

**Universidad de Valparaíso
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil Industrial**



**Propuesta para la Disminución de la Cantidad de Rechazos
de Jumbos Fabricados en SCA Chile**

por

Camila Carolina Pinchart García

Trabajo de Título para optar al Grado de
Licenciado en Ciencias de la Ingeniería y título de
Ingeniero Civil Industrial

Prof. Guía Carmen Ortiz Zaldívar

Julio de 2016

Dedicado a mis padres Marcela y Rodolfo, mi novio Cristian y mis hermanos.

Agradecimientos

Quisiera agradecer a las siguientes personas que han contribuido con la elaboración de esta memoria.

A la profesora Carmen Victoria Ortiz Zaldívar, por su orientación, sus sugerencias, su apoyo y sus horas dedicadas en este trabajo.

A Cristian Alonso Contreras Jauffret por su apoyo y amor incondicional, no dejar que me rindiera y otorgando toda la información que pudiera necesitar para desarrollar este proyecto.

A Mauricio Alejandro Mattig Palma por depositar su confianza en la realización de este proyecto y enseñarme todos los conocimientos que he adquirido en Excel y calidad.

A Claudia Jaramillo por brindarme la oportunidad de llevar a cabo esta labor.

A mis padres Marcela y Rodolfo, por su amor, porque sé lo mucho que les ha costado mantener a nuestra familia y hoy pueden ver a sus hijos cumpliendo sus propias metas.

A todas las personas que me brindaron apoyo a lo largo de este proceso.

Índice

Lista de abreviaturas y siglas	8
Lista de Símbolos	10
Lista de figuras	11
Lista de tablas.....	14
Resumen	15
1. Introducción	16
2. Definición del problema.....	18
2.1. La empresa	18
2.1.1. Descripción general	18
2.1.2. Historia de SCA	20
2.1.3. Historia de SCA Chile	21
2.1.4. Producción de SCA Chile	22
2.2. Descripción del proceso productivo.....	26
2.2.1. Proceso productivo en máquinas papeleras	27
2.2.2. Proceso productivo en conversión	29
2.2.3. Proceso productivo en el centro de distribución.....	29
2.3. Detección de la problemática	30
2.3.1. Identificación de causas con mayor impacto.....	34
2.4. Objetivo general y específicos.....	41
3. Marco teórico.....	43
3.1. Calidad.....	43
3.1.1. Fundamentos de la calidad.....	45
3.1.2. Ciclo PHVA.....	48
3.1.3. Seis sigma	49
3.1.4. Control de calidad.....	49
3.1.5. Las 7 herramientas básicas de la calidad	51
3.1.6. Control estadístico de procesos (CEP)	52
3.1.7. Capacidad del proceso	59

3.2.	Mantenimiento.....	61
3.2.1.	Mantenimiento productivo total	62
3.3.	Consideraciones finales	70
4.	Desarrollo de la propuesta de solución.....	71
4.1.	Diseño de herramienta de control de procesos	71
4.1.1.	Diseño de gráficos de control de procesos para variables	73
4.1.2.	Diseño de gráficos de control de procesos para atributos.....	108
4.2.	Diseño de herramienta de análisis de gráficos	112
4.3.	Diseño de propuesta de mantenimiento	117
4.3.1.	Diseño de propuesta de uso de CIL en SCA Chile	118
4.3.2.	Mantenimiento de vestimentas	125
4.4.	Consideraciones finales	127
5.	Implementación y análisis de resultados en SCA Chile	128
5.1.	Implementación de gráficos de control de procesos.....	128
5.2.	Implementación de nuevas CIL.....	136
5.3.	Análisis de resultados	137
6.	Conclusiones y recomendaciones.....	140
Anexos.....	142
	Anexo N°1 – Algunos productos del catálogo 2015	142
	Anexo N°2 – Metodología costo estándar	144
	Anexo N°3 – Obtención de registros	145
	Anexo N°4 – Obtención registro papel y código JDE.	147
	Anexo N°5 – Tabla 4.2. Completa.....	147
	Anexo N°6 – Tabla 4.4. Completa.....	151
	Anexo N°7 – Límites calculados para otras variables.....	154
	Anexo N°8 – Tablas dinámicas de otras variables	158
	Anexo N°9 – Tabla 4.19. Completa.....	159
	Anexo N°10 – Tabla 4.21. Completa.....	165
Bibliografía.....	172

Lista de abreviaturas y siglas

Aditivos químicos = químicos que ayudan a modificar ciertas propiedades físicas del papel, ya sea la blancura, resistencia, PH, absorción, tono, entre otros.

AFH = *away from home*, fuera del hogar.

CEP = control estadístico de procesos.

CIL = *cleaning, inspection and lubrication*; limpieza, inspección y lubricación.

Crepado = intercambio térmico entre la hoja fabricada y el rodillo de la prensa, que cumple la función de impartirle al papel un acabado brillante de mayor suavidad.

Dr. = doctor.

EloLon = elongación longitudinal.

Elong = Elongación, resistencia a la rotura por tensión y elongación del papel.

EloTra = elongación transversal.

EspAcc = espesor accionamiento.

EspCen = espesor centro.

EspMan = espesor mando.

Gr = gramo.

GraAcc = gramaje mando.

GraCen = gramaje centro.

Gramaje = peso en gramos por metro cuadrado del papel.

GraMan = gramaje accionamiento.

Hrs = horas.

HumAcc = humedad accionamiento.

HumCen = humedad centro.

HumMan = humedad mando.

Impurezas finas = elementos de menor tamaño en la materia prima, tales como clips.

Impurezas gruesas = elementos pesados en los fardos de papel, como metales y madera.

Jumbo = bobina de papel tissue de gran tamaño.

Kg = kilogramo.

M² = metro cuadrado.

M.Ambiente = medio ambiente.

Maq/Herram = máquina o herramienta.

Min = minuto.

Mm = milímetro.

N° = número.

OF = orden de fabricación.

P = prioridad.

Papel = estructura que se obtiene a base de fibras vegetales de celulosa, las que se entrelazan para formar una hoja flexible y resistente.

Papel tissue = es un papel suave y absorbente para uso doméstico y sanitario, que se caracteriza por ser de bajo peso y crepado, es decir, con toda una superficie cubierta de microarrugas, las que confieren elasticidad, absorción y suavidad [Smook, 1992].

Pasta = mezcla de celulosa y/o papel reciclado, agua y químico, utilizados para formar papel.

PISA = Papeles Industriales Sociedad Anónima.

Recorte = papel rechazado en una etapa del proceso productivo.

ResLon = Resistencia longitudinal, resistencia del papel orientada al sentido de las fibras.

ResTra = Resistencia transversal, resistencia del papel en sentido contrario a las fibras.

Resp. = responsable.

Rodela = jumbo cortado en distintos diámetros, según el producto final a producir.

RPM = revoluciones por minuto.

SCA = Svenska Cellulosa Aktiebolaget (Celulosa Sueca Sociedad Anónima).

Tn = tonelada.

TPM = *total productive maintenance*, mantenimiento productivo total.

USD = dólares americanos.

Lista de Símbolos

° = grado.

% = porcentaje.

%Cump. = porcentaje de cumplimiento.

σ = sigma.

Lista de figuras

Figura 2.1. – Código de conducta para cumplir con los valores corporativos de SCA.	19
Figura 2.2. – Ivar Kreuger, 1880 a 1932.....	20
Figura 2.3. – Organigrama de la estructura jerárquica de SCA Chile y sus áreas.	22
Figura 2.4. – Productos fabricados en SCA Chile.	24
Figura 2.5. – Diagrama de flujo general del proceso productivo.....	26
Figura 2.6. – Clasificación de la materia prima inicial.....	27
Figura 2.7. – Máquina papelera N°3.	28
Figura 2.8 – Pareto de los motivos por los que se ha rechazado los jumbos desde enero a septiembre 2015.	33
Figura 2.9. – Cinco por qué para hoyos.	35
Figura 2.10. – Cinco por qué por motivo de normalización.....	36
Figura 2.11. – Cinco por qué para las pecas.....	36
Figura 2.12. – Cinco por qué en franjas.	37
Figura 2.13. – Cinco por qué en ResLon.....	38
Figura 2.14. - Cinco por qué en ResLon en húmedo.....	39
Figura 2.15. - Cinco por qué en ResTra.	39
Figura 2.16. – Cinco por qué en elongación bajo rango.	40
Figura 2.17. – Cinco por qué en blancura sobre rango.	40
Figura 3.1. – Ciclo PHVA o ciclo de Deming.	48
Figura 3.2. – Gráfico CEP bajo control.....	52
Figura 3.3. – Gráfico CEP fuera de control.	53
Figura 3.4. – Gráfico de control con los 3σ	59
Figura 3.5. – Ciclo de vida del equipo y sus actividades.	63
Figura 3.6. – Pilares del TPM.....	65
Figura 3.7. – Estructura de funcionamiento del mantenimiento de calidad.....	67
Figura 4.1. – Zonas de las desviaciones estándar con respecto a la media del proceso.....	71
Figura 4.2. – <i>Query</i> de consulta de información ingresada a Analipa.....	73
Figura 4.3. – Actualización de la tabla de datos.	74
Figura 4.4. – <i>Query</i> con primera modificación.....	74
Figura 4.5. – Detalle del desglose de fecha.	75
Figura 4.6. – Extensión de la tabla de consulta de información.....	76
Figura 4.7. – Obtención del registro de Gramaje GR/M2.	76
Figura 4.8. – Muestra del ingreso de datos de la pestaña of_codpapel.....	78
Figura 4.9. – Fórmula BuscarV para el campo Papel.	79
Figura 4.10. – Fórmula BuscarV para el campo Cod JDE.....	79
Figura 4.11. – Obtención del registro de OF.	79
Figura 4.12. – Obtención del registro de Código Papel.....	80
Figura 4.13. – Desglose de fecha por día, mes y año respectivamente.	80
Figura 4.14. – Tabla de la pestaña Límites en Dashboard_Gmedias.	90
Figura 4.15. – Fórmula BuscarV para encontrar límites según el papel fabricado en fecha de consulta.	90
Figura 4.16. – Tabla dinámica del gramaje.	91
Figura 4.17. – Gráfico dinámico del gramaje.....	92
Figura 4.18. – Gráfico de control de la media del gramaje según OF1620027 al 25/02/16. ..	93

Figura 4.19. - Gráficos de control de la media de las variables del proceso según OF1620027 al 25/02/16.....	93
Figura 4.20. - Insertar segmentación de datos para gráfico dinámico.	94
Figura 4.21. - Segmentación de datos para el gráfico de medias del gramaje.....	94
Figura 4.22. - Gráficos de control de la media de las variables del proceso según OF1630042 al 25/02/16 en el Turno 2.	95
Figura 4.23. - Asignación de macros a botones de actualización e ingreso de fecha en pestaña Informe.....	96
Figura 4.24. - Tabla de la pestaña Límites en Dashboard_Grango.	103
Figura 4.25. - Fórmula BuscarV para encontrar límites de rango según el papel fabricado en fecha de consulta.....	103
Figura 4.26. - Rangos calculados.....	104
Figura 4.27. - Tabla dinámica del gramaje con valores del rango.....	105
Figura 4.28. - Gráfico dinámico del gramaje en Dashboard_Grango.....	106
Figura 4.29. - Gráfico de control del rango del gramaje según OF 1630039 al 05/02/16.	106
Figura 4.30. - Gráficos de control del rango de las variables del proceso según OF 1630039 al 05/02/16.....	107
Figura 4.31. - Gráficos de control de la media de las variables del proceso según OF 1620017 al 05/02/16 en el Turno 1.	108
Figura 4.32. - Datos sobre retención, desviación y recorte de papel.	109
Figura 4.33. - Muestra de data año 2015.	110
Figura 4.34. - Tabla para cálculo de límites para los hoyos, según data 2015.....	111
Figura 4.35. - Tabla para cálculo de límites para las pecas, según data 2015.....	111
Figura 4.36. - Gráfico p para hoyos y pecas del año 2015.	112
Figura 4.37. - Diagrama de Ishikawa.....	113
Figura 4.38. - Objetivos y actividades de la limpieza.	117
Figura 4.39. - Descripción de tareas a realizar en un equipo.....	119
Figura 4.40. - Simbología utilizada en la descripción de tareas a realizar en un equipo.	120
Figura 4.41. - Programa de actividades de CIL mensual en Máquina Papelera 3.	121
Figura 4.42. - Programa de actividades de CIL mensual en Bombas de Máquina Papelera 2.	121
Figura 4.43. - Hoja de registro CIL bombas en Máquina Papelera 2.	122
Figura 4.44. - Tarjetas utilizadas cuando se encuentra una avería o condición insegura. ...	123
Figura 4.45. - Esquema de la tela y el sistema de regadío.	126
Figura 4.46. - Esquema del paño pasando por la prensa succión.	126
Figura 5.1. - Informe de OF 1620011 realizada el 22/01/2016.	130
Figura 5.2 - Informe de OF 1620046 realizada el 29/03/2016.	131
Figura 5.3 - Comportamiento variables OF 1520039.....	132
Figura 5.4 - Comportamiento variables OF 1630050.....	133
Figura 5.5 - Comportamiento variables OF 1530065.....	134
Figura 5.6- Comportamiento variables OF 1620038.....	135
Figura 5.7 - Muestra de planilla de control de tarjetas.....	137
Figura 0.1. - Rollos con corte automático Tork.....	142
Figura 0.2. - Dispensadores corte automático.....	142
Figura 0.3. - Toallas interfoliadoras Tork.....	142
Figura 0.4. - Higiénicos jumbos y convencionales.....	142
Figura 0.5. - Jabones líquidos.....	143
Figura 0.6. - Productos para el cuidado del adulto.....	143

Figura 0.7. – Papel higiénico favorita.	143
Figura 0.8. – Cálculo del costo estándar por Tn para el higiénico plus.	144
Figura 0.9. – Obtención del registro de Espesor MM 10 HJS.	145
Figura 0.10. – Obtención del registro de ResLon2.	145
Figura 0.11. – Obtención del registro de ResTra2.	145
Figura 0.12. – Obtención del registro ReIRT%.	146
Figura 0.13. – Obtención del registro de Elongación.	146
Figura 0.14. – Obtención del registro de Blancura.	146
Figura 0.15. – Obtención del registro de Papel.	147
Figura 0.16. – Obtención del registro de Código JDE.	147
Figura 0.17. – Tabla dinámica del gramaje y espesor.	158
Figura 0.18. – Tabla dinámica de resistencia longitudinal y transversal.	158
Figura 0.19. – Tabla dinámica de elongación y blancura.	158

Lista de tablas

Tabla 2.1. – Descripción de motivos de rechazo de jumbos.....	30
Tabla 2.2. – N° de veces que se repite el motivo de rechazo.....	31
Tabla 2.3. – Cálculo de precio por minuto trabajado por operadores de máquinas papeleras.	42
Tabla 3.1. – Factores para calcular límites de gráficos de control, 3 sigmas.....	55
Tabla 3.2. – Ventajas y desventajas de herramientas a utilizar.....	70
Tabla 4.1. – Códigos para diferenciar el papel.....	77
Tabla 4.2. – Media de las medias de las variables entre enero y julio del 2015.....	81
Tabla 4.3. – Identificación de meses en tablas de cálculo.....	81
Tabla 4.4. – Desviación estándar de las variables entre enero y julio del 2015.....	82
Tabla 4.5. – Límites de cada papel para el gramaje.....	83
Tabla 4.6. – Límites de la media establecidos para el gramaje.....	84
Tabla 4.7. – Límites de la media establecidos para el espesor.....	85
Tabla 4.8. – Límites de la media establecidos para la resistencia longitudinal.....	86
Tabla 4.9. – Límites de la media establecidos para la resistencia transversal.....	87
Tabla 4.10. – Límites de la media establecidos para la elongación.....	88
Tabla 4.11. – Límites de la media establecidos para la blancura.....	89
Tabla 4.12. – Límites del rango establecidos para el gramaje.....	98
Tabla 4.13. – Límites del rango establecidos para el espesor.....	98
Tabla 4.14. – Límites del rango establecidos para la ResLon.....	99
Tabla 4.15. – Límites del rango establecidos para la ResTra.....	100
Tabla 4.16. – Límites del rango establecidos para la Elongación.....	101
Tabla 4.17. – Límites del rango establecidos para la Blancura.....	102
Tabla 4.18. – Detalle del Diagrama de Ishikawa.....	114
Tabla 4.19. – Causas y acciones a seguir.....	116
Tabla 4.20. – Clasificación de defectos detectados en el área.....	123
Tabla 4.21. – Propuesta de CIL.....	124
Tabla 5.1. – Indicadores marzo 2015.....	139
Tabla 5.2. – Indicadores marzo 2016.....	139

Resumen

SCA es una empresa productiva y distribuidora de papel a nivel mundial. En Chile, se instaure por completo en el año 2012 y hoy en día posee tres áreas fundamentales en el proceso productivo: máquinas papeleras, conversión y centro de distribución. En cada departamento se realizan procedimientos para obtener papel con los mejores estándares de calidad, siendo en el primer sector donde el producto adquiere la mayor parte de las características físicas que hacen posible este objetivo.

Sin embargo, se ha detectado que entre enero y septiembre del año 2015 ha habido un total de 1.218 Tn de recorte, lo cual implica una pérdida aproximada de \$ 935.020.842, motivo que abre la oportunidad de generar mejoras que se orienten a disminuir la cantidad de rechazos de papel.

El presente documento emprende una oportunidad de mejora en el área de máquinas papeleras, basándose en el hecho que en esta etapa del proceso es donde el papel obtiene las características propias que definen el producto final que se puede fabricar con él, además de que es donde el departamento de calidad realiza el primer filtro para determinar si el papel cumple con los parámetros definidos por la organización.

El problema detectado se presenta en todas las industrias productoras, ya que los procesos no son perfectos y siempre se presenta un margen de error que se está dispuesto a aceptar. No obstante, si sobrepasa esta arista puede ser perjudicial para la empresa, por lo que es necesario llevar un control y mantenimiento continuo al proceso y a todos sus componentes para cumplir con los objetivos.

De acuerdo a lo anterior, la propuesta que se diseña para abordar la problemática es una herramienta de control y monitoreo para las características físicas del papel a lo largo del proceso productivo en máquinas papeleras, además de diseñar una propuesta de mantenimiento en los equipos que formen parte de éste. Dicha propuesta pasa por un periodo de prueba en la empresa, para determinar la factibilidad de ésta, dando como resultado que las herramientas cumplen satisfactoriamente con los objetivos, pero para que siga funcionando es necesario que los integrantes de la organización se vean comprometidos con el desarrollo de éstas y las alimenten a diario.

Palabras-claves: control estadístico de procesos (CEP), mantenimiento productivo total (TPM), gráficos de control, mantenimiento, CIL (limpieza, inspección y lubricación).

1. Introducción

A través del tiempo, se ha definido un antes y un después en el mundo, adquiriendo mayores conocimientos y herramientas que contribuyen al desarrollo global de las personas y organizaciones. Ya sea a partir de la revolución industrial, la creación de internet y otras grandes invenciones de la época, la sociedad cambió su forma de vida, de relacionarse y comunicarse, también viéndose afectada la manera de hacer negocios.

Hoy en día, las personas que constituyen una empresa son quienes toman las decisiones sobre el uso de sus recursos en la producción, para obtener bienes y servicios que satisfagan las necesidades de los seres humanos, las que día a día se han ido acrecentando.

En el proceso productivo, se utiliza materia prima, energía, mano de obra, maquinaria y otros componentes con los que es posible obtener como resultado un producto o servicio, que cumpla con los objetivos de la organización. Sin embargo, en todo proceso hay ocasiones donde los recursos no se aprovechan de la mejor forma, lo cual provoca un resultado que no cumple con todas las características deseadas y pasa a formar parte del desperdicio.

Los desperdicios implican pérdida en la productividad, lo cual conlleva a un aumento en los costos, menor calidad y precios más altos; lo que finalmente se traduce en una disminución del consumo.

Existen diferentes categorías para clasificar los desperdicios o desechos, siendo los que se generan por rechazos de productos defectuosos, los que se enfocan en este proyecto.

SCA Chile es una industria papelera y distribuidora de productos de higiene, y dentro de su área de producción se ha detectado un rechazo del 3,13% en el año 2015, siendo este el problema con el cual surge el objetivo de plantear una propuesta para reducir dicha cantidad e implementarla en la empresa.

De acuerdo a lo expresado por el ingeniero japonés Shigeo Shingo, es necesario reconocer que los errores y fallas surgen en el proceso y que las inspecciones pueden detectarlos, pero no prevenirlos. En base a esto, se realiza una investigación a fondo para desarrollar la propuesta, donde se determinó que, para llevar a cabo el objetivo principal, es necesario desarrollar herramientas de control de los procesos y de mantenimiento de máquinas, las cuales se basan en teorías de control de calidad y mantenimiento.

La metodología utilizada para implementar las actividades en las herramientas de control es el control estadístico de procesos que se encuentra en el control de la calidad. Con respecto al diseño de la herramienta de mantenimiento, se utiliza el TPM y el mantenimiento autónomo, los que pueden aplicarse de forma satisfactoria en la organización.

Del control estadístico de procesos se determinó que los gráficos de control para variables y atributos eran los que se adecuaban a las necesidades que se debían cubrir para llevar un control adecuado del proceso de la fabricación del papel, los que se construyeron

con Microsoft Excel, incluyendo macros para su implementación. Por otro lado, para el mantenimiento autónomo se realizan tablas en Microsoft Excel para realizar la programación y los pasos a seguir en el desarrollo de las actividades propuestas.

En el año 2015, la empresa se basó en los límites calculados en este trabajo, para actualizar las fichas técnicas de los parámetros de calidad, y determinó unos nuevos límites de control y rechazo que se hicieron oficiales en noviembre del 2015, y en enero del 2016 comenzaron a implementar los gráficos para variables en el departamento de calidad. En el caso del mantenimiento, se efectúan revisiones diarias.

Para ver cómo ha funcionado la implementación hasta ahora, se decidió comparar la cantidad de rechazos en marzo del 2015 y marzo del 2016 en base a que el 9% de la producción del año 2015 fue realizada en ese mes, lo cual es sobre la media que suele ser 7%. Para calcular los resultados se utilizaron los indicadores que fueron definidos junto a los objetivos, donde se demuestra que en marzo del 2015 hubo un rechazo del 4% de la producción mientras que, en el mismo periodo en el 2016, hubo una pérdida del 1%, con lo que se demuestra que las herramientas funcionan.

La distribución de este documento abarca seis capítulos, siendo el siguiente la definición del problema, cuyo contenido describe la empresa y se da a conocer la causa raíz de los rechazos, planteando los objetivos y alcances. Luego, se encuentra el capítulo 3 referente al marco teórico, haciendo hincapié en las técnicas que se han utilizado para abordar el problema detectado, y en base a la información recaudada se elaboró el capítulo 4 donde se desarrolla la propuesta de solución, presentando los diseños de las herramientas de control y mantenimiento que constituyen la propuesta de solución.

Por otro lado, en el capítulo 5 se detalla la implementación y análisis de resultados, discutiendo si la propuesta cumplió con los objetivos tras el desarrollo de ésta en la empresa, y finaliza la investigación en el capítulo 6 de conclusiones y recomendaciones.

Se invita a los lectores a disfrutar el contenido de estas páginas, siendo el resultado de un exhaustivo periodo de investigación y aprendizaje que puede ayudar a futuras generaciones de profesionales.

2. Definición del problema

2.1. La empresa

2.1.1. Descripción general

SCA CHILE S.A., centrada en Panamericana Norte #22550 en Lampa, es una de las 102 fábricas de la corporación sueca SCA, empresa dedicada a la fabricación y comercialización de papel tissue, además de la venta al por mayor de otros productos de higiene que se darán a conocer más adelante.

La empresa posee los siguientes objetivos, los cuales debe conocer cada trabajador:

- a) Misión de SCA: Proveer productos esenciales que mejoran la calidad de la vida diaria. Los productos de SCA hacen que la vida de los consumidores de la sociedad moderna sea considerablemente más fácil. [SCA].
- b) Visión de SCA: Ser reconocidos como el primer proveedor de valor en su campo, para el beneficio de los clientes, accionistas y empleados. [SCA].

SCA se esfuerza continuamente por crear mayor valor, lograr mejores resultados y por realizar una contribución positiva a la vida de todas las personas que tengan acceso a los productos que ofrece la organización. Se seguirá en las vías de un desarrollo sustentable y conducir las actividades con los más altos estándares económicos y medioambientales posibles.

c) Valores Corporativos de SCA

- Respeto: Ser respetuosos significa ser abiertos y honestos, así como comportarse con integridad. Para ser respetuosos se debe considerar la manera en que las acciones afectan a otros, dentro y fuera de la compañía, ahora y en el futuro. El respeto fomenta la cooperación y facilita el logro de las metas comunes.
- Excelencia: la búsqueda por la excelencia lleva a nuevos niveles de profesionalismo. Para ser excelentes, es necesario desafiarse a sí mismo a exceder las expectativas de los clientes, accionistas y colegas, esforzándose por superar los objetivos y mejorar los resultados.
- Responsabilidad: SCA trabaja para empoderar a cada persona en cada nivel de su organización – y el empoderamiento demanda responsabilidad. Para ser responsables hay que ser confiables, pero también creativos, confiar en uno mismo y estar listos para aceptar los retos. Siempre se deben desempeñar las tareas diarias de manera cuidadosa y con esmero, teniendo en mente los mejores intereses de los clientes y la compañía.



Figura 2.1. – Código de conducta para cumplir con los valores corporativos de SCA.

Los valores se basan en la historia de la compañía. Definen la forma de hacer negocios y la manera de comportarse.

Tal como se indica en la Figura 2.1., existe un código de conducta que deben seguir todos los integrantes de la compañía, con el objeto de llevar a cabo los valores antes mencionados, ya que inspiran y desafían a los empleados de SCA en sus esfuerzos por instaurar una empresa exitosa desde una perspectiva financiera, social y medioambiental.

Para comprenderlos mejor, a continuación, se describe cada uno de éstos:

- 1) Salud y Seguridad: lo más importante en la compañía, es proporcionar un entorno de trabajo seguro y saludable a todos los que se encuentren dentro de las instalaciones, con el objetivo de que no existan lesiones relacionadas al ámbito laboral y haya una mejora continua en las medidas preventivas.
- 2) Relaciones con los empleados: SCA busca una comunicación franca para construir confianza entre la empresa y sus empleados, y para ello, debe mantener un trato justo, digno y respetuoso con cada miembro de la organización.

- 3) Prácticas de negocio: es necesario construir relaciones con honestidad e integridad en todas las actividades de negocio, cumpliendo con las leyes y normativas actuales.
- 4) Derechos humanos: son derechos básicos y libertades a los que todo ser humano puede acceder, donde SCA apoya y respeta lo dictado en la declaración internacional de los derechos humanos.
- 5) Comunidad: la organización se ha propuesto contribuir positivamente en las comunidades en las que tiene negocios, busca crear relaciones duraderas a largo plazo.
- 6) Medio Ambiente: en la empresa se respeta y cuida la naturaleza como parte de su modelo empresarial, y trabajan activamente para desarrollar soluciones sostenibles con valor añadido para sus consumidores, minimizar el impacto ambiental con una combinación de innovaciones, tecnologías y ganancias de eficiencia, evaluarlo y mejorar el comportamiento medioambiental con objetivo claros y medibles.

2.1.2. Historia de SCA

SCA es fundada por Ivar Kreuger, quien aparece en la Figura 2.2., a través de la fusión de 10 compañías forestales realizada en 1929 en Estocolmo, Suecia. Poseía bosques, aserraderos, fábricas de celulosa, talleres mecánicos y compañías de energía; manteniéndose en ese rubro hasta el año 1958.

En ese año, se construyó una máquina de papel en Ortviken debido a la producción de papel para periódico. A pesar de que sólo se fabricara en Suecia, las exportaciones siguieron incrementando.

En 1961 se instauró una máquina de Kraftliner en Munksund, lo que muestra el inicio en el mercado del empacado, y para lograr la demanda de cada línea, SCA se expande al mercado del cartón corrugado, abriendo plantas en Suecia, Dinamarca, Alemania y Francia.

En 1967 una máquina de prensa de papel PM 4 fue adquirida en Ortviken para aumentar la producción de papel.

SCA compra la compañía Mölnycle en 1975, con la que adquiere varias marcas en productos de higiene y cuidado personal, lo que le dio el primer paso para convertirse en lo que es hoy en día.

En 1980, SCA participa dentro de la empresa Sancela México, lo que conlleva a la expansión del grupo al obtener empresas en Europa Central y Oriental, Asia y América (una



Figura 2.2. – Ivar Kreuger, 1880 a 1932.

expansión que sigue en curso). En 1988, se suma la compañía italiana de empaque Italcarta, y esto ayudó a mejorar el mercado para SCA en el Sur de Europa.

En los años 90, SCA continuó adquiriendo empresas, logrando ser el líder en empaque para transportación en Europa. Además, se volvió la mayor compañía de productos de cuidado personal en el mismo continente.

En la década del SCA se expande a Norte América, México, entre otros países, sumada a la participación en PISA, Chile.

Hoy en día, SCA continúa expandiéndose y espera ser líder en productos de higiene y cuidado personal a nivel mundial. [SCAMEX].

2.1.3. Historia de SCA Chile

Para conocer la historia de SCA Chile, primero es necesario conocer PISA, importadora de papeles para industria gráfica nacional, fundada en 1978 por Gabriel Ruiz-Tagle y Gabriel Navarro.

En los primeros años, el negocio trataba de importar grandes rollos de papel que eran adaptados en Chile de acuerdo al formato que solicitaban las diferentes empresas gráficas. Sin embargo, a mediados de la década de los ochenta, se debate fuertemente el tema de la conveniencia de liberalizar la economía chilena, lo que reduce los aún altos aranceles para gran parte de la competencia de artículos extranjeros. Este acontecimiento, hace que Ruiz-Tagle y Navarro piensen en una medida menos dependiente del comercio exterior, por lo que deciden crear en 1988 una planta elaboradora de papel tissue.

Durante esa época, CMPC poseía el monopolio casi exclusivo de la oferta de productos tissue, tales como papel y toallas higiénicas o servilletas, por lo que la entrada al mercado fue bien acogida por el comercio y supermercados, donde Ruiz-Tagle hace mención a una especie de deuda de gratitud con empresas como DyS, Adelco y Jumbo, que fueron un gran soporte para que la compañía saliera adelante.

Así nacieron marcas como Favorita, Magikline, Roll o Genial. Algunas ya no se encuentran en el mercado, pero se ha ampliado a nuevos productos.

En 1992, se compra una segunda máquina papelera para ampliar la creciente demanda en el mercado local y tres años después deciden separar los negocios tissue y gráfico.

En 1996, se inicia un proyecto que abarcó el desarrollo integral de todas las obras, que iban desde la concepción de requerimientos del cliente, elaboración de trabajos especializados y la ejecución de etapas de crecimiento de la planta de procesos de la papelera, lo que culmina en el año 2009.

Esto ayuda a que en 1995 la empresa ingrese al mercado de tissue institucional, siendo pionero en Chile.

Además, en el año 2003 PISA fue adquirida en un 50% por SCA, a un valor de USD 55,3 millones.

Una vez finalizado el proyecto, los principales resultados se vieron en la construcción de 40.264 m² de bodegas industriales, 4.974 m² de vialidad urbanizada, la primera planta de tratamiento de efluentes dentro de una compañía chilena, el edificio de administración y las obras civiles en las tres máquinas papeleras.

Finalmente, en el año 2012 SCA logra adquirir la totalidad de la compañía, convirtiéndose en SCA Chile, la que hoy en día posee 700 trabajadores.

2.1.4. Producción de SCA Chile

Actualmente, las actividades que realiza SCA Chile son la fabricación y venta nacional e internacional de los productos obtenidos del papel tissue, mientras que comercializa otros productos orientados a la higiene personal.

Las acciones, se distribuyen en diferentes áreas, las que se muestran en la Figura 2.3.

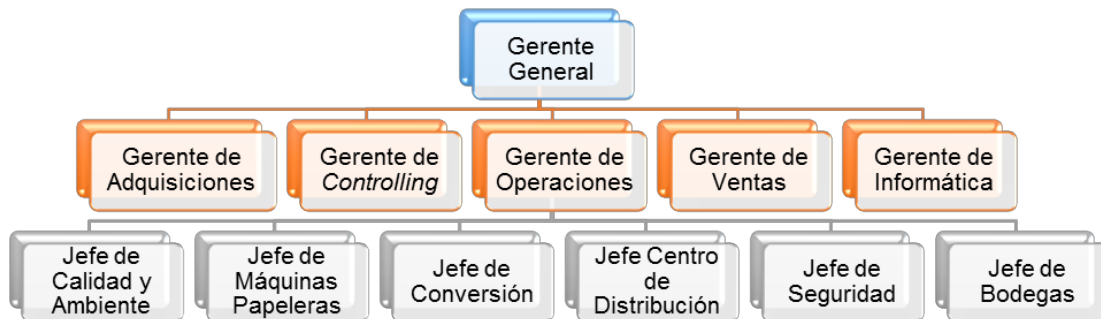


Figura 2.3. – Organigrama de la estructura jerárquica de SCA Chile y sus áreas.

En la Figura 2.3. se ilustra en el primer nivel al gerente general, persona encargada de planificar, organizar, dirigir, controlar, coordinar, analizar, calcular y deducir los movimientos de la organización, donde delega diferentes funciones a los siguientes niveles del diagrama organizacional. Además, es el que se comunica con las ramas principales de la empresa a nivel internacional.

En el segundo nivel se encuentran los encargados de las áreas principales de la empresa:

- **Adquisiciones:** área encargada de comprar todos los insumos, repuestos y servicios que necesita la organización a diario, los que pueden ser de procedencia nacional o extranjera.
- **Controlling:** departamento que se encarga de medir y controlar los costos en cada área organizacional.

- Operaciones: área que planea, elabora, organiza y distribuye los productos.
- Ventas: departamento que se encarga de vender los productos en el mercado, elaborar pronósticos de ventas, establecer precios, realizar publicidad, y llevar un control adecuado.
- Informática: área responsable de proponer, elaborar, desarrollar y mantener la implementación de sistemas informáticos y tecnológicos dentro de la empresa.

En el tercer nivel, se detalla la delegación de tareas en operaciones, dividiéndose en seis subáreas: calidad y medio ambiente, máquinas papeleras, conversión, centro de distribución, seguridad, y bodega de repuestos e insumos.

Dentro del área de operaciones se fabrican 21 de los productos que la empresa ofrece al mercado, y éstos se pueden clasificar en cinco categorías:

- 1) Higiénicos: papel fino utilizado para la limpieza íntima, siendo su principal característica la suavidad.
- 2) Toallas: papel que se usa para limpiar y secar objetos y sectores, principalmente de la cocina. Se caracteriza por su capacidad de absorción.
- 3) Doblados: papel destinado a servilleta o pañuelo.
 - Servilleta: pieza de papel absorbente que se utiliza para limpiarse la boca y los dedos.
 - Pañuelo: pieza de papel suave, que se usa para limpiarse la nariz, secarse las lágrimas o remover el sudor de la frente.
- 4) Sabanilla: papel desechable que se utiliza para mantener la higiene en camillas de hospitales, consultas médicas, clínicas, centros de estética, entre otros.
- 5) Pañal: papel destinado a fabricar pañales desechables.

Cada categoría tiene distintos tipos de productos, los que varían según la necesidad del cliente, y se destacan en la Figura 2.4., que se muestra a continuación.

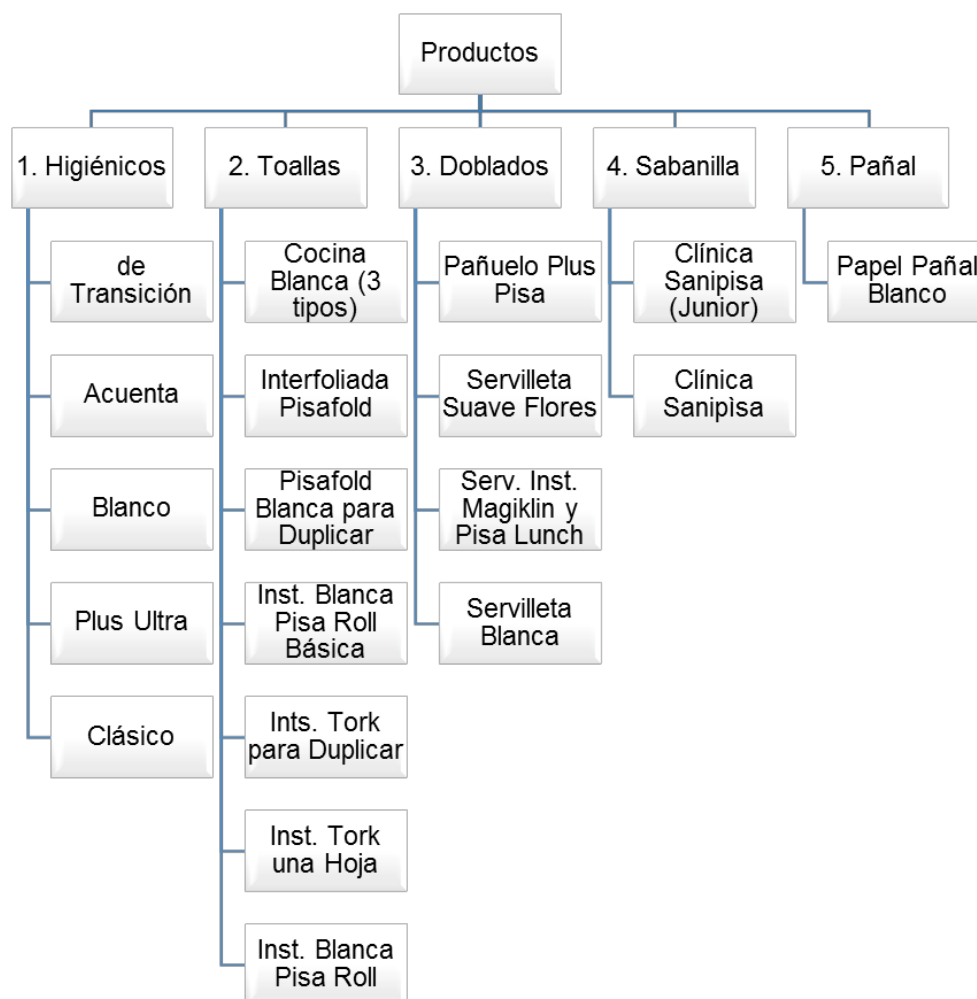


Figura 2.4. – Productos fabricados en SCA Chile.

Dentro de los productos mencionados en la Figura 2.4., se encuentran las tres marcas principales que los representan, las cuales son:

- a) Tork: productos como toallas de papel, servilletas y papel higiénico; centrados en el mercado AFH, es decir, sectores que no sean el hogar, ya sean centros comerciales y recreacionales, locales de comida, entre otros. Algunas toallas e higiénicos que aparecen en la sección uno y dos de la Figura 2.4., forman parte de esta marca.
- b) Tena: ofrece productos enfocados para las personas de la tercera edad, tales como cremas y jabones de tratamiento, pañales para la incontinencia y toallas; los que se importan desde plantas en México.

- c) Favorita: esta marca se enfoca en el mercado del hogar, e incluye productos como papel, servilletas, pañuelos y toallas; los cuales se fabrican en la planta de SCA Chile, siendo parte de los primeros tres grupos de la Figura 2.4. Cabe destacar, que hay algunas líneas de pañuelos que se elaboran en Colombia y son importados a Chile.

Las categorías 4 y 5 se venden como jumbos o rodela, según requerimiento del cliente. Se comercializan a nivel nacional e internacional.

Algunos productos del catálogo 2015 se muestran en el Anexo N°1, siendo los principales consumidores de estos, organizaciones como Wal-Mart, Cencosud, Tottus, cadena de Mall Plaza y Parque Arauco.

A nivel mundial, SCA obtuvo una venta total de USD 12.200.000.- en el año 2014, de los cuales el 54% corresponde a productos de papel tissue y celulosa, un 30% en el cuidado personal y el 16% restante en papel de revista, madera y energía.

SCA Chile aportó con el 0,74% de la venta total, lo que se traduce en USD 90.280.- durante el año 2014.

Anteriormente se hace mención al hecho de que SCA Chile produce veintiuno de los productos que ofrece al mercado, y en la siguiente sección se explicará de forma general el proceso productivo que hace posible fabricarlos.

2.2. Descripción del proceso productivo

El proceso de elaboración de los diferentes productos mencionados en la Figura 1.4., se divide en tres áreas fundamentales y sus respectivas subáreas, con las que se espera cumplir de forma óptima los objetivos de la organización. A continuación, me muestra el diagrama general del proceso, representado en la Figura 2.5.:

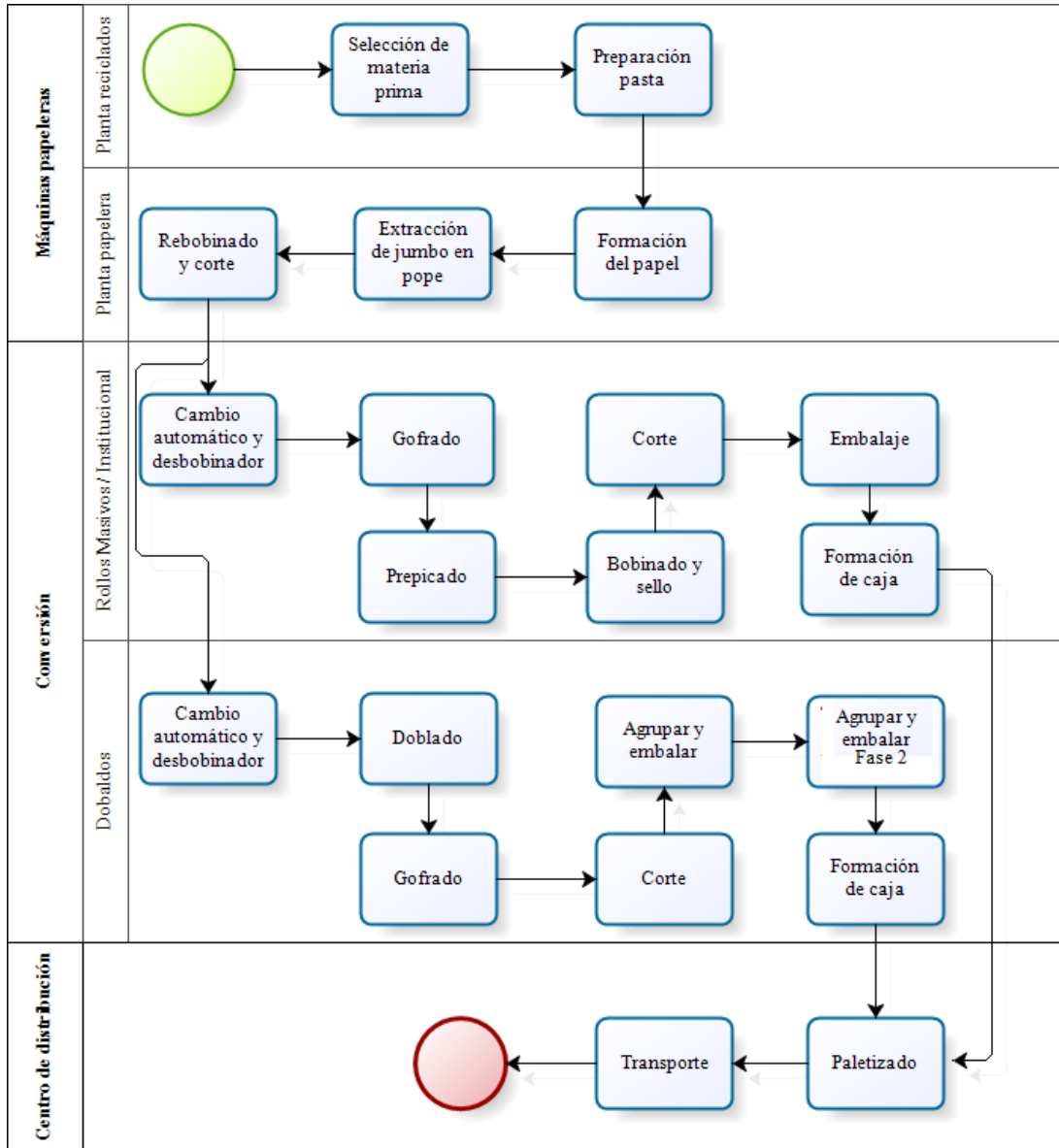


Figura 2.5. – Diagrama de flujo general del proceso productivo.

En relación a lo que indica la Figura 2.5., cabe destacar que el área de máquinas papeleras es la encargada de producir los jumbos, que requieren las diferentes líneas de conversión para elaborar los productos que se ofrecen al mercado, específicamente, el sector de rollos masivos e institucional fabrica papel higiénico y toallas, mientras que en doblados se hacen las servilletas y pañuelos; y una vez embalados en cajas, son llevados al centro de distribución, el que se encuentra ubicado dentro de las instalaciones de la empresa, y procura distribuir y/o enviar las cajas paletizadas a los clientes de SCA Chile.

A continuación, se explicará con mayor detalle el proceso productivo visualizado en la Figura 2.5.

2.2.1. Proceso productivo en máquinas papeleras

La primera tarea que se realiza es la selección de la materia prima a utilizar, la cual depende de la receta que posea el producto que se ha planificado elaborar. En la Figura 2.6., se indican los diferentes tipos de fardos de papel que se encuentran.

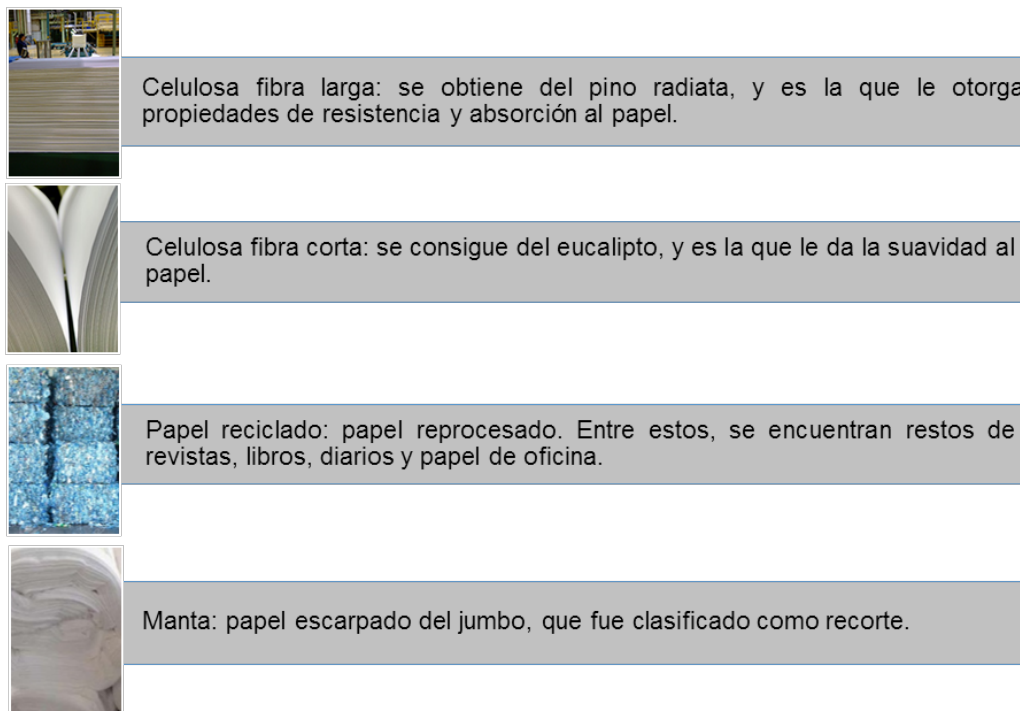


Figura 2.6. – Clasificación de la materia prima inicial.

Se puede distinguir que hay un total de cuatro tipos de materia prima que se pueden utilizar para formar papel tissue.

Una vez apartados los fardos que serán usados en el proceso, éstos son transportados en una grúa horquilla hasta una cinta transportadora, la cual los traslada hasta

el pulper, estanque de acero, donde se realiza la pasta y se filtran las impurezas gruesas. En seguida, la pasta es transportada al sector donde se eliminan impurezas más finas a través de la depuración.

Luego, si la pasta contiene papel reciclado, es limpiada por medio de un proceso de dispersión, el que se encarga de remover la tinta que posee, a través de calor. En cambio, si la pasta es solo con fardos de celulosa, pasa directamente al siguiente proceso.

A continuación, a la pasta se le agregan aditivos químicos y luego es almacenada en los tanques que alimentan a la planta papelera con ésta.

Con ello, se inicia el segundo subproceso de fabricación de papel tissue, donde la pasta almacenada es dirigida hasta los refinadores, los que le dan la característica de resistencia al papel.

Al terminar el proceso de refinación, la pasta pasa por la caja de nivel que está conectada al cajón de entrada, el cual se preocupa de que la pasta ingrese correctamente a la mesa formadora de lámina, donde es creada la hoja e inmediatamente es transportada por el paño hasta llegar al sector de prensado, en donde el papel es secado y crepado con ayuda de los raspadores. Finalmente, la hoja es bobinada en el sector del pope, armando un jumbo. Todo esto constituye una máquina papelera, y en la Figura 2.7., se puede distinguir a la máquina papelera N°3 de SCA Chile.



Figura 2.7. – Máquina papelera N°3.

Una vez obtenido el jumbo, el maquinista debe cortar un trozo de papel y llevarlo al laboratorio perteneciente al departamento de calidad, que tiene la tarea de revisar todos los jumbos fabricados, a través de un análisis para determinar su gramaje, resistencia, blancura, elongación y espesor; y se comparan con los límites establecidos en las fichas técnicas.

Si las características variables del jumbo no se encuentran dentro de estos parámetros, automáticamente es clasificado como recorte y dejado en el patio de materias primas, hasta que se incluya en una nueva receta para su reproceso, como manta. Además, se examina si durante el proceso el papel sufrió alguna alteración física visible, ya sean hoyos, pecas, entre otros; y si presenta algún desperfecto también es rechazado.

Por otro lado, si el jumbo cumple con las exigencias del área de calidad, es almacenado para posteriormente transportarlo hasta la bobinadora, donde el papel es rebobinado, y dependiendo del tipo de producto final, algunos se cortan y forman rodela. Seguido a esto, el jumbo o rodela es llevado al sector del cambio automático y desbobinador, lo cual ya pasa a ser parte del proceso productivo en conversión.

2.2.2. Proceso productivo en conversión

En esta subárea, la primera acción que se realiza es ingresar el jumbo o rodela al sector del cambio automático y desbobinador.

Se debe clasificar si el producto a fabricar pasará a la línea de rollos masivos, doblados o institucionales para continuar con el proceso.

- a) Para el caso de las líneas rollos masivos e institucionales, se utilizan jumbos para formar rollos de papel higiénico y toallas absorbentes. Para ello, el jumbo se coloca en el cambio automático y desbobinador, para que luego la hoja ingrese al gofrador, el que se encarga de imprimir las figuras en el papel.

A continuación, la hoja es prepicada en diferentes sectores y se bobina hasta el diámetro al cual corresponda el producto que se desee. Es así como se obtiene una bobina de papel con el ancho deseado, pero con la altura del jumbo, por lo que se procede a cortar esta bobina, y con ello se obtienen los rollos de papel, los que luego se agrupan en diferentes cantidades según el tipo de embalaje a realizar, para finalmente armar una caja que contenga los paquetes y sea transportada al centro de distribución.

- b) Con respecto a la línea de doblados, se usan rodela para fabricar pañuelos desechables y servilletas. Lo primero que se debe hacer, es colocar la rodela en el cambio automático y desbobinador, para que después pase por la etapa de doblado e ingresa al gofrador. Luego, se corta la hoja y así forma un pañuelo o servilleta, y son agrupadas para armar una bolsa, los que después pasan por un segundo proceso de embalaje, formando paquetes de 3 a 6 bolsas, y finalmente son ingresados a una caja que es transportada al centro de distribución.

2.2.3. Proceso productivo en el centro de distribución

Una vez las cajas son transportadas hasta el centro de distribución, se almacenan hasta que se desee distribuir una orden a un determinado cliente, donde se programa semanalmente el despacho de los productos a los consumidores, dependiendo de la cantidad de camiones y choferes disponibles.

Una vez programado el pedido, se seleccionan los productos a despachar, son paletizados por operarios y luego se almacenan hasta la llegada del transporte, donde una grúa horquilla carga los pallets al camión, que transportará el pedido hasta las instalaciones del cliente.

Finalmente, el cliente informa su conformidad o disconformidad con los productos entregados.

2.3. Detección de la problemática

Dentro del proceso productivo en máquinas papeleras, se comentó que una de las tareas principales que cumple el departamento de calidad es la de revisar todos los jumbos que se han fabricado, la cual es vital para determinar si el producto que se quiere entregar al cliente cumple con todas las características físicas visuales y microscópicas. Con esta revisión, se logra detectar un producto que es calificado como recorte no programado, y desde el 01/01/2015 hasta el 30/09/2015 ha alcanzado una cifra de 1.218 Tn, las que se están amontonando en el patio de materias primas, y no han pasado por la etapa de reproceso, ya que hay 228 Tn que aún quedan del año 2014, lo cual nos da un total de 1.446 Tn de mantas acumuladas. Es por ello, que el problema detectado es el exceso de la cantidad de rechazos que se producen en SCA Chile.

Para categorizar el jumbo como recorte, existen diferentes motivos que especifican calidad en sus informes, los que se explican en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1. – Descripción de motivos de rechazo de jumbos.

Clasificación	Rechazo	Descripción
Stickies	Hoyos	Agujero que queda en el papel.
	Pecas	Agujero producto de adhesivo que queda en el papel.
	Pastillas	Grumos de pasta que no se disgregaron en el proceso.
Normalización	Normalización	Primer jumbo que se produce luego de un cambio de formato.
Máquina	Franjas	Línea arrugada de papel que no se secó correctamente.
	Tono	Tonalidad a la que tiende el papel.
	Formato fuera de rango	Formato de la máquina no cumple con los rangos establecidos.
	Formación	Orientación de fibra inadecuada.
	Exceso de corte	Papel con mayor cantidad de corte que lo permitido.
	Arrebatadura	Franja de aspecto rugoso, por arrastre de humedad en zonas de la hoja.
	Orilla picada	Papel que no quedó bien cortado en la orilla.
	Refile	Orilla no es removida correctamente de la hoja, y avanza
	Arrugas	Papel arrugado.
	Pintas	Impurezas finas que no fueron removidas en el tratamiento realizado en planta reciclados.
	Diámetro	Seteo fuera de los rangos a la fabricación solicitada.
	Desplazamiento	Deslizamiento de la bobina mientras se está enrollando la hoja.
	Rasguño raspador	Raspador corta el papel.
	Parámetros variables del papel	ResLon fuera de rango
ResTra fuera de rango		ResTra fuera de los límites de rechazo determinados por la empresa.
Elongación fuera		Elongación fuera de los límites de rechazo determinados por

Clasificación	Rechazo	Descripción
	de rango	la empresa.
	Blancura fuera de rango	Blancura fuera de los límites de rechazo determinados por la empresa.
	Gramaje fuera de rango	Gramaje fuera de los límites de rechazo determinados por la empresa.
	Suavidad fuera de rango	Suavidad fuera de los límites de rechazo determinados por la empresa.

Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 2.1., se indica que hay veintitrés motivos por los que el papel fabricado se clasifica como recorte, las cuales se dividen en cuatro categorías, según el área a la cual pertenece cada uno.

Cabe destacar que el término fuera de rango se refiere a que el parámetro se encuentra fuera de los límites establecidos por la empresa, el cual puede ser menor o mayor dependiendo el caso.

Para poder analizar el rechazo que se presenta en el proceso, se indica el N° de veces que se ha detectado cada motivo de rechazo., entre el periodo de enero a septiembre 2015, para enfocarse en los que generen el 80% de los problemas, según lo expresado en el diagrama de Pareto. Ésta cuantificación es expresada en la Tabla 2.2., que se muestra a continuación.

Tabla 2.2. – N° de veces que se repite el motivo de rechazo.

Rechazo	N° de veces detectado el motivo	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa Acumulada
Hoyos	224	27,12%	27,12%
Normalización	168	20,34%	47,46%
Pecas	66	7,99%	55,45%
Franjas	31	3,75%	59,20%
ResLon sobre rango	30	3,63%	62,83%
ResLon en húmedo bajo rango	28	3,39%	66,22%
ResTra bajo rango	27	3,27%	69,49%
ResTra sobre rango	26	3,15%	72,64%
ResLon bajo rango	25	3,03%	75,67%
Elongación bajo rango	22	2,66%	78,33%
Blancura sobre rango	19	2,30%	80,63%
Tono	17	2,06%	82,69%
Pastilla	15	1,82%	84,50%
Blancura bajo rango	15	1,82%	86,32%

Rechazo	N° de veces detectado el motivo	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa Acumulada
Gramaje sobre rango	13	1,57%	87,89%
Formato bajo rango	12	1,45%	89,35%
Formación	10	1,21%	90,56%
Exceso de cortes	10	1,21%	91,77%
Arrebatadura	10	1,21%	92,98%
Orilla picada	9	1,09%	94,07%
Formato sobre rango	7	0,85%	94,92%
Elongación sobre rango	7	0,85%	95,76%
Suavidad bajo Rango	5	0,61%	96,37%
Refile	5	0,61%	96,97%
Arrugas	4	0,48%	97,46%
Pintas	4	0,48%	97,94%
Relación RT/RL	4	0,48%	98,43%
Gramaje Variable	3	0,36%	98,79%
Diámetro	3	0,36%	99,15%
Desplazamiento	3	0,36%	99,52%
Gramaje bajo rango	2	0,24%	99,76%
ResLon en húmedo sobre rango	1	0,12%	99,88%
Rasguño raspador	1	0,12%	100,00%
Total	826	100,00%	

Fuente: elaboración propia.

En base a la Tabla 2.2., se logra determinar que se han presentado un total de 826 motivos desde enero a septiembre del 2015, periodo en el cual se han presenciado un total de 33 eventos de rechazo.

Un punto importante a considerar, es que el 47,46% de los rechazos se debe sólo a hoyos y normalización, por lo que con sólo encontrar la causa raíz de éstos y solucionar dicho evento, se podría disminuir en casi un 50% los rechazos. Por consiguiente, en la Figura 2.8., se refleja de manera visual lo indicado en la Tabla 2.2., de manera decreciente.

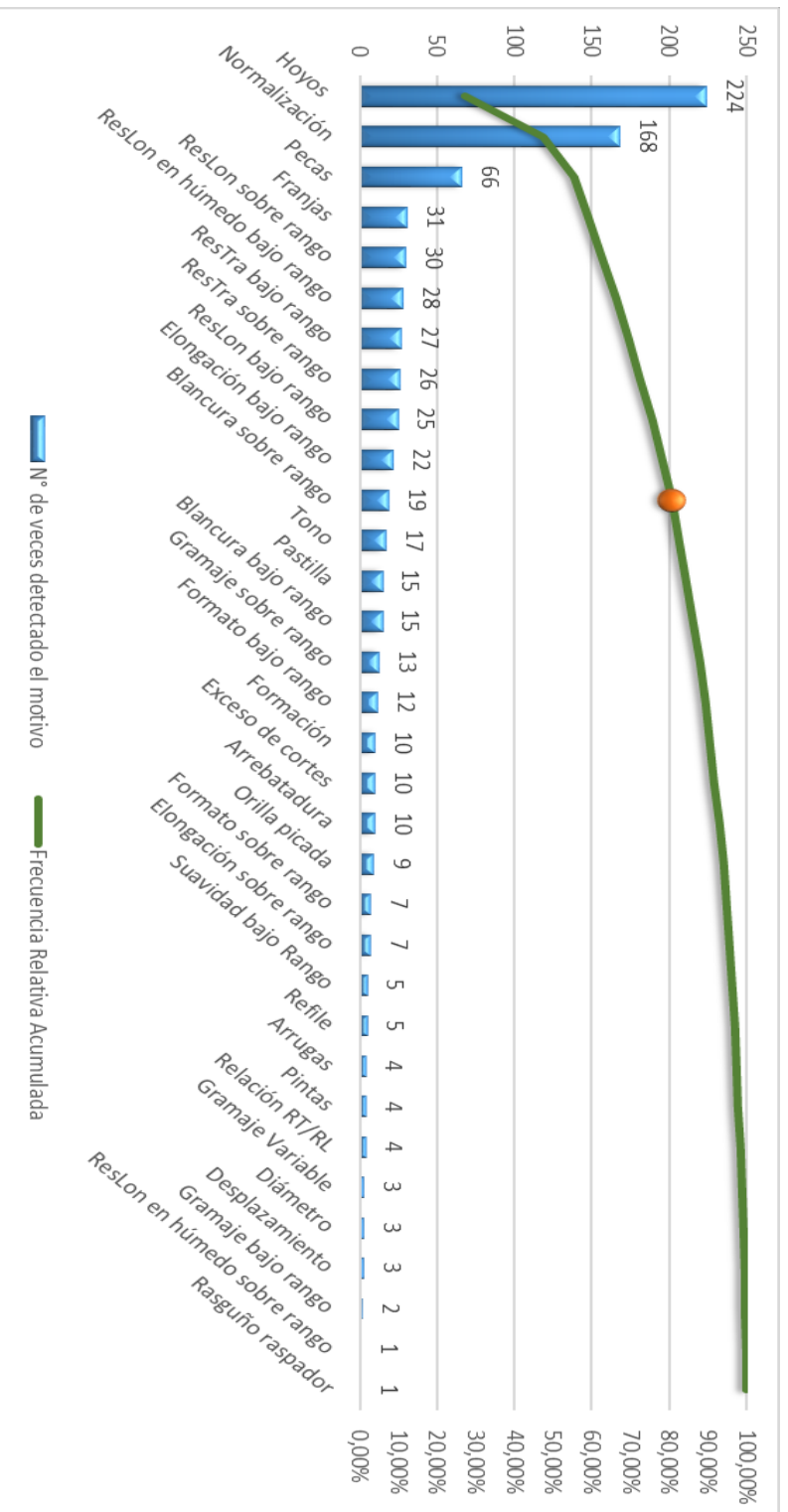


Figura 2.8 – Pareto de los motivos por los que se ha rechazado los jumbos desde enero a septiembre 2015.

Con la Figura 2.8., se distingue que el 80% de los rechazos se origina por hoyos, normalización, pecas, franjas, ResLon sobre y bajo rango, ResLon en húmedo bajo rango, ResTra sobre y bajo rango, elongación bajo rango y blancura sobre rango.

Cabe destacar, que los motivos correspondientes al 20% restante, no serán analizados, considerándose desde el tono hasta rasguño raspador de la Tabla 2.2.

En la siguiente sección se van a identificar las causas de cada rechazo seleccionado, para encontrar la raíz principal de la problemática planteada, y proponer una solución a éste.

2.3.1. Identificación de causas con mayor impacto

Se han encontrado 11 motivos dentro del 80% de Pareto, por los que se produce recorte en la planta, y para estudiarlos, se usará la herramienta de *5 por qué* en cada uno. Esta herramienta se usa realizando en variadas oportunidades la pregunta por qué, donde cada vez que se responde se va detallando a mayor profundidad la causa del problema, y cuando ya no hay como responderla, se ha encontrado la causa raíz.

Antes de analizar los motivos, se explica la metodología de los 5 por qué el cual es un diagrama que se usa para la resolución de problemas, la cual consiste en realizar la pregunta “por qué” de manera sucesiva, hasta que sea difícil responderla, momento en el que se define la causa raíz del problema, con la que se pretende tomar las acciones necesarias para eliminarla y así darle solución al problema, por ende, se puede establecer que se hace uso de esta herramienta cuando se intenta identificar las causas principales más probables de algún problema, y para utilizarla se deben seguir los siguientes pasos:

- 1) Realizar una sesión de lluvia de ideas.
- 2) Una vez que las causas probables hayan sido identificadas, empezar a preguntar “¿Por qué es así...?” o “¿Por qué está pasando esto...?”
- 3) Continuar preguntando al menos unas cinco veces. Esto reta al equipo a buscar a fondo y no conformarse con causas que ya hayan sido identificadas.
- 4) Habrá ocasiones en las que se podrá ir más allá de las cinco veces preguntando, para poder obtener las causas y otras en las que no será posible llegar a cinco veces pues la causa raíz se identificó antes.
- 5) Durante este tiempo se debe tener cuidado de no empezar a preguntar quién, debido a que el equipo está interesado en el proceso y no en las personas involucradas.

Se recomienda que esta técnica se aplique en grupos de no más a diez personas, donde habrá un cabecilla que necesita conocer la dinámica del equipo y la relación que hay entre ellos, ya que en ocasiones pueden generarse conflictos de acuerdo a los comentarios que vayan surgiendo al realizar el análisis.

A continuación, se muestra el diagrama de los cinco por qué, con su respectivo análisis, en los motivos establecidos en el 80%.

2.3.1.1. Hoyos

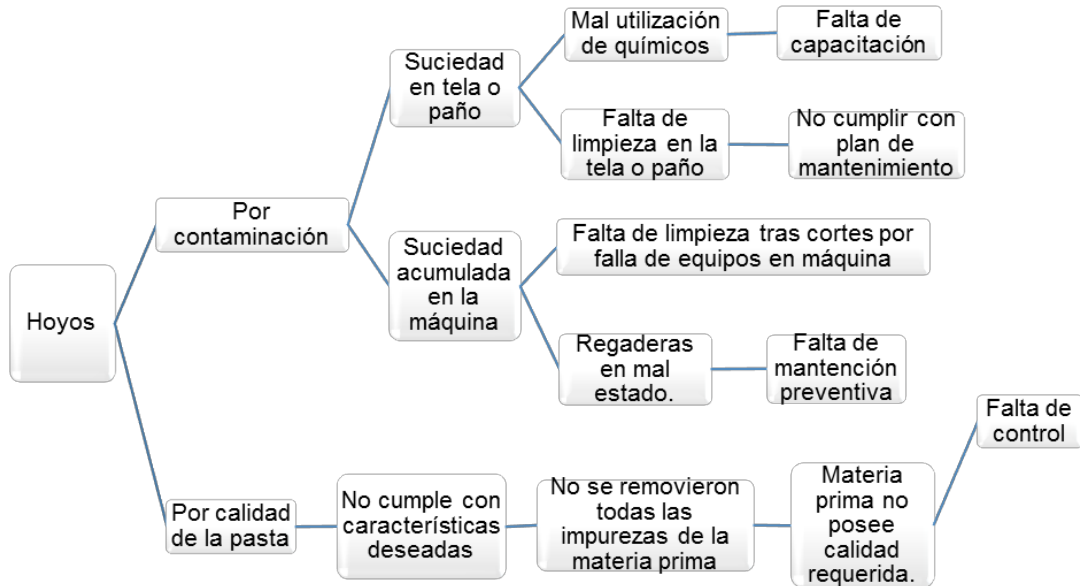


Figura 2.9. – Cinco por qué para hoyos.

De acuerdo a lo indicado en la Figura 2.9., los hoyos se producen debido a la contaminación y por la calidad de la pasta.

Para el caso de la contaminación, ésta se debe a la suciedad que se acumula en la tela o el paño, lo cual es provocado por el uso inadecuado de químicos, debido a la falta de capacitación del personal, y por otro lado es a causa de la falta de limpieza en estos equipos, ya que no se cumple con un plan de mantenimiento adecuado.

Con respecto a la calidad de la pasta, esto se debe a que no se cumplieron con las características deseadas, por el hecho de que no se removieron todas las impurezas de la materia prima en el proceso. Esto sucede cuando la materia prima no cumple con la calidad requerida, específicamente los fardos de papel reciclado, donde el parámetro de calidad que se mide es la blancura y el nivel de pulpa mecánica que posea el fardo. La pulpa mecánica es la cantidad de lignina que posea el papel, compuesto que le da la característica de que tienda a colocarse de color amarillo. Por consiguiente, si el fardo cumple con los criterios de blancura y pulpa mecánica de SCA Chile, es aprobado para utilizar en el proceso. No se realiza otro análisis, ya que a nivel internacional estos son los parámetros para determinar si el fardo es apto para la producción, siendo la calidad de los equipos, la utilización de químicos y otros componentes, los que determinen cómo se formará la pasta. Sin embargo, tampoco existe un control que determine el comportamiento de los componentes de la pasta a lo largo del proceso.

En base a todo lo analizado anteriormente se determina que la causa raíz de los hoyos es por la falta de mantenimiento en los equipos de limpieza y trabajo de la máquina, y poder capacitar a los trabajadores al respecto. Además, tampoco se efectúa un control en los componentes principales de la pasta y el papel a lo largo del proceso productivo.

2.3.1.2. Normalización

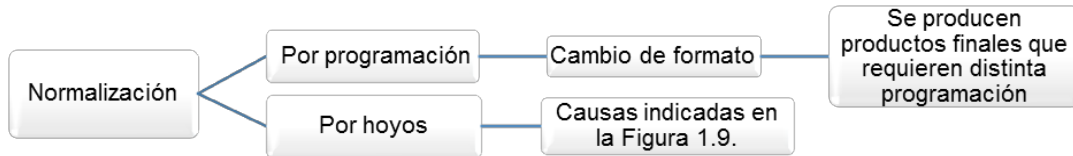


Figura 2.10. – Cinco por qué por motivo de normalización.

Con lo expresado en la Figura 2.10., se establece que la normalización se debe a la programación y a los hoyos.

En el caso de la programación, esta se debe a los cambios de formato, los que se realizan cada 4 días en promedio, ya que cada producto final que se desea fabricar posee un programa distinto. Se considera que al cambiar el formato con el que trabaja la máquina, el primer jumbo se está adaptando a los cambios que se han aplicado, por lo que se obtendrá con características intermedias. Es por esto, que se define como recorte programado.

El cambio de formato, se define a fines del año anterior, y de acuerdo a requerimientos de los clientes puede ir variando. En base a esto, se puede determinar que las causas por programación ya las tiene considerada la empresa como una pérdida normal.

Las causas de los hoyos fueron determinadas en la Figura 2.9., y con su análisis se determinó que hace falta un plan de mantenimiento en los equipos donde se tienden a formar hoyos, y un control que determine el comportamiento del papel a lo largo del proceso.

2.3.1.3. Pecas

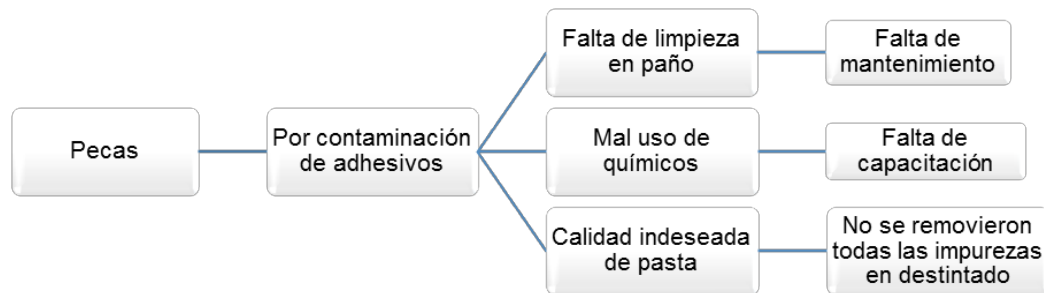


Figura 2.11. – Cinco por qué para las pecas.

Acorde a lo indicado en la Figura 2.11., las pecas se originan debido a la contaminación de adhesivos, y esto se debe a una falta de limpieza en el paño, ya que no se cuenta con un plan de mantenimiento adecuado; por la utilización ineficiente de químicos a causa de que no hay una capacitación para los trabajadores en cuanto a su uso; y por la calidad de la pasta, pues en el proceso de destintado, no hubo remoción total de las impurezas de este tipo. Es necesario que tanto planta papelera como planta reciclado estén coordinadas para seguir con la receta que se ha programado.

Por todo lo anterior, se establece que la causa raíz de las pecas es la carencia de un plan de mantenimiento en el paño, no hay capacitación adecuada y falta de coordinación.

2.3.1.4. Franjas

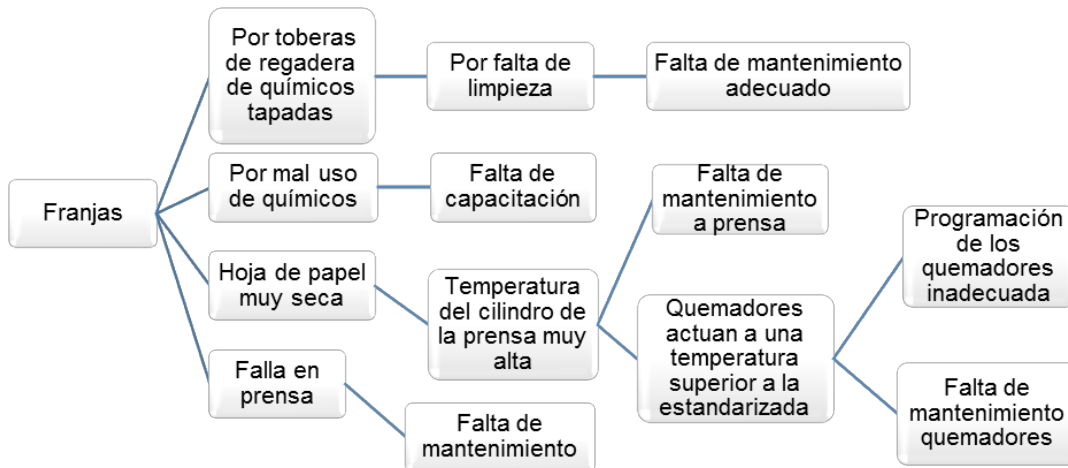


Figura 2.12. – Cinco por qué en franjas.

Se puede apreciar en la Figura 2.12., que el origen de las franjas se debe a cuatro razones; las toberas de las regaderas de químicos se encuentran tapadas, hay un mal uso de químicos, porque la hoja de papel está muy seca y por la presencia de alguna falla en la prensa. Todas estas actividades se detectaron en la parte del prensado del papel.

Que las toberas estén tapadas significa que no se realizó una limpieza en ellas, y esto es a causa de que no hay un plan de mantenimiento adecuado. Además, como se ha presenciado en análisis anteriores, la utilización inadecuada de químicos radica en el hecho de que no exista una capacitación previa para los trabajadores.

Si la hoja de papel está muy seca, es la temperatura del cilindro de la prensa la que se encuentra muy alta, y esto se debe a una falta de mantenimiento en la prensa o porque los quemadores están trabajando a una temperatura superior al estándar del formato, ya que se encuentra en una programación inadecuada, o porque les hace falta un mantenimiento. Cabe mencionar, que los quemadores son los que generan el vapor necesario que necesita la prensa para secar la hoja.

Cuando se presenta una falla en la prensa hay que detener la producción. Si ésta falla repentinamente es porque hay una falta de mantenimiento en este equipo. Una falla que se puede detectar previamente en la prensa es cuando el copado del cilindro no está con el ángulo de coseno correcto. De estar erróneo, el papel puede quedar húmedo a los costados o en el centro, formando las franjas.

En base a lo anterior, se vuelve a encontrar que hace falta un plan de mantenimiento, siendo en esta oportunidad, en los equipos con los que se realiza el proceso de prensado. Por otro lado, se requiere capacitar a los trabajadores, tanto en el mantenimiento como en la programación de la temperatura de trabajo de los quemadores.

2.3.1.5. ResLon

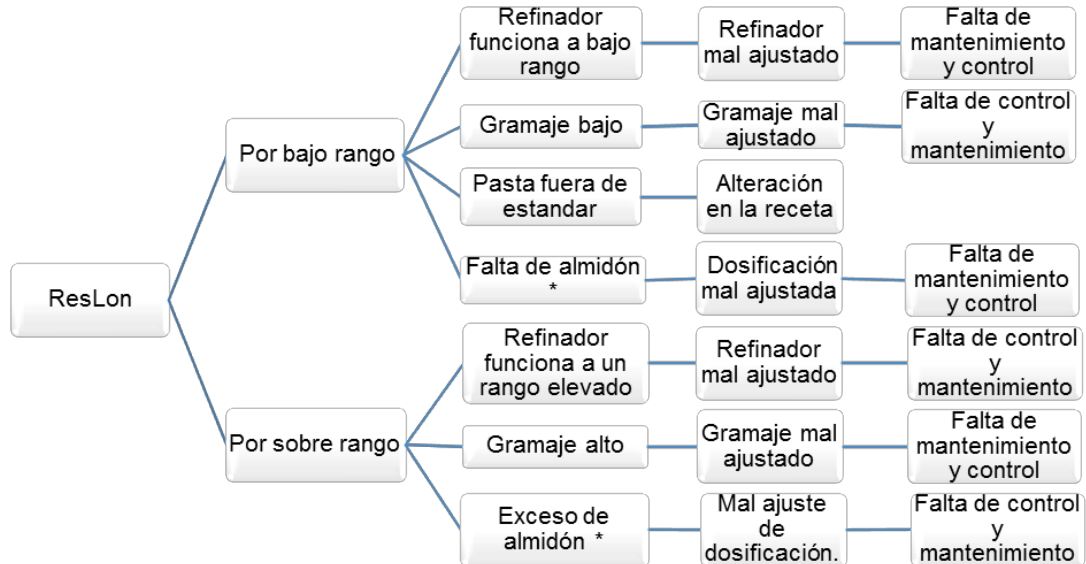


Figura 2.13. – Cinco por qué en ResLon.

En la Figura 2.13., se ilustra la ResLon por bajo y sobre rango.

Por bajo rango, se determina que se debe a causa de que el refinador esté funcionando a un nivel bajo, el gramaje sea menor, la pasta se encuentre fuera de estándar o por la falta de almidón; mientras que por sobre rango el refinador opera a un nivel elevado, el gramaje es mayor o hay un exceso de almidón.

Que el refinador trabaje fuera de rango, significa que no tiene el ajuste correcto, y eso es debido a una carencia de mantenimiento del equipo y una falta de control en el comportamiento de la resistencia a lo largo del proceso, ya que se podría saber si se encuentra dentro de los estándares con ello. Esta determinación también ocurre en el gramaje.

En el caso del almidón, cabe mencionar que éste sólo se utiliza en papeles que requieran una alta ResLon, como las toallas absorbentes, y que haya un exceso o falta de este componente, es porque la dosificación no se hizo de la manera correcta, y se vuelve a detectar la falta de mantenimiento y control.

Cuando la pasta se encuentra fuera de estándar es debido a que hubo alguna alteración en la receta. Esto ocurre cuando se agrega algún químico para contrarrestar efectos de un fardo de papel reciclado que no cumplió las expectativas en el proceso.

De acuerdo a lo indicado anteriormente, se establece que la causa raíz de variaciones en la ResLon es la inexistencia de un control que mida el comportamiento de la resistencia y del gramaje, además de la falta de un plan de mantenimiento adecuado en los equipos que influyen en otorgar y disminuir esta característica al papel.

2.3.1.6. ResLon en húmedo

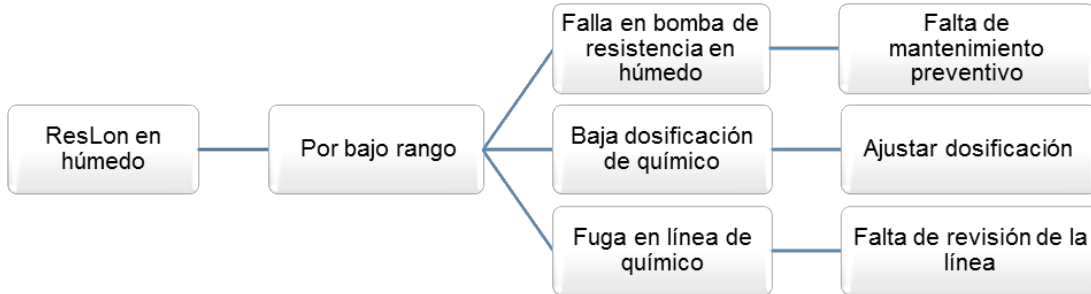


Figura 2.14. - Cinco por qué en ResLon en húmedo.

La Figura 2.14., expresa que la ResLon en húmedo por bajo rango se debe a la falla en bomba que se utiliza en la dosificación del químico, hay una baja dosificación o una fuga en la línea del químico.

La baja dosificación de químicos se presenta cuando se encuentra mal ajustada la dosis, donde es necesario que el operador cambie el ajuste al cual se encuentra trabajando, y para ello se requiere capacitación.

Para el caso de la falla en la bomba y la fuga en la línea de químicos, la causa determinada es que hace falta un plan de mantenimiento y una revisión de la línea respectivamente, por lo que se puede concluir que es el mantenimiento donde se originan los problemas.

2.3.1.7. ResTra

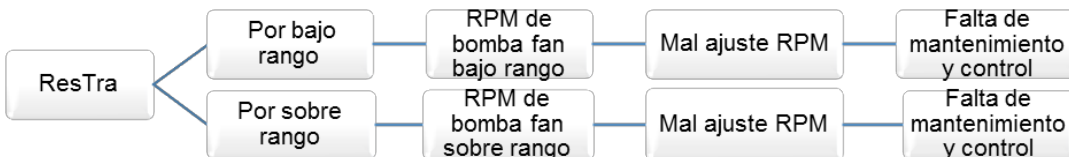


Figura 2.15. - Cinco por qué en ResTra.

A través de la Figura 2.15., se muestra que el origen de una alteración en la ResTra, ya sea que se encuentre sobre o bajo rango, es debido a que las RPM de la bomba fan no están establecidos en los niveles normales, debido a un mal ajuste en la bomba fan, lo que se podría evitar si se hiciera un correcto mantenimiento en la bomba. Además, no existe un control en el comportamiento de la ResTra a lo largo del proceso.

Por lo tanto, se concluye que el motivo de las variaciones en ResTra es por la falta de mantenimiento en la bomba fan y la carencia de un control del comportamiento de esta característica, pues con ello se lograría ver cuándo se presente alguna anomalía, y se podrán aplicar medidas correctivas a tiempo.

2.3.1.8. Elongación

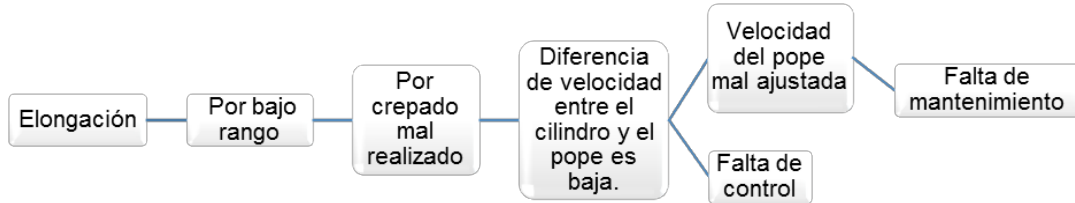


Figura 2.16. – Cinco por qué en elongación bajo rango.

La Figura 2.16., ilustra que la elongación se encuentra en bajo rango cuando el crepado se realiza de manera incorrecta, y esto se debe a la diferencia de velocidad entre el cilindro de la prensa y el pope. Cabe destacar que la velocidad del cilindro es constante, por lo que es la velocidad del pope la que se encuentra mal ajustada, a causa de que no se realizó un mantenimiento adecuado. Además, tampoco hay un control que muestre el comportamiento de la elongación a lo largo del proceso productivo.

Con lo explicado anteriormente, se puede determinar que la causa raíz de las variaciones de la elongación es la falta de un mantenimiento en el pope y la escasez de un control que mida esta característica en la producción.

2.3.1.9. Blancura



Figura 2.17. – Cinco por qué en blancura sobre rango.

Por medio de la Figura 2.17., se ilustra que las causas por las que se presenta un exceso de blancura es por el mal uso de blanqueadores o la receta para fabricar el papel tissue programado, no es la correspondiente.

Si hubiera un control que midiera el comportamiento de la blancura durante el proceso, sería posible notar cuando la blancura se presente de manera anormal.

Una vez analizados los primordiales motivos por los que se rechazan los jumbos, se detectó que no existe un control en los categorizados dentro de los parámetros del papel, y es por ello que no se sabe que algún componente de la máquina debe ser ajustado antes de continuar con el proceso, mientras que en los otros repite el hecho de que no se cumpla con el mantenimiento preventivo de debiera realizarse en las máquinas.

2.4. Objetivo general y específicos

En concordancia a la problemática abordada y las causas que la originan, se ha determinado el siguiente objetivo general con sus respectivos objetivos específicos:

a) Objetivo general:

- Realizar una propuesta para reducir la cantidad de jumbos rechazados en SCA Chile.

b) Objetivos específicos:

- Diseñar una herramienta de control que permita monitorear los procesos, y pueda expresar la tendencia que tendrán los parámetros del papel a lo largo del proceso productivo en máquinas papeleras.
- Diseñar una propuesta de mantenimiento preventivo en los equipos mencionados en la identificación de causas.

c) Indicadores:

Para validar y medir si se logra cumplir con los objetivos planteados, se utilizarán los siguientes indicadores, que se basarán en la información obtenida por semana:

$$\% \text{ de rechazo obtenido} = \frac{\text{Kg rechazados}}{\text{Kg producidos}} * 100\% \quad (2.1.)$$

Este indicador comparará los resultados que se han obtenido durante el año 2015, con los que se obtendrán una vez implementados los diseños de mejora.

$$\text{Pérdida en pesos por jumbos rechazados} = 751 \text{ pesos} * \text{Kg rechazado} \quad (2.2.)$$

Se considera que cada Kg de papel se fabrica a un costo de 751 pesos. Este último valor, es valor real del año 2015 obtenido a través de un prorrateo que calcula el departamento de *controlling*. Cuando no se posee el valor real, se realiza un estimado por medio de una metodología conocida como costo estándar.

Los costos que se incluyen en este estimado, son los de materia prima, químicos, insumos, gastos de fabricación, costo adicional del papel, gastos de soporte de operación y rechazos que se establecen en el área de conversión.

Se efectúa un costo unitario para cada producto que se forme a partir de un jumbo, siendo el promedio de éstos el valor que reemplazaría al real en pesos por Kg. En el Anexo N°2, se muestra el cálculo del costo por kilo del higiénico plus, como referencia.

$$\text{Min perdidos} = 45 \frac{\text{min}}{\text{jumbo-hombre}} * 6 \text{ hombres} * \text{jumbos rechazados en 1 semana} \quad (2.3.)$$

Este indicador, muestra los minutos que se perdieron por los operadores que trabajan en máquinas papeleras para fabricar jumbos durante una semana. Los 45 min corresponden

al promedio en tiempo que demora cada máquina en producir un jumbo, mientras que, los 6 hombres representan a los operadores que hay por turno exclusivamente para labores en máquina papeleras, los que se encargan de que se fabrique un jumbo correctamente.

$$\text{Pérdida en pesos por Min perdidos} = \text{Min perdidos} * 162 \text{ pesos} \quad (2.4.)$$

Finalmente, el cuarto indicador expresa los minutos perdidos por m de obra en términos monetarios, siendo los 162 pesos, el pago por minuto a los operadores de máquinas papeleras, el cual fue calculado de la siguiente forma:

Tabla 2.3. – Cálculo de precio por minuto trabajado por operadores de máquinas papeleras.

	Sueldo Base	Cantidad (MO)	Turnos	Total Mensual	Total Minuto
Asistente	\$ 255.000	2	3	\$ 1.530.000	\$ 35
P. Oficial	\$ 360.000	2	3	\$ 2.160.000	\$ 50
Maquinista	\$ 550.000	2	3	\$ 3.300.000	\$ 76
Total	\$ 1.165.000	6		\$ 6.990.000	\$ 162

Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 2.3., se muestra el salario base para el asistente, primer oficial y maquinista, tanto para la máquina papelera 2 como la máquina papelera 3, considerando que hay 3 turnos diarios. Con estos datos, se obtuvo el valor total mensual del sueldo en cada cargo, y con ello el total por minuto.

Cabe mencionar, que este valor fue calculado con los salarios base de cada cargo, sin incluir horas extras que pudieran realizar en el periodo.

Una vez determinados los indicadores con los que se evaluarán los resultados de la implementación, se procederá a identificar las herramientas adecuadas para cumplir los objetivos planteados en este capítulo.

3. Marco teórico

En este capítulo, se presentarán dos puntos generales, con los que se podrá determinar una manera de cumplir con los objetivos específicos propuestos. El primero se basará en herramientas que permitan gestionar el control de calidad en los procesos, incluyendo aquellos que son aplicados en SCA, mientras que en la segunda parte se mostrarán distintos métodos que se aplican para organizar mantenciones preventivas a maquinarias.

Todo ello, es con el fin de encontrar una solución a la problemática explicada en el Capítulo N°2, donde se determinó que es necesario reducir la cantidad de rechazo de jumbo, por motivos no programados, y en el análisis se encontró que no hay un control a lo largo del proceso, que muestre el comportamiento de las características físicas que componen el papel, por lo que no se puede determinar si el jumbo puede venir con alguna falla hasta que es fabricado.

Además, se encontró que, en algunos casos, no se sigue de manera adecuada el plan de mantenimiento, y muchas veces la máquina falla y se deben realizar acciones correctivas, cuando se pudo haber evitado si se efectuaran mantenciones preventivas cada cierto periodo.

Al finalizar la investigación de metodologías, se decidirá cuales serán aplicadas para el diseño de la solución que se propondrá a SCA Chile para su implementación.

3.1. Calidad

Al mirar hacia atrás, se destaca la evolución que ha tenido el ser humano, con lo que han nacido nuevas necesidades en todos los aspectos de la vida. Por ejemplo, uno de los cambios más revolucionarios de los tiempos modernos es la globalización, la cual se entiende como un proceso de interconexión económica, financiera, social, cultural y política, que va incrementando a medida que crece el transporte, las tecnologías de información y comunicación. Con ello, los procesos productivos también han debido adaptarse a los cambios, que van ligados a que el valor de los productos dependa cada vez más de las características no materiales que posea, ya sea el diseño, imagen, distribución, entre otros; en vez del uso principal del producto.

Lo anterior indica que cada día son el conocimiento, la información y la creatividad los que aumentan el valor de los productos y de los servicios; donde de ellos se deriva a aspectos como el liderazgo, conocimiento de los clientes, logística, mejoramiento de la calidad y productividad, y otras características que implican innovación, investigación y desarrollo.

Dentro de los aspectos fundamentales que se debe considerar en una industria, se encuentra el control de calidad, pero para entender este concepto, primero es necesario comprender a que se refiere el término calidad.

Existen varias definiciones para éste, siendo la que integra la Sociedad Americana de la Calidad como “la totalidad de prestaciones y características de un producto o servicio que son la base de su capacidad para satisfacer necesidades explícitas o implícitas”.

Con ello, se puede definir calidad, como la capacidad que posee un producto o servicio para satisfacer las necesidades de los consumidores, ya que es él quien determina si se han cumplido todas las expectativas que había sobre lo ofrecido. Por lo tanto, se dice que hay satisfacción cuando el cliente apreció en el producto o servicio al menos lo que esperaba.

Una de las maneras en las que se identifica la calidad, introduciendo las características mencionadas anteriormente, es a través de la creación de valor para el cliente, la que se muestra como el resultado del siguiente cociente:

$$\text{Valor} = \frac{\text{atributos del producto} + \text{imagen} + \text{relaciones}}{\text{precio}} \quad (3.1.)$$

Los atributos del producto son las características que intervienen en su funcionamiento a lo largo del tiempo y en su estética, mientras que la imagen se refiere al prestigio actual de la empresa según la opinión y percepción del cliente, y finalmente las relaciones son determinadas según la calidad del servicio y en las relaciones que posea la organización con los distintos actores u otros factores, ya sea los clientes, proveedores, la cadena de distribución, entre otros. Estos tres aspectos se suman y son divididos por el precio que el cliente debe pagar por el producto. Cabe mencionar que estos factores son dependientes entre sí, pues, por ejemplo, si los atributos del producto no cumplen con las expectativas, la imagen de la compañía se ve afectada al igual que las relaciones, por lo que el precio debe variar.

En base a todo lo expresado, se establece que la empresa debe enfocarse hacia el cliente, de manera tal que el negocio se vea desde su perspectiva, definiendo cada actividad y proceso en función al valor que se agrega para el cliente. El deseo es que el valor sea mayor a uno, lo cual indica que el cliente recibe más de lo que paga por el producto, y para ello existen cuatro formas: reducir el precio del producto, acrecentar los atributos de calidad y funcionalidad del producto o servicio, mejorar la imagen de la organización y trabajar por una mejor atención y en las relaciones con el mundo que interactúa con la empresa. Todas ellas se deben atender simultáneamente pues si alguna es descuidada, el consumidor notará la insuficiencia de valor lo que lo llevará a sentir insatisfacción. Para cumplir con este objetivo, es necesario seguir con las tres actividades centrales de un sistema de calidad: diseñar y desarrollar nuevos productos y procesos, monitorear y controlar los procesos, y mejorar los procesos.

Si bien la calidad puede estar a la vista del cliente, son los directores de operaciones los que deben definir qué es lo que éste espera para poder fabricar un producto. Por este motivo, es que las organizaciones se basan en la gestión de calidad total para cumplir con las expectativas de los usuarios.

Por gestión de calidad total, se entiende la gestión de toda la organización, de forma que se destaquen todos los aspectos de los productos y servicios relevantes para el cliente. Cabe destacar, que es de vital importancia, a razón de que las decisiones sobre calidad influyen en las decisiones estratégicas que aplican los directores de operaciones, pues cada

una otorga información y trata algún aspecto que ayuda a identificar las expectativas de los clientes para cubrir sus necesidades. Es por esto, que los directivos se enfrentan a grandes desafíos y para superarlos es necesario conocer a mayor profundidad cómo obtener la calidad deseada en la empresa.

3.1.1. Fundamentos de la calidad

Para entender mejor los retos a los que se enfrentan los directivos, es necesario conocer las ideas que hicieron posible adaptarse a los cambios en las organizaciones, las que dieron sus frutos entre las décadas de 1980 y 1990, y algunas siguen vigentes en la actualidad. Estas ideas nacieron gracias a diferentes personas que contribuyeron en el desarrollo de la calidad, algunos incluso son llamados los gurús de la calidad.

3.1.1.1. Joseph M. Juran (1904 - 2008)

Nació en la ciudad de Braila, Rumania. En 1912 su familia se mudó a Estados Unidos y doce años más tarde se graduó en ingeniería eléctrica en la Universidad de Minnesota e inició su trabajo en la Western Electric de Hawthorne Works, Chicago. En 1928, realiza su primer trabajo sobre calidad: "Métodos estadísticos aplicados a los problemas de manufactura", y desde allí enfatizó todos sus estudios en la administración de las organizaciones.

Una de sus contribuciones clave es la trilogía de la calidad, un esquema de administración funcional cruzada que está compuesta por tres procesos administrativos [Juran, 1990; 1992]:

- Planificación de la calidad: se realizan todos los productos y procesos que se requieran para satisfacer las necesidades de los clientes, y para ello se establecieron una serie de actividades: determinar quiénes son los clientes, cuáles son las necesidades de los clientes, traducir las necesidades al lenguaje de la organización, efectuar un producto que responda a estas necesidades, desarrollar el proceso que sea capaz de crear el producto con las características requeridas y transferir los planes resultantes a las fuerzas operativas.
- Control de calidad: este proceso consta de tres etapas: evaluar el desempeño actual del proceso, compararlo con las metas de calidad que posee la empresa y actuar sobre la diferencia que se encuentre.
- Mejoramiento de la calidad: busca mejorar el desempeño del proceso a niveles de calidad sin precedentes, y para esto Juran propuso una estrategia regida en 10 pasos:
 - 1) Despertar la conciencia sobre las oportunidades de mejora.
 - 2) Establecer metas de mejoramiento.
 - 3) Organizarse para alcanzar esas metas.
 - 4) Impartir capacitación.
 - 5) Llevar a cabo proyectos de resolución de problemas.
 - 6) Informar acerca de los progresos.

- 7) Dar el debido reconocimiento individual.
- 8) Comunicar los resultados.
- 9) Llevar un recuento del proceso.
- 10) Mantener el ímpetu haciendo que el mejoramiento anual sea parte integral de los sistemas y procesos habituales de la organización.

Cabe mencionar que estos aportes de Juan siguen estando vigentes, donde indica que es necesario identificar e investigar a los clientes y sus necesidades, así la dirección y los esfuerzos de mejora se enfocarán en satisfacer de mejor forma los requerimientos de los consumidores.

Si bien las estrategias actuales han cambiado, ya sea Lean, Seis Sigmas o alguna otra, se sigue trabajando para hacer mejor las cosas, más rápido y más barato, como se determina en la trilogía de Juran.

3.1.1.2. Kaoru Ishikawa (1915 – 1989)

Nació el año 1915 en Japón, se graduó de ingeniería y obtuvo su doctorado en la Universidad de Tokio, siendo promovido a profesor en 1960. En Japón desempeñó un rol vital en la calidad, con sus aportes de ideas y actividades de promoción. Él comenzó a utilizar de forma sistemática el diagrama causa-efecto, que hoy en día también es conocido como diagrama de Ishikawa.

Ishikawa plantea en su libro que el control total de calidad (CTC), es una nueva filosofía de administración que las empresas deben considerar como uno de sus objetivos principales y para eso deben establecer metas a largo plazo y colocar a la calidad en primer lugar, comenzando en el área de compras. El CTC debe ser responsabilidad de todos los integrantes de la organización.

También hace mención de la importancia que juegan las siete herramientas de la calidad, que se describirán más adelante.

3.1.1.3. Philip B. Crosby (1926 – 2001)

Nació en Wheeling, Virginia, Estados Unidos, en 1926. Trabajó en Martin-Marietta desde 1957 a 1965, donde surgió un movimiento importantísimo por la calidad, conocido como cero defectos, el cual se enfocaba en aumentar las expectativas de la administración y a motivar y concientizar a los trabajadores por la calidad. James Halpin, director de Martin Company decía que la razón por la que había falta de perfección era porque ésta no se esperaba, por lo que, si la administración demanda perfección, ésta sucede. Crosby continuó y perfeccionó este enfoque en sus libros, entrando en una rivalidad con las teorías de Deming.

Para él, la clave de la calidad es que debe hacerse bien a la primera, y es la base del cambio hacia la calidad, ofreciendo un producto o servicio que cumpla con todas las expectativas de los clientes, y para ello hay que construir un sistema de calidad que prevenga las fallas, cuyo estándar de desempeño sea cero defectos.

3.1.1.4. W. Edwards Deming (1900 – 1993)

Para finalizar con las ideas expuestas por algunos gurús de la calidad, se mencionará a Deming, quien nació el 14 de octubre de 1900 en Wyoming, Estados Unidos. En la universidad de Wyoming recibió su título de física y matemáticas y en Yale su doctorado en física. Trabajó en la planta Hawthorne de la Western Electric de Chicago, donde 46.000 personas fabricaban teléfonos obteniendo malas remuneraciones y en un ambiente de explotación laboral. Es en este lugar donde algunas de sus ideas de administración surgen, ya que los trabajadores eran remunerados según lo que producían.

Al pasar los años se adentra en el control de la calidad, y en un sistema conocido como control estadístico de la calidad, del cual se hablará más adelante. Fue reconocido en Japón en la década de los 50, y en Estados Unidos 30 años después, donde sus propuestas mostraron cambios radicales en grandes corporaciones. En 1986, Deming publicó el libro *Out of the Crisis* [Deming, 1989], donde expresa los 14 principios para transformar la gestión en la organización, los que en conjunto dan a entender lo que puede proporcionar la calidad en una empresa.

Deming propuso los siguientes principios para transformar la gestión en las organizaciones:

- 1) Crear constancia en el propósito de mejorar el producto y el servicio.
- 2) Adoptar la nueva filosofía:
- 3) Dejar de depender de la inspección de todos los productos como una forma de asegurar la calidad, ya que esto no lo garantiza.
- 4) Acabar con la práctica de hacer negocio sólo con base en el precio.
- 5) Mejorar constantemente el sistema de producción y servicio.
- 6) Implantar la formación (instituir la capacitación en el trabajo).
- 7) Adoptar el nuevo estilo de liderazgo.
- 8) Desechar el miedo.
- 9) Eliminar las barreras organizacionales que impiden trabajar en equipo para lograr la mejora continua.
- 10) Eliminar lemas, exhortos y metas para la mano de obra.
- 11) Eliminar las cuotas numéricas para la mano de obra.
Fundamentar las acciones de la dirección con base en planes y proyectos, y no sólo en metas numéricas.
- 12) Eliminar las barreras que privan a la gente de su derecho a estar orgullosa de su trabajo.
- 13) Estimular la educación y la automejora de todo el mundo.
- 14) Generar un plan de acción para lograr la transformación.

Deming indicó que para lograr estos principios se debe unificar la organización, fomentando el trabajo en equipo, pensar que cada área también es un cliente dentro de la empresa, motivando a las personas, perdiendo el miedo, generar comunicación sincera y enfocar el liderazgo hacia la mejora continua. Además, enfatiza la necesidad de emplear la filosofía del ciclo PHVA (planear, hacer, verificar y actuar), para adoptar un proceso de cambio que trabaje de manera más inteligente, con proyectos que ataquen las causas de alguna complicación que se presente, y se basen en el conocimiento de la variabilidad.

3.1.2. Ciclo PHVA

Dentro de los fundamentos de la calidad, se hace mención al ciclo PHVA, también conocido como ciclo de Shewhart, Deming o ciclo de la calidad; el cual es de gran utilidad para la estructuración y ejecución de proyectos de mejora de la calidad y la productividad en todos los niveles jerárquicos de la organización. Este ciclo sigue la siguiente estructura:

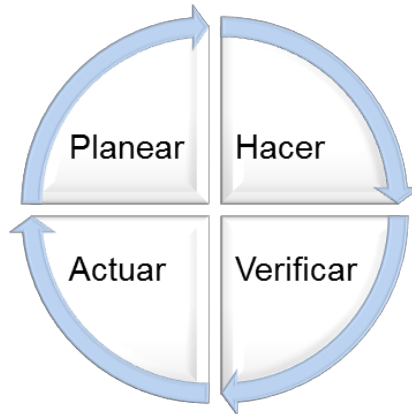


Figura 3.1. – Ciclo PHVA o ciclo de Deming.

La figura 3.1., muestra cada uno de los componentes del ciclo, los que se refieren a:

- **Planear:** se buscan actividades que pueden ser mejoradas y se establecen los objetivos y procesos que cumplan esa finalidad. Para analizar posibles mejoras se pueden hacer grupos de trabajo, escuchar la opinión de los miembros de la organización, buscar tecnologías y herramientas que contribuyan al desarrollo del plan.
- **Hacer:** implementar la mejora propuesta. Se recomienda aplicar a pequeña escala o hacer un ensayo inicialmente, para probar su funcionamiento antes de efectuar los cambios a mayor escala.
- **Verificar:** se evalúan si los resultados obtenidos tras el implemento de la mejora, fueron los esperados.
- **Actuar:** cuando culmina el periodo de prueba y los resultados obtenidos son satisfactorios, se procede a implementar la mejora de manera definitiva. De no cumplir las expectativas, es necesario modificar la mejora y ajustarla a los objetivos esperados.

Para cumplir efectivamente este ciclo, es clave utilizar las herramientas básicas de la calidad. Cabe destacar que es un ciclo continuo, y su filosofía se ha incorporado en varias metodologías de desarrollo de procesos, como es el caso de seis sigmas.

3.1.3. Seis sigma

Hasta ahora, se han visto fundamentos históricos sobre calidad, donde varios se han utilizado como base para formar metodologías de trabajo en la organización. Una de ellas, es conocida como seis sigmas, y fue introducida por primera vez en el año 1987 en Motorola, por un equipo de directivos liderado por el presidente de la organización Bob Galvin, que tenían la intención de disminuir los defectos de los productos electrónicos.

Sigma es la letra griega con la que se denota la desviación estándar poblacional o de un proceso, la cual proporciona una manera de cuantificar la variación que posee una variable en esa población o proceso. Por otro lado, seis sigmas es una estrategia de mejora continua del negocio, cuyo objetivo es mejorar el desempeño de los procesos en una organización y reducir la variación; lo cual se direcciona a encontrar y eliminar causas de los defectos, fallas, errores y retrasos en los procesos, tomando como referencia las necesidades de los clientes.

La meta de este método es obtener procesos con una calidad seis sigmas, dicho de otra forma, que como máximo generen 3.4 defectos por millón de oportunidades de error, y para ello es necesario poseer un programa vigoroso de mejora, el cual es diseñado e impulsado por los directivos de la organización; y para lograrlo hay que desarrollar proyectos 6s que tengan la finalidad de crear mejorar y remover los defectos y retrasos de los productos, servicios y procesos.

Seis sigmas, se apoya en métodos definidos en los fundamentos y herramientas estadísticas, siendo una de las técnicas que se utiliza para gestionar el control de calidad.

3.1.4. Control de calidad

El control de calidad tuvo sus inicios a principios del siglo XX, siendo el desarrollo de las metodologías de producción en cadena donde se planteó el primer obstáculo de calidad, planteando que estaba ligada a la conformidad de los productos y sus componentes; pues mientras ésta es mayor, menor sería el número de desechos y reprocesos, por lo que el costo de producción y del producto reduciría. Es allí donde surgen los primeros procedimientos de control de calidad, donde se realizaban una serie de observaciones que después verificaban la concordancia de las características del producto o proceso según su especificación previamente acordada por la empresa. Los resultados que se obtenían, eran separados en producto aceptable o no aceptable a través de la inspección final del producto.

Frederick Taylor en el año 1911, supuso la separación entre la planificación del trabajo y su ejecución en Estados Unidos, indicando que la planificación debía realizarse por distintos especialistas mientras que los operarios eran los encargados de ejecutar dicha planificación. Fue entonces cuando comenzaron a enfocarse en la inspección de la producción, donde se crearon departamentos que cumplieran este objetivo, y así separarían los productos defectuosos de los que fueran buenos, para que el cliente recibiera aquellos que fueran aprobados. Con esto, la productividad aumentó, pero se formó el pensamiento de que la calidad era solo algo que sólo veían las áreas especializadas, donde cada departamento entregaba su producción al siguiente y al final, era el área de calidad quien separaba los productos.

En la década de 1920 Walter A. Shewhart se dedicó al perfeccionamiento de los métodos de control de calidad, introduciendo el muestreo estadístico de procesos, el que veía la variabilidad del proceso según las causas, lo que desplaza al control de calidad, de una simple inspección a un control estadístico de procesos, con el objetivo de determinar cuándo un proceso es sometido a variaciones en su comportamiento, lo que provocaría un producto defectuoso.

En la segunda guerra mundial, Estados Unidos fabrica material militar que utilizaba nueva y sofisticada tecnología, por lo que se apoyaron en los métodos estadísticos de control de calidad y éste fue impulsado hacia una nueva etapa, la que al culminar la guerra llama la atención de Japón, e invitan a Deming a impartir cursos y seminarios que promueven el uso del control estadístico de procesos. La aplicación de esta técnica se hizo muy popular entre las industrias, aun así, no era suficiente, pues involucraba solo a ingenieros y a personal de planta, dejando sin mucha participación a los otros miembros de la organización.

Juran visita Japón en 1954 e imparte cursos dirigidos a directivos de distinto nivel y les explica su papel en el control de calidad, lo cual marca una transición en las actividades de control, extendiéndola hacia toda la empresa, y es cuando nace el control total de la calidad, donde todos los departamentos colaboran entre sí para lograr este fin. Este pensamiento contradecía lo expresado por Taylor, ya que él relegaba a los operarios a seguir órdenes y los procedimientos eran establecidos por especialistas.

A partir de 1962 se crean círculos de calidad, lo que se define como: *“Un grupo pequeño que desarrolla actividades de control de calidad dentro de un mismo taller. Este pequeño grupo lleva a cabo continuamente, como parte de las actividades de control en toda la empresa, autodesarrollo y desarrollo mutuo, control y mejora dentro del taller utilizando técnicas de control de calidad con participación de todos los miembros”* [Ishikawa, 1986]. Sin embargo, las técnicas estadísticas de control de calidad tenían un nivel de complejidad que impedían su uso para el personal que no se especializaba en ellas, y allí es donde nace la necesidad de disponer de herramientas que no requirieran de un conocimiento mayor en métodos estadísticos, y así fueran aplicadas en los círculos de calidad.

En 1968 Ishikawa propone un conjunto de herramientas simples para que se aplicaran en los círculos de calidad, donde indica que con estas siete técnicas sería posible resolver el 95% de los problemas que aparecen en una empresa, sobre todo en el área de producción; las que posteriormente se bautizaron como las 7 herramientas básicas de la calidad y se siguen aplicando en metodologías posteriores.

Estas herramientas tienen la característica de ser aplicadas en un amplio rango de problemas, ya sea de control de calidad, producción, marketing, administración, entre otros. Además, pueden ser utilizadas por personas con una formación media.

Hoy en día, la calidad es vital para las organizaciones, y llevar un correcto control de ésta es indispensable para el éxito de la organización.

3.1.5. Las 7 herramientas básicas de la calidad

En las secciones anteriores, se ha mencionado que existen 7 herramientas básicas en las que se apoya la calidad, las cuales se han integrado en distintos sistemas de mejora y son claves para analizar los procesos en una organización.

Estas herramientas son:

- **Estratificación:** es una tabla que se utiliza como estrategia de búsqueda en la que se analizan los problemas, fallas o datos, y se agrupan en función a los factores que influyen en la magnitud de los mismos. Su ventaja es que dependiendo del diseño que posea, sirve para registrar resultados, observar tendencias y dispersiones, sin embargo, se requiere de un análisis estadístico previo, que puede ser determinado a través de una hoja de verificación, conocida como un formato sencillo y sistemático para registrar datos.

- **Histograma:** es un gráfico de barras que ilustra la frecuencia de cada resultado cuando se hacen mediciones sucesivas. Su principal ventaja es que permite observar rápidamente información a la que no se le presta atención fácilmente en una tabla de datos.

- **Diagrama de causa-efecto:** figura con la que se determinan las causas que influyen en un efecto. Con ésta, se investigan los orígenes que provocan algún efecto negativo en la empresa, para encontrar acciones que permitan corregirlas.

Tiene la ventaja de analizar las condiciones reales, con el fin de mejorar la calidad de los productos y servicios, disminuir costos y usar los recursos con más eficiencia; eliminar condiciones que provocan la desconformidad de los clientes; estandarizar operaciones existentes y propuestas; y educar al personal en la toma de decisiones y actividades correctivas, mientras que la principal desventaja es que se plantean teorías, y sólo al ser contrarrestadas con datos reales, se pueden verificar las causas de los fenómenos identificados, pues no tienen una base estadística.

- **Diagrama de Pareto:** gráfica que clasifica en un orden descendente, datos que se desean analizar, los que suelen ser problemas o defectos que se presenten en un sector determinado. Sirve para identificar los inconvenientes más importantes, según lo indicado por Pareto, el 80% de éstos se debe al 20% de los elementos que constituyen el análisis.

Tiene la ventaja de proporcionar un impacto visual a las características vitales que requieren atención, y luego se puede emplear para medir avances. No obstante, se limita a cuantificar motivos, sin determinar las causas que podrían generarlos.

- **Diagrama de flujo:** es un gráfico que describe las fases de un proceso. La principal ventaja es que describe de manera sencilla el proceso, para que pueda ser entendido fácilmente, y ayuda a identificar puntos con posibles problemas y localizar actividades de control. La desventaja, es que no cualquiera puede realizarlo, ya que se requiere comprender todo el proceso antes de ilustrarlo.

- Diagrama de dispersión: es una gráfica que muestra la relación entre dos variables numéricas del tipo X-Y, las que son medidas sobre el mismo elemento de una muestra de un proceso o población. En el gráfico, cada elemento se representa por un par de valores (x_i, y_i) , considerado como un punto en un plano cartesiano. Su interpretación se basa en analizar el comportamiento que se aprecie visualmente, donde se ve un patrón con cierto nivel de correlación.

Cabe destacar este gráfico sólo indica que existe una relación entre las variables, por lo que después hay que investigar a qué se debe que tal relación.

- Diagrama de control: gráfico utilizado para monitorear y controlar de manera adecuada los procesos, los que se basan en el control estadístico de procesos, por lo que, para comprenderlos mejor, primero se indagará sobre esta materia.

3.1.6. Control estadístico de procesos (CEP)

Se conoce como control estadístico de procesos, a la aplicación de técnicas estadísticas al control de procesos, la que se apoya en gráficos de control, los que representan los datos de un proceso a lo largo de un periodo de tiempo. La primera vez que se usaron, es en la década de 1920 por el Dr. Walter Shewhart, que en ese entonces trabajaba en Bell Laboratories. Mediante esta herramienta, identificaba los problemas que ocurrían durante el proceso, los que se originaban por causas naturales o imputables, y su identificación daba como resultado la reducción de la variabilidad y la mejora del proceso.

Las causas naturales o comunes, son todas las variaciones inherentes al proceso, por lo que son inevitables. En cambio, las causas imputables o especiales son variaciones que se atribuyen a eventos específicos que pueden ser corregidos. Cuando el proceso sufre alguna variación sólo por causas naturales, se dice que se encuentra bajo control. Para determinarlo, se debe controlar estadísticamente, descubriendo y eliminando las causas de variación imputables; lo que permitirá predecir el funcionamiento y establecer la capacidad de satisfacer las expectativas de los clientes, fundando límites que indiquen hasta qué punto la variabilidad es común y pasa a ser específica. Con ello, se dice que un proceso está fuera de control cuando hay uno o más puntos que se encuentran fuera de los límites establecidos.

A continuación, se mostrará un ejemplo de un proceso que se encuentra bajo control y uno fuera de control, en la Figura 3.2., y 3.3., respectivamente.

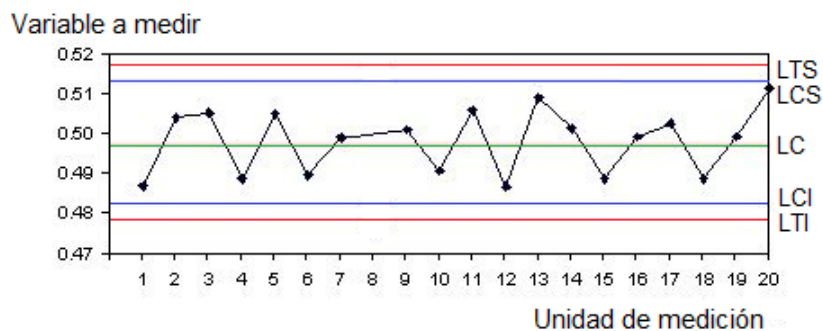


Figura 3.2. – Gráfico CEP bajo control.

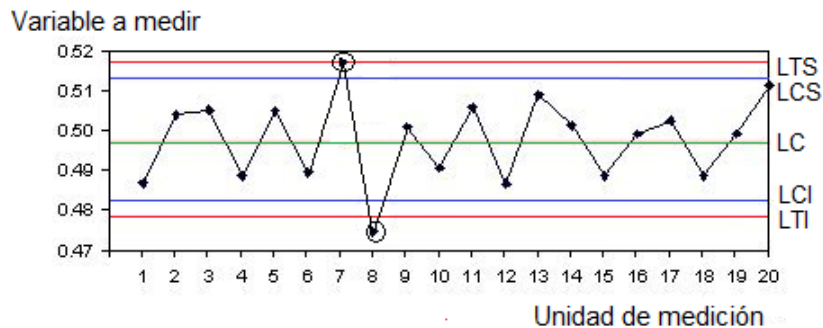


Figura 3.3. – Gráfico CEP fuera de control.

En las Figuras 3.2., y 3.3., se muestran cinco límites, los cuales corresponden a:

- Límite central (LC): representa el promedio del estadístico que se está graficando, cuando el proceso está en control estadístico.
- Límite de control superior (LCS): estimación de la máxima amplitud de variación del estadístico, ya sea promedio, rango, y otros; graficado.
- Límite de control inferior (LCI): estimación de la mínima amplitud de variación del estadístico graficado.
- Límite de tolerancia superior (LTS): máxima amplitud de variación que establece la empresa para el estadístico graficado.
- Límite de tolerancia inferior (LTI): mínima amplitud de variación que indica la organización para el estadístico graficado.

En la Figura 3.2., se puede ver que los datos medidos tienden a un comportamiento similar, el que se mantiene dentro de los límites de control, mientras que en la Figura 3.3., se destacan dos puntos en particular que sale los límites establecidos, por lo que es necesario averiguar la causa que lo provoca y encontrar una solución para que no ocurra nuevamente.

Existen diferentes tipos de gráficos de control que pueden ayudar a mantener los procesos bajo control, los que se clasifican según variables o atributos y se basan en el teorema central del límite.

3.1.6.1. Gráficos de control para variables

Se conoce como variables a las características que poseen dimensiones continuas, tales como el peso, resistencia, velocidad o blancura. Para inspeccionar un proceso de ésta naturaleza se usan gráficos de control para la media \bar{x} y el rango R.

El gráfico \bar{x} (x barra) es aquel que muestra los cambios en la tendencia central de un proceso de producción, los que pueden deberse a factores como el desgaste de herramientas a altas temperaturas, uso de nuevo material con otras características o cambios de metodologías de trabajo; mientras que el gráfico R sigue el rango en una muestra, e indica la aparición de alguna pérdida o ganancia en la uniformidad de dispersión

de un proceso productivo. Éstas se provocan por alguna pérdida en una pieza de algún equipo, un flujo inadvertido de lubricante en la maquinaria o algún descuido de operación.

Los dos gráficos van a la par cuando se controlan las variables, ya que miden los dos parámetros fundamentales: la tendencia central y la dispersión. A continuación, se explica la forma de calcular los límites en cada gráfica.

a) Gráfico \bar{x}

Si a través de datos históricos es posible conocer la desviación estándar de la población de un proceso, se pueden determinar los límites de control inferior y superior de la siguiente forma:

$$LCI = \bar{\bar{x}} - z\sigma_{\bar{x}} \quad (3.2.)$$

$$LCS = \bar{\bar{x}} + z\sigma_{\bar{x}} \quad (3.3.)$$

Dónde:

- $\bar{\bar{x}}$ = media de las medias de las muestras, o un valor objetivo que se establece en el proceso.
- z = número de desviaciones estándar normales. Es 2 para el 95,5% de confianza y 3 para el 99,73%.
- $\sigma_{\bar{x}}$ = desviación estándar de la media de las muestras (σ/\sqrt{n})
- σ = desviación estándar de la población.
- n = tamaño de la muestra.

En caso de que las desviaciones estándar del proceso sean difíciles de obtener o calcular, los límites de control se calculan en base a los valores medios del rango, diferencia entre los elementos mayor y menor de una muestra, más que en las desviaciones estándar. Las ecuaciones utilizadas son:

$$LCI_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} - A_2\bar{R} \quad (3.4.)$$

$$LCS_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} + A_2\bar{R} \quad (3.5.)$$

Dónde:

- \bar{R} = promedio de intervalo de muestra.
- $\bar{\bar{x}}$ = media de las medias de las muestras.

- A_2 = valor establecido en Tabla 3.1.

Tabla 3.1. – Factores para calcular límites de gráficos de control, 3 sigmas.

Tamaño de la muestra	Factor de la media, A_2	Intervalo superior, D_4	Intervalo inferior D_3
2	1,880	3,268	0
3	1,023	2,574	0
4	0,729	2,282	0
5	0,577	2,115	0
6	0,483	2,004	0
7	0,419	1,924	0,076
8	0,373	1,864	0,136
9	0,337	1,816	0,184
10	0,308	1,777	0,223
12	0,266	1,716	0,284

Fuente: Special Technical Publication 15-C, “Quality Control of Materials”, páginas 63 y 72.

La Tabla 3.1., muestra los factores que se utilizan para calcular distintos límites de control, tanto para el gráfico de medias como el de rango.

b) Gráfico R

Como se mencionó anteriormente, además de analizar la media del proceso, los directivos deben observar su dispersión, ya que aun cuando la media se encuentre bajo control, la variabilidad puede no estarlo. Es por ello, que es necesario utilizar gráficos de rangos para controlarla, tal como el gráfico de medias sigue los valores medios del proceso.

Para determinar los límites de control superior e inferior del proceso, se pueden usar las siguientes ecuaciones cuando hay una distribución de probabilidad desconocida:

$$LCI_R = D_3 \bar{R} \quad (3.6.)$$

$$LCS_R = D_4 \bar{R} \quad (3.7.)$$

Dónde:

- D_3 y D_4 son valores que se encuentran en la Tabla 3.1.
- \bar{R} = promedio de intervalo de muestra.

Nota: es importante notar que, al momento de calcular los límites de control del rango, se utiliza el valor de \bar{R} , sin embargo, cuando se dibujan los puntos para crear la gráfica, se usan los valores del rango particular de cada muestra.

Para construir los gráficos mencionados anteriormente, se deben suelen usar los siguientes pasos:

- 1) Recoger de 20 a 25 muestras con n igual a 4 o 5, de algún proceso estable, y calcular la media y rango de cada una.
- 2) Calcular las medias del rango y la media obtenida anteriormente, fijar los límites de control, que se basan generalmente en el orden de 99,73% y calcular los límites de control inferior y superior preliminares. En caso de que el proceso no sea estable en la actualidad, se debe utilizar la media deseada por la organización, en vez de la encontrada con la data.
- 3) Realizar los gráficos de control correspondientes y ver si se encuentran dentro de los límites aceptables.
- 4) Investigar cuales son las causas de aquellos puntos que salgan de los límites de control, tratar de asignarles sus respectivos motivos, y volver a iniciar el proceso.
- 5) Tomar muestras adicionales, y de ser necesario volver a validar los límites de control, utilizando los nuevos datos.

En base a los límites de control, la empresa puede establecer sus propios límites, los que anteriormente se mencionaron como los límites de tolerancia, y estos suelen tener mayor amplitud que los que se obtienen con la data del proceso, pero no necesariamente pueden seguir este patrón. Hoy en día, son muchas las organizaciones que controlan sus procesos con los cinco límites que se muestran en las Figuras 3.2., y 3.3., donde además consideran la opinión de los clientes al momento de fijarlos.

Se puede concluir que el gráfico de medias y el de rango, siguen a la media y a la desviación estándar, los cuales son considerados como parámetros de la distribución normal. El gráfico \bar{x} refleja las variaciones de la media del proceso, mientras que el gráfico R responde a las variaciones que se presenten en la desviación estándar del proceso. Es por ello, que las dos gráficas son necesarias para monitorear los cambios que se produzcan en la distribución del proceso en una organización.

3.1.6.2. Gráfico de control por atributos

Cuando se habla de atributos, se refiere a muestras que clasifican un producto como bueno o malo, es decir, defectuoso y no defectuoso. Para medir los defectos se requiere llevar un conteo de éstos, a diferencia de las variables que se miden según su peso, longitud o temperatura.

Dentro de los gráficos que se emplean para controlar los atributos está el gráfico p y el np , siendo el primero aquel que mide el porcentaje de artículos defectuosos, mientras que el segundo cuenta el número de defectos en el proceso productivo.

a) Gráfico p

El gráfico p , es aquel que analiza las variaciones en la proporción de artículos defectuosos por muestra o grupo. Para ello, sigue la distribución binomial y se puede hacer uso de la distribución normal para calcular los límites de la gráfica p cuando el tamaño del muestro es grande.

La obtención de los límites de control se hace a través de las siguientes fórmulas:

$$LCI_p = \bar{p} - z\sigma_{\hat{p}} \quad (3.8.)$$

$$LCS_p = \bar{p} + z\sigma_{\hat{p}} \quad (3.9.)$$

Dónde:

- \bar{p} = fracción media de atributos defectuosos en la muestra.
- z = número de desviaciones estándar, siendo igual a 2 para límites del 95,5% e igual 3 para límites del 99,73%.
- $\sigma_{\hat{p}}$ = desviación estándar de la distribución de la muestra.

$$\sigma_{\hat{p}} \text{ se calcula con la ecuación: } \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \quad (3.10.)$$

Siendo n el tamaño de cada muestra, y si éste no es constante a lo largo de las muestras, se puede utilizar el tamaño promedio del subgrupo.

Hay ocasiones en las que resulta mejor para la administración usar porcentajes en vez de proporciones, y en estos casos se multiplica por 100 toda la escala del gráfico p , y se suele obtener la gráfica $100p$, donde se registra el porcentaje.

b) Gráfico np

A diferencia del gráfico p , el np ilustra el número de artículos defectuosos por subgrupos. Para calcular sus límites de control, se estima la media y la desviación estándar del subgrupo, los cuales están dados por la distribución binomial según las siguientes ecuaciones:

$$\mu_{di} = n\bar{p} \quad (3.11.)$$

$$\sigma_{di} = \sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})} \quad (3.12.)$$

Dónde:

- μ_{di} = media del subgrupo.
- σ_{di} = desviación estándar del subgrupo.
- n = tamaño del subgrupo.
- \bar{p} = proporción promedio de artículos defectuosos.

Una vez determinada la media y la desviación estándar del subgrupo, se pueden calcular los límites de control:

$$LCI = n\bar{p} - z\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})} \quad (3.13.)$$

$$LCS = n\bar{p} + z\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})} \quad (3.14.)$$

Donde z es el número de desviaciones estándar, siendo igual a 2 para límites del 95,5% e igual 3 para límites del 99,73%.

Es recomendable utilizar datos actuales, ya que el resultado obtenido indicará que existen causas especiales en tiempo presente, y se podrán analizar sus causas en el minuto.

Los límites del gráfico np muestran qué tanto varía la cantidad esperada de piezas defectuosas, por casa número de artículos inspeccionados. Estos límites reflejan la realidad del proceso de acuerdo a la forma que se muestren, y el resultado obtenido indicará que existen causas especiales en tiempo presente, y se podrán analizar sus causas en el minuto.

Se puede concluir que los gráficos de control son útiles en la medida que los responsables del proceso detecten una necesidad y se usen de la forma adecuada. Los directores deben seleccionar los puntos de los procesos que requieran CEP, ver qué gráfico es el adecuado y finalmente definir las políticas por las cuales se rija el CEP, las que deben ser claras y específicas para que todos los miembros de la organización puedan entenderlas.

Una vez los gráficos son obtenidos, es necesario analizar los patrones de su comportamiento, y para ello se han establecido diferentes reglas por distintas entidades, y en esta oportunidad se verán las que fueron definidas por Lloyd Nelson.

3.1.6.3. Las reglas de Nelson

Las reglas de Nelson corresponden a un reglamento que se utiliza para determinar un proceso que se encuentre fuera de control, el cual fue publicado por primera vez en 1984 en la Revista de Tecnología Calidad. [Nelson, 1984].

Son ocho reglas que se basan en el valor medio y la desviación estándar de las muestras aleatorias, a tres sigmas, pero antes de verlas hay que tener claro que no existen dos productos idénticos, ya que es inevitable que en los procesos existan pequeñas variaciones las cuales tienen un efecto sobre el producto, pero mientras esta variabilidad sea aleatoria y pequeña para que no perjudique la finalidad por la que se fabrica el producto, se dice que el proceso se encuentra bajo control estadístico. Sin embargo, cuando se presentan variaciones no aleatorias que afecten a la calidad esperada, es necesario tomar medidas para erradicar las causas que lo provoquen.

En base a lo anterior, al visualizar los gráficos de control, Nelson indica que están fuera de control estadístico cuando:

- 1) Se encuentra un punto fuera de los límites de control.
- 2) Hay nueve puntos seguidos en el mismo lado, respecto del límite central.
- 3) Se visualizan seis puntos seguidos con aumento o disminución sostenida.

- 4) Catorce puntos seguidos están alternados de arriba abajo, lo cual es conocido como fenómeno cíclico o series temporales.
- 5) Dos de tres puntos seguidos en la misma dirección, se ubican a una distancia mayor a dos sigmas con respecto a la media.
- 6) Cuatro de cinco puntos seguidos se ubican a más de 1σ con respecto al límite central.
- 7) Hay quince puntos seguidos que se alternan de forma creciente y decreciente, ubicados a 1σ o más del límite central.
- 8) Se observan ocho puntos seguidos a 1σ o más del límite central, a ambos lados de la recta central.

Para comprender mejor las reglas, en la Figura 3.4., se indica donde se encuentran los 3σ en un gráfico de control.

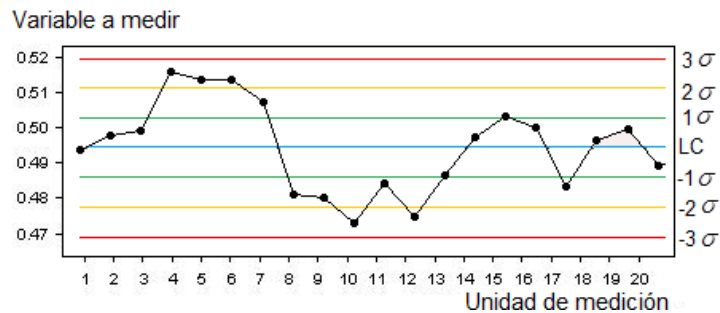


Figura 3.4. – Gráfico de control con los 3σ .

Con estas reglas se puede concluir que, aunque todos los puntos se encuentren dentro de los límites de control, no significa que el proceso esté controlado, ya que también se debe analizar el comportamiento de la tendencia, ya que en algún momento eso puede provocar que un producto se encuentre fuera de los límites establecidos.

Por último, para analizar las causas que provoquen el comportamiento visualizado en la gráfica, es necesario apoyarse en otras herramientas, ya sean las otras que se encuentran dentro de las siete herramientas básicas de la calidad, y otras, como es el caso de los cinco por qué, la cual fue utilizada en el Capítulo 2 para determinar las causas de los rechazos en SCA Chile.

3.1.7. Capacidad del proceso

Si bien el control estadístico de procesos puede determinar si un proceso se encuentra bajo control, éste puede no generar bienes o servicios que satisfagan las especificaciones de diseño, por lo que la capacidad del proceso es la capacidad de cumplir con las especificaciones de diseño, las que son establecidas por el diseño de ingeniería o los requisitos del cliente.

Para determinar si un proceso es capaz de cumplir con estas especificaciones, existen dos mediciones habituales: la ratio de capacidad del proceso y el índice de capacidad del proceso, y utilizan los límites de tolerancia superior e inferior para sus cálculos:

$$C_P = \frac{LTS - LTI}{6\sigma} \quad (3.15.)$$

Dónde:

- C_P = ratio de capacidad del proceso, que centra sus datos en un rango de 6 desviaciones estándar.
- σ = desviación estándar del proceso.

Si el proceso tiene un ratio de al menos 1,0, se dice que es capaz. En caso contrario, el proceso da productos fuera de su límite de tolerancia, mientras que, si es igual a 1, se dice que 2,7 elementos de cada mil están fuera de las especificaciones.

A pesar de que este ratio haga referencia a la dispersión del proceso con respecto a su tolerancia, no considera lo bien que se centre la media del proceso en cuanto al valor objetivo, a diferencia del índice de capacidad del proceso, por lo que a continuación se indica la fórmula para calcularlo:

$$C_{pk} = \text{mínimo} \left[\frac{LTS - \bar{x}}{3\sigma}, \frac{\bar{x} - LTI}{3\sigma} \right] \quad (3.16.)$$

Dónde:

- C_{pk} = índice de capacidad del proceso, dentro de una desviación estándar de ± 3 .
- \bar{x} = media del proceso.
- σ = desviación estándar de la población del proceso.

Cuando este índice es igual a 1, la variación se encuentra dentro de los límites establecidos, y si es mayor, la cantidad de unidades defectuosas es menor por millón de unidades.

De todo lo descrito hasta ahora, se ha determinado que para diseñar una herramienta de control que permita monitorear los procesos, y pueda expresar la tendencia que tendrán los parámetros del papel a lo largo del proceso productivo en máquinas papeleras de SCA Chile, se utilizarán los gráficos de control para variables, para controlar el gramaje, espesor, ResLon, ResTra, elongación y blancura del papel; y los gráficos para atributos, en el caso de los hoyos, pecas y franjas. Estos gráficos, se apoyarán en la información obtenida a través de los cinco por qué, y para analizar las causas especiales de los gráficos que se obtengan, se utilizará el diagrama de Ishikawa, y así se capacitará a los operadores para que hagan el uso adecuado de éstos y sepan cómo actuar cuando se enfrenten ante una situación fuera de lo normal.

3.2. Mantenimiento

En una empresa industrial, el mantenimiento es el conjunto de actividades que se realizan para cuidar y restaurar hasta un nivel óptimo, a cada uno de los medios de producción que existen en la planta. Con ello, se busca corregir o prevenir fallas que pudieran presentarse en algún equipo o instalación que forma parte del proceso.

Para todo mantenimiento, es necesario contar con un grupo de personas, ya que las máquinas no pueden funcionar por sí mismas, y se pueden definir diferentes modelos, según lo que busca la industria.

- **Mantenimiento correctivo:** es el que se encarga de corregir una falla que se encuentre en un momento determinado, siendo la máquina la que determina en que instante parar. La función principal de este mantenimiento, es poner en marcha el equipo lo más pronto posible y al menor costo que se pudiera.

Es necesario estudiar la causa que haya provocado la detención del equipo, ver distintas alternativas para su reparación y planear el trabajo con los recursos que se dispongan. Hay casos en los que el personal no es suficiente o el repuesto no está disponible, por lo que se depende de terceros para solucionar el problema.

Los problemas que presenta este tipo de mantenimiento, son que cuando se hace no se pueden detectar otras posibles fallas ya que no hay tiempo para revisar el equipo; al no haber un determinado repuesto, no se sabe cuánto tiempo tomará encontrarlo; y finalmente la calidad de la producción disminuye a causa del desgaste progresivo de los equipos.

- **Mantenimiento periódico:** es aquel que se realiza luego de un periodo de tiempo relativamente largo, que suele ser entre seis y doce meses. Busca realizar reparaciones grandes en los equipos, y para ello es necesario contar con una excelente planeación y coordinación entre las áreas de las compañías, para que tenga éxito en el menor tiempo posible.
- **Mantenimiento programado:** plantea que todas las piezas se desgastan en la misma forma y periodo de tiempo, sin importar en qué condición trabaje el equipo. Para implementarlo, se hace un estudio en todos los equipos de la empresa y se establece que piezas deben ser cambiadas en ciertos periodos de tiempo, con ayuda de datos estadísticos e información entregada por el fabricante.

El problema de este tipo de mantenimiento, es que hay partes de los equipos que se desarmen o retiren a pesar de que se encuentren en buen estado, ya que hay que cumplir con el programa establecido.

- **Mantenimiento preventivo:** se encarga de realizar inspecciones periódicas en los equipos, tomando en consideración que cada parte del equipo se desgasta en forma desigual y es necesario revisarlos para garantizar un buen funcionamiento. Para implementar este tipo de mantenimiento, se necesita hacer un programa de actividades, las que incluyen revisiones y lubricaciones, con el fin de anticiparse a las posibles fallas que pudieran aparecer en los equipos.

Se debe considerar que hay actividades que se realizan sobre el equipo en marcha y otras cuando se encuentre detenido.

- **Mantenimiento predictivo:** consiste en desarrollar una serie de mediciones y ensayos no destructivos en las piezas de los equipos para así determinar anticipadamente una falla catastrófica. Se suelen hacer estas mediciones cuando el equipo se encuentra en marcha y no hay interrupciones en el proceso.

Se hacen análisis de desgaste, de espesor de paredes, de vibraciones, entre otros, y aunque son costosos, la información que entregan es vital para llevar a cabo un programa de mantenimiento preventivo exitoso.

- **Mantenimiento proactivo:** este tipo de mantenimiento se obtiene una vez implementados los preventivos y predictivos, y se da cuando la empresa se compromete con la calidad, y busca la mayor productividad al menor costo posible. Para esto, se seleccionan los lubricantes y procedimientos óptimos donde se logre aumentar la producción y disminuir los costos directos de energía. Además, se prolonga la vida útil de los equipos.

Cuando una empresa toma la decisión de instaurar un departamento de mantenimiento, se recomienda comenzar con la implementación de un mantenimiento preventivo, el que involucra los aspectos de lubricación, electricidad, electrónica y mecánica.

Hoy en día, se conocen diferentes herramientas para implementar un plan de mantenimiento, siendo una de las más conocidas el mantenimiento productivo total.

3.2.1. Mantenimiento productivo total

El mantenimiento productivo total, surge en Japón como un sistema de gestión que emplea el concepto del mantenimiento preventivo, con el fin de evitar toda clase de pérdidas durante la producción, maximizar su eficacia e involucrar a todas las áreas y personas que integran la organización, trabajando en grupos orientados a distintas acciones que se enfoquen en cumplir sus ideales.

Luego de la segunda guerra mundial, las fábricas japonesas concluyeron que, para competir exitosamente en el mercado mundial, debían mejorar la calidad de sus productos. Con este objetivo, adaptaron el mantenimiento productivo del estilo estadounidense, modificándolo e intensificándolo al entorno industrial japonés. Es así, como surge el TPM.

Gracias al TPM, se orienta a crear un sistema corporativo que maximice la eficiencia de todo el sistema productivo, estableciendo un sistema preventivo de mermas en todas las operaciones de la empresa.

En un estado idóneo, la maquinaria debe funcionar al 100% de su capacidad todo el tiempo. El TPM es una metodología que se acerca a este ideal, eliminando defectos y problemas de seguridad, además de ampliar los conocimientos del equipo de operaciones y mantenimiento, uniéndolos para mejorar las actividades de cada área.

El TPM puede lograr sus objetivos haciendo que sean los propios operadores los que se hagan cargo del mantenimiento básico del equipo que utilizan, que se mantengan en un buen estado de funcionamiento y sea capaces de detectar problemas antes de que se presente una falla.

Se considera como una estrategia, ya que, por medio de una serie de actividades ordenadas, enfocadas en eliminar de forma rigurosa y sistemática la diferencia de los sistemas operativos, se puede mejorar la competitividad de la empresa. A continuación, se hace referencia al ciclo de vida del equipo y las actividades que deben cumplirse, a través de la Figura 3.5.

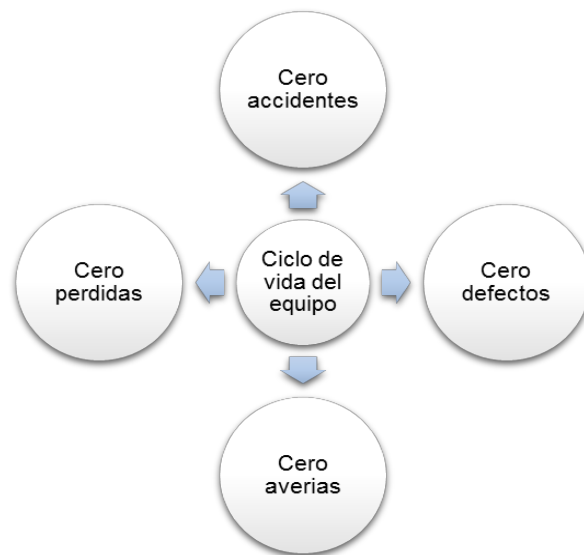


Figura 3.5. – Ciclo de vida del equipo y sus actividades.

La Figura 3.5., expresa que incluyendo en el ciclo de vida del equipo cero accidentes, cero defectos y cero averías, será posible obtener cero pérdidas en el proceso. Éste se aplica a todos los sectores, incluyendo producción, desarrollo y departamentos administrativos.

Para obtener cero pérdidas, se debe alcanzar a través de pequeños grupos. El término TPM se refiere a tres enfoques:

- T de la palabra total, es dilucida como todas las actividades que ejecutan las personas que trabajan en la empresa y se refiere a tres aspectos clave que son: intervención del personal, eficacia total, sistema de gestión del mantenimiento desde su diseño enfocado en la prevención.
- P se refiere a la productividad de equipos, o incluso se puede relacionar a un término con una visión más extensa como perfeccionamiento.
- M personifica acciones de gestión y mantenimiento. Es un enfoque orientado a realizar actividades de dirección y transformación de la empresa.

TPM ha evolucionado y hoy se reconoce como una técnica de mejora continua, la cual ha logrado abarcar todos los aspectos de un negocio logrando mejorar la productividad de toda la organización.

Por esto, TPM sitúa sobre todo énfasis en la prevención la cual se fundamenta en los siguientes tres principios:

- 1) Mantenimiento de las condiciones normales o básicas de la instalación. Para esto, el desperfecto de las máquinas se debe impedir mediante un sostenimiento que extienda su vida útil y su disponibilidad.
- 2) Revelando tempranamente las anomalías o causas de variabilidad, ya que varían las condiciones operativas normales y negativamente afectan a los resultados económicos del proceso productivo, al incidir en mayores gastos. Para esto se debe perseguir una estrategia donde se emplean herramientas o índices que permitan detectar cualquier indicio donde ocurra una situación anormal. La Implantación del TPM podrá iniciar acciones correctivas a tiempo sin pérdidas para las condiciones normales del proceso.
- 3) Ante una detección temprana de anomalías, se requiere una respuesta rápida, para así disponer una estructura competente, ágil y flexible que rápidamente reaccione y elimine complejas variabilidades, antes de que se produzcan las averías.

Los objetivos principales del TPM son:

- Extender la eficacia global del equipo, implicando a todos los empleados.
- Optimizar la fiabilidad y recurso de los equipos, perfeccionando así la calidad y productividad.
- Elaborar una habilidad técnica que incluya una aptitud y talentos que estén relacionados con los equipos y las capacidades de los operarios.
- Establecer un sentido de la participación.
- Sembrar la mejora continua apoyada en pequeños grupos que involucren a todo el personal.
- Instaurar un hábitat entusiasmo y potente de trabajo.

Para cumplir estos objetivos, el TPM posee ocho pilares, los que se conocen como JIPM, y al ser aplicados en una organización, garantizan la obtención de mejoras disciplinadas, potentes y efectivas en los sistemas productivos. Estos pilares se pueden apreciar en la Figura 3.6.

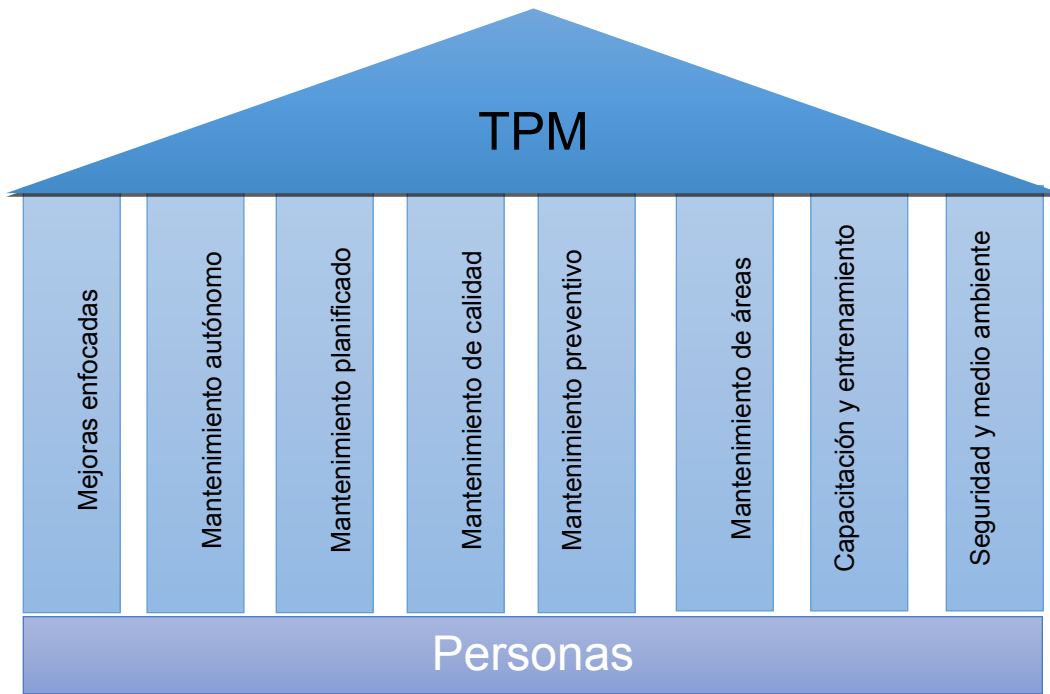


Figura 3.6. – Pilares del TPM.

En la Figura 3.6., se ilustra la estructura por la cual se rige el TPM, y a continuación se explicará a mayor detalle cada pilar por el cual se constituye, siendo la base de éstos, las personas.

3.2.1.1. Mejora enfocada

Este pilar es el encargado de eliminar sistemáticamente las grandes pérdidas ocasionadas en el proceso productivo, las cuales pueden ser fallas en el proceso, tiempo perdido por paradas menores y ajustes no programados, disminución de velocidades, fracasos de equipos auxiliares, desperfecto en equipos principales, o los desperdicios y reprocesos.

Las habilidades que se despliegan entre las diferentes áreas involucradas intervienen en el proceso productivo trabajando de forma organizada, con equipos inter disciplinados, utilizando metodologías específicas lo cual logra centrar la atención en la eliminación de grandes pérdidas existentes en las plantas industriales.

Se amplía un proceso de mejora aplicando procedimientos y técnicas de mantenimiento, donde la táctica que se utilice sigue los pasos del ciclo PHVA, el cual se apoya en las siete herramientas básicas de la calidad. Ambos términos fueron explicados en la sección 3.1., del presente documento.

3.2.1.2. Mantenimiento autónomo

Este pilar almacena y mejora las condiciones del equipo, conservando y mejorando el entorno de los usuarios u operadores a través de un alto grado de formación y preparación profesional, el que se encargue de enseñar conductas de respeto hacia las condiciones de operación y conservación de las áreas de trabajo, las cuales deben estar libres de contaminación, suciedad y desorden.

Con la implementación de este pilar se busca: conseguir un perfecto sentimiento de pertenencia y responsabilidad del trabajador, perfeccionar el funcionamiento del equipo mediante el aporte creativo del operario, impedir la disminución del equipo mediante una operación correcta, controlando y verificación el acuerdo a los estándares, ampliar nuevas habilidades para el análisis de problemas y creación de un nuevo pensamiento sobre el trabajo y aprovechar el equipo como instrumento para el aprendizaje y adquisición de conocimiento.

Para esta metodología se implementan cinco pasos descritos a continuación:

- Limpieza inicial: impulsa el interés de los trabajadores a mantener las máquinas que operan y su lugar de trabajo limpio.
- Plantear medidas y señalar las causas: lograr combatir el origen del desorden, suciedad y desajustes, gracias las medidas propuestas por el operador.
- Limpieza y lubricación: luego de realizar los dos primeros pasos, el operador identifica las condiciones básicas del equipo. A continuación, debe poner los estándares para un rápido y eficaz trabajo de mantenimiento primordial, para prevenir el deterioro mediante la limpieza, lubricación y ajuste para cada pieza de la máquina o equipo.
- Fiscalización general: se realiza una inspección general del equipo en las fallas localizadas. Es de suma importancia capacitar al operador, para mejorar sus habilidades.
- Fiscalización autónoma: se complementan las inspecciones de los grupos de trabajo, operadores y personal técnico, y efectúan un registro que se realiza cuando el equipo está detenido, en marcha y en condiciones de operación. Es de vital importancia elaborar un manual de acción correctiva, que después se pondrá a disposición de todos los miembros del área.

3.2.1.3. Mantenimiento planificado

El mantenimiento planificado o programado es uno de los pilares más importantes en la búsqueda de beneficios en una organización industrial. Su fin es el de descartar los problemas de máquinas o equipo a través de acciones de mejora, preventivas y predictivas, para poder anticipar gradualmente las fallas y conseguir la meta de cero averías en la planta industrial.

La implementación de este pilar se proyecta en descartar las causas de averías apresuradas, ya sea por mala operación del equipo, debilidades del diseño original o mala conservación por tiempo de uso.

Para una correcta gestión de las actividades de mantenimiento, es necesario contar con una base de datos de los incidentes y problemas potenciales más comunes, para investigar y adquirir información interna, dada por los operarios responsables del mantenimiento, e información externa, que se adquiere del respaldo de experiencias de los proveedores de los equipos. Por otro lado, se debe obtener la capacidad de adquirir recursos, por medio de la gestión de tecnologías de mantenimiento, además de estimular y organizar los talentos humanos encargados de estas actividades, sin importar su ubicación geográfica, y asegurando su responsabilidad.

Dicho todo lo anterior, cabe mencionar que el objetivo principal del mantenimiento planeado es que el operario ya entrenado pueda diagnosticar la fallas e indique con etiquetas las irregularidades que puedan afectar al desempeño del equipo, en las que se determina si puede ser arreglada por él, si necesita que llegue un repuesto y o si hay que solicitar que el técnico especialista venga a reparar la máquina para dejarla en condición básica.

3.2.1.4. Mantenimiento de calidad

El propósito principal de este mantenimiento es perfeccionar la calidad de producto, utilizando un control en los componentes y condiciones del equipo.

Contribuye a definir y mantener las condiciones del equipo para que no se produzcan defectos de calidad, como base a las rutinas de inspección de equipos, ya sean de tipo autónomo o especializado.

Funciona de la siguiente forma:

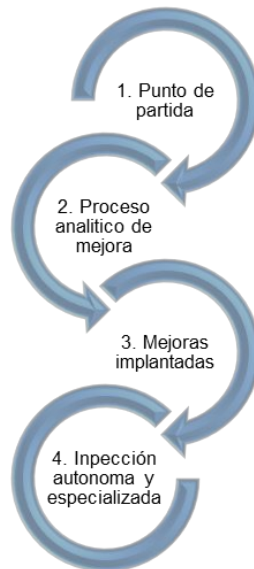


Figura 3.7. – Estructura de funcionamiento del mantenimiento de calidad.

La Figura 3.7., indica los pasos a seguir en el mantenimiento de calidad, los cuales se refieren a:

- 1) El punto de partida es que el mantenimiento de calidad es establecido por operarios y personal de mantenimiento, mientras que los técnicos expertos de calidad lo perfeccionan.
- 2) Requiere el empleo de técnicas TPM en forma sistemática.
- 3) Se establece una vez se haya logrado un perfeccionamiento pleno de los tres primeros pasos del mantenimiento autónomo y contar con la base de datos y su respectivo análisis con la información adquirida.
- 4) Demanda contar con buena investigación del equipo, proceso, resultados de calidad, métodos de trabajo y estándares.

Para el mantenimiento de la calidad se suelen utilizar las herramientas que se mencionan en la sección 3.1.

3.2.1.5. Mantenimiento preventivo

Proporcionan una mejora durante la fase de diseño, construcción y puesta en marcha de los equipos, con el fin de disminuir los costos de mantención durante su aplicación.

Se pretende adquirir un nuevo equipo para luego hacer uso del historial del comportamiento de la máquina, con el objeto de identificar posibles mejoras en el diseño y reducir drásticamente las causas de averías desde el mismo momento en que se negocia un nuevo equipo.

Las técnicas de prevención del mantenimiento se fundamentan en la teoría de la fiabilidad, lo que exige contar con buenas bases de datos sobre frecuencias de averías y reparaciones.

Cuando se habla de la teoría de la fiabilidad, se refiere a aquellos métodos matemáticos y estadísticos que se emplean en los procedimientos operativos a través del estudio de las leyes de ocurrencia de fallos, las que están dirigidas a resolver problemas de previsión, estimación y optimización de la probabilidad de supervivencia, duración de vida media y porcentaje de tiempo del buen funcionamiento de un sistema.

3.2.1.6. Mantenimiento en áreas administrativas

La aplicación del mantenimiento productivo en áreas administrativas evita pérdidas de información, coordinación y precisión de la información. Para cumplir este objetivo, se utilizan manuales y catálogos de los equipos, los que suelen ser entregados por el proveedor o son creados en la organización en base a la experiencia.

Es de suma importancia que entre las áreas exista comunicación para que se maneje de manera adecuada toda la información disponible, para así crear la coordinación que el personal requiere.

3.2.1.7. Capacitación y entrenamiento

Este pilar establece el buen funcionamiento de los procesos a través del conocimiento alcanzado por la reflexión y experiencias obtenidas durante el trabajo diario. Es necesario el entrenamiento para desarrollar un talento que pueda desempeñar las siguientes actividades:

- Experiencia para identificar, detectar y enfrentar desafíos en las áreas del proceso.
- Conocimiento completo para comprender la funcionalidad de los equipos productivos.
- Tomar la mejor decisión para solucionar problemas mecanismo, calidad y operaciones del proceso.

Hoy en día existen empresas consultoras que ofrecen una alta gama de cursos para capacitar a los trabajadores. También, hay organizaciones que poseen sus entrenamientos internos.

3.2.1.8. Seguridad y medio ambiente

El pilar que indica la seguridad y medio ambiente, tiene la intención de crear un sistema de gestión integral de seguridad al proceso, para eliminar riesgos que puedan afectar la integridad de las personas o al medio ambiente. Pretende lograr cero accidentes y ceros incidentes medioambientales abarcando íntegramente todos los tópicos, herramientas, elementos de seguridad y sistemas necesarios.

Actualmente, se utilizan charlas diarias, manuales, eventos de seguridad, el sistema de reciclaje, entre otros métodos para cumplir con la seguridad y el cuidado del medio ambiente.

Con lo que se ha visto hasta ahora, se entiende que el TPM es un sistema que integra a todas las áreas de la organización y se basa en el hecho de que el mantenimiento debe partir desde los operadores hasta los altos directivos de la organización.

Además de utilizar el sistema de la comunicación y conocimiento, hace uso de las herramientas de calidad y de la probabilidad, las que ayudan a definir cada cuánto tiempo se podría presentar una falla, ver el comportamiento de los procesos y así saber cómo actuar ante los cambios.

Para el caso puntual de SCA Chile, se debe iniciar con un mantenimiento autónomo, ya que para hacer un mantenimiento preventivo, primero hay que llevar al equipo a condiciones básicas, y para lograrlo, hay que realizar los cinco pasos descritos anteriormente, los que en su conjunto se conocen como CIL, y tal como se expuso, la ventaja es que es él mismo operador quien se encarga de cumplir estas tareas, donde es necesario contar con toda la información del equipo, para así crear una carta Gantt que indique cada cuánto tiempo cumplir estas labores.

3.3. Consideraciones finales

De todo lo que se ha definido anteriormente, se concluyó que las herramientas a utilizar para monitorear los procesos en máquinas papeleras, son los gráficos de control para variables y atributos. Además, cuando se detecten causas especiales estará definido en un Ishikawa, cual es el origen que lo provoque y se indicará la acción a seguir para erradicarla. Cabe mencionar que el diagrama de Ishikawa será usado para analizar los gráficos CEP.

Para la propuesta de mantenimiento preventivo, se iniciará un diseño de mantenimiento autónomo, el cual tiene la finalidad de llevar los equipos a condiciones básicas, para poder realizar el mantenimiento preventivo. El mantenimiento autónomo se basa en las CIL, operaciones que deben realizar los mismos operadores de los equipos, las que serán determinadas por medio de búsqueda de información histórica de las fallas que presenten los equipos que contribuyen en los motivos de rechazo de jumbo, y así se elaborará una carta Gantt con actividades predefinidas adaptada a requerimientos de SCA.

Para finalizar, se describen las ventajas y desventajas de cada herramienta a utilizar, en la Tabla 3.2., en las que es necesario capacitar al personal para su uso.

Tabla 3.2. – Ventajas y desventajas de herramientas a utilizar.

Herramienta	Ventajas	Desventajas
Gráficos de control para variables	Ofrecen un uso a una gama muy amplia de empresas. Proporcionan información útil respecto al funcionamiento del proceso: <ul style="list-style-type: none"> - Información específica acerca de la media del proceso y su variabilidad. - Información general sobre puntos que caen fuera de control. - Se puede analizar el proceso incluso con los valores individuales, lo que facilita su mejora. - Información sobre la capacidad de un proceso. Indica problemas inminentes, lo que permite al personal operativo actuar de forma correctiva antes de que ocurra una producción real de artículos defectuosos.	Necesitan un tamaño de la muestra más pequeño que en los gráficos por atributos. Al controlar menos unidades, el tiempo para la toma de decisiones también es menor.
Gráficos de control para atributos	Resume si el producto es defectuoso o no. Fácil de utilizar. Provee evidencia de problemas de calidad.	Interpretación equívoca en caso de errores en la data o cálculos. Un proceso bajo control, no significa que sea bueno.
Diagrama Ishikawa	Se puede utilizar cuando el proceso no se conoce en detalle. Se enfoca en el proceso de la empresa. Considera una gran cantidad de elementos asociados al problema.	Se identifican demasiadas causas potenciales en una sola rama. Método no ilustrativo para quienes lo desconocen.
CIL	Llevar un control del estado de cada equipo. Ayuda al orden y limpieza. Proporciona mayor conocimiento a operadores.	Método no ilustrativo para quienes lo desconocen.

Fuente: elaboración propia.

4. Desarrollo de la propuesta de solución

El presente capítulo dará a conocer el diseño de las herramientas que se elaboraron para cumplir con los objetivos específicos, y con ello reducir la cantidad de jumbos rechazados en el área de máquinas papeleras de SCA Chile, problema detectado en el Capítulo 2.

Cabe mencionar que dichas herramientas se adaptaron según las necesidades de la organización, donde es necesario contar con toda la información que pueda aportar la empresa sobre los temas en los que se está trabajando, y para ello se utilizarán software como Microsoft Excel y Visual.

La primera parte de esta sección se enfoca en el monitoreo del proceso en máquinas papeleras, el cual es vital para determinar la calidad con la que se está elaborando el producto, mientras que la segunda parte tratará sobre el análisis del monitoreo, y finalmente la tercera sección se enfoca en el mantenimiento de los equipos que suelen estar involucrados en la generación de motivos de rechazo. Luego de realizar los diseños, la empresa los evalúa para su implementación.

4.1. Diseño de herramienta de control de procesos

Anteriormente, se definió que hace falta una herramienta capaz de mostrar el comportamiento de los parámetros de calidad del papel a lo largo del proceso productivo en máquinas papeleras. Para ello, se hará el diseño de gráficos de control para variables, en aquellas características que son constantes en el tiempo; y gráficos de control para atributos, en los defectos más comunes que se presentan.

En el Capítulo 3, se explicó que los límites de control se determinan con los datos históricos disponibles sobre las variables, donde se define una población, y con ello se determina una muestra representativa, de la que se calcula la media, la desviación estándar y el rango.

Para el caso del gráfico de medias, existen dos formas de obtener los límites, y en una de éstas se requiere conocer la desviación estándar y el número de desviaciones estándar a considerar, con respecto a la media del proceso, el cual por experiencias pasadas se recomienda que sea de $\pm 3 \sigma$. En la figura 4.1., se muestra un esquema de lo indicado.

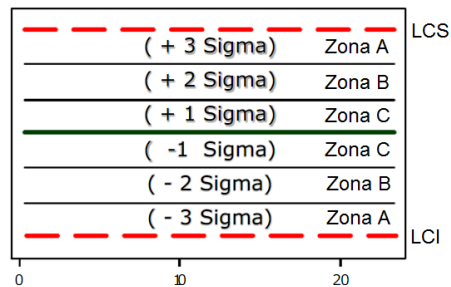


Figura 4.1. – Zonas de las desviaciones estándar con respecto a la media del proceso.

En la Figura 4.1., se indica que hay tres zonas sobre y debajo la media, donde cada una representa el valor de la desviación estándar del proceso. En base a la experiencia, se ha demostrado que es más útil y económico trabajar con 3σ en la aplicación de los límites de control, debido a que el 99,73% de los valores se encuentran dentro del rango.

Una vez se tiene toda la información, se utilizan ecuaciones establecidas en el capítulo 3 para calcular los límites de control, los que son analizados por SCA para establecer límites definitivos, además de definir el límite central es la media del proceso y los límites de tolerancia.

Una vez obtenidos los límites, se realizan las gráficas, las cuales muestra los siguientes puntos:

- Límite central (LC): representa el promedio del estadístico que se está graficando, cuando el proceso está en control estadístico.
- Límite de control superior (LCS): estimación de la máxima amplitud de variación del estadístico, ya sea promedio, rango, y otros; graficado.
- Límite de control inferior (LCI): estimación de la mínima amplitud de variación del estadístico graficado.
- Límite de tolerancia superior (LTS): máxima amplitud de variación que establece la empresa para el estadístico graficado.
- Límite de tolerancia inferior (LTI): mínima amplitud de variación que indica la organización para el estadístico graficado.
- Comportamiento de la variable: muestra el valor de la variable de cada jumbo analizado en una fecha establecida, puntos que se unen formando una línea.
- Línea de tendencia: muestra la tendencia que tendrá el comportamiento de la variable según los registros analizados.

Después de determinar los límites, es necesario seleccionar la información necesaria para elaborar los gráficos y diseñarlos, para lo cual se utilizará el programa Microsoft Excel y Visual.

Finalmente, se analiza el gráfico viendo si tienen algún punto fuera de los límites o algún comportamiento anormal, y en caso de encontrar dicha situación, se procede a analizar las causas que la provoquen en base al Ishikawa, erradicarlas y volver el proceso a la normalidad.

En base a lo anterior, se plantea realizar gráficos de control para variables, donde se considera el gramaje, la elongación, la blancura, ResLon, ResTra y el espesor del papel que se estará fabricando. Si bien la empresa posee límites de control y de tolerancia establecidos, en el caso de los límites de control, hace más de 10 años que no son actualizados, por lo que en primera instancia se considerará la data de enero a julio del 2015, para reestablecerlos. Además, el papel que se fabrica por turnos puede ser diferente,

lo cual depende de la OF que este programada para producción, por lo que se trabajará con un diseño diferente para cada gráfico, dependiendo de la necesidad de la empresa.

En el caso de los gráficos para atributos, se toma la data de enero a diciembre del 2015 para calcular los límites, ya que nunca se han establecido y se desea analizar el comportamiento del año anterior para compararlos con el estado actual.

4.1.1. Diseño de gráficos de control de procesos para variables

Para comenzar a diseñar la herramienta que cumplirá el objetivo de llevar un control de los parámetros variables del papel, primero es necesario comprender todos los pasos que se realizan para obtener la información de cada uno de ellos.

Cuando se fabrica un jumbo, el maquinista es el encargado de cortar un pedazo de papel y llevarlo al laboratorio para determinar los parámetros que posee dicho jumbo, a través de análisis efectuados en el laboratorio seco. Una vez los obtiene, el maquinista ingresa el gramaje, el espesor, la resistencia longitudinal, la resistencia transversal y la elongación en un programa conocido como Analipa, el cual es utilizado por el área de máquinas papeleras con la finalidad de ingresar información.

La información obtenida, es revisada por el área de calidad sólo cuando reclama un cliente, y es necesario ver las características con las que fue enviado el jumbo, para determinar si fue por un problema de fábrica. Además, la usan para obtener la trazabilidad del papel cuando se quiera exportar algún producto.

Hasta la fecha, el área de informática extrae la información existente en Analipa cuando algún miembro de calidad lo solicita, y la envían por medio de Excel, pero lo que se necesita para llevar a cabo el análisis, es tener siempre disponible la información en Excel y se pueda consultar hasta la fecha actual, sin necesidad de esperar el archivo que extrae IT. En base a esto, se solicitó a informática realizar una cadena de consulta o *query*, que liga la información de Analipa con un archivo Excel, el cual se actualiza de forma automática.

En la Figura 4.2., se muestra una imagen de la tabla de datos que se genera, indicando cómo funciona.

FEC	MOV	Fecha	OF	Turno	Jumbo	GraMan	GraCen	GraAcc	EspMan	EspCen	EspAcc	ResLon	ResTra	ReIRT	ResHLo	ResHTr	RasTra	RasLong	Por
01-10-2015	02-10-2015	1520155			1	32	20,9	0	0	0,88	0	0	631	343	54	0	0	0	0
01-10-2015	03-10-2015	1520155			1	43	20,6	0	0	0,9	0	0	644	457	71	0	0	0	0
01-10-2015	01-10-2015	1520155			3	13	20,6	0	0	0,86	0	0	669	351	52	248	0	0	0
01-10-2015	01-10-2015	1530262			1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01-10-2015	02-10-2015	1520155			1	29	20,7	0	0	0,87	0	0	630	394	63	238	0	0	0
01-10-2015	01-10-2015	1520154			1	3	19,4	0	0	0,7	0	0	1364	737	54	450	0	0	0
01-10-2015	01-10-2015	1530262			3	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01-10-2015	02-10-2015	1520155			1	31	20,7	0	0	0,89	0	0	641	326	51	227	0	0	0
01-10-2015	02-10-2015	1530262			2	27	23,3	0	0	0,97	0	0	864	532	62	0	0	0	0
01-10-2015	01-10-2015	1530262			1	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01-10-2015	01-10-2015	1520155			2	12	20,7	0	0	0,87	0	0	669	373	56	234	0	0	0
01-10-2015	02-10-2015	1520155			2	34	20,2	0	0	0,83	0	0	671	351	52	237	0	0	0

Figura 4.2. – Query de consulta de información ingresada a Analipa.

La Figura 4.2., muestra el *query* que se realiza para extraer la información del Analipa. Funciona ingresando el rango de fechas que se desea consultar, y actualizando la tabla muestra los datos que se registraron en ese periodo, lo cual se puede apreciar en el círculo rojo de la misma figura.

Cabe mencionar, que la fecha inicial siempre debe ser anterior a la fecha final, de lo contrario excel lo tomará como error.

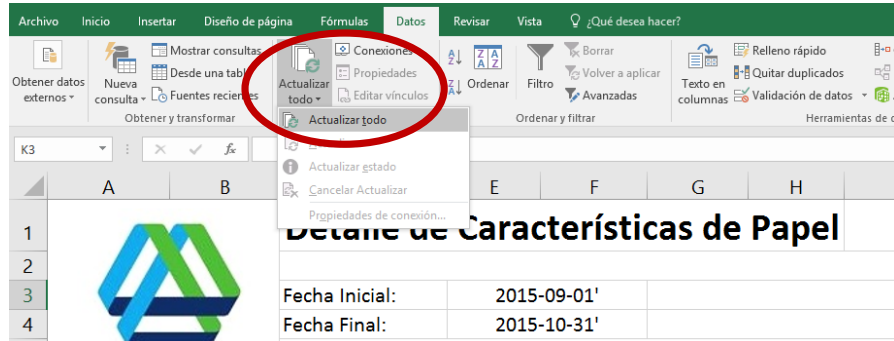


Figura 4.3. – Actualización de la tabla de datos.

La Figura 4.3., muestra como se actualiza la tabla luego de ingresar el periodo de tiempo a consultar. Para ello, es necesario dirigirse al campo datos, clicar el ícono Actualizar todo, y finalmente seleccionar la opción con el mismo nombre.

Por consiguiente, la tabla nos arroja los datos ingresados en ese periodo por los operadores, tal como se visualizó en la Figura 4.2.

Ya obtenido el *query*, lo primero que se modificará será la forma de ingresar la fecha, desglosando las fechas por día, mes y año, quedando el archivo excel de la siguiente forma:

Detalle de Características de Papel																		
Fecha Inicial:		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Día</th> <th>Mes</th> <th>Año</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9</td> <td>2</td> <td>2016</td> </tr> </tbody> </table>			Día	Mes	Año	9	2	2016								
Día	Mes	Año																
9	2	2016																
Fecha Final:		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Día</th> <th>Mes</th> <th>Año</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9</td> <td>2</td> <td>2016</td> </tr> </tbody> </table>			Día	Mes	Año	9	2	2016								
Día	Mes	Año																
9	2	2016																
Fecha de Ejecución:		06-03-2016 16:15																
Application Services Latin America																		
FEC	MOV	Fecha	OF	Turno	Jumbo	GraMan	GraCen	GraAcc	EspMan	EspCen	EspAcc	ResLon	Re					
09-02-2016	07-02-2016	1630032	1	20	23,1	0	0	1,07	0	0	900							
09-02-2016	07-02-2016	1630032	3	36	22,6	0	0	1,03	0	0	912							
09-02-2016	08-02-2016	1630032	2	52	23,6	0	0	1,04	0	0	902							
09-02-2016	08-02-2016	1630032	3	68	23,3	0	0	1,03	0	0	916							
09-02-2016	06-02-2016	1630032	3	4	22,9	0	0	1,09	0	0	851							
09-02-2016	09-02-2016	1620018	2	7	15,8	0	0	0,88	0	0	340							

Figura 4.4. – Query con primera modificación.

La Figura 4.4., muestra que se ha ocultado la fecha inicial y final que mostraba el *query*, colocando la letra de color blanco, y desglosando la fecha de consulta en día, mes y año, los que se encuentran ligados a la fecha oculta, como se detalla en la Figura 4.5.:

	Día	Mes	Año
Fecha Inicial:	13	H3	G3
Fecha Final:	9	2	2016

Figura 4.5. – Detalle del desglose de fecha.

La Figura 4.5., detalla la forma en la que el día, mes y año ingresados se ligan a la fecha oculta, con la que el *query* lleva a cabo la consulta, todo esto para que visualmente sea más fácil de utilizar dicho archivo.

Una vez desglosada la fecha, se explican los campos de la tabla de consulta.

Primero, se encuentra la FEC_MOV, la cual corresponde a la fecha inicial. Luego hay un campo que dice Fecha, la cual indica hasta que fecha se fabricó la OF, siendo el tercer campo el número de orden de fabricación, el cual es vital para conocer el tipo de papel que se produce.

Luego, vienen tres campos: GraMan, GraCen y GraAcc, los cuales corresponden a gramaje de mando, gramaje centro y gramaje accionamiento. El gramaje de mando es cuando del jumbo se extrae una parte de los costados conocida como mando, la que se utiliza generalmente para medir el gramaje del papel producido. En caso de que no se pueda analizar una parte del mando, se extrae una parte del centro de jumbo y se analiza esa pieza para obtener el gramaje. Finalmente, si tampoco es posible adquirir una muestra de ese sector, se corta un trozo del otro costado del jumbo conocida como accionamiento, y se obtiene el gramaje con dicha muestra. Lo mismo ocurre con el espesor, es por ello que también existen tres campos de ingreso para dicha variable: EspMan, EspCen y EspAcc, siendo estos el espesor de mando, de centro y accionamiento respectivamente.

Además, se encuentran los valores ResLon y ResTra, además de la relación en porcentaje de éstas en el campo RelRT, el cual es seguido por la clasificación ResHLo y ResHTr, correspondientes a la resistencia en húmedo longitudinal y transversal, los que sólo son determinados cuando se fabrica una toalla de papel.

Por otro lado, también están los campos EloLon y EloTra, los que muestran la elongación longitudinal y transversal. Cabe destacar, que la mayor parte del tiempo se toma la elongación longitudinal, y solo en caso de que no sea posible extraer información de ésta, se registra el valor de la elongación transversal. Asimismo, se registra la blancura del papel en el campo Blan.

También existen los campos HumMan, HumCen y HumAcc, siendo éstos la humedad mando, humedad centro y humedad accionamiento, los cuales tienen el mismo concepto del gramaje y el espesor. Al igual que las resistencias en húmedo, sólo se obtienen cuando se produce una toalla de papel.

Finalmente, existen campos que se dejan en blanco, ya que no se realizan muestras para determinar esas características del papel, ya sea la porosidad, absorción y otros;

debido a que no se cuenta con la instrumentación necesaria, y no son considerados parámetros que perjudiquen la calidad del papel al nivel de ser rechazado por el cliente.

Para poder trabajar estos campos, se realizó una extensión de la tabla con la finalidad de limpiar y seleccionar de manera más detallada la información entregada, quedando de la siguiente forma:

10	ImpresionLiberada	Gramaje GR/M2	Espesor MM 10 HJS	ResLon2	ResTra2	RelRT%	ResHLo2	Elongación	Blancura	OF.	Código Papel	Papel	Código JDE	Día	Mes	Año
11	D	23,1	1,07	900	430	48%	0	17,8	82,1	1630032	2HI2379002755	HIGIENICO BLANCO	P-B000122	9	2	2016
12	D	22,6	1,03	912	493	54%	0	18,2	80,5	1630032	2HI2379002755	HIGIENICO BLANCO	P-B000122	9	2	2016
13	D	23,6	1,04	902	531	59%	0	17,2	81,8	1630032	2HI2379002755	HIGIENICO BLANCO	P-B000122	9	2	2016
14	D	23,3	1,03	916	571	62%	0	18	77,7	1630032	2HI2379002755	HIGIENICO BLANCO	P-B000122	9	2	2016
15	D	22,9	1,09	851	508	60%	0	17,2	80	1630032	2HI2379002755	HIGIENICO BLANCO	P-B000122	9	2	2016
16	D	15,8	0,88	340	239	70%	0	14,9	91,2	1620018	#N/A	#N/A	#N/A	9	2	2016
17	D	23,2	1,14	865	419	48%	0	20	83,7	1630032	2HI2379002755	HIGIENICO BLANCO	P-B000122	9	2	2016
18	D	22,4	0,99	965	459	48%	0	18,9	81,7	1630032	2HI2379002755	HIGIENICO BLANCO	P-B000122	9	2	2016

Figura 4.6. – Extensión de la tabla de consulta de información.

La Figura 4.6., muestra la extensión de la tabla de datos, donde se asignaron los siguientes campos:

- Gramaje GR/M2.
- Espesor MM 10 HJS.
- ResLon2.
- ResTra2.
- RelRT%.
- ResHLo2.
- Elongación.
- Blancura.
- OF.
- Código Papel.
- Papel.
- Código JDE.
- Día.
- Mes.
- Año.

Cada uno de estos registros, son los que se utilizaron para elaborar los gráficos de control, y se obtuvieron en base a lo descrito en la Figura 4.7.

AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	
8								
9								
10	ImpresionLiberada	Gramaje GR/M2	Espesor MM 10 HJS	ResLon2	ResTra2	RelRT%	ResHLo2	Elongación
11	D	23,1	1,07	900	430	48%	0	1
12	D	22,6	1,03	912	493	54%	0	1
13	D	23,6	1,04	902	531	59%	0	1

Figura 4.7. – Obtención del registro de Gramaje GR/M2.

En la Figura 4.7., se muestra que el gramaje se obtiene realizando tres funciones SI, siguiendo la lógica de que el campo de GraMan es el que generalmente tiene el valor

registrado, y en caso de ser 0, habría un registro en el campo GraCen, o en GraAcc. Se puede ver un detalle de la fórmula en el recuadro rojo de la Figura 4.8., la que indica que, si GraAcc es mayor a 0, que muestre el valor registrado, en caso contrario se dirige al campo GraCen, y si este tiene un valor mayor a 0, muestre dicho número, y en caso de ser 0, se dirija a GraMan y muestre el valor en dicha selección.

En caso de no haber ningún registro, el campo queda con dos guiones en el centro, debido a que el operador no ingresó el valor del gramaje del jumbo correspondiente, en el sistema.

Se aplica la misma lógica para el espesor, las resistencias, RelRT%, elongación y blancura. Dicho procedimiento se puede apreciar en el Anexo N°3.

Los siguientes datos que se visualizan son: OF, Código Papel, Papel y Código JDE. Si bien el valor de la OF aparece al inicio de la tabla de consulta, se decidió agregar una columna a la extensión para poder aplicar una fórmula de BuscarV, para obtener los 3 datos siguientes, para lo cual fue necesario realizar dos pestañas nuevas en el archivo:

La primera pestaña se denominó como codpapel_JDE, en la que aparece el número de identificación de cada papel fabricado, tanto el que se utiliza en los módulos de máquinas papeleras, como el que asigna el sistema, conocido como código JDE. En la tabla 4.1., se muestra cada papel con sus respectivos códigos y descripción.

Tabla 4.1. – Códigos para diferenciar el papel.

CÓDIGO MÓDULO MP	Descripción	CÓDIGO JDE
2HI19600N275S	HIGIENICO DE TRANSICIÓN	P-BO00009
2HI196900275S	HIGIENICO ACUENTA	P-BO00022
2HI237900275S	HIGIENICO BLANCO	P-BO00122
2HI15850B275S	HIGIENICO PLUS ULTRA	P-BO00185
2HI158200275S	HIGIENICO CLÁSICO	P-BO00519
2HI15820B275S	HIGIENICO CLÁSICO NUEVO	P-BO00544
2TO227200275S	TOALLA COCINA BLANCA	P-BO00026
2TO197700275S	TOALLA COCINA BLANCA	P-BO00046
2TO227700275S	TOALLA COCINA BLANCA	P-BO00068
5TO3677PF315S	TOALLA INTERFOLIADA PISAFOLD	P-BO00094
5TO2080PF275S	TOALLA PISAFOLD BLANCA PARA DUPLICAR	P-BO00154
5TO257700275S	TOALLA INST. BLANCA PISA ROLL BASICA	P-BO00397
5TO208300275S	TOALLA INSTITUCIONAL TORK (PARA DUPLICAR)	P-BO00459
5TO328300275S	TOALLA INSTITUCIONAL TORK (UNA HOJA)	P-BO00487
5TO327700275S	TOALLA INSTITUCIONAL BLANCA PISA ROLL	P-BO00508
5TO346300275S	TOALLA INTERFOLIA PISAFOLD LECHERIAS	P-BO00509
5TO250000275S	BOBINA TOALLA CAFÉ	P-BO00523
2PA15850B275S	PAÑUELO PLUS PISA	P-BO00196
2SE2185FL275S	SERVILLETA SUAVE FLORES	P-BO00228

CÓDIGO MÓDULO MP	Descripción	CÓDIGO JDE
2SE2577MG275S	SERVILLETAS INST. MAGIKLIN Y PISA LUNCH	P-BO00495
2SE2577PL275S	SERVILLETAS INST. MAGIKLIN Y PISA LUNCH	P-BO00495
2SE198000275S	SERV BCA 19 GRS 80° 275 CMS	P-BO00514
2SE208000275S	SERVILLETA.BCA 20,5 GRS 80° MEXICO 275 CMS	P-BO00514
2SE197700275S	SERVILLETA BLANCA	P-BO00514
5SA287800275S	SABANILLA CLINICA SANIPISA (JUNIOR)	P-BO00488
5SA357900275S	SABANILLA CLINICA SANIPISA	P-BO00489
2EXTI18BL0275	PAPEL PAÑAL BLANCO	P-BO00303
2PRU123456789	Bobina Prueba (Desarrollo)	PRUEBA
2PRUTOA123456	Prueba Toalla	PRUEBA
2PRUSER123456	Prueba Servilleta	PRUEBA

Fuente: elaboración propia.

La Tabla 4.1., muestra los códigos con los que se señala qué papel se está fabricando en máquinas papeleras, y el código con el que se ingresa al sistema. Para efectos de la construcción de los gráficos, se utilizará el código con el que el sistema reconoce cada producto. Cabe mencionar que la Tabla 3.1., sólo es modificada cuando se crea un nuevo código y es ingresado a la base de datos. La Tabla 4.1., es la misma que se encuentra en la pestaña `codpapel_JDE` del archivo Excel.

Por otro lado, la segunda pestaña que se creó, fue denominada `of_codpapel`, en la que se registra la orden de fabricación, y las tres filas de la Tabla 4.1.

1	Ord_fab	Codpapel	Papel	Cod JDE
2	1530002	2SE2185FL275S	SERVILLETA SUAVE FLORES	P-BO00228
3	1530003	2SE197700275S	SERVILLETA BLANCA	P-BO00514
4	1530004	2SE2185FL275S	SERVILLETA SUAVE FLORES	P-BO00228
5	1530005	5TO257700275S	TOALLA INST. BLANCA PISA ROLL BASICA	P-BO00397
6	1530006	2TO227700275S	TOALLA COCINA BLANCA	P-BO00068
7	1530007	2HI237900275S	HIGIENICO BLANCO	P-BO00122
8	1530008	2HI237900275S	HIGIENICO BLANCO	P-BO00122
9	1530009	2TO227200275S	TOALLA COCINA BLANCA	P-BO00026
10	830261	2HI196900275S	HIGIENICO ACUENTA	P-BO00022
11	1530010	2HI196900275S	HIGIENICO ACUENTA	P-BO00022
12	1530011	2HI237900275S	HIGIENICO BLANCO	P-BO00122

Figura 4.8. – Muestra del ingreso de datos de la pestaña `of_codpapel`.

La Figura 4.8., corresponde a una parte de la data registrada en el archivo Excel, en la que la orden de fabricación y el código de papel deben ser ingresados de manera manual todos los días, ya que son determinados en el día a día, mientras que el papel y el código JDE se busca en la Tabla 4.1., con la fórmula `BuscarV`, tal como se muestra a continuación en las Figuras 4.9., y 4.10.

C2 X ✓ f =BUSCARV(B2;codpaper_JDE!\$A\$1:\$C\$31;2;0)

	A	B	C	D
1	Ord_fab	Codpaper	Papel	Cod JDE
2	1530002	2SE2185FL275S	SERVILLETA SUAVE FLORES	P-BO00228
3	1530003	2SE197700275S	SERVILLETA BLANCA	P-BO00514
4	1530004	2SE2185FL275S	SERVILLETA SUAVE FLORES	P-BO00228
5	1530005	5TO257700275S	TOALLA INST. BLANCA PISA ROLL BASICA	P-BO00397
6	1530006	2TO227700275S	TOALLA COCINA BLANCA	P-BO00068
7	1530007	2HI237900275S	HIGIENICO BLANCO	P-BO00122
8	1530008	2HI237900275S	HIGIENICO BLANCO	P-BO00122
9	1530009	2TO227200275S	TOALLA COCINA BLANCA	P-BO00026

Figura 4.9. – Fórmula BuscarV para el campo Papel.

D2 X ✓ f =BUSCARV(B2;codpaper_JDE!\$A\$1:\$C\$31;3;0)

	A	B	C	D
1	Ord_fab	Codpaper	Papel	Cod JDE
2	1530002	2SE2185FL275S	SERVILLETA SUAVE FLORES	P-BO00228
3	1530003	2SE197700275S	SERVILLETA BLANCA	P-BO00514
4	1530004	2SE2185FL275S	SERVILLETA SUAVE FLORES	P-BO00228
5	1530005	5TO257700275S	TOALLA INST. BLANCA PISA ROLL BASICA	P-BO00397
6	1530006	2TO227700275S	TOALLA COCINA BLANCA	P-BO00068
7	1530007	2HI237900275S	HIGIENICO BLANCO	P-BO00122
8	1530008	2HI237900275S	HIGIENICO BLANCO	P-BO00122
9	1530009	2TO227200275S	TOALLA COCINA BLANCA	P-BO00026

Figura 4.10. – Fórmula BuscarV para el campo Cod JDE.

En la Figura 4.9., y 4.10., se puede apreciar que para buscar la información de la Tabla 4.1., se utiliza como nexo común el código de papel, ya que la OF es un valor nuevo que se asigna diariamente, y es en ese minuto donde se sabe que papel se realizará con dicho número.

Con estas dos pestañas, ya es posible mostrar el registro en la extensión de la tabla de consulta, donde el campo OF., corresponde al valor numérico del campo OF que muestra la tabla originalmente.

AQ11 X ✓ f =VALOR(C11)

	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT	AU	AV	AW
8											
9											
10	RelRT%	ResHLo2	Elongación	Blancura	OF.	Código Papel	Papel	Código JDE	Día	Mes	Año
11	48%	0	17,8	82,1	1630032	2HI237900275S	HIGIENICO BLANCO	P-BO00122	9	2	2016
12	54%	0	18,2	80,5	1630032	2HI237900275S	HIGIENICO BLANCO	P-BO00122	9	2	2016
13	59%	0	17,2	81,8	1630032	2HI237900275S	HIGIENICO BLANCO	P-BO00122	9	2	2016
14	62%	0	18	77,7	1630032	2HI237900275S	HIGIENICO BLANCO	P-BO00122	9	2	2016
15	60%	0	17,2	80	1630032	2HI237900275S	HIGIENICO BLANCO	P-BO00122	9	2	2016

Figura 4.11. – Obtención del registro de OF.

La Figura 4.11., muestra que se utilizó la fórmula Valor de excell, para asegurar que el número de la OF quedara como número, y así nos permita buscarlo con la siguiente operación.

Los siguientes campos, Código Papel, Papel y Código JDE, se obtuvieron utilizando la fórmula BuscarV, la cual utiliza el campo OF. Como nexo con la tabla de la Figura 4.9.

The screenshot shows an Excel spreadsheet with a formula bar at the top containing the formula: `=BUSCARV(ANALIPA!A11:A120;of_codpapel!A1:D50092;2;0)`. Below the formula bar, a data table is visible with the following columns: ResTra2, RelRT%, ResHLo2, Elongación, Blancura, OF, Código Papel, Papel, Código JDE, Día, Mes, and Año. The data rows show values for these properties across different paper types.

	ResTra2	RelRT%	ResHLo2	Elongación	Blancura	OF	Código Papel	Papel	Código JDE	Día	Mes	Año
11	430	48%	0	17,8	82,1	1630032	2HI237900275S	HIGIENICO BLANCO P-BO00122		9	2	2016
12	493	54%	0	18,2	80,5	1630032	2HI237900275S	HIGIENICO BLANCO P-BO00122		9	2	2016
13	531	59%	0	17,2	81,8	1630032	2HI237900275S	HIGIENICO BLANCO P-BO00122		9	2	2016
14	571	62%	0	18	77,7	1630032	2HI237900275S	HIGIENICO BLANCO P-BO00122		9	2	2016
15	508	60%	0	17,2	80	1630032	2HI237900275S	HIGIENICO BLANCO P-BO00122		9	2	2016

Figura 4.12. – Obtención del registro de Código Papel.

En el recuadro rojo de la Figura 4.12., se puede apreciar la fórmula BuscarV que se usa para adquirir la información del Código Papel.

Para la obtención del registro de papel y Código JDE, se pueden visualizar las figuras con su respectiva explicación en el Anexo N°4.

Finalmente, se desglosan el día, mes y año del campo Fecha, para hacer más específica la consulta.

The screenshot shows three Excel spreadsheets side-by-side, each with a formula bar containing a date breakdown formula: `=DIA(ANALIPA!$A11)`, `=MES(ANALIPA!$A11)`, and `=AÑO(ANALIPA!$B11)`. Below each formula bar, a data table is visible with columns for Código JDE, Día, Mes, and Año. The data rows show values for these fields across different paper types.

	Código JDE	Día	Mes	Año
11	P-BO00122	9	2	2016
12	P-BO00122	9	2	2016
13	P-BO00122	9	2	2016
14	P-BO00122	9	2	2016
15	P-BO00122	9	2	2016

Figura 4.13. – Desglose de fecha por día, mes y año respectivamente.

La Figura 4.13., muestra en detalle las fórmulas utilizadas para desglosar la fecha, la cual corresponde al día en el que comenzó a producirse la orden de fabricación.

Una vez realizada la extensión, el siguiente paso para construir los gráficos, es conocer los límites de control, para lo cual se decidió tomar la data desde enero a Julio del 2015, a causa de que a principios a agosto del 2015 se realizó este cálculo, y en conjunto el área de calidad se determinó trabajar con toda la información que se tuviera hasta la fecha del año 2015.

4.1.1.1. Cálculo de medias y desviaciones estándar

Antes de conocer los límites de control de los gráficos de media y rango, es necesario identificar la media y las desviaciones estándar, por lo que primero se calcula la media de cada tipo de papel que se fabrica en SCA Chile a través de una tabla dinámica, la cual se basa en la data registrada de enero a julio del 2015, donde se obtuvo la siguiente información reflejada en la Tabla 4.2.:

Tabla 4.2. – Media de las medias de las variables entre enero y julio del 2015.

Mes	Media Gramaje Gr/m ²	Media Espesor Mm 10 hojas	Media ResLon	Media ResTra	Media Elongación %	Media Blancura °
P-BO00022	19,264	0,988	769,994	456,577	16,039	70,068
1	19,397	1,025	785,925	455,179	16,401	72,288
2	19,379	1,005	760,745	455,971	16,409	71,736
3	19,366	0,996	752,185	455,401	16,122	68,657
4	19,327	0,958	788,085	476,739	15,845	69,272
5	19,337	0,953	764,518	448,392	15,918	69,167
6	19,033	0,975	788,572	468,712	15,586	69,263
7	19,022	0,999	748,006	438,379	15,941	69,424
P-BO00026	21,757	1,026	1005,337	651,411	16,207	72,757
1	21,635	1,041	976,618	634,730	16,062	74,557
2	22,158	1,054	1009,097	694,243	15,845	72,906
3	21,664	1,026	996,455	649,977	16,729	71,218
4	21,638	1,005	1029,404	682,993	16,089	73,034
5	21,944	1,002	959,311	593,519	16,532	72,575
6	21,456	1,024	1024,633	668,531	16,342	72,427
7	21,718	1,032	1026,161	593,195	16,026	72,479

Fuente: elaboración propia. NOTA: la tabla completa se encuentra en el Anexo N°5.

En la Tabla 4.2., se muestra la media de cada variable durante un mes, para cada tipo de papel, el cual es diferenciado por el código JDE. Además, se distingue la media de las medias, registrada en la línea donde aparece el código JDE, en negrita.

Los meses se diferenciaron de la siguiente forma:

Tabla 4.3. – Identificación de meses en tablas de cálculo.

Mes	Número de Identificación
Enero	1
Febrero	2
Marzo	3
Abril	4
Mayo	5
Junio	6
Julio	7

Fuente: elaboración propia.

La Tabla 4.3., muestra como son identificados los meses en la Tabla 4.2. Además, esta tipología se utilizará en las siguientes tablas de cálculo.

Una vez obtenida la media de cada variable para cada tipo de papel, se procede a determinar la desviación estándar de cada uno de éstos durante el mismo periodo de tiempo.

Tabla 4.4. – Desviación estándar de las variables entre enero y julio del 2015.

Mes	σ Gramaje Gr/m ²	σ Espesor Mm 10 hojas	σ ResLon	σ ResTra	σ Elongación %	σ Blancura °
P-BO00022	0,489	0,064	66,304	45,515	1,172	1,866
1	0,520	0,068	72,399	47,514	1,315	1,422
2	0,483	0,061	68,382	52,712	1,169	1,659
3	0,504	0,064	58,475	34,180	1,111	1,041
4	0,418	0,059	65,417	42,070	1,141	1,211
5	0,471	0,052	69,444	47,189	1,121	1,137
6	0,428	0,055	59,649	40,856	0,998	1,091
7	0,407	0,059	53,265	39,016	1,079	1,296
P-BO00026	0,564	0,070	86,708	77,588	1,156	1,786
1	0,657	0,065	91,226	74,968	1,107	2,012
2	0,568	0,086	85,042	62,198	1,274	1,735
3	0,698	0,065	88,957	71,464	1,149	1,293
4	0,444	0,062	79,908	71,028	0,982	1,710
5	0,334	0,061	76,137	62,215	1,031	1,427
6	0,423	0,056	73,420	70,264	1,071	1,391
7	0,453	0,071	94,198	64,549	1,251	1,361

Fuente: elaboración propia. NOTA: la tabla completa se encuentra en el Anexo N°6.

La Tabla 4.4., registra la desviación estándar de cada variable durante un mes, además del promedio de éstas, que se distingue por estar en la línea donde aparece el código JDE, en negrita. Cabe mencionar que los meses fueron diferenciados según la identificación mostrada en la Tabla 4.3.

Con los resultados obtenidos, ahora se pueden determinar los límites de control del gramaje, espesor, ResLon, ResTra, elongación y blancura, para cada papel que se ha fabricado durante el periodo indicado.

4.1.1.2. Cálculo y definición de límites para los gráficos \bar{x}

Una vez obtenida la media y la desviación estándar de cada variable para los diferentes tipos de papel, se pueden calcular los límites de control con las fórmulas (3.2.) y (3.3.), ya que se conoce la desviación estándar.

Para gráficos de medias, las fórmulas para los límites de control son:

$$LCI = \bar{\bar{x}} - z\sigma_{\bar{x}} \quad (3.2.)$$

$$LCS = \bar{\bar{x}} + z\sigma_{\bar{x}} \quad (3.3.)$$

Dónde:

- $\bar{\bar{x}}$ = media de las medias de las muestras, o un valor objetivo que se establece en el proceso.
- z = número de desviaciones estándar normales. Es 2 para el 95,5% de confianza y 3 para el 99,73%.
- $\sigma_{\bar{x}}$ = desviación estándar de la media de las muestras (σ/\sqrt{n})
- σ = desviación estándar de la población.
- n = tamaño de la muestra.

Para calcularlos teóricamente se considera un número de desviaciones de $\pm 3\sigma$, SCA establece según sus normas de calidad, que se trabaje con un número de $\pm 1\sigma$, ya que una vez se revisa el jumbo, después pasa a un nuevo proceso en el área de conversión, donde el papel pierde propiedades, cambiando el valor de los parámetros, donde finalmente pueden adquirir valores dentro de los límites en el rango de $\pm 3\sigma$. Por ejemplo, supóngase que a 3σ , el límite de control inferior de ResLon resulta ser 1.800, y en un jumbo el valor de ResLon es 1.810. En base a esto, el jumbo se acepta por estar dentro de los parámetros, sin embargo, en el área de conversión, el jumbo es prepicado y gofrado, lo cual hace que pierda resistencia siendo el valor final de 1.750, lo cual está fuera de los 3σ , y debe ser rechazado.

En la siguiente tabla, se muestran los límites de control calculados, el límite central correspondiente a la media de las medias de los meses considerados, y los límites de tolerancia con los trabaja la organización, para el gramaje

Tabla 4.5. – Límites de cada papel para el gramaje.

Código JDE	LCI	LC	LCS	LTI	LTS
P-BO00022	18,78	19,26	19,75	18,1	20,3
P-BO00026	21,19	21,76	22,32	20,4	23,0
P-BO00046	18,96	19,43	19,90	18,1	20,3
P-BO00068	21,14	21,66	22,17	20,4	23,0
P-BO00094	31,28	32,77	34,27	31,4	35,3
P-BO00122	22,41	22,93	23,44	21,9	24,6
P-BO00154	19,64	20,16	20,69	19,0	21,4
P-BO00185	15,62	16,17	16,72	15,2	17,1
P-BO00196	15,07	15,44	15,81	14,3	16,1
P-BO00228	20,10	20,71	21,32	19,5	21,9
P-BO00303	18,98	19,53	20,07	17,6	19,8
P-BO00397	24,13	25,03	25,94	23,8	26,8
P-BO00459	20,00	20,47	20,95	19,0	21,4
P-BO00487	32,35	32,98	33,62	30,4	34,2
P-BO00488	27,59	28,27	28,95	26,6	30,0
P-BO00489	32,68	33,33	33,98	31,4	35,3

Código JDE	LCI	LC	LCS	LTI	LTS
P-BO00495	24,43	25,14	25,86	24,2	27,3
P-BO00508	31,61	32,42	33,23	30,4	34,2
P-BO00514	18,57	19,06	19,55	18,1	20,3
P-BO00519	15,48	15,99	16,50	14,7	16,6

Fuente: elaboración propia.

La Tabla 4.5., muestra los límites de control inferior y superior calculados para el gramaje, los límites de tolerancia que determinó la empresa y el límite central en cada tipo de papel que se ha fabricado en SCA Chile entre enero y julio del 2015.

Las tablas con los cálculos de límites según la data de enero a julio del 2015, se pueden apreciar en el Anexo N°7.

El Código JDE es el que indica el tipo de papel al cual corresponde cada ítem, criterio utilizado en todas las tablas de cálculo.

Una vez obtenidos los límites de control reales para cada variable de papel fabricado, el área de calidad los analizó, los comparó con los que habían utilizado hasta la fecha y determinó colocar los siguientes límites con los que trabajarán los gráficos.

Cabe mencionar, que hay papeles que no fueron fabricados durante enero y julio del 2015, por lo que es esos casos el área de calidad determinó sus límites asemejándolo con un papel similar.

Las Tablas 4.6., a la 4.11., muestran los límites de cada variable, para cada tipo de papel, tras el análisis que realizó el departamento de calidad.

Tabla 4.6. – Límites de la media establecidos para el gramaje.

GRAMAJE GR/M ²					
CodJDE	LCI	LC	LCS	LTI	LTS
P-BO00009	18,53	19,00	19,67	18,05	20,33
P-BO00022	18,53	19,00	19,67	18,05	20,33
P-BO00122	22,43	23,00	23,81	21,85	24,61
P-BO00185	15,60	16,00	16,56	15,20	17,12
P-BO00519	15,11	15,50	16,04	14,73	16,59
P-BO00544	15,11	15,50	16,04	14,73	16,59
P-BO00026	20,96	21,50	22,25	20,43	23,01
P-BO00046	18,53	19,00	19,67	18,05	20,33
P-BO00068	20,96	21,50	22,25	20,43	23,01
P-BO00094	32,18	33,00	34,16	31,35	35,31
P-BO00154	19,50	20,00	20,70	19,00	21,40
P-BO00397	24,38	25,00	25,88	23,75	26,75
P-BO00459	19,50	20,00	20,70	19,00	21,40

GRAMAJE GR/M²

CodJDE	LCI	LC	LCS	LTI	LTS
P-BO00487	31,20	32,00	33,12	30,40	34,24
P-BO00508	31,20	32,00	33,12	30,40	34,24
P-BO00509	33,15	34,00	35,19	32,30	36,38
P-BO00523	24,38	25,00	25,88	23,75	26,75
P-BO00196	14,63	15,00	15,53	14,25	16,05
P-BO00228	19,99	20,50	21,22	19,48	21,94
P-BO00495	24,86	25,50	26,39	24,23	27,29
P-BO00514	18,53	19,00	19,67	18,05	20,33
P-BO00488	27,30	28,00	28,98	26,60	29,96
P-BO00489	32,18	33,00	34,16	31,35	35,31
P-BO00303	18,04	18,50	19,15	17,58	19,80

Fuente: elaboración propia.

La Tabla 4.6., muestra los límites de control y de tolerancia del gramaje establecidos para cada tipo de papel, los que se utilizan desde noviembre del 2015 en las fichas técnicas que el departamento de calidad entrega a máquinas papeleras para producir los jumbos. Cabe mencionar que el valor deseado por la empresa es el LC y los valores están expresados en la unidad de medida de gr/m².

Tabla 4.7. – Límites de la media establecidos para el espesor.

ESPESOR MM 10 HJS

CodJDE	LCI	LC	LCS	LTI	LTS
P-BO00009	0,90	1,00	1,10	NO APLICA	NO APLICA
P-BO00022	0,90	1,00	1,10	NO APLICA	NO APLICA
P-BO00122	1,04	1,15	1,27	NO APLICA	NO APLICA
P-BO00185	0,86	0,95	1,05	NO APLICA	NO APLICA
P-BO00519	0,81	0,90	0,99	NO APLICA	NO APLICA
P-BO00544	0,80	0,90	1,00	NO APLICA	NO APLICA
P-BO00026	0,95	1,05	1,16	NO APLICA	NO APLICA
P-BO00046	0,81	0,90	0,99	NO APLICA	NO APLICA
P-BO00068	0,90	1,00	1,10	NO APLICA	NO APLICA
P-BO00094	1,08	1,20	1,32	NO APLICA	NO APLICA
P-BO00154	0,90	1,00	1,10	NO APLICA	NO APLICA
P-BO00397	0,95	1,05	1,16	NO APLICA	NO APLICA
P-BO00459	0,81	0,90	0,99	NO APLICA	NO APLICA
P-BO00487	1,04	1,15	1,27	NO APLICA	NO APLICA
P-BO00508	1,13	1,25	1,38	NO APLICA	NO APLICA
P-BO00509	1,17	1,30	1,43	NO APLICA	NO APLICA
P-BO00523	0,99	1,10	1,21	NO APLICA	NO APLICA

ESPESOR MM 10 HJS

CodJDE	LCI	LC	LCS	LTI	LTS
P-BO00196	0,86	0,95	1,05	NO APLICA	NO APLICA
P-BO00228	0,81	0,90	0,99	NO APLICA	NO APLICA
P-BO00495	0,95	1,05	1,16	NO APLICA	NO APLICA
P-BO00514	0,81	0,90	0,99	NO APLICA	NO APLICA
P-BO00488	1,13	1,25	1,38	NO APLICA	NO APLICA
P-BO00489	1,17	1,30	1,43	NO APLICA	NO APLICA
P-BO00303	0,81	0,90	0,99	NO APLICA	NO APLICA

Fuente: elaboración propia.

La Tabla 4.7., muestra los límites de control y de tolerancia del espesor, establecidos para cada tipo de papel, los que se utilizan desde noviembre del 2015 en las fichas técnicas que el departamento de calidad entrega a máquinas papeleras para producir los jumbos. Cabe mencionar que el valor deseado por la empresa es el LC y los valores están expresados en la unidad de medida de mm de 10 hojas de papel.

Tabla 4.8. – Límites de la media establecidos para la resistencia longitudinal.

RESLON

CodJDE	LCI	LC	LCS	LTI	LTS
P-BO00009	588,25	650,00	711,75	526,50	773,50
P-BO00022	678,75	750,00	821,25	607,50	892,50
P-BO00122	724,00	800,00	876,00	648,00	952,00
P-BO00185	322,18	356,00	389,82	288,36	423,64
P-BO00519	325,80	360,00	394,20	291,60	428,40
P-BO00544	325,80	360,00	394,20	291,60	428,40
P-BO00026	905,00	1000,00	1095,00	810,00	1190,00
P-BO00046	769,25	850,00	930,75	688,50	1011,50
P-BO00068	905,00	1000,00	1095,00	810,00	1190,00
P-BO00094	1719,50	1900,00	2080,50	1539,00	2261,00
P-BO00154	633,50	700,00	766,50	567,00	833,00
P-BO00397	1267,00	1400,00	1533,00	1134,00	1666,00
P-BO00459	905,00	1000,00	1095,00	810,00	1190,00
P-BO00487	1900,50	2100,00	2299,50	1701,00	2499,00
P-BO00508	1538,50	1700,00	1861,50	1377,00	2023,00
P-BO00509	2081,50	2300,00	2518,50	1863,00	2737,00
P-BO00523	1267,00	1400,00	1533,00	1134,00	1666,00
P-BO00196	210,87	233,00	255,14	188,73	277,27
P-BO00228	633,50	700,00	766,50	567,00	833,00
P-BO00495	1176,50	1300,00	1423,50	1053,00	1547,00
P-BO00514	633,50	700,00	766,50	567,00	833,00

RESLON

CodJDE	LCI	LC	LCS	LTI	LTS
P-BO00488	1267,00	1400,00	1533,00	1134,00	1666,00
P-BO00489	1991,00	2200,00	2409,00	1782,00	2618,00
P-BO00303	1131,25	1250,00	1368,75	1012,50	1487,50

Fuente: elaboración propia.

La Tabla 4.8., muestra los límites de control y de tolerancia de la resistencia longitudinal, establecidos para cada tipo de papel, los que se utilizan desde noviembre del 2015 en las fichas técnicas que el departamento de calidad entrega a máquinas papeleras para producir los jumbos. Cabe mencionar que el valor deseado por la empresa es el LC y los valores están expresados en gr/pulgadas.

Tabla 4.9. – Límites de la media establecidos para la resistencia transversal.

RESTRA

CodJDE	LCI	LC	LCS	LTI	LTS
P-BO00009	362,00	400,00	438,00	324,00	476,00
P-BO00022	407,25	450,00	492,75	364,50	535,50
P-BO00122	434,40	480,00	525,60	388,80	571,20
P-BO00185	229,87	254,00	278,13	205,74	302,26
P-BO00519	199,10	220,00	240,90	178,20	261,80
P-BO00544	160,00	220,00	270,00	150,00	280,00
P-BO00026	633,50	700,00	766,50	567,00	833,00
P-BO00046	543,00	600,00	657,00	486,00	714,00
P-BO00068	633,50	700,00	766,50	567,00	833,00
P-BO00094	1031,70	1140,00	1248,30	923,40	1356,60
P-BO00154	348,43	385,00	421,58	311,85	458,15
P-BO00397	696,85	770,00	843,15	623,70	916,30
P-BO00459	497,75	550,00	602,25	445,50	654,50
P-BO00487	1140,30	1260,00	1379,70	1020,60	1499,40
P-BO00508	846,18	935,00	1023,83	757,35	1112,65
P-BO00509	1267,00	1400,00	1533,00	1134,00	1666,00
P-BO00523	724,00	800,00	876,00	648,00	952,00
P-BO00196	115,84	128,00	140,16	103,68	152,32
P-BO00228	348,43	385,00	421,58	311,85	458,15
P-BO00495	764,73	845,00	925,28	684,45	1005,55
P-BO00514	411,78	455,00	498,23	368,55	541,45
P-BO00488	760,20	840,00	919,80	680,40	999,60
P-BO00489	1194,60	1320,00	1445,40	1069,20	1570,80
P-BO00303	621,74	687,00	752,27	556,47	817,53

Fuente: elaboración propia.

La Tabla 4.9., muestra los límites de control y de tolerancia de la resistencia transversal, establecidos para cada tipo de papel, los que se utilizan desde noviembre del 2015 en las fichas técnicas que el departamento de calidad entrega a máquinas papeleras para producir los jumbos. Cabe mencionar que el valor deseado por la empresa es el LC y los valores están expresados en gr/pulgadas.

Tabla 4.10. – Límites de la media establecidos para la elongación.

CodJDE	ELONGACIÓN %				
	LCI	LC	LCS	LTI	LTS
P-BO00009	17,00	18,00	19,00	16,00	20,00
P-BO00022	17,00	18,00	19,00	16,00	20,00
P-BO00122	17,00	18,00	19,00	16,00	20,00
P-BO00185	17,00	18,00	19,00	16,00	20,00
P-BO00519	17,00	18,00	19,00	16,00	20,00
P-BO00544	17,00	18,00	19,00	16,00	20,00
P-BO00026	17,00	18,00	19,00	16,00	20,00
P-BO00046	17,00	18,00	19,00	16,00	20,00
P-BO00068	17,00	18,00	19,00	16,00	20,00
P-BO00094	17,00	18,00	19,00	16,00	20,00
P-BO00154	17,00	18,00	19,00	16,00	20,00
P-BO00397	17,00	18,00	19,00	16,00	20,00
P-BO00459	17,00	18,00	19,00	16,00	20,00
P-BO00487	17,00	18,00	19,00	16,00	20,00
P-BO00508	17,00	18,00	19,00	16,00	20,00
P-BO00509	17,00	18,00	19,00	16,00	20,00
P-BO00523	17,00	18,00	19,00	16,00	20,00
P-BO00196	17,00	18,00	19,00	16,00	20,00
P-BO00228	11,00	12,00	13,00	10,00	14,00
P-BO00495	17,00	18,00	19,00	16,00	20,00
P-BO00514	17,00	18,00	19,00	16,00	20,00
P-BO00488	17,00	18,00	19,00	16,00	20,00
P-BO00489	17,00	18,00	19,00	16,00	20,00
P-BO00303	17,00	18,00	19,00	16,00	20,00

Fuente: elaboración propia.

La Tabla 4.10., muestra los límites de control y de tolerancia de la elongación, establecidos para cada tipo de papel, los que se utilizan desde noviembre del 2015 en las fichas técnicas que el departamento de calidad entrega a máquinas papeleras para producir los jumbos. Cabe mencionar que el valor deseado por la empresa es el LC.

Los valores están expresados en la unidad de medida de porcentaje.

Tabla 4.11. – Límites de la media establecidos para la blancura.

BLANCURA					
CodJDE	LCI	LC	LCS	LTI	LTS
P-BO00009	59,00	NO APLICA	NO APLICA	58,00	NO APLICA
P-BO00022	68,00	69,00	70,00	67,00	71,00
P-BO00122	78,00	79,00	80,00	77,00	81,00
P-BO00185	83,00	84,00	NO APLICA	82,00	NO APLICA
P-BO00519	81,00	82,00	83,00	80,00	84,00
P-BO00544	81,00	82,00	83,00	80,00	84,00
P-BO00026	71,00	72,00	73,00	70,00	74,00
P-BO00046	76,00	77,00	78,00	75,00	79,00
P-BO00068	76,00	77,00	78,00	75,00	79,00
P-BO00094	76,00	77,00	78,00	75,00	79,00
P-BO00154	79,00	80,00	81,00	78,00	82,00
P-BO00397	76,00	77,00	78,00	75,00	79,00
P-BO00459	82,00	83,00	84,00	81,00	85,00
P-BO00487	82,00	83,00	84,00	81,00	85,00
P-BO00508	76,00	77,00	78,00	75,00	79,00
P-BO00509	62,00	63,00	64,00	NO APLICA	65,00
P-BO00523	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA
P-BO00196	84,00	85,00	NO APLICA	83,00	NO APLICA
P-BO00228	84,00	85,00	NO APLICA	83,00	NO APLICA
P-BO00495	76,00	77,00	78,00	75,00	79,00
P-BO00514	76,00	77,00	78,00	75,00	79,00
P-BO00488	77,00	78,00	79,00	76,00	80,00
P-BO00489	77,00	78,00	79,00	76,00	80,00
P-BO00303	84,00	85,00	NO APLICA	83,00	NO APLICA

Fuente: elaboración propia.

La Tabla 4.11., muestra los límites de control y de tolerancia de la blancura que fueron determinados para cada tipo de papel, los que se utilizan desde noviembre del 2015 en las fichas técnicas que el departamento de calidad entrega a máquinas papeleras para producir los jumbos. Cabe mencionar que el valor deseado por la empresa es el LC.

Los valores están expresados en la unidad de medida de colorimetría de la ISO.

Una vez establecidos los límites para los gráficos de medias, se copia el archivo Excel con el *query*, donde uno será para trabajar con los gráficos de medias y otro para los gráficos de rango.

El archivo para los gráficos de medias es nombrado Dashboard_Gmedias, y en éste se agrega la pestaña Límites, donde se realiza una tabla con todos los límites establecidos para las variables.

	GRAMAJE GR/M2						ESPOSOR MM 10 HJS						RestLon		
CodJDE	LCI	LC	LCS	LTI	LTS	LCI	LC	LCS	LTI	LTS	LCI	LC	LCS	LC	LCS
P-BO00009	18,53	19,00	19,67	18,05	20,33	0,90	1,00	1,10	NO APLICA	NO APLICA	588,25	650,00	711,75	526	
P-BO00022	18,53	19,00	19,67	18,05	20,33	0,90	1,00	1,10	NO APLICA	NO APLICA	678,75	750,00	821,25	607	
P-BO00122	22,43	23,00	23,81	21,85	24,61	1,04	1,15	1,27	NO APLICA	NO APLICA	724,00	800,00	876,00	648	
P-BO00185	15,60	16,00	16,56	15,20	17,12	0,86	0,95	1,05	NO APLICA	NO APLICA	322,18	356,00	389,82	288	
P-BO00519	15,11	15,50	16,04	14,73	16,59	0,81	0,90	0,99	NO APLICA	NO APLICA	325,80	360,00	394,20	291	
P-BO00544	15,11	15,50	16,04	14,73	16,59	0,80	0,90	1,00	NO APLICA	NO APLICA	325,80	360,00	394,20	291	
P-BO00026	20,96	21,50	22,25	20,43	23,01	0,95	1,05	1,16	NO APLICA	NO APLICA	905,00	1000,00	1095,00	810	
P-BO00046	18,53	19,00	19,67	18,05	20,33	0,81	0,90	0,99	NO APLICA	NO APLICA	769,25	850,00	930,75	688	
P-BO00068	20,96	21,50	22,25	20,43	23,01	0,90	1,00	1,10	NO APLICA	NO APLICA	905,00	1000,00	1095,00	810	
P-BO00094	32,18	33,00	34,16	31,35	35,31	1,08	1,20	1,32	NO APLICA	NO APLICA	1719,50	1900,00	2080,50	153	
P-BO00154	19,50	20,00	20,70	19,00	21,40	0,90	1,00	1,10	NO APLICA	NO APLICA	633,50	700,00	766,50	567	
P-BO00397	24,38	25,00	25,88	23,75	26,75	0,95	1,05	1,16	NO APLICA	NO APLICA	1267,00	1400,00	1533,00	113	
P-BO00459	19,50	20,00	20,70	19,00	21,40	0,81	0,90	0,99	NO APLICA	NO APLICA	905,00	1000,00	1095,00	810	
P-BO00487	31,20	32,00	33,12	30,40	34,24	1,04	1,15	1,27	NO APLICA	NO APLICA	1900,50	2100,00	2299,50	170	
P-BO00508	31,20	32,00	33,12	30,40	34,24	1,13	1,25	1,38	NO APLICA	NO APLICA	1538,50	1700,00	1861,50	137	
P-BO00509	33,15	34,00	35,19	32,30	36,38	1,17	1,30	1,43	NO APLICA	NO APLICA	2081,50	2300,00	2518,50	186	
P-BO00523	24,38	25,00	25,88	23,75	26,75	0,99	1,10	1,21	NO APLICA	NO APLICA	1267,00	1400,00	1533,00	113	
P-BO00196	14,63	15,00	15,53	14,25	16,05	0,86	0,95	1,05	NO APLICA	NO APLICA	210,87	233,00	255,14	188	
P-BO00228	19,99	20,50	21,22	19,48	21,94	0,81	0,90	0,99	NO APLICA	NO APLICA	633,50	700,00	766,50	567	
P-BO00495	24,96	25,50	26,39	24,93	27,94	0,95	1,05	1,16	NO APLICA	NO APLICA	1176,50	1300,00	1433,50	105	

Figura 4.14. – Tabla de la pestaña Límites en Dashboard_Gmedias.

La Figura 4.14., muestra una parte de la tabla registrada en la pestaña Límites, donde aparecen los límites de cada tipo de papel, según su Código JDE. Cabe mencionar, que esta pestaña sólo se modificará cuando se cree un nuevo papel y se definan sus límites, o cuando se actualicen los límites de acuerdo a la data y decisión del área de calidad.

El siguiente paso a seguir, es lograr mostrar los límites junto al *query*, según la fecha consultada, para lo cual se realizó una segunda extensión en la tabla de datos, en la que se aplicó la función BuscarV, usando como nexco común el código JDE, y así sea posible mostrar el dato solicitado.

En la Figura 4.15., se puede visualizar la fórmula BuscarV en el primer campo, correspondiente al límite de control inferior del gramaje.

AX11 =BUSCARV(SAT11;Límites!SA\$4:SAE\$28;2;0)

	GRAMAJE GR/M2						ESPOSOR MM 10 HJS		RestLon	
Mes	Año	LCInferior Gramaje	Lcentral Gramaje	LCSuperior Gramaje	LRInferior Gramaje	LRSuperior Gramaje	LCInferior Espesor	Lcentral Espesor	LCSuperior Espesor	RestLon
2	2016	22,43	23,00	23,81	21,85	24,61	1,04	1,15	1,27	724,00
2	2016	22,43	23,00	23,81	21,85	24,61	1,04	1,15	1,27	724,00
2	2016	24,38	25,00	25,88	23,75	26,75	0,95	1,05	1,16	1267,00
2	2016	22,43	23,00	23,81	21,85	24,61	1,04	1,15	1,27	724,00
2	2016	22,43	23,00	23,81	21,85	24,61	1,04	1,15	1,27	724,00

Figura 4.15. – Fórmula BuscarV para encontrar límites según el papel fabricado en fecha de consulta.

En el recuadro rojo de la Figura 4.16., se aprecia la función utilizada, donde para los siguientes límites, solo se cambia el indicador de columnas, que en este caso es el N°2, y en los siguientes corresponde al número anterior + 1.

Con toda la información adquirida y modificaciones que se han realizado hasta ahora, es posible generar los gráficos de control para las variables, con respecto a la media, por lo que, en la próxima sección, se indicará paso a paso la elaboración de éstos.

4.1.1.3. Realización de gráficos de \bar{x}

Para realizar los gráficos de medias, se agregan dos pestañas más al archivo Dashboard_Gmedias, las que se irán explicando a medida que avance el proceso de elaboración:

Primero, se realiza una pestaña de nombre Filtro, donde se realizan seis tablas dinámicas en base a la tabla de consulta en la hoja Analipa. Cada tabla muestra la información de una variable; gramaje, espesor, resistencia longitudinal y transversal, elongación y blancura.

En la Figura 4.16., se muestra la tabla dinámica resultante para el gramaje. Cabe mencionar que para todos los ejemplos que se utilizarán de aquí en adelante, la fecha de consulta es el día 25/02/2016.

	Valores	Suma de LCI inferior Gramaje	Suma de LCentral Gramaje	Suma de LCSuperior Gramaje	Suma de LRI inferior Gramaje	Suma de LRSuperior Gramaje
1	34.4	30.1975	32.5	35.7375	87.875	98.9375
2	32.7	30.1975	32.5	35.7375	87.875	98.9375
3	31.2	30.1975	32.5	35.7375	87.875	98.9375
4	42.2	40.99	42	43.47	39.9	44.94
5	33.7	30.1975	32.5	35.7375	87.875	98.9375
6	67.1	65.8125	67.5	69.8625	64.125	72.225
7	32.5	30.1975	32.5	35.7375	87.875	98.9375
8	69.4	67.7625	69.5	71.9325	68.025	74.385
9	30.5	30.1975	32.5	35.7375	87.875	98.9375
10	30.5	30.1975	32.5	35.7375	87.875	98.9375
11	31.3	30.1975	32.5	35.7375	87.875	98.9375
12	48.4	47.2875	48.5	50.1975	46.075	51.895
13	72.6	71.6625	73.5	76.0725	69.825	78.645
14	72.2	71.6625	73.5	76.0725	69.825	78.645
15	73.4	71.6625	73.5	76.0725	69.825	78.645
16	73	71.6625	73.5	76.0725	69.825	78.645
17	47.8	47.2875	48.5	50.1975	46.075	51.895
18	24.6	24.375	25	25.875	23.75	26.75
19	47.9	46.8	48	49.68	45.6	51.36
20	22.4	22.425	23	23.805	21.85	24.6
21	24.4	24.375	25	25.875	23.75	26.75
22	24.4	24.375	25	25.875	23.75	26.75
23	49.1	46.8	48	49.68	45.6	51.36
24	24.4	22.425	23	23.805	21.85	24.6
25	47.8	46.8	48	49.68	45.6	51.36
26	25.2	24.375	25	25.875	23.75	26.75
27	48	46.8	48	49.68	45.6	51.36
28	48.4	46.8	48	49.68	45.6	51.36
29	49.4	46.8	48	49.68	45.6	51.36
30	49.9	46.8	48	49.68	45.6	51.36
31	47.1	46.8	48	49.68	45.6	51.36
32	49.2	46.8	48	49.68	45.6	51.36
33	47.3	46.8	48	49.68	45.6	51.36
34	49.3	46.8	48	49.68	45.6	51.36
35	22.9	22.425	23	23.805	21.85	24.6
36	49.8	46.8	48	49.68	45.6	51.36
37	22.6	22.425	23	23.805	21.85	24.6
38	23.2	22.425	23	23.805	21.85	24.6
39	49.6	46.8	48	49.68	45.6	51.36
40	23.3	22.425	23	23.805	21.85	24.6
41	47.3	46.8	48	49.68	45.6	51.36
42	47.7	46.8	48	49.68	45.6	51.36

Figura 4.16. – Tabla dinámica del gramaje.

En la tabla de la Figura 4.16., se pueden ver los filtros con los que opera el informe, los cuales son día, mes, orden de fabricación, turno, descripción del papel y el mismo gramaje.

El filtro de gramaje es para poder sacar todos los que no posean valores en dicho campo, ya que como se explicó anteriormente, el operador sólo puede ingresar la información del 50% de la producción aproximadamente, por lo que una gran parte de los jumbos aparecen sin registros. De esta forma, se selecciona el 50% de “muestra” definido, y los gráficos no tendrán alteraciones por los datos no encontrados.

En el caso de los otros filtros, están para que la persona que utilice la herramienta, pueda seleccionar de forma más específica y personalizada.

Para las otras variables se realiza la misma operación, y el resultado se puede visualizar en el Anexo N°8.

Una vez realizadas todas las tablas dinámicas, se procede a insertar un gráfico para cada una de éstas. Como ejemplo, a continuación se distingue el gráfico obtenido para el gramaje:

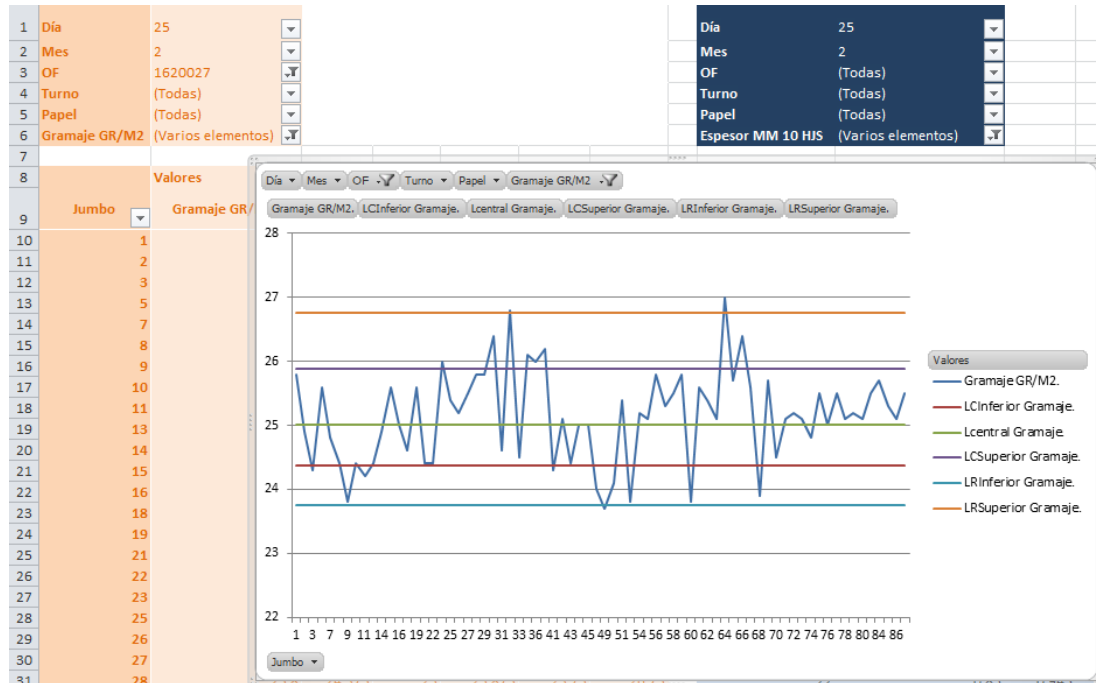


Figura 4.17. – Gráfico dinámico del gramaje.

La Figura 4.17., muestra el gráfico que se obtiene con los datos del gramaje de la OF1620027 correspondiente al día 25/02/2016.

Luego, se realizan cambios en el diseño, en colores y grosor de líneas, logrando el siguiente resultado:

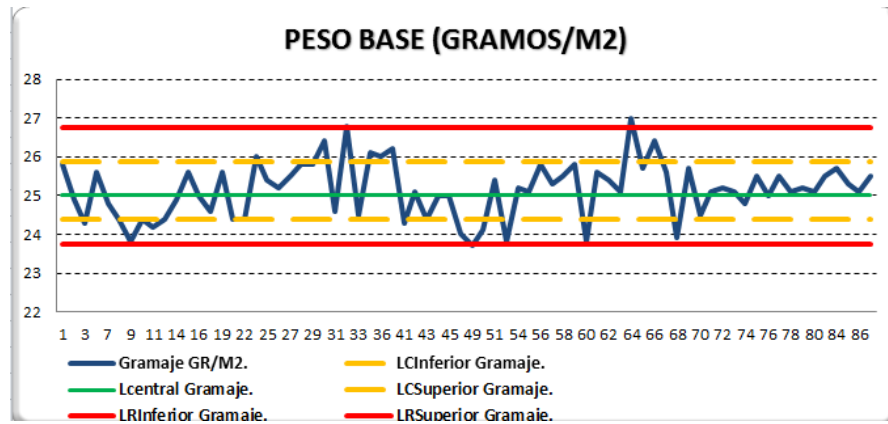


Figura 4.18. – Gráfico de control de la media del gramaje según OF1620027 al 25/02/16.

La Figura 4.18., muestra el primer gráfico de control de procesos diseñado, el cual ilustra el comportamiento del gramaje el día 25/02/16, según la orden de fabricación 1620027, la cual corresponde a la producción de jumbos de papel tipo toalla institucional pisa roll. Para prestar atención completa al gráfico, se realiza nueva hoja de nombre Informe, trasladando su posición a ese sector. Aplicando los mismos pasos, se pueden hacer los gráficos de control de procesos para las otras variables.

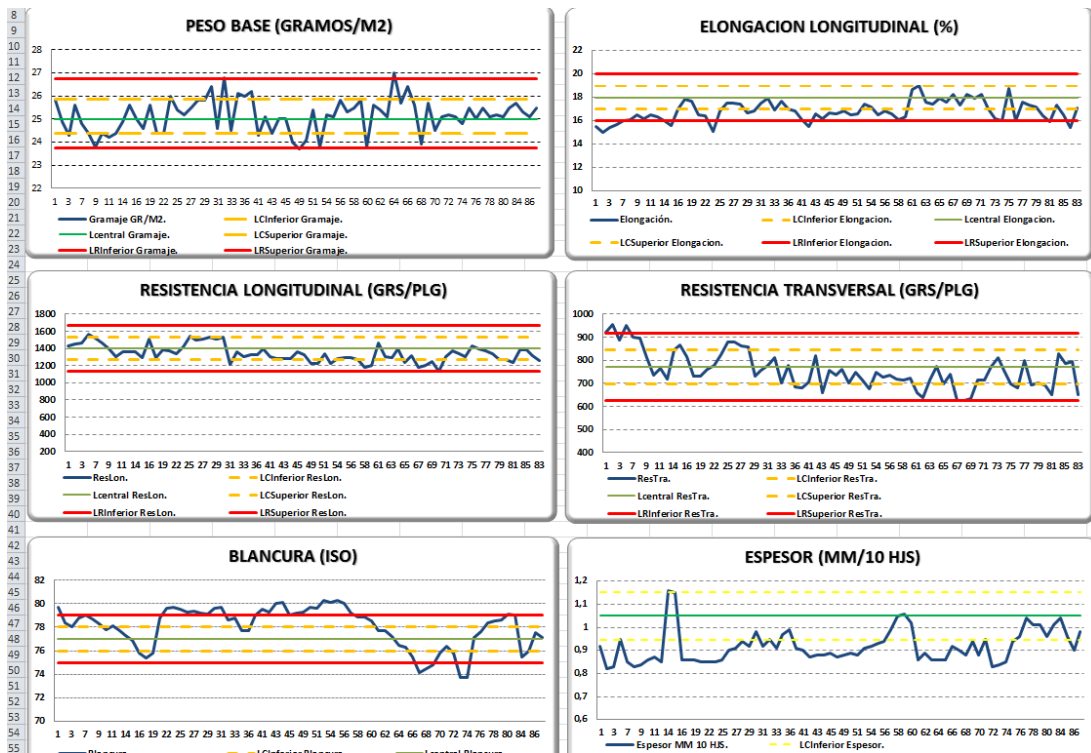


Figura 4.19. - Gráficos de control de la media de las variables del proceso según OF1620027 al 25/02/16.

La Figura 4.19., muestra los gráficos de control del proceso de todas la variables, donde se pueda apreciar el comportamiento en cada una de ellas el día 25/02/16, según la orden de fabricación 1620027, la cual corresponde a la producción de jumbos de papel tipo toalla institucional pisa roll.

Para hacer más simple el uso de los gráficos, se segmentan los datos del turno, orden de fabricación, código JDE, código de papel y papel, para lo cual se debe seleccionar uno de los gráficos y efectuar la actividad que indica la Figura 4.20.

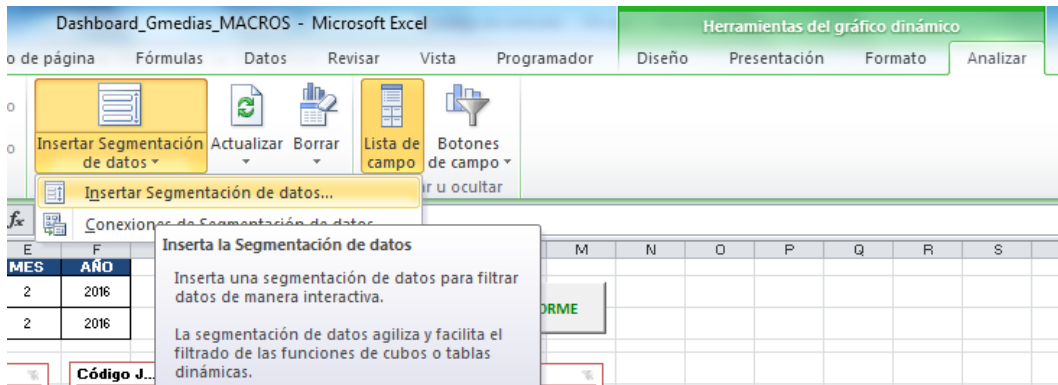


Figura 4.20. – Insertar segmentación de datos para gráfico dinámico.

En la Figura 4.20., se muestra que tras seleccionar uno de los gráficos, aparece un cuadro de herramientas del gráfico dinámico, dirigirse a la pestaña Analizar, oprimir la opción Insertar Segmentación de datos y finalmente cliquer el el menú la misma categoría. Con ello, se despliega un listado con todos los campos del origen de datos, donde uno escoge a las que desea mostrar una segmentación. Por consiguiente, en el archivo Excel aparecen las categorías de la siguiente manera:

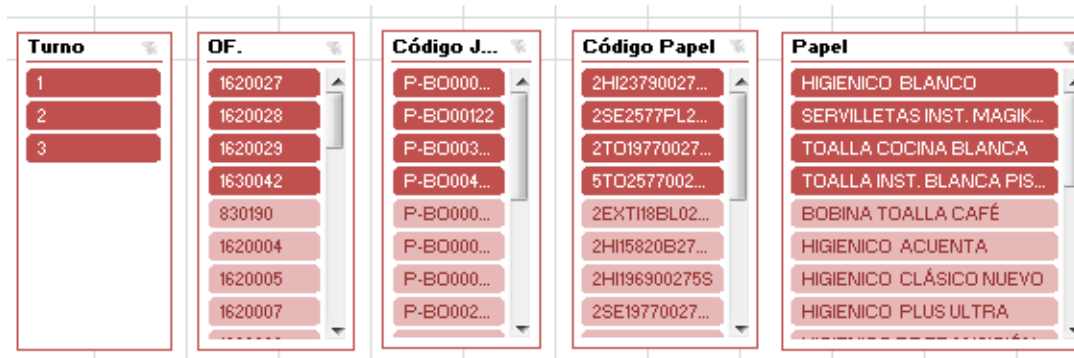


Figura 4.21. – Segmentación de datos para el gráfico de medias del gramaje.

La segmentación de datos resultante se logra observar en Figura 4.21., donde las opciones que están marcadas de color más intenso, corresponden a la información reflejada en el gráfico. Sin embargo, estos segmentos sólo están ligados al gráfico gramaje, por lo que es necesario vincular las tablas dinámicas, lo cual se efectúa ingresando al submenú de

cada categoría y seleccionando la opción conexiones de informe, donde se abre una ventana con el listado de tablas dinámicas del libro, y allí se cliquean aquellas que se desean enlazar.

Acto seguido, la segmentación funciona para todas las gráficas. Por ejemplo, si ahora se desea visualizar en la gráfica sólo el comportamiento de las variables para la OF 1630042 en el Turno 2, al realizar la selección, los gráficos cambian y muestran el comportamiento según los filtros aplicados.

Cabe destacar que los turnos están definidos por horarios, los cuales corresponden a:

- Turno 1: 23:00 a 07:00 hrs.
- Turno 2: 07:00 a 15:00 hrs.
- Turno 3: 15:00 a 23:00 hrs.

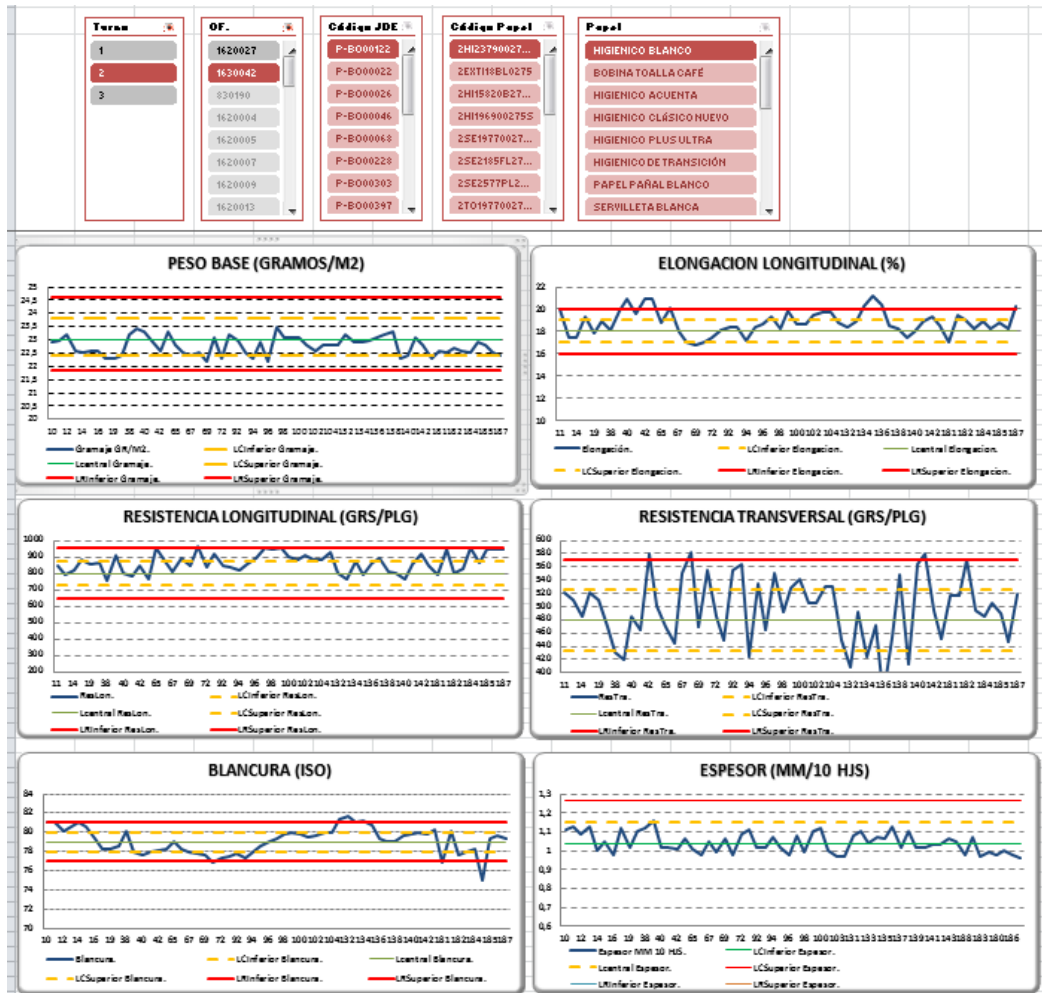


Figura 4.22. – Gráficos de control de la media de las variables del proceso según OF1630042 al 25/02/16 en el Turno 2.

La Figura 4.22., muestra como los gráficos de control del proceso de todas la variables cambian, y ahora se puede apreciar el comportamiento en cada una de ellas en el turno 2, del día 25/02/16, según la orden de fabricación 1630042, la cual corresponde a la producción de jumbos de papel tipo higiénico blanco.

Según el periodo de tiempo consultado, la cantidad de información con la que se se puede interactuar con los gráficos, va variando.

Para hacer más fácil el uso de los gráficos, se decide crear macros para actualizar el *query* y las tablas dinámicas, además de realizar el ingreso de las fechas en la pestaña Informe, para que el usuario no se confunda con la tabla de consulta. Las celdas donde se digitarán las fechas, estarán vinculadas con las de la pestaña Analipa, por lo que no será necesario dirigirse a otra pestaña para realizar la operación.

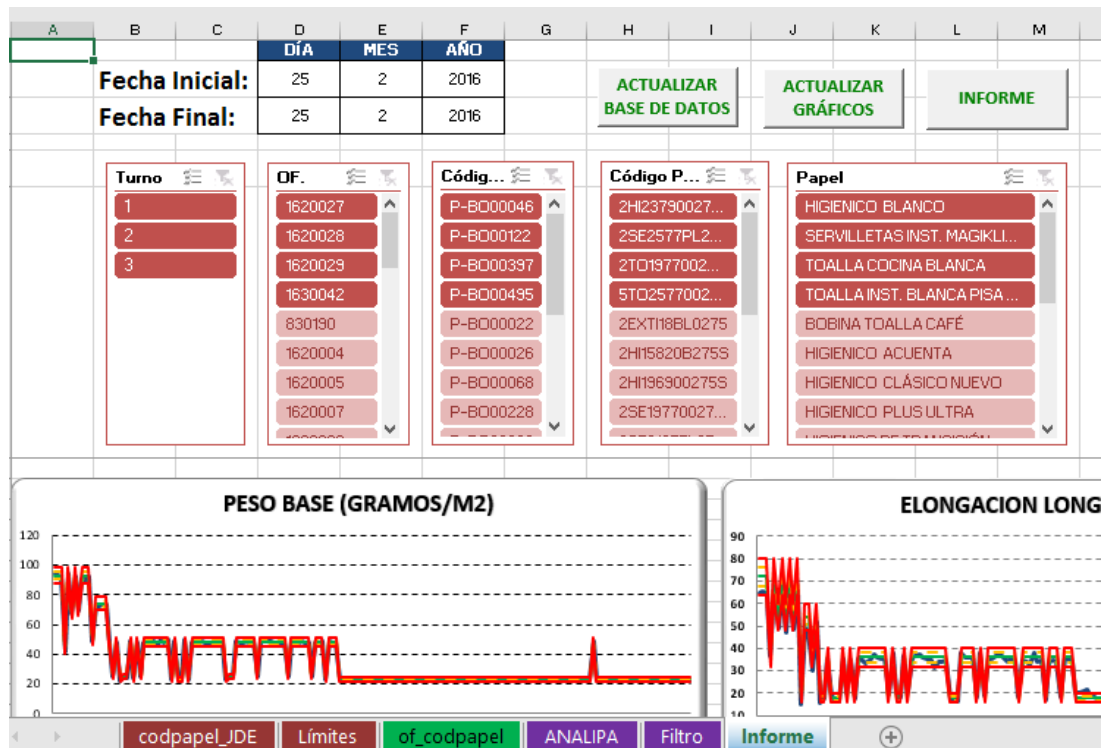


Figura 4.23. – Asignación de macros a botones de actualización e ingreso de fecha en pestaña Informe.

En la Figura 4.23., se puede visualizar el resultado final, donde el botón actualizar base de datos se encuentra ligado al *query*, mientras que el botón actualizar gráficos está enlazado al reajuste de datos de las tablas dinámicas de los gráficos. Cabe destacar que para poder visualizar la información en los gráficos, hay que desactivar los filtros de fecha, turno y OF en las tablas dinámicas.

Una vez terminados el diseño de gráficos de medias, a continuación se procede con los gráficos de rango.

4.1.1.4. Cálculo y definición de límites para los gráficos R.

Con los gráficos de medias listos, el siguiente paso es calcular los límites para los gráficos R, donde como base se toman los datos de límites para la media, calculando la diferencia entre el valor máximo y mínimo de límites de control, y dividiendo el resultado en 2, para obtener el promedio del intervalo de la muestra, definiéndolo como el límite central para cada tipo de papel. Luego, se especifica que el número de muestra es 2, debido a que se comparan solo dos datos, además de que ya se trabaja con un 50% del total de la producción.

De acuerdo a lo indicado anteriormente, ahora se calculan los límites de control máximo y mínimo con la fórmula (3.6.) y (3.7.), en conjunto a la Tabla 3.1. Para los límites de rechazo, también se utiliza el mismo método, con la diferencia de que el promedio del intervalo se obtiene de la base de los límites de rechazo para la media.

A continuación, se muestran las fórmulas mencionadas:

$$LCI_R = D_3 \bar{R} \quad (3.6.)$$

$$LCS_R = D_4 \bar{R} \quad (3.7.)$$

Dónde:

- D_3 y D_4 son valores que se encuentran en la Tabla 3.1.
- \bar{R} = promedio de intervalo de muestra.

Tabla 3.1. – Factores para calcular límites de gráficos de control, 3 sigmas.

Tamaño de la muestra	Factor de la media, A_2	Intervalo superior, D_4	Intervalo inferior D_3
2	1,880	3,268	0
3	1,023	2,574	0
4	0,729	2,282	0
5	0,577	2,115	0
6	0,483	2,004	0
7	0,419	1,924	0,076
8	0,373	1,864	0,136
9	0,337	1,816	0,184
10	0,308	1,777	0,223
12	0,266	1,716	0,284

Fuente: Special Technical Publication 15-C, “Quality Control of Materials”, páginas 63 y 72.

La tabla 3.1., muestra los factores que se utilizan para calcular distintos límites de control, tanto para el gráfico de medias como el de rango.

De esta forma, en las siguientes tablas, se muestran los límites de control calculados, el límite central correspondiente al rango deseado y los límites de tolerancia, para las seis variables que se desean controlar en cada papel que se fabrica.

Tabla 4.12. – Límites del rango establecidos para el gramaje.

GRAMAJE GR/M ²					
CodJDE	LCI	LC	LCS	LTI	LTS
P-BO00009	0,00	0,57	1,86	0,00	3,73
P-BO00022	0,00	0,57	1,86	0,00	3,73
P-BO00122	0,00	0,69	2,25	0,00	4,51
P-BO00185	0,00	0,48	1,57	0,00	3,14
P-BO00519	0,00	0,47	1,52	0,00	3,04
P-BO00544	0,00	0,47	1,52	0,00	3,04
P-BO00026	0,00	0,65	2,11	0,00	4,22
P-BO00046	0,00	0,57	1,86	0,00	3,73
P-BO00068	0,00	0,65	2,11	0,00	4,22
P-BO00094	0,00	0,99	3,24	0,00	6,47
P-BO00154	0,00	0,60	1,96	0,00	3,92
P-BO00397	0,00	0,75	2,45	0,00	4,90
P-BO00459	0,00	0,60	1,96	0,00	3,92
P-BO00487	0,00	0,96	3,14	0,00	6,27
P-BO00508	0,00	0,96	3,14	0,00	6,27
P-BO00509	0,00	1,02	3,33	0,00	6,67
P-BO00523	0,00	0,75	2,45	0,00	4,90
P-BO00196	0,00	0,45	1,47	0,00	2,94
P-BO00228	0,00	0,61	2,01	0,00	4,02
P-BO00495	0,00	0,76	2,50	0,00	5,00
P-BO00514	0,00	0,57	1,86	0,00	3,73
P-BO00488	0,00	0,84	2,75	0,00	5,49
P-BO00489	0,00	0,99	3,24	0,00	6,47
P-BO00303	0,00	0,56	1,81	0,00	3,63

Fuente: elaboración propia.

La Tabla 4.12., muestra los límites de control y de tolerancia del gramaje, establecidos para cada tipo de papel. Cabe mencionar que el valor deseado por la empresa es el LC.

Los valores están expresados en la unidad de medida de gr/m².

Tabla 4.13. – Límites del rango establecidos para el espesor.

ESPESOR MM 10 HJS					
CodJDE	LCI	LC	LCS	LTI	LTS
P-BO00009	0,00	0,10	0,33	NO APLICA	NO APLICA
P-BO00022	0,00	0,10	0,33	NO APLICA	NO APLICA
P-BO00122	0,00	0,12	0,38	NO APLICA	NO APLICA

ESPESOR MM 10 HJS

CodJDE	LCI	LC	LCS	LTI	LTS
P-BO00185	0,00	0,10	0,31	NO APLICA	NO APLICA
P-BO00519	0,00	0,09	0,29	NO APLICA	NO APLICA
P-BO00544	0,00	0,10	0,33	NO APLICA	NO APLICA
P-BO00026	0,00	0,11	0,34	NO APLICA	NO APLICA
P-BO00046	0,00	0,09	0,29	NO APLICA	NO APLICA
P-BO00068	0,00	0,10	0,33	NO APLICA	NO APLICA
P-BO00094	0,00	0,12	0,39	NO APLICA	NO APLICA
P-BO00154	0,00	0,10	0,33	NO APLICA	NO APLICA
P-BO00397	0,00	0,11	0,34	NO APLICA	NO APLICA
P-BO00459	0,00	0,09	0,29	NO APLICA	NO APLICA
P-BO00487	0,00	0,12	0,38	NO APLICA	NO APLICA
P-BO00508	0,00	0,13	0,41	NO APLICA	NO APLICA
P-BO00509	0,00	0,13	0,42	NO APLICA	NO APLICA
P-BO00523	0,00	0,11	0,36	NO APLICA	NO APLICA
P-BO00196	0,00	0,10	0,31	NO APLICA	NO APLICA
P-BO00228	0,00	0,09	0,29	NO APLICA	NO APLICA
P-BO00495	0,00	0,11	0,34	NO APLICA	NO APLICA
P-BO00514	0,00	0,09	0,29	NO APLICA	NO APLICA
P-BO00488	0,00	0,13	0,41	NO APLICA	NO APLICA
P-BO00489	0,00	0,13	0,42	NO APLICA	NO APLICA
P-BO00303	0,00	0,09	0,29	NO APLICA	NO APLICA

Fuente: elaboración propia.

La Tabla 4.13., muestra los límites de control y de tolerancia del espesor, calculados para cada tipo de papel. Cabe mencionar que el valor deseado por la empresa es el LC.

Los valores están expresados en la unidad de medida de mm de 10 hojas de papel.

Tabla 4.14. – Límites del rango establecidos para la ResLon.

RESLON					
CodJDE	LCI	LC	LCS	LTI	LTS
P-BO00009	0,00	61,75	201,80	0,00	403,60
P-BO00022	0,00	71,25	232,85	0,00	465,69
P-BO00122	0,00	76,00	248,37	0,00	496,74
P-BO00185	0,00	33,82	110,52	0,00	221,05
P-BO00519	0,00	34,20	111,77	0,00	223,53
P-BO00544	0,00	34,20	111,77	0,00	223,53
P-BO00026	0,00	95,00	310,46	0,00	620,92
P-BO00046	0,00	80,75	263,89	0,00	527,78

RESLON

CodJDE	LCI	LC	LCS	LTI	LTS
P-BO00068	0,00	95,00	310,46	0,00	620,92
P-BO00094	0,00	180,50	589,87	0,00	1179,75
P-BO00154	0,00	66,50	217,32	0,00	434,64
P-BO00397	0,00	133,00	434,64	0,00	869,29
P-BO00459	0,00	95,00	310,46	0,00	620,92
P-BO00487	0,00	199,50	651,97	0,00	1303,93
P-BO00508	0,00	161,50	527,78	0,00	1055,56
P-BO00509	0,00	218,50	714,06	0,00	1428,12
P-BO00523	0,00	133,00	434,64	0,00	869,29
P-BO00196	0,00	22,14	72,34	0,00	144,67
P-BO00228	0,00	66,50	217,32	0,00	434,64
P-BO00495	0,00	123,50	403,60	0,00	807,20
P-BO00514	0,00	66,50	217,32	0,00	434,64
P-BO00488	0,00	133,00	434,64	0,00	869,29
P-BO00489	0,00	209,00	683,01	0,00	1366,02
P-BO00303	0,00	118,75	388,08	0,00	776,15

Fuente: elaboración propia.

La Tabla 4.14., muestra los límites de control y de tolerancia de la resistencia longitudinal, determinados para cada tipo de papel. Cabe mencionar que el valor deseado por la empresa es el LC.

Los valores están expresados en gr/pulgadas.

Tabla 4.15. – Límites del rango establecidos para la ResTra.

RESTRA

CodJDE	LCI	LC	LCS	LTI	LTS
P-BO00009	0,00	38,00	124,18	0,00	248,37
P-BO00022	0,00	42,75	139,71	0,00	279,41
P-BO00122	0,00	45,60	149,02	0,00	298,04
P-BO00185	0,00	24,13	78,86	0,00	157,71
P-BO00519	0,00	20,90	68,30	0,00	136,60
P-BO00544	0,00	55,00	179,74	0,00	212,42
P-BO00026	0,00	66,50	217,32	0,00	434,64
P-BO00046	0,00	57,00	186,28	0,00	372,55
P-BO00068	0,00	66,50	217,32	0,00	434,64
P-BO00094	0,00	108,30	353,92	0,00	707,85
P-BO00154	0,00	36,58	119,53	0,00	239,05
P-BO00397	0,00	73,15	239,05	0,00	478,11

RESTRA

CodJDE	LCI	LC	LCS	LTI	LTS
P-BO00459	0,00	52,25	170,75	0,00	341,51
P-BO00487	0,00	119,70	391,18	0,00	782,36
P-BO00508	0,00	88,82	290,28	0,00	580,56
P-BO00509	0,00	133,00	434,64	0,00	869,29
P-BO00523	0,00	76,00	248,37	0,00	496,74
P-BO00196	0,00	12,16	39,74	0,00	79,48
P-BO00228	0,00	36,58	119,53	0,00	239,05
P-BO00495	0,00	80,28	262,34	0,00	524,68
P-BO00514	0,00	43,23	141,26	0,00	282,52
P-BO00488	0,00	79,80	260,79	0,00	521,57
P-BO00489	0,00	125,40	409,81	0,00	819,61
P-BO00303	0,00	65,27	213,29	0,00	426,57

Fuente: elaboración propia.

La Tabla 4.15., muestra los límites de control y de tolerancia de la resistencia transversal, calculados para cada tipo de papel. Cabe mencionar que el valor deseado por la empresa es el LC.

Los valores están expresados en gr/pulgadas.

Tabla 4.16. – Límites del rango establecidos para la Elongación.

ELONGACIÓN %

CodJDE	LCI	LC	LCS	LTI	LTS
P-BO00009	0,00	1,00	3,27	0,00	6,54
P-BO00022	0,00	1,00	3,27	0,00	6,54
P-BO00122	0,00	1,00	3,27	0,00	6,54
P-BO00185	0,00	1,00	3,27	0,00	6,54
P-BO00519	0,00	1,00	3,27	0,00	6,54
P-BO00544	0,00	1,00	3,27	0,00	6,54
P-BO00026	0,00	1,00	3,27	0,00	6,54
P-BO00046	0,00	1,00	3,27	0,00	6,54
P-BO00068	0,00	1,00	3,27	0,00	6,54
P-BO00094	0,00	1,00	3,27	0,00	6,54
P-BO00154	0,00	1,00	3,27	0,00	6,54
P-BO00397	0,00	1,00	3,27	0,00	6,54
P-BO00459	0,00	1,00	3,27	0,00	6,54
P-BO00487	0,00	1,00	3,27	0,00	6,54
P-BO00508	0,00	1,00	3,27	0,00	6,54
P-BO00509	0,00	1,00	3,27	0,00	6,54

ELONGACIÓN %

CodJDE	LCI	LC	LCS	LTI	LTS
P-BO00523	0,00	1,00	3,27	0,00	6,54
P-BO00196	0,00	1,00	3,27	0,00	6,54
P-BO00228	0,00	1,00	3,27	0,00	6,54
P-BO00495	0,00	1,00	3,27	0,00	6,54
P-BO00514	0,00	1,00	3,27	0,00	6,54
P-BO00488	0,00	1,00	3,27	0,00	6,54
P-BO00489	0,00	1,00	3,27	0,00	6,54
P-BO00303	0,00	1,00	3,27	0,00	6,54

Fuente: elaboración propia.

La Tabla 4.16., muestra los límites de control y de tolerancia de la elongación, establecidos para cada tipo de papel. Cabe mencionar que el valor deseado por la empresa es el LC.

Los valores están expresados en la unidad de medida de porcentaje.

Tabla 4.17. – Límites del rango establecidos para la Blancura.

BLANCURA

CodJDE	LCI	LC	LCS	LTI	LTS
P-BO00022	0,00	1,00	3,27	0,00	6,54
P-BO00122	0,00	1,00	3,27	0,00	6,54
P-BO00519	0,00	1,00	3,27	0,00	6,54
P-BO00544	0,00	1,00	3,27	0,00	6,54
P-BO00026	0,00	1,00	3,27	0,00	6,54
P-BO00046	0,00	1,00	3,27	0,00	6,54
P-BO00068	0,00	1,00	3,27	0,00	6,54
P-BO00094	0,00	1,00	3,27	0,00	6,54
P-BO00154	0,00	1,00	3,27	0,00	6,54
P-BO00397	0,00	1,00	3,27	0,00	6,54
P-BO00459	0,00	1,00	3,27	0,00	6,54
P-BO00487	0,00	1,00	3,27	0,00	6,54
P-BO00508	0,00	1,00	3,27	0,00	6,54
P-BO00509	0,00	1,00	3,27	NO APLICA	NO APLICA
P-BO00495	0,00	1,00	3,27	0,00	6,54
P-BO00514	0,00	1,00	3,27	0,00	6,54
P-BO00488	0,00	1,00	3,27	0,00	6,54
P-BO00489	0,00	1,00	3,27	0,00	6,54

Fuente: elaboración propia.

La Tabla 4.17., muestra los límites de control y de tolerancia de la blancura que fueron determinados para cada tipo de papel, siendo el LC el valor deseado por la empresa. Hay algunos papeles a los que no se les mide la blancura, por lo que no se definieron límites para ellos. Los valores están expresados en la unidad de medida de colorimetría de la ISO.

Una vez establecidos los límites para los gráficos de rango, se nombra el segundo libro Excel como Dashboard_Grango, y en éste se agrega la pestaña Límites, donde se realiza una tabla con todos los límites de las variables.

CodJDE	GRAMAJE GR/M2					ESPESOR MM 10 HIS					RestLon			
	LCI	LC	LCS	LTI	LTS	LCI	LC	LCS	LTI	LTS	LCI	LC	LCS	LTI
P-BO00009	0,00	0,57	1,86	0,00	3,73	0,00	0,10	0,33	NO APLICA	NO APLICA	0,00	61,75	201,80	0,00
P-BO00022	0,00	0,57	1,86	0,00	3,73	0,00	0,10	0,33	NO APLICA	NO APLICA	0,00	71,25	232,85	0,00
P-BO00122	0,00	0,69	2,25	0,00	4,51	0,00	0,12	0,38	NO APLICA	NO APLICA	0,00	76,00	248,37	0,00
P-BO00185	0,00	0,48	1,57	0,00	3,14	0,00	0,10	0,31	NO APLICA	NO APLICA	0,00	33,82	110,52	0,00
P-BO00519	0,00	0,47	1,52	0,00	3,04	0,00	0,09	0,29	NO APLICA	NO APLICA	0,00	34,20	111,77	0,00
P-BO00544	0,00	0,47	1,52	0,00	3,04	0,00	0,10	0,33	NO APLICA	NO APLICA	0,00	34,20	111,77	0,00
P-BO00026	0,00	0,65	2,11	0,00	4,22	0,00	0,11	0,34	NO APLICA	NO APLICA	0,00	95,00	310,46	0,00
P-BO00046	0,00	0,57	1,86	0,00	3,73	0,00	0,09	0,29	NO APLICA	NO APLICA	0,00	80,75	263,89	0,00
P-BO00068	0,00	0,65	2,11	0,00	4,22	0,00	0,10	0,33	NO APLICA	NO APLICA	0,00	95,00	310,46	0,00
P-BO00094	0,00	0,99	3,24	0,00	6,47	0,00	0,12	0,39	NO APLICA	NO APLICA	0,00	180,50	589,87	0,00
P-BO00154	0,00	0,60	1,96	0,00	3,92	0,00	0,10	0,33	NO APLICA	NO APLICA	0,00	66,50	217,32	0,00
P-BO00397	0,00	0,75	2,45	0,00	4,90	0,00	0,11	0,34	NO APLICA	NO APLICA	0,00	133,00	434,64	0,00
P-BO00459	0,00	0,60	1,96	0,00	3,92	0,00	0,09	0,29	NO APLICA	NO APLICA	0,00	95,00	310,46	0,00
P-BO00487	0,00	0,96	3,14	0,00	6,27	0,00	0,12	0,38	NO APLICA	NO APLICA	0,00	199,50	651,97	0,00
P-BO00508	0,00	0,96	3,14	0,00	6,27	0,00	0,13	0,41	NO APLICA	NO APLICA	0,00	161,50	527,78	0,00
P-BO00509	0,00	1,02	3,33	0,00	6,67	0,00	0,13	0,42	NO APLICA	NO APLICA	0,00	218,50	714,06	0,00
P-BO00523	0,00	0,75	2,45	0,00	4,90	0,00	0,11	0,36	NO APLICA	NO APLICA	0,00	133,00	434,64	0,00
P-BO00196	0,00	0,45	1,47	0,00	2,94	0,00	0,10	0,31	NO APLICA	NO APLICA	0,00	22,14	72,34	0,00
P-BO00228	0,00	0,61	2,01	0,00	4,02	0,00	0,09	0,29	NO APLICA	NO APLICA	0,00	66,50	217,32	0,00
P-BO00000	0,00	0,76	2,50	0,00	5,00	0,00	0,11	0,34	NO APLICA	NO APLICA	0,00	123,50	403,60	0,00

Figura 4.24. – Tabla de la pestaña Límites en Dashboard_Grango.

La Figura 4.24., muestra una parte de la tabla registrada en la pestaña Límites, donde aparecen los límites para el rango de cada tipo de papel, según su Código JDE. Esta pestaña sólo se modificará cuando se cree un nuevo papel y se definan sus límites, o cuando se actualicen los límites de acuerdo a la data y decisión del área de calidad.

El siguiente paso a seguir, es mostrar los límites junto al query, para lo cual se realizó una extensión en la tabla de datos, tal como se llevó a cabo en el libro Dashboard_Gmedias, en la que se aplicó la función BuscarV, usando como nexco común el código JDE.

En la Figura 4.25., se puede visualizar la fórmula BuscarV en el primer campo, correspondiente al límite de control inferior del gramaje, para el rango.

Papel	Código JDE	Día	Mes	Año	LC Inferior Gramaje	Lcentral Gramaje	LC Superior Gramaje	LI Inferior Gramaje	LI Superior Gramaje
HIGIENICO ACUENTA	P-BO00022	5	2	2016	0,00	0,57	1,86	0,00	3,73
HIGIENICO ACUENTA	P-BO00022	5	2	2016	0,00	0,57	1,86	0,00	3,73
HIGIENICO ACUENTA	P-BO00022	5	2	2016	0,00	0,57	1,86	0,00	3,73
HIGIENICO ACUENTA	P-BO00022	5	2	2016	0,00	0,57	1,86	0,00	3,73
HIGIENICO ACUENTA	P-BO00022	5	2	2016	0,00	0,57	1,86	0,00	3,73
HIGIENICO ACUENTA	P-BO00022	5	2	2016	0,00	0,57	1,86	0,00	3,73

Figura 4.25. – Fórmula BuscarV para encontrar límites de rango según el papel fabricado en fecha de consulta.

Se puede distinguir la función BuscarV en el recuadro rojo de la Figura 4.25., donde para los siguientes límites, solo se cambia el indicador de columnas, que en este caso es el N°2, y en los siguientes corresponde al número anterior + 1.

Finalmente, se requiere calcular el rango de los valores reales, donde se definió realizar intervalos de 2, siguiendo la lógica de que ya se estaba trabajando con el 50% de la producción, por lo que con rangos de dos en dos se verá el 50 del 50.

A continuación, se crean 6 nuevas columnas en la tabla de consulta: Rango Gramaje, Rango Espesor, Rango ResLon, Rango ResTra, Rango Elongación y Rango Blancura, en las que se refleja la diferencia entre el valor real 1 y 2, luego 3 y 4, y así respectivamente. Como la tabla Analipa mezcla algunas OF según los días consultados, para calcular la diferencia se utiliza la función si, la que establece que si el papel es el mismo haga el cálculo, si no, que vea si el siguiente papel registrado es el mismo y allí se realice la operación. El resultado se aprecia en la Figura 4.26.:

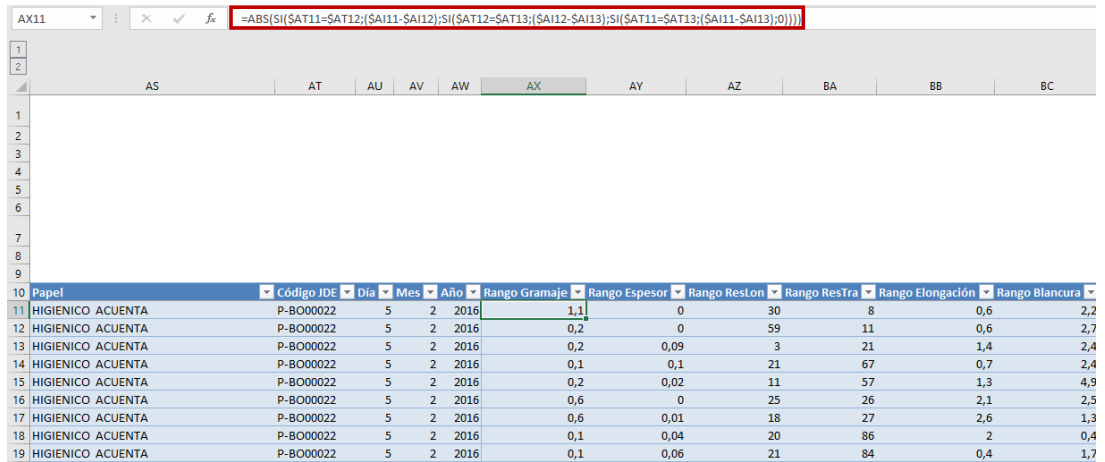


Figura 4.26. – Rangos calculados.

La Figura 4.26., muestra el rango calculado para cada variable, según la fecha consultada. En el recuadro de color rojo, se observa la función si con la restricción y con la operación para calcular la diferencia.

Después de obtener el valor del rango y de haber realizado todas las actividades mencionadas, es posible llevar a cabo los gráficos de control del rango de las variables.

4.1.1.5. Realización de gráficos R

Para realizar los gráficos de rango, se crean dos pestañas nuevas al archivo Dashboard_Grango: Filtro e Informe.

En la primera, se insertan seis tablas dinámicas en base a la tabla de consulta en la hoja Analipa. Cada tabla muestra la información de una variable; gramaje, espesor, resistencia longitudinal y transversal, elongación y blancura.

8	Jumbo	Rango Gramaje.	LCInferior Gramaje.	Lcentral Gramaje.	LCSuperior Gramaje.	LRInferior Gramaje.	LRSuperior Gramaje.
9	1	1,05	0,00	0,77	2,50	0,00	5,00
10	2	0,55	0,00	0,77	2,50	0,00	5,00
11	3	0,35	0,00	0,77	2,50	0,00	5,00
12	4	0,00	0,00	0,77	2,50	0,00	5,00
13	5	0,25	0,00	0,77	2,50	0,00	5,00
14	6	1,15	0,00	0,77	2,50	0,00	5,00
15	7	0,20	0,00	0,77	2,50	0,00	5,00
16	8	0,35	0,00	0,77	2,50	0,00	5,00
17	9	0,20	0,00	0,77	2,50	0,00	5,00
18	11	0,90	0,00	0,57	1,86	0,00	3,73
19	12	0,00	0,00	0,57	1,86	0,00	3,73
20	13	1,10	0,00	0,57	1,86	0,00	3,73
21	14	0,40	0,00	0,57	1,86	0,00	3,73
22	15	0,60	0,00	0,57	1,86	0,00	3,73
23	16	0,30	0,00	0,57	1,86	0,00	3,73
24	17	0,10	0,00	0,57	1,86	0,00	3,73
25	18	0,60	0,00	0,57	1,86	0,00	3,73
26	19	0,30	0,00	0,57	1,86	0,00	3,73
27	20	0,60	0,00	0,57	1,86	0,00	3,73
28	21	0,20	0,00	0,57	1,86	0,00	3,73
29	23	0,20	0,00	0,57	1,86	0,00	3,73
30	24	0,10	0,00	0,57	1,86	0,00	3,73

Figura 4.27. – Tabla dinámica del gramaje con valores del rango.

En la Figura 4.27., se muestra la tabla dinámica resultante para el gramaje. Cabe mencionar que para todos los ejemplos que se utilizarán de aquí en adelante, la fecha de consulta es el día 05/02/2016.

En la tabla de la Figura 4.27., se pueden ver los filtros con los que opera el informe, los cuales son día, mes, orden de fabricación, turno, descripción del papel y el mismo gramaje.

El filtro de gramaje es para que no se consideren los campos vacíos, porque como se explicó anteriormente, el operador sólo puede ingresar la información del 50% de la producción aproximadamente, por lo que una gran parte de los jumbos aparecen sin registros. De esta forma, se selecciona el 50% de “muestra” definido, y los gráficos no tendrán alteraciones por los datos no encontrados.

Los otros filtros están para que el usuario pueda seleccionar de forma más específica y personalizada la información.

Para las otras variables se realiza la misma operación, la cual fue explicada en el punto 4.1.1.3., con la diferencia de que muestran la información de los gráficos de medias.

Una vez elaboradas todas las tablas dinámicas, se procede a insertar un gráfico para cada una de éstas. Como ejemplo, en la Figura 4.28., se distingue el gráfico obtenido para el gramaje.

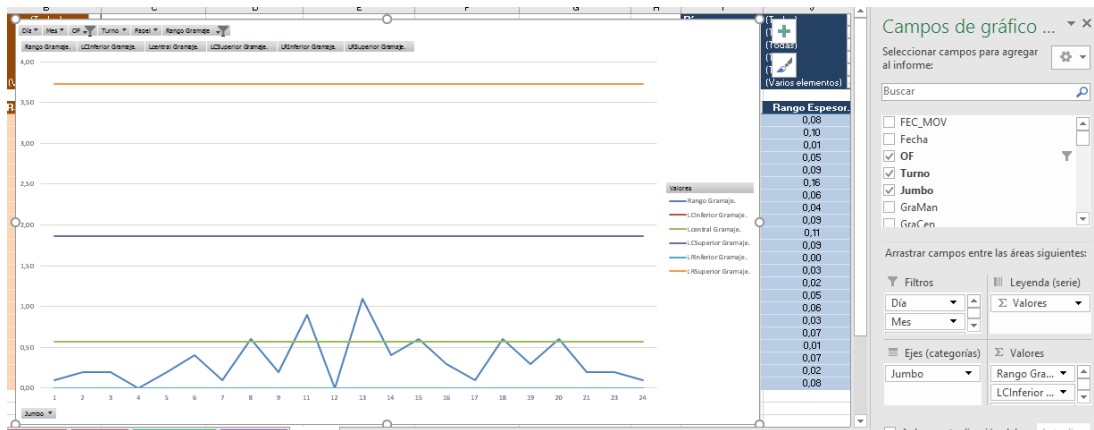


Figura 4.28. – Gráfico dinámico del gramaje en Dashboard_Grango.

La Figura 4.28., muestra el gráfico que se obtiene con los datos del gramaje de la OF 1630039 correspondiente al día 05/02/2016.

Luego, se realizan cambios en el diseño, en colores y grosor de líneas, logrando el siguiente resultado:

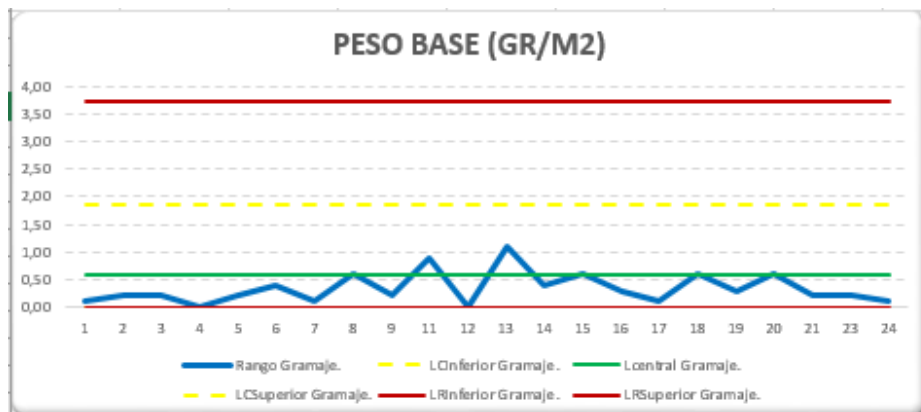


Figura 4.29. – Gráfico de control del rango del gramaje según OF 1630039 al 05/02/16.

La Figura 4.30., muestra el primer gráfico de control de procesos diseñado, el cual ilustra el comportamiento del gramaje el día 05/02/16, según la orden de fabricación

Para prestar atención completa al gráfico, se realiza nueva hoja de nombre Informe, trasladando su posición a ese sector.

Aplicando los mismos pasos, se pueden hacer los gráficos de control de procesos para las otras variables.

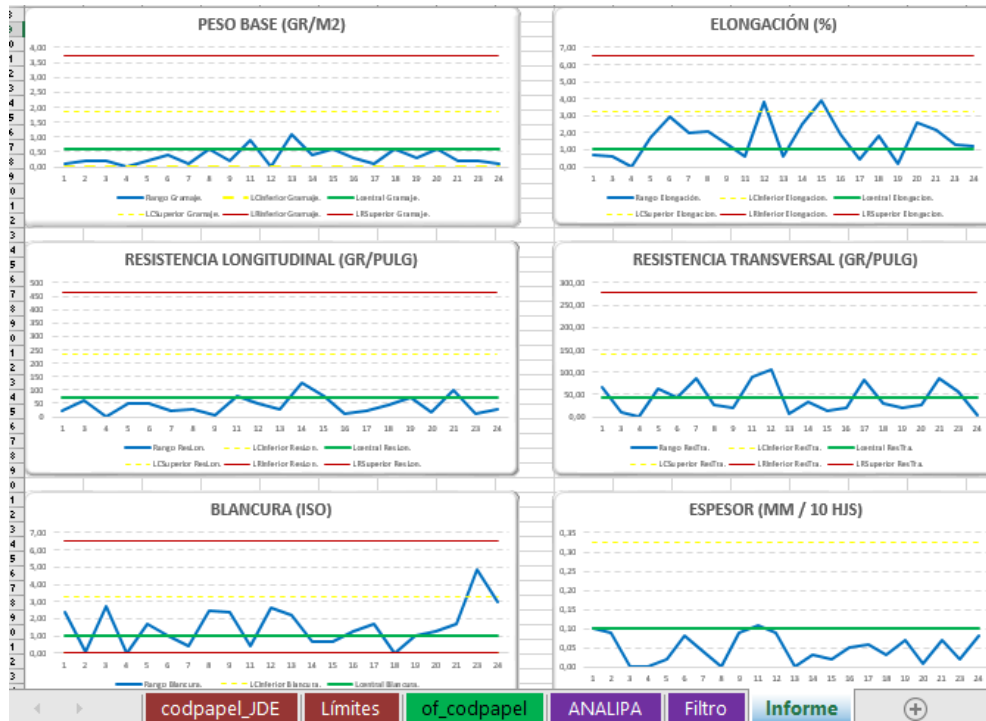


Figura 4.30. - Gráficos de control del rango de las variables del proceso según OF 1630039 al 05/02/16.

La Figura 4.30., muestra los gráficos de control del proceso de todas la variables, donde se pueda apreciar el comportamiento en cada una de ellas el día 05/02/16, según la orden de fabricación.

Para hacer más simple el uso de los gráficos, se segmentan los datos del turno, orden de fabricación, código JDE, código de papel y papel, y se vinculan las tablas dinámicas de todos los gráficos, para obtener el mismo resultado que el diseño de los gráficos de media.

Ahora bien, si ahora se desea visualizar en la gráfica sólo el comportamiento de las variables para la OF en el Turno , al realizar la selección, los gráficos cambian y muestran el comportamiento según los fitros aplicados.

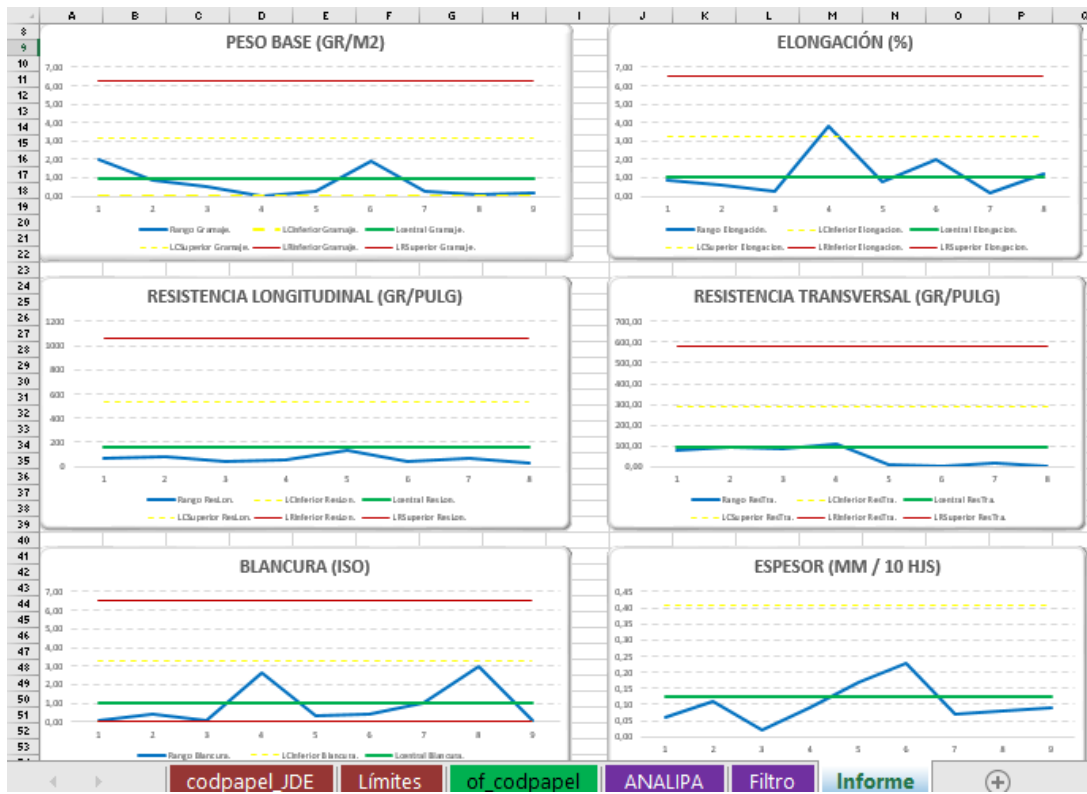


Figura 4.31. – Gráficos de control de la media de las variables del proceso según OF 1620017 al 05/02/16 en el Turno 1.

La Figura 4.31., muestra como los gráficos de control del proceso de todas la variables cambian, y ahora se puede apreciar el comportamiento en cada una de ellas en el turno 1, del día 05/02/16, según la orden de fabricación 1620017 la cual corresponde a toalla institucional blanca pisa roll.

Según el periodo de tiempo consultado, la cantidad de información con la que se se puede interactuar con los gráficos, va variando.

Por otro lado, también se le aplican macros para actualizar la base de datos y las tablas dinámicas, cuando se ingresa un nuevo periodo de tiempo. Además, la fecha es digitaba en la pestaña Informe.

Una vez terminado el diseño de los gráficos para la variables, se procede con el diseño de los gráficos para atributos.

4.1.2. Diseño de gráficos de control de procesos para atributos

El departamento de calidad debe llevar un registro de estado para todos los jumbos, donde se define si es liberado para continuar el proceso; retenido hasta decidir si puede cumplir con las características de otro tipo papel o rechazado por algún desperfecto. Esta información en digitada en el mismo programa donde se ingresan los parámetros del papel.

En el caso de los atributos, se obtiene la información del defecto en alguna de estas tres fases:

- Al momento de analizar la muestra del jumbo en el laboratorio.
- Cuando el jumbo ingresa a la bobinadora, y allí notan alguna falla.
- En el instante que el jumbo es entregado al área de conversión.

Cuando el jumbo es rechazado, en el registro se escribe un detalle donde se determina si fue por alguna variable del papel, algún atributo o ambos; siendo el foco en esta oportunidad cuando se presenta un atributo errado.

En base a esto, se solicita a calidad la información sobre el estado de los jumbos durante el año 2015, la cual también se puede obtener en el *query*, encontrándose en la última sección de la planilla inicial de archivo excel.

	AbsCobb	AbsTot	Blan	Ret	ConceptoRetenido	AntesRetenido	CodigoPapelDesviado	ConceptoRecorte	ImpresionLiberada
71	0	0	73,4	0					D
72	0	0	78,9	0					D
73	0	0	78,5	0				XXX Hoyos de coating por falla bomba 564	D
74	0	0	74,4	0					D
75	0	0	80,4	0					D
76	0	0	71,1	0					D
77	0	0	73,9	0					D
78	0	0	78,9	0					D
79	0	0	77,8	0					D
80	0	0	76,3	0		2HI19600N275S			D
81	0	0	746	0					D
82	0	0	77,5	0					D
83	0	0	81,3	0					D
84	0	0	79,5	0					D
85	0	0	79,4	0					D
86	0	0	76,3	0					D
87	0	0	75,3	0					D
88	0	0	786	0					D
89	0	0	78,2	0					D
90	0	0	78,4	0					D
91	0	0	75,2	0		2HI19600N275S			D
92	0	0	7,99	0					D
93	0	0	0,0	0				XXX Hoyos de tela	N

Figura 4.32. – Datos sobre retención, desviación y recorte de papel.

En la Figura 4.32., se muestra el sector en donde se encuentran los datos requeridos para elaborar los gráficos de control para atributos. A continuación se describe cada uno de estos campos:

Antes retenido, hace referencia a cuando un jumbo quedó retenido por alguna irregularidad encontrada. Si el campo está vacío significa que no lo estuvo, mientras que si aparece una x en él, es que fue retenido pero después se liberó para continuar con la producción.

En el campo Código papel desviado se registra el código de papel del jumbo adquirido. Por ejemplo, si se estaba fabricando papel para servilleta, pero en su lugar calidad ve que no cumple con los requisitos, pero sí es factible para realizar pañuelos, cambia el código del papel del jumbo y lo ingresan a la producción de pañuelos.

Concepto recorte, es donde se ingresa el motivo por el cual el papel es rechazado, siendo esta la información que se utilizará para llevar a cabo los gráficos para atributos.

Antes de realizar la consulta, se lleva a cabo la extensión del *query* donde se incluyen los datos de la OF, ya sea el código de papel, el tipo de papel y el código JDE asignado a este. Dicha extensión se realiza de la misma forma que en los gráficos para variables, agregando las pestañas *codpapel_JDE* Y *of_codpapel*, y así utilizar la función *BuscarV* para que la información aparezca en la tabla de consulta. Por otro lado, se desglosan el día, mes y año del campo *Fecha*, para hacer más específica la consulta.

Por último, se oculta la fecha del *query*, habilitando campos ligados a ésta para hacer más fácil su ingreso, tal como se llevó a cabo en el diseño de los gráficos para variables.

Finalmente, se consulta la data desde el 01/01/2015 al 31/12/2015, y por medio de la Figura 4.33., se puede visualizar una muestra del resultado:

10	CodigoPapelDesviado	ConceptoRecorte	ImpresionLiberada	Of.	Código Papel	Papel	Código JDE	Día	Mes	Año
75			D	1520002	2SE2185FL2755	SERVILLETA SUAVE FLORES	P-BO00228	2	1	2015
76			D	1530002	2SE2185FL2755	SERVILLETA SUAVE FLORES	P-BO00228	2	1	2015
77		XXX VARIACION DE GRAMAJE	D	1530002	2SE2185FL2755	SERVILLETA SUAVE FLORES	P-BO00228	2	1	2015
78			N	1530002	2SE2185FL2755	SERVILLETA SUAVE FLORES	P-BO00228	2	1	2015
79			D	1530002	2SE2185FL2755	SERVILLETA SUAVE FLORES	P-BO00228	2	1	2015
80			D	1530002	2SE2185FL2755	SERVILLETA SUAVE FLORES	P-BO00228	2	1	2015
81			D	1520002	2SE2185FL2755	SERVILLETA SUAVE FLORES	P-BO00228	2	1	2015
82			D	1520002	2SE2185FL2755	SERVILLETA SUAVE FLORES	P-BO00228	2	1	2015
83			D	1530002	2SE2185FL2755	SERVILLETA SUAVE FLORES	P-BO00228	2	1	2015
84			D	1530002	2SE2185FL2755	SERVILLETA SUAVE FLORES	P-BO00228	2	1	2015
85			D	1530002	2SE2185FL2755	SERVILLETA SUAVE FLORES	P-BO00228	2	1	2015

Figura 4.33. – Muestra de data año 2015.

Una vez extraída la información, se realizan filtros para adquirir aquella correspondiente a los hoyos y pecas; siendo estos los desperfectos que se presentan todos los meses, además se estar dentro del 80% del pareto mostrado en el Capítulo 2. En base a esto, a continuación se procede a realizar los cálculos para elaborar los gráficos para atributos. Cabe mencionar que sólo se realizará el gráfico p, ya que el tamaño de la muestra no es constante, pues depende de la producción que se realice mensualmente, por lo que el gráfico np no se puede aplicar en este caso.

4.1.2.1. Cálculo y definición de límites para los gráficos p

Para realizar los gráficos, primero se extraen dos tablas dinámicas de la tabla de consulta, una para filtrar todos defectos que hayan sido clasificados como hoyos, y otra para las pecas. Éstas son enviadas a la hoja *Cálculo Límites*, donde se copia la información que se requiere para los cálculos, generando dos nuevas tablas, con las que fue posible obtener los límites de cada mes del año 2015. Estos límites, fueron obtenidos con las siguientes fórmulas, vistas en el Capítulo 3:

$$LCI_p = \bar{p} - z\sigma_{\hat{p}} \quad (3.8.)$$

$$LCS_p = \bar{p} + z\sigma_{\hat{p}} \quad (3.9.)$$

Dónde:

- \bar{p} = fracción media de atributos defectuosos en la muestra.
- z = número de desviaciones estándar, siendo igual a 2 para límites del 95,5% e igual 3 para límites del 99,73%.
- $\sigma_{\bar{p}}$ = desviación estándar de la distribución de la muestra.

$\sigma_{\bar{p}}$ se calcula con la ecuación:
$$\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \quad (3.10.)$$

Las tablas resultantes se pueden ver a continuación:

Mes	Productos rechazados			Total Producción		Devest por Mes	3 sigma			2 sigma			1 sigma		
	Hoyos 2015	Total Rechazos 2015	% Rechazos Hoyos	Producción 2015	Producción con Hoyos		σ	LCL	LC	LCS	LCL	LC	LCS	LCL	LC
Enero	36	327	11%	5837	0,0062	0,0012	0,0053	0,0091	0,0128	0,0066	0,0091	0,0116	0,0078	0,0091	0,0103
Febrero	129	306	42%	8957	0,0144	0,0010	0,0061	0,0091	0,0121	0,0071	0,0091	0,0111	0,0081	0,0091	0,0101
Marzo	77	301	26%	8170	0,0094	0,0010	0,0059	0,0091	0,0122	0,0070	0,0091	0,0112	0,0080	0,0091	0,0101
Abril	83	246	34%	6567	0,0126	0,0012	0,0056	0,0091	0,0126	0,0067	0,0091	0,0114	0,0079	0,0091	0,0102
Mayo	78	190	41%	8112	0,0096	0,0011	0,0059	0,0091	0,0122	0,0070	0,0091	0,0112	0,0080	0,0091	0,0101
Junio	63	235	27%	6851	0,0092	0,0011	0,0056	0,0091	0,0125	0,0068	0,0091	0,0114	0,0079	0,0091	0,0102
Julio	31	127	24%	5341	0,0058	0,0013	0,0052	0,0091	0,0130	0,0065	0,0091	0,0117	0,0078	0,0091	0,0104
Agosto	64	238	27%	5710	0,0112	0,0013	0,0053	0,0091	0,0128	0,0066	0,0091	0,0116	0,0078	0,0091	0,0103
Septiembre	46	129	36%	5954	0,0077	0,0012	0,0054	0,0091	0,0128	0,0066	0,0091	0,0115	0,0078	0,0091	0,0103
Octubre	48	130	37%	7042	0,0068	0,0011	0,0057	0,0091	0,0125	0,0068	0,0091	0,0113	0,0079	0,0091	0,0102
Noviembre	56	195	29%	6561	0,0085	0,0012	0,0056	0,0091	0,0126	0,0067	0,0091	0,0114	0,0079	0,0091	0,0102
Diciembre	39	165	24%	7581	0,0051	0,0011	0,0058	0,0091	0,0123	0,0069	0,0091	0,0112	0,0080	0,0091	0,0102
Total 2015	750	2589	29%	82683	1%	Promedio 2015	0,0056	0,0091	0,0125	0,0068	0,0091	0,0114	0,0079	0,0091	0,0102
p barra hoyos	0,91%														
n	6890														
σ	0,001142158														
z	1														
z	2														
z	3														

Figura 4.34. – Tabla para cálculo de límites para los hoyos, según data 2015.

En la Figura 4.34., se puede visualizar la cantidad de rechazos total por mes en el 2015, como específicamente los de hoyos. Además, se determinan los parámetros que utilizan las fórmulas (3.8.), (3.9.) y (3.10) para calcular los límites de control a 1, 2 y 3 σ .

Mes	Productos rechazados			Total Producción		Devest por mes	3 sigma			2 sigma			1 sigma		
	Pecas 2015	Total Rechazos 2015	% Rechazos Pecas	Producción 2015	Producción con Pecas		σ	LCL	LC	LCS	LCL	LC	LCS	LCL	LC
Enero	5	327	2%	5837	0,0009	0,0008	0,0014	0,0038	0,0062	0,0022	0,0038	0,0054	0,0030	0,0038	0,0046
Febrero	43	306	14%	8957	0,0048	0,0006	0,0018	0,0038	0,0057	0,0025	0,0038	0,0051	0,0031	0,0038	0,0044
Marzo	94	301	31%	8170	0,0115	0,0007	0,0017	0,0038	0,0058	0,0024	0,0038	0,0051	0,0031	0,0038	0,0045
Abril	18	246	7%	6567	0,0027	0,0008	0,0015	0,0038	0,0060	0,0023	0,0038	0,0053	0,0030	0,0038	0,0045
Mayo	3	190	2%	8112	0,0004	0,0007	0,0017	0,0038	0,0058	0,0024	0,0038	0,0051	0,0031	0,0038	0,0045
Junio	24	235	10%	6851	0,0035	0,0007	0,0016	0,0038	0,0060	0,0023	0,0038	0,0053	0,0030	0,0038	0,0045
Julio	2	127	2%	5341	0,0004	0,0008	0,0013	0,0038	0,0063	0,0021	0,0038	0,0055	0,0029	0,0038	0,0046
Agosto	17	238	7%	5710	0,0030	0,0008	0,0013	0,0038	0,0062	0,0022	0,0038	0,0054	0,0030	0,0038	0,0046
Septiembre	14	129	11%	5954	0,0024	0,0008	0,0014	0,0038	0,0062	0,0022	0,0038	0,0054	0,0030	0,0038	0,0046
Octubre	2	130	2%	7042	0,0003	0,0007	0,0016	0,0038	0,0060	0,0023	0,0038	0,0052	0,0030	0,0038	0,0045
Noviembre	41	195	21%	6561	0,0062	0,0008	0,0015	0,0038	0,0060	0,0023	0,0038	0,0053	0,0030	0,0038	0,0045
Diciembre	49	165	30%	7581	0,0065	0,0007	0,0017	0,0038	0,0059	0,0024	0,0038	0,0052	0,0031	0,0038	0,0045
Total 2015	312	2589	12%	82683	0,0038	Promedio 2015	0,0015	0,0038	0,0060	0,0023	0,0038	0,0053	0,0030	0,0038	0,0045
p barra pecas	0,38%														
n	6890														
σ	0,000738636														
z	1														
z	2														
z	3														

Figura 4.35. – Tabla para cálculo de límites para las pecas, según data 2015.

En la Figura 4.35., se puede visualizar la cantidad de rechazos total por mes en el 2015, como concretamente los de pecas. Asimismo, se determinan los parámetros que utilizan las fórmulas (3.8.), (3.9.) y (3.10) para calcular los límites de control a 1, 2 y 3 σ .

En base a los resultados reflejados en las Figura 4.35., y 4.36., a continuación, se pueden realizar los gráficos de control para los hoyos y las pecas, para ver el comportamiento durante el año 2015.

4.1.2.2. Realización de gráficos p

Finalmente, de acuerdo a los cálculos desarrollados en la sección anterior, se insertan los gráficos de hoyos y pecas con los 3σ , y tras cambiarles formato y colores quedan de la siguiente forma. Cabe mencionar que los gráficos son trasladados a una nueva hoja llamada Gráficos 2015.

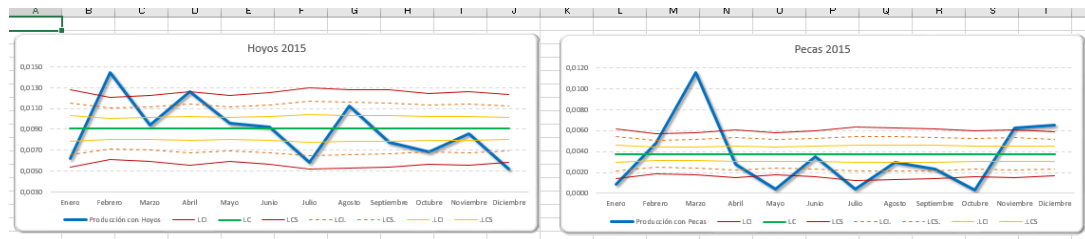


Figura 4.36. – Gráfico p para hoyos y pecas del año 2015.

La Figura 4.36., muestra los gráficos p del comportamiento de los hoyos y las pecas durante el año 2015.

Tras el diseño de estos gráficos, se recomienda a la empresa seguir trabajando con 1σ , para que haya una igualdad entre el análisis de las variables y de los atributos, utilizando como límites el promedio de cada uno de éstos en el año 2015, y así realizar el diseño final igual como los gráficos para variables.

Con los gráficos de control para los atributos del proceso ya diseñados, en la siguiente sección se explica la propuesta para analizarlos en caso de que se vea algún comportamiento anormal o fuera de los límites.

4.2. Diseño de herramienta de análisis de gráficos

Anteriormente, se estableció que, al momento de detectar causas especiales, se consultaría en un Ishikawa cuales son las causas que provoquen dicha anomalía, y con ello se indicaría en un listado que acción se debe realizar, dependiendo de la causa identificada. Para ello, se hará uso del programa Microsoft Excel y Visio.

Para efectos de las necesidades de SCA Chile, el Ishikawa en forma de diagrama no es de gran utilidad, por lo que se plantea diseñar una tabla Excel donde se indique el efecto negativo presenciado, y su categoría, como mano de obra, materiales, maquinaria, medio ambiente, método y medición; a las que se le asignará un nivel de prioridad, los cuales son:

- Nivel 1: bajo, para riesgos de menor grado, pero si no se tratan en un tiempo prudente, puede generar un problema mayor.
- Nivel 2: medio, para el caso de que se provoque un incidente o el defecto requiera detener una maquinaria completa.
- Nivel 3: alto, cuando el defecto puede causar un accidente inminente o la detención de la producción.

Para realizar el diagrama causa-efecto, primero fue necesario visitar el área de máquinas papeleras y conversar con distintos maquinistas y *team leaders* que conocieran el comportamiento de las características del papel, según las experiencias que enfrentar a diario.

A continuación, se muestra en la Figura 4.37., el Diagrama de Ishikawa y en la Tabla 4.18., se muestra la descripción de las causas y subcausas que provocan que un jumbo sea rechazado.

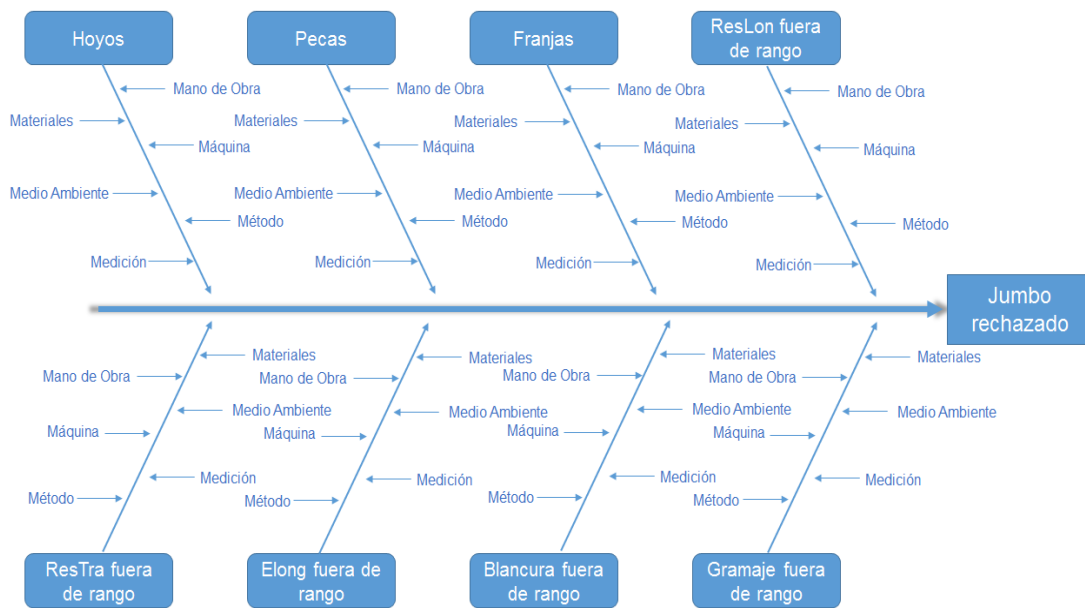


Figura 4.37. – Diagrama de Ishikawa

La Figura 4.37., representa el diagrama de Ishikawa a utilizar, donde se determina que un jumbo rechazado se puede originar por presencia de hoyos, pecas o franjas; o por variables fuera de rango, siendo su causa raíz por materiales, medio ambiente, medición, mano de obra, máquina y método (6M). Cada una de las categorías posee diferentes motivos de ocurrencia, los que se muestran en la Tabla 4.18., donde además se indica el nivel de prioridad en cada uno de éstos.

Tabla 4.18. – Detalle del Diagrama de Ishikawa.

Causa	P	Mano de Obra	P	Materiales	P	Máquina	P	Medio Ambiente	P	Método	P	Medición
Hoyos	3	Falta de capacitación en el uso de químicos	3	Insumo en mal estado	3	Falla en algún equipo	3	Polvillo generado en el proceso.	2	No hay instructivo formal	2	Falta de medición en el uso de químicos
	3	Incumplimiento de plan de mantenimiento	3	Equipo en mal estado	2	Regadera en mal estado			3	Falta de mantenimiento autónoma y preventiva normalizada		
			3	Pasta sin características deseadas	2	Suciedad en tela, paño u otra máquina						
Pecas	3	Falta de capacitación en el uso de químicos	3	Pasta sin características deseadas	3	Falla en algún equipo	3	Polvillo generado en el proceso.	3	Falta de mantenimiento autónoma y preventiva normalizada	2	Falta de medición en el uso de químicos
	3	Incumplimiento de plan de mantenimiento			2	Suciedad en paño						
Franjas	3	Falta de capacitación en el uso de químicos	3	Químico utilizado de forma incorrecta	3	Tobera tapada	3	Polvillo generado en el proceso.	3	Quemador opera a temperatura errónea.	2	Falta de medición en el uso de químicos
	3	Incumplimiento de plan de mantenimiento			3	Falla en prensa			2	No se limpia de forma adecuada		
ResLon fuera de rango	3	Falta de capacitación sobre refinadores	2	Mal uso de almidón	2	Refinador mal ajustado	3	Polvillo generado en el proceso.	2	No hay un control normalizado que indique cuando ajustar los equipos.	2	Falta de análisis de la data registrada de la variable
	3	Falta de capacitación sobre ajuste en el gramaje	3	Pasta no posee características deseadas	2	Gramaje mal ajustado			2	No se limpia de forma adecuada		
	3	Incumplimiento de plan de mantenimiento	2	Insumo en mal estado	3	Falla en el refinador						
	3	Falta de capacitación sobre ajuste de dosificación de químicos			3	Falla en el escáner						
ResTra fuera de rango					2	Falla en la línea de dosificación de químicos						
	3	Falta de capacitación sobre ajuste en bomba FAN	2	Materiales para realizar mantenimiento en bomba FAN son inadecuados	3	Bomba FAN en mal estado	3	Polvillo generado en el proceso.	2	Falta de instructivo para el uso de la bomba FAN	2	Falta de análisis de la data registrada de la variable

Causa	P	Mano de Obra	P	Materiales	P	Máquina	P	Medio Ambiente	P	Método	P	Medición
										Falta de limpieza en bomba FAN		
Elong fuera de rango	3	Falta de capacitación sobre el pope	3	Material inadecuado en mantenimiento del cilindro y el pope	3	Cilindro de la prensa en mal estado	3	Polvillo generado en el proceso.	2	Crepado mal realizado	2	Falta de análisis de la data registrada de la variable
					3	Pope en mal estado			2	Falta de mantención autónoma y preventiva normalizada		
					3	Velocidad del pope mal ajustada			2	Falta de limpieza en cilindro y/o pope		
Blancura fuera de rango	3	Falta de capacitación sobre uso de blanqueadores	3	Pasta no posee características deseadas	2	Línea de blanqueadores en mal estado	3	Polvillo generado en el proceso.	2	Falta de mantención autónoma y preventiva normalizada	2	Falta de análisis de la data registrada de la variable
	3	Falta de capacitación en el uso de químicos								Falta de limpieza en los equipos		
									2	Receta inadecuada		
Gramaje fuera de rango	2	Falta de capacitación sobre el escáner del gramaje	3	Consistencia de la pasta mal ajustada	3	Válvula de gramaje mal ajustada	3	Polvillo generado en el proceso.	2	Falta de mantención normalizada	2	Falta de análisis de la data de la variable
	3	Falta de capacitación sobre válvulas			2	Sensor de gramaje con fallas			2	Falta de limpieza del sensor y/o en válvula		

Fuente: elaboración propia.

La Tabla 4.18., muestra las subcausas de las causas detectadas, clasificadas en mano de obra, materiales, máquina, medio ambiente, método y medición, siendo este el detalle del Ishikawa y la base para formar el listado con las acciones correctivas que se pueden realizar.

Para comprender mejor como se utiliza el Ishikawa, se define a modo de ejemplo que se ha detectado un aumento en el gramaje, y en caso de no tomar las acciones necesarias, el gramaje será mayor al establecido en el límite de rechazo superior, obteniendo un papel no deseado. En base a esto, el usuario debe revisar la Tabla 4.18., y posicionarse en la sección Gramaje fuera de rango, y detectar a cuál de todas las causas mencionadas se debe el aumento.

Ya obtenida la base de la información necesaria, se realiza el diseño del listado de causas y acciones a seguir, el cual se muestra en la Tabla 4.19.

Tabla 4.19. – Causas y acciones a seguir.

N°	Defecto	Posible Causa	Tipo	P	Acción	Resp.	Plazo	%Cump
72	Gramaje fuera de rango	Falta de capacitación sobre el escáner del gramaje	Mano de Obra	2	Capacitar al operador sobre el uso del escáner del gramaje.			
73		Falta de capacitación sobre válvulas	Mano de Obra	3	Capacitar al operador sobre el funcionamiento de las válvulas.			
74		Consistencia de la pasta mal ajustada	Materiales	3	Ajustar consistencia de la pasta, aumentando o disminuyendo la cantidad de agua, según corresponda.			
75		Válvula de gramaje mal ajustada	Máquinas	3	Ajustar válvula de gramaje.			
76		Sensor de gramaje con fallas	Máquinas	2	Inspeccionar el sensor, encontrar el defecto y erradicarlo.			
77		Polvillo generado en el proceso	Medio Ambiente	3	Realizar plan de limpieza			

Fuente: elaboración propia. NOTA: la tabla completa se encuentra en el Anexo N°9.

Se propone que la Tabla 4.19., se utilice para encontrar las causas que provoquen un defecto en particular, y una vez la empresa la evalúe y apruebe su uso, se determinará quién será el responsable de realizar cada acción, en qué plazo lo debe realizar y después se hará el correspondiente seguimiento para saber si se cumplió con la actividad.

Retomando el ejemplo anterior, se había definido el gramaje fuera de rango, y suponga que la causa se debe a que la válvula está mal ajustada. En dicho caso, el usuario revisa la Tabla 4.19., identifica el tipo de problema, ve la acción que se debe realizar para erradicarlo y le avisa al responsable para que haga el ajuste, indicando el tiempo que toma la actividad.

Por otro lado, el responsable debe ingresar la fecha en la que se detectó el incidente, y una vez aplicada la acción correctiva, deberá hacer entrega de un informe de una hoja describiendo paso a paso la acción ejecutada.

Ya se han explicado el diseño para los gráficos de control que indicarán el comportamiento de las características seleccionadas del papel a lo largo del proceso productivo en máquinas papeleras, además del diseño de la herramienta que analizará dichos gráficos. Sin embargo, aún se requiere proponer un plan de mantenimiento en los equipos involucrados en las fallas detectadas en el capítulo 1, por lo que en la siguiente sección se mostrará la propuesta para cumplir con este objetivo.

4.3. Diseño de propuesta de mantenimiento

En las consideraciones finales del Capítulo 3, se definió que, para la propuesta de mantenimiento, primero se haría un enfoque en el mantenimiento autónomo, ya que si el equipo no se encuentra en condiciones básicas, no es posible realizar un mantenimiento preventivo, ya que si hay un repuesto en mal estado, puede afectar en el resultado de los análisis que se quieran realizar.

Para llevar a cabo un mantenimiento autónomo, se deben utilizar las CIL (limpieza, inspección y lubricación), método que busca limpiar, inspeccionar y lubricar cada equipo que lo requiera en un tiempo determinado, siendo el operador el que lleve a cabo las actividades pertinentes.

La limpieza es el primer paso al mantenimiento autónomo, ya que, si no se mantienen equipos limpios y ordenados, se provocarían pérdidas en ellos, debido a que se exponen anomalías ocultas en piezas claves, sistemas neumáticos e hidráulicos, sistema eléctrico y paneles de controles, entre otras.

Dentro de las anomalías que se pueden detectar, está el mal funcionamiento, el desgaste de componentes, resistencias, obstrucciones, pérdidas de velocidad; y todas pueden ser resueltas a través de la limpieza a fondo de los equipos y control para mantener en su condición estándar.

A continuación, se muestra en la Figura 4.39., los objetivos y actividades de la limpieza, para poder proceder con la inspección.

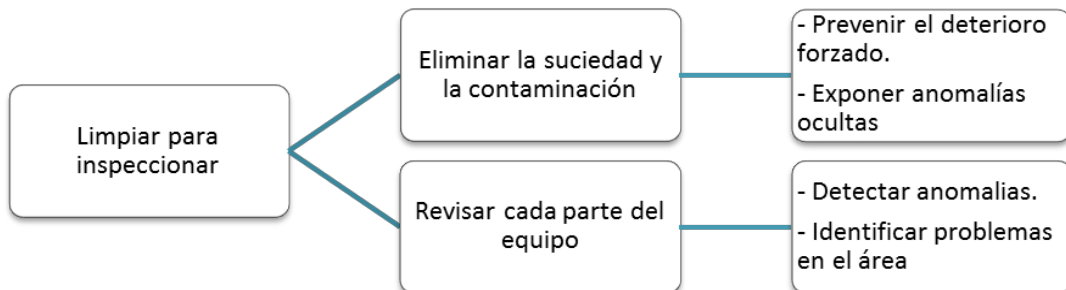


Figura 4.38. – Objetivos y actividades de la limpieza.

La Figura 4.38., indica que los objetivos de la limpieza son eliminar la suciedad y la contaminación, y revisar cada parte del equipo, donde se deben realizar las siguientes actividades: prevenir el deterioro forzado, exponer y detectar las anomalías que puede tener el equipo, e identificar problemas en el área.

Cabe destacar que CIL es un trabajo que debe ejecutar el técnico en mantenimiento en primera instancia, y luego tendrá que capacitar al operador y enseñarle lo que debe buscar en sus inspecciones. Además, crea instrucciones de trabajo visuales para cada CIL implementada de tal manera que exista una estandarización.

El siguiente paso a seguir es la inspección de los equipos, y para llevarla a cabo existen dos modos: sensorial y subjetivo. Las inspecciones sensoriales son aquellas que se

miden mediante el uso de algún instrumento, mientras que las inspecciones subjetivas utilizan los sentidos básicos como la visión, el oído, el olfato y el tacto.

El objetivo principal en una inspección es la identificación de defectos y condiciones inseguras de operación, donde el operador o técnico mecánico, debe registrar en una orden de trabajo cuál fue la falla detectada en el equipo, y a qué repuesto corresponde. Estas órdenes de trabajo se planifican y se programan para ser cerradas lo más pronto posible.

Por último, es necesario diseñar una ruta de lubricación, la que debe indicar que repuestos se lubrican, en qué periodo de tiempo se realiza la actividad y con qué frecuencia, donde es vital conocer el funcionamiento de la máquina y los equipos.

Es importante racionalizar el uso de los lubricantes, cambiándolos dentro de los tiempos normales, siempre siguiendo las recomendaciones del fabricante.

Si se desarrollan estas técnicas adecuadamente se puede lograr el siguiente resultado:

- 1) Disminuir los costos de mantención.
- 2) Optimizar la productividad de la empresa.
- 3) Reducir la cantidad de defectos.
- 4) Equipos siempre estarán disponible para su uso.

Estos resultados se obtienen debido a que los equipos siempre se mantendrán limpios y lubricados, y en esas condiciones siempre podrán utilizarse. Por otro lado, en caso de haber un desperfecto en el equipo, el operador podrá avisar a tiempo para que el área de mantenimiento pueda cambiar el repuesto sin necesidad de que la producción deba detenerse de forma inesperada (lo cual provocaría un cambio en la programación y retrasar los pedidos) y el departamento de compras no tendrá apuros en adquirir una pieza si ésta no se encuentra en bodega, ya que en caso contrario debe conseguir con un proveedor de manera urgente, lo cual en varias oportunidades aumenta los costos.

Además, realizando estas actividades el equipo no presentará fallos por falta de limpieza o lubricación lo que hará que su vida útil sea mayor en el tiempo.

De acuerdo a lo establecido anteriormente, a continuación, se explicará la propuesta del uso de CIL en SCA Chile.

4.3.1. Diseño de propuesta de uso de CIL en SCA Chile

SCA Chile lleva tiempo buscando implementar un programa de mantenimiento, pero aún no han logrado cumplir con éxito esta labor en todos los equipos. En base a lo indicado en las CIL, se propone involucrar a los operadores en las actividades de mantenimiento, mejorando de manera positiva el ambiente de trabajo. Los operadores restaurarán las condiciones básicas de la limpieza inicial, creando una cultura de estándares en la planta, desarrollando las habilidades del personal para identificar anomalías y restaurando procesos y equipos a condición real.

Para elaborar las CIL, primero es necesario seleccionar los sectores en los que se llevarán a cabo, siendo en esta oportunidad todo el departamento de máquinas papeleras, el que se dividirá en diferentes subáreas, de acuerdo a la programación actual que existe en la empresa y a los lugares donde más se generan las causas del rechazo del papel:

- Bombas.
- Regaderas.
- Raspadores.
- Máquina Papelera 2.
- Máquina Papelera 3.

Se realizará un programa de CIL en un archivo Excel para cada categoría, el cual se basa en la información recolectada por el departamento de mantenimiento, para así definir en qué periodo del mes se llevará a cabo la actividad en los equipos que las componen. Además, es necesario conocer los pasos a seguir en cada pieza, equipo, máquina o sector donde se trabajará, para lo cual se elabora una planilla que describe cada tarea a realizar en un equipo, con ayuda del personal de máquinas papeleras.

Se debe guiar al operador o mantenedor a la sección donde tiene que realizar su tarea, agregando tres factores importantes: las herramientas a utilizar, la frecuencia de limpieza y método. Por otro lado, dará la pauta de cómo debe ser un estándar de limpieza y que acción realizar si hay un caso anormal.























	Punto	¿Dónde limpiar?	Método	Herramienta	Estándar de Limpieza	¿Qué	Estándar de Inspección
	2	Valvula de descarga				Valvula de descarga	Limpio, sin fugas y con el volante y cuerpo instalado
		Valvula de alimentación				Valvula de alimentación	Limpio, sin fugas y con el volante instalado
		Ventilador de motor.	 			Tapa del ventilador	Limpio, con ventilador funcionando y sin ruido.
		Motor	  	 		Motor	Limpio, lubricado, sin ruido y sin vibracion, temperatura en rango.
		Protección de acople.	  			Proteccion	Limpio, sin ruido y con proteccion instalada.

Figura 4.39. – Descripción de tareas a realizar en un equipo.

En la Figura 4.39., se puede observar parte de la planilla con los pasos a seguir en una bomba, donde aparecen siete campos:

- 1) Sección: muestra el equipo completo que se debe limpiar, inspeccionar y lubricar.

turno de tarde estará enfocado en evitar la generación de un defecto y ayuda a detectar averías de menor grado.

Para comprobar que la actividad descrita en la planilla y en el programa mensual se haya realizado con éxito, es necesario realizar una hoja de registro donde se deje constancia de ello, la cual se conoce como Libro de CIL. A modo de ejemplo, a continuación, se muestra una hoja de registro elaborada para CIL en bombas.

Fecha: _____ 2015		Realizado?		Bomba a inspeccionar:	Turno M _____	Turno T _____
Sector de limpieza	Estándar de inspección	Mañana	Tarde	Observación		
Válvula de descarga	Limpio, sin fugas y con el volante instalado					
Válvula de alimentación	Limpio, sin fugas y con el volante instalado					
Ventilador de motor	Limpio con ventilador funcionando y sin ruido					
Motor	Limpio, lubricado, sin ruido y sin vibración, temperatura en rango.					
Protección de acople.	Limpio, sin ruido y con protección instalada.					
Vaso de aceite.	Vaso de aceite con nivel.					
Cuerpo de rodamientos.	Limpio, lubricado y sin ruido. Temperatura dentro de rango.					
Caja de conexión eléctrica.	Limpio, lubricado y sin ruido. Temperatura dentro de rango.					
Cuerpo de bomba	Limpio, sin fuga de pasta o agua, sin ruido					
Total minutos Realizado CIL	Turno M _____	Responsable Operador M: _____ Firma _____				
	Turno T _____	Responsable Operador T: _____ Firma _____				

Figura 4.43. – Hoja de registro CIL bombas en Máquina Papelera 2.

En la Figura 4.43., se logra observar el sector y el estándar de inspección, donde el responsable debe ingresar la bomba, el horario en el cual llevo a cabo la actividad, el turno y fecha correspondiente, además de alguna observación en caso de ser necesario.

De acuerdo a lo indicado anteriormente, en caso de que se encuentre una falla en el equipo o una condición insegura de trabajo, el operador debe avisar al respecto y deja una observación en la hoja de registro, sin embargo, para asegurarse que se reciba correctamente la información, se utilizarán unas tarjetas propias de las CIL donde se deberá clasificar el tipo de desperfecto, quién lo encontró, en qué sector y una descripción breve.

Estas tarjetas pueden ser apreciadas en la Figura 4.44.:

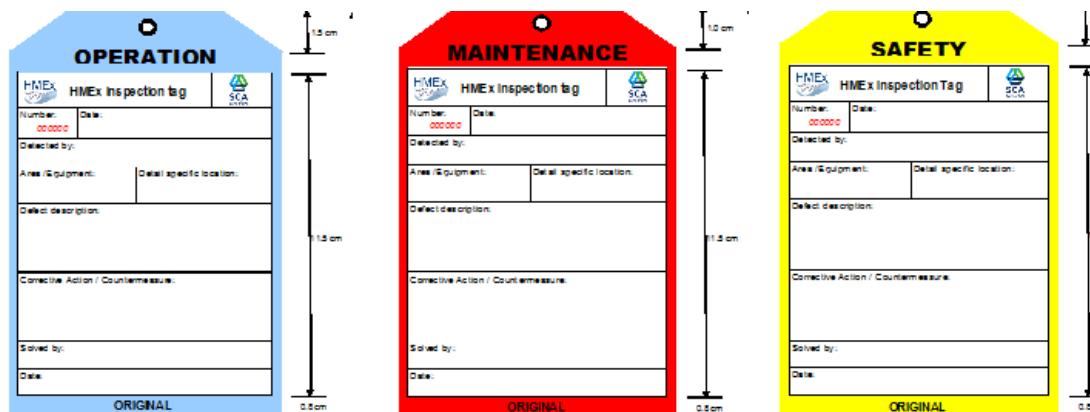


Figura 4.44. – Tarjetas utilizadas cuando se encuentra una avería o condición insegura.

La función de las tarjetas ilustradas en la Figura 4.44., es clasificar la condición insegura o la falla en tres categorías: operación, mantenimiento y seguridad; donde cada una posee sus propios criterios.

La tarjeta celeste es la que se utiliza en la categoría de operación, y se fija cuando se encuentran artículos innecesarios o falta de condiciones básicas que pueda corregir el operador, pero por falta de tiempo no logra concluir la actividad y deja puesta la tarjeta para que el próximo turno la realice.

El mantenimiento es representado con la tarjeta de color rojo, y es asignada por el operador que realiza la CIL y logra apreciar una o más fallas en algún componente, falta ajuste o lubricación, donde reporta de forma escrita al técnico de mantenimiento, para que sea él quien efectúe las acciones convenientes para llevar el equipo a condiciones básicas.

Por último, la tarjeta amarilla es la más importante ya que considera la seguridad, y es puesta por cualquier colaborador que considere que exista un riesgo asociado a la integridad física. Esta tarjeta es tomada por el técnico en mantenimiento y tiene 12 horas para eliminar el peligro o la línea debe detenerse, lo cual provocaría grandes pérdidas.

Para poder completar los campos de las tarjetas, es necesario conocer los diferentes defectos con los que se puede encontrar, dándoles un criterio de clasificación.

Tabla 4.20. – Clasificación de defectos detectados en el área.

Clasificación de defectos	Descripción
Defectos de menor importancia	Arañazos, ruidos y olores.
Zonas de difícil acceso	Áreas para limpiar, inspeccionar, lubricación, revisar, ajustar.
Fuentes de Contaminación	Productos, materias primas, materiales de procesamiento.
Defectos de calidad	Materia extraña, tamaño de partícula, la humedad.
Artículos innecesarios	Tuberías, instrumentos, componentes, herramientas.
Defectos de Seguridad	Zonas inseguras, pellizco, partes móviles, las zonas calientes.

Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 4.20., se pueden observar las seis clasificaciones de defectos con su respectiva descripción para poder aplicarlas en las tarjetas de la Figura 4.44. Cabe mencionar que las tarjetas tienen dos hojas, siendo la primera un calco para escribir sólo una vez en ambas; con la finalidad de colocar la primera hoja de la tarjeta en el lugar donde se encontró la falla o condición insegura, y entregando la otra al líder de mantenimiento.

En base a todo lo descrito anteriormente, se identifican los equipos involucrados en la generación de los defectos que provocan el rechazo de jumbos, para incluirlos como propuesta en el procedimiento de las CIL.

Tabla 4.21. – Propuesta de CIL.

Sector	¿Dónde limpiar?	¿Qué inspeccionar?	Estándar de inspección	Acción en caso anormal	Frecuencia Sugerida
Bomba	Válvula de descarga	Válvula de descarga	Limpio, sin fugas y con el volante instalado	Programar mantenimiento y levantar tarjeta.	Diaria
	Válvula de alimentación	Válvula de alimentación	Limpio, sin fugas y con el volante instalado	Programar mantenimiento y levantar tarjeta.	Diaria
	Ventilador de motor.	Tapa del ventilador	Limpio, con ventilador funcionando y sin ruido.	Programar mantenimiento y levantar tarjeta.	Diaria
	Motor	Motor	Limpio, lubricado, sin vibración y ruido, temperatura en rango.	Programar mantenimiento y levantar tarjeta.	Diaria
	Protección de acople.	Protección de acople.	Limpio, sin ruido y con protección instalada.	Programar mantenimiento y levantar tarjeta.	Diaria
	Vaso de aceite.	Vaso de aceite.	Nivel de aceite dentro de rango y sin contaminantes.	Rellenar con aceite tipo ISO 46 y levantar tarjeta.	Diaria
	Cuerpo de rodamientos.	Cuerpo de rodamientos.	Limpio, lubricado y sin ruido. Temperatura dentro de rango.	Programar mantenimiento y levantar tarjeta.	Diaria
	Caja de conexión eléctrica.	Caja de conexión eléctrica.	Limpio, lubricado y sin ruido. Temperatura dentro de rango.	Programar mantenimiento y levantar tarjeta.	Diaria
	Cuerpo de bomba.	Cuerpo de bomba.	Limpio, sin fuga de pasta o agua, sin ruido.	Programar mantenimiento y levantar tarjeta.	Diaria

Fuente: elaboración propia. NOTA: la tabla completa se encuentra en el Anexo N°10.

La Tabla 4.21., indica la propuesta de CIL general para la mayoría de los equipos involucrados en los rechazos, a la que se debe detallar mayor información una vez se decida su implementación.

Fuera de la Tabla 4.21., quedaron las vestimentas, ya que se requiere comprender su funcionamiento antes de definir su mantenimiento, lo cual se describe en la siguiente sección.

4.3.2. Mantenimiento de vestimentas

Un ingrediente importante en la producción y calidad del papel, es el buen estado de las vestimentas de máquinas papeleras. Las vestimentas son la tela y paño, e intervienen directamente en la formación y en el proceso de la hoja, realizan el transporte el papel, y tienen la responsabilidad más compleja en el proceso de formación y extracción de agua.

La tela formadora es donde se le dan las propiedades fundamentales al papel, ya sea el gramaje y la calidad de formación, brindando un soporte de las fibras enviadas por el área de preparación pasta. La tela necesita ser muy resistente ya que debe soportar velocidades elevadas.

La tela está construida por hilos orientados en dos direcciones; una hacia la máquina, los que forman la trama de la tela y los transversales, hilos son de poliéster que aportan estabilidad dimensional, que también se intercalan con hilos de poliamida, los cuales aportaran resistencia al desgaste. Sobre el diámetro de la tela, éste puede variar según el tamaño de la maquina papelera y su vida útil en buenas condiciones puede lograr alcanzar los 60 días aproximadamente.

Los elementos contaminantes de la tela formadora, logran una obstrucción parcializada o total en la superficie de la tela. La obstrucción generalizada es provocada por micro capas de resina, lo cual reduce considerablemente la capacidad de drenaje de agua. En cambio, la obstrucción parcial provocara marcas en el papel.

Dentro de los contaminantes más comunes encontramos resinas en general, cargas de minerales, plásticos, granos de arena y acumulación de fibras de papel.

Para esta problemática existe un sistema que, dentro de sus objetivos se encuentra la eliminación de los contaminantes de la tela, y ayuda a prologar su vida de útil este. El más usado es la limpieza de regadera de alta presión, y posee las siguientes ventajas:

- Limpieza continua, impidiendo acumulación de suciedad que produzca obstrucciones.
- Se puede utilizar sin detención de la línea.
- No interfiere en el proceso de fabricación ni en calidad del papel ya que es utilizada con agua fresca, es decir sin químicos.

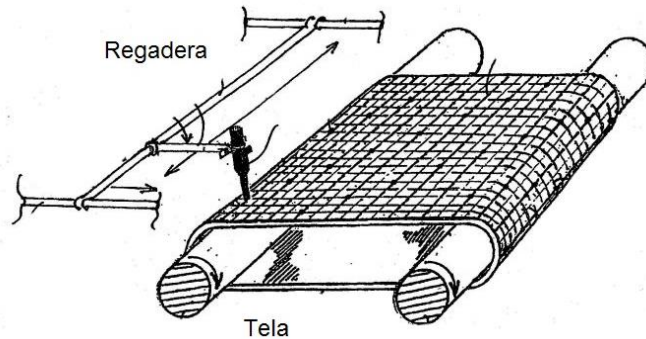


Figura 4.45. – Esquema de la tela y el sistema de regadío.

La Figura 4.45., muestra la ubicación de las regaderas de agua que se emplean para eliminar los contaminantes de la tela. Este proceso logra remover la suciedad variada en un lugar específico o en toda la tela. Cabe destacar que un error fatal es usar la regadera con una presión de agua exagerada ya que puede provocar un daño irreparable en la tela, lo que haría que el reemplazo de la tela antes se hiciera antes del término de su vida útil.

El paño o fieltro consta de tres etapas, siendo la primera una capa superficial, la cual consta de poros muy finos y con superficies lisas. En segundo lugar, está el tejido base, que provee estabilidad longitudinal y transversal y está conformado por hilos, mientras que la última capa es la que tiene contacto con la máquina y presenta mayor resistencia. Los paños están fabricados de fibras sintéticas, comúnmente por poliamida con combinaciones de poliéster.

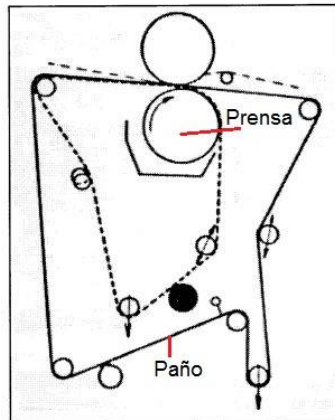


Figura 4.46. – Esquema del paño pasando por la prensa succión.

El paño debe pasar por una prensa succión, según lo indicado en la Figura 4.46., y esto permite que el agua fluya dentro de los agujeros perforados a través de la goma del rodillo succión. El agua succionada es retirada por las orillas de la prensa gracias a la fuerza centrífuga.

Dentro de los sistemas de paños prensa más usados se encuentra el sistema de limpieza de alta presión explicado anteriormente.

El grado de suciedad por contaminantes en las telas formadoras y paños en máquinas papeleras, influye considerablemente en la velocidad de formación de las hojas y el consumo de químicos de limpieza y de vapor para secado. Esta suciedad proviene de las materias primas para cada planta.

A veces es imposible quitar las impurezas presentes solo con agua fresca, por lo que se opta utilizar químicos que logren solubilizar las impurezas para que sean eliminadas con el enjuague.

Los químicos se dividen en dos categorías: alcalinos y ácidos.

- Ácidos: esta solución es recomendable para eliminar resina de forzamiento de resistencias que están húmedas. Este ácido tiene que estar acompañado de un inhibidor que ayudara a reducir los riesgos de daños por la corrosión.
- Alcalina: se recomienda como segunda etapa de lavado, con solventes orgánicos, eficaz contra resina de madera y fibras de papel. Estas aplicaciones deben ser distribuida de tal forma que cubran completamente la superficie de las vestimentas.

Se necesita rápidamente un programa de limpieza para mantener el paño en buenas condiciones. Para esto, tener a disposición los equipos adecuados es fundamental, así como un laboratorio con la capacidad de detectar impurezas presentes en la vestimenta. Se incorporará la limpieza de las vestimentas al programa CIL, donde cada 8 horas se procederá a verificar la calidad del paño y la tela, y si se encuentra alguna contaminación, los operadores procederán a cortar la hoja y comenzar con el proceso de limpieza con químicos.

4.4. Consideraciones finales

Una vez diseñadas las herramientas, se propone que los gráficos de control sean utilizados por el personal de máquinas papeleras, para que a medida que ingresen los datos en el Analipa, puedan consultar en la tabla de registro y visualizar el comportamiento del proceso al instante, para así detectar a tiempo un comportamiento anormal y que éste no genere un rechazo. A su vez, se plantea que utilicen el diagrama de Ishikawa en conjunto a las causas y acciones a seguir, definiendo a un responsable de mantenimiento para cada actividad que debe realizarse en caso de encontrar una anomalía e informe los resultados.

Por otro lado, se propone que las CIL sean realizadas por todo el personal de máquinas papeleras, para que toda persona que observe una avería o condición insegura, coloque una tarjeta y la entregue al encargado de mantenimiento para que la ingrese y evalúe la mejor forma de solucionar el problema detectado.

En el siguiente capítulo se dan a conocer más detalles y se explica todo lo que se ha sido aceptado e implementado a la fecha, en SCA Chile.

5. Implementación y análisis de resultados en SCA Chile

El presente capítulo tiene la finalidad de explicar el proceso de implementación de las herramientas propuestas en SCA Chile y su posterior análisis de resultados en base a su uso. Los resultados son medidos con los indicadores mencionados en el Capítulo 2, además de ver una comparación entre el comportamiento de las variables y del personal de SCA Chile antes de implementar las herramientas y durante la fase de pruebas.

Para analizar los resultados se compara la producción y los rechazos de las 4 semanas de marzo del 2015, con marzo del 2016, ya que se realizan cambios de formato entre 3 a 5 días. Por cambio de formato, se refiere a producir una nueva OF.

5.1. Implementación de gráficos de control de procesos

Para implementar los gráficos de control de procesos, la empresa primero analizó la propuesta, la cual consiste en que sean los mismos trabajadores del área de máquinas papeleras los que utilicen la herramienta para analizar el comportamiento del proceso en tiempo real, a medida que van ingresando la información a Analipa. A su vez, el departamento de calidad debe realizar informes diarios para llevar un control periódico y consultar a qué se deben las anomalías que se puedan presentar.

Cuando se detecte un comportamiento anormal en algún parámetro del papel, el personal de máquinas papeleras podrá revisar en el diagrama de Ishikawa los distintos motivos por los que se presente la problemática. Como complemento al Ishikawa, se debe utilizar la pauta de acciones a seguir, y se define a un operador de turno como responsable de realizar las tareas, y en caso de que ésta posea un grado de dificultad mayor, un técnico de mantenimiento debe ser el que efectúe la operación, dejando registro del porcentaje de cumplimiento y cuándo se llevó a cabo.

En caso de que la anomalía no se haya resuelto tras revisar la pauta de acciones, es necesario investigar qué cosas han cambiado o considerar un nuevo motivo que antes no había ocurrido.

De ser completamente controlado el problema, tras realizar los siguientes registros, el personal de máquinas papeleras podrá consultar los gráficos nuevamente para comprobar que el proceso se encuentra control, y así haber evitado que un jumbo se clasifique como rechazo.

De todo lo descrito anteriormente, el departamento de calidad recomendó realizar un periodo de prueba desde enero del 2016, donde se definió que el responsable sea uno de los analistas de su área, el que debe revisar constantemente el comportamiento de las características del papel y avisar si ve alguna irregularidad en la data. Además, comenzó a realizar 3 informes diarios, los que son enviados por correo electrónico a las jefaturas, cargos administrativos y *team leaders* de máquinas papeleras; como a los líderes de calidad y al gerente de operaciones.

- El primer informe debe ser enviado a las 09:00 am, ya que tiene la finalidad de mostrar el comportamiento que tuvo el papel durante la noche y como lo recibió el personal que ingresa a las 07:00 am, para que así puedan regular las características que se vean anormales o mantener el ritmo durante su turno.
- El segundo reporte se envía a las 13:00 hrs, para ver cómo se han mantenido las características del papel y anticipar al siguiente turno si es necesario revisar algún cambio o seguir tal cual lo que hecho el turno 2.
- El tercer informe se revisa a las 17:00 hrs, donde se determina cómo se fueron comportando las características del papel durante el cambio de turno y anticipar si es necesario realizar algún cambio antes del horario de salida de las jefaturas o si se mantiene tal cual. Cabe recalcar que la resolución es vital para el trabajo que se llevará a cabo durante el resto de la tarde y noche.

Se decidió elaborar tres informes diarios con un rango de cuatro horas de diferencia, ya que en ese tiempo se alcanza a corregir un mal ingreso en algún dato y se puede avisar con anticipación si se ve alguna anomalía. Por otro lado, se cubren eficientemente los turnos, siendo los *team leaders* los que se comunican entre ellos para difundir la información a todos los operadores. Cabe mencionar que hay un *team leader* por turno.

Los informes y análisis sólo han comenzado a realizarse para las variables del papel, ya que, para iniciar a implementar los gráficos para atributos, se debe evaluar si se trabajará con los límites a 1σ , 2σ o 3σ . En el diseño de la herramienta, se calcularon los límites con 1, 2 y 3σ , y se propuso a la empresa trabajar con 1σ , debido a que, si se trabaja con jumbos que se encuentren sobre ese rango, pueden estropear la maquinaria y detener la producción en el área de conversión. Por ejemplo, si se acepta un jumbo con una cantidad de hoyos sobre 1σ , al momento de prepicar y cortar el jumbo o rodela, no tendría la elongación suficiente para resistir el proceso, por lo que la hoja de papel se rompería en cualquier instante, lo cual implica detener la máquina y remover el papel. Por otro lado, los papeles que posean una cantidad de hoyos dentro de 1σ , son utilizados en productos doble o triple hoja, para que se pueda camuflar el hoyo.

El analista de calidad, si bien se preocupa de enviar la información, son los líderes de calidad con las jefaturas y *team leaders* de máquinas papeleras, los que analizan el comportamiento y determinan si es necesario revisar o realizar algún cambio, donde se basan en la herramienta de análisis de Ishikawa diseñada anteriormente. Para esta herramienta, se realizó la pauta de acciones a seguir antes mencionada, la cual se encuentra en periodo de evaluación y una vez aprobada podrán definir a los responsables de ejecutar las tareas.

En la Figura 5.1., se puede apreciar un ejemplo de los primeros informes diarios para los gráficos de variables que elaboró el analista de calidad.

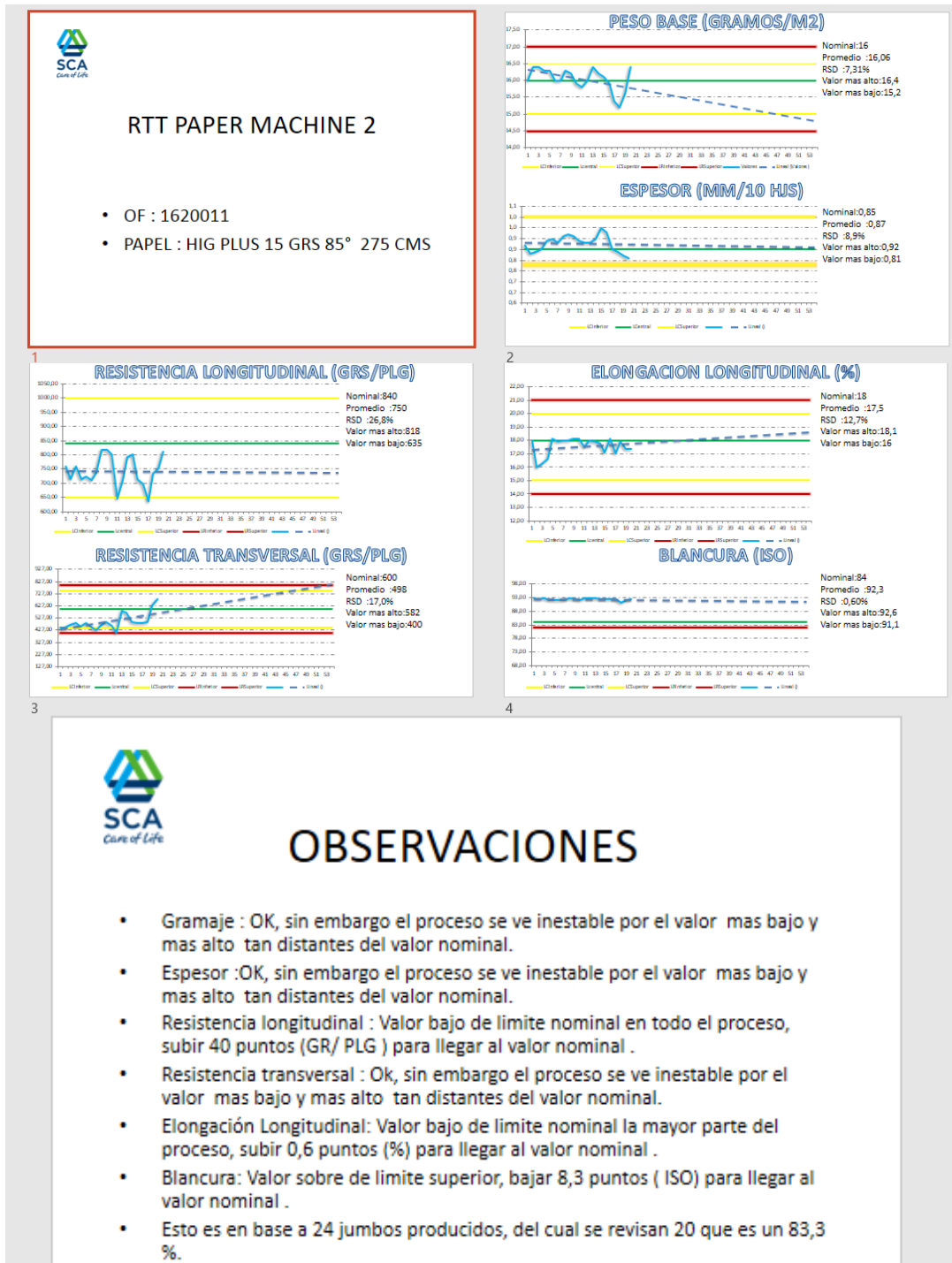


Figura 5.1. – Informe de OF 1620011 realizada el 22/01/2016.

En la Figura 5.1., se puede ver el comportamiento de las variables según la OF 1620011 realizada el día 22/01/2016. En ella, se puede ver que el comportamiento de la resistencia transversal tendía a subir, lo cual es un comportamiento anormal y el área i debió investigar las causas de dicho fenómeno, para no obtener un rechazo por resistencia mayor a la establecida. Por otro lado, el gramaje muestra un comportamiento descendiente, por lo que también fue necesario revisar el proceso.

Es de vital importancia que el área de máquinas papeleras revise los informes, para que al momento de que ellos sean los responsables de efectuar las consultas, sepan identificar cuando hay un comportamiento anormal y conozcan las acciones a seguir.

En marzo del 2016, hubo una actualización en los informes, los cuales ahora se presentan según la Figura 5.2.:

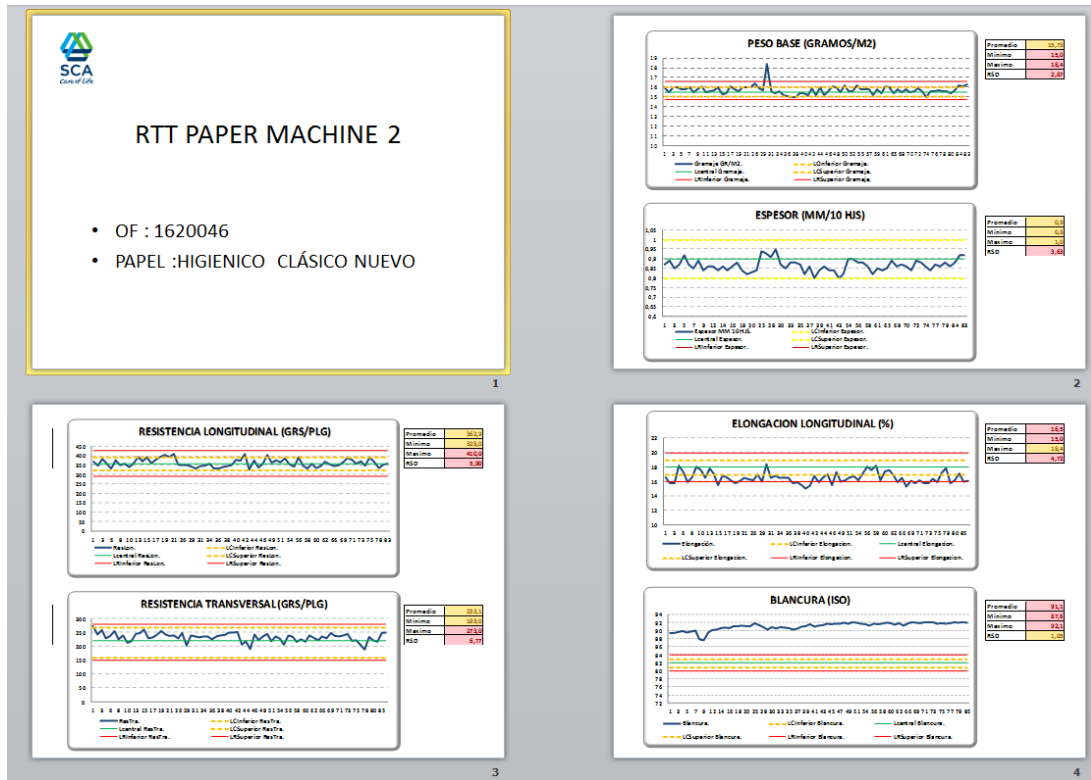


Figura 5.2 – Informe de OF 1620046 realizada el 29/03/2016.

En la Figura 5.2., se puede observar el nuevo informe realizado por el área de calidad, para la OF 1620046 del día 29/03/2016. A diferencia del anterior, ya no se realizan las conclusiones debido a que dicha determinación se cedió al personal de máquinas papeleras, ya que son ellos quienes toman la decisión de realizar algún cambio en el proceso, por lo que deben revisar cada informe para guiarse.

Si se analiza el comportamiento en las variables ilustradas en la Figura 5.2., se puede observar un valor que sale de los límites en el caso del gramaje, el cual se debió a un mal

ingreso de información y fue cambiado en el programa Analipa. Para el caso del espesor, resistencia longitudinal y resistencia transversal, se determinó que el proceso se encontraba bajo control, mientras que la elongación fue revisada. En el caso puntual de la blancura, se determinó que, debido al uso de químico blanqueadores, suele comportarse a un rango mayor al establecido por la empresa, por lo que se recomienda evaluar si efectivamente los límites de control están correctos, determinación que está en evaluación debido a que, si a un cliente se le ofrece un producto con blancura muy alta, pero después se le entrega uno con menor grado, puede generar conflictos.

Para analizar los resultados y ver si realmente con esta herramienta se pueden reducir los rechazos, se comparan algunos papeles fabricados en marzo de 2015 y marzo del 2016. Para el caso de los indicadores, se analizan 4 semanas de los mismos meses.

Cabe mencionar que, se decidió comparar los meses de marzo, ya que en el 2015 un 9% de la producción fue realizada ese mes, cuando la media es entre un 7 y 8%.

En primera instancia, se muestra el comportamiento de las variables para la fabricación de toalla de cocina, realizada en marzo del 2015, bajo la OF 1520039:

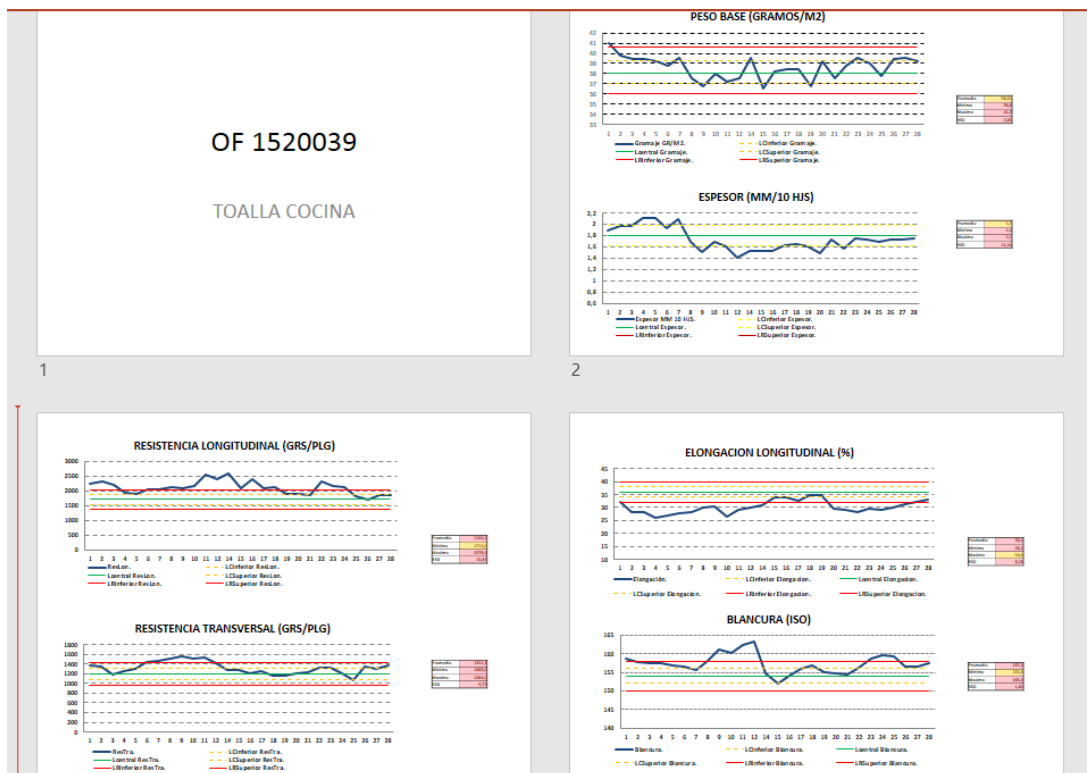


Figura 5.3 – Comportamiento variables OF 1520039.

En la Figura 5.3., se puede ver que salvo para el gramaje, todas las variables poseen jumbos con valores que se encontraban fuera de los límites de rechazo, lo que claramente indica que hubo fallas en el proceso que debieron ser revisadas en su momento.

Por otro lado, en la Figura 5.4., se logra apreciar el comportamiento de las variables para la fabricación del mismo papel, pero en marzo del 2016, bajo la OF 1630050:

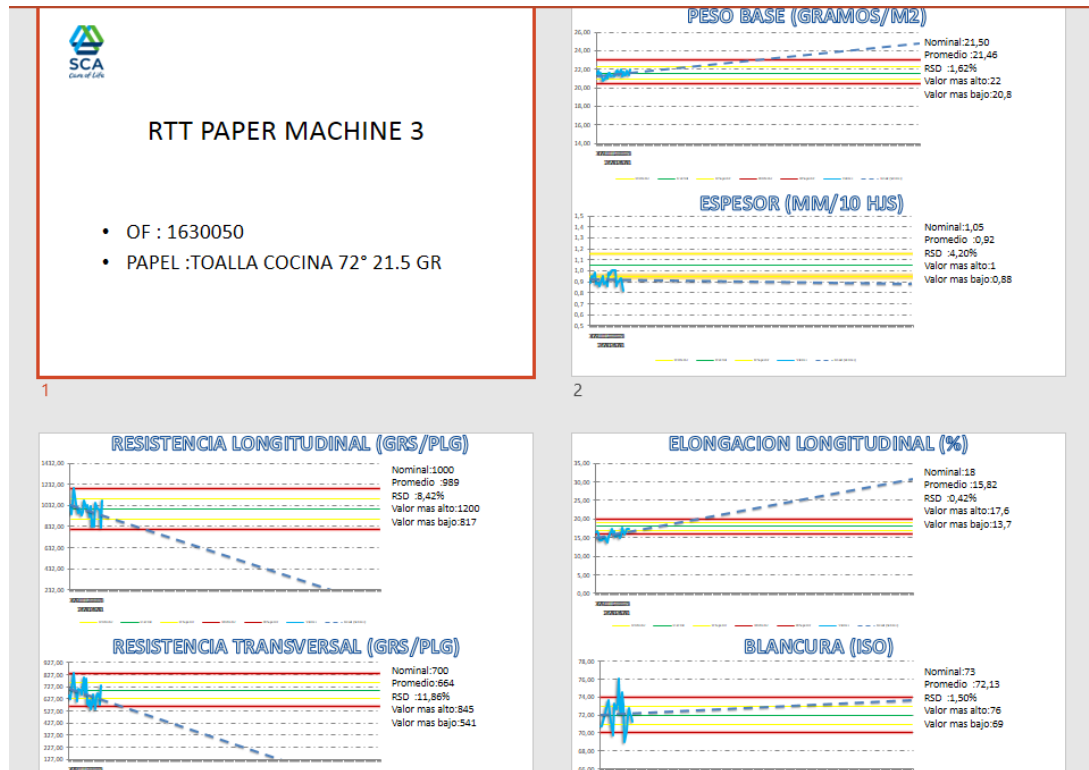


Figura 5.4 – Comportamiento variables OF 1630050.

La Figura 5.4., muestra que el gramaje se encontraba bajo los límites de control, pero con tendencia a aumentar por lo que el área de máquinas papeleras pudo revisar a que se debía y evitar que algún jumbo obtuviera un valor mayor al límite de rechazo superior. También se puede apreciar que las resistencias estaban fuera de control con tendencia a disminuir, pero al realizar algo al respecto, se pudieron evitar más rechazos. Además, se aprecia que la elongación tuvo problemas que generaron rechazos por menor a lo establecida, pero se logró reestablecer el comportamiento. El espesor es un caso particular que se da por una consecuencia del valor del gramaje, por lo que la empresa no rechazó los jumbos que estaban bajo los límites de control. Por último, la blancura tuvo un comportamiento al alza el cual debió ser reestablecido.

Si bien aún se ven problemas en el año 2016, se puede observar una mejora con respecto al año 2015, ya que, en marzo del 2015, 5 de las 6 variables se encontraron claramente fuera de control. Caso particular se puede visualizar en la elongación del año 2015 con respecto al año 2016, donde en el anterior se ve que no se realizó nada al respecto para reestablecer los valores, dando como resultado que la mayoría de los jumbos fueran rechazados, mientras que en el año 2016 hubo un problema que fue detectado y la elongación pudo normalizarse.

Otra comparación es la fabricación de servilleta flores, donde se puede ver el comportamiento de las variables en marzo de 2015 en la Figura 5.5., y en marzo de 2016 en la Figura 5.6.:

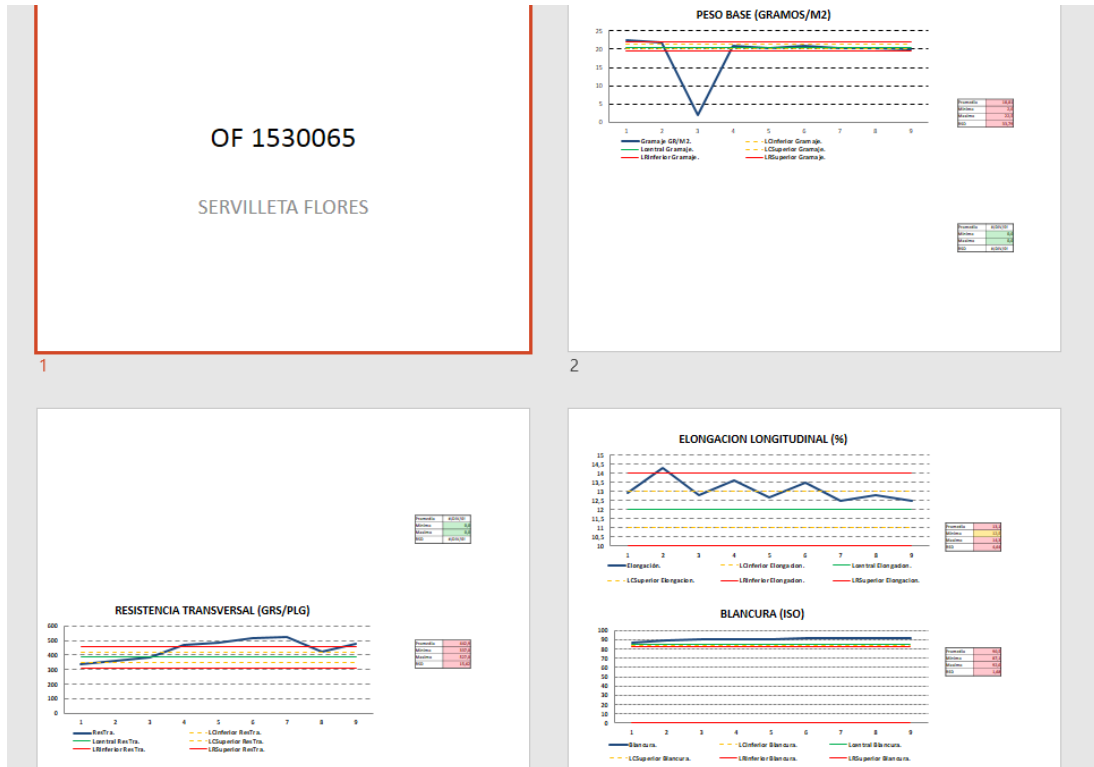


Figura 5.5 – Comportamiento variables OF 1530065.

En la Figura 5.5., faltan los gráficos de espesor y resistencia longitudinal, lo cual se debe a que no se ingresaron los datos de estas variables en el año, y nadie se dio cuenta de esta falta debido a que no se revisaba la información. Por otro lado, se observa un punto que claramente sale del límite de rechazo inferior en el gramaje, lo cual no se sabe si fue un mal ingreso o si hubo algún problema particular que arrojó ese valor. Con respecto a la resistencia transversal, el comportamiento estaba fuera de control, lo mismo para la elongación. En cuanto a la blancura, si bien el valor fue más alto que el límite de control superior, no posee un límite de rechazo por lo que la empresa evaluó estos casos particulares.

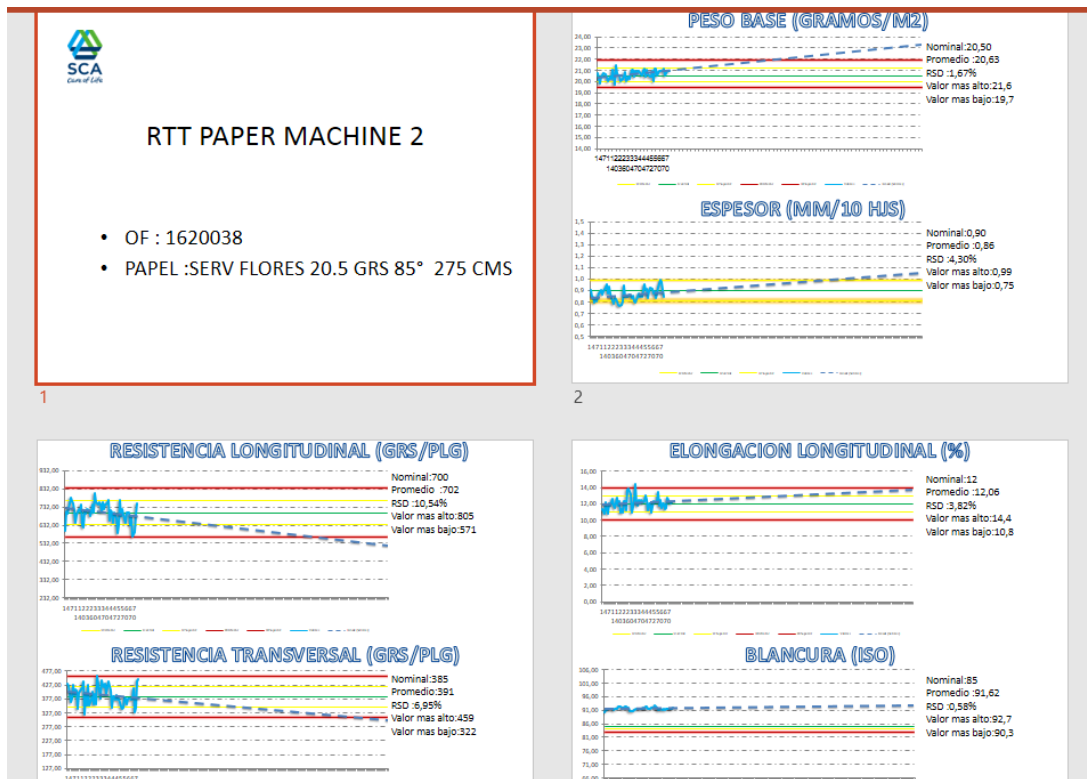


Figura 5.6– Comportamiento variables OF 1620038.

Para el caso de la Figura 5.6., se aprecia que fueron ingresados todos los datos de las variables, donde se ve que 5 de las 6 tuvieron valores dentro de los límites de rechazo, pero que se fueron revisados por la tendencia que mostraba cada uno de éstos. Para el caso particular de la blancura, sucede lo mismo del año anterior, por lo que fue necesario que la empresa tomara decisiones al respecto.

Al comparar el comportamiento de las variables de la servilleta flores en marzo del 2015 y marzo de 2016, se ve que, dando aviso del comportamiento anormal de las variables, se puede normalizar el proceso y llevar un control de los datos y su ingreso.

La herramienta de análisis de gráficos estará en periodo de revisión hasta concretar una reunión entre el departamento de calidad y máquinas papeleras para modificar, aprobar o rechazar su uso. Mientras, es el personal de operaciones el que decide los pasos a seguir cuando se observa un comportamiento anormal en alguna variable.

Para el caso de los gráficos para atributos, se presentó el diseño y la propuesta en marzo del presente año, por lo que la empresa aun no toma la decisión de que valores darles a los límites para comenzar a utilizarlos.

Una vez explicada la implementación de los gráficos de control, se procede a manifestar la implementación de nuevas CIL en el área.

5.2. Implementación de nuevas CIL

Para implementar las CIL, el área de máquinas papeleras y mantenimiento definió a un responsable para que realice un programa mensual, el cual debe entregar a los operadores para que efectúen las labores indicadas en él. Además, es necesario capacitar a los trabajadores en cuanto al uso de las CIL, los objetivos y cómo se quiere ejecutar en la organización. Asimismo, los operadores y técnicos de mantenimientos deben conocer el funcionamiento de cada equipo involucrado en el proceso, siendo en este caso particular, los equipos implicados en la generación de defectos que provocan rechazos de jumbos.

Una vez el equipo se encuentre capacitado, es necesario definir claramente el área de enfoque donde se realizará la limpieza inicial y CIL, y para ello se formarán equipos de trabajo a los que se les asignarán diferentes sectores. Luego, se asegurará que los operadores tengan una comprensión básica de los equipos, haciendo un levantamiento de los riesgos asociados en el área, y así se tomarán las medidas de seguridad pertinentes para prevenir algún accidente.

En la limpieza inicial, el grupo asignado deberá identificar los riesgos en los equipos correspondientes a su área, en los que debe considerar los siguientes puntos:

- Donde han ocurrido incidentes/accidentes.
- Áreas de riesgo, ya sean sectores de cortadura, atrapamiento, quemadura, entre otros.
- Equipo de protección personal requerido.
- Dispositivos de protección del personal, tales como micros de seguridad, guardas y estaciones de bloqueo de energías.
- Dispositivos de protección al equipo, como los fusibles y cortafuegos.

Luego, se tendrá que realizar una charla de seguridad y prevención de accidentes, la que debe incluir la siguiente información:

- Descripción de los pasos planeados de la tarea a realizar.
- Identificación de los riesgos asociados a la labor.
- Identificación de contramedidas para eliminar los riesgos identificados.
- Incluir equipo de protección personal.

La identificación de riesgos debe realizarse cuando la persona desconozca el sector de trabajo asignado. En caso de haber efectuado actividades anteriormente en dicha área, se entenderán como comprendidos los lugares de peligro y cuidado, por lo que se saltará directamente a la charla de seguridad.

Una vez terminada la charla, ya se puede comenzar con la actividad, donde mientras se realiza la limpieza, identifican con las tarjetas los sectores que presenten alguna condición insegura o una avería, y finalmente dejan en la hoja de registro los detalles del trabajo.

Cabe mencionar que después el líder de mantenimiento debe revisar las tarjetas que le son entregadas y determinar el periodo en el cual se solucionará dicha condición. Una vez el equipo o sector vuelve a su estado inicial, la tarjeta es retirada del lugar. Todo esto, queda registrado en una planilla, donde se lleva el control de tarjetas levantadas y pendientes, tal como se puede observar en la Figura 5.7.:

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Tipo	Detectadas	Reparadas	Pendientes	Contenidas	Cumplimiento	Total detectadas			Total reparadas	
Mantenimiento	321	179	142		55,8%	477			477	
Operación	275	257	18		93,5%					
Seguridad	45	41	4	0	91,1%					
No.	Folio	Fecha Detección	MES	Detectado por:	Area	Detalle de ubicación del defecto	Descripción del defecto	Contramedida	Clasificación de tarjetas	Responsable
157	3373	27-01-2016	1	Rodolfo Castro	MP2	Capotas	en el último tramo del pasillo no hay protecciones sección se encuentra descubierta.-	se coloca cinta de peligro para aislar riesgo	Seguridad	Gregorio Salgado
158	640	27-01-2016	1	Sebastian Alvarez	MP2	Capotas	Manguera de aire se encuentra desenrollada a mitad del pasillo	se retira manguera	Operación	Maquinista
159	645	27-01-2016	1	Sebastian Alvarez	MP2	Zona Húmeda	manómetros sucios no puede observarse lectura	se realiza limpieza en zona	Operación	Maquinista
160	647	27-01-2016	1	Sebastian Alvarez	MP3	Tela	Mangueras de sistemas de lavadode tela se encuentran desenrolladas en el piso	se enrollan mangueras	Operación	Maquinista
161	3375	27-01-2016	1	Sebastian Alvarez	MP3	Capotas	sección sin barandas	se delimita zona con cinta de peligr	Seguridad	Gregorio Salgado
162	4105	27-01-2016	1	Hernan Alarcon	MP2	Palanca secundaria	cilindro de la palanca se sale de su pasador	se repara cilindro	Mantenión	Gregorio Salgado
163	4286	27-01-2016	1	Sebastian Alvarez	MP3	Sección Damper	Caja Eléctrica Ubicada al inicio de pastilla donde se regulan los Dampers se encuentra abierta	se ara y reconecta damper de	Mantenión	Gregorio Salgado
164	4284	27-01-2016	1	Matias Sancho	MP2				Mantenión	Gregorio Salgado

Figura 5.7 – Muestra de planilla de control de tarjetas.

La Figura 5.7., muestra la planilla de control de ingreso de tarjetas, donde se escribe el N° de tarjeta, el folio, la fecha en la que se realizó la tarjeta y quién fue la persona que la llevó a cabo. También se digita el área a la cual corresponde, el detalle de ubicación, la descripción de la avería o zona insegura. Finalmente, se coloca la contramedida a seguir, el responsable, el tipo de tarjeta que fue registrada y si se llevó a cabo, indicando en qué fecha se dio término al problema.

Después de haber descrito el procedimiento de CIL en máquinas papeleras, en la siguiente sección se analizan los resultados con los indicadores del Capítulo 2.

5.3. Análisis de resultados

Para validar y medir si las herramientas logran cumplir el objetivo de reducir la cantidad de rechazos de jumbos en SCA Chile, se utilizarán los siguientes indicadores, que se basarán en la información obtenida por semana:

$$\% \text{ de rechazo obtenido} = \frac{\text{Kg rechazados}}{\text{Kg producidos}} * 100\% \quad (2.1.)$$

Este indicador comparará los resultados que se han obtenido durante el año 2015, con los que se obtendrán una vez implementados los diseños de mejora.

$$\text{Pérdida en pesos por jumbos rechazados} = 751 \text{ pesos} * \text{Kg rechazado} \quad (2.2.)$$

Se considera que cada Kg de papel se fabrica a un costo de 751 pesos. Este último valor, es valor real del año 2015 obtenido a través de un prorrateo que calcula el departamento de *controlling*. Cuando no se posee el valor real, se realiza un estimado por medio de una metodología conocida como costo estándar.

Los costos que se incluyen en este estimado, son los de materia prima, químicos, insumos, gastos de fabricación, costo adicional del papel, gastos de soporte de operación y rechazos que se establecen en el área de conversión.

Se efectúa un costo unitario para cada producto que se forme a partir de un jumbo, siendo el promedio de éstos el valor que reemplazaría al real en pesos por Kg. En el Anexo N°2, se muestra el cálculo del costo por kilo del higiénico plus, como referencia.

$$\text{Min perdidos} = 45 \frac{\text{min}}{\text{jumbo-hombre}} * 6 \text{ hombres} * \text{jumbos rechazados en 1 semana} \quad (2.3.)$$

Este indicador, muestra los minutos que se perdieron por los operadores que trabajan en máquinas papeleras para fabricar jumbos durante una semana. Los 45 min corresponden al promedio en tiempo que demora cada máquina en producir un jumbo, mientras que, los 6 hombres representan a los operadores que hay por turno exclusivamente para labores en máquina papeleras, los que se encargan de que se fabrique un jumbo correctamente.

$$\text{Pérdida en pesos por Min perdidos} = \text{Min perdidos} * 162 \text{ pesos} \quad (2.4.)$$

Finalmente, el cuarto indicador expresa los minutos perdidos por m de obra en términos monetarios, siendo los 162 pesos, el pago por minuto a los operadores de máquinas papeleras, el cual fue calculado de la siguiente forma:

Tabla 2.3. – Cálculo de precio por minuto trabajado por operadores de máquinas papeleras.

	Sueldo Base	Cantidad (MO)	Turnos	Total Mensual	Total Minuto
Asistente	\$ 255.000	2	3	\$ 1.530.000	\$ 35
P. Oficial	\$ 360.000	2	3	\$ 2.160.000	\$ 50
Maquinista	\$ 550.000	2	3	\$ 3.300.000	\$ 76
Total	\$ 1.165.000	6		\$ 6.990.000	\$ 162

Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 2.3., se muestra el salario base para el asistente, primer oficial y maquinista, tanto para la máquina papelera 2 como la máquina papelera 3, considerando que hay 3 turnos diarios. Con estos datos, se obtuvo el valor total mensual del sueldo en cada cargo, y con ello el total por minuto.

Cabe mencionar, que este valor fue calculado con los salarios base de cada cargo, sin incluir horas extras que pudieran realizar en el periodo.

Estos indicadores son aplicados en las cuatro semanas de marzo del 2015 y se comparan con cuatro semanas de marzo del 2016, lo cual muestra la siguiente resolución:

Tabla 5.1. – Indicadores marzo 2015

Semana	Jumbos en Rechazo	Kg de Rechazo	Kg Producidos	% Rechazo	Pérdida en Pesos	Min perdido	Pérdida por Minuto (MO)
1	40	68.149	796.362	8,6%	\$51.179.899	10.800	\$1.747.500
2	19	38.421	769.820	5,0%	\$28.854.171	5.130	\$830.063
3	11	22.610	886.125	2,6%	\$16.980.110	2.970	\$480.563
4	5	10.009	887.719	1,1%	\$7.516.759	1.350	\$218.438
Marzo 2015	75	139.189	3.340.026	4%	\$104.530.939	20.250	\$3.276.563

Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 5.1., se puede ver el cálculo de los indicadores en marzo de 2015, donde cada semana incluye los siguientes días:

- Semana 1: 01 al 07 de marzo.
- Semana 2: 08 al 14 de marzo.
- Semana 3: 15 al 21 de marzo.
- Semana 4: 22 al 28 de marzo

A continuación, se muestra la Tabla 5.2., con los indicadores de marzo 2016, para llevar a cabo la comparación:

Tabla 5.2 – Indicadores marzo 2016

Semana	Jumbos en Rechazo	Kg de Rechazo	Kg Producidos	% Rechazo	Pérdida en Pesos	Min perdido	Pérdida por Minuto (MO)
1	4	7.469	385.715	1,9%	\$5.609.219	1.080	\$174.750
2	4	7.640	645.152	1,2%	\$5.737.640	1.080	\$174.750
3	5	10.646	878.173	1,2%	\$7.995.146	1.350	\$218.438
4	4	7.816	661.844	1,2%	\$5.869.816	1.080	\$174.750
Marzo 2016	17	33.571	2.570.884	1%	\$25.211.821	4.590	\$742.688

Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 5.2., se muestra el cálculo de los indicadores en marzo de 2016, donde las semanas incluyen los mismos días de la Tabla 5.1.

Al comparar las semanas de marzo 2015 y marzo 2016, se demuestra que el porcentaje de rechazo disminuye de 4% a 1%, lo cual demuestra la factibilidad de las herramientas.

En 3 de las 4 semanas, disminuyó el porcentaje de rechazo, sólo en la última aumentó un 0,1%. Analizando en términos de costos, la empresa ahorró \$ 79.319.118.- en comparación al año anterior en términos de producción, mientras que los minutos perdidos se redujeron de 20.250 min a 4.590 min, lo cual implica un ahorro de \$ 2.533.875.-, con respecto al año anterior en el mismo periodo.

En base a todo lo descrito en el presente capítulo, se determina que las herramientas cumplen con el objetivo planteado.

6. Conclusiones y recomendaciones

El presente trabajo consistió en realizar una propuesta para disminuir la cantidad de jumbos rechazados en SCA Chile, siendo éstos, bobinas de papel de un peso aproximado de 2 Tn.

SCA presentaba entre enero y septiembre del año 2015 un rechazo total del 3% de la producción realizada en dicho periodo, y durante la fase de investigación de causas y propuesta de los objetivos, se determinó que había once motivos que se encontraban dentro del 80% establecido por Pareto, por lo que se analizaron y se determinó que era necesario realizar un control y mantenimiento para reducir dichos efectos. En la siguiente sección se concluyó que se realizarían gráficos de control y mantenimiento autónomo por medio de CIL. Luego, fue necesario diseñar las herramientas de acuerdo a las necesidades de la organización y finalmente implementarlas para analizar si cumplían con el objetivo principal.

La propuesta indica que es el área de máquinas papeleras quien debe consultar y elaborar los gráficos de control, mientras que el departamento de calidad debe realizar los informes para controlar que se esté realizando debidamente el proceso. Por ahora, es el área de calidad quién utiliza la herramienta, ya que es necesario capacitar al personal de máquinas papeleras antes de que la utilicen.

Por otro lado, las CIL se realizan diariamente por todo el personal de máquinas papeleras, y son registradas por el encargado de mantenimiento. Las CIL se pueden realizar en conjunto a las tareas diarias asignadas por lo que no es necesario retirar al trabajador de sus labores.

El costo de elaboración de la propuesta tuvo un costo de \$3.283 por hora, lo cual corresponde a la mano de obra. No hubo costos de otra índole, ya que se utilizó Microsoft Excel y los medios que ya poseía la empresa para realizar la investigación y el diseño. Para implementar por completo la herramienta, se deben realizar 3 capacitaciones (1 por cada turno), con una duración de 3 horas cada una, ya que se debe explicar el objetivo principal, el uso adecuado de la herramienta, se deben efectuar ejemplos, responder dudas y evaluar los conocimientos nuevos que adquirirá el personal.

Como el personal debe ser retirado de sus tareas diarias durante las horas de capacitación, esto involucra que no se producirán 48.000 Kg de papel, lo que corresponde a una ganancia de \$ 11.052.000.-, descontando los costos de fabricación. A su vez, el costo por las horas de trabajo que se utilizan en capacitar a los trabajadores del personal de máquinas papeleras es de \$25.000.- por hora, siendo un total de \$225.000.- Este costo incluye el valor por hora de los expositores de la capacitación.

Es necesario que se realice la capacitación para que la herramienta sea utilizada a cabalidad según la propuesta, ya que, al comparar marzo del 2015 con marzo del 2016, hubo una reducción del 3% de rechazo, lo cual implica un ahorro de \$ 79.319.118.- en pérdida por producción, el cual puede aumentar si son directamente los de máquinas papeleras quienes realicen constantemente los gráficos de control, ya que en las 4 horas que el departamento de calidad no revisa el comportamiento, se fabrican 10 jumbos aproximadamente, y en ese periodo puede presentarse una anomalía que provoque un rechazo si no es detectado a tiempo.

Con lo que se ha implementado hasta la fecha, se concluye que las herramientas funcionan, reduciendo de un 4% en marzo de 2015 a un 1% en marzo del 2016 los rechazos, lo que implica una disminución del 3%. Cabe mencionar que marzo es uno de los meses donde la empresa posee un mayor nivel de producción, ya que la media suele ser entre un 7 y 8%, y en marzo del 2015 fue de un 9%.

Se recomienda a la empresa calcular los límites de control cada 3 meses, ya que la empresa cumple ciclos por temporada cada 3 meses, y es tiempo suficiente para revisar y analizar los límites de los papeles que hayan sido fabricados en ese periodo. Esto, para validar si los límites ya establecidos seguirán vigentes, o es necesario actualizarlos. A su vez, a futuro se pueden realizar los gráficos para las variables y atributos que no fueron considerados en el análisis, tales como la suavidad, la resistencia en húmedo, arrebataduras, entre otros.

Por otro lado, se sugiere incluir en los gráficos los puntos máximos y mínimos del proceso según el periodo consultado, y en base a la data que se encuentre, realizar un pronóstico que determine el valor del siguiente jumbo que se produzca, lo que dará mayor exactitud sobre un posible rechazo. Conjunto a esto, una vez obtenido el pronóstico se pueden asignar condiciones en base al nuevo valor calculado, donde determine si es necesario intervenir o no en el proceso, y que actividad debe realizar, para lo cual sería necesario modificar la planilla de causas y acciones correctivas. Por ejemplo, el pronóstico puede estar dentro de los límites de control (continuar como hasta ahora), fuera de límite del control inferior (subir), o fuera del límite de control superior (bajar); donde para cualquiera de estas clasificaciones, se indiquen acciones a seguir al costado del gráfico.

Anexos

Anexo N°1 – Algunos productos del catálogo 2015



Figura 0.1. – Rollos con corte automático Tork.



Figura 0.2. – Dispensadores corte automático.



Figura 0.3. – Toallas interfoliadoras Tork.



Figura 0.4. – Higiénicos jumbos y convencionales.



Figura 0.5. – Jabones líquidos.



Productos TENA para incontinencia u otros

Figura 0.6. – Productos para el cuidado del adulto.



Figura 0.7. – Papel higiénico favorita.

Anexo N°3 – Obtención de registros

	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP
8								
9								
10	Gramaje GR/M2	Espesor MM 10 HJS	ResLon2	ResTra2	RelRT%	ResHLo2	Elongación	Blancura
11	23,1	1,07	900	430	48%	0	17,8	82,1
12	22,6	1,03	912	493	54%	0	18,2	80,5
13	23,6	1,04	902	531	59%	0	17,2	81,8

Figura 0.9. – Obtención del registro de Espesor MM 10 HJS.

La fórmula que se distingue en el recuadro de la Figura 0.9., es la misma que se utilizó en el gramaje, con la diferencia de que se aplica para los campos de espesor mando, centro y accionamiento.

Para el caso de la resistencia longitudinal y transversal, sólo se ha utilizado una función SI, la cual indica que, si el valor es mayor a cero, muestre el registro, y en caso contrario aparezcan dos guiones en el centro. Dicha fórmula se puede apreciar en la Figura 0.10., y 0.11., que son para ResLon y ResTra respectivamente.

	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ
8								
9								
10	Espesor MM 10 HJS	ResLon2	ResTra2	RelRT%	ResHLo2	Elongación	Blancura	OF.
11	1,07	900	430	48%	0	17,8	82,1	1630032
12	1,03	912	493	54%	0	18,2	80,5	1630032
13	1,04	902	531	59%	0	17,2	81,8	1630032

Figura 0.10. – Obtención del registro de ResLon2.

	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR
8								
9								
10	ResLon2	ResTra2	RelRT%	ResHLo2	Elongación	Blancura	OF.	Código Papel
11	900	430	48%	0	17,8	82,1	1630032	2HI237900275S
12	912	493	54%	0	18,2	80,5	1630032	2HI237900275S
13	902	531	59%	0	17,2	81,8	1630032	2HI237900275S

Figura 0.11. – Obtención del registro de ResTra2.

Tanto en la Figura 0.10., como 0.11., se ve un recuadro rojo con la función SI de Excel. Los nombres de los campos poseen un 2 al final para diferenciarlos, debido a que ya se encontraban anteriormente los nombres ResLon y ResTra en la tabla.

Luego se visualiza la relación entre las resistencias, calculada de la siguiente manera:

	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS
8								
9								
10	ResTra2	RelRT%	ResHLo2	Elongación	Blancura	OF.	Código Papel	Papel
11	430	48%	0	17,8	82,1	1630032	2HI237900275S	HIGIENICO BLANCO
12	493	54%	0	18,2	80,5	1630032	2HI237900275S	HIGIENICO BLANCO
13	531	59%	0	17,2	81,8	1630032	2HI237900275S	HIGIENICO BLANCO

Figura 0.12. – Obtención del registro RelRT%.

En la Figura 0.12., se indica que la fórmula para calcular la relación de las resistencias es dividiendo la resistencia transversal con la resistencia longitudinal. Se realiza de esa forma, porque siempre la resistencia longitudinal debiera ser mayor a la transversal.

La resistencia en húmedo longitudinal, abreviada como ResHLo2, solo se copió el campo, para que, en caso de tener una toalla, el área de calidad pueda visualizarlo en conjunto a los demás.

En cuanto a la elongación, se utilizó la función SI dos veces, utilizando un criterio similar al gramaje y espesor, donde en caso de haber un valor mayor a cero registrado en el campo de EloTra, mostrara dicho número y en caso contrario revelará el valor en EloLon. En caso que ambos campos el valor es igual a cero, aparecerán dos guiones en el centro.

	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT	AU
8								
9								
10	ResHLo2	Elongación	Blancura	OF.	Código Papel	Papel	Código JDE	Día
11	0	17,8	82,1	1630032	2HI237900275S	HIGIENICO BLANCO	P-BO00122	9
12	0	18,2	80,5	1630032	2HI237900275S	HIGIENICO BLANCO	P-BO00122	9
13	0	17,2	81,8	1630032	2HI237900275S	HIGIENICO BLANCO	P-BO00122	9

Figura 0.13. – Obtención del registro de Elongación.

En la Figura 0.13., se puede observar el cálculo del registro en el recuadro rojo.

El otro valor con el que se utilizó una función si, fue en la blancura, la cual se determinó con el mismo criterio de las resistencias:

	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT	AU	AV	AW
8											
9											
10	RelRT%	ResHLo2	Elongación	Blancura	OF.	Código Papel	Papel	Código JDE	Día	Mes	Año
11	48%	0	17,8	82,1	1630032	2HI237900275S	HIGIENICO BLANCO	P-BO00122	9	2	2016
12	54%	0	18,2	80,5	1630032	2HI237900275S	HIGIENICO BLANCO	P-BO00122	9	2	2016
13	59%	0	17,2	81,8	1630032	2HI237900275S	HIGIENICO BLANCO	P-BO00122	9	2	2016

Figura 0.14. – Obtención del registro de Blancura.

La Figura 0.14., indica la función SI que se utilizó, en el recuadro rojo.

Anexo N°4 – Obtención registro papel y código JDE.

	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT	AU	AV	AW
8												
9												
10	ResTra2	RelRT%	ResHLo2	Elongación	Blancura	OF.	Código Papel	Papel	Código JDE	Día	Mes	Año
11	430	48%	0	17,8	82,1	1630032	2HI237900275S	HIGIENICO BLANCO	P-BO00122	9	2	2016
12	493	54%	0	18,2	80,5	1630032	2HI237900275S	HIGIENICO BLANCO	P-BO00122	9	2	2016
13	531	59%	0	17,2	81,8	1630032	2HI237900275S	HIGIENICO BLANCO	P-BO00122	9	2	2016
14	571	62%	0	18	77,7	1630032	2HI237900275S	HIGIENICO BLANCO	P-BO00122	9	2	2016
15	508	60%	0	17,2	80	1630032	2HI237900275S	HIGIENICO BLANCO	P-BO00122	9	2	2016

Figura 0.15. – Obtención del registro de Papel.

En la Figura 0.15., se visualiza la fórmula BuscarV utilizada para obtener la data del tipo de papel que se fabrica en la OF seleccionada.

	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT	AU	AV	AW
8												
9												
10	ResTra2	RelRT%	ResHLo2	Elongación	Blancura	OF.	Código Papel	Papel	Código JDE	Día	Mes	Año
11	430	48%	0	17,8	82,1	1630032	2HI237900275S	HIGIENICO BLANCO	P-BO00122	9	2	2016
12	493	54%	0	18,2	80,5	1630032	2HI237900275S	HIGIENICO BLANCO	P-BO00122	9	2	2016
13	531	59%	0	17,2	81,8	1630032	2HI237900275S	HIGIENICO BLANCO	P-BO00122	9	2	2016
14	571	62%	0	18	77,7	1630032	2HI237900275S	HIGIENICO BLANCO	P-BO00122	9	2	2016
15	508	60%	0	17,2	80	1630032	2HI237900275S	HIGIENICO BLANCO	P-BO00122	9	2	2016

Figura 0.16. – Obtención del registro de Código JDE.

La Figura 0.16., indica dentro del recuadro rojo, la fórmula BuscarV que se utiliza para encontrar el código JDE asignado a la orden de fabricación.

Se puede apreciar que se utiliza la misma fórmula, donde lo único que cambia es la columna que se desea mostrar.

Anexo N°5 – Tabla 4.2. Completa

Mes	Media Gramaje Gr/m ²	Media Espesor Mm 10 hojas	Media ResLon	Media ResTra	Media Elongación %	Media Blancura °
P-BO00022	19,264	0,988	769,994	456,577	16,039	70,068
1	19,397	1,025	785,925	455,179	16,401	72,288
2	19,379	1,005	760,745	455,971	16,409	71,736
3	19,366	0,996	752,185	455,401	16,122	68,657
4	19,327	0,958	788,085	476,739	15,845	69,272
5	19,337	0,953	764,518	448,392	15,918	69,167
6	19,033	0,975	788,572	468,712	15,586	69,263
7	19,022	0,999	748,006	438,379	15,941	69,424

Mes	Media Gramaje Gr/m ²	Media Espesor Mm 10 hojas	Media ResLon	Media ResTra	Media Elongación %	Media Blancura °
P-BO00026	21,757	1,026	1005,337	651,411	16,207	72,757
1	21,635	1,041	976,618	634,730	16,062	74,557
2	22,158	1,054	1009,097	694,243	15,845	72,906
3	21,664	1,026	996,455	649,977	16,729	71,218
4	21,638	1,005	1029,404	682,993	16,089	73,034
5	21,944	1,002	959,311	593,519	16,532	72,575
6	21,456	1,024	1024,633	668,531	16,342	72,427
7	21,718	1,032	1026,161	593,195	16,026	72,479
P-BO00046	19,431	0,893	973,410	650,400	15,685	78,120
2	19,563	0,903	968,108	667,482	15,787	78,580
3	19,310	0,861	1052,968	659,516	15,197	78,884
6	19,308	0,881	960,192	641,712	15,760	77,467
7	19,513	0,936	927,261	604,043	15,739	77,500
P-BO00068	21,656	1,024	1032,693	661,502	16,236	77,373
1	21,693	1,041	1034,733	681,772	15,687	78,050
2	21,494	1,026	1047,000	661,235	16,547	77,265
3	21,600	1,043	1175,500	708,375	18,175	79,000
4	21,717	1,013	1020,667	659,944	15,717	78,211
5	21,706	1,013	1039,000	649,444	16,507	76,415
6	21,223	1,014	1021,318	644,818	17,014	76,036
7	21,710	1,016	1013,198	647,247	16,327	77,419
P-BO00094	32,774	1,194	1911,189	1097,717	13,349	77,280
2	32,895	1,197	1834,727	1092,145	12,500	76,740
6	33,200	1,163	2094,857	1269,714	13,800	76,943
7	32,555	1,194	1977,545	1077,318	14,339	78,009
P-BO00122	22,928	1,133	854,948	521,200	18,623	78,939
1	22,833	1,122	866,628	498,070	18,393	78,784
2	23,030	1,155	866,333	536,715	18,573	79,054
3	23,386	1,188	800,879	476,452	18,241	78,874
4	22,940	1,156	861,429	521,048	18,340	79,047
5	22,892	1,084	853,640	529,688	18,488	78,774
6	22,753	1,083	849,173	504,029	19,317	78,608
7	22,563	1,134	862,382	522,532	19,070	79,140
P-BO00154	20,163	0,985	1495,832	907,226	16,215	79,738
1	20,106	1,021	1507,708	870,417	15,794	79,144
3	20,266	0,977	1593,089	963,054	16,089	80,634
4	20,432	0,994	1499,526	935,842	16,921	81,332
5	20,207	0,979	1414,558	880,465	15,612	78,472

Mes	Media Gramaje Gr/m ²	Media Espesor Mm 10 hojas	Media ResLon	Media ResTra	Media Elongación %	Media Blancura °
6	19,625	1,025	1366,625	859,625	17,238	78,650
7	20,054	0,954	1465,865	900,077	16,823	79,956
P-BO00185	16,166	0,931	809,584	537,575	17,101	91,384
1	16,184	0,945	828,767	552,822	16,607	90,153
2	16,041	0,907	819,143	582,914	16,445	90,655
3	15,982	0,992	800,295	558,068	18,395	89,409
4	16,105	0,905	809,586	515,439	17,054	92,749
5	16,161	0,928	821,324	550,544	17,472	90,631
6	16,290	0,944	790,663	514,907	17,197	91,692
7	16,126	0,929	800,288	528,196	17,112	92,709
P-BO00196	15,438	0,917	775,116	427,855	13,204	91,428
5	15,446	0,932	778,208	422,417	13,258	90,725
6	15,278	0,899	772,826	435,522	13,091	90,296
7	15,595	0,919	774,136	425,773	13,264	93,377
P-BO00228	20,710	0,902	740,321	404,574	12,113	90,538
1	20,958	0,916	745,857	397,697	11,877	89,550
3	20,600	0,940	760,250	443,000	11,800	89,850
4	20,575	0,863	728,889	411,880	12,010	91,660
5	20,400	0,858	782,967	431,167	12,783	91,640
6	20,634	0,943	733,724	394,885	12,279	89,994
7	21,071	0,974	725,143	383,857	13,071	91,000
P-BO00303	19,526	0,919	1210,922	675,049	22,084	91,920
1	19,542	0,989	1270,813	703,104	21,829	89,119
4	19,645	0,890	1177,341	657,466	22,028	92,352
5	19,396	0,885	1193,489	652,444	22,384	92,771
7	19,312	0,948	1245,520	723,760	22,232	94,244
P-BO00397	25,035	1,054	1370,033	764,771	16,883	77,554
1	24,996	1,068	1388,852	753,511	17,023	77,348
2	25,388	1,124	1243,688	729,875	17,102	77,394
3	25,073	1,066	1373,729	774,612	16,767	77,388
4	24,862	1,037	1338,008	780,935	16,882	77,647
5	25,300	1,009	1387,298	763,462	16,659	77,803
7	24,948	1,074	1375,475	763,273	16,933	77,710
P-BO00459	20,471	0,901	1004,797	553,621	16,607	91,647
4	20,383	0,880	978,866	556,744	16,628	91,948
5	20,655	0,898	1009,289	560,868	16,613	89,687
6	20,489	0,926	995,370	554,565	17,283	89,393
7	20,464	0,907	1029,947	547,568	16,258	93,263

Mes	Media Gramaje Gr/m ²	Media Espesor Mm 10 hojas	Media ResLon	Media ResTra	Media Elongación %	Media Blancura °
P-BO00487	32,984	1,168	2122,197	1196,961	15,077	91,163
4	33,008	1,165	2116,384	1191,589	15,127	90,990
7	32,877	1,185	2148,719	1221,469	14,847	91,953
P-BO00488	28,270	1,243	1433,607	935,821	19,918	78,961
2	28,331	1,333	1323,577	994,500	19,954	78,485
5	28,217	1,164	1528,967	884,967	19,887	79,373
P-BO00489	33,329	1,287	2080,580	1163,807	17,020	78,375
1	33,507	1,274	2104,393	1200,321	16,733	76,800
2	33,691	1,388	2054,750	1293,969	16,313	77,934
4	33,157	1,261	2051,643	1072,929	16,921	81,207
5	33,016	1,231	2093,133	1076,800	17,733	78,787
P-BO00495	25,144	1,039	1310,982	822,789	15,130	78,377
2	25,857	1,013	1303,000	843,286	16,900	79,486
4	25,808	1,026	1328,000	792,846	15,108	79,600
7	24,776	1,048	1306,514	829,432	14,803	77,738
P-BO00508	32,418	1,273	1741,072	931,478	16,246	78,097
1	32,119	1,321	1758,037	904,262	16,449	77,327
2	32,445	1,243	1698,910	914,664	15,967	79,007
4	32,494	1,256	1740,488	939,268	16,236	77,898
6	32,734	1,253	1736,250	935,660	16,416	77,727
7	32,242	1,313	1794,288	980,192	16,199	78,559
P-BO00514	19,061	0,899	743,591	456,660	12,305	77,915
1	19,175	0,934	738,973	441,396	11,870	78,534
2	18,814	0,941	785,948	459,931	13,072	77,917
3	19,574	0,924	709,522	451,464	12,193	79,694
4	18,743	0,870	736,208	461,083	12,308	77,922
5	19,139	0,875	747,840	466,000	12,299	77,628
6	18,826	0,885	753,430	464,570	12,199	77,378
7	19,140	0,897	735,962	449,667	12,485	77,481
P-BO00519	15,987	0,902	398,581	226,343	16,948	86,220
1	15,779	0,881	428,359	248,766	17,016	82,395
2	15,832	0,906	411,340	244,895	16,648	84,988
3	16,099	0,910	407,549	233,049	17,296	83,867
4	15,989	0,910	402,699	222,470	17,235	86,053
5	16,098	0,894	375,812	220,361	16,871	86,707
6	16,230	0,928	370,944	192,099	16,632	89,265
7	16,008	0,902	391,577	209,321	17,048	89,873

Fuente: elaboración propia.

Anexo N°6 – Tabla 4.4. Completa

Tabla 4.4. – Desviación estándar de las variables entre enero y julio del 2015.

Mes	σ Gramaje Gr/m ²	σ Espesor Mm 10 hojas	σ ResLon	σ ResTra	σ Elongación %	σ Blancura °
P-BO00022	0,489	0,064	66,304	45,515	1,172	1,866
1	0,520	0,068	72,399	47,514	1,315	1,422
2	0,483	0,061	68,382	52,712	1,169	1,659
3	0,504	0,064	58,475	34,180	1,111	1,041
4	0,418	0,059	65,417	42,070	1,141	1,211
5	0,471	0,052	69,444	47,189	1,121	1,137
6	0,428	0,055	59,649	40,856	0,998	1,091
7	0,407	0,059	53,265	39,016	1,079	1,296
P-BO00026	0,564	0,070	86,708	77,588	1,156	1,786
1	0,657	0,065	91,226	74,968	1,107	2,012
2	0,568	0,086	85,042	62,198	1,274	1,735
3	0,698	0,065	88,957	71,464	1,149	1,293
4	0,444	0,062	79,908	71,028	0,982	1,710
5	0,334	0,061	76,137	62,215	1,031	1,427
6	0,423	0,056	73,420	70,264	1,071	1,391
7	0,453	0,071	94,198	64,549	1,251	1,361
P-BO00046	0,471	0,083	98,438	60,619	1,116	1,687
2	0,450	0,096	102,799	59,318	1,197	2,114
3	0,527	0,096	112,178	63,851	1,286	1,346
6	0,442	0,054	82,971	60,005	0,917	1,003
7	0,438	0,072	33,842	27,138	1,039	1,089
P-BO00068	0,513	0,061	95,648	72,639	1,204	1,794
1	0,511	0,054	94,837	67,939	1,193	1,781
2	0,372	0,071	102,195	57,688	1,351	0,903
3	0,513	0,043	66,223	54,290	0,900	0,968
4	0,499	0,062	103,872	71,876	1,130	1,505
5	0,459	0,057	89,379	60,603	1,107	1,691
6	0,540	0,054	123,770	75,228	0,646	1,092
7	0,536	0,069	81,667	85,355	1,000	1,713
P-BO00094	1,495	0,087	162,095	92,956	1,241	1,001
2	1,323	0,106	99,592	89,997	1,046	0,793
6	0,748	0,020	50,211	30,286	1,080	0,605
7	1,757	0,065	184,056	74,289	0,515	0,818
P-BO00122	0,517	0,078	79,413	62,778	1,103	1,480
1	0,463	0,055	80,538	48,225	1,187	1,352

Mes	σ Gramaje Gr/m ²	σ Espesor Mm 10 hojas	σ ResLon	σ ResTra	σ Elongación %	σ Blancura °
2	0,494	0,065	72,452	55,569	1,106	1,739
3	0,509	0,074	105,747	81,809	1,302	1,476
4	0,477	0,069	79,300	61,578	0,894	1,647
5	0,461	0,077	69,759	59,152	0,957	1,133
6	0,470	0,063	74,432	51,267	0,939	1,177
7	0,425	0,078	76,476	63,042	1,122	1,252
P-BO00154	0,523	0,062	167,900	123,109	1,114	1,513
1	0,415	0,048	172,663	93,739	1,011	0,970
3	0,733	0,063	221,008	193,654	0,986	1,322
4	0,294	0,057	108,630	51,684	0,893	1,789
5	0,555	0,057	99,329	86,711	0,940	0,618
6	0,231	0,042	114,451	50,256	0,807	0,921
7	0,273	0,061	102,491	69,478	1,080	1,427
P-BO00185	0,549	0,061	101,427	80,567	1,704	1,770
1	0,448	0,053	113,506	93,215	1,878	1,533
2	0,487	0,052	110,219	90,037	1,724	1,640
3	0,515	0,078	123,502	98,810	1,699	1,119
4	0,455	0,080	98,631	63,930	1,718	0,740
5	0,439	0,055	100,315	80,327	1,530	1,708
6	0,757	0,052	92,257	64,767	1,642	1,572
7	0,462	0,053	92,349	75,708	1,571	1,182
P-BO00196	0,369	0,050	91,217	62,598	1,140	1,533
5	0,322	0,046	93,403	67,038	0,940	0,637
6	0,353	0,050	90,590	58,785	1,111	0,936
7	0,377	0,051	93,663	63,589	1,389	0,545
P-BO00228	0,607	0,075	104,689	60,932	1,535	1,812
1	0,758	0,065	106,127	59,027	1,621	1,838
3	0,356	0,042	50,042	53,759	1,227	0,436
4	0,501	0,072	96,642	70,695	1,578	1,268
5	0,501	0,053	151,447	61,114	1,239	1,565
6	0,400	0,061	93,542	45,624	1,427	1,404
7	0,512	0,106	100,239	42,148	0,588	2,441
P-BO00303	0,541	0,102	132,588	72,831	1,289	2,103
1	0,412	0,084	105,230	77,678	1,657	1,416
4	0,567	0,102	136,433	55,587	1,238	1,042
5	0,613	0,076	132,973	79,521	0,973	1,863
7	0,429	0,108	124,322	67,532	1,091	0,450
P-BO00397	0,904	0,076	106,831	66,791	1,129	1,524

Mes	σ Gramaje Gr/m ²	σ Espesor Mm 10 hojas	σ ResLon	σ ResTra	σ Elongación %	σ Blancura °
1	0,473	0,065	95,259	72,380	1,122	2,081
2	0,491	0,067	55,560	66,360	0,985	1,082
3	0,622	0,087	124,981	72,706	1,477	0,959
4	1,703	0,070	101,890	59,293	1,059	1,273
5	0,446	0,047	99,902	53,530	0,798	1,203
7	0,534	0,089	108,357	67,915	1,179	1,349
P-BO00459	0,475	0,073	111,315	56,055	1,058	1,883
4	0,463	0,067	90,194	48,292	0,881	0,831
5	0,440	0,057	99,853	47,830	0,990	0,869
6	0,473	0,069	101,851	62,160	1,139	0,764
7	0,484	0,081	130,747	62,161	1,035	1,368
P-BO00487	0,635	0,101	146,175	106,644	0,997	1,243
4	0,648	0,103	146,256	103,996	0,997	1,161
7	0,570	0,090	145,124	116,587	0,979	1,312
P-BO00488	0,682	0,136	163,076	107,512	1,339	1,292
2	0,890	0,122	92,112	101,934	1,876	1,405
5	0,440	0,094	151,199	84,865	0,604	1,042
P-BO00489	0,654	0,114	136,679	134,870	1,142	2,208
1	0,780	0,081	162,602	95,890	0,728	1,253
2	0,645	0,125	96,441	137,311	1,262	1,337
4	0,416	0,069	74,414	44,132	0,575	3,458
5	0,450	0,087	156,247	75,765	1,007	1,696
P-BO00495	0,714	0,063	101,725	65,356	1,375	2,408
2	0,288	0,024	45,214	34,534	0,370	0,765
4	0,269	0,054	104,890	39,600	0,813	4,341
7	0,599	0,069	109,322	73,973	1,406	1,200
P-BO00508	0,812	0,082	138,652	80,263	1,039	1,331
1	1,094	0,084	150,549	94,670	1,116	1,576
2	0,504	0,079	118,145	69,852	1,224	0,911
4	0,398	0,052	127,464	60,877	0,862	1,201
6	0,492	0,087	130,938	72,847	0,842	1,048
7	1,314	0,076	160,631	89,155	1,026	1,067
P-BO00514	0,487	0,079	64,862	41,805	1,104	1,364
1	0,436	0,144	72,003	35,035	1,238	1,873
2	0,504	0,038	86,115	45,014	1,192	0,814
3	0,580	0,073	71,233	49,120	1,455	1,498
4	0,420	0,077	57,879	38,401	1,104	1,558
5	0,405	0,047	59,874	41,142	0,970	0,727

Mes	σ Gramaje Gr/m ²	σ Espesor Mm 10 hojas	σ ResLon	σ ResTra	σ Elongación %	σ Blancura °
6	0,345	0,049	51,800	39,416	0,760	0,906
7	0,428	0,053	56,456	42,028	1,028	0,933
P-BO00519	0,508	0,056	58,039	37,147	1,297	3,401
1	0,485	0,047	40,923	32,247	1,657	1,492
2	0,504	0,066	56,889	30,838	1,364	2,228
3	0,560	0,047	54,667	36,261	1,065	1,671
4	0,455	0,049	57,424	33,455	1,299	2,403
5	0,462	0,055	61,625	36,250	1,310	1,930
6	0,415	0,051	47,314	29,299	1,082	1,586
7	0,502	0,057	57,645	31,749	1,051	3,412

Fuente: elaboración propia.

Anexo N°7 – Límites calculados para otras variables

Tabla 0.1. – Límites de cada papel para el espesor.

Código JDE	LCI	LC	LCS	LTI	LTS
P-BO00022	0,92	0,99	1,05	NO APLICA	NO APLICA
P-BO00026	0,96	1,03	1,10	NO APLICA	NO APLICA
P-BO00046	0,81	0,89	0,98	NO APLICA	NO APLICA
P-BO00068	0,96	1,02	1,08	NO APLICA	NO APLICA
P-BO00094	1,11	1,19	1,28	NO APLICA	NO APLICA
P-BO00122	1,05	1,13	1,21	NO APLICA	NO APLICA
P-BO00154	0,92	0,98	1,05	NO APLICA	NO APLICA
P-BO00185	0,87	0,93	0,99	NO APLICA	NO APLICA
P-BO00196	0,87	0,92	0,97	NO APLICA	NO APLICA
P-BO00228	0,83	0,90	0,98	NO APLICA	NO APLICA
P-BO00303	0,82	0,92	1,02	NO APLICA	NO APLICA
P-BO00397	0,98	1,05	1,13	NO APLICA	NO APLICA
P-BO00459	0,83	0,90	0,97	NO APLICA	NO APLICA
P-BO00487	1,07	1,17	1,27	NO APLICA	NO APLICA
P-BO00488	1,11	1,24	1,38	NO APLICA	NO APLICA
P-BO00489	1,17	1,29	1,40	NO APLICA	NO APLICA
P-BO00495	0,98	1,04	1,10	NO APLICA	NO APLICA
P-BO00508	1,19	1,27	1,36	NO APLICA	NO APLICA
P-BO00514	0,82	0,90	0,98	NO APLICA	NO APLICA
P-BO00519	0,85	0,90	0,96	NO APLICA	NO APLICA

Fuente: elaboración propia.

La Tabla 0.1., muestra los límites de control calculados para el espesor, los límites de tolerancia superior e inferior que determinó la empresa y el límite central en cada tipo de papel que se ha fabricado en SCA Chile entre enero y julio del 2015.

En este caso particular, la empresa no posee límites de tolerancia, debido a que los valores del espesor son una consecuencia de todos los otros parámetros que se están analizando.

Tabla 0.2. – Límites de cada papel para ResLon.

Código JDE	LCI	LC	LCS	LTI	LTS
P-BO00022	703,69	769,99	836,30	607,5	892,5
P-BO00026	918,63	1005,34	1092,05	810,0	1190,0
P-BO00046	874,97	973,41	1071,85	688,5	1011,5
P-BO00068	937,05	1032,69	1128,34	810,0	1190,0
P-BO00094	1749,09	1911,19	2073,28	1539,0	2261,0
P-BO00122	775,53	854,95	934,36	648,0	952,0
P-BO00154	1327,93	1495,83	1663,73	567,0	833,0
P-BO00185	708,16	809,58	911,01	288,4	423,6
P-BO00196	683,90	775,12	866,33	188,7	277,3
P-BO00228	635,63	740,32	845,01	567,0	833,0
P-BO00303	1078,33	1210,92	1343,51	1012,5	1487,5
P-BO00397	1263,20	1370,03	1476,86	1134,0	1666,0
P-BO00459	893,48	1004,80	1116,11	810,0	1190,0
P-BO00487	1976,02	2122,20	2268,37	1701,0	2499,0
P-BO00488	1270,53	1433,61	1596,68	1134,0	1666,0
P-BO00489	1943,90	2080,58	2217,26	1782,0	2618,0
P-BO00495	1209,26	1310,98	1412,71	1053,0	1547,0
P-BO00508	1602,42	1741,07	1879,72	1377,0	2023,0
P-BO00514	678,73	743,59	808,45	567,0	833,0
P-BO00519	340,54	398,58	456,62	291,6	428,4

Fuente: elaboración propia.

La Tabla 0.2., muestra los límites establecidos para la ResLon, en cada tipo de papel que se ha fabricado en SCA Chile entre enero y julio del 2015.

Tabla 0.3. – Límites de cada papel para ResTra.

Código JDE	LCI	LC	LCS	LTI	LTS
P-BO00022	411,06	456,58	502,09	364,5	535,5
P-BO00026	573,82	651,41	729,00	567,0	833,0
P-BO00046	589,78	650,40	711,02	486,0	714,0
P-BO00068	588,86	661,50	734,14	567,0	833,0
P-BO00094	1004,76	1097,72	1190,67	923,4	1356,6

Código JDE	LCI	LC	LCS	LTI	LTS
P-BO00122	458,42	521,20	583,98	388,8	571,2
P-BO00154	784,12	907,23	1030,33	311,9	458,2
P-BO00185	457,01	537,57	618,14	205,7	302,3
P-BO00196	365,26	427,86	490,45	103,7	152,3
P-BO00228	343,64	404,57	465,51	311,9	458,2
P-BO00303	602,22	675,05	747,88	556,5	817,5
P-BO00397	697,98	764,77	831,56	623,7	916,3
P-BO00459	497,57	553,62	609,68	445,5	654,5
P-BO00487	1090,32	1196,96	1303,60	1020,6	1499,4
P-BO00488	828,31	935,82	1043,33	680,4	999,6
P-BO00489	1028,94	1163,81	1298,68	1069,2	1570,8
P-BO00495	757,43	822,79	888,15	684,5	1005,6
P-BO00508	851,22	931,48	1011,74	757,4	1112,7
P-BO00514	414,86	456,66	498,46	368,6	541,5
P-BO00519	189,20	226,34	263,49	178,2	261,8

Fuente: elaboración propia.

La Tabla 0.3., indica los límites establecidos para la ResTra, en cada tipo de papel que se ha fabricado en SCA Chile entre enero y julio del 2015.

Tabla 0.4. – Límites de cada papel para la elongación.

Código JDE	LCI	LC	LCS	LTI	LTS
P-BO00022	14,87	16,04	17,21	14	18
P-BO00026	15,05	16,21	17,36	14	18
P-BO00046	14,57	15,69	16,80	14	18
P-BO00068	15,03	16,24	17,44	14	18
P-BO00094	12,11	13,35	14,59	11	15
P-BO00122	17,52	18,62	19,73	17	21
P-BO00154	15,10	16,22	17,33	14	18
P-BO00185	15,40	17,10	18,80	16	20
P-BO00196	12,06	13,20	14,34	10	14
P-BO00228	10,58	12,11	13,65	10	14
P-BO00303	20,80	22,08	23,37	21	25
P-BO00397	15,75	16,88	18,01	15	19
P-BO00459	15,55	16,61	17,66	15	19
P-BO00487	14,08	15,08	16,07	13	17
P-BO00488	18,58	19,92	21,26	19	23
P-BO00489	15,88	17,02	18,16	15	19
P-BO00495	13,75	15,13	16,50	13	17
P-BO00508	15,21	16,25	17,28	14	18

Código JDE	LCI	LC	LCS	LTI	LTS
P-BO00514	11,20	12,31	13,41	10	14
P-BO00519	15,65	16,95	18,25	15	19

Fuente: elaboración propia.

La Tabla 0.4., representa los límites establecidos para la elongación, en cada tipo de papel que se ha fabricado en SCA Chile entre enero y julio del 2015.

Tabla 0.5. – Límites de cada papel para la blancura.

Código JDE	LCI	LC	LCS	LTI	LTS
P-BO00022	68,20	70,07	71,93	67	71
P-BO00026	70,97	72,76	74,54	70	74
P-BO00046	76,43	78,12	79,81	75	79
P-BO00068	75,58	77,37	79,17	75	79
P-BO00094	76,28	77,28	78,28	75	79
P-BO00122	77,46	78,94	80,42	77	81
P-BO00154	78,23	79,74	81,25	78	82
P-BO00185	89,61	91,38	93,15	82	NO APLICA
P-BO00196	89,89	91,43	92,96	83	NO APLICA
P-BO00228	88,73	90,54	92,35	83	NO APLICA
P-BO00303	89,82	91,92	94,02	83	NO APLICA
P-BO00397	76,03	77,55	79,08	75	79
P-BO00459	89,76	91,65	93,53	81	85
P-BO00487	89,92	91,16	92,41	81	85
P-BO00488	77,67	78,96	80,25	76	80
P-BO00489	76,17	78,37	80,58	76	80
P-BO00495	75,97	78,38	80,78	75	79
P-BO00508	76,77	78,10	79,43	75	79
P-BO00514	76,55	77,91	79,28	75	79
P-BO00519	82,82	86,22	89,62	80	84

Fuente: elaboración propia.

La Tabla 0.5., enseña los límites establecidos para la blancura, en cada tipo de papel que se ha fabricado en SCA Chile entre enero y julio del 2015. Para el caso de los límites de tolerancia, se obtuvieron según la norma internacional, y para los que no aplica, es porque no hay un límite máximo para el grado de ésta, por lo que en esos papeles sólo se consideran los límites de control superior.

Anexo N°8 – Tablas dinámicas de otras variables

Valores							Valores						
Jumbo	Gramaje GR/M2.	LCInferior Gramaje.	Lcentral Gramaje.	LCSuperior Gramaje.	LRInferior Gramaje.	LRSuperior Gramaje.	Jumbo	Esesor MM 10 HIS.	LCInferior Esesor.	Lcentral Esesor.	LCSuperior Esesor.	LRInferior Esesor.	LRSuperior Esesor.
1	94,4	90,1875	92,5	95,7375	87,875	98,975	1	3,63	3,735	4,15	4,565	0	0
2	92,7	90,1875	92,5	95,7375	87,875	98,975	2	3,52	3,735	4,15	4,565	0	0
3	91,2	90,1875	92,5	95,7375	87,875	98,975	3	3,44	3,735	4,15	4,565	0	0
4	42,2	40,95	42	43,47	39,9	44,94	4	1,88	1,845	2,05	2,255	0	0
5	93,7	90,1875	92,5	95,7375	87,875	98,975	5	3,7	3,735	4,15	4,565	0	0
6	67,1	65,8125	67,5	69,8625	64,125	72,225	6	2,78	2,79	3,1	3,41	0	0
7	92,5	90,1875	92,5	95,7375	87,875	98,975	7	3,54	3,735	4,15	4,565	0	0
8	69,4	67,7625	69,5	71,9325	66,025	74,365	8	2,57	2,7	3	3,3	0	0
9	90,5	90,1875	92,5	95,7375	87,875	98,975	9	3,69	3,735	4,15	4,565	0	0
10	90,5	90,1875	92,5	95,7375	87,875	98,975	10	3,72	3,735	4,15	4,565	0	0

Figura 0.17. – Tabla dinámica del gramaje y espesor.

En la Figura 0.17., se logra apreciar la tabla dinámica para el gramaje (color naranja) y la del espesor (color azul).

Valores							Valores						
Jumbo	ResLon.	LCInferior ResLon.	Lcentral ResLon.	LCSuperior ResLon.	LRInferior ResLon.	LRSuperior ResLon.	Jumbo	ResTra.	LCInferior ResTra.	Lcentral ResTra.	LCSuperior ResTra.	LRInferior ResTra.	LRSuperior ResTra.
1	4614	3936,75	4350	4763,25	3523,5	5176,5	1	2815	2438,975	2695	2951,025	2182,95	3207,05
2	4469	3936,75	4350	4763,25	3523,5	5176,5	2	3112	2438,975	2695	2951,025	2182,95	3207,05
3	4501	3936,75	4350	4763,25	3523,5	5176,5	3	3028	2438,975	2695	2951,025	2182,95	3207,05
4	1880	1493,25	1650	1806,75	1336,5	1963,5	4	1197	977,4	1080	1182,6	874,8	1285,2
5	4750	3936,75	4350	4763,25	3523,5	5176,5	5	3005	2438,975	2695	2951,025	2182,95	3207,05
6	3100	2669,75	2950	3230,25	2389,5	3510,5	6	1981	1742,125	1925	2107,875	1559,25	2290,75
7	4730	3936,75	4350	4763,25	3523,5	5176,5	7	2910	2438,975	2695	2951,025	2182,95	3207,05
8	3607	3212,75	3550	3887,25	2875,5	4224,5	8	2311	2004,575	2215	2425,425	1794,15	2635,85
9	4293	3936,75	4350	4763,25	3523,5	5176,5	9	2775	2438,975	2695	2951,025	2182,95	3207,05
10	3330	3212,75	3550	3887,25	2875,5	4224,5	10	2222	2004,575	2215	2425,425	1794,15	2635,85

Figura 0.18. – Tabla dinámica de resistencia longitudinal y transversal.

En la Figura 0.18., se observa la tabla dinámica para la resistencia longitudinal (color rojo) y para la resistencia transversal (color verde).

Valores							Valores						
Jumbo	Elongación.	LCInferior Elongacion.	Lcentral Elongacion.	LCSuperior Elongacion.	LRInferior Elongacion.	LRSuperior Elongacion.	Jumbo	Blancura.	LCInferior Blancura.	Lcentral Blancura.	LCSuperior Blancura.	LRInferior Blancura.	LRSuperior Blancura.
1	64,9	68	72	76	64	80	1	309,1	306	310	314	302	318
2	65,2	68	72	76	64	80	2	311	306	310	314	302	318
3	64,4	68	72	76	64	80	3	311,9	306	310	314	302	318
4	36,6	34	36	38	32	40	4	156,3	154	156	158	152	160
5	65,2	68	72	76	64	80	5	312,7	306	310	314	302	318
6	49	51	54	57	48	60	6	231,2	230	233	236	227	239
7	65,4	68	72	76	64	80	7	311	306	310	314	302	318
8	47,1	51	54	57	48	60	8	233,2	228	231	234	225	237
9	67,5	68	72	76	64	80	9	313,2	306	310	314	302	318
10	48,1	51	54	57	48	60	10	314,4	306	310	314	302	318
11	65,5	68	72	76	64	80	11	314,8	306	310	314	302	318

Figura 0.19. – Tabla dinámica de elongación y blancura.

La Figura 0.19., muestra la tabla dinámica para la elongación (color morado) y para la blancura (color celeste).

Anexo N°9 – Tabla 4.19. Completa

¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.

N°	Defecto	Posible Causa	Tipo	P	Acción	Resp.	Plazo	%Cump.
1	Hoyos	Falta de capacitación en el uso de químicos	Mano de Obra	3	Capacitar al operador sobre el uso de químicos.			
2		Incumplimiento de plan de mantenimiento	Mano de Obra	3	Revisar el plan de mantenimiento y capacitar al operador para que siga las instrucciones de éste.			
3		Insumo en mal estado	Materiales	3	Cambiar insumo.			
4		Equipo en mal estado	Materiales	3	Revisar equipo, encontrar falla y cambiar repuesto involucrado.			
5		Pasta no posee características deseadas	Materiales	3	Utilizar químicos para cambiar características de la pasta y proteger a los equipos de la máquina.			
6		Falla en algún equipo	Maq/Herram	3	Inspeccionar el equipo fallado, encontrar el defecto y erradicarlo.			
7		Regadera en mal estado	Maq/Herram	2	Realizar mantenimiento a regadera, y en caso extremo cambiarlo.			
8		Suciedad en tela, paño u otra máquina	Maq/Herram	2	Limpiar y mejorar plan de limpieza			
9		Polvillo generado en el proceso	M.Ambiente	3	Realizar plan de limpieza			
10		Falta de medición en el uso de químicos	Medición	2	Informar a persona encargada de los planes de mantenimiento.			
11		No hay instructivo formal	Método	2	Informar a persona encargada de los planes de mantenimiento.			
12		Falta de mantenimiento autónomo y preventivo estandarizado	Método	3	Informar a persona encargada de los planes de mantenimiento.			
13	Pecas	Falta de capacitación en el uso de	Mano de Obra	3	Capacitar al operador sobre el uso de químicos.			

N°	Defecto	Posible Causa	Tipo	P	Acción	Resp.	Plazo	%Cump.
		químicos						
14		Incumplimiento de plan de mantenimiento	Mano de Obra	3	Revisar el plan de mantenimiento y capacitar al operador para que siga las instrucciones de éste.			
15		Pasta no posee características deseadas	Materiales	3	Utilizar químicos para cambiar características de la pasta y proteger a los equipos de la máquina.			
16		Falla en algún equipo	Maq/Herram	3	Inspeccionar el equipo fallado, encontrar el defecto y erradicarlo.			
17		Suciedad en paño	Maq/Herram	2	Limpiar			
18		Polvillo generado en el proceso	Medio Ambiente	3	Realizar plan de limpieza			
19		Falta de mantenimiento autónomo y preventivo estandarizado	Método	3	Informar a persona encargada de los planes de mantenimiento.			
20		Falta de medición en el uso de químicos	Medición	2	Informar a persona encargada de los planes de mantenimiento.			
21	Franjas	Falta de capacitación en el uso de químicos	Mano de Obra	3	Capacitar al operador sobre el uso de químicos.			
22		Incumplimiento de plan de mantenimiento	Mano de Obra	3	Revisar el plan de mantenimiento y capacitar al operador para que siga las instrucciones de éste.			
23		Químico utilizado incorrectamente	Materiales	3	Cambiar químico, o utilizarlo en mayor o menor proporción.			
24		Tobera tapada	Maq/Herram	3	Destapar tobera			
25		Falla en prensa	Maq/Herram	3	Inspeccionar la prensa, encontrar el defecto y erradicarlo.			
26		Polvillo generado en el proceso	M.Ambiente	3	Realizar plan de limpieza			
27		Programación errónea en la temperatura a la cual trabajan	Método	3	Cambiar programación			

N°	Defecto	Posible Causa	Tipo	P	Acción	Resp.	Plazo	%Cump.	
		los quemadores							
28		No se limpia de forma adecuada	Método	2	Limpiar y mejorar plan de limpieza				
29		Falta de medición en el uso de químicos	Medición	2	Informar a persona encargada de los planes de mantenimiento.				
30	ResLon fuera de rango	Falta de capacitación sobre refinadores	Mano de Obra	3	Capacitar al operador sobre el funcionamiento de los refinadores.				
31		Falta de capacitación sobre ajuste en el gramaje	Mano de Obra	3	Capacitar al operador sobre el ajuste del gramaje en el sistema.				
32		Incumplimiento de plan de mantenimiento	Mano de Obra	3	Revisar el plan de mantenimiento y capacitar al operador para que siga las instrucciones de éste.				
33		Falta de capacitación sobre ajuste de dosificación de químicos	Mano de Obra	3	Capacitar al operador sobre ajuste de dosificación de químicos.				
34		Mal uso de almidón	Materiales	2	Aumentar o dejar de utilizar almidón, según corresponda				
35		Pasta no posee características deseadas	Materiales	3	Utilizar químicos para cambiar características de la pasta y proteger a los equipos de la máquina.				
36		Insumo en mal estado	Materiales	2	Cambiar insumo.				
37		Refinador mal ajustado	Maq/Herram	2	Ajustar refinador.				
38		Gramaje mal ajustado	Maq/Herram	2	Ajustar gramaje.				
39		Falla en el refinador	Maq/Herram	3	Inspeccionar el refinador, encontrar el defecto y erradicarlo.				
40		Falla en el escáner	Maq/Herram	3	Inspeccionar el escáner, encontrar el defecto y erradicarlo.				
41		Falla en la línea de dosificación de químicos	Maq/Herram	2	Inspeccionar la línea, encontrar el defecto y erradicarlo.				
42			Polvillo	M.Ambiente	3	Realizar plan de limpieza			

N°	Defecto	Posible Causa	Tipo	P	Acción	Resp.	Plazo	%Cump.
		generado en el proceso						
43		No hay un control estandarizado que indique cuando ajustar los equipos.	Método	2	Informar a persona encargada de los planes de mantenimiento.			
44		No se limpia de forma adecuada	Método	2	Limpiar y mejorar plan de limpieza			
45		Falta de interpretación de las variables medidas en el proceso	Medición	2	Informar a persona encargada del control de variables.			
46		Falta de capacitación sobre ajuste en bomba FAN	Mano de Obra	3	Capacitar al operador sobre el funcionamiento de la bomba FAN.			
47		Materiales para realizar mantenimiento en bomba FAN son inadecuados	Materiales	2	Cambiar materiales.			
48		Bomba FAN en mal estado	Maq/Herram	3	Realizar mantenimiento a bomba FAN, y en caso extremo cambiarlo.			
49	ResTra fuera de rango	Polvillo generado en el proceso	M.Ambiente	3	Realizar plan de limpieza			
50		Falta de instructivo para el uso de la bomba FAN	Método	2	Informar a persona encargada de los planes de mantenimiento.			
51		Falta de limpieza en bomba FAN	Método	2	Limpiar y mejorar plan de limpieza			
52		Falta de interpretación de los datos registrados de la variable	Medición	2	Informar a persona encargada del control de variables.			
53		Falta de capacitación sobre el pope	Mano de Obra	3	Capacitar al operador sobre el funcionamiento del pope.			
54	Elongación fuera de rango	Materiales inadecuados en el mantenimiento del cilindro y el pope	Materiales	3	Cambiar materiales.			

N°	Defecto	Posible Causa	Tipo	P	Acción	Resp.	Plazo	%Cump.
55		Cilindro de la prensa en mal estado	Maq/Herram	3	Realizar mantenimiento al cilindro, y en caso extremo cambiarlo.			
56		Pope en mal estado	Maq/Herram	3	Realizar mantenimiento a pope, y en caso extremo cambiarlo.			
57		Velocidad del pope mal ajustada	Maq/Herram	3	Ajustar velocidad del pope			
58		Polvillo generado en el proceso	M.Ambiente	3	Realizar plan de limpieza			
59		Falta de limpieza en cilindro y/o pope	Método	2	Limpiar y mejorar plan de limpieza			
60		Crepado mal realizado	Método	2	Revisar ajuste de velocidad.			
61		Falta de mantenimiento autónomo y preventivo estandarizado	Método	2	Informar a persona encargada de los planes de mantenimiento.			
62		Falta de interpretación de los datos registrados de la variable	Medición	2	Informar a persona encargada del control de variables.			
63	Blancura fuera de rango	Falta de capacitación sobre uso de blanqueadores	Mano de Obra	3	Capacitar al operador sobre el funcionamiento de los blanqueadores.			
64		Falta de capacitación en el uso de químicos	Mano de Obra	3	Capacitar al operador sobre el uso de químicos.			
65		Pasta no posee características deseadas	Materiales	3	Utilizar químicos para cambiar características de la pasta y proteger a los equipos de la máquina.			
66		Línea de blanqueadores en mal estado	Maq/Herram	2	Inspeccionar la línea, encontrar el defecto y erradicarlo.			
67		Polvillo generado en el proceso	M.Ambiente	3	Realizar plan de limpieza			
68		Falta de mantenimiento autónomo y preventivo estandarizado	Método	2	Informar a persona encargada de los planes de mantenimiento.			

N°	Defecto	Posible Causa	Tipo	P	Acción	Resp.	Plazo	%Cump.
69		Falta de limpieza en los equipos	Método	2	Limpiar y mejorar plan de limpieza			
70		Receta inadecuada	Método	2	Utilización de químicos y ajustar equipos para cambiar características del papel			
71		Falta de interpretación de los datos registrados de la variable	Medición	2	Informar a persona encargada del control de variables.			
72	Gramaje fuera de rango	Falta de capacitación sobre el escáner del gramaje	Mano de Obra	2	Capacitar al operador sobre el uso del escáner del gramaje.			
73		Falta de capacitación sobre válvulas	Mano de Obra	3	Capacitar al operador sobre el funcionamiento de las válvulas.			
74		Consistencia de la pasta mal ajustada	Materiales	3	Ajustar consistencia de la pasta, aumentando o disminuyendo la cantidad de agua, según corresponda.			
75		Válvula de gramaje mal ajustada	Maq/Herram	3	Ajustar válvula de gramaje.			
76		Sensor de gramaje con fallas	Maq/Herram	2	Inspeccionar el sensor, encontrar el defecto y erradicarlo.			
77		Polvillo generado en el proceso	M.Ambiente	3	Realizar plan de limpieza			
78		Falta de limpieza del sensor y/o válvula	Método	2	Limpiar y mejorar plan de limpieza			
79		Falta de mantenimiento autónomo y preventivo estandarizado	Método	2	Informar a persona encargada de los planes de mantenimiento.			
80		Falta de interpretación de los datos registrados de la variable	Medición	2	Informar a persona encargada del control de variables.			

Fuente: elaboración propia.

Anexo N°10 – Tabla 4.21. Completa

¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.

Sector	¿Dónde limpiar?	¿Qué inspeccionar?	Estándar de inspección	Acción en caso anormal	Frecuencia Sugerida
Bomba	Válvula de descarga	Válvula de descarga	Limpio, sin fugas y con el volante instalado	Programar mantenimiento y levantar tarjeta.	Diaria
	Válvula de alimentación	Válvula de alimentación	Limpio, sin fugas y con el volante instalado	Programar mantenimiento y levantar tarjeta.	Diaria
	Ventilador de motor.	Tapa del ventilador	Limpio, con ventilador funcionando y sin ruido.	Programar mantenimiento y levantar tarjeta.	Diaria
	Motor	Motor	Limpio, lubricado, sin vibración y ruido, temperatura en rango.	Programar mantenimiento y levantar tarjeta.	Diaria
	Protección de acople.	Protección de acople.	Limpio, sin ruido y con protección instalada.	Programar mantenimiento y levantar tarjeta.	Diaria
	Vaso de aceite.	Vaso de aceite.	Nivel de aceite dentro de rango y sin contaminantes.	Rellenar con aceite tipo ISO 46 y levantar tarjeta.	Diaria
	Cuerpo de rodamientos.	Cuerpo de rodamientos.	Limpio, lubricado y sin ruido. Temperatura dentro de rango.	Programar mantenimiento y levantar tarjeta.	Diaria
	Caja de conexión eléctrica.	Caja de conexión eléctrica.	Limpio, lubricado y sin ruido. Temperatura dentro de rango.	Programar mantenimiento y levantar tarjeta.	Diaria
	Cuerpo de bomba.	Cuerpo de bomba.	Limpio, sin fuga de pasta o agua, sin ruido.	Programar mantenimiento y levantar tarjeta.	Diaria
Depurador	Válvula de entrada (inferior)	Número de depurador cónico	Registrar número correspondiente en tarjetas levantadas.		Semanal
	Válvula de entrada (inferior)	Válvula de entrada (inferior)	Cerrar válvula, debe quedar perpendicular a la tubería. Sin fuga y limpia de pasta.	Limpiar y levantar tarjeta.	Semanal
	Válvula de salida (superior)	Válvula de salida (superior)	Cerrar válvula, debe quedar perpendicular a la tubería. Sin fuga y limpia de pasta.	Limpiar y levantar tarjeta.	Semanal
	Cilindro de separación	Cilindro de separación	Limpio, sin fugas ni fisuras.	Limpiar y levantar tarjeta.	Semanal

Sector	¿Dónde limpiar?	¿Qué inspeccionar?	Estándar de inspección	Acción en caso anormal	Frecuencia Sugerida
	Cono de separación	Cono de separación	Limpio, sin fisuras en cuerpo ni fugas en unión con Cilindro de Separación (C)	Limpiar y levantar tarjeta. Reponer en caso de rotura.	Semanal
	Tubera axial cerámica	Unión con Cono de Separación (D)	Con todos los pernos de la unión. Soltar pernos de la tubera con llave N°17.	Levantar tarjeta.	Semanal
	Tubera axial cerámica	Tubera axial cerámica	Sin fisuras, lavar con agua y destapar.	Levantar tarjeta. Reponer en caso de fisuras.	Semanal
	Tubera axial cerámica	Empaquetadura plana de goma	Con las orillas parejas y sin desgaste.	Cambiarlo y levantar tarjeta.	Semanal
	Tubera axial cerámica	Unión con Cono de Separación	Instalar tubera limpia, y pernos durante la CIL.		Semanal
	Válvula de salida (superior)	Válvula de salida (superior)	Abrir válvula, debe quedar paralela a la tubería. Sin fuga y limpia de pasta.	Limpiar y levantar tarjeta.	Semanal
	Válvula de entrada (inferior)	Válvula de entrada (inferior)	Abrir válvula, debe quedar paralela a la tubería. Sin fuga y limpia de pasta.	Limpiar y levantar tarjeta.	Semanal
Regadera	Regadera de limpieza Polín N°3	Regadera de limpieza Polín N°3	Destapar, fijación ajustada, presión de trabajo, traslape, verificación de distancia entre toberas.	Destapar, apretar pernos, llevar presión a condición ideal, levantar tarjeta.	Diaria
	Regadera de protector tela (Cercana Polín N°4)	Regadera de protector tela (Cercana Polín N°4)	Destapar, fijación ajustada, presión de trabajo, traslape, verificación de distancia entre toberas	Destapar, apretar pernos, llevar presión a condición ideal, levantar tarjeta.	Diaria
	Regadera de alta presión aguja tela (Cercana a Polín N°4)	Regadera de alta presión aguja tela (Cercana a Polín N°4)	Destapar, fijación ajustada, presión de trabajo, traslape, verificación de distancia entre toberas	Destapar, apretar pernos, llevar presión a condición ideal, levantar tarjeta.	Diaria
	Regadera de alta presión abanico tela (Cercana a Polín N°4)	Regadera de alta presión abanico tela (Cercana a Polín N°4)	Destapar, fijación ajustada, presión de trabajo, traslape, verificación de distancia entre toberas	Destapar, apretar pernos, llevar presión a condición ideal, levantar tarjeta.	Diaria
	Regadera de	Regadera de	Destapar, fijación	Destapar,	Diaria

Sector	¿Dónde limpiar?	¿Qué inspeccionar?	Estándar de inspección	Acción en caso anormal	Frecuencia Sugerida
	alta presión paño (Polín N°9)	alta presión paño (Polín N°9)	ajustada, presión de trabajo, traslape, verificación de distancia entre toberas	apretar pernos, llevar presión a condición ideal, levantar tarjeta.	
	Regadera de cuña (Polín N°9)	Regadera de cuña (Polín N°9)	Destapar, fijación ajustada, presión de trabajo, traslape, verificación de distancia entre toberas	Destapar, apretar pernos, llevar presión a condición ideal, levantar tarjeta.	Diaria
	Regadera de lubricación sifón doble	Regadera de lubricación sifón doble	Destapar, fijación ajustada, presión de trabajo, traslape, verificación de distancia entre toberas	Destapar, apretar pernos, llevar presión a condición ideal, levantar tarjeta.	Diaria
	Regadera lavador paño (Cercana a Polín N°10)	Regadera lavador paño (Cercana a Polín N°10)	Destapar, fijación ajustada, presión de trabajo, traslape, verificación de distancia entre toberas	Destapar, apretar pernos, llevar presión a condición ideal, levantar tarjeta.	Diaria
	Regadera de limpieza Polín N°11	Regadera de limpieza Polín N°11	Destapar, fijación ajustada, presión de trabajo, traslape, verificación de distancia entre toberas	Destapar, apretar pernos, llevar presión a condición ideal, levantar tarjeta.	Diaria
	Regadera de lubricación sifón simple	Regadera de lubricación sifón simple	Destapar, fijación ajustada, presión de trabajo, traslape, verificación de distancia entre toberas	Destapar, apretar pernos, llevar presión a condición ideal, levantar tarjeta.	Diaria
	Regadera protector paño	Regadera protector paño	Destapar, fijación ajustada, presión de trabajo, traslape, verificación de distancia entre toberas	Destapar, apretar pernos, llevar presión a condición ideal, levantar tarjeta.	Diaria
Gaveta control quemador	Panel control	Panel de alarmas	Panel de alarmas restablecido	Reestablecer, y avisar al líder de equipo.	Semanal
		FIRE FAY	FIRE FAY con los LEDS encendidos (OPR CTRL, AIR FLOW Y FLAME)	Reestablecer, y avisar al líder de equipo.	Semanal
		Focos	Focos pilotos encendidos (Línea Y quemador encendido)	Reestablecer, y avisar al líder de equipo.	Semanal

Sector	¿Dónde limpiar?	¿Qué inspeccionar?	Estándar de inspección	Acción en caso anormal	Frecuencia Sugerida
Quemador	Sala de quemadores	Flama	Quemador libre de polvo, flama correcta	Avisar a líder de equipo, usar instrumentación	Semanal
		Bujía	Bujía de encendido funcionando adecuadamente	Limpiar, levantar tarjeta.	Semanal
		Transformador	Transformador sin golpes, libre de polvo	Limpiar, levantar tarjeta.	Semanal
		Aislantes térmicos	Aislante térmico sin fugas de aire y libre de polvo	Limpiar, levantar tarjeta.	Semanal
Bomba de vacío	Protecciones	Protecciones	Revisar que estén todas las protecciones puestas, sin daños y fijadas firmemente	Completar tornillería, en caso de presentar daño en su estructura levantar tarjeta para programar su reparación.	Semanal
	Polea Motriz	Polea Motriz	Revisión de pernos, sin daño en cuerpo y buje de fijación, evaluar desgaste de ranuras y condición de la chaveta y revisar alineación de las poleas.	Si no se cumple algún estándar levantar tarjeta para programar reparación	Semanal
	Polea Conducida	Polea Conducida	Revisión con lámpara estroboscópica, tornillería completa, sin daño en cuerpo y buje de fijación, evaluar desgaste de ranuras y condición de la chaveta	Si no se cumple algún estándar levantar tarjeta para programar reparación.	Semanal
	Motor	Motor	Revisar los pernos de anclaje del Motor, reapretarlos inmediatamente si es necesario.	Si no se cumple algún estándar levantar tarjeta para programar reparación.	Semanal
	Acople	Acople	Revisión de pernos, inspeccionar cuerpo y fijación del acoplamiento que no presente daño ni fracturas.	Si no se cumple algún estándar debe ser reemplazado de forma inmediata	Semanal
	Inspección de cañería.	Inspección de cañería.	Revisar filtraciones y estado de	Si se encuentra en mal estado	Semanal

Sector	¿Dónde limpiar?	¿Qué inspeccionar?	Estándar de inspección	Acción en caso anormal	Frecuencia Sugerida
			cañería.	debe levantarse una tarjeta y programar el cambio.	
	Descansos	Descansos	Sacar la tapa de descansos y revisar estado de rodamientos.	Si no se cumple algún estándar reemplazar de forma inmediata.	Semanal
	Correas	Correas	Inspección visual y auditiva si existe algún golpeteo de las correas o ruido que indique deslizamiento de las correas sobre la polea. Revisión de daño o grietas en las correas	Si no se cumple algún estándar levantar tarjeta para programar reparación	Semanal
Refinador	Cuerpo Principal	Cuerpo Principal	Revisión de ajuste de pernos, detección de ruidos extraños, con pirómetro tomar lectura de temperatura para verificar que no sea superior a los 80°C; registrar los datos	Apretar la tornillería y en caso de ruido extraño o temperatura elevada, asegurarse que las válvulas de entrada y salida estén abiertas.	Semanal
	Cámara de refinación	Cámara de refinación	Detenida: Abrir refinador y revisar condición de ejes. Sin daño aparente y revisar el desgaste de los discos midiendo la altura de las mismas que debe ser superior a 0.080"; registrar datos.	Reportar a máquinas y registrar las observaciones para programar cambio de discos.	Semanal
	Sistema de sellado	Sistema de sellado	Revisar que presión y flujo estén dentro de parámetros, sin fugas por las conexiones	Ajustar los prensaestopas hasta dejarlo dentro del estándar de operación; de persistir pedir el equipo a máquinas para cambiar la empaquetadura; registrar las	Semanal

Sector	¿Dónde limpiar?	¿Qué inspeccionar?	Estándar de inspección	Acción en caso anormal	Frecuencia Sugerida
				acciones y observaciones.	
	Mecanismo de Ajuste de Discos	Mecanismo de Ajuste de Discos	Revisar que el motoreductor se encuentre operativo, que ventilador esté funcionando libre de polvo	Verificar estándar o bien dar aviso a máquinas para que se evalúe detención y revisión del equipo.	Semanal
	Conjunto Rotativo	Conjunto Rotativo	Detenida: Abrir refinador y revisar condición de ejes. Sin daño aparente y revisar el desgaste de los discos midiendo la altura de las mismas que debe ser superior a 0.080"; registrar datos	Limpieza de cuerpo; apriete de tornillería; si se escucha ruido extraño avisar a supervisor para programación de inspección con analizador de vibraciones.	Semanal
	Panel de Control	Panel de Control	Detenida: Verificar el estado de cables de conexión eléctrica en el interior del panel eléctrico. Chequear el funcionamiento de los transmisores de presión de los manómetros	Dar aviso a máquina y detener máquina previa evaluación de las áreas de operación y Mantenimiento	Semanal
Regadera EMOIII MP3	Panel de Control y Oscilador	Panel de Control	En operación: ordenamiento de cables, libre de polvo	Si no se cumple algún estándar levantar tarjeta para programar reparación.	Semanal
		Oscilador	En operación: sin daño en su estructura, enchufe con sus piezas sujetadas, firmemente en su base, pernería completa y ajustada.	completar pernería, en caso de presentar daño en su estructura levantar tarjeta para programar su reparación o cambio, limpieza con cepillo y trapo o franela	Semanal
		Conexionado	En detención: inspeccionar que no hallan	Si no se cumple algún estándar levantar tarjeta	Semanal

Sector	¿Dónde limpiar?	¿Qué inspeccionar?	Estándar de inspección	Acción en caso anormal	Frecuencia Sugerida
			conexiones sueltas en tablero de control y en oscilador.	para programar reparación,	
		Montaje de Oscilador	En detención: revisión de soportes, desgaste, lubricación, pernería completa, sin daño en bujes de fijación, evaluar desgaste de bujes y condición de la manguera de agua	Desgaste de ranuras es tal que bandas están próximas a tocar valles de ranuras. Levantar datos de polea para programar su reemplazo, si no, levantar tarjeta.	Semanal

Fuente: elaboración propia.

Bibliografía

[Deming, 1989] Deming W.E. **Calidad, productividad y competitividad**. Madrid. 1989.

[Gutiérrez, 2010] Humberto Gutiérrez Pulido. **Calidad Total y Productividad**. 3ra. Edición. Mc Graw Hill. México. 2010.

[Heizer&Render, 2009] Jay Heizer; Barry Render. **Principios de Administración de Operaciones**. 7ma Edición. Pearson Prentice Hall. México. 2009. Cap. 6 Administración de la calidad. Sup. 6: Control estadístico del proceso.

[Ishikawa, 1986] Ishikawa K. **¿Qué es el control total de calidad?** Norma. Bogotá. 1986.

[Juran, 1990] Juran J.A. **Juran y el liderazgo para la calidad**. Díaz de Santos. Madrid. 1990.

[Juran, 1992] Juran J.M. **Juran on Quality by Design: The New Steps for Planning Quality into Goods and Services**. The Free Press. Nueva York. 1992.

[Nakajima, 1992] Seiichi Nakajima. **Introducción al TPM**. 3ra Edición. Tecnologías de Gerencia y Producción S.A. Madrid. 1992.

[Nelson, 1984], **Journal of Quality Technology**. Artículo de la Edición de octubre de 1984.

[Smook, 1992] Definición de papel tissue. Smook G.A., **Handbook for pulp and paper technologists**. 2da Edición. Angus Wilde Publications. Vancouver, Canadá. 1992.

Informaciones obtenidas a través de la red:

[SCAMEX] SCA México. Historia de SCA – una visión general. México, 09/03/2010. (Disponible vía Web en <http://www.sca.com/en/mexicocentralamerica/sca-globally/sca-en-resumen/historia/> visitada en septiembre del 2015).

[SCA] Información obtenida dentro del intranet de SCA Chile (visitada durante 2015 y 2016).

