

Facultad de Ciencias de la Ingeniería Escuela de Ingeniería Civil Mecánica

ANÁLISIS DE PÉRDIDAS DE FIBRA EN LA FABRICACIÓN DE CARTULINA CARTULINAS CMPC PLANTA VALDIVIA

Trabajo para optar al Título de: **Ingeniero Mecánico**

Profesor Patrocinante: Sr. Misael Fuentes P. Ingeniero Mecánico . Magíster (C) Modelado del Conocimiento Entornos Visuales

ROMAN ALEJANDRO ROA MACHUCA Valdivia - Chile 2008 El Profesor Patrocinante y Profesores Informantes del Trabajo de Titulación Comunican al Director de la Escuela Civil Mecánica de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería que el Trabajo de Titulación del Señor:

Román Alejandro Roa Machuca

Ha sido aprobado en el examen de defensa rendido el día
como requisito para optar al Título de Ingeniero Mecánico. Y, para que as
conste para todos los efectos firman:
Profesor Patrocinante:
Sr. Misael Fuentes P.
Profesores Informantes:
Sr. Luís Loncomilla I.
Sr. Guillermo Cárdenas G.
Director de Escuela:
Sr. Milton Lemarie O.

DEDICATORIA

Dedicada a mi querido Hermano David, que hoy ya no está entre nosotros.

INDICE

		Pág.
Resume	n	1
Sumary		2
Glosario		3
Introduce	ción	6
CAPITU	LO 1	
PROCES	SO PRODUCTIVO DE LA EMPRESA	7
1.1	Reseña histórica de la empresa.	7
1.2	Descripción general del proceso industrial.	11
1.2.1	Cartulina.	11
1.2.1.1	SBB (Solid Bleached Board) o también SBS.	11
1.2.1.2	SUB (Solid Unbleached Board) o también SUS.	12
1.2.1.3	FBB (Folding Box Board).	12
1.2.1.4	WLC (White Lined Chipboard).	12
1.2.2	Proceso de fabricación de cartulina.	13
1.2.2.1	Obtención de la fibra.	13
1.2.2.1.1	Fábrica de pulpa.	13
1.2.2.1.2	Disolvedores de celulosa.	13
1.2.2.1.3	Fábrica de recortes.	14
1.2.2.2	Composición de la mezcla.	14
1.2.2.3	Máquina Papelera.	15

CAPITU	LO 2	Pág.
	MINACION DE LAS DESCARGAS EN EL PROCESO	
PRODUCTIVO.		22
		22
2.1	Balance de Masa.	22
2.1.1	Bases para Identificar y Cuantificar Entradas y Salidas.	23
2.1.2	Cuantificación de la Entrada de Insumos.	25
2.1.3	Cuantificación de Productos y Residuos.	25
2.2	Determinación de los sectores de estudio.	25
2.2.1	Leyenda diagrama de descarga	27
2.3	Metodología para las Mediciones.	28
2.3.1	Puntos de medición.	28
2.3.2	Medición de caudal y consistencia.	30
2.3.2.1	Caudal y flujo másico.	30
2.3.2.2	Materiales e instrumentos para medición.	31
2.2.3	Registro de medición.	35
2.4	Cuantificación de las descargas.	37
2.5	Caracterización de los caudales.	39
2.5.1.1	Punto M.	40
2.5.1.2	Punto 72.	40
2.5.1.3	Punto 73.	41
2.5.1.4	Punto 48.	41
2.5.1.5	Punto 50.	41
CAPITULO 3		
CARAC	TERIZACION Y DETERMINACION DE LAS PERDIDAS	43
3.1	Caracterización de los rechazos en los procesos de cara,	
tripa y re	everso.	43

		Pág.
3.1.1	Caracterización cara.	43
	Caracterización tripa.	45
	Caracterización reverso.	46
	Comparación de los rechazos de cara tripa y reverso con los	47
	etros de diseño	
3.2		50
CAPIT	ULO 4	
	NATIVAS O ACCIONES CORRECTORAS	
4.1	Consumos de agua para refrigeración bombas.	51
4.2	Drenaje del contenido de agua de la pasta.	52
4.2.1	Descarga estanque sello tripa TAG 050-59-201.	52
4.2.2	Descarga estanque agua blanca TAG 080-51-121.	53
4.3	Rechazo cuarta etapa depuración tripa.	54
4.4	Cuba agua recuperada tripa TAG 080-55-201.	55
CONCI	LUSIONES	59
BIBLIO	GRAFIA	60
ANEXO) 1	61
ANEXO) 2	66
ANEXO) 3	68
ANEXO) 4	81
ANEXO) 5	83

ANEXO 6	91
ANEXO 7	93
ANEXO 8	103
INDICE DE TABLAS	
	D4 ··
	Pág.
TABLA Nº 2.1 Ejemplo de tabla de medición, 4ª Etapa depuración	36
Tripa.	
TABLA Nº 2.2 Resumen consumo y Descarga año 007.	39
TABLA Nº 2.3 Balance Punto M.	40
TABLA Nº 2.4 Balance punto 72.	41
TABLA № 2.5 Balance punto 73.	41
TABLA Nº 2.6 Balance punto 48.	41
TABLA Nº 2.7 Balance punto 50.	41
TABLA Nº 3.1 Consumo de fibra.	50
TABLA Nº 4.1 Agua para refrigerar bombas	51
TABLA Nº 4.2 Balance punto 73.	56
INDICE DE GRAFICOS	
	Pág.
GRAFICO Nº 2.1 Balance Consumo de fibras 2007.	38
GRAFICO Nº 2.2 Balance de descarga flujo másico punto M.	40
GRAFICO Nº 2.3 Balance de descarga puntos estratégicos	42
GRAFICO Nº 2.4 Rechazo 4ta. Etapa depuración cara versus diseño	47
GRAFICO Nº 2.5 Rechazo 4ta. Etapa depuración tripa versus diseño	48
GRAFICO Nº 2.6 Rechazo 4ta. Etapa depuración reverso versus diseño	49

GRAFICO Nº 4.1 Agua para refrigeración bombas. GRAFICO Nº 4.2 Balance punto 73.	52 56
OTATIOOTA 1.2. Balanco parito 70.	00
INDICE DE FIGURAS	
	Pág.
FIGURA Nº 1.1 Diagrama de Empresas CMPC.	8
FIGURA Nº 1.2 Línea de negocios de CMPC.	10
FIGURA Nº 1.3 Composición de las capas de cartulina.	10
FIGURA Nº 1.4 Composición de la mezcla que forma la cartulina Planta	
Valdivia.	14
FIGURA Nº 1.5 Diagrama de Proceso, Línea Capa Cara.	16
FIGURA Nº 1.6 Diagrama de Proceso, Línea Capa tripa.	17
FIGURA Nº 1.7 Diagrama de Proceso, Línea Capa Reverso.	18
FIGURA Nº 1.8 Diagrama de Proceso, Planta de Tratamiento de	
Recortes.	19
FIGURA Nº 1.9 Esquema Máquina Papelera.	20
FIGURA Nº 1.10 Esquema Máquina Papelera.	21
FIGURA Nº 2.1 Componentes típicos de un balance de masa.	23
FIGURA Nº 2.2 Esquema de balance de masa.	24
FIGURA Nº 2.3 Diagrama de Descargas.	26
FIGURA Nº 2.4 Descripción tabla puntos de medición	27
FIGURA Nº 2.5 Diagrama de metodología de almacenamiento y	
procesamiento de datos.	27
FIGURA Nº 2.6 Ubicación física de los puntos de medición.	29
FIGURA Nº 2.7 Depósitos de volúmenes conocidos.	32
FIGURA Nº 2.8 Placa para aforar el agua.	32
FIGURA Nº 2.9 Shopper-riegler pneumáticon SR/P.	33
FIGURA Nº 2.10 Papel de celulosa.	34

50

GRAFICO Nº 3.1.- Consumo de fibra.

	Pág.
FIGURA Nº 2.11 Rodillo metálico.	34
FIGURA Nº 2.12 Plancha Calefactora.	35
FIGURA Nº 2.13 Balanza mettler PM6000.	35
FIGURA Nº 2.14 Selección de puntos estratégicos.	39
FIGURA Nº 3.1 Decantado en depósito muestra.	43
FIGURA № 3.2 Bandeja tripa.	44
FIGURA Nº 3.3 Rechazo 4ª etapa tripa hacia canaleta.	45
FIGURA Nº 4.1 Caja de vacío.	52
FIGURA Nº 4.2 Descarga estanque sello tripa.	53
FIGURA Nº 4.3 Descarga de agua blanca.	53
FIGURA Nº 4.4 Pantalla sala de control programa Máquina papelera.	54
FIGURA Nº 4.5 Área 060 clasificación y depuración Tripa.	55
FIGURA Nº 4.6 Pozo de vacío.	57
FIGURA Nº 4.7 Cuba de agua recuperada tripa.	58

RESUMEN

El presente trabajo de título, tiene como objetivo analizar y determinar las pérdidas de fibra en Cartulinas CMPC Planta Valdivia. Este proyecto parte por la necesidad de la empresa de conocer y diferenciar las pérdidas actuales de fibras, para realizar acciones que reduzcan el porcentaje global de pérdida.

Estas pérdidas están implícitas en las descargas y o rechazos de los procesos productivos, eventos que tienen referencia a cortes de papel, detenciones imprevistas, que componen el flujo hacia la planta de tratamiento de efluentes. En donde se recolectan y se tratan como lodos, cuyo destino final está dividido tanto en vertederos autorizados como para combustible de la caldera biomasa, de acuerdo a los requerimientos de la planta.

El desarrollo de este proyecto comienza con la descripción de la empresa, líneas de negocios y su proceso productivo. Posteriormente se determinan los sectores tentativos a ser estudiados, para los cuales se estructura una metodología de medición y análisis. Ubicándolos por sectores o áreas predeterminadas por los diagramas de instrumentación y procesos de la planta. Luego se realizan los balances de masa de las descargas determinando los aportes de los sectores estudiados, para luego ser caracterizados con los análisis de laboratorio.

Finalmente se proponen alternativas o acciones correctoras para reducir las pérdidas de fibra.

Summary

The present title work, has as objective to analyze and to determine the fiber losses in Bristol boards CMPC Valdivia it Plants. This projects it leaves for the necessity of the company of to know and to differentiate the current losses of fibers, to carry out actions that reduce the global percentage of loss.

These losses are implicit in the discharges and or rejections of the productive processes, events that have reference to paper courts, accidental detentions that compose the flow toward the plant of industrial residual liquidates treatment. Where they are gathered and they are as muds whose destination end so much is divided in drains authorized as for fuel of the boiler biomass, off the requirements of the plant.

The development of this project begins with the description of the company, lines of business and its productive process. Later on the tentative sectors are determined to be studied, for which it is structured a mensuration methodology and analysis. Locating them for sectors or areas predetermined by the instrumentation diagrams and processes of the plant. Then they are carried out the balances of mass of the discharges determining the contributions of the studied sectors, for then to be characterized with the laboratory analyses.

Finally they intend alternative or actions to correct reduce the fiber losses.

GLOSARIO

1. Agua industrial : Agua tratada para el proceso de fabricación.

 Caja de entrada : Otorga una suspensión homogénea, favoreciendo una óptima formación del papel.

 Celulosa : Suspensión acuosa del producto resultante de la madera tratada por desintegración mecánica o tratamiento químico.

4. Cleners : Depurador.

5. Ciclones de alta y baja cs: Equipo que eliminan impurezas que otorgan mala apariencia a la cartulina.

6. Depurador : Equipo encargado de eliminar impurezas y floculos en suspensión antes de entrar a la mesa formadora.

7. Displays : cajas o estuches, afiches.

8. Foudrinier : Mesa por donde corre la tela es parte de la mesa formadora.

9. Fibra : Celulosa alargada, fusiforme o filiforme,mucho mas larga que ancha.

10. Monolúcido : Cilindro secador de gran diámetro que le genera brillo y tersura al papel.

11. Pulper : Equipo transformador del material fibroso en suspensión.

12. Prensa : Eliminar agua dejando a la hoja con una humedad homogénea.

13. Secador : Eliminar el resto de agua que no fue retirada por las prensas, retiro de agua por evaporación.

14. Lignina : Sustancia que refuerza las células de la madera, confiriéndole consistencia y rigidez.

15. Zaranda : Equipo encargado clasificar el tamaño de la fibra.

16. BTMP : Pulpa termomecánica blanqueada de pino radiata.

17. TMP : Pulpa termomecánica de pino radiata. 18. PM : Pulpa mecánica refinada. **CTMP** : Pulpa quimiotermomecánica refinada. 19. 20. CMP : Pulpa quimiomecánica refinada. 21. **RMP** : Pulpa mecánica refinada a presión. 22. **RBMP** : Pulpa mecánica blanqueada refinada a presión. 23. Proceso Kraft : Para la obtención de celulosa química. 24. **BEKP** : Celulosa Kraft fibra corta de eucalipto. 25. **BRKP** : Celulosa kraft fibra larga de pino radiata. 26. **UKP** : Celulosa Kraft cruda fibra larga pino radiata. 27. P&C : diagrama de procesos instrumentación y control. 28. SGW : stone ground wood. : Planta de papel reciclado duplex 1 con 29. PRV1 tratamiento en caliente. 30. PRV4 : Planta de papel reciclado recorte Valdivia sin tratamiento en caliente. 31. GC1 : Cartulina estucada por ambas caras. 32. GC2 : Cartulina estucadas reverso crema. 33. CKB : Cartulina estucada reverso café. 34. L.S. Diseño : Límite superior de diseño. 35. L.I. Diseño : Límite inferior de diseño. 36. : metro columna de agua. m.c.a 37. 1 : Litros. 38. : Segundos. S 39. min. : Minutos. 40. hrs. : Horas. 41. : Año. a.

: kilogramos.

: Gramos.

42.

43.

kg.

gr.

44. M ha : miles de hectáreas.

45. MM m³/año : millones de metros cúbicos año.

46. M ton/año : miles de toneladas año.

47. kg/min. : kilos por minutos.

48. I/min. : Litros por minutos.

49. m³/dia : metros cúbicos por día.

50. Cs% : consistencia en porcentaje.

51. kw : kilowatt.

52. rpm : Revoluciones por minuto.

53. HV : Válvula manual.

54. LV : Válvula de nivel.

55. TQ : Cubas de proceso.

56. °SR : Grado schopper.

57. PAV2005 : Proyecto de ampliación planta Valdivia 2005.

58. ppm : Partículas por millón.

59. TAG : Palabra anglosajona, consiste en un arreglo

de letras y números, sirven para interpretar los diagramas.

INTRODUCCION

Cartulinas CMPC S.A., filial de empresas CMPC S.A., es una empresa que se dedica desde 1959 a la fabricación y comercialización de cartulinas. Cuenta con dos plantas productoras, una en la ciudad de Valdivia y otra en la Región del Maule, con capacidad total de 320.000 ton/año. Una de las características estratégicas es poder ofrecer a sus consumidores diferentes productos especializados que sirvan a cada cliente de acuerdo a sus necesidades particulares de rigidez, gramaje, tersura y blancura.

La fibra de madera es el componente principal en la fabricación de cartulina, ya sea como fibra virgen, reciclada o de celulosa, presente prácticamente en todos sus procesos, siendo la responsable de darle cohesión y rigidez. La pérdida de este preciado elemento no sólo afecta a compromisos medioambientales suscritos sino también a la maximización de las utilidades.

Para aplicar cualquier medida correctiva es necesario identificar y caracterizar los rechazos en los proceso.

Objetivos Generales.

Caracterizar y determinar las pérdidas de fibra en la fabricación de cartulina Planta Valdivia.

Objetivos Específicos.

- Determinar pérdidas de fibra, caudal y consistencia, diferenciando procesos de cara, tripa y reverso.
- Análisis y comparación de los rechazos de cara, tripa y reverso con los parámetros de diseño.
- Proponer 3 acciones o alternativas de mejora que reduzcan las descargas.

CAPITULO 1

PROCESO PRODUCTIVO DE LA EMPRESA

1.1.- Reseña histórica de la empresa.

Empresas CMPC S.A. fundada en 1920 con el nombre de Compañía manufacturera de papeles y cartones S.A., es una sociedad anónima abierta con capitales privados chilenos. Su capital se distribuye en 200 millones de acciones, con 7.571 Accionistas.

Más de 87 años de experiencia en el rubro avalan sus operaciones en negocios forestales, celulosa, papeles, cartulinas, productos tissue, papel periódico, bolsas industriales, cajas de cartón corrugado, productos escolares y de oficina, participando en mas de 50 países en cinco continentes.

Este holding forestal e industrial opera en Chile, Argentina, Perú, Uruguay y México. Las actividades productivas y de servicio se canalizan a través de seis filiales con más de 8 mil trabajadores, a través de las empresas:

FORESTAL MININCO S.A.

Esta empresa es la encargada de formar y administrar el patrimonio forestal que respalde el desarrollo industrial de la compañía.

CMPC CELULOSA S.A.

Los principales productos que fabrica y comercializa esta área son: celulosa fibra larga y fibra corta, obtenidas del pino radiata y eucalipto respectivamente.

CMPC TISSUE S.A.

Fabrica y comercializa productos tissue en categorías de papeles higiénicos (Elite, Confort, Higienol, Noble, Orquídea, y Preferido), Pañuelos desechables, servilletas, toallas de papel, pañales y toallas higiénicas femeninas (Sussex, Nova, Babysec, Confidence y Ladysoft).

CMPC PRODUCTOS DE PAPEL S.A.

Esta área gestiona los negocios de productos elaborados de papel destinados a los mercados de *packaging* tales como cajas de cartón corrugado, bolsas o sacos industriales y bandejas de pulpa moldeada.

CMPC SERVICIOS COMPARTIDOS S.A.

Esta filial fue creada en 2005, está destinada a proveer los servicios administrativos de contabilidad, tecnologías de información y comunicaciones, abastecimientos y de remuneraciones, que las áreas de negocio de CMPC requieran, con calidad y costos competitivos.

CMPC PAPELES S.A.

Esta área posee una estructura de negocio con cinco filiales, a través de las cuales participa en la producción y comercialización.

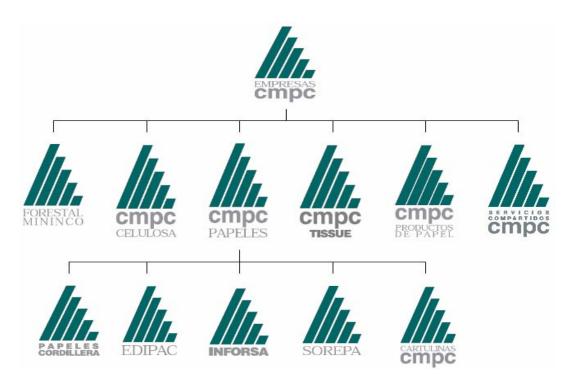


FIGURA Nº 1.1.- Diagrama de Empresas CMPC.

Filiales de CMPC PAPELES S.A.:

PAPELES CORDILLERA

Esta empresa posee una moderna fábrica en Puente Alto destinada fundamentalmente a la producción de papeles para cajas de cartón corrugado, utilizando fibras recicladas como materia prima principal.

EDIPAC

Empresa Distribuidora de Papeles y Cartones S.A., compra, vende, consigna, comercializa y distribuye, sea por cuenta propia o ajena, de papeles, cartones y otros productos derivados de la celulosa y el papel.

INFORSA

Industriales Forestales S.A., comercializa el papel de periódico producido por su fábrica de Nacimiento.

SOREPA

Sociedad recuperadora de papeles S.A., es la responsable de recolectar diferentes categorías de papeles usados y cajas de cartón, denominados papel viejo o recortes, destinados a ser reciclados en las fábricas de papeles de la compañía.

CARTULINAS CMPC

Opera las fábricas de Maule (VII Región) y Valdivia (XIV Región).

CARTULIANAS CMPC Planta Valdivia.

Inaugurada en 1951, la planta Valdivia fue pionera en Latinoamérica en la producción de cartulinas para la elaboración de estuches y displays. Tuvo una producción inicial de 5.000 ton/año, cifra que en la actualidad alcanza las 60.000 ton/año, gracias a una completa renovación de su máquina papelera en el año 1991, proyecto PAV2005 y constantes mejoras.

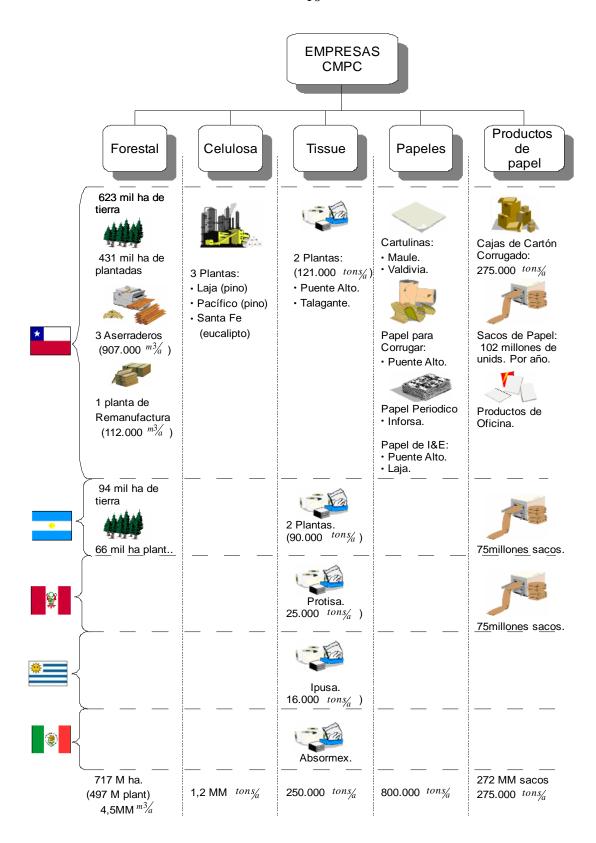


FIGURA Nº 1.2.- Línea de negocios de CMPC.

1.2.- Descripción general del proceso industrial.

1.2.1. - Cartulina.

Las cartulinas son papeles gruesos de gramajes mayores a 190 gr/m². Compuestas de una o varias capas de distintos materiales obtenidos de la celulosa cruda o blanqueada, de la pulpa mecánica o del papel reciclado. Por lo general son estucadas por una de sus superficies (caras) para poder imprimir bien sobre ellas. El estuco es una mezcla de compuestos químicos y minerales, que provee blancura y propiedades de impresión. Existen diversos tipos de cartulinas, pero se distinguen dos grandes categorías: las cartulinas fabricadas a base de fibra virgen y las elaboradas con fibra reciclada; dentro de estas dos clasificaciones existen 4 grandes familias:

1.2.1.1. - SBB (Solid Bleached Board) o también SBS:

Elaborada exclusivamente con celulosa blanqueada y normalmente estucada por la cara. Es una cartulina con una excelente superficie de impresión, posee buenas propiedades de conversión y es muy pura e higiénica por el uso exclusivo de celulosa.

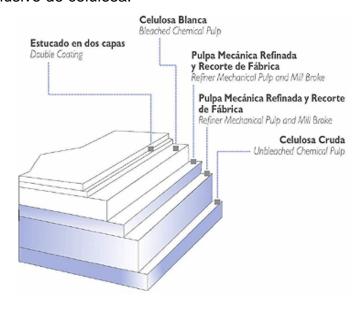


FIGURA Nº 1.3.- Composición de las capas de cartulina.

1.2.1.2.- SUB (Solid Unbleached Board) o también SUS:

Elaborada exclusivamente con celulosa sin blanquear (cruda), por lo cual tiene el reverso color café. Esta cartulina puede ser estucada en caso de requerir impresión y posee una fuerte resistencia al rasgado, por lo que se usa generalmente para el empaque y transporte de botellas múltiples o latas de bebidas.

1.2.1.3.- FBB (Folding Box Board):

Esta cartulina se compone de una o varias capas intermedias de pulpa mecánica y celulosa en las capas exteriores. La cara es de celulosa blanqueada estucada y el reverso puede ser de celulosa blanca estucada o sin estucar, o celulosa cruda.

El uso de celulosa en las caras y pulpa mecánica en las capas interiores (o tripa) da lugar a una cartulina rígida, debido a la combinación de los dos materiales. Estas cartulinas pueden ser de reverso blanco (GC1), crema (GC2) o café (CKB), y son usadas principalmente para la fabricación de estuches y displays.

1.2.1.4.- WLC (White Lined Chipboard):

Cartulina compuesta de celulosa blanca estucada en la cara, papel reciclado en el medio y celulosa o papel reciclado en el reverso. Existe una gran gama de cartulinas producidas de este modo, con distintos niveles de calidad, dependiendo de la composición y calidad de fibras recicladas utilizadas.

En la planta de Valdivia se realizan (ver anexo 1):

Cartulinas Estucadas Reverso Café:

Para la fabricación de estuches.

Cartulinas Estucadas Reverso Blanco:

Para la fabricación de diversos envases (cosméticos, remedios, chocolates, entre otros).

• Cartulinas sin Estuco Reverso Café:

Para envases que no requieren de mayor impresión, por ejemplo, cajas de zapatos.

Más del 80% de la producción de CMPC es exportada a diversos mercados en todo el mundo, entre ellos los mercados de Latinoamérica, Europa y Estados Unidos.

1.2.2.- Proceso de fabricación de cartulina.

La composición de la cartulina en relación a su proceso de fabricación está diferenciada en tres capas, cara, tripa y reverso.

1.2.2.1.- Obtención de la fibra.

1.2.2.1.1.- Fábrica de pulpa.

Una vez que los rollizos han sido dimensionados y seleccionados, ingresan a la fábrica de pulpa en donde el desfibrado de la madera se produce por el roce de la madera con una piedra desfibradora, que gira en el interior del desfibrador, la madera es presionada por medio de zapatas neumáticas, todo esto lubricado con agua café proveniente del reverso. Esta solución de pulpa mecánica se presenta con consistencias entre 1.5 a 3%.

El aceptado de este proceso es conducido a través de canales que inician el proceso de clasificación, el cual se realiza a través de zarandas, depuradores ciclónicos, coladores, refinadores y espesadores, para luego ser almacenada en cubas de procesos.

1.2.2.1.2.- Disolvedores de celulosa.

En esta etapa se disgregan los fardos de celulosa blanca y celulosa café, una vez disgregada se incorpora al proceso conformando la cara de la cartulina, para el caso de la celulosa blanca y también el reverso si se trata de celulosa café.

1.2.2.1.3.- Fábrica de recortes.

Se procesan todos los productos que son rechazados por el control de calidad de la planta Valdivia, también se traen productos rechazados de Maule, según la necesidad de materia prima la cual lo determina el tipo de cartulina que se está produciendo, y además se incorpora cartón reciclado. La disgregación de la cartulina y el cartón son realizados en los disolvedores que son alimentados por un carro transportador. Una vez disgregada la cartulina ésta pasa a un estanque de almacenamiento, el cual abastece a la máquina papelera, esta materia prima conforma la capa del reverso de la cartulina, y en ocasiones de la tripa, dependiendo del tipo de cartulina que se esté fabricando.

1.2.2.2 Composición de la mezcla.

La estructura de la cartulina está compuesta de una mezcla de diferentes tipos de fibra dependiendo el tipo de cartulina que se esté fabricando, variando el gramaje de cada uno de estos elementos; cara, tripa y reverso.

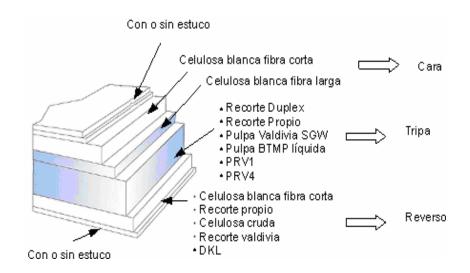


FIGURA Nº 1.4.- Composición de la mezcla que forma la cartulina Planta Valdivia.

1.2.2.3 Máquina Papelera.

Una vez que la pasta de fibra ha sido refinada depurada y colada proveniente desde las cubas máquina ingresa a las cajas de entrada, en donde se controla los gramajes de los componentes de las tres capas (ver figura 1.5). El peso o gramaje de los papeles puede aumentarse agregando mayor cantidad de fibras en la pasta, es decir, aumentando la densidad de ésta.

Esta pasta luego cae sobre una tela móvil o fourdrinier donde se produce el entrecruzamiento de fibras, a medida que la tela avanza, se va drenando el contenido de agua de la pasta, quedando sobre la tela una película de fibras húmedas que constituyen la hoja de papel.

Las hojas provenientes de tres telas se juntan en una sola, antes de pasar por la prensa; para facilitar su pegado se les agrega un adhesivo en base a almidón. A continuación la hoja de papel pasa por prensas que la estrujan y, luego, a través de cilindros secadores calentados con vapor que terminan de secarla.

Posteriormente la cartulina pasa por un rodillo aplicador que contiene esta pintura o estuco; el exceso de estuco se elimina mediante cuchillos raspadores, que dejan lisa y pareja la superficie estucada. Como el estuco moja el papel, se requiere secado adicional mediante cilindros secadores.

Por último, el papel o cartulina es rebobinado en la parte final de la máquina, obteniéndose un rollo listo para ser usado o para ser cortado y transformado en resmas de diversos tamaños.

1.3.- DIAGRAMA DE PROCESO (1/6) Línea Capa Cara.

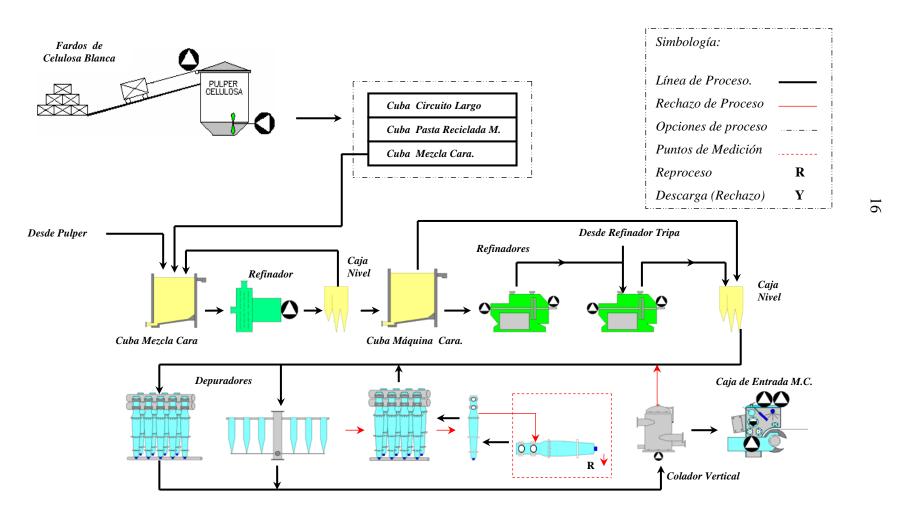


FIGURA Nº 1.5.- Diagrama de Proceso, Línea Capa Cara.

CONTINUACION... (2/6) Línea Capa Tripa.

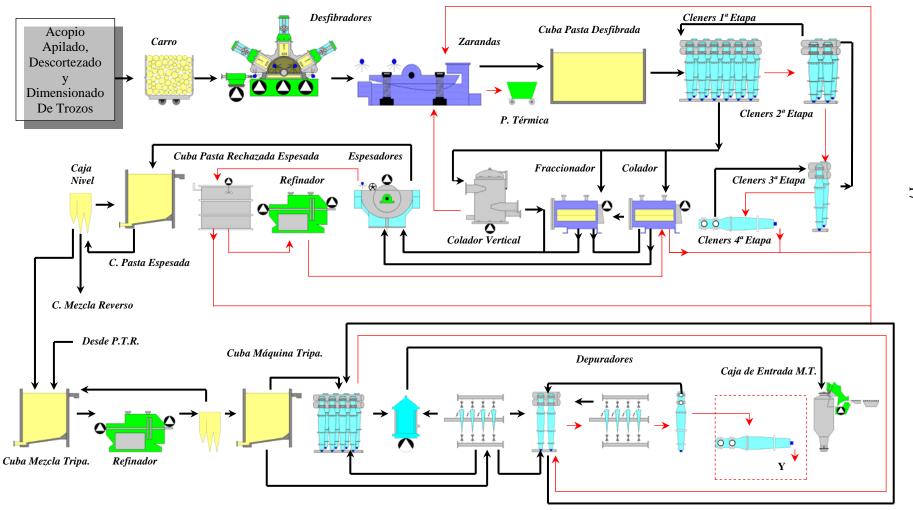


FIGURA Nº 1.6.- Diagrama de Proceso, Línea Capa tripa.

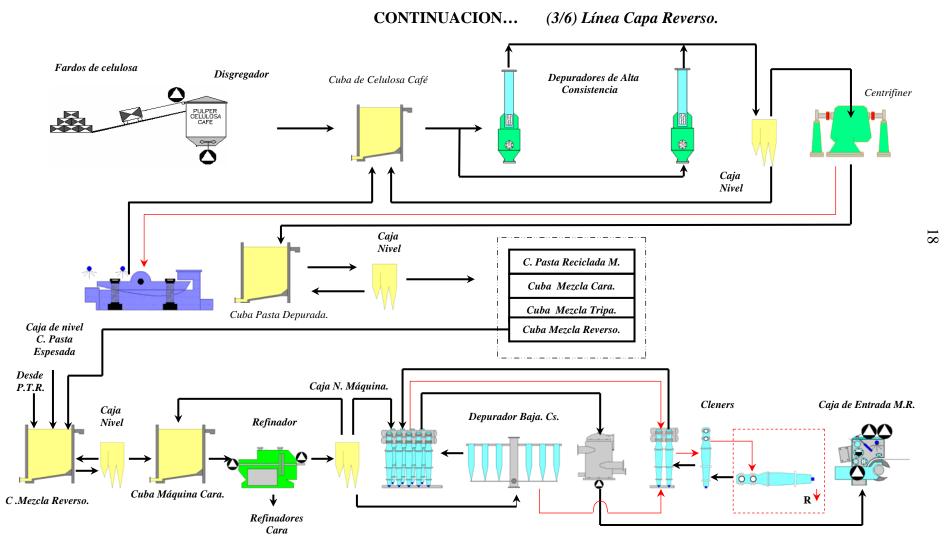


FIGURA Nº 1.7.- Diagrama de Proceso, Línea Capa Reverso.

19

FIGURA Nº 1.8.- Diagrama de Proceso, Planta de Tratamiento de Recortes.

CONTINUACION... (5/6) Máquina Papelera Parte 1

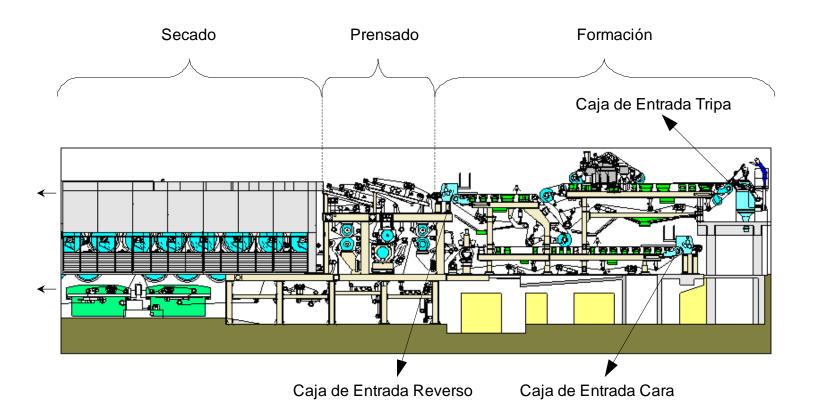


FIGURA Nº 1.9.- Esquema Máquina Papelera.

7

CONTINUACION... (6/6) Máquina Papelera Parte 2

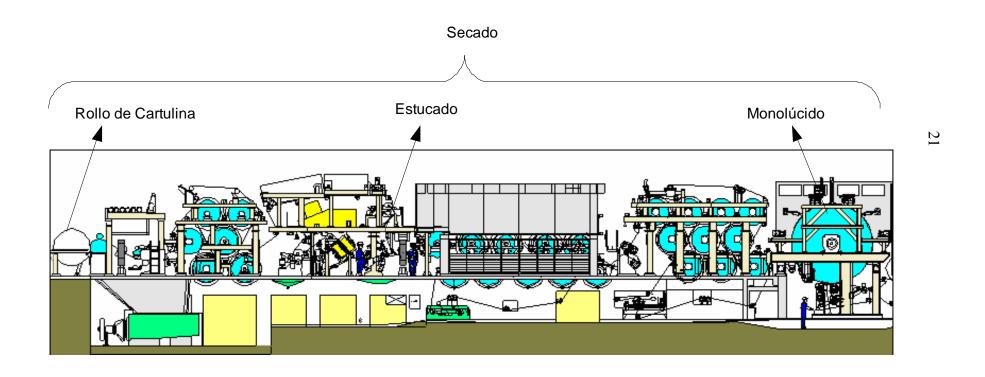


FIGURA Nº 1.10.- Esquema Máquina Papelera.

CAPITULO 2

DETERMINACION DE LAS DESCARGAS EN EL PROCESO PRODUCTIVO.

2.1.- Balance de Masa

Todo proceso industrial está caracterizado por el uso de insumos (materias primas, agua, energía, etc.) que, sometidos a una transformación, dan lugar a productos, subproductos y residuos.

Se considera desecho a cualquier descarga que no es un producto, subproducto o residuo; este último se considera un insumo de menor valor, que puede ser reciclado o recuperado para darle un uso cualquiera. Los desechos pueden estar en forma de sólidos, lodos, líquidos o gases.

Para prevenir o reducir la generación de desechos, se debe examinar cada operación en el contexto global del proceso, a fin de identificar su origen y cantidad, los problemas operativos inherentes y las posibles soluciones y mejoras.

Para determinar las descargas del proceso productivo se requiere un balance de masa, que se obtiene después de observar, medir, registrar datos y realizar el análisis de muestras de residuos en forma metódica y exhaustiva. Como base para realizar este balance de masa se necesita elaborar un diagrama de flujo del proceso productivo, el cual está constituido por una o varias operaciones unitarias. Una operación unitaria puede realizarse en varias etapas.

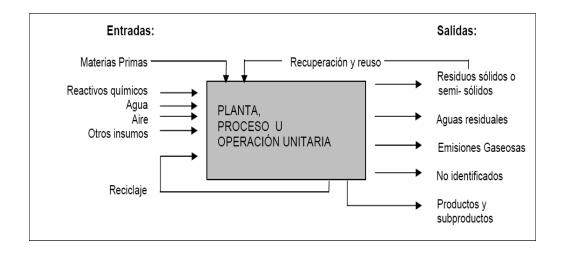


FIGURA Nº 2.1.- Componentes típicos de un balance de masa.

2.1.1.- Bases para Identificar y Cuantificar Entradas y Salidas.

Todos los insumos que entran a un proceso u operación, salen como productos y como residuos. En este sentido, un balance de masa se define como la verificación de la igualdad cuantitativa de masas que debe existir entre los insumos de entrada y los productos y residuos de salida. El balance de masa es aplicable tanto a un proceso como a cada una de las operaciones unitarias. A menudo no es posible identificar todas las salidas, por lo que se incluye una diferencia de masas "no identificada".

Por lo tanto, en un balance de masa, la suma de todas las masas que entran en un proceso u operación, debe ser igual a la suma de todas las masas que salen de dicho proceso u operación (es decir, la suma de masas de los productos, residuos y de todos los materiales de salida no identificados).

Si:
$$Me = Mi_1 + Mi_2 + \dots + Mi_n$$
 (2.1)

$$Ms = Mr + Mp + Mn (2.2)$$

Balance de Masa:
$$Me = Ms$$
 (2.3)

Donde: M = Masa, $i_1 = Insumo 1$, r = Residuo

e =Entrada, $i_2 =$ Insumo 2, p =Producto

s =Salida, $i_n =$ Insumo n, n =No identificado

% de descarga Global =
$$\frac{Me - Ms}{Me}$$
 % (2.6)

Los materiales de salida no identificados, generalmente se atribuyen a pérdidas de insumos y productos por derrames, fugas y otras causas similares, cuyo origen no pudo ser detectado y, por ende, sus masas no pueden cuantificarse.

Si bien el balance de masa incluye agua, a menudo es conveniente realizar un balance sólo para agua, a fin de mostrar detalles que normalmente no se incluyen en un balance global. El balance de energía normalmente no se incluye en el balance de masa, y se lo realiza por separado.

Para hacer el balance de masa, se requiere de toda la información asociada al manejo de los datos de entradas y salidas, incluyendo parámetros de operación, así como de información existente a nivel de la administración.

Si bien se puede asumir que la pérdida de masa está dada por la diferencia de masas entre las entradas y las salidas, en algunos sistemas productivos es necesario tomar en cuenta la masa que pudiera quedar residente en la operación, a fin de estimar correctamente la cantidad de la pérdida de masa no identificada. Es decir:



FIGURA Nº 2.2.- Esquema de balance de masa.

2.1.2.- Cuantificación de la Entrada de Insumos.

Los insumos de entrada a un proceso u operación unitaria pueden incluir, además de materias primas, materiales reciclados, productos químicos, agua, aire y otros posibles insumos, los cuales deben ser cuantificados. Para evaluar el consumo de insumos (principalmente de materias primas).

2.1.3.- Cuantificación de Productos y Residuos.

La cuantificación de masas correspondiente a todas las salidas del proceso y de cada una de las operaciones unitarias, requieren del registro detallado de las cantidades del producto principal, los subproductos, los residuos reutilizables o reciclables, las aguas residuales, los efluentes gaseosos y los desechos sólidos que necesitan ser almacenados y/o enviados fuera del local para su disposición final. La cuantificación de la cantidad del producto principal es un factor clave en la eficiencia del proceso o de la operación unitaria. Se debe cuantificar, para cada operación unitaria, los productos intermedios que, en la operación actual, constituyen salidas y, en la operación unitaria siguiente, constituyen entradas.

2.2.- Determinación de los sectores de estudio.

Uno de los procedimientos básicos es conocer los planos de ubicación de la planta, lay-out, diagramas de procesos e instrumentación. Para ello es necesario revisar codificación y nomenclatura actual (Proyecto PAV2005), una vez estudiado, se seleccionan los planos necesarios para la detección de los procesos o sectores donde se produce las descargas o rechazos a canaleta cuyo destino es la planta de tratamiento de efluentes, en donde se tratan como lodos (Ver anexo 7).

El resumen de las descargas a canaleta en relación al diseño se puede observar en el siguiente diagrama:

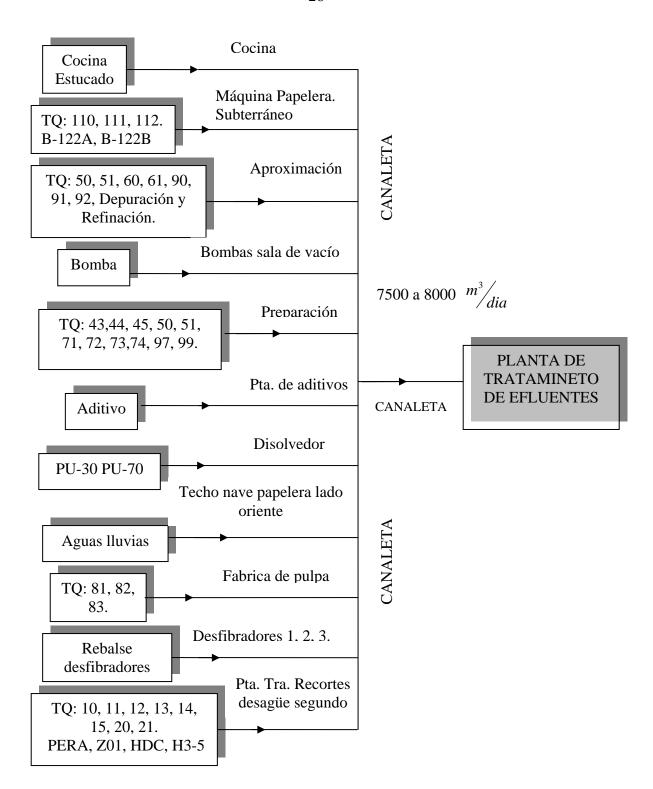


FIGURA Nº 2.3 Diagrama de Descargas.

2.2.1.- Leyenda diagrama de descarga.

En la FIGURA Nº 2.3, se designa las descargas con codificación antigua (antes del proyecto PAV-2005), para lo cual se tuvo investigar su equivalencia con el proyecto de ampliación (ver anexo 2) y verificar su existencia.

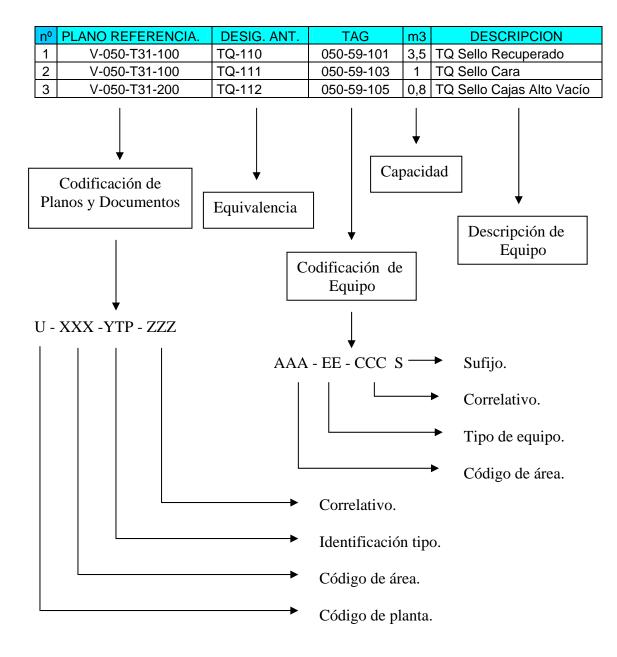


FIGURA Nº 2.4.- Descripción tabla puntos de medición

2.3.- Metodología para las Mediciones.

Una vez que se han corroborado en terreno los puntos tentativos a ser medidos, se confecciona una metodología de almacenamiento de datos, seleccionando las descargas que aportan en mayor grado al flujo de residuos procesados por la planta de efluentes, que en su gran mayoría son agua industrial con fibras y en menor grado aditivos químicos.

El programa de medición se realizó con información de planificación producción (ver anexo 4).

Después de una marcha blanca de toma de muestras se determinó que el tiempo más recomendable es 8:00 a 12:00 a.m. debido a la disponibilidad del personal de laboratorio para procesar dichas muestras. Ya que las fibras absorben más humedad si se prolonga el tiempo de contacto con el agua antes de su análisis, variando los resultados de las mediciones.

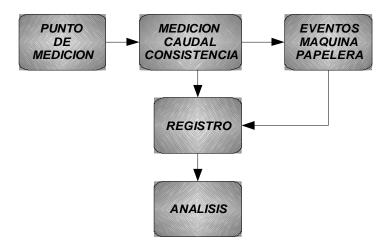


FIGURA Nº 2.5.- Diagrama de metodología de almacenamiento y procesamiento de datos.

2.3.1.- Puntos de medición.

La numeración de los puntos de medición se obtuvieron en relación a todas las descargas implícitas en los diagramas de procesos e instrumentación proyecto PAV 2005 y con la ayuda de la FIGURA Nº 2.3.

La ruta que se escogió para la medición son los puntos más cercanos iniciados desde el subterráneo máquina papelera, que son; 2, 23, 41, 34, 28, 17, 68, 38, 71, 72, 73, 48, 50. En donde 28, 17 y 68 corresponden al segundo nivel, depuración y preparación pastas.

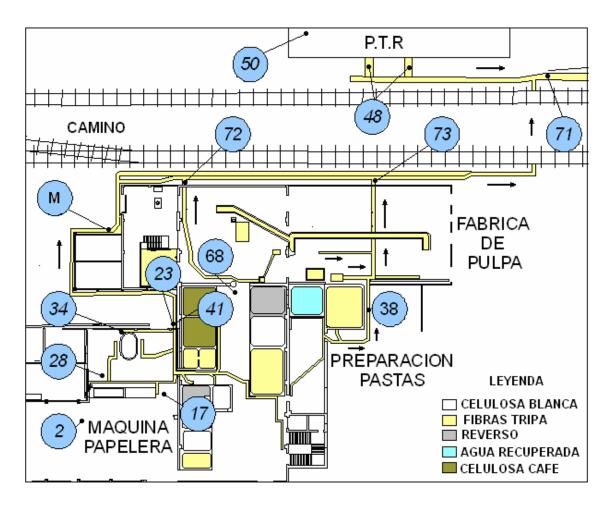


FIGURA Nº 2.6.- Ubicación física de los puntos de medición.

Puntos:

- 2: Estanque sello tripa, subterráneo máquina papelera.
- 17: Cuarta etapa depuración cara, segundo nivel bandeja tripa.
- 23: Cuarta etapa depuración tripa, primer nivel zona aproximación máquina.
- 28: Cuarta etapa depuración reverso, segundo nivel depuración.
- 34: TQ agua Blanca, primer nivel zona aproximación máquina.

38: Cuba agua recuperada máquina, primer nivel preparación pastas.

41: Pozo de agua sucia, descarga primer nivel zona aproximación máquina.

48: Descarga planta de tratamiento de recortes, frente fábrica de pulpa.

50: ZO1 zaranda planta tratamiento de recortes, lado sur.

68: Cleners cuarta etapa, segundo nivel sector espesadores.

71: Punto de unión rechazos fábrica de pulpa, máquina papelera y planta de tratamiento de recortes. Frente fábrica de pulpa.

72: Descarga fábrica de pulpa, frente planta tratamiento de recortes.

73: Descarga fábrica de pulpa, frente planta tratamiento de recortes.

M: Punto de medición, sumatoria extractores de vacío techo de la nave lado oriente, rebalse aproximación máquina, pozo agua industrial, más puntos; 2, 23, 34 y 41.

Nota: 73 y 72 corresponden al caudal total de los puntos 59 al 67 del drenaje a canaleta (ver anexo 2).

2.3.2.- Medición de caudal y consistencia.

2.3.2.1.- Caudal y flujo másico.

Caudal es la cantidad de fluido que pasa por determinado elemento en la unidad de tiempo. Normalmente se identifica con el flujo volumétrico o volumen que pasa por un área dada en la unidad de tiempo. También, se identifica con el nombre de flujo másico o masa que pasa por un área dada en la unidad de tiempo.

Es decir:
$$Q = \frac{V}{t}$$
 (2.4)

Q: Caudal.

V: cantidad de fluido existente.

t: tiempo.

Para calcular el flujo másico es necesario conocer el caudal y consistencia de éste, cuya ecuación es:

$$m = \overline{Q} \times CS\%$$
 (2.5)

En donde:

m: Flujo másico.

Q : Caudal promedio, en unidades de masa.

CS%: Porcentaje de fibra contenida en el agua (ver anexo 6).

Aforar es medir un caudal. Para realizar un aforo en un sistema hidráulico, se puede medir directamente el volumen, en un recipiente y el tiempo, con un cronómetro.

Este método volumétrico es el más recomendable, sin embargo a veces es difícil de aplicar, solamente resulta útil para caudales pequeños y donde las características físicas lo permitan.

Debido a lo anterior, han surgido los métodos indirectos, que como su nombre lo señala miden otras variables físicas distintas del caudal, como por ejemplo la velocidad o la altura piezométrica, para luego, aplicando los principios hidráulicos, obtener dicho caudal.

2.3.2.2.- Materiales e instrumentos para medición.

Gran parte de los elementos necesario para la medición fueron suministrados por el área de producción de planta, los que se mencionan a continuación:

Mangueras Flexibles:Producción.

- 1 Liquiflex D-38mm
- 1 Superflex D-8" Pu Lr Antiabrasivo -40° + 90°.
- 1 Goodyear sp iraflex 15126.

Depósito de volumen conocido:Producción.

2 Baldes cónico de 20 lts. A los cuales se le realizan un reglaje para medición de volumen en litros versus altura centímetros (Ver anexo 5), uno de ellos se secciona a la altura de 15cm.



FIGURA Nº 2.7.- Depósitos de volúmenes conocidos.

Para medir el tiempo en que se gasta en llenar determinadas alturas del depósito de volumen conocido.

Placas para medir aforo en canaletas:.....Propio.

Se seleccionó éste método porque es aquel que combina en mayor grado, economía, precisión y simplicidad (ver anexo 8).



FIGURA Nº 2.8.- Placa para aforar el agua.

Para medir el caudal de salida de subterráneo máquina frente a planta de tratamiento de recortes.

Shopper-riegler pneumáticon SR/P..... Laboratorio de fibras.



FIGURA Nº 2.9.- Shopper-riegler pneumáticon SR/P.

Para medir el grado de drenabilidad de la pasta en suspensión con el agua (Consistencia).

Papel de celulosa...... Laboratorio de fibras.



FIGURA Nº 2.10.- Papel de celulosa.



FIGURA Nº 2.11.- Rodillo metálico.

Para adelgazar y moldear las tortillas de muestras de fibra.

Speed dryer:.....Laboratorio de fibras.

Plancha calefactora de Secador rápido de fibras, para cuantificar el peso de la muestra en base seca.



FIGURA Nº 2.12.- Plancha Calefactora.

Subset for HB 43: Laboratorio de fibras.



FIGURA Nº 2.13.- Balanza mettler PM6000.

Balanza electrónica para tarar el peso de las muestras.

2.2.3.- Registro de medición.

Los registros se llenan en forma escrita (terreno) y almacenamiento digital (planillas) para su posterior análisis.

TABLA Nº 2.1.- Ejemplo de tabla de medición, 4ª Etapa depuración tripa.

Nº	NºM	V(I)	T(Seg)	Hora	Fecha	Q (I/min)	Q	CS%	m (kg/min)	T.Cart.	Nota								
	1	4	3,57			50,420													
15	2	4	3,69	09:35	21-11-2007	48,780	48,531	1,76	0,854	1C200G									
	3	2	3,88		46,392														
	1	8	3,42	10:25	10:25	10:25	10:25	10:25	10:25	10:25	10:25			195,918					
16	2	8	3,65									10:25 22-11-2007	204,255	47,190	1,92	1,085	1C265A		
	3	8	4,04			152,381													
	1	8	3,40			17,851													
17	2	8	2,96	10:00	23-11-2007	14,829	52,419	2,07	1,085	1C215A									
	3	8	3,63			86,486													

En donde de la columna de izquierda hacia derecha representan lo siguiente:

Nº : Número de muestra promedio ingresada en el periodo.

NºM : Número de muestras tomadas en el periodo.

V (I) : Volumen en litros alcanzado en el tiempo de muestra.

T (seg.) : Tiempo en segundos que se gasta en alcanzar el volumen muestra.

Hora : hora en la cual se realizó la muestra.

Fecha : Fecha en la cual se realizó la muestra.

Q (I/min) : Caudal en litros/minutos de la muestra en el periodo.

Q : Caudal promedio en litros/minutos de las muestras.

Cs % : Porcentaje de consistencia fibra de las muestras en el periodo

 \dot{m} (Kg/min): Volumen másico de fibra en kilos/minutos de las muestras en el periodo.

T. Cart. : Tipo de cartulina procesada en el cual se realizó la muestra.

Nota : Eventos de la máquina papelera u observaciones en el periodo.

Se registran diariamente los valores en una planilla Excel desde el 5 de noviembre hasta el 21 de diciembre del 2007, en el turno diurno 8:00 hasta 17:00, de lunes a viernes en días hábiles (ver anexo 3).

Las muestras son entregadas al laboratorio de fibras del área de producción antes del medio día, de acuerdo a la disponibilidad de los laborantes, para la cuantificación de consistencia.

2.4.- Cuantificación de las descargas.

Para determinar descarga global, se realizó un balance con los registros obtenidos de preparación pastas, fábrica de pulpa, planta de tratamiento de recortes y planta de efluentes (Ver anexo 7).

En donde el porcentaje global de descarga del año 2007 esta dado por la relación inversamente proporcional entre el consumo de fibras y la descarga hacia planta de tratamiento de efluentes.

De la ecuación 2.1 se tiene:

$$Me = \underbrace{5869,8381}_{P.T.R} + \underbrace{22432,3705}_{L.Celulosa} + \underbrace{27101,302}_{L.Pulpa}$$
 $Me = 55403,2406 \text{ ton/año.}$

Luego de la ecuación 2.2:

$$Me = \underbrace{4538,4}_{Efluente} + \underbrace{(1-0,0885) \times 49942,314}_{Producción} + Mn$$

Se determinó el factor 0,0885 corresponde a los 8,85 % de estuco que compone la cartulina como promedio de los diferentes artículos de línea

procesados el 2007. Aplicando la ecuación 2.3 reemplazando en 2.2 y despejando se obtiene:

$$Mn = 5342,421 \text{ ton/año}.$$

Valor que representa recortes máquina, rechazos control de calidad y fibra residente en los circuitos. Los cuales son reprocesados, no se consideran como desechos.

Reemplazando en 2.6 se tiene:

% de descarga Global =
$$\frac{4538,4}{55403,24}$$
 % de descarga Global = $8,19$ %

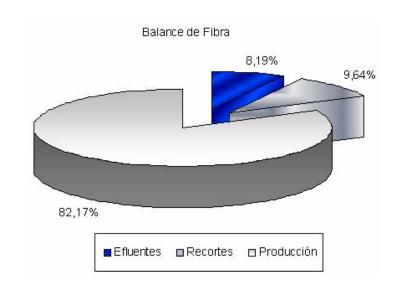


GRAFICO Nº 2.1.- Balance Consumo de fibras 2007.

Por lo tanto la descarga de fibra para el año 2007 es de 8,19% (4538,4 ton/a) en la planta Valdivia.

TABLA Nº 2.2.- Resumen consumo y Descarga año 2007.

	Promedio		Promedio	Descarga			Descarga
mes	Q litros/min	%Cs	m kg/min	m ton/mes	CONSUMO	% Desh.	ton/día
Enero	4091,71	0,17	7,00	302,20	3950,91	7,65	10,07
Feb.	3914,97	0,20	7,69	332,18	3807,09	8,73	11,86
Marzo	4000,00	0,20	8,09	349,31	4187,99	8,34	11,27
Abril	4043,89	0,19	7,88	340,42	4702,82	7,24	11,35
Mayo	3968,82	0,21	8,51	367,84	4782,98	7,69	11,87
Junio	3887,78	0,20	7,90	341,28	4213,77	8,10	11,38
Julio	3854,84	0,24	9,09	392,90	4332,98	9,07	12,67
Agosto	4005,91	0,21	8,37	361,40	4388,38	8,24	11,66
Sep.	4034,44	0,24	9,84	425,10	5348,36	7,95	14,17
Oct.	4135,22	0,22	9,18	396,44	4738,17	8,37	12,79
Nov.	4225,56	0,24	10,13	437,74	5278,82	8,29	14,59
Dic.	3699,43	0,31	11,38	491,58	5670,97	8,67	16,39
			Total (ton)	4538,4	55403,24	8,19%	

2.5.- Caracterización de los caudales.

Para identificar y cuantificar los sectores o áreas que contribuyen al caudal que se procesa en efluentes se seleccionó puntos estratégicos, que fueron los siguientes:

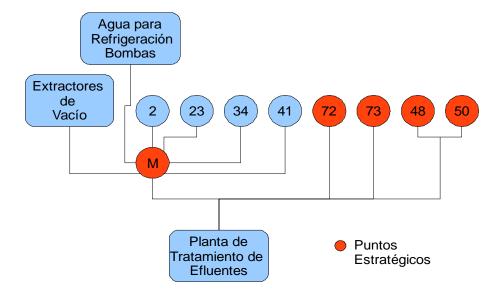


FIGURA Nº 2.14.- Selección de puntos estratégicos.

2.5.1.1.- Punto M.

Localizado a un lado de la entrada de la fábrica de pulpa. No se ha considerado el estanque de agua blanca (punto 34), ya que en el tiempo de muestra no había descarga.

TABLA Nº 2.3.- Balance Punto M.

Descripción	Q (m³/hrs)	m (kg/hrs)	%Cs
Tripa	3,736	75,841	2,03000
Extractores de vacío	0,262	1,349	0,51500
Agua refrigeración bombas	3,441	0,044	0,00127
Pozo de agua sucia	8,908	4,632	0,05200
Total Punto M	16,347	81,866	0,50080

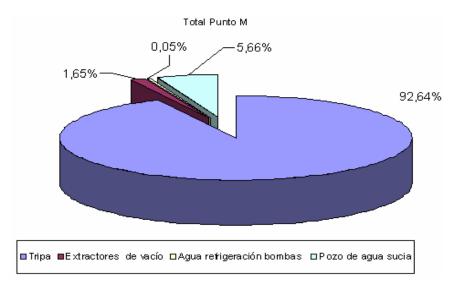


GRAFICO Nº 2.2.- Balance de descarga flujo másico punto M.

2.5.1.2.- Punto 72.

Canaleta fábrica de pulpa, ubicado frente a la planta de tratamiento de recortes. Contiene agua de limpieza fábrica, rechazo zaranda 500, rebalses cuba pasta rechazada espesada 221, toma de muestras cuba pasta espesada 306.

TABLA Nº 2.4.- Balance punto 72.

Descripción	Q (m³/hrs)	m (kg/hrs)	%Cs
Punto 72	5,854	24,411	0,417

2.5.1.3.- Punto 73.

Canaleta fábrica de pulpa, ubicado frente a la planta de tratamiento de recortes. Contiene agua de limpieza fábrica, rechazo zaranda 1000, rebalses cuba pasta desfibrada 151, cuba recorte recirculado máquina 221, cuba agua recuperada 201, agua de limpieza disgregadores y bombas.

TABLA Nº 2.5.- Balance punto 73.

Descripción	Q (m³/hrs)	m (kg/hrs)	%Cs	
Punto 73	129,077	338,183	0,262	

2.5.1.4.- Punto 48.

Canaleta de descarga planta de tratamiento de recortes ubicado frente a fábrica de pulpa. Contiene las descargas de las cubas 326, 301, 211,121.

TABLA Nº 2.6.- Balance punto 48.

Descripción	Q (m³/hrs)	m (kg/hrs)	%Cs
Punto 48	8,177	8,749	0,107

2.5.1.5.- Punto 50.

Descarga realizada por la zaranda ZO1 planta de tratamiento de recortes.

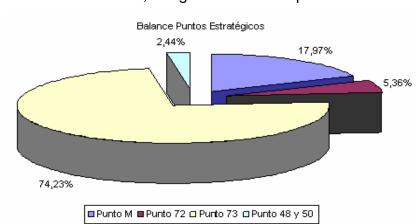
TABLA Nº 2.7.- Balance punto 50.

Descripción	Q (m³/hrs)	m (kg/hrs)	%Cs
Punto 50	0,663	2,378	0,359

En donde la suma de las descarga ofrece un valor representativo en el tiempo que se efectuó la muestra. Si éste valor se extrapola al valor de descarga total se obtiene los porcentajes de aporte de unas de las áreas o procesos intervenidos en las mediciones.

$$\sum_{i=1}^{i=n} M_r \tag{2.7}$$

Reemplazando en la ecuación 2.7 se tiene:



Mr = 455,59 kg/hrs. en el tiempo de muestras.

GRAFICO Nº 2.3.- Balance de descarga puntos estratégicos.

En donde **punto M** con 17,97% (81,866 Kg./hrs.), **punto 72** con 5,36% (24,411 Kg./hrs.), **punto 73** con 74,23% (338,138 Kg./hrs.), la suma del **punto 48 y 50** con 2,44% (11,127 kg/hrs), la suma de los puntos 72 y 73 (fábrica de pulpa), corresponden el 79,59% (362.594 kg/hrs) de la fibra descargada hacia la planta de efluentes.

CAPITULO 3

CARACTERIZACIÓN Y DETERMINACIÓN DE LAS PÉRDIDAS

3.1.- Caracterización de los rechazos en los procesos de cara, tripa y reverso.

Para caracterizar los rechazos se realizó un análisis a las descargas de la cuarta etapa depuración cara, tripa y reverso. Para lo cual se determinó la cantidad de materia orgánica e inorgánica contenidas en ellas.

3.1.1.- Caracterización cara:

El rechazo de la cuarta etapa depuración cara arrojó los siguientes resultados después del análisis de laboratorio.

Para un Q= 41,42 l/min. y cs%= 0,104, lo decantado en el depósito de muestra de 20 lts., en 28,97 seg., una vez vaciado contiene lo siguiente:

Masa inicial en base seca	0,1233	gr.
Materia orgánica	0,0160	gr.
Materia inorgánica	0,1073	gr.



FIGURA Nº 3.1.- Decantado en depósito muestra.

Este rechazo no se considera como pérdida, ya que se está utilizando en la bandeja de la tripa.



FIGURA Nº 3.2.- Bandeja tripa.

En donde el 87% de la masa de fibra muestreada es materia inorgánica, esto implica que para este caudal se obtiene de la ecuación 2.4:

$$Q = \frac{0,1073}{28,97} \frac{gr.}{seg.}$$

$$Q = 3,7038 \times 10^{-3} \frac{gr.}{seg.}$$

$$Q = 9,6 \frac{kg.}{mes}$$

Por lo tanto el aporte de materia inorgánica a la bandeja de la tripa es $9.6 \frac{kg.}{mes}$.

Según los diagramas de instrumentación y proceso proyecto PAV 2005, éste rechazo se realiza a piso (canaleta) con los siguientes parámetros:

- Caudal 60 I/min.
- Flujo másico (0,6; 0,7) Kg/min.
- Consistencia (1,07; 1,086) %.

3.1.2.- Caracterización tripa:

El rechazo de la cuarta etapa depuración tripa se obtuvieron los siguientes resultados después del análisis de laboratorio.

Para un Q= 44,3 l/min. y cs%= 2,8, se toma una muestra que contiene lo siguiente:

Masa inicial en base seca	3,7400	gr.
Materia orgánica	3,0371	gr.
Materia inorgánica	0,7029	gr.



FIGURA Nº 3.3.- Rechazo 4ª etapa tripa hacia canaleta.

En donde el 18,79% (30,4 kg./mes) de la fibra muestreada es materia inorgánica.

Para ésta descarga los diagramas proponen lo siguiente:

- Caudal 60 l/min.
- Flujo másico 1,0 kg/min.
- Consistencia (1,589; 1,713) %.

3.1.3.- Caracterización reverso:

El rechazo de la cuarta etapa depuración reverso arrojó los siguientes resultados después del análisis de laboratorio.

Para un Q= 62,1 l/min. y cs%= 0,085, la muestra contiene lo siguiente:

Masa inicial en base seca	2,7200	gr.
Materia orgánica	.2,6576	gr.
Materia inorgánica	.0,0624	gr.

Los parámetros estipulados en los diagramas de proceso son:

- Caudal 60 l/min.
- Flujo másico 0,6 kg/min.
- Consistencia (0,935; 0,40) %.

Este rechazo también es reprocesado, ingresando a la cuba agua bajo tela reverso (TAG 080-55-111) con un 2,29% (2,7 Kg./mes) de materia inorgánica.

3.1.4.- Comparación de los rechazos de cara, tripa y reverso con los parámetros de diseño.

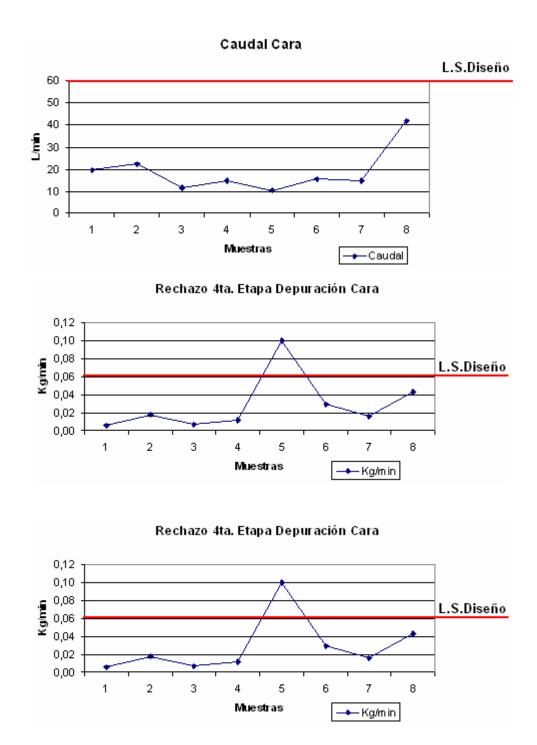
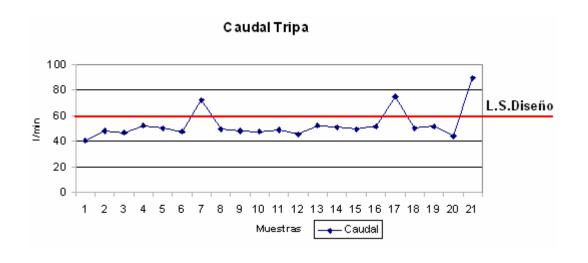


GRAFICO Nº 2.4.- Rechazo 4ta. Etapa depuración cara versus diseño.





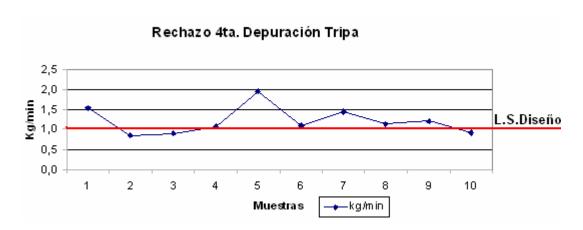
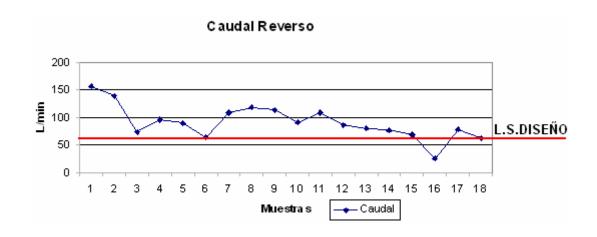


GRAFICO Nº 2.5.- Rechazo 4ta. Etapa depuración tripa versus diseño.





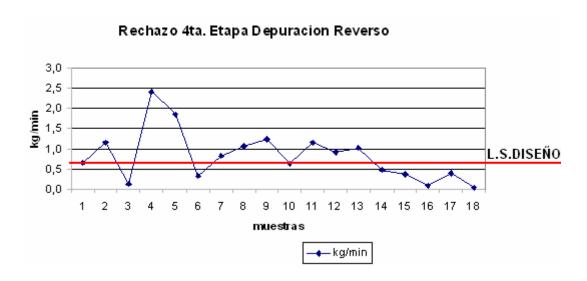


GRAFICO Nº 2.6.- Rechazo 4ta. Etapa depuración reverso versus diseño.

3.2.- Determinación de las pérdidas.

Para determinar las pérdidas de fibra se considera el parámetro de diseño de descarga de la línea de depuración tripa (el valor real es 22% más que el valor de diseño 655,27 ton/año).

TABLA Nº 3.1.- Consumo de fibra.

Descripción	m (ton/año)
Producción	45522,42
Pérdida de fibra	4005,59
Descarga Tripa Diseño	532,81
Recortes	5342,42
Consumo	55403,24

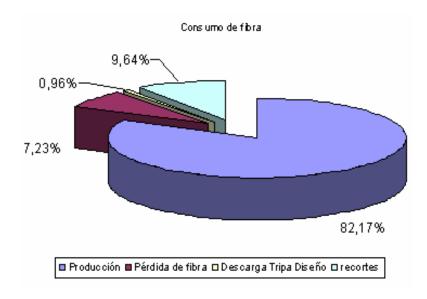


GRAFICO Nº 3.1.- Consumo de fibra.

Por lo tanto, el 7,23% (4005,59 ton/año) de lo que se consume (55403,24 ton/año) se pierde, el 0,96% (532,81 ton/año) lo que rechaza el proceso de la tripa según diseño.

CAPITULO 4

ALTERNATIVAS O ACCIONES CORRECTORAS

4.1.- Consumos de agua para refrigeración bombas.

El consumo de agua para refrigeración de las bombas no es un valor significativo para el procesamiento de aguas residuales. Si lo es para la vida operativa de sus sellos. Aproximadamente hay más de 180 bombas, de las cuales se realizó un control a 23 de éstas, seleccionadas en forma visual por el mayor consumo de agua, cuyos resultados fueron:

TABLA Nº 4.1.- Agua para refrigerar bombas

Nº	Bomba	TAG	l/min	m3/día	PkW	rpm	Q I/min	H m.c.a.
1	Agua recirculada	080-21-122	15,74	22,6656	30	1470	5767	19
2	agua disolución tripa y reverso	080-21-123	30,00	43,2	11	1500	1383	20
3	TQ agua blanca	080-21-125	0,50	0,72	30	1475	4583	27
4	TQ agua blanca	060-21-323	0,873	1,25712	132	1480	21033	22
5	2ª etapa dep. tripa	060-21-402	1,741	2,50704	90	1480	6600	33
6	Cuba agua bajo tela reverso	060-21-605	1,024	1,47456	18,5	1470	1600	38
7	Cuba agua bajo tela reverso	060-21-602	1,431	2,06064	30	1465	4400	28
8	Cuba pasta tratada	133-21-303	0,606	0,87264	30	1470	2333	35
9	Cuba agua recuperada	133-21-216	0,766	1,10304	15	1450	1000	18
10	Cuba agua recuperada	133-21-217	1,238	1,78272	18,5	1450	1000	50
11	Cuba agua recuperada	133-21-213	0,465	0,6696	15	1450	2000	25
12	Cuba pasta clasificada	133-21-128	0,748	1,07712	11	1455	1800	15
13	Cuba pasta disgregada	133-21-123	0,775	1,116	37	1472	1800	50
14	Cuba pasta refinada 326	133-21-328	1,499	2,15856	15	1450	1500	25
15	Cuba pasta espesada	133-21-313	0,547	0,78768	22	1450	2333	30
16	Cuba agua recuperada	140-21-313	1,1869	1,70914	75	1500	7500	40
17	Cuba pasta espesada	140-21-306	1,0642	1,53245	22	1460	1667	23
18	Cuba mezcla reverso	060-21-503	0,5663	0,81547	15	1450	1650	20
19	Cuba maquina cara	060-21-118	8,849	12,7426	11	1455	1167	23
20	Cuba agua bajo tela cara	060-21-152	0,259	0,37296	132	1480	14183	35
21	Cuba agua bajo tela cara	060-21-205	0,346	0,49824	18,5	1455	1600	38
22	Estanque de agua tibia	080-21-706	2,782	4,00608	45	3000	510	280
23	Estanque de agua tibia	080-21-702	2,655	3,8232	22	1460	750	40

TOTAL de agua para refrigerar 108,952



GRAFICO Nº 4.1.- Agua para refrigeración bombas.

El agua para refrigeración de bombas debe estar dentro del rango de (5 a10) l/min. Por lo tanto hay que regular las bombas para que estén dentro de los limites de refrigeración recomendados, con ello se obtiene mayor vida útil de sus sellos.

4.2.- Drenaje del contenido de agua de la pasta.

4.2.1.- Descarga estanque sello tripa TAG 050-59-201.

Esta descarga se produce por el aumento de vacío antes del douformer, lo que produce un colapso en la contención en el tanque sello tripa. En la entrada del douformer la pasta debe estar alrededor de un 3% en base seca.

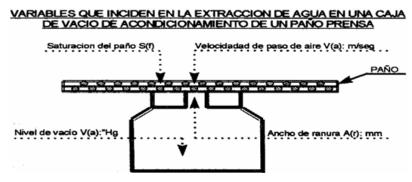


FIGURA Nº 4.1.- Caja de vacío.



FIGURA Nº 4.2.- Descarga estanque sello tripa.

4.2.2.- Descarga estanque agua blanca TAG 080-51-121.

La descarga proveniente del duoformer (Ver figura Nº 4.4.-) no debe superar los 8.000 l/min. Si se produce es porque se está drenando en demasía la pasta. Hay que recordar que el parámetro de salida del duoformer no debe ser mayor a 8% en base seca de la película de fibras húmedas.



FIGURA Nº 4.3.- Descarga de agua blanca.

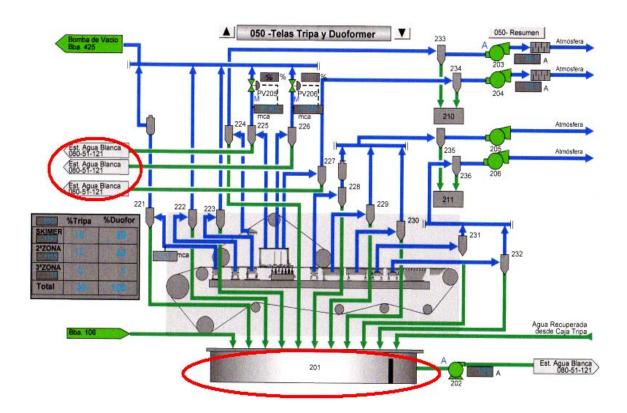


FIGURA Nº 4.4.- Pantalla sala de control programa Máquina papelera.

4.3.- Rechazo cuarta etapa depuración tripa.

Los valores de caudal y consistencia de las muestras están fuera de los rangos propuestos en los diagramas de proceso y control (P&C). Los altos valores de consistencia ocasionan que esta etapa de depuración aumente en un 18,69 % (122,45 ton/año), con respecto al rechazo total de ésta etapa según diseño.

Para controlar los valores caudal y consistencia es necesario medir la descarga (Ver figura Nº 4.5.-), ya que no se cuenta con flujometros y consistometros, esto se podría realizar con los laboranrtes del laboratorio de fibras.

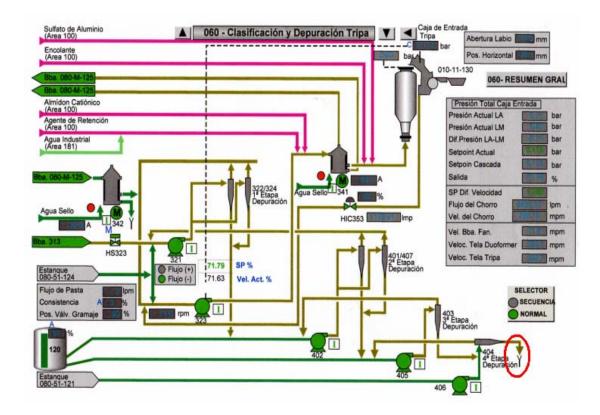


FIGURA Nº 4.5.- Área 060 clasificación y depuración Tripa.

4.4.- Cuba agua recuperada tripa TAG 080-55-201.

Esta es una de las descargas más difíciles de medir, por el caudal descargado y la disposición física. Es por eso que se tomó la decisión de medir en la canaleta de salida de preparación pasta, que contiene el agua para limpieza disolvedores, fugas disolvedores, bombas bajo disolvedores, cuba recorte recirculado máquina y la cuba agua recuperada.

Se cerraron las válvulas de bola, que alimentan las dos mangueras de limpieza bajo disolvedores, estas no debieran estar regularmente abiertas, el aporte que hacen es *4,54* m³/hrs. Por cada una.

Cuando se realizó la muestra no había descarga de la cuba recorte recirculado máquina, así que el caudal muestreado representa la cuba de agua recuperada.

GRAFICO Nº 4.4- Consistencia cuba agua recuperada tripa.

TABLA Nº 4.2.- Balance punto 73.

Descripción	Q (m³/hrs)	m (kg/hrs)	%Cs
Punto 38	18,180	54,359	0,299
Cuba Pasta Rechazada -Desfibradores	110,897	238,824	0,256
Total Punto 73	129,077	338,183	0,262

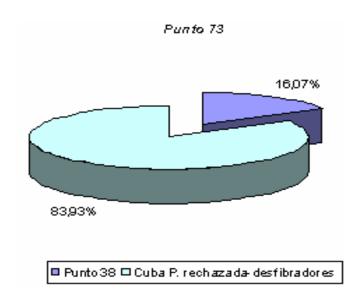


GRAFICO Nº 4.2.- Balance punto 73.

Estas muestras son representativas cuando el proceso está en descarga normal medible, no se pudo determinar el caudal cuando se está limpiando ésta cuba o cuando hay un aumento de descarga que supera la capacidad de la canal.

El desafío está en reducir el flujo de descarga de la cuba agua recuperada tripa, para lo cual se pueden adoptar 3 alternativas:

- Verificar o reestablecer los limites de apertura de las válvulas de agua industrial para la cuba 201.
- 2. Designar o crear una nueva cuba de contención, que comparta el flujo de la cuba 201.
- 3. Instalación de filtro CDP Mesto paper.

Alternativa 1.

Verificar el control indicador de nivel de la apertura válvula 401A que ingresa flujo y la 401B ingreso agua industrial al pozo de vacío. La idea es disminuir el flujo hacia la cuba 201 y para ello retardar el accionamiento de la válvula 201A.

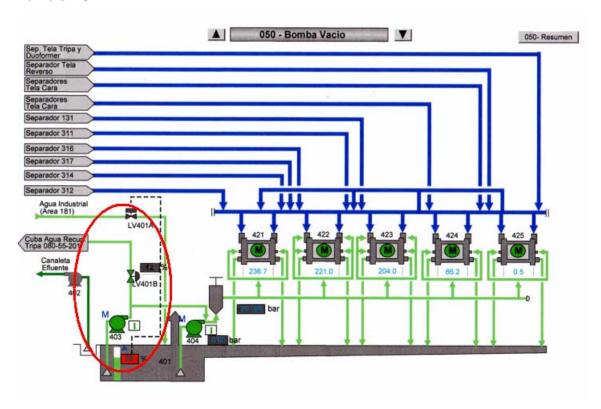


FIGURA Nº 4.6.- Pozo de vacío.

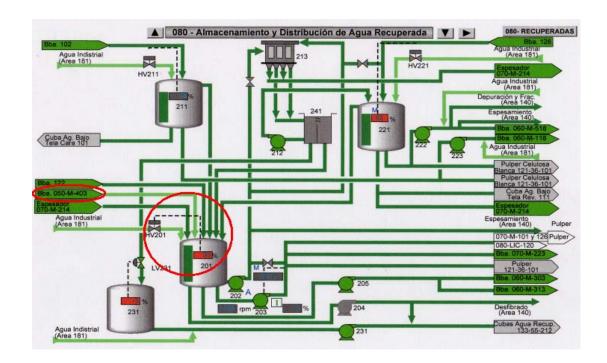


FIGURA Nº 4.7.- Cuba de agua recuperada tripa.

Verificación de la apertura de la válvula manual 201, la idea es disminuir el ingreso de agua industrial al sistema, sincronizar con la válvula 401A. Determinar los tiempos de recuperación del sistema de aguas a ésta cuba.

Para desarrollar las otras dos alternativas es necesario contar con un equipo interdisciplinario como el de Gerencia técnica de CMPC que pueda evaluar y decidir cual de ellas tiene mayor viabilidad.

CONCLUSIONES

Se determinó que el porcentaje de descarga hacia la planta de efluentes es 8,19 % (4538,47 ton/año) del consumo total de fibra procesada para el año 2007, de esta descarga la cuarta etapa de depuración tripa genera 1,18% (655,27 ton/año), que debiera ser, según diseño 0,96% (532,81 ton/año), este aumento se debe en parte a mayores exigencias en el área de producción, como también a la regulación de apertura de válvulas en la etapa depuración o al estancamiento de algún depurador. Hay que tomar en cuenta que las etapas de depuración cara y reverso son reprocesadas. Según diseño, la suma de ellas más la etapa depuración tripa no deben sobrepasar 2,1% (1162,97 ton/año) del consumo total de fibra.

La composición de la descarga está determinada por 17,97% (815,52 ton/año) correspondiente a máquina papelera, subterráneo, techo nave y la cuarta etapa depuración tripa, el 79,59% (3612,04 ton/año) pertenece a la fábrica de pulpa, 2,44%(110,84 ton/año) a la planta de tratamiento de recortes del total de descarga.

Por lo tanto la pérdida de fibra para Cartulinas CMPC Planta Valdivia es 7,45% (4127,54 ton/año) del consumo total de fibras. Si se suma el reproceso de los recortes máquina el porcentaje asciende a 17,09% (9468,41 ton/año).

Este trabajo de titulación pretende ser un inicio para estudios y análisis futuros en las descargas de fibras para esta planta, destacando la importancia de realizar sistemas de control de descarga y una Auditoria energética como estrategia productiva o acogerse a programas de producción más limpia.

BIBLIOGRAFIA

- FERNANDEZ DIEZ P. (2003). Ingeniería térmica de fluidos, departamento de ingeniería eléctrica y energética, Universidad de Cantabria.
- 2. CARTULINA CMPC, "Productos, nuestra empresa". Disponible en www.cartulinas-cmpc.com, consultado el 08 de agosto del 2007.
- 3. CATALOGO, PAPELQUIMICA S.A. (1988) Girona, España.
- 4. PAPELNET.CL, "El árbol, la madera, celulosa, cartulina y medio ambiente".disponible en www.papelnet.cl, consultado 28 de diciembre 2007.
- 5. KUFFERRATH W.; KALLMES O. (1983) optimización de formación de pliego en máquinas fourdriner. T.C.I.V, España.
- CARTULINAS CMPC S.A. ISO en línea, "Sistema de gestión integrado ISO 9001/14001, determinación de la humedad, retención de finos, refinación y consistencia. Disponible en http://intramaule.cmpc.cl/iso/, consultado 21 de enero 2008.
- MERLE C POTTER, DAVID C. WIGGERT. (2002)." Mecánica de fluidos".
 Sección 10.4 concepto de energía en flujo por canal abierto, pag. 437 a
 439. Thomson learning ibero, tercera edición.
- 8. MARIUS G. BOS; JHON A. REPLOGLE; ALBERT J. CLEMMENS. (1986). "aforadores de caudal para canales abiertos". internatinal institute for land reclamation and improvement, the netherlands, publicación 38.
- REVISTA MI PAPEL Nº 68, "En busca de la calidad y menores costos".
 Disponible en www.mipapel.cmpc.cl/mipapel68/, consultado 2 de enero 2008.