones importantes: 1) el crecimiento de la demanda de papel en países emergentes, muchos de ellos con escasos recursos forestales, y (frente a esta situación), 2) la insuficiencia de recursos forestales en los países tradicionalmente productores de pulpa, situados en el hemisferio norte. Hay dos factores que explican esta falta de disponibilidad de madera: bajas tasas de crecimiento de las especies locales (del hemisferio norte), y leyes que protegen y regulan el manejo de la gran masa de bosques naturales.
Ambas situaciones vienen impulsando la demanda de pulpa pero particularmente la segunda ha ido promoviendo un desplazamiento de la producción de pulpa hacia regiones donde existen condiciones y recursos forestales con altas tasas de crecimiento, en general dentro del hemisferio sur, principalmente a países del cono sur de Sudamérica, en donde se destacan Brasil y Chile. En esta región también existe desarrollo industrial y/o importante potencial en Uruguay, Paraguay, y Argentina. Países como Indonesia con grandes extensiones forestales y de alta tasa de crecimiento, y Rusia y otros países del este de Europa, que cuentan con una gran masa de bosques naturales, aunque no siempre accesibles, también han crecido en la producción de pulpa.
Dada la situación de recursos forestales, la tendencia de la industria en la actualidad es mantener la producción de papeles y cartones siempre que es posible cerca del mercado que la demanda, pero desplazar la producción de pulpa cerca de las forestaciones que la alimentan.

En los siguientes párrafos se analizará la evolución global de la demanda de papel, sus fuerzas impulsoras, la demanda abierta por calidad de papel, la demanda de las pulpas utilizadas para estas calidades, y particularmente la demanda de pulpa de mercado.

1.2.1 La demanda de papel y sus fuerzas impulsoras

En el cuadro a continuación se muestran las principales fuerzas impulsoras de la demanda de papeles y cartones, abiertas por región o país:

Papeles y cartón	**América Norte**	**América Latina**	**Europa Occ.**	**Europa Orien.**	**Rusia**	**China**	**India**	**Japón**	**Otros Asia**
Crecimiento del PBI	+/-	++	+/-	++	++	++	++	+/-	++
Cambios demográficos	+/-	+	-	-	-	+	++	-	+
Papeles gráficos									
Gasto en publicidad	+	++	+	+	+	++	++	+	+
Papel para envases									
Producción industrial	+/-	++	+	++	+	++	++	+	++
Globalización	-	+/-	-	+	+	++	++	-	+

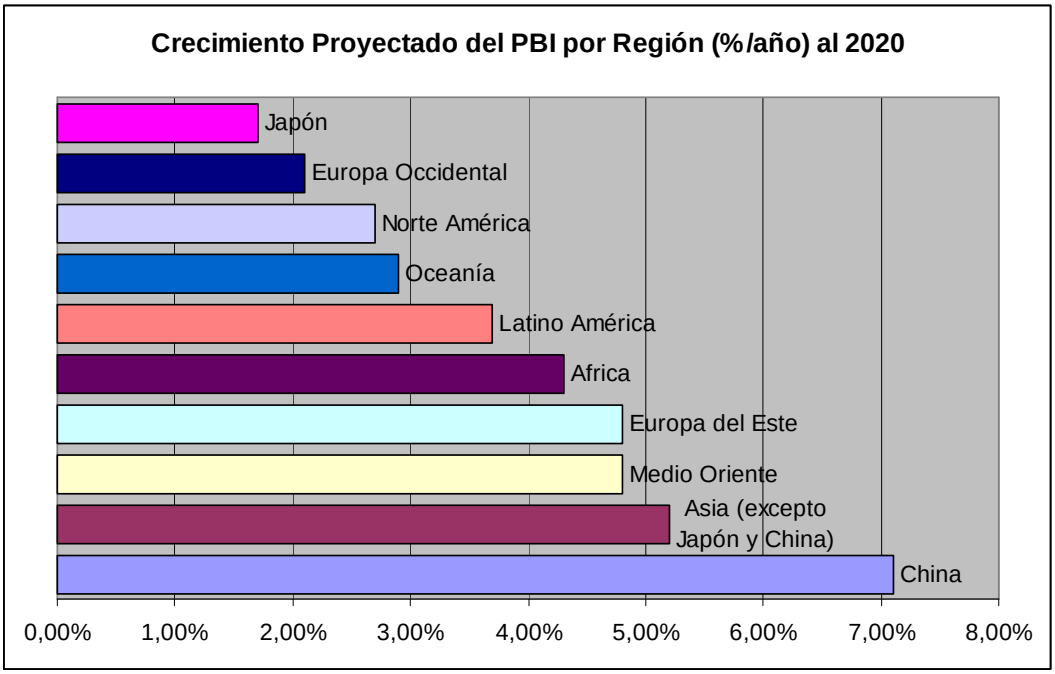
++	Impacto en la demanda fuertemente positivo
+	Crecimiento moderado de la demanda
+/-	Impacto no significativo
-	Disminución moderada de la demanda
--	Impacto en la demanda fuertemente negativo

Pöyry [03]

Cuadro 5

El crecimiento del PBI tiene particular incidencia en el consumo de papeles y cartones en general, especialmente en los países emergentes. También existe una correlación positiva entre la demanda de papeles gráficos y los gastos en publicidad, así como entre la demanda de papel para envases y la producción industrial, aunque este último no es el único predictor de la demanda en todos los países.
En la figura siguiente se puede ver una estimación del crecimiento del PBI anual proyectado al año 2020 por región. El promedio global anual es del 3,1%.

Estimación de Crecimiento del PBI de Largo Plazo



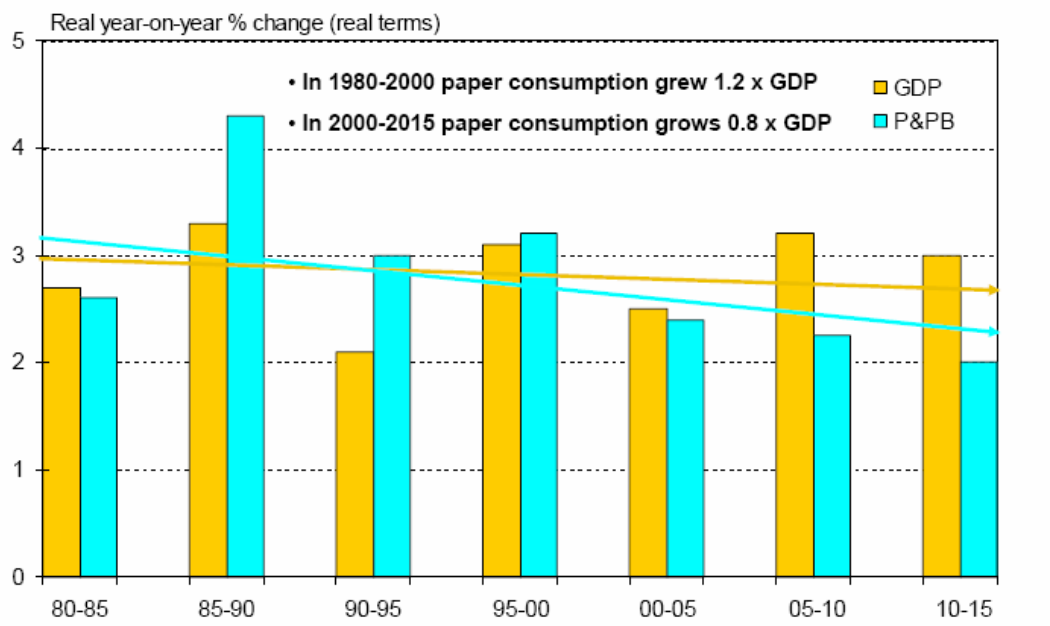
Pöyry [03]

Figura 3

De los factores que impactan en la demanda de papeles, el crecimiento económico (PBI) es el factor único mas importante que permite explicar los cambios en la demanda, por lo que proyectar el crecimiento del PBI nos da una estimación adecuada del crecimiento de la demanda de papeles.
Sin embargo en la actualidad la elasticidad ingreso de la demanda de papel muestra una tendencia decreciente, independientemente del área de producto y la región geográfica. Hasta el fin de la década del '90 el crecimiento en la demanda de papeles y cartones se situaba por encima del crecimiento económico, pero desde el año 2000 en adelante esta tendencia se revirtió. En el siguiente gráfico se puede observar lo mencionado, donde se ve por un lado el PBI global (barras amarillas) y por otro el consumo global de pulpa y papel (barras celestes). En las dos décadas

entre los años 1980 y 2000, el consumo de papel crecía a una tasa mayor que el producto bruto en promedio. Desde el 2000 en adelante siempre el crecimiento del producto bruto resultó mayor que el del consumo de papel, y se proyecta el mismo comportamiento para los próximos años:

PBI Global vs Consumo de Papel



Pöyry [03]

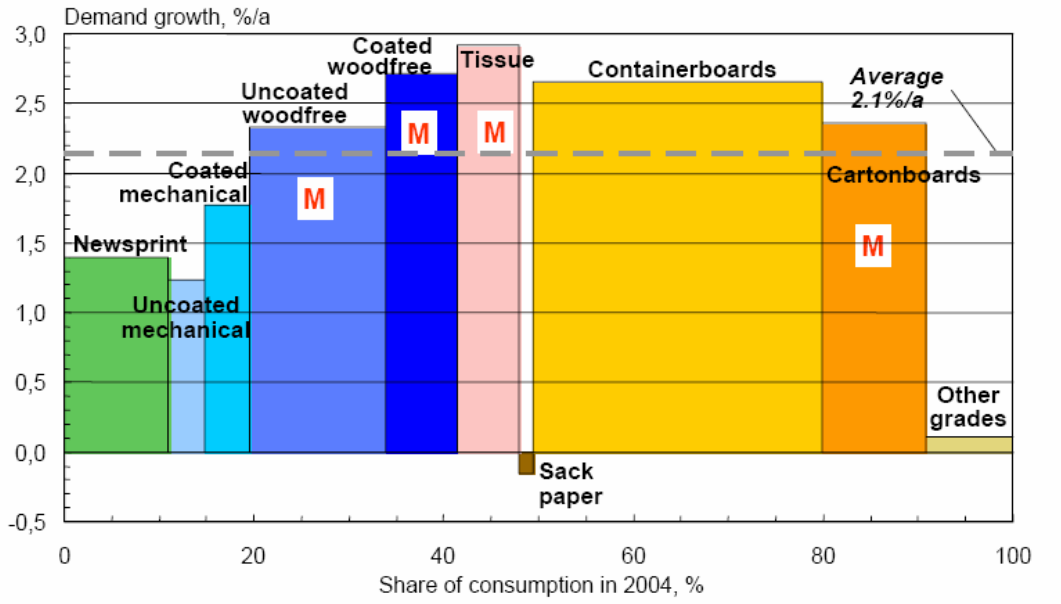
Figura 4

Los motivos principales de este cambio de tendencia son la saturación del mercado, patrones propios en el comportamiento del consumidor, la tecnología de fabricación de papeles, y la tecnología informática. Visto por región, las estadísticas muestran que en el caso de países desarrollados como los de Norteamérica, Europa Occidental, o Japón, Australia y Nueva Zelanda, el crecimiento de la demanda de papeles es menor al crecimiento del PBI pero en los países emergentes el crecimiento es mayor al del PBI, como el caso de China, Europa Oriental, y Latinoamérica.

1.2.2 La demanda por calidad de papel

Según proyecciones de la consultora Pöyry el promedio de crecimiento de la demanda de papel y papel cartón hacia el año 2020 para todas las áreas de producto será del 2,1% anual, acercándose a los 500 millones de toneladas producidas para el 2020. Particularmente los papeles para impresión y escritura (*coated* y *uncoated woodfree*), el papel *tissue*, y los productos de *packaging* (*containerboard* y *cartonboard*), tendrán un crecimiento superior al promedio. En la producción de papel de impresión y escritura, en la del *tissue*, y dentro del rubro *packaging* principalmente en el *cartonboard*, se utiliza principalmente la pulpa *kraft* blanqueada. También, **en la producción de estos papeles se puede utilizar y actualmente se utiliza el BCTMP para mejorar la calidad, como complemento del *kraft*.** Todos estos productos consumen la mayor parte de la pulpa producida para su venta en el mercado abierto (aparecen en la figura siguiente con una "M"). **En este mercado es donde se insertará la producción del proyecto en evaluación.**

Crecimiento de la Demanda de Papel a Largo Plazo por Área de Producto hasta 2020



Area de Producto	Crecimiento Anual	Cuota de Consumo
Papeles de Diario	1,40%	11%
Mecánico No Encapado	1,20%	4%
Mecánico Encapado	1,80%	5%
Woodfree No Encapado (WFUC)	2,30%	13%
Woodfree Encapado (WFC)	2,70%	8%
Tissue	2,90%	7%
Papel para Bolsas	-0,20%	2%
Cartón para Contenedores	2,60%	30%
Cartón laminado	2,30%	11%
Otros	0,10%	9%

Pöyry [03]

Figura 5

1.2.3 La oferta y demanda global de pulpa *kraft*

El volumen de producción global de la pulpa *kraft* blanqueada, tanto de maderas blandas como duras, fue de alrededor de 85 millones de toneladas anuales para el año 2009, contando tanto pulpa de mercado como integrada (productores de papel que fabrican su propia pulpa), de los cuales la producción del 85% (72 millones) estuvo concentrada en 10 países (ver cuadro 6 debajo). Varios de estos países son productores históricos de pulpa *kraft*, y su crecimiento en el pasado se debe en gran medida a su disponibilidad de recursos forestales, y desde ya también a su desarrollo tecnológico. En la actualidad, como ya se mencionó, en varios de ellos la disponibilidad de recursos forestales se ha restringido, lo cual sumado a la contracción en la demanda local en esos países, ha llevado a un crecimiento muy moderado o incluso decrecimiento en la producción de pulpa en los últimos 10 años. Tal es el caso de EEUU y Canadá, los dos principales productores históricos.
Esta tendencia sigue abriendo oportunidades de crecimiento para la producción de pulpa en la región sur de Sudamérica, rica en recursos forestales, como sucedió en

los casos de Brasil y Chile, cuya producción creció más de un 100% en los últimos 10 años.

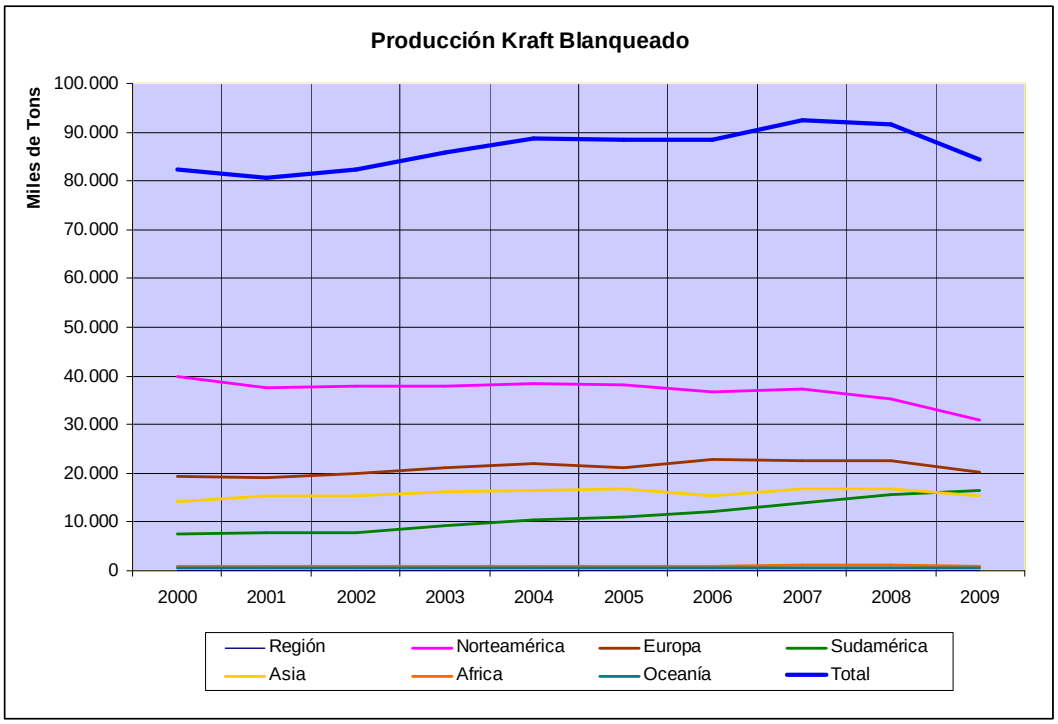
Producción *Kraft* Blanqueado	
	Año 2009
Pais	Tonsx1000
EEUU	23.257
Brasil	11.030
Canadá	7.586
Japón	6.795
Suecia	5.148
Finlandia	5.119
Indonesia	4.800
Chile	3.998
Rusia	2.476
Portugal	1.688

FAOSTAT | © FAO Statistics Division 2010

Cuadro 6

En la siguiente figura se observa la evolución de la producción de pulpa *kraft* blanqueada por región entre los años 2000 y 2009:

Producción anual de pulpa *kraft* blanqueada por región – 2000 a 2009



FAOSTAT | © FAO Statistics Division 2010

Figura 6

A nivel global el crecimiento anualizado en este período fue del 0,27%, pero hasta la crisis del 2008, la tasa de crecimiento anualizada de los 10 años previos fue del 2,2%.

La recesión provocada por la crisis está siendo superada y si bien las tasas no serán iguales, la expectativa es retomar una senda de crecimiento. En medio de este escenario, **el único crecimiento sostenido se registra en Sudamérica, que en los 10 años de la historia expuesta duplicó su producción, e incluso entre los años 2007 y 2009 sostuvo el crecimiento con tasas del 12% (07/08) y del 5,3% (08/09)**, en congruencia con un mayor impacto de la crisis en los países desarrollados y con el movimiento de la producción de pulpa ya mencionado hacia esta región.

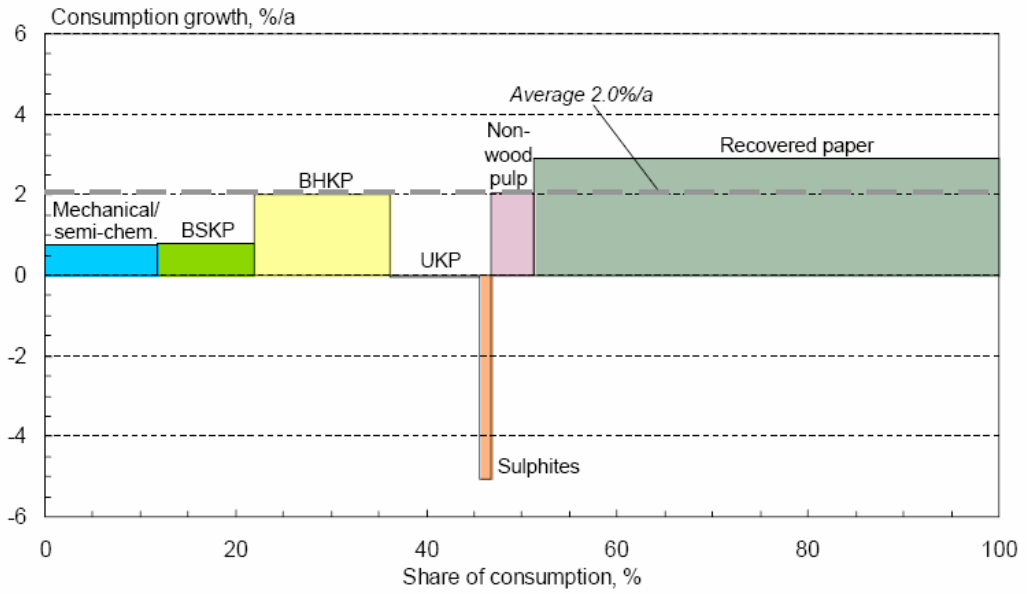
Producción Kraft blanqueado (pulpa integrada + mercado)
desde 2000 hasta 2009

Región	Prod 2000 (tonsx1000)	Prod 2009 (tonsx1000)	Crecimiento Total	Crecimiento anualizado
Norteamérica	39.828	30.934	-22,33%	-2,48%
Europa	19.444	20.336	4,59%	0,51%
Sudamérica	7.612	16.461	116,25%	12,92%
Asia	14.114	15.223	7,86%	0,87%
Africa	971	987	1,65%	0,18%
Oceanía	539	596	10,58%	1,18%
TOTAL	82.507	84.536	2,46%	0,27%

FAOSTAT | © FAO Statistics Division 2010

Proyecciones de la firma Pöyry, previas a la crisis global del 2008, de la demanda de fibra en general (no solo la *kraft* blanqueada) hasta el 2020, estimaban un crecimiento del 2% anual promedio. En la figura siguiente se muestra esta proyección, abierta por tipo de pulpa junto con la cuota de consumo correspondiente:

Crecimiento de la Demanda de Pulpa a Largo Plazo por Área de Producto hasta 2020



Pöyry [03]

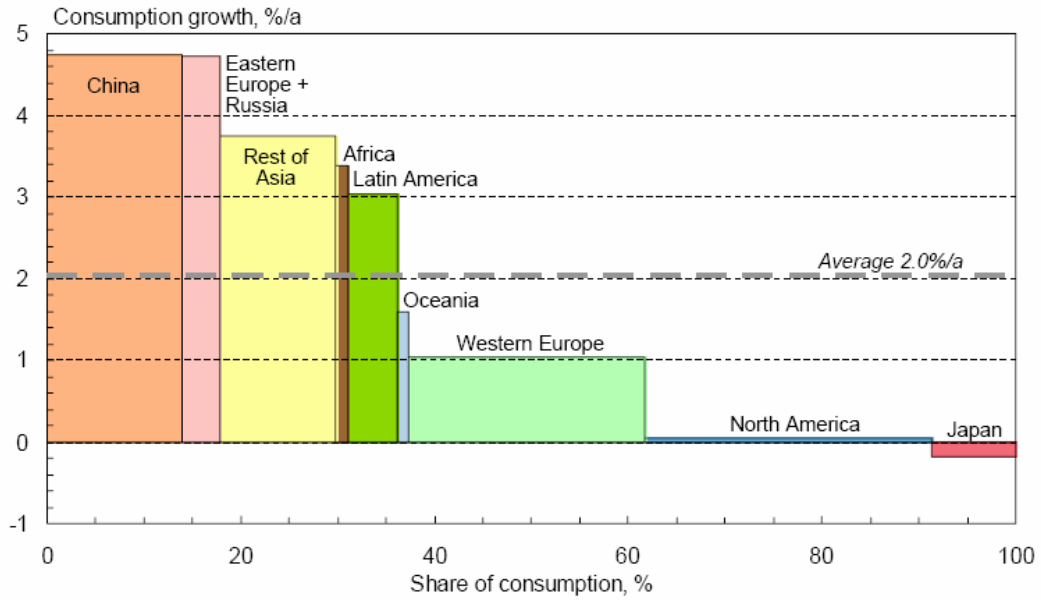
Clases de pulpa en la figura
Mecánica y semi-química
Kraft blanqueado de madera blanda (BSKP)
Kraft blanqueado de madera dura (BHKP)
Kraft sin blanquear (UKP)
No proveniente de maderas
Pulpa al sulfíto (química no kraft)
Papel reciclado

Figura 7

En la figura anterior es notable la porción de mercado del papel reciclado en la producción de papel, que representa en la proyección casi un 50% del consumo, y con una tasa de crecimiento superior al promedio, cercana al 3%.

La misma proyección abierta por región muestra a los países emergentes liderando el crecimiento en el consumo, con China y países de Europa Oriental en primer lugar. El crecimiento en Norteamérica es casi nulo y en Japón es negativo.

Crecimiento de la Demanda de Pulpa a Largo Plazo por Región hasta 2020



Pöyry [03]

Figura 8

En un escenario de recuperación de la economía global se espera que la demanda de pulpa continúe creciendo hacia el año 2020. **La fibra virgen provendrá mayormente de nuevas fuentes, principalmente de plantas localizadas junto a los recursos forestales de Sudamérica, así como de países de Asia sobre el Pacífico (principalmente Indonesia), y de la base forestal de Rusia y el este de Europa, todos productores y exportadores de pulpa de mercado**.

Particularmente la demanda global de pulpa de mercado (producción de pulpa no integrada a la de papel) suma cerca de 54 millones de toneladas anuales, contando todos los tipos de pulpa. De este total, más del 80% corresponde a pulpa *kraft*, como se observa en la siguiente figura:

Distribución de la demanda de pulpa de mercado por calidad

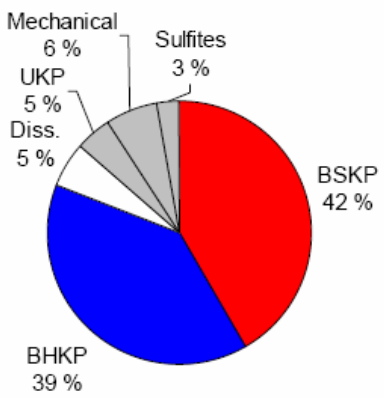


Figura 9

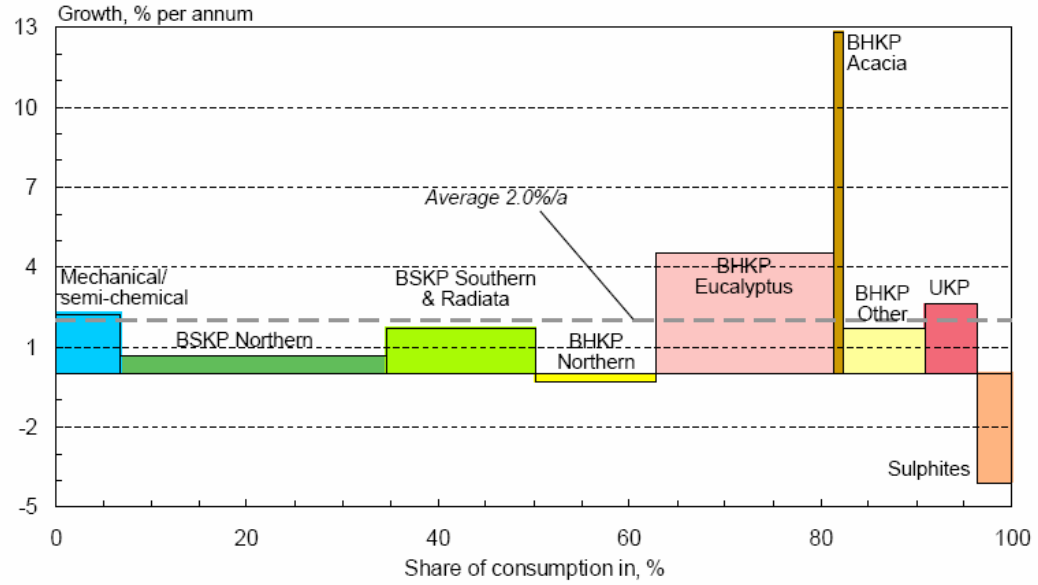
El consumo de pulpa de mercado está creciendo más rápidamente que el de pulpas en plantas integradas. Consecuentemente la cuota de pulpa de mercado respecto del total de pulpa está en aumento. Se espera en los próximos 10 años que la cuota de pulpa de mercado se mantenga en un 14% y sin cambios respecto del total de fibra utilizada para fabricación de papel (esto incluye el papel reciclado), pero respecto de la producción total de pulpa la cuota de pulpa de mercado se incremente, de un 31% actual al 36%. Como ya se mencionó, esto se debe en gran parte al desplazamiento de la producción de pulpa hacia regiones donde existen plantaciones de alta tasa de crecimiento, lo cual resulta económicamente mas conveniente que transportar la madera.

Sudamérica es una de las regiones con plantaciones de mayor tasa de crecimiento en el mundo, por lo que principalmente desde la década del '90 grandes compañías papeleras han invertido en la producción de pulpa en la región para asegurar su abastecimiento de fibra, exportándola desde allí a los centros de producción y consumo de papel. Esta pulpa si bien es cautiva, también es considerada estadísticamente como pulpa de mercado.

Si bien en esta región es posible cosechar tanto coníferas (madera blanda) como salicáceas (madera dura) con altas tasas de crecimiento, estas últimas tienen un ciclo de vida mas corto, por lo que se han ido imponiendo como madera para la producción de *kraft*. **En Sudamérica el Eucalyptus es prácticamente la única madera dura utilizada. En países de Asia Pacífico también se utiliza la Acacia. Se observa que el *kraft* fabricado con estas maderas es la pulpa de mercado de crecimiento más rápido**.

En la siguiente figura se observa el crecimiento de demanda anual esperado hacia el 2020 para la pulpa de mercado desagregado por clase:

Crecimiento de la Demanda de Pulpa de Mercado hacia 2020



Pöyry [03]

Figura 10

Es cierto que el *kraft* de madera blanda del norte sigue siendo la pulpa que concentra la mayor cuota entre las pulpas de mercado, pero se espera que a partir del 2010 la pulpa de Eucalyptus (madera dura) pase a ser el producto líder del mercado, creciendo a un ritmo superior al 4% anual promedio hasta el 2020. Esto muestra el papel relevante que tendrá Sudamérica como región en el futuro de la industria.

2. Objeto del negocio: La pulpa BCTMP

Se describe en esta sección cuál es el instrumento principal u objeto del negocio, cuáles son sus aplicaciones, su proceso de producción, la situación de la industria del producto, y la situación de su mercado tanto en el presente como la proyectada.

2.1 El producto y sus aplicaciones

Se puede definir la pulpa BCTMP como una pulpa de alto rendimiento (mayor al 85%) producida por la impregnación de los chips de madera mediante una ligera aplicación de químicos, y un refinamiento de los mismos para obtener así la pulpa, que es posteriormente blanqueada hasta un nivel aproximado del 85% ISO de brillantez en el caso de maderas duras.

La tecnología BCTMP se comenzó a utilizar productivamente entre fines de la década del '70 e inicios del '80. Durante esos primeros años de producción del BCTMP existía una regla de los organismos de definición de estándares, la "*woodfree rule*", que limitaba a un 10% como máximo la proporción de pulpa mecánica que podía ser incluida en un papel libre de lignina (comúnmente denominado en inglés "*free-sheet*"). Entre los años 1996 y 1998 esta regla fue eliminada en Norteamérica de varios de los diferentes estándares de papel, lo cual ayudó a impulsar la utilización del BCTMP. Con la excepción de papeles permanentes, tanto compradores como vendedores de *free-sheet* tienen actualmente la libertad de basar la especificación de papel exclusivamente en la funcionalidad requerida. Para papeles permanentes la limitación aun existe, especificando (estándares ANSI/NISO e ISO) un contenido máximo de lignina del 1% [(12)], quedando excluido el uso de BCTMP en estos casos.
El foco del debate sobre los estándares se ha centrado principalmente en la longevidad de los productos de papel. Si bien los papeles que contienen lignina se amarillean rápidamente, se le atribuía además a la lignina la aceleración en la pérdida de resistencia del papel, lo cual provoca su desintegración, pero se demostró luego que esta no era la causa. Un proyecto de investigación realizado en Canadá concluyó que es la acidez del papel, y no el contenido de lignina, la causa real de la descomposición del papel. Posteriormente a estos hallazgos, el Comité de Estándares de Canadá removió la limitación en el contenido de lignina en papeles permanentes, excepto para aquellas calidades que requieran estabilidad óptica a largo plazo. Otros organismos oficiales en EEUU, como la US Government Printing Office, ha modificado sus estándares quitando las barreras para el uso de BCTMP en la especificación para la producción de papeles de aquellos casos en que el uso final lo permita.

El BCTMP es utilizado en la mayoría de los casos como complemento de la pulpa *kraft* en la fabricación de varias calidades de papel, y se destaca por su aporte en las siguientes tres propiedades:

- Volumen (*bulk*)
- Rigidez
- Opacidad

El volumen o *bulk* es en realidad una medida de volumen por unidad de peso (ej: 2,5 cm3/g) y es una propiedad buscada para lograr mayor volumen en la hoja de papel sin incrementar el peso o gramaje de la misma, en lo cual aventaja (y por eso se utiliza para complementar) al *kraft*, permitiendo reducir el requerimiento de fibra

para el mismo peso base, con un consiguiente ahorro en los costos de producción de papel.
La rigidez es necesaria para la fabricación del papel en maquinaria de alta velocidad, evitando que la hoja se pliegue y "trabe" la maquinaria. Por la misma razón es importante esta propiedad en impresoras de alta velocidad.
La opacidad permite lograr una hoja de papel menos traslúcida, propiedad buscada en casi todas las aplicaciones.
En cuanto a resistencia a la tracción, esta resulta entre el 80% y el 100% de la obtenida con el *kraft* blanqueado de maderas duras (BHK).
Otro aspecto importante es el nivel de blancura, que es posible lograr hasta un grado de 85% ISO.
Finalmente cabe destacar que el proceso o la tecnología de producción del BCTMP es dúctil para lograr un rango de calidades, adaptándose así a necesidades particulares, variando propiedades como el *freeness*, *bulk*, opacidad, o blancura según requerimientos de su aplicación.

Las aplicaciones típicas del BCTMP son:

Papeles blancos encapados: son papeles utilizados mayormente para publicaciones. El BCTMP puede utilizarse para reemplazar el *Kraft* en la producción de papel encapado *woodfree* a una tasa de aplicación de entre el 5% y el 15% de la hoja base (en plantas no integradas, en integradas sería posible usar mayores proporciones aún). Los beneficios esperados incluyen menores costos de producción, mejor formación de la hoja, mayor opacidad y/o volumen (*bulk*), mayor rigidez de la hoja, y menor porosidad, que mejora la extensión del encapado.

Papeles blancos no encapados: en el caso del papel *free-sheet* (libre de lignina) no encapado como el utilizado para copias, formularios, y libros, el BCTMP se aplica típicamente en niveles de entre el 10% y el 30% (en plantas no integradas, en integradas sería posible usar mayores proporciones aún).
El uso de BCTMP en este tipo de papeles compensa la reducción de volumen y rigidez derivada del uso de *fillers* (ej: PCC) o de la inclusión de pulpa reciclada. Por su mayor rigidez mejora el comportamiento del papel en impresoras de alta velocidad. Mejora en general la formación de la hoja de papel, incrementando su volumen (*bulk*), pero manteniendo bajo el gramaje, y mejorando la fluidez de la hoja en la línea de producción (*runnability*) aun en las maquinarias de mayor velocidad.

Cartones multicapa: se utilizan para envases impresos y es recomendado para reemplazar parcialmente el *kraft* en las capas exteriores del cartón multicapa para envases, y reemplazar totalmente el uso de *kraft* de maderas blandas (*softwood kraft*) en la capa central del cartón multicapa para incrementar el volumen (*bulk*), la rigidez, y mejorar las propiedades del plegado, reduciendo el efecto elástico.

Papeles *Tissue*: sus buenas propiedades de absorción, mayor *bulk*, así como el bajo "*coarseness*" (rusticidad, en este caso implica formación uniforme y suave de la hoja) lo hacen apto para la producción del *tissue*.

Papeles no carbónicos: (papel para duplicar la impresión sin necesidad de usar carbónicos) debido a la relativamente corta longitud de la fibra y alto contenido de fibras finas, la formación es mejor que la obtenida con la mayoría de las pulpas *kraft*. El BCTMP también puede tener menor porosidad que la pulpa *kraft* de fibra corta, lo cual colabora a conservar el encapado. En algunos casos el BCTMP también puede mejorar la suavidad de la superficie de la hoja.

Papeles especiales: productos especiales como papeles para etiquetas autoadhesivas y estampillas que requieren mejor formación y estabilidad dimensional de la hoja resultan de superior calidad incorporando a la mezcla el BCTMP respecto al uso exclusivo de *kraft* de maderas duras. Para estos usos se incluye en la composición de pulpa entre un 15% y un 30% de BCTMP.

2.2 El proceso y la tecnología de fabricación

2.2.1 Flujo general del proceso

La tecnología de producción de la pulpa BCTMP alcanzó ya hace varios años su punto de madurez, aunque como en cualquier caso siempre existen oportunidades de mejora. Varias compañías poseen el *know-how* y pueden proveer la maquinaria, ingeniería de procesos, e implementación (ej: Metso, Andritz, y otras) del proceso de fabricación de BCTMP en una planta industrial.
El proceso de fabricación se puede agrupar en 4 unidades operativas que son:

- Preparación de la madera
- Línea de fibrado
- Planta de recuperación de agua
- Servicios

Al inicio del proceso, la madera, que ingresa en forma de troncos descortezados, es triturada para convertirla en astillas o "chips". El proceso continúa con el calentamiento e impregnación de los chips en un compuesto de hidróxido de sodio (soda cáustica) y peróxido de hidrógeno (agua oxigenada). Los chips impregnados y precalentados son introducidos en refinadores que mediante presión mecánica y aplicación de vapor desfibran la madera obteniendo la pulpa. La pulpa es luego lavada y blanqueada mediante su impregnación con peróxido de hidrógeno. El proceso es totalmente libre del uso de cloro y compuestos clorados.
En todo el proceso se reciclan y reutilizan en una alta proporción insumos como el agua, los químicos, el vapor, y los residuos de la madera. En distintas fases la madera y la pulpa son filtradas y los rechazos son tratados y reingresan al proceso de forma que no se descarte material.
La pulpa es finalmente secada y prensada en fardos de 250 Kg que se empaquetan de a 6 unidades para su posterior almacenamiento y despacho.
La planta requiere la provisión de los siguientes servicios: distribución de energía, generación de vapor, generación de aire comprimido, control de incendios, mantenimiento de planta, laboratorios, preparación de químicos, almacenes, recepción y almacenaje de madera, despachos, operación, y administración de sistemas de control automático de proceso.

Se muestra a continuación un diagrama de flujo general del proceso, pero en el anexo I se brindan mayores detalles sobre todo el proceso y el layout de la planta industrial según el diseño específico hecho para el proyecto en evaluación.

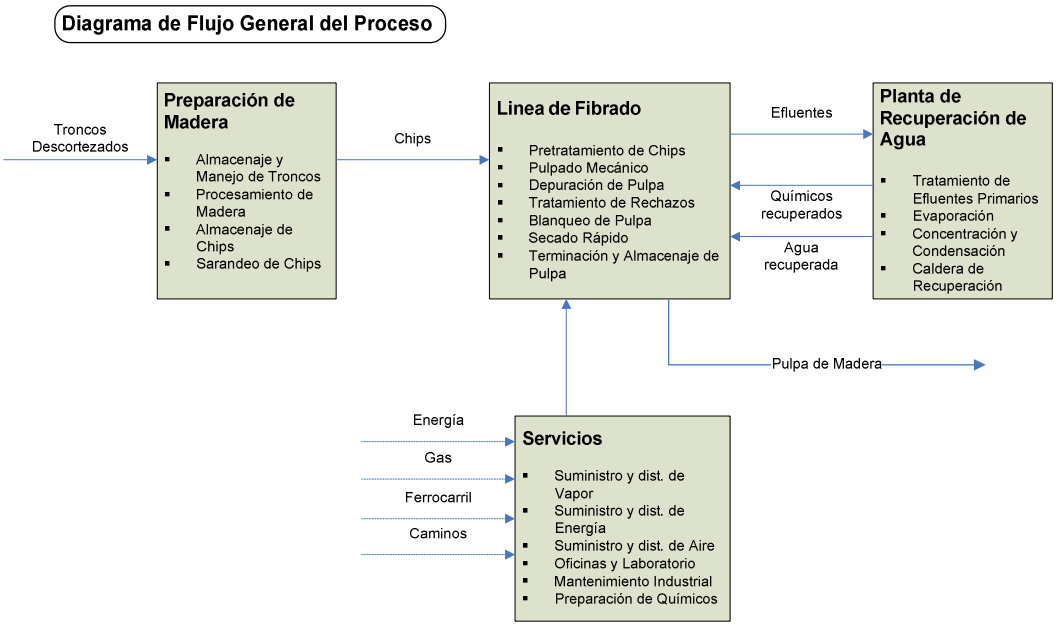


Figura 11

El estado de la tecnología de control actual permite un alto grado de automatización de todo el proceso de modo que este funciona prácticamente sin intervenciones manuales y es operado desde un único cuarto de control.

En cuanto al personal, entre todas las áreas operativas y de mantenimiento se requieren unas 150 personas para mantener en funcionamiento la planta.

2.2.2. Insumos

Los insumos del proceso son:

- Fibra (madera)
- Energía eléctrica
- Combustible: gas natural
- Productos químicos
- Agua
- Materiales de terminación y embalaje

Las cantidades típicas de cada uno de estos insumos requeridas por tonelada de producto final son:

Insumo	Unidad	Unidades por Tonelada (ADMT)
Fibra		
Rollizo	Ton	1,20
Químicos		
H2O2 (Agua Oxigenada)	Kg	45,00
NaOH (Soda cáustica)	Kg	26,00
MgSO4 (Sulfato de Magnesio)	Kg	4,00

Na2SiO3 (Silicato de Sodio)	Kg	20,00
DTPA (estabilizante del blanqueo)	Kg	1,00
Otros	Kg	5,00
Agua	m3	3,00
Energía Eléctrica		
Consumo de Energía	KWh	1985
Combustible (para el secado)		
Gas Natural	GJ (GigaJouls)	3,00
Materiales de Terminación		
Embalaje	ADMT	0,01
Alambre y otros	Kg	2,00

Cuadro 7

2.2.3. Impacto ambiental

Un aspecto destacable del BCTMP es el bajo impacto en el medio ambiente de su proceso de fabricación.
En términos generales, el impacto en el medio ambiente del proceso BCTMP es significativamente menor que el de procesos químicos y semi-químicos [(05)].
El proceso es inherentemente menos contaminante que otros empleados en la producción de pulpa por un conjunto de ventajas que se detallan a continuación:

- La madera no pasa por un tratamiento de "cocción" en productos químicos, que en otros procesos se utilizan para disolver los compuestos orgánicos, sino más bien de impregnación. El uso limitado de químicos deriva en su alto rendimiento, ya que no disuelve totalmente los compuestos orgánicos. Esto implica también un menor consumo de los recursos forestales (ej: consume prácticamente la mitad de madera que un proceso *kraft*).

- El proceso tiene un consumo muy bajo de agua (2,5 m3/ton). El *kraft*, aún en sus diseños mas optimizados requiere no menos de 4 veces (entre 10 y 30 m3/ton) lo que requiere el proceso BCTMP.

- **Es posible implementar en el proceso BCTMP un tratamiento de efluentes mediante un circuito cerrado de modo que no sea necesario descargar líquidos en aguas receptoras**. Este sistema es conocido como TEF (del inglés, "*totally effluent free*"), y su único desecho es una baja cantidad de residuos sólidos que son depositados en tierra. En comparación con el *kraft*, el BCTMP desecha una cantidad similar de residuos sólidos, pero su nivel se encuentra en el límite inferior de lo descartado por el *kraft*.

- **El proceso BCTMP es totalmente libre de cloro** pues no requiere agentes blanqueadores de origen clorhídrico (cloro u otros compuestos clorados), como los utilizados por una gran parte de las plantas *kraft* en el mundo sino que emplea Peróxido de Hidrógeno (agua oxigenada), el cual termina descomponiéndose en agua. Es cierto también que muchas plantas kraft mas modernas han implementado el blanqueo mediante procesos libres de cloro elemental (ECF = *elemental chlorine free*) pero pocas han implementado el

blanqueo totalmente libre de cloro (TCF = *totally chlorine free*) [09], como es el caso del proceso BCTMP.

- **La calidad de los efluentes acuosos, medida por una serie de indicadores (TSS, BOD, COD, y AOX) es superior en el BCTMP**. Estos indicadores, especialmente el BOD, que mide la tendencia de un efluente a consumir el oxígeno disuelto de las aguas receptoras en un tiempo preestablecido, indican el grado de daño potencial a la vida natural de las aguas receptoras.

El aspecto negativo en el proceso BCTMP es su alto consumo de energía eléctrica que, particularmente cuando proviene de centrales térmicas, podría indirectamente resultar en una mayor contaminación por emisiones gaseosas que el de una planta *kraft*, considerando para esta última su consumo eléctrico, que es mucho menor ya que los químicos proveen la mayor parte de la energía requerida, en conjunto con las emisiones de sus procesos de combustión (los residuos sólidos del proceso de cocción de la madera, el llamado licor negro, son usados como combustible en una planta *kraft*). Incluso en las plantas *kraft* más modernas es posible producir y exportar energía eléctrica.

Sigue a continuación un cuadro resumen sobre estos puntos:

Area de análisis		Proceso BCTMP		Proceso Kraft
Rendimiento	●	~83%	●	~47%
Consumo de madera	●		●	76% mas
Consumo de agua	●	2,5 m3/ton	●	>10 m3/ton
Efluentes	●	Implementa un sistema tipo TEF (cero efluentes).	●	Requiere condiciones de diseño particulares para ser factible. Mayormente no implementado.
Residuos sólidos	●	Igual o menor cantidad que el *Kraft*	●	
Uso de cloro o compuestos clorados	●	No utiliza.	●	Solo las plantas mas modernas implementan un proceso de tipo ECF (libre de cloro elemental), pero mantienen ciertos compuestos clorados.
Calidad de efluentes acuosos [05]	●	Superior (medido por indicadores TSS, BOD, COD, y AOX)	●	
Energía eléctrica	●	Consume una cantidad significativamente mayor por tonelada producida. El impacto real depende del tipo de generación de la energía consumida.	●	Las plantas Kraft mas modernas son capaces de entregar (exportar) mas energía eléctrica que la que consumen.

Cuadro 8

El bajo impacto ambiental es en definitiva un factor que favorece la inserción de un proyecto de estas características en la localización que se defina, siendo menos sensible a la presión medioambientalista, y homologando estándares exigidos por el estado.

2.3 La situación de la industria y el mercado de pulpa BCTMP

2.3.1 La oferta y demanda de pulpa BCTMP

La capacidad instalada global de BCTMP es cercana a los 7 millones de toneladas anuales, entre productores de pulpa de mercado y productores que tienen integradas sus líneas de papel y pulpa, distribuidos en varios países.
A fines de los '90 la capacidad instalada global era de 2,6 millones de toneladas, con lo cual el crecimiento ha sido significativo, particularmente con mayor velocidad desde el año 2002.

Capacidad instalada global de BCTMP (miles de toneladas)

	Mercado	Integrada	Total
Softwood	1.075	2.350	3.425
Hardwood	1.930	1.485	3.415
Total	3.005	3.835	6.840

Pulp Industry Monitor **(06)**

Cuadro 9

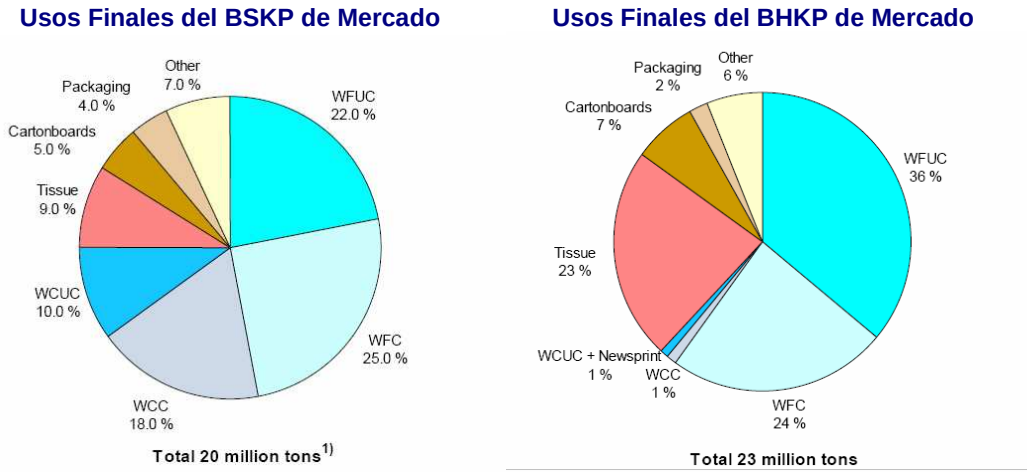
Se muestran en el cuadro siguiente algunas de las plantas en operación actualmente:

Plantas	Pais	Capacidad (tons)
Kablin	Brasil	140.000
Tembec	Canadá	750.000
West Fraser / Quesnel River	Canadá	320.000
Millar Western / Whitecourt	Canadá	300.000
West Fraser / Slave Lake	Canadá	220.000
Canfor	Canadá	155.000
Shandong Chenming Paper Holdings Ltd.	China	260.000
Shandong Bohui Paper Co. Ltd.	China	230.000
AS Estonian Cell	Estonia	140.000
M-Real / Kaskinen	Finlandia	300.000
M-Real / Joutseno	Finlandia	270.000
Sodra Cell / Folla	Noruega	100.000
IP / Svetogorsk	Rusia	200.000
Winstone	Nueva Zelanda	160.000

Cuadro 10

La demanda que motivó este crecimiento se originó principalmente en China y Europa. En sus inicios el BCTMP ha sido valorado más bien como un producto para reducir los costos de producción de papel, pero actualmente su demanda está mucho mas sustentada en sus propiedades funcionales y aporte a la calidad del producto final. El BCTMP es vendido también en Japón, EEUU, Canadá, y en menor (baja) proporción en Sudamérica. En todos los mercados la expectativa es continuar expandiendo su aceptación.
El mercado Europeo seguirá siendo de alto potencial de inserción, el mercado de Sudamérica es también un campo no explotado y de muy buen potencial en la medida que la economía en este continente siga creciendo a tasas superiores a las globales.

Para estimar el crecimiento de la demanda del BCTMP podemos analizar dos ejes de crecimiento: 1) el originado en ganar participación de mercado (mas productores de papel que utilicen esta pulpa) para las aplicaciones ya mencionadas (ver aplicaciones del BCTMP en la sección 2.1), y 2) el originado en el crecimiento proyectado de la demanda de papeles sin cambios en la participación de mercado actual.
El primer eje de crecimiento mencionado lo podemos derivar de la información en los gráficos siguientes donde se ve una estimación de las cuotas actuales de uso de pulpa *kraft*, de maderas blandas (BSKP) y duras (BHKP), por cada uso final en la fabricación de papel.



1) se excluye el uso de pulpa BSKP fluff; aprox. 3.0 millones tons.

Figura 12

Entre estos figuran las aplicaciones típicas del BCTMP. Partiendo de las cantidades y cuotas de mercado precedentes se construyeron los siguientes cuadros con una estimación de la demanda potencial actual de BCTMP de mercado (es decir, no se incluye la producción integrada).

Inclusión de BCTMP	Demanda actual de pulpa de mercado **BSKP**		Demanda potencial de BCTMP
	Usos de la pulpa BSKP	Volumen	
15%	Packaging	1.014.593	152.189
	Cartonboards	1.268.242	0
10%	Tissue	2.282.835	228.284
20%	WFUC	5.580.264	1.116.053
10%	WFC	6.341.209	634.121
	Demanda potencial total de BCTMP		**2.130.646**

Inclusión de BCTMP	Demanda actual de pulpa de mercado **BHKP**		Demanda potencial de BCTMP
	Usos de la pulpa BHKP	Volumen	
15%	Packaging	736.475	110.471
	Cartonboards	1.610.000	0
10%	Tissue	5.290.000	529.000
20%	WFUC	8.280.000	1.656.000
10%	WFC	5.520.000	552.000
	Demanda potencial total de BCTMP		**2.847.471**

Cuadro 11

De los cuadros anteriores se observa que la demanda potencial promedio total de BCTMP de mercado suma cerca de 5 millones de toneladas anuales. Esto representa 2 millones adicionales respecto a la capacidad instalada actual dedicada a la producción de pulpa de mercado.
Los porcentajes de inclusión utilizados para esta estimación son promedios pero técnicamente podrían ser mayores. Es importante ver también que la actual demanda de pulpa "integrada" de BCTMP (pegada a la producción de papel) también crecerá y podría ir desplazándose hacia ser producida como pulpa de mercado, dada la mencionada situación ya explicada de escasez de recursos forestales en algunos de los países productores, aumentando aún más el mercado potencial del BCTMP.

El segundo eje de crecimiento surge de considerar solamente el crecimiento promedio de la demanda de papeles para las calidades en las que se lo aplica (ver las tasas correspondientes en sección 1.2.2, figura 5, para papel WFUC, WFC, *Tissue*, y Cartón en Láminas). Según estas proyecciones el volumen de producción de BCTMP de mercado (sin considerar desplazamientos de producción integrada hacia producción de mercado) debería alcanzar unos 3,8 millones hacia el 2020 (2,5% de crecimiento anual, 800.000 tons. más que el actual).

2.3.2 Los precios de la pulpa

El comportamiento de la oferta y demanda en el mercado de pulpa de madera y papel es cíclico, con períodos de variación a veces cortos (menores a 1 año). El NBSKP (*Northern Beached Softwood Kraft Pulp*) y el BHKP (*Bleached Hardwood Kraft Pulp*; ver taxonomía de pulpas en figura 7), son las calidades referentes (*benchmarks*) del mercado en cuanto a precios.
La lógica de estas variaciones de corto plazo está explicada por las variaciones de inventarios no esperadas generadas por descoordinación de expectativas entre los productores de pulpa y los fabricantes de papel. Inventarios en exceso de papel contraen la demanda de pulpa y la acumulación de stocks no deseados de pulpa hacen caer sus precios. En el sentido opuesto subas repentinas de la demanda de papel generan presión sobre la demanda de pulpa y sus inventarios llevando los precios de este insumo al alza.

Cuando se examina el escenario esperado para un nuevo año, por un lado se proyecta la oferta (o la capacidad de oferta) observando los cambios en la capacidad instalada por proyectos confirmados que inician su fase de producción o por posibles cierres, y por otro se proyecta la demanda observando el crecimiento económico esperado en las regiones clave. Cuando la expectativa de crecimiento resulta positiva se genera tempranamente una mayor confianza del consumidor, mayor gasto en publicidad, y los negocios en general comienzan a incrementar sus inventarios con anticipación a la demanda. En tales períodos de recuperación la demanda de papel ha crecido siempre a una tasa mayor que el PBI y los stocks de papel se han reconstruido a través de todo el sistema de distribución.
A largo plazo, el crecimiento de la oferta se puede lograr únicamente con crecimiento de la capacidad instalada, por lo que se trata de observar la tendencia en la tasa de utilización de capacidad, teniendo en cuenta la nómina de proyectos confirmados. Como dicho antes la demanda está mayormente atada al crecimiento económico, al ciclo del producto, y a eventos significativos con impacto en lo económico en cada región del mundo o a nivel global.

En cuanto a los precios de la pulpa BCTMP, en los últimos años ha copiado la evolución de la pulpa *kraft* de madera dura (BHKP) con un diferencial de precios de entre 30 y 40 dólares, cuando a principios de los '90 la diferencia estaba en el

orden de los 100 dólares, lo cual es señal de una consolidación de la demanda de este producto. En el gráfico siguiente se puede ver la serie de precios de los últimos 15 años y proyección a 5 años (2015):

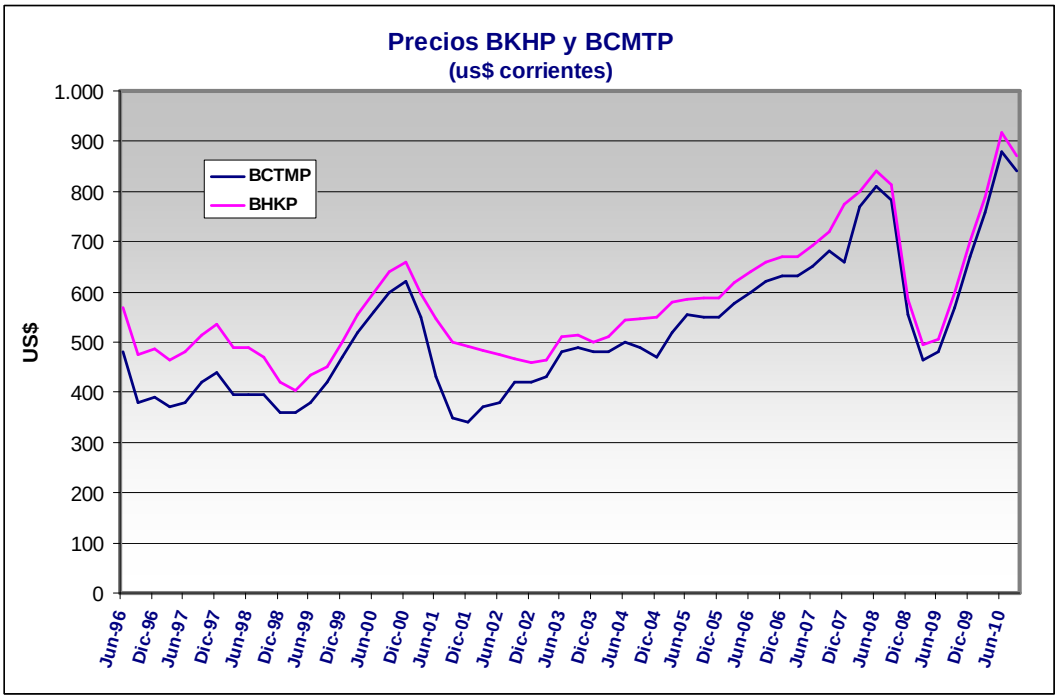


Figura 13

2.3.3 Barreras de entrada y salida

Entre las barreras de entrada al proyecto se pueden distinguir:

- **Capital**: es alto. La industria de la pulpa y papel es intensiva en capital.
- **Know-how**: no es fácil obtener el conocimiento y experiencia requeridos para el proceso industrial. Se necesita ser un *player* ya presente en la industria.
- **Disponibilidad de energía**: el consumo de energía es alto. Esto limita la localización del proyecto a una región que la pueda proveer.
- **Disponibilidad de madera**: el proceso puede alimentarse no solo de Eucalyptus sino de otras variedades, tanto salicáceas como coníferas. En cualquier caso, dada la escasez de oferta explicada en el hemisferio norte, las ubicaciones posibles para una planta se reducen al hemisferio sur, dentro del cual la madera mas común es el Eucalyptus.
- **Presencia previa en el negocio**: la llegada a los mercados es fundamental como en cualquier negocio pero en este caso, a pesar de ser la pulpa un *commodity*, no existen centros de "*trading*", que permitan con relativa facilidad ofrecer el producto. Por esto es importante para la inserción en el mercado ser un *player* existente.

Entre las barreras de salida se pueden distinguir:

- **Activos especializados**: no es posible reutilizar las maquinarias e instalaciones para producir otros tipos de pulpa.
- **Valor de liquidación de los activos**: las maquinarias tienen un valor incierto de liquidación, o dependiente de oportunidades (necesidades) del sector.

3. El proyecto de inversión

Se evalúan en este trabajo las características y resultados esperados de una inversión para la producción y comercialización de pulpa BCTMP fabricada a partir de madera de ***Eucalyptus Grandis***. Para la producción de la pulpa es necesaria la instalación de una planta industrial, y **se propone su construcción en un sitio a seleccionar dentro de la región sureste de Corrientes y noreste de Entre Ríos**.
La razón principal que motiva la propuesta de localización es el desarrollo forestal y excelentes condiciones para el crecimiento de la especie mencionada en esta región, hechos que son determinantes en la actualidad, dada la escasez de recursos en las regiones tradicionales, como fue explicado en la sección 2.3.

3.1 Construcción de la planta industrial

Se analizan en las secciones a continuación las condiciones requeridas y el impacto de la inserción del negocio en distintos órdenes. Entre los puntos a analizar se destacan las siguientes áreas vinculadas con la construcción de la planta industrial, y la operación posterior del negocio.

En cuanto al proyecto de construcción de la planta industrial, se analizan los siguientes puntos:

- Características principales de la planta y el producto
- Inversión requerida
- Localización propuesta
- Obras de construcción de planta

3.1.1 Características principales de la planta y el producto

Se muestran las principales características de la planta en el cuadro siguiente (se pueden ver más detalles en Anexo I):

Producción	Unidad	Cantidad
Producción total anual	ADMTPA	315.000
Días de operación	días por año	350
Producción diaria promedio	ADMTPD	900
Rendimiento promedio del proceso	%	85
Potencia (EE) requerida (prom/max)	MW	83 / 94
Combustible (Gas Natural) requerido (prom/max)	m3/día	83.000 / 128.000
Agua requerida	m3/día	2.700

Cuadro 12

El volumen de producción está definido en base a óptimos en términos de eficiencia de la maquinaria según el estado actual de la tecnología y según el objetivo propuesto de comercialización.
La nueva capacidad a introducir por el proyecto (315.000 tons) representa menos de un 5% de la capacidad total actual, y un 20% del incremento en la demanda proyectado al 2020 para pulpa de mercado.

Los días de no operación (15 al año) son los necesarios para las tareas de mantenimiento programado mas una estimación por posibles contingencias en la operación.
El resto de los parámetros de diseño son los que corresponden al diseño e ingeniería del proceso.
En cuanto a la vida útil de una planta de este tipo, depende principalmente de la evolución y punto de obsolescencia de la tecnología más que del desgaste del equipamiento. Se supone que estas plantas se mantienen con competitividad durante un período de 20 años.

Los principales parámetros de calidad de la pulpa obtenida se resumen en el siguiente cuadro:

Calidad de Pulpa	Unidad	Impresión y Escritura	Tissue	Cartón
Freeness	CSF	250 - 450	400 - 500	400 - 500
Blancura	% ISO	82 - 87	80 - 84	70 - 80
Opacidad	%	75 - 82		
Volumen (*bulk*)	cm3/g	1,7 - 2,5	2,0 - 3,0	2,5 - 3,5
Contenido de resina	% DCM	<0,10	<0,10	<0,10
Longitud de fibra promedio	mm	0,65	0,7	0,7

Cuadro 13

Es destacable que el proceso BCTMP es dúctil y permite adecuarse eficientemente a los requerimientos de diferentes aplicaciones.

3.1.2 Inversión requerida

Se muestra un cuadro resumen de la inversión de capital para el proyecto:

Inversión de Capital (millones us$)	
Costos Directos – Materiales	137
Costos Directos - Mano de Obra	54
Costos Indirectos	41
Contingencias	22
Escalamientos	11
Costo Total de EPC (Engineering, Procurement, and Construction)	265
Estudios de Factibilidad y Planeamiento	4
Reclutamiento y Entrenamiento de Personal	8
Management del Proyecto	3
Inversión Total de Capital	280

* montos sin impuestos ni aranceles

Cuadro 14

Más detalle y apertura de estos costos de construcción se encuentran en el Anexo II.

El cronograma anual de desembolsos es el siguiente:

Año 0	Año 1	Año 2	Año 3
42	126	98	14

Millones de us$ (moneda constante año 0).

Cuadro 15

A partir de la puesta en marcha se estima necesaria una inversión periódica para el sostenimiento de las operaciones de 5 millones de us$ anuales.

3.1.3 Localización propuesta

Dentro de la zona propuesta, las áreas mas aptas para el desarrollo forestal se ubican en una franja de 30 kms. de ancho que se extiende de norte a sur sobre la margen del río Uruguay, por lo cual el emplazamiento de la planta debería hacerse dentro de esta franja para evitar mayores costos y logística de transporte compleja entre las plantaciones y la planta industrial. Debería estar también cercano a algún centro urbano importante como podría ser la ciudad de Paso de los Libres en Corrientes o Concordia en Entre Ríos, de donde puedan captarse recursos humanos para la operación y administración de la planta. En el mapa a continuación se puede observar la región, los puntos geográficos más importantes e información relativa a los servicios necesarios:

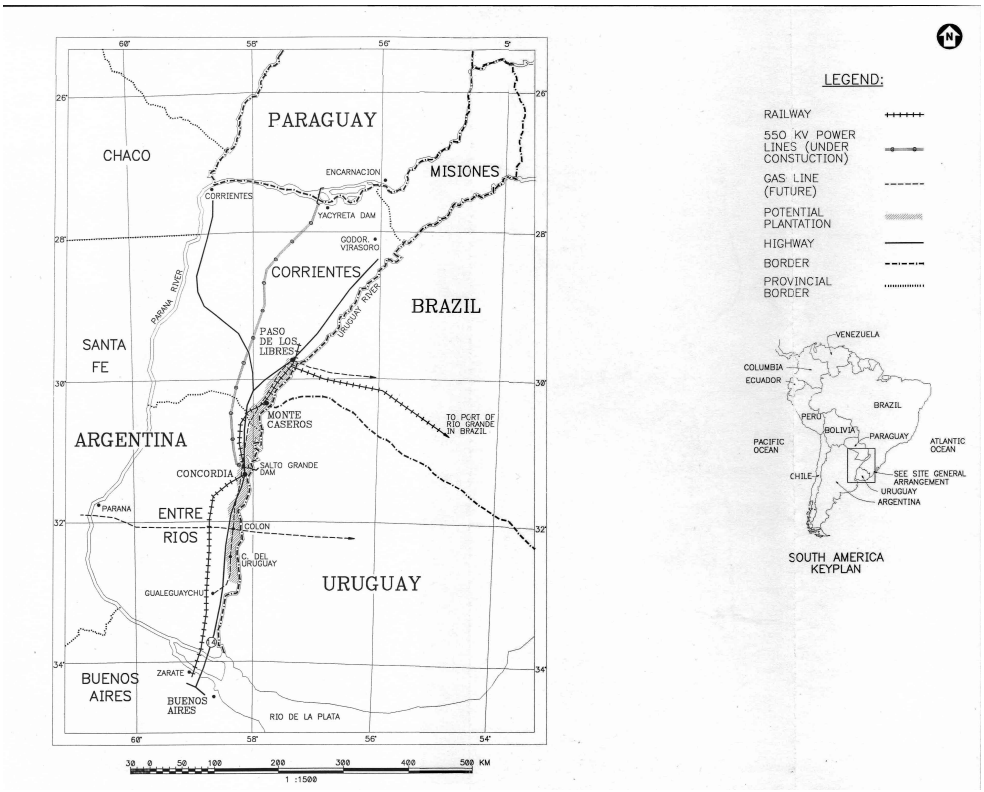


Figura 14

3.1.4 Obra de construcción de la planta

El plan de proyecto abarca un período de 34 meses para la ingeniería y la construcción.

Se requiere un contrato de construcción del tipo EPC (ingeniería, aprovisionamiento, y construcción) que cubra la provisión de todo el equipamiento, materiales, y servicios de construcción. Se requieren contratistas experimentados en proyectos de envergadura y con suficiente solidez financiera para llevar a cabo la obra, mediante un proceso de preselección de los contratistas para convocarlos luego a una licitación del contrato.
Se estiman necesarias alrededor de 2,4 millones de horas hombre de personal calificado y no calificado desempeñando tareas en el sitio de la planta, distribuidas como sigue:

Tareas	Horas Hombre
Obras Civiles	115.000
Estructuras de Acero y Concreto	750.000
Instalación de Equipamiento	625.000
Montaje de Ductos y Cañerías	400.000
Montaje Eléctrico e Instrumentación	510.000
Total	2.400.000

Cuadro 16

3.2 Operación del negocio

Se analizan los siguientes aspectos relacionados con la operación del negocio:

- Insumos y servicios clave
- Recursos humanos
- Organización y administración empresarial
- Comercialización

3.2.1 Insumos y servicios clave

Los insumos clave para la producción son:

- Fibra (madera)
- Energía eléctrica
- Productos químicos

3.2.1.1 Madera

La madera para la producción del BCTMP en el área de localización es el *Eucalyptus Grandis*, como fue ya mencionado. Esta especie fue sometida a diversos ensayos de laboratorio en el año 1996 por Millar Western, compañía Canadiense precursora en el proceso, demostrando ser una madera de excelentes resultados para la fabricación del BCTMP, y lográndose propiedades similares a las del Álamo Alpino (*Aspen*), que es actualmente la madera dura predominante en la producción de BCTMP.
El Eucalyptus es también muy utilizado en la producción de pulpa *kraft* y semi-química particularmente en Brasil, Uruguay, y Argentina, siendo ya un estándar del mercado de pulpas.
Para la provisión de madera las provincias de Entre Ríos y Corrientes cuentan con plantaciones e infraestructura forestal, y un gran potencial de desarrollo. El último relevamiento forestal realizado por SAGPyA [04], del año 2002, muestra una superficie

de bosque implantado de Eucalyptus, en Entre Ríos de 90.048 has, y en Corrientes de 95.773 has.

Entre Ríos y Corrientes cuentan con una de las tasas de crecimiento anual mas altas del mundo situándose entre los 25 y 35 m3/ha al año (MAI: *mean annual increment*). Esto contrasta particularmente con la escasez de madera en el hemisferio norte, donde las tasas de crecimiento están entre 1 y 10 m3/ha al año, y es necesario recurrir al bosque nativo para abastecer la industria, aunque cada vez con mayores limitaciones.

La madera de Eucalyptus en estas provincias se utiliza tanto para productos de aserradero como para la producción de pulpa. El destino final de la madera aserrada es mayormente para aplicaciones de media o baja calidad, por problemas inherentes a la madera cosechada (los principales tienen que ver con el secado, los nudos, y las rajaduras) aunque hay emprendimientos que por su manejo forestal están orientados al desarrollo de madera de calidad, **con lo cual no todas las plantaciones de madera se pueden tomar como oferta actual o futura válida para producir pulpa**. Por otro lado los aserraderos tienen también un descarte importante que puede destinarse (en forma de chips) a la producción de pulpa. Lamentablemente no existe un relevamiento suficientemente detallado o información que permita cuantificar y proyectar la oferta de estos excedentes.

Monte implantado por provincia y familia en Argentina (relevamiento año 2002 en has).

Provincia / Región	Especies				Totales
	Coníferas	Eucaliptus	Salicáceas	Otras	
Misiones	313.721	24.911	0	46.316	384.948
Corrientes	232.461	95.773	0	810	329.044
Entre Rios	11.712	90.048	15.919	13.386	131.065
Buenos Aires	6.905	36.920	47.826	8.118	99.769
Patagonia (Neuquén; Río Negro; Chubut y Santa Cruz)	48.320	0	19.595	695	68.610
Noroeste (Jujuy; Salta y Tucumán)	6.898	16.054	204	756	23.912
Centro (Santa Fe; Córdoba y La Pampa)	34.221	12.095	2.483	0	48.799
Resto (Formosa; Chaco; Santiago del Estero; Catamarca; La Rioja; San Juan; Mendoza y San Luis)	1.749	3.031	23.377	1.351	29.508
Totales (has)	655.987	278.832	109.404	71.432	**1.115.655**

FUENTE: SAGPyA. Primer inventario de plantaciones forestales y actualización.

Cuadro 17

El siguiente gráfico, tomado de un estudio publicado tanto por el INTA como por la FAO [(04)], muestra estadísticas y proyección de la oferta y demanda del Eucalyptus Grandis en la región referida.

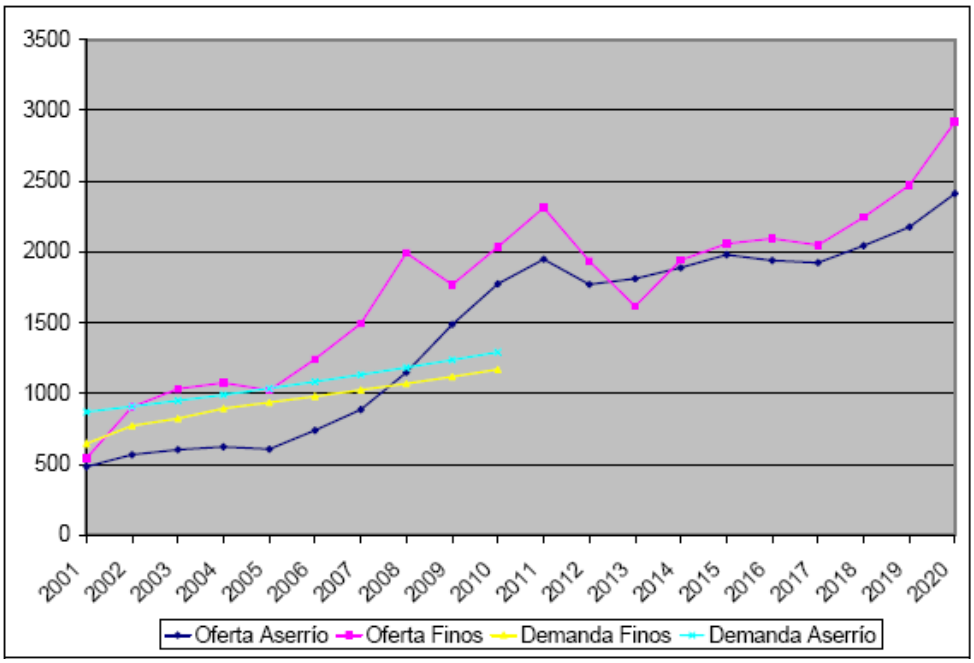


Figura 15: Comparación de oferta y demanda de Eucalyptus Grandis en la cuenca del Río Uruguay (miles de m3 scc)

De mantenerse sin cambios la tendencia de crecimiento de la oferta, el excedente de oferta de finos estaría ajustado para abastecer el nivel de producción de pulpa definido hasta que la planta se alimente de plantaciones propias. No obstante, para conocer en detalle la situación y proyección, y contar con suficiente información para decidir sobre la inversión, sería necesario realizar un relevamiento detallado y actualizado sobre la situación forestal (el mencionado data del 2002). Dicho relevamiento está fuera del alcance de este trabajo.

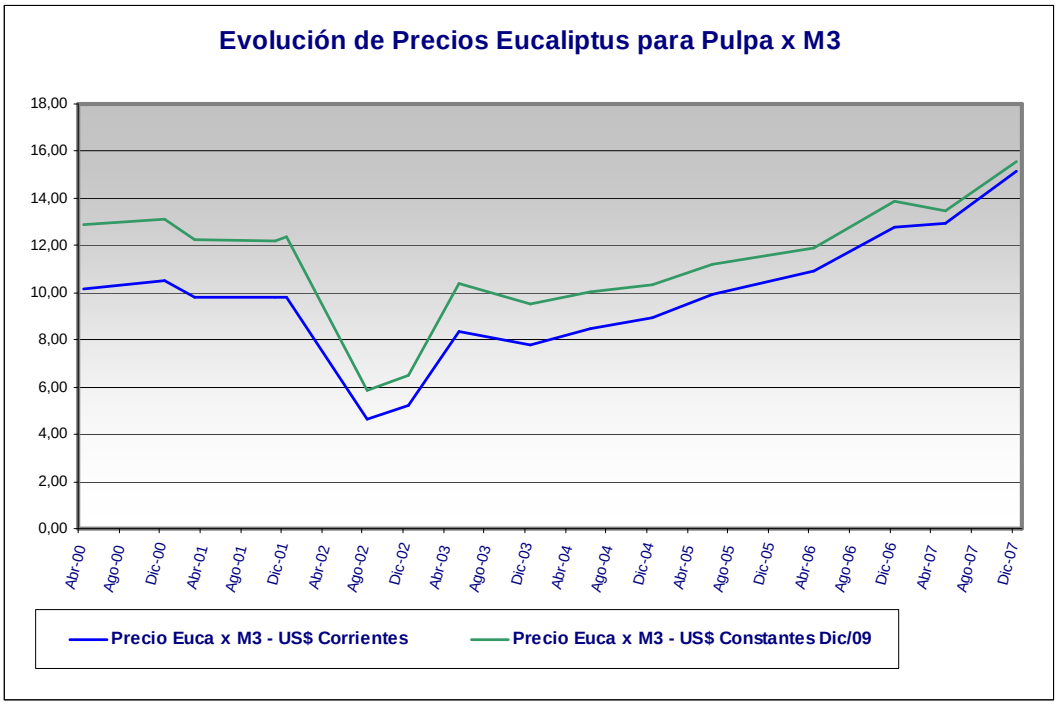


Figura 16

El incremento de precios observado en el gráfico a partir del año 2003 se podría explicar a partir de la reactivación económica del país hasta fines del 2007. A efectos de construir el caso base se toma como valor de referencia el precio promedio registrado entre el 2000 y el 2008, que resulta ser 12 us$/$m^3$ (a valores constantes de Dic/09).

3.2.1.2 Energía Eléctrica

La planta requiere para su funcionamiento el uso de energía eléctrica y gas natural, siendo el primero el tipo de energía más importante requerido. **La potencia de energía eléctrica requerida por el proceso, del orden de los 90 MW, es alta** (ej: la siderúrgica Siderca en Campana, una de las 2 plantas en Argentina – la otra es de Aluar – que mas energía consumen en forma individual, requiere unos 150 MW). **La disponibilidad en Argentina del volumen requerido depende directamente de las inversiones a realizar en el país para ampliar la capacidad del sistema. Sin inversiones no es claro que se pueda conseguir suficiente, y en cualquier caso se deberá lograr un contrato que garantice la provisión a largo plazo (mas de 10 años)**.

El mercado mayorista eléctrico regula y ofrece energía a través de los distribuidores, de los transportadores, o directamente desde los generadores. En la actualidad se encuentra en vigencia el programa "Energía Plus", que obliga a las grandes industrias a obtener por su cuenta la demanda eléctrica que consuman por arriba de lo registrado en el año 2005. Por esto, y dada la cantidad de energía que demanda la planta, esta se podría contratar solo a transportadores o a generadores, determinando plazo y precio, y requiriéndose en cualquier caso la inversión para cubrir el transporte entre la planta y el punto de entrega del transportador o del generador.
La Argentina cuenta con generación de energía a partir de procesos hidráulicos, térmicos, y nucleares. Las más económicas son la hidráulica y la térmica basada en gas natural. La disponibilidad de las mismas es variable, como en el caso de la hidráulica, que depende del nivel de agua en los embalses, y la térmica, que depende de la disponibilidad de gas. Ante la escasez de este combustible, algunos generadores pueden utilizar gasoil o fuel oil, pero incrementando significativamente sus costos (que desde 2003 terminan subvencionados por el estado) y provocando mayor desgaste en el equipamiento.
La potencia instalada en Argentina es de unos 24.000 MW, de los cuales aproximadamente un 40% es de origen hidráulico, un 5% de origen nuclear, y el restante es térmico, pero la capacidad real disponible es un 60% del total instalado, debido a la variabilidad mencionada, a períodos de mantenimiento, y a la obsolescencia del parque de maquinarias.
El precio de referencia de la electricidad (Energía Plus) tomado para el caso base es de 65 us$/MWh.

3.2.1.3 Productos Químicos

Los productos químicos requeridos para el proceso son todos ampliamente disponibles tanto en Argentina y la región del cono sur, como en el exterior. Los dos principales, por la cantidad requerida y su incidencia en los costos, son el Peróxido de Hidrógeno (H2O2) y el Hidróxido de Sodio (NaOH).

No se consideran probables restricciones para la disponibilidad o alta volatilidad en los precios de estos productos. Sigue la lista de productos químicos requeridos, consumo por tonelada de pulpa, y precio por unidad.

Producto	Kg/Ton Pulpa	Unidad	Precio Unitario us$
H2O2 (Peróxido de Hidrógeno)	45	Kg	0,80
NaOH (Hidróxido de Sodio)	26	Kg	0,37
MgSO4 (Sulfato de Magnesio)	4	Kg	0,35
Na2SiO3 (Silicato de Sodio)	20	Kg	0,13
DTPA (estabilizante del blanqueo)	1	Kg	1,00

3.2.2 Recursos humanos

La operación y administración del negocio requerirá de personal profesional, de perfil tanto técnico como comercial, empleados permanentes en el sitio de la planta, como se indica en el cuadro:

Departamento de Planta	No. de Empleados
Administración	17
Playa y Cuarto de Madera	18
Operaciones	77
Mantenimiento	25
Eléctrico	18
Almacenes	7
Técnico	15
Ingeniería	5
Ayudantes	23
Total	**205**

Cuadro 18

Adicionalmente a los empleados de planta, se estima que unas 2000 personas serán necesarias anualmente para establecer, mantener, cosechar, y transportar la madera para el proceso.

3.2.3 Organización y administración del negocio

El mapa organizacional propuesto para la compañía se incluye en el anexo V. El lineamiento básico para su definición radica en la identificación de funciones clave para el negocio, y un balance adecuado entre concentración y distribución de responsabilidades y roles dado por el volumen de personal a administrar. A partir de esto se identifican como clave las áreas de:

- **Operaciones**: es la responsable de la producción abarcando tanto las funciones de operación del proceso y control de todas sus variables, como las de ingeniería y mantenimiento de todas las instalaciones de planta, tanto maquinarias como edificios.

- **Cadena de Abastecimiento**: es la responsable de la gestión de todos los *inputs* y *outputs* de la planta, abarcando la gestión de contratos de provisión, compras, entrega de insumos y producto terminado, comercialización y ventas a los distintos mercados y relación con los clientes.

- **Administración y Finanzas**: es la responsable del control y planificación financiera, de la gestión contable, y de funciones necesarias para la administración de la compañía como la de recursos humanos y de sistemas de información.

Para todas las áreas se seguirá la política de incorporar recursos propios para tareas clave, centrales al negocio, y tercerizar funciones que no sean centrales. Tal es el caso de asuntos legales, auditorías, y operaciones e infraestructura informática (recursos y centros de procesamiento de datos).

3.2.4 Estrategia Comercial

Mercados Objetivo

La compañía deberá diseñar una estrategia comercial partiendo de objetivos definidos. El diseño está fuera del alcance de este trabajo, pero se presentan en este punto dichos objetivos comerciales a lograr y el período de tiempo considerado, sin profundizar en alternativas, metodología, y plan de acción.

A lo largo del período de análisis del proyecto el objetivo comercial se divide en dos:

- **Inserción de la producción en los mercados existentes**, aprovechando la oportunidad dada por el crecimiento de las economías y el consumo de papeles asociado a ello (ver secciones anteriores sobre mercado), así como la creciente valoración del producto por sus características funcionales.
- **Desarrollo del mercado regional (Sudamérica), partiendo de la venta del 24% de la producción al inicio de las operaciones y creciendo a lo largo del período de evaluación hasta superar el 33%** con un crecimiento no lineal sino de mayor pendiente al inicio.

La producción actual de BCTMP está concentrada en su mayor parte entre Canadá (primer productor por volumen) y países del norte de Europa (esp. Finlandia). Los destinos de venta en cada caso son diferentes. Canadá produce para su mercado interno y EEUU, a la vez que exporta una buena parte tanto a Europa como a China. Europa del Norte produce principalmente para su mercado interno y exporta muy poco.
La expectativa de desarrollo de estos mercados es:
- La valoración y consiguiente demanda del BCTMP en Europa y en China crecerá lo cual respalda el objetivo de vender en estos mercados excepto que el costo de transporte hace menos atractivo el mercado chino.
- Sudamérica es un mercado poco explotado y las experiencias exitosas de uso del producto en Europa y en China ayudarán a desarrollarlo, mas aún contando con producción local.
- En todos los casos el crecimiento de la demanda correlacionado con el de las economías también abrirá oportunidades.

Para poder abastecer al mercado sudamericano se iría reasignando parte de la producción destinada a China, dado que si bien China puede aportar masa crítica al negocio, resulta más costoso el transporte a esa región, siendo así menos rentable. Los productores de Canadá están en este sentido en mejores condiciones para

exportar y competir en aquel gran mercado asiático. China no se abandonaría como mercado, pero se le dará prioridad al desarrollo del mercado Sudamericano.
Tampoco se considera una oportunidad la venta en Norteamérica, habida cuenta la dura competencia entre los productores de BCTMP de Canadá, que hace del mercado norteamericano para el proyecto sólo un punto ocasional de descarga de excedentes no absorbidos por Sudamérica y Europa.

La planta trabajará a máximo régimen operativo posible desde el inicio (85% estimado) creciendo al 96% al cabo de 3 años desde el arranque.

El *mix* de ventas inicial será como sigue:

- 44%: Europa
- 32%: China
- 24%: Sudamérica (1% destinado a Argentina)

Al cabo de 6 años (aproximadamente la mitad del período de operación dentro del plazo de evaluación), se espera desarrollar el mercado Sudamericano para alcanzar el siguiente *mix*:

- 50%: Europa
- 17%: China
- 33%: Sudamérica (2% destinado a Argentina)

Precios

En cuanto a precios, existe un producto de referencia (*benchmark*) en la industria de la pulpa, que es el *Northern Bleached Softwood Kraft* (NBSK), producto históricamente considerado como "*premium*". Tal es la dominancia de esta variedad que los precios del resto de las variedades de pulpa se determinan en relación al precio del NBSK.
Particularmente, en el caso del BCTMP de madera dura su precio se relaciona más directamente con el del *kraft* de madera dura (BHKP). El precio del BCTMP se ubica y se mantiene actualmente entre unos 30 y 40 dólares por tonelada, por debajo de este último. La diferencia entre el BCTMP y el BHKP se ha ido reduciendo a lo largo de los últimos 10 años, de hecho en la década de los '90 esa diferencia estaba en el orden de los 100 dólares, lo cual muestra que la demanda del BCTMP tiende a fortalecerse.
Por lo explicado se toma el precio del BHKP como "proxy" del precio del BCTMP (ver gráfico con evolución de precios en la sección 2.3.2). En el caso particular de China el precio es en general menor que en Canadá o Europa (un 12% menor en promedio tomando para los 4 últimos años los valores promedio trimestrales) que, aunque no tiene suficiente producción para abastecer su demanda interna, tiende a protegerla compitiendo con menores precios.
Para la evaluación financiera se simularon 5 escenarios de precios, con tendencias diferentes (ver sección 4.1 mas adelante), y se estimaron probabilidades para cada escenario de modo de determinar a través de un promedio ponderado, el escenario esperado de precios del producto.

3.3 Análisis FODA

Factores Internos			
ID	**Fortalezas**	**Observaciones**	**Relación con otros Factores**
F01	Producto: Calidad obtenida en sus aplicaciones en virtud de las propiedades de mejora del *bulk*, opacidad, y rigidez del papel.	Es propia del producto BCTMP, independientemente del proyecto.	O01 / O02
F02	Proceso: Compatibilidad del Eucalyptus como materia prima para el proceso, madera ya ensayada con muy buenos resultados para BCTMP.	Es propia del uso de madera de Eucalyptus, y en alguna medida del proyecto dada la localización propuesta.	O03 / O04
F03	Proceso: Tecnología de proceso de bajo impacto en el medio ambiente, inherente al proceso por su bajo consumo de químicos y agua.	Es propia de la tecnología (es independiente del proyecto en sí)	A06
F04	Proceso: Alto rendimiento en el uso de la madera.	Es propia de la tecnología (es independiente del proyecto en sí)	O03
ID	**Debilidades**	**Observaciones**	**Relación con otros Factores**
D01	Proceso: Alto consumo de energía eléctrica del proceso, con impacto significativo en los costos.	Es propia de la tecnología (es independiente del proyecto en sí). Tiene un mayor impacto en zonas donde la disponibilidad de energía es menor y por ende mas cara.	A01
D02	Producto: Contenido de lignina, que no permite usar el BCTMP para requerimientos de alta estabilidad óptica a largo plazo.	Es propia del producto BCTMP, independientemente del proyecto.	

Factores Externos			
ID	**Oportunidades**	**Observaciones**	**Relación con otros Factores**
O01	Mercado: Existen requerimientos de mejora en productos de papel que se logran con mayor bulk, opacidad, y rigidez.	Es propia del mercado y sus necesidades en general, para la que el producto BCTMP representa una solución que no ofrecen otros productos.	
O02	Mercado: Eliminación de las barreras en los estándares de papel para el uso de pulpas mecánicas.	Aplica a todas las pulpas mecánicas. Particularmente el BCTMP es una de mayor calidad que el resto por lo cual puede usarse en mayor proporción.	
O03	Localización: Escasez de madera en el hemisferio norte.	Es aprovechable por la región, y por el proyecto dado la localización propuesta.	

O04	Localización: Excelente aptitud y productividad forestal (MAI entre los mas altos del mundo) para plantar Eucalyptus	Aplica a otros emprendimientos forestales con esta madera en la región, y por supuesto al proyecto.	
ID	**Amenazas**	**Observaciones**	**Relación con otros Factores**
A01	Localización: Incertidumbre en la disponibilidad en la región y precios de la energía eléctrica internacional y local.	El alto consumo eléctrico es propio de la tecnología pero dada la situación en la región propuesta para la localización afecta particularmente al proyecto.	
'A02	Localización: Insuficiente disponibilidad y estado de las plantaciones forestales de la región al momento de la evaluación (podría haber madera muy joven o madera muy vieja para la necesidad del proceso al momento del arranque).	Afecta particularmente al proyecto dado la localización propuesta.	
A03	Economía global: altos precios de transporte y su incidencia en competitividad de exportaciones.	Afecta al proyecto en la medida que no logre insertar el producto en la región.	
A04	Economía global: crisis financiera y recesión.	Afecta al proyecto especialmente dado su perfil exportador. Debe analizarse la probabilidad de esta situación a la hora de decidir sobre la inversión.	
A05	Localización: inestabilidad política y económica en Argentina (alto riesgo pais).	Afecta al proyecto dado la localización propuesta Debe analizarse la probabilidad de esta situación a la hora de decidir sobre la inversión.	
A06	Localización: Presión medio ambiental en la región propuesta para el proyecto.	Podría afectar al proyecto en un marco de alta sensibilidad, dado que el bajo impacto ambiental es precisamente una fortaleza de la tecnología empleada.	

Cuadro 19

3.4 Identificación de variables clave

Se identificaron las variables clave del negocio a partir de la descomposición de la cuenta económica en los precios y cantidades de los ingresos y de los egresos, calculando el NOPAT (*Net Operating Profit After Tax*) y evaluando luego la elasticidad del ROIC (*Return On Invested Capital*) a cada variable.

3.4.1 Ingresos

El ingreso del negocio está dado por la venta de la pulpa producida por la planta y distribuida entre los mercados de destino. Se asume producir a máxima capacidad operativa y vender lo producido casi en su totalidad a destinos de exportación, con un plan de inserción gradual creciente en Sudamérica (ver sección 3.2.4 sobre comercialización), y ventas también en Europa y China.

El precio base de la pulpa BCTMP se toma a valor promedio registrado entre los años 2005 y 2010, esto es us$ 637 por tonelada, CIF en norte de Europa. El precio en China se estima como un 88% del precio en Europa, coeficiente calculado como el promedio de la relación de precios China/Europa, resultando en us$ 554 por tonelada. Desde mediados del 2009, cuando tocó un valor mínimo, el precio de la pulpa comenzó a recuperarse y se encuentra ahora en niveles más altos (superior a los 800 us$/ton precio CIF en Europa), que los tomados como base para este proyecto.

3.4.2 Costos

El costo de producción por tonelada, considerando la componente variable y fija, se muestra en el cuadro siguiente, con precios promedio de los 8 años previos a esta evaluación. Por cada insumo o ítem se indica su unidad de consumo, el precio en su moneda de origen y en dólares estadounidenses, las unidades requeridas del insumo o ítem para producir una tonelada métrica de pulpa, el costo final por tonelada en dólares, y el porcentaje del costo respecto del total, incluidos los costos fijos distribuidos al nivel de producción anual esperada para el negocio (315.000 tons).

Costos variables							
	Unidad	**Moneda Origen**	**Precio Unitario $ Origen**	**Precio Unitario us$**	**Unids por mt**	**Costo por mt**	**% Costo**
Fibra (rollizo en playa forestal)	*mt*	*ar$*	98,16	24,06	1,20	**28,99**	**9,0%**
Químicos						**55,62**	**17,3%**
H2O2 (Peróxido de Hidrógeno)	Kg	us$		0,80	45,00	36,00	
NaOH (Hidróxido de Sodio)	Kg	us$		0,37	26,00	9,62	
MgSO4 (Sulfato de Magnesio)	Kg	us$		0,35	4,00	1,40	
Na2SiO3 (Silicato de Sodio)	Kg	us$		0,13	20,00	2,60	
DTPA (estabilizante del blanqueo)	Kg	us$		1,00	1,00	1,00	
Otros	Kg	us$		1,00	5,00	5,00	
Energía Eléctrica (E.Plus)	*KWh*	*us$*		0,065	1985	**129,03**	**40,2%**
Combustible (Gas Natural)	*GJouls*	*us$*		2,87	3,00	**8,62**	**2,7%**
Materiales de Terminación						**7,46**	**2,3%**
Embalaje	mt	ar$	2369	581	0,01	5,81	
Alambre y otros	Kg	ar$	3,38	0,83	2,00	1,66	
Suministros Operativos						**7,00**	**2,2%**
Discos de Refinación	us$/mt	us$		2,00	1,00	2,00	
Canastas de Zarandeo	us$/mt	us$		1,00	1,00	1,00	
Miscelaneos	us$/mt	us$		4,00	1,00	4,00	
Materiales de Mantenimiento	*us$/mt*	*us$*		14,00	1,00	**14,00**	**4,4%**
Distribución						**31,99**	**10,0%**
Flete promedio mercado local	us$/mt	ar$	108,27	26,54	1,00	26,54	

% ventas locales	%		2,05%				
Comisión Agente (% s/ expo)	%	us$	2,50%		1,00	12,20	
Flete interno planta a puerto de expo	us$/mt	ar$	81,21	19,90	1,00	19,90	
% ventas exportación	%		97,95%				
Costos fijos							
Salarios						**13,18**	**4,1%**
Salarios y Cargas Sociales – White Collar	Empl.	ar$	134.168	32.884	50	5,22	
Salarios y Cargas Sociales – Blue Collar	Empl.	ar$	65.993	16.175	155	7,96	
Administración						**24,96**	**7,8%**
Corporate SG&A		ar$x1000	25.309	6.203	1	19,69	
Costos de Infraestructura		ar$x1000	2.538	622	1	1,97	
Impuestos y Seguros		ar$x1000	4.229	1.037	1	3,29	
Producción anual promedio	*mt*	315.000					
Tipo de Cambio	*ar$/us$*	4,08					
COSTO PROMEDIO POR TONELADA DE PRODUCTO (us$/mt)						**320,84**	

Cuadro 20

Como puede observarse en el cuadro, el 66% del costo por tonelada está determinado por: la energía eléctrica (40,2%), los químicos (17,3%), y la fibra (madera de Eucalyptus, 9,0%). En el rubro de los químicos, los dos principales son el Peróxido de Hidrógeno (agua oxigenada), y el Hidróxido de Sodio (soda cáustica).
Los costos fijos, al nivel de producción anual esperada, representan casi el 12% del costo total por tonelada, correspondiendo el 88% restante al costo variable.
La fibra, materiales de terminación, distribución, y los costos fijos se originan en pesos argentinos, y representan un 33% del costo por tonelada. Más adelante se examina la elasticidad del ROIC al tipo de cambio, entre otras variables.
Los químicos y la energía, si bien se producen en el país y se adquieren en pesos, son insumos internacionales cuyo precio se determina en referencia cercana a valores en dólares (ej: precio del crudo, precio del gas en boca de pozo, o paridad de importación de productos químicos). Los materiales de mantenimiento y suministros operativos son netamente importados y se toman en dólares.

3.4.3 Cuenta económica y ROIC

En el siguiente cuadro se muestra la cuenta económica completa para un año típico y el ROIC resultante:

(+) Ventas	**MMus$**	**163,5**
Ventas Argentina		3,8
Ventas Sudamérica		54,5
Ventas Exportación		105,3
(-) Regalías	**MMus$**	**1,4**
(-) Impuesto a los IIBB	**MMus$**	**0,0**
Ingreso Neto por Ventas	**MMus$**	**162,1**

(-) Costo Variable de Producción		79,5
(-) Costo Variable de Distribución		10,3
Contribución a Gastos Fijos	**MMus$**	**72,3**
Margen de contribución sobre ventas		
Contribución Total		72,3
Contribución Local		1,9
Contribución Sudamérica		27,4
Contribución Exportación		43,0
Gastos Fijos		
(-) Gastos de Planta		4,2
(-) Gastos de Estructura		7,8
(-) Impuesto a las Transferencias Bancarias		1,3
(+) Otros Ingresos/ Egresos Operativos		0,0
(-) Depreciaciones Bienes de Uso		0,0
(-) Amortización Cargos Diferidos		0,0
(+) Resultado por Exposición a la Devaluación		0,0
Utilidad Operativa		**59,0**
(-) Impuesto a las Ganancias Operativo		20,6
Util. Operativa despúes de Imp. a las Gcias (NOPAT)		**38,3**
Capital Fijo		
Costos Directos - Materiales		136,8
Costos Directos - Mano de Obra		54,5
Costos Indirectos		40,7
Contingencias		22,0
Escalamientos		11,0
Costo Total de EPC		265,0
Estudios de Factibilidad y Planeamiento		4,0
Reclutamiento y Entrenamiento de Personal		7,5
Management del Proyecto		3,5
IVA (no reintegrable) sobre inversión capital fijo		0,0
Inversión en Capital Fijo		**280,0**
Capital de Trabajo		
Valor actual del FF de la inversiones en Capital de Trabajo requerido		22,3
Inversión en Capital de Trabajo		**22,3**
Total de inversión (Capital Fijo + Capital de Trabajo)		**302,3**
	ROIC	**12,7%**

Cuadro 21

3.4.4 Variables Clave

Para detectar cuáles de las variables impactan con mayor incidencia en la rentabilidad del proyecto se realizó un análisis de elasticidad del ROIC a cada variable del negocio (precios y cantidades), modificando el valor de cada variable en ±1% y obteniendo el cambio correspondiente en el ROIC. **La siguiente gráfica resume las variables que resultaron ser de mayor impacto con coeficiente de elasticidad mayor a 0,25, es decir las que por cada punto porcentual de variación produjeron en el ROIC un cambio mayor al 0,25% tanto de signo positivo como negativo.**

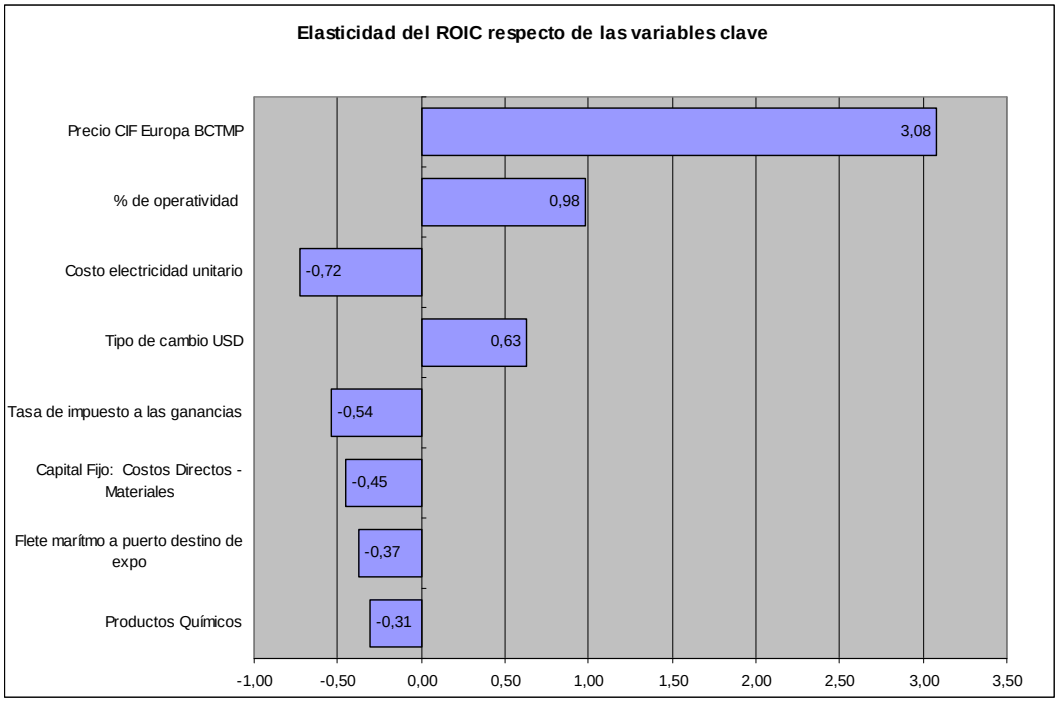


Figura 17

El precio de referencia en el mercado principal del producto (Europa), la cantidad producida (según el % de operatividad), el precio de la energía eléctrica, y el tipo de cambio son las 4 variables de mayor impacto en el ROIC. Las dos primeras inciden directamente en los ingresos, y la tercera en los egresos, y el tipo de cambio indirectamente en aquellos costos cuya moneda de origen es el peso argentino. Entre estos costos se destacan los fletes domésticos (al puerto de exportación y al mercado regional), la fibra (madera), y los gastos fijos locales (salarios, SG&A).
Las elasticidades positivas indican que el ROIC varía en el mismo sentido que la variable lo hace (si se incrementa el valor de la variable, se incrementa el ROIC), las negativas indican variación del ROIC en sentido contrario a la variable.
En el siguiente cuadro se clasifican las variables seleccionadas en orden descendente de elasticidad del ROIC. Asimismo se expresa por cada una de ellas si son controlables o no, y el nivel de volatilidad al que están sujetas. En color rojo se resaltan aquellas que se consideran de alta volatilidad.

Variable	Unidad	Controlable	Volatilidad
Precio CIF Europa BCTMP	**usd/mt**	**No**	**Alta**
% de operatividad	%s/cap	Si	Baja
Costo electricidad unitario	**usd/mt**	**No**	**Alta**
Tipo de cambio USD	**$/usd**	**No**	**Alta**
Tasa de impuesto a las ganancias	%	No	Baja
Capital Fijo: Costos Directos - Materiales	mill usd	Si	Baja
Flete marítimo a puerto destino de expo	usd/mt	No	Media
Productos Químicos (costo)	usd/mt	No	Media

Cuadro 22

Es importante distinguir entre aquellas variables controlables y no controlables, y tener la mejor estimación posible de la volatilidad, particularmente de estas últimas. El proyecto deberá poner especial atención en aquellas variables no controlables y con alto nivel de volatilidad, a cuya variación el ROIC sea además altamente elástico, midiendo con mayor precisión los extremos posibles, el cambio correspondiente en el ROIC, y la viabilidad financiera del negocio si dichos extremos ocurren, buscando formas de mitigar el riesgo de ocurrencia.
En el caso de los costos, como los de energía eléctrica, fletes, y productos químicos, la negociación de contratos de largo plazo que incluyan acuerdos de precios a la vez que aseguren la provisión permitirán mitigar los riesgos mencionados.
En el caso del precio de la pulpa o del tipo de cambio no es tan fácil neutralizarlos en la medida que no haya en el mercado contrapartes como para hacer un *proxy hedging* y descargar el riesgo. Respecto de las variables controlables a las que el ROIC es altamente elástico, se deberá trabajar para maximizar el ROIC, incrementando todo lo posible aquellas con ROIC positivamente elástico, y disminuyendo todo lo posible aquellas con ROIC negativamente elástico. Por ejemplo, será clave poner foco en la confiabilidad de las instalaciones productivas, en el entrenamiento del personal operativo, en el mantenimiento preventivo durante la operación, y otros factores a fin de mantener en el máximo posible el nivel de operatividad (>95%).
En el caso de la inversión de capital, la negociación de precios de maquinarias y servicios, y una administración adecuada del proyecto son ejemplos de factores que mantendrán controlada la inversión y su impacto en el ROIC.
Otra variable importante no controlable es el crecimiento económico (PBI) en cada mercado objetivo de la pulpa. El crecimiento de la demanda está correlacionado con el crecimiento económico y es entonces determinante para la inserción de la producción en los distintos mercados.

3.5 Análisis y condiciones de rentabilidad del proyecto

En el siguiente cuadro se muestra el impacto en el ROIC de modificar (estresar) el valor de cada variable clave para situaciones de mejor y peor caso. Cada variable es modificada en forma aislada (manteniendo el resto sin cambios).

Variable	Unidad	Criterio de definición de los casos mejor y peor	Valor Variable			ROIC	
			Esperado	Mejor	Peor	Mejor	Peor
Precio CIF Europa BCTMP	us$	Se toma el precio medio +/- la desviación std según serie de precios de últimos 6 años a moneda constante.	637	737	523	18,9%	5,9%
% de operatividad	%	Se calcula el impacto sobre el ROIC variando un 30% la tasa de operatividad (+/-).	95,9%	124,7%	67,1%	16,1%	8,8%
Costo electricidad unitario	us$ /ton	Se calcula el impacto sobre el ROIC variando un 30% el precio (+/-).	129	90	168	15,2%	9,8%
Tasa de impuesto a las ganancias	%	Se calcula el impacto sobre el ROIC variando un 30% la tasa (+/-).	35,0%	24,5%	45,5%	14,5%	10,5%
Capital Fijo: Costos Directos - Materiales	us$ x mill	Se calcula el impacto sobre el ROIC variando un 30% la inversión en materiales (+/-).	136,8	95,7	177,8	14,4%	11,0%
Flete marítmo a puerto destino de expo	us$ /ton	Se calcula el impacto sobre el ROIC variando un 30% el precio (+/-).	92	64	119	13,9%	11,1%
Productos Químicos	us$ /ton	Se calcula el impacto sobre el ROIC variando un 30% el precio (+/-).	56	39	72	13,6%	11,3%

Cuadro 23

En el presente cálculo de sensibilidad sobre la tasa de Retorno sobre el Capital Invertido (ROIC) se partió del supuesto básico por el cual la inversión fija se encuentra no alcanzada por el Impuesto al Valor Agregado. El IVA a las compras de inversión, ejecutadas durante la etapa de construcción, resulta en un crédito fiscal que no se logra recuperar en el plazo de evaluación del proyecto. La única opción frente al impacto mencionado del IVA sería contar con un régimen de exención o devolución del IVA otorgado por el Estado. Es bajo esta condición que se realizó la evaluación del proyecto, y se calcularon los indicadores de rentabilidad.

4. Proyección y Evaluación

4.1 Identificación de Escenarios

El período de evaluación se extiende a 15 años desde el inicio de las inversiones. Para la evaluación del negocio en el contexto real de inversión y operación se identifican escenarios a nivel macroeconómico con indicadores locales y globales, y los propios del negocio, focalizándose en los precios internacionales del producto.

Para el contexto macroeconómico local a lo largo del plazo de evaluación se construyeron tres escenarios, cada uno con un valor de probabilidad asociado, que son:

- Gradualismo con Crecimiento Equilibrado (probabilidad asignada: 50%)
- Devaluación y Estancamiento (probabilidad asignada: 25%)
- Gradualismo con Baja Performance (probabilidad asignada: 25%)

En el Anexo III se explica con detalle las condiciones de cada uno de estos escenarios en términos de la variación del PBI real, de la evolución del tipo de cambio (ar$/us$), la variación del IPC, del IPM, y de salarios, la tasa de Lebac a 365 días, y el rendimiento anual de un bono soberano discount en dólares de la República Argentina, a lo largo del período de evaluación.

Respecto del negocio, se formulan escenarios para dos variables clave: 1) el precio internacional de la pulpa y 2) el precio de la energía eléctrica.

Para la primera variable (precio de BCTMP) se consideraron cinco escenarios posibles, cada uno con una probabilidad asociada mediante la cual luego se deriva el escenario esperado, que son:

- Descenso Monótono (probabilidad asignada: 5%)
- Descenso Cíclico (probabilidad asignada: 10%)
- Constantes (probabilidad asignada: 30%)
- Ascenso Cíclico (probabilidad asignada: 35%)
- Ascenso Monótono (probabilidad asignada: 20%)

El escenario esperado (combinación ponderada de los anteriores) de precios del BCTMP se puede describir como un **ascenso cíclico pero menos volátil y extremo, consistente con la expectativa que en los próximos años el BCTMP sea crecientemente apreciado por los beneficios que aporta en la calidad de los papeles**.

Para la segunda variable, precio de la electricidad, también se construye la evolución mediante cinco escenarios como los anteriores:

- Descenso Monótono (probabilidad asignada: 5%)
- Descenso Cíclico (probabilidad asignada: 5%)
- Constantes (probabilidad asignada: 30%)
- Ascenso Cíclico (probabilidad asignada: 45%)
- Ascenso Monótono (probabilidad asignada: 15%)

El esperado para esta variable sería como en el caso del precio del BCTMP, similar a un ascenso cíclico pero menos volátil y extremo, a partir de la visión de la energía como un recurso crecientemente escaso.

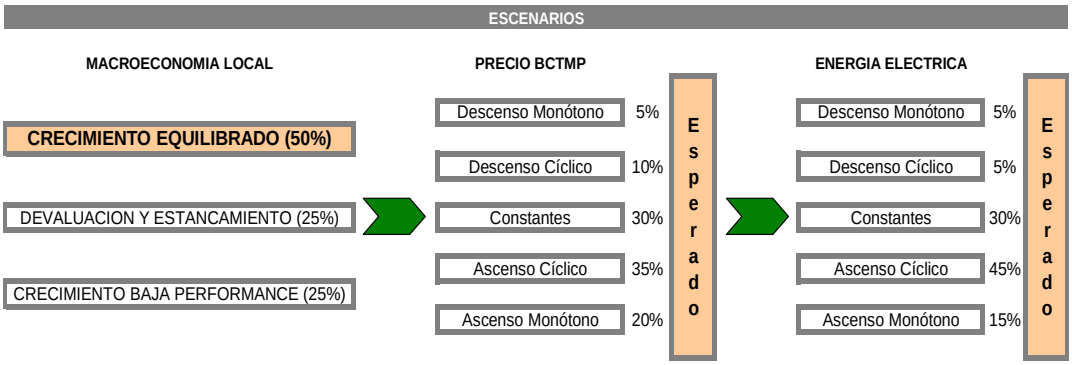
Las probabilidades consignadas para cada escenario de estas variables si bien necesariamente son subjetivas son siempre condicionales al grado de información de los determinantes de mercado que supeditan a cada uno de los escenarios.

Un tercer factor de importancia pero en dinámica lo constituye el nivel y crecimiento de la demanda de la pulpa BCTMP en Sudamérica. El proyecto asume un sendero de crecimiento para los volúmenes a colocar en la región en detrimento de las exportaciones extrazona de menor rentabilidad (por mayor costo y en algunos casos menor precio).

4.2 Caso Base

De la interacción de cada uno de los escenarios macroeconómicos con cada uno de los escenarios de cada una de las dos variables clave aludidas, surge la diferenciación de cada uno de los casos que configuran el espectro de variabilidad de valor del proyecto.

El siguiente cuadro refleja estas combinaciones de cada uno de los escenarios para cada una de las variables. Las dos variables propias del negocio, precios internacionales del producto y precio de la electricidad, se asumen como independientes del escenario macroeconómico.



Cuadro 24

Las cajas coloreadas de cada escenario conforman en conjunto los escenarios del caso base definido para el proyecto.
Se resumen a continuación los supuestos y principales condiciones esperadas para el negocio, que se toman como caso base para la evaluación económica financiera y que se muestran en su interacción en la dinámica que muestra la planilla del negocio a continuación:

Escenario macroeconómico

- El contexto macroeconómico local está descripto para el caso base por el escenario de gradualismo con crecimiento equilibrado (ver descripción detallada en anexo III). En este escenario la economía crece a un ritmo sostenido, la tasa

de inflación se estabiliza en los primeros años, y el riesgo pais desciende significativamente, creando condiciones propicias para la inversión.

- A nivel global se considera un crecimiento económico promedio anual esperado hasta el 2020 del 3,1%, con valores menores a esta tasa para las regiones desarrolladas, y mayores para regiones y países emergentes o en vías de desarrollo (Latinoamérica promedio de 3,7%, Asia superior al 5%).

Escenario de precios (producto e insumos)

- El precio inicial (año 0) de la pulpa se estima en base a la serie de precios de pulpa tipo BHKP, (CIF en norte de Europa) entre los años 2005 y 2010 [(14)], considerado como referente de precios para la pulpa BCTMP. El precio base tomado es el promedio de precio de la serie del BHKP menos 40 us$, que es el diferencial promedio entre ambas pulpas, resultando entonces el precio considerado para el BCTMP en 637 us$/ton. El precio en China, de 561 us$/ton, se estima como un 88% del precio en Europa. Para Sudamérica el precio es calculado en base al precio estimado del BHKP en la región menos el diferencial de 40 us$, resultando en 587 us$/ton.
- En cuanto a la evolución del precio internacional de la pulpa BCTMP, el escenario esperado (plasmado en las probabilidades de cada uno de los 5 escenarios de precios independientes) es coincidente con la expectativa que en los próximos años el BCTMP sea crecientemente apreciado por los beneficios que aporta en la calidad de los papeles, dentro de las aplicaciones explicadas en secciones anteriores. Esto debería continuar impulsando un incremento del precio real, y en algún punto también evolucionar independientemente del precio del BHKP.

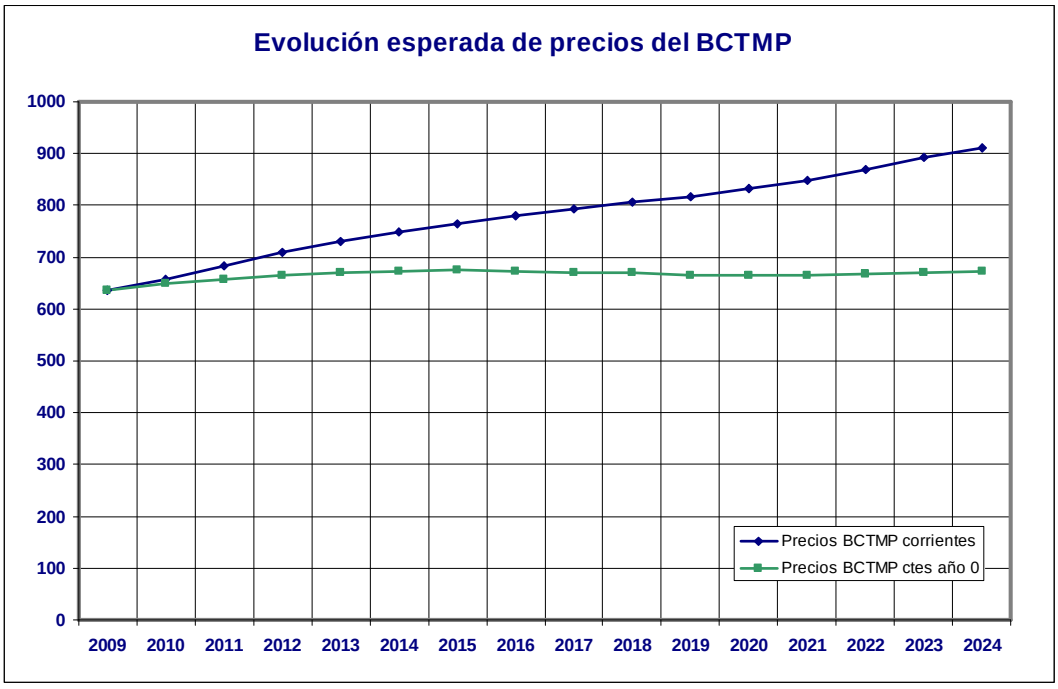


Figura 18

- Los tres insumos mas críticos por su requerimiento de consumo en el proceso y/o su influencia en la cuenta económica: energía eléctrica, químicos, y madera, se presupuestan como sigue:

- Para la energía eléctrica se presupone contar con suficiente capacidad instalada y disponible para este proyecto así como la posibilidad de negociar un contrato de provisión a largo plazo con alguno de los grandes generadores al alcance de la región, tomando como referencia el precio medio de la energía comercializado por Salto Grande en el MEM por conceptos de consumo y potencia durante el año 2008, esto es 160 ar$/MWh (equivale a 65 us$/MWh). Para el caso base se espera un ascenso cíclico moderado de los precios reales. El precio es además ajustado en cada período según PPI USA.
- El precio de los químicos se presupuesta a valores del último año, y es actualizado según PPI USA.
- El precio del Eucalyptus Grandis se presupuesta al valor promedio registrado entre los años 2000 y 2008, por el rollizo sin corteza para pulpa en playa de plantación obtenida de productores forestales de Entre Ríos y Corrientes, esto es 12 us$/$m^3$ de madera, y se actualiza según IPM de Argentina, siempre medido en dólares corrientes.

Escenario de demanda del producto

- Se espera contar con demanda suficiente para vender la totalidad de la producción entre Sudamérica y el resto del mercado de exportación fuera de esta región a lo largo del período de evaluación.
- Los fundamentos principales de inserción del BCTMP en el mercado son:
  - El crecimiento esperado del PBI en cada región, como fuerza impulsora principal de la demanda de papeles y pulpa es el primer elemento para respaldar la inserción del total de la producción de la nueva planta industrial en el mercado.
  - Sus cualidades particulares que permiten introducir mejoras en la calidad de los papeles a los que se aplica.
  - La modificación introducida en los estándares de calidad de los papeles que permiten basar la mezcla de pulpas para su fabricación exclusivamente en la funcionalidad requerida, ya no limitándola más según el contenido de lignina de la pulpa.
- También se espera un crecimiento de la demanda de pulpa de mercado (no producida en plantas de pulpa y papel integradas) en general, debido a la escasez de madera en el hemisferio norte, lo cual permitirá consolidar a la región (en general países del hemisferio sur pero especialmente Sudamérica) como productora principal de pulpa de mercado, lo cual también mejoraría el potencial de inserción de productos como el BCTMP.
- En el inicio de operaciones se espera vender la totalidad de la producción distribuida entre los mercados de destino como sigue: 44% a Europa, 32% a China, y 24% a Sudamérica, pero se espera desarrollar el mercado Sudamericano para alcanzar hacia la mitad del período de evaluación el siguiente *mix*: 50% a Europa, 17% a China, y 33% a Sudamérica (ver sección 3.2.4 sobre comercialización).

Se muestran en el anexo IV cuadros con valores y evolución (flujos) de las principales variables clave del proyecto.

4.3 Evaluación Económica Financiera

Se ven en el cuadro a continuación el flujo de fondos libre a la empresa, en condiciones del caso base (en anexo IV se puede ver mas detalle de los FF). En el primer cuadro los primeros 5 años y en el siguiente los restantes 10:

1. GRADUALISMO CRECIMIENTO EQUILIBRADO		0	1	2	3	4	5
Free Cash Flow		-42,2	-133,3	-109,6	-14,3	12,7	38,0
Renta Permanente							
Tasa de reinversión	*5,0%*						
Rendimiento de la Inversión							
Tasa de Crecimiento	*0,6%*						
		-42,2	**-133,3**	**-109,6**	**-14,3**	**12,7**	**38,0**
Factores de descuento a tasa Período CERO=>curva FLAT		*1,0000*	*0,9461*	*0,8469*	*0,7581*	*0,6787*	*0,6075*

VALOR BÁSICO PROYECTO	**84,4**	Millones de USD	**TIR**	**14,7%**

6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
44,4	49,3	51,5	53,1	53,9	54,8	56,2	58,2	60,7	63,2
									701,8
44,4	**49,3**	**51,5**	**53,1**	**53,9**	**54,8**	**56,2**	**58,2**	**60,7**	**765,0**
0,5438	*0,4868*	*0,4358*	*0,3901*	*0,3492*	*0,3126*	*0,2798*	*0,2505*	*0,2242*	*0,2007*

Para el cálculo del VAN, se descontó el flujo de fondos libre a la compañía, que se obtiene como el resultado de adicionar al NOPAT (*net operating profit after tax*) las depreciaciones y de sustraer las inversiones. En el último período del flujo de fondos (15) se sumó el valor residual del negocio como una perpetuidad tomando en consideración el crecimiento y la reinversión, con tasas del 0,6% y 5% respectivamente. Los flujos están expresados en us$ corrientes, se descuentan a mitad de período, y la tasa de descuento usada se calculó en base al modelo CAPM adaptado al contexto latinoamericano [(11)]. La fórmula de esta adaptación del modelo es la siguiente:

Prima de riesgo del proyecto =

= <rendimiento bono argentino> +
+ <beta unlevered (de la industria)> x <prima riesgo mercado EEUU> x
x <alfa> x <factor de corrección>

El CAPM adaptado al contexto latinoamericano se diferencia del tradicional por lo siguiente:

- Utiliza una prima libre de riesgo adecuada a la economía local, en este caso el rendimiento de un bono argentino, que captura más fielmente el riesgo de crédito local o riesgo país.
- Introduce un multiplicador (Alfa) que modifica la prima de riesgo del mercado de capitales norteamericano según la volatilidad del mercado local. Este multiplicador está calculado como el cociente entre la volatilidad relativa del mercado local (dev.std. rendimientos / media rendimientos) y la volatilidad relativa del mercado de EEUU.
- El factor de corrección es el coeficiente que evita el doble cómputo del riesgo considerado como riesgo soberano en la tasa soberana argentina y el tomado en la prima de riesgo de la prima argentina calculada a partir del índice de Sharpe de los EEUU.

Los supuestos fundamentales para la validez de este modelo son:

- El prima de riesgo de capitales del mercado norteamericano es un punto de referencia (*benchmark*) adecuado para determinar la prima de riesgo de capitales en el mercado latinoamericano.

- La prima de riesgo de capitales requerida por los inversores puede inferirse a partir de la prima de EEUU ajustada por la volatilidad de los mercados locales en relación a la volatilidad del mercado de EEUU.

Los valores asignados a los parámetros de la fórmula son:

Parámetro	Valor
Rendimiento Bono Argentino	8,50%
Beta unlevered (industria papelera forestal) [15]	0,91
Prima Riesgo EEUU	5,4%
Alfa (coef AR / coef EEUU)	1,82
Coef. Variación AR	3,94
Coef. Variación EEUU	2,17
Factor de corrección	0,36

La tasa resultante es = **11,7%**

Se muestra en el siguiente cuadro el valor esperado del proyecto bajo la combinación de los tres escenarios macroeconómicos ponderados por su probabilidad y el resto de las condiciones iguales a las del caso base (todos escenarios esperados), sin financiación. Para cada escenario se descontó el flujo de fondos libre para la empresa a la tasa definida anteriormente.

Escenario	GRADUALISMO CRECIMIENTO EQUILIBRADO	DEVALUACIÓN Y ESTANCAMIENTO	GRADUALISMO CON BAJA PERFORMANCE	Esperado
Probabilidad	50%	25%	25%	
VALOR (*)	84,4	93,7	107,6	**92,5**

(*) Millones de us$

Cuadro 25

Otros indicadores calculados bajo los mismos tres escenarios macro y resto de condiciones mismas del caso base son la tasa interna de retorno y el período de repago (*payback*):

Escenario	GRADUALISMO CRECIMIENTO EQUILIBRADO	DEVALUACIÓN Y ESTANCAMIENTO	GRADUALISMO CON BAJA PERFORMANCE	Esperado
Probabilidad	50%	25%	25%	
TIR	14,7%	14,9%	15,5%	**15,0%**
PAYBACK (años)	9,9	9,8	9,5	**9,8**

Cuadro 26

La rentabilidad del proyecto, si bien varía, no muestra ser altamente sensible al contexto macroeconómico local, como se observa en los resultados de los indicadores precedentes en cada escenario. Esto se debe a que el negocio es de corte mayormente exportador, con lo cual no es afectado significativamente por la variación de la demanda interna, que no supera el 3% de la producción en los escenarios de venta trazados, y a que recibe sus ingresos en dólares. Por otro lado los costos determinados por precios locales son de una proporción relativamente baja (33% del costo operativo total, ver sección 3.4.2) y no afectan la utilidad en un contexto donde el tipo de cambio real se mantenga competitivo.

5. Informe Final

5.1 Análisis de Sensibilidad y Riesgo

Se realizó el análisis de sensibilidad del valor del proyecto bajo distintas combinaciones de escenarios de:

- Contexto macroeconómico
- Evolución de precios de la energía eléctrica
- Evolución de precios del producto
- Evolución de la demanda en Sudamérica

El análisis de sensibilidad confirma que el valor del proyecto depende fuertemente de la evolución de los precios del producto, tal como surge del análisis de variables clave, donde la mayor elasticidad del ROIC se registró para los cambios en el precio del BCTMP.
Mientras que el escenario de precios reales del producto sea de "ascenso cíclico", "ascenso monótono", o "constantes", el negocio sigue teniendo valor en cualquier caso y combinación de los escenarios macroeconómicos, de precios reales de energía eléctrica, y supuesto que la evolución de la demanda del producto en Sudamérica sea constante o creciente.
No ocurre lo mismo si los precios reales del producto descendieran, en cuyo caso el proyecto arrojaría valor presente neto negativo. Precios más convenientes en el precio de la electricidad o escenarios favorables en el crecimiento de la demanda regional no alcanzarían para mejorar suficientemente el proyecto.
En el gráfico que sigue se pueden visualizar los extremos de valor del proyecto y el valor esperado para los 3 escenarios macroeconómicos locales:

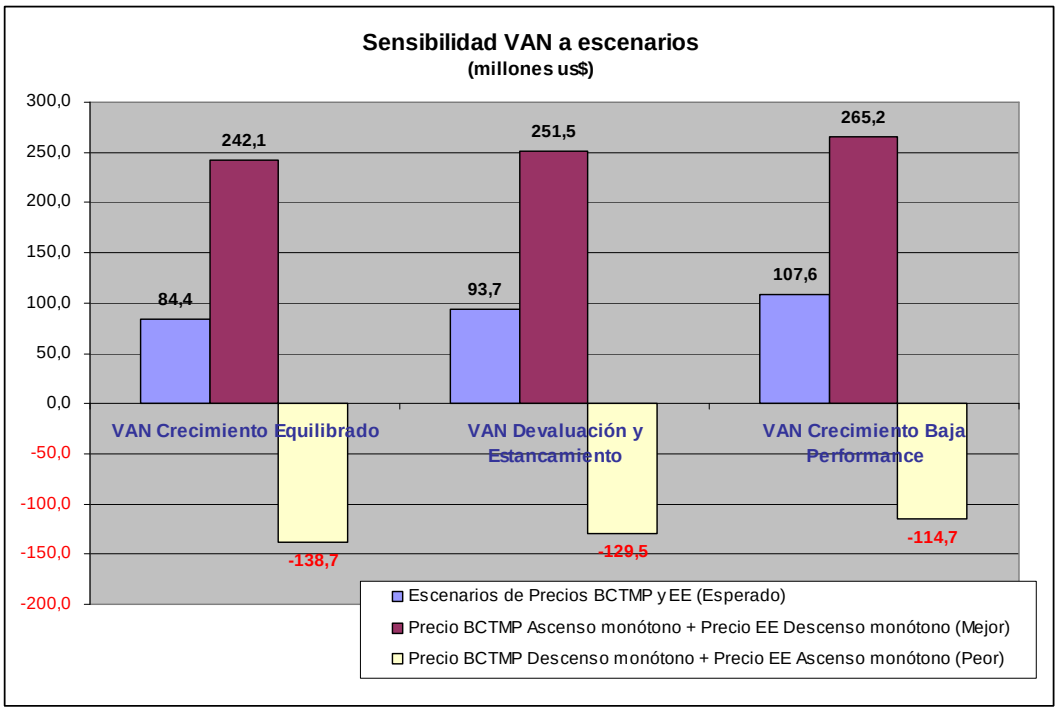


Figura 19

En el anexo VI se muestran todos los cuadros de sensibilidad armados, incluyendo además los diferentes escenarios de demanda regional.

Adicionalmente a la sensibilidad del valor en los escenarios modelados, se realizan los siguientes análisis de sensibilidad:

- Sensibilidad del VAN al monto total de la inversión de capital.
- Sensibilidad del VAN al tiempo de construcción y puesta operativa de la planta.
- Sensibilidad del VAN a la tasa de descuento aplicada a los FF.
- Efecto en la rentabilidad de no contar con devolución de IVA por las inversiones.
- Escenarios con riesgo de quiebra.

Sensibilidad del VAN al monto total de la inversión de capital

Se efectúa este ejercicio de sensibilidad bajo las condiciones del caso base, variando la inversión en saltos de ±1% del monto original hasta un desvío máximo de ±10%. De este análisis surge el cuadro siguiente:

Variación de la Inversión	VAN (mill us$)	Inversión Total (mill us$)
-10%	108,4	252,0
-9%	106,0	254,8
-8%	103,6	257,6
-7%	101,2	260,4
-6%	98,8	263,2
-5%	96,4	266,0
-4%	94,0	268,8
-3%	91,6	271,6
-2%	89,2	274,4
-1%	86,8	277,2
0%	**84,4**	**280,0**
1%	82,0	282,8
2%	79,6	285,6
3%	77,2	288,4
4%	74,8	291,2
5%	72,4	294,0
6%	70,0	296,8
7%	67,6	299,6
8%	65,1	302,4
9%	62,7	305,2
10%	60,3	308,0

Cuadro 27

Es claro el impacto positivo que tendría un ahorro en la inversión, lo cual puede plantear tanto objetivos de eficiencia en su uso como de negociación de las contrataciones y compras.

Sensibilidad del VAN al tiempo de construcción y puesta operativa de la planta

Sigue el ejercicio de sensibilidad del VAN y la TIR al plazo de finalización de la construcción y puesta operativa de la planta. La sensibilidad se calcula con el resto de las condiciones del proyecto para el caso base.

Meses Obra	VAN (mill us$)	TIR
36	71,2	14,2%
35	78,6	14,4%
34	**84,4**	**14,7%**
33	87,1	14,8%
32	89,7	14,9%
31	92,4	15,0%
30	95,1	15,1%
29	97,7	15,2%
28	100,4	15,3%
27	103,0	15,4%
26	105,6	15,5%
25	108,3	15,7%

Cuadro 28

Deberá evaluarse la factibilidad y el costo adicional de acortar los plazos de construcción, contrastándolos con la mejora en el valor del proyecto. Es importante ponderar correctamente los beneficios para decidir pagar un costo adicional por adelantar la puesta en marcha, dado que el costo de inversión es concreto, y debe pagarse, mientras que el valor del proyecto es un pronóstico a largo plazo.

Sensibilidad del VAN a la tasa de descuento aplicada a los FF

En el gráfico a continuación se puede observar la evolución del VAN para las condiciones del caso base, en función de la variación de la tasa de descuento:

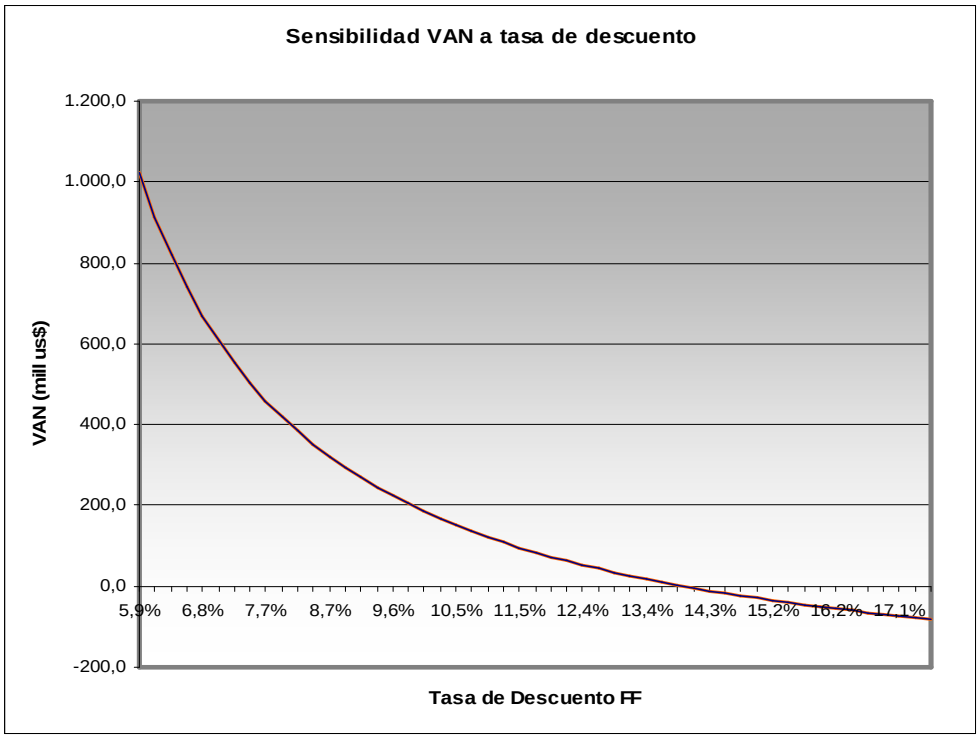


Figura 20

Efecto en la rentabilidad de no contar con devolución de IVA por las inversiones

Se mencionó anteriormente que el peso del IVA pagado por las inversiones es alto para el proyecto y es importante un régimen de devoluciones o exención para que el proyecto tenga una rentabilidad más robusta y menos sensible dentro de los escenarios considerados. Sin la exención se reducen significativamente las combinaciones de escenarios bajo los cuales el proyecto es rentable (que tenga un VAN positivo), y aumenta la dispersión de la rentabilidad. Concretamente, como ejemplo del cambio bajo el caso base, los indicadores de rentabilidad serían los siguientes:

	Exento IVA		NO Exento IVA	
	VAN	TIR	VAN	TIR
Esperado	84,4	14,7%	13,7	12,1%
Máximo	242,1	19,2%	172,0	16,5%
Mínimo	-138,7	4,6%	-209,6	2,1%

Cuadro 29

Escenarios con riesgo de quiebra

Para evaluar el riesgo de quiebra se observó, bajo los distintos escenarios de la economía local, precios del BCTMP y electricidad, y escenarios de la demanda del mercado sudamericano, si contando desde el 4° año en adelante, cuando la planta se encuentra ya produciendo, surge la necesidad de tomar préstamos para sostener la operación (ocurrencia de períodos con *cashflow* operativo negativo), incrementando así el riesgo de quiebra.
El resultado es que la operación es sustentable sin requerir nuevos aportes de capital (préstamos) en cualquier combinación de escenarios macroeconómico local, de precios de la energía eléctrica, y de demanda en Sudamérica, **siempre y cuando no se combinen un descenso sostenido de los precios en dólares constantes del producto respecto del nivel promedio tomado para el caso base y un escenario de crecimiento sostenido de precios de la electricidad**.

Opciones del proyecto

La valoración de opciones implícitas en el planteo de este negocio, no parecen ser de un valor definitorio en la mejora de valor de este proyecto. Por ejemplo, en lo que hace a la opción de ampliar la planta que se instale, parece que no tendría valor ya que la decisión de ampliar no tiene lugar dado el tamaño mínimo de eficiencia con que debe arrancar la planta. Por su parte la opción de abandono difícilmente se encontraría *in the money* habida cuenta el alto costo de salida que deviene de la especificidad de los activos. La opción de esperar o postergar, sería valiosa en la medida que exista la convicción que el nivel actual de demanda regional aún no justifica la instalación de capacidad de la planta que se proyecta y se considere probable que se verifique el inicio de un ciclo a la baja de los precios de la pulpa y de la demanda de los países de la región. La opción de esperar en cambio toma valor casi definitivo en lo que refiere a asegurarse la disponibilidad de energía eléctrica

5.2 Propuesta de Financiamiento

Se evalúa el impacto en el valor del proyecto de financiar parte de la inversión mediante un préstamo de largo plazo, bajo escenarios esperados en todos los casos.

Sigue una tabla con la evolución del valor ajustado del proyecto, el valor del escudo fiscal, y el valor del flujo del accionista para proporciones de financiamiento del 10%, 20%, y el 30%. Se observa el valor ganado para el accionista como consecuencia del escudo fiscal por la deducción de intereses en el pago de Impuestos a las Ganancias.

	10%	20%	30%
VALOR ACTUAL AJUSTADO	89,5	94,6	99,7
VALOR DEL ESCUDO FISCAL	84,5	84,7	85,0
VALOR PARA EL ACCIONISTA	5,1	10,2	15,3

Cuadro 30

Si la proporción de capital financiado superara el 30% de monto total de la inversión, el peso de los intereses pagados, dadas las tasas de endeudamiento asumidas en la evaluación, hace que el flujo del accionista resulte negativo requiriendo así nuevos aportes de capital, adicionales a la inversión prevista. Es por esto que se descarta un financiamiento superior al 30%.
En el anexo IV se incluye el flujo de fondos completo del préstamo financiando un 30% del capital, y las tasas utilizadas en cada año. Los pagos de capital se inician a partir del 4° año del proyecto, que es el primer año completo de operación, y se extienden hasta cancelar la deuda en el año 15, al final del período de evaluación.
La deuda se toma en dólares en su totalidad, en cambio la inversión de capital tiene componentes en pesos argentinos y en dólares. La misma se lleva a valores corrientes aplicando índices para el ajuste de precios distintos según la moneda de origen de la inversión.

5.3 Conclusiones y Recomendaciones

El BCTMP es una pulpa valorada como complemento del *kraft* para la producción de varias calidades de papel, aportando beneficios reconocidos y con un mercado en crecimiento.

El proceso de producción de BCTMP **tiene un impacto ambiental bajo, no requiriendo el uso de compuestos clorados, con un consumo muy bajo de agua, y permitiendo implementar un sistema de cero efluentes**.

El proceso BCTMP cuenta como aspecto desfavorable su alto consumo de energía eléctrica. La disponibilidad de energía eléctrica suficiente, segura y su precio son dos cuestiones que deben asegurarse de antemano para que el proyecto sea viable. Lamentablemente las condiciones actuales no garantizan esa disponibilidad de energía eléctrica. **La opción de esperar dada esta incerteza tiene un alto valor que persuade ejercerla tempranamente realizando la inversión antes de que se clarifique las condiciones sobre la disponibilidad de este recurso**. Obtener un contrato *delivery or pay* con un proveedor de electricidad resulta crucial para dar comienzo al proyecto.

Se está produciendo, y se espera que continúe, un desplazamiento de la producción de pulpa hacia regiones del hemisferio sur donde hay disponibilidad de madera (desarrollo forestal) y altas tasas de crecimiento, donde particularmente el cono sur de Sudamérica tendrá un rol relevante, con un crecimiento para el *kraft* de Eucalyptus superior al 4% anual promedio hasta el 2020.

La situación forestal de la zona propuesta para localizar la planta no es conocida con suficiente detalle en la actualidad, lo cual plantea interrogantes fundamentalmente respecto del momento adecuado para el inicio de la inversión, para lo cual es recomendable realizar previamente un relevamiento detallado actualizado.

Las barreras de entrada y salida del negocio son altas. En el primer caso por el capital y *know-how*, y particularmente para el BCTMP por el consumo de energía, y en el segundo por el nivel de especialización y bajo valor de liquidación de los activos.

Asumiendo disponibilidad de energía eléctrica suficiente a los precios contemplados en el caso, el proyecto resulta rentable (VAN > 0) bajo las siguientes condiciones conjuntas:

- **Precios de la pulpa (BCTMP) partiendo de los 700 us$/ton y en ascenso moderado (superior al 1% anual real) al momento de iniciar la operación y a lo largo de por lo menos los primeros 4 o 5 años**. La dinámica de precios con que se encuentre el proyecto en los primeros años de operación resulta ser un factor clave en la rentabilidad del proyecto y su robustez ante los cambios del contexto macroeconómico.

- **Colocación del total de la producción de la planta (315.000 tons/año) en el mercado desde el inicio**. Se asume posible dado que el producto se inserta en un mercado de *commodities*, y representa menos de un 5% de la capacidad instalada global actual.

- **Apertura gradual del mercado en la región Sudamericana, con penetración inicial de un 30% (respecto del máximo volumen de mercado potencial a nivel de inserción técnica promedio) y un escenario de demanda constante o de crecimiento**. La prioridad del negocio debe ser siempre la venta en el mercado regional, y el excedente en mercado global más lejano (Europa, Asia). Desarrollar este mercado es vital para que el negocio tenga rentabilidad en un mayor rango de escenarios.

- **Devolución del IVA a las inversiones**.

- **Escenario macroeconómico Sudamericano con tasas de crecimiento (PBI) sostenido de entre el 4% y el 5% durante la década siguiente**.

- **Escenario macroeconómico global de crecimiento, aunque con tasas moderadas a bajas**, e índices de inflación (PPI como referencia) entre el 2% y el 3% anual tendiendo a estabilizarse y bajar en el mediano a largo plazo.

Los escenarios macro mencionados son los propicios para sostener un crecimiento en el consumo de pulpas y papeles, que seguirá impulsando la producción de pulpa de mercado, con fuerte base en las plantaciones forestales de Sudamérica, buscando en el largo plazo, cada vez más, tecnologías que optimicen el rendimiento, en función de la escasez de madera y el cuidado del medio ambiente.

Los indicadores de rentabilidad para los escenarios esperados de precios de la pulpa, mercado regional de pulpa, precios de la energía eléctrica, y condiciones macroeconómicas locales de gradualismo con crecimiento equilibrado son:

VAN = 84,4 millones us$
TIR = 14,7%
Payback = 10 años

Sobre una inversión de capital de 280 millones us$.

En suma el proyecto, si bien muestra valor, éste será capaz de ser capturado sólo si se cumplen las condiciones que configuran el caso base, de las cuales un supuesto básico decisivo es la disponibilidad de energía eléctrica.

Referencias

(01) Reis, Ron J., "Aspen BCTMP: proven performance: new pulps and papermaking technology blur the line between groundwood an freesheet", Solutions - for People, Processes and Paper, Noviembre 2001

(02) Cannel, Erik; Cockram, Richard, "The Future of BCTMP", Pulp & Paper, Mayo 2000

(03) Timo Teräs, "World Pulp and Paper Demand", Pöyry Forest Industry Consulting, Agosto 2007

(04) Braier, Gustavo, "Estudio de tendencias y perspectivas del sector forestal en América Latina al año 2020", FAO, 2004

(05) Area, María Cristina, "Tecnologías limpias para la producción de pulpa y papel de Eucalyptus", XX Jornadas Forestales de Entre Ríos, Octubre 2005

(06) "BCTMP Supply and Demand", Pulp Industry Monitor, Junio 2005

(07) Estadísticas FAO, industria forestal – datos publicados hasta el año 2007

(08) Eric C Xu, "Some of the latest investigations in P-RC APMP pulping of hardwood", 88th and 89th Annual Meeting of the Pulp and Paper Technical Association of Canada, Febrero 2002, Enero 2003

(09) Deardorff, Tom, "International paper follows science in ECF, TCF choice", Pulp & Paper, Octubre 1997.

(10) "Comparison of Kraft, sulfite, and BCTMP manufacturing technologies for paper", Paper Task Force (Duke University, Environmental Defense Fund, Johnson & Johnson, McDonald's, The Prudential Insurance Company of America, Time Inc), Diciembre 1995.

(11) Hauptman – Natella, "The Cost of Equity in Latin America", Credit Suisse First Boston Corp, Mayo 1997.

(12) A.J. Bird, "Permanent Papers: What are the Real Issues and How Are They Being Addressed," Pre-prints of the 86th Annual PAPTAC Meeting, Montreal, Quebec, Febrero 2000.

(13) Serie de precios de la cadena del Eucalipto en el noreste de Entre Ríos 1983-2007 - Vera, Luis - INTA EEA Concordia; Lauría, Julio; Sánchez Acosta, Martín.

(14) Serie de precios de la pulpa kraft de madera dura según índice FOEX PIX (PIX Pulp BHKP Price), publicado por Bloomberg (http://www.bloomberg.com/apps/quote?ticker=FOEXBHKP:IND#chart), ver también www.foex.fi

(15) Damodaran Online – The Data Page - http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/