

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



**Propuesta de rediseño al proceso de control productivo de azúcar líquida, para una empresa que fabrica bebidas analcohólicas.**

**Caso: ECCUSA planta Renca.**

Por:

**Jessica Jazmín Escobar Lizana.**  
**Francisca Paz Riveros Wolff.**

Trabajo de Título para optar al grado de:  
Licenciado en Ciencias de la Ingeniería y  
Título de Ingeniero Civil Industrial.

Profesor Guía: Enrique Faijo.

Santiago de Chile  
Mayo 2015.

## **Dedicatoria.**

*A nuestros familiares y amigos.*

## **Agradecimientos.**

*Le agradezco en primera instancia a mi familia, quienes han sido a lo largo de toda mi vida una fuente constante de cariño, apoyo e inspiración. A mi madre Rosita quien es mi ejemplo y motivación. A mis hermanos Pato, Poly y Lito que me inculcaron el sentido de tolerancia y una visión analítica ante el mundo. Y a mis sobrinos que me alegran la vida, sacándome sonrisas en los momentos menos pensados y a veces inoportunos.*

*A demás, a mis amigos/as por permitirme compartir y estar presente en las diversas situaciones que nos ha presentado la vida; tanto tristes como felices.*

*Finalmente, y no menos importante, a Don Guillermo y Don Leo, por creer tanto en mí como este proyecto.*

*Jessica Escobar.*

*En primer lugar agradezco infinitamente a mi familia, por el esfuerzo y apoyo que cada uno de ustedes ponen en mi vida, por ser el pilar más importante a pesar de la distancia. Gracias por darme la posibilidad de estar hoy escribiendo esto, espero retribuirles cada gesto y no defraudarlos nunca.*

*Agradezco también a mis amigos y compañeros que hicieron de esta carrera universitaria más agradable y por todos aquellos momentos en que juntos logramos superar cada reto.*

*Finalmente agradezco a Cristina y Pablo, quienes me brindaron su apoyo incondicional, ya sea con un gesto o con una palabra de aliento.*

*Francisca Riveros.*

# Índice.

Glosario.....	8
Lista de abreviaturas y siglas.....	10
Lista de figuras.....	11
Lista de tablas.....	12
Resumen.....	13
<b>Capítulo I. Antecedentes de la empresa.....</b>	<b>15</b>
1.1. Descripción de la empresa.....	15
1.1.1. Definición de la empresa ECCUSA.....	15
1.1.2. ECCUSA y sus productos.....	18
1.1.3. Esquema organizacional de ECCUSA.....	19
1.2. Descripción de la Planta de azúcar.....	20
1.2.1. Área de Elaboración.....	20
1.2.2. Características de la Planta de azúcar.....	21
1.2.3. Descripción del proceso productivo de la Planta de azúcar.....	23
1.3. Identificación del problema.....	26
1.4. Aspectos actuales del control productivo de Licuación.....	35
1.5. Objetivos y alcances del proyecto.....	37
<b>Capítulo II. Marco teórico.....</b>	<b>38</b>
2.1. Definiciones fundamentales.....	38
2.1.1. Procesos.....	38
2.1.2. Gestión por procesos.....	38
2.1.3. Control de procesos.....	40

2.1.4.	Rediseño de procesos.....	40
2.1.5.	Validación de procesos.....	41
2.1.6.	Control de gestión operacional. ....	41
2.1.7.	Indicadores de gestión.....	42
2.2.	Herramienta de análisis de información. ....	43
2.2.1.	Diagrama de Ishikawa o causa-efecto. ....	43
2.3.	Metodologías para la mejora de procesos. ....	44
2.3.1.	Six-Sigma.....	44
2.3.2.	Gestión de la calidad total.....	45
2.3.3.	Business Process Management.....	46
2.4.	Herramienta para documentación de proceso. ....	50
2.4.1.	Microsoft Office Visio.....	50
2.4.2.	ARIS.....	50
2.4.3.	Bizagi.....	50
2.5.	Consideraciones finales.....	51
<b>Capítulo III. Desarrollo del trabajo de título.....</b>		<b>54</b>
3.1.	Levantamiento de la situación actual.....	54
3.1.1.	Descripción del proceso de control productivo actual. ....	54
3.1.1.1.	Proceso control de Descarga.....	54
3.1.1.2.	Proceso control de Disolución. ....	55
3.1.1.3.	Proceso control de Recuperación.....	56
3.1.1.4.	Proceso control de Filtración. ....	56
3.1.1.5.	Proceso control de Refrigeración.....	57
3.1.1.6.	Proceso de control integral. ....	58
3.1.2.	Modelamiento de la situación actual.....	60

3.1.3.	Evaluación de la situación actual.....	64
3.1.3.1.	Indicadores de situación actual.....	64
3.1.3.2.	Validación de la situación actual.....	71
3.1.3.3.	Beneficios y costos de situación actual.....	75
3.2.	Oportunidades de mejora situación actual.....	76
3.3.	Propuesta de rediseño al proceso de control productivo.....	81
3.3.1.	Especificaciones de la propuesta de rediseño.....	82
3.3.2.	Modelamiento de la propuesta de rediseño.....	84
3.3.3.	Evaluación de la propuesta de rediseño.....	87
3.3.3.1.	Indicadores con propuesta de rediseño.....	87
3.3.3.2.	Validación de la situación con propuesta de rediseño.....	88
3.3.3.3.	Beneficios y costos con propuesta de rediseño.....	90
<b>Capítulo IV. Análisis de resultados.....</b>		<b>92</b>
4.1.	Comparación entre situación actual y situación con propuesta de rediseño.....	92
<b>Capítulo V. Conclusiones y recomendaciones.....</b>		<b>95</b>
<b>Referencias bibliográficas.....</b>		<b>98</b>
<b>Anexos.....</b>		<b>99</b>
Anexo 1:	Especificaciones de las líneas de producción de bebidas.....	99
Anexo 2:	Equipos de la planta de licuación.....	100
Anexo 3:	Detalles de la producción de azúcar, años 2013 y 2014.....	103
Anexo 4:	Demanda faltante temporada alta 2014.....	103
Anexo 5:	Entrevista a involucrados.....	104

Anexo 6: Generalidades de los subproceso de producción. ....	107
Anexo 7: Muestreo situación actual.....	109
Anexo 8: Especificaciones de modelación, situación actual. ....	111
Anexo 9: Especificaciones de modelación, situación con rediseño.....	117
Anexo 10: Resultados de simulación, situación actual. ....	121
Anexo 11: Resultados de simulación, situación con rediseño.....	127
Anexo 12: Detalle de costos mensuales, situación actual y con rediseño.....	130

## Glosario.

- ❖ **Azúcar:** Sustancia de sabor dulce y soluble en agua, que se extrae de la remolacha o caña de azúcar. La función de los diferentes tipos de azúcares, dependerá del tamaño de sus cristales y su refinamiento. Químicamente está formada por la unión de una molécula de glucosa y una de fructosa. En la actualidad se utiliza como endulzante en la industria de los alimentos y es una fuente de energía para los organismos.
- ❖ **Bebida analcohólica:** Líquido sin alcohol que se ingiere para saciar la sed. Por ejemplo agua, bebidas calientes, gaseosas, entre otras.
- ❖ **Carbón activado:** Adsorbente carbonáceo utilizado para remover propiedades como color, olor, sabor, etc. No se encuentra presente en la naturaleza, por lo que se fabrica y por lo tanto su variedad depende de la materia prima y técnica de activación usada. Aplicado en la industria Química, Alimenticia, Farmacéutica, Minera, entre otras.
- ❖ **Estanque:** Equipo para almacenar volúmenes no tan grandes de productos líquidos o sólidos. Sus características técnicas dependen del material a depositar.
- ❖ **Funcional:** Sustancia que le proporciona aroma, sabor y color a las bebidas tipo Funcional, vale decir, té helado y deportivo. Si bien sus componentes varían dependiendo del sabor; básicamente corresponde a agua potable con disolución de aditivos alimentarios permitidos y saborizantes naturales o artificiales.
- ❖ **Grados Brix:** Escala utilizada en la industria de los alimentos para medir la cantidad total de sólidos solubles (sacarosa) disuelta en un líquido.
- ❖ **Hectolitro:** Unidad de volumen equivalente a cien litros.
- ❖ **ISO 14001:** Norma internacional que tiene como propósito apoyar la aplicación de un sistema de gestión Medioambiental eficaz en cualquier organización del sector público o privado, vale decir, exige a las empresas respetar las leyes de protección ambiental.

- ❖ ISO 22001: Norma internacional que especifica los requisitos para un sistema de gestión de Seguridad e Inocuidad Alimentaria aplicable en todas las organizaciones de la cadena alimentaria.
- ❖ Jarabe: Sustancia que le proporciona aroma, sabor, y color a las bebidas gaseosas. Si bien sus componentes varían dependiendo del sabor; básicamente corresponde a agua potable con disolución de colorantes, saborizantes naturales o artificiales, y aditivos alimentarios permitidos.
- ❖ Licuación: Sustancia que al ser sometida a un aumento de presión, cambia de un estado gaseosos a líquido.
- ❖ Néctar: Sustancia que le proporciona aroma, sabor y color a las bebidas tipo néctar, vale decir, de fruta. Si bien sus componentes varían dependiendo del sabor; básicamente corresponde a agua potable con disolución de pulpa de fruta, saborizantes naturales o artificiales, y aditivos alimentarios permitidos.
- ❖ OHSAS 18001: Norma internacional que tiene como propósito especificar los requisitos para los sistemas de gestión de la salud y la seguridad en el trabajo.
- ❖ Silo: Construcción en donde se almacenan materiales a granel. Sus aspectos técnicos dependen de las características del producto depositado.
- ❖ Tolva: Construcción tipo embudo. Permite la descarga continua de un material, canalizando su flujo desde un recipiente con boca ancha a uno con boca estrecha. Sus características técnicas dependen del material a depositar.

## Lista de abreviaturas y siglas.

- ❖ BPM: *Business Process Management* (Gestión de Procesos de Negocio).
- ❖ CCU: Compañía de Cervecerías Unidas.
- ❖ CIP: *Clean in Place* (Limpieza en lugar).
- ❖ ECCUSA: Embotelladoras Chilenas Unidas S.A.
- ❖ °Bx: Grados *Brix*.
- ❖ °C: Grados *Celsius*.
- ❖ HL: Hectolitro.
- ❖ h: Hora.
- ❖ ISO: *International Organization for Standardization* (Organización Internacional para Normalización).
- ❖ Kg: Kilogramo.
- ❖ l: Litro.
- ❖ NTU: Unidades de Turbidez.
- ❖ OHSAS: *Occupational Health and Safety Assessment Series* (Sistemas de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional).
- ❖ OP: Orden de Producción.
- ❖ s: Segundo.
- ❖ S: Silo de almacenamiento.
- ❖ TK: Estanque de almacenamiento.

## Lista de figuras.

Figura1- 1: Gráfico de producción anual de bebidas analcohólicas ECCUSA.....	17
Figura1- 2: Productos ECCUSA, formato individual.....	18
Figura1- 3: Organigrama gerencial de ECCUSA.....	19
Figura1- 4: Organigrama Área de operaciones.....	19
Figura1- 5: Proceso productivo de bebidas gaseosas y néctar.....	21
Figura1- 6: Diagrama generalizado del proceso Elaboración de azúcar líquida.....	23
Figura1- 7: Gráfico de Porcentaje de merma azúcar granel v/s líquida.....	27
Figura1- 8: Gráfico de Valor del indicador °Bx, año 2012, 2013 y 2014.....	27
Figura1- 9: Gráfico de Volúmenes de azúcar licuada y requerimientos.....	28
Figura1- 10: Gráfico de Cantidad adquirida de camiones con azúcar líquida.....	29
Figura1- 11: Diagrama <i>Ishikawa</i> para el problema merma de azúcar.....	30
Figura2- 1: Actividades para la gestión de un proceso.....	39
Figura2- 2: Diagrama <i>Ishikawa</i> .....	43
Figura2- 3: Ciclo de mejora continua de <i>Six-Sigma</i> .....	44
Figura2- 4: Ciclo de BPM Operacional.....	47
Figura3- 1: Modelo BPMN Proceso control de Descarga, situación actual.....	61
Figura3- 2: Modelo BPMN Proceso de control Productivo, situación actual.....	61
Figura3- 3: Modelo BPMN Proceso de control Integral de traspaso, situación actual.....	62
Figura3- 4: Modelo BPMN Proceso de control Integral análisis por turno, situación actual ...	63
Figura3- 5: Modelo BPMN Proceso de control Integral análisis mensual, situación actual..	63
Figura3- 6: Gráfico de volumen D28, temporada alta 2014.....	66
Figura3- 7: Gráfico de presión entrada a Filtración, temporada alta 2014.....	66
Figura3- 8: Gráfico de temperatura salida, temporada alta 2014..	67
Figura3- 9: Gráfico de °Bx, temporada alta 2014.....	68
Figura3- 10: Gráfico del Nivel de Turbidez, temporada alta 2014.....	69
Figura3- 11: Porcentaje merma de azúcar, temporada alta 2014.....	70
Figura3- 12: Modelo BPMN Proceso control Productivo, situación con rediseño..	85
Figura3- 13: Modelo BPMN Proceso control Integral de traspaso, situación con rediseño...	85
Figura3- 14: Modelo BPMN Proceso control Integral análisis turno, situación con rediseño..	86

## Lista de tablas.

Tabla2- 1: Evaluación metodología.....	51
Tabla2- 2: Evaluación herramientas de modelación.....	53
Tabla3- 1: Figuras de modelación BPMN en Bizagi..	60
Tabla3- 2: Tabla con valores de consumo promedio azúcar granel, temporada alta 2014..	65
Tabla3- 3: Valores promedios licuación y consumo de azúcar granel, temporada alta 2014.	70
Tabla3- 4: Resumen de los resultados de la simulación, situación actual..	71
Tabla3- 5: Costos situación actual..	75
Tabla3- 6: Total de registros en Libro de control, temporada alta 2014.....	87
Tabla3- 7: Resumen de los resultados de la simulación, situación con rediseño..	88
Tabla4- 1: Comparación resultados de la simulación, situación actual y con rediseño.....	93

## Resumen.

En el siguiente trabajo de título se presenta una propuesta de rediseño de procesos que tiene como propósito solucionar una problemática encontrada en la empresa de renombre a nivel nacional, ECCUSA. Particularmente, en la Sala elaboración de azúcar líquida, planta Renca, Región Metropolitana de Chile.

El problema identificado corresponde a que existen pérdidas de azúcar por sobre el valor máximo permitido. Tras un análisis, se determinó que la principal causa es que en la actualidad no existe un control productivo eficiente, que le permita a la jefatura tomar decisiones y desarrollar estrategias en pos de una producción estable.

Para resolver lo anterior y con el objetivo de rediseñar el proceso de control productivo de licuación de azúcar, se aplicó la metodología BPM, la cual se describe según la Asociación Internacional de Profesionales de BPM como: *“Un enfoque sistemático para identificar, levantar, documentar, diseñar, ejecutar, medir y controlar tanto los procesos manuales como automatizados”*. En consecuencia, se levantó información respecto a la problemática y los procesos de control involucrados, se recolectaron y analizaron datos, para finalmente diseñar, modelar y simular la situación actual en *Bizagi*, bajo la notación BPMN. Luego se establecieron las oportunidades de rediseño, se modelaron y simularon los procesos según el caso, con el propósito de automatizar el control productivo.

A partir de los resultados obtenidos, se puede establecer la efectividad de la propuesta de rediseño, ya que de esta forma se consigue no tan solo aumentar y establecer correctamente la participación de los responsables, sino que además, permite disminuir los tiempos de los procesos de control productivo. Lo anterior, es de vital importancia, ya que de esta manera se sustentará la toma de decisiones en pos de prevenir sus problemas futuros.

## **Abstract.**

In the following degree paperwork it is presented a proposal of redesign of process, which aims to solve, a problematic found on a reputable company nationwide, ECCUSA. Particularly, in the processing liquid sugar room, Renca storey, region Metropolitana of Chile.

The identified problem corresponds that exist losses of sugar above of the maximum value allowed. After an analysis, it was determined that the principal cause is that currently doesn't exist an efficient productive control, that allows to the headmasters take better decisions and develop strategies in pursuit of stable production.

To resolve the above and in order to redesign the production process control liquefaction sugar, was applied the BPM methodology , which is described by , the international association of professionals of BPM as, *"it's a systematic approach to identify, lift, document, design, execute, measure and control both manuals as automated processes"*. In consequence, information was collected concerning the problematic, and the control processes involved, data was gathered an analyzed, to finally design, model and simulate the current situation in Bizagi, under the BPMN notation. Then opportunities of redesign were established and the processes were modeled and simulated as the case, in order to automate the productive control.

From the achieved results, it can stablish the effectiveness of the redesign proposal, because this form is achieved not only increase and establish correctly the participation of those responsible, but also, will allow reduce the times of the processes of the productive control. This is of vital importance, because this way will be supported the decision making, towards to preventing future problems.

# Capítulo I. Antecedentes de la empresa.

---

El presente capítulo tiene como finalidad describir el problema detectado, considerando los antecedentes de la empresa ECCUSA planta Renca. A demás, con el propósito de tener un punto de referencia para evaluar la propuesta, se establecen las oportunidades de mejora y los objetivos de la presente tesis.

## 1.1. Descripción de la empresa.

### 1.1.1. Definición de la empresa ECCUSA.

A continuación y previo a la definición de la empresa, se detallan sus antecedentes generales a modo de conocer los aspectos principales de la organización.

Razón social: Eccusa Embotelladoras Chilenas Unidas.

Rubro: Producción y comercialización de bebidas analcohólicas.

RUT: 99.501.760-1

Propietario: Guillermo Luksic Craig.

Dirección: Av. Pdte. Eduardo Frei Montalva N°1500, Renca, Santiago de Chile.

Fono: (56 2) 4274000

Sitio web: [www.ccu.cl](http://www.ccu.cl)

Logo:



En los últimos años el consumo de bebidas sin alcohol a nivel mundial se ha caracterizado por una tendencia al crecimiento. Lo anterior se debe en gran medida a los cambios de hábitos de las personas, que han transformado este refresco en un bien de consumo habitual. Chile en este aspecto no se queda atrás, en el año 2013 el consumo de estas bebidas se incrementó en un 4,7% respecto al año anterior (ANBER, 2014). Esta conducta se debe a factores como la diversidad de productos, el fortalecimiento del canal de

ventas, las temperaturas registradas, la Ley tolerancia cero, etc. En la actualidad esta industria está liderada por ECCUSA y Coca-Cola Co, quienes tienden constantemente a innovar con sus productos. Sin embargo, es importante destacar que ECCUSA presenta diversas distinciones, entre ellas el reconocimiento en el año 2013 como “*Embotellador del año*”, este premio lo entrega Pepsico a una de sus más de doscientas embotelladoras en los cinco continentes.

En el año 1994 es fundada la empresa ECCUSA, dedicada a la elaboración y comercialización de bebidas no alcohólicas en Chile. Como subdivisión de CCU vela por mantener altos estándares de calidad en cada producto y servicio entregado, cumpliendo con la estrategia del negocio a nivel de rentabilidad, crecimiento y sustentabilidad. Cabe mencionar que CCU es una compañía con más de 150 años de tradición, posee participación económica en gran parte de América del Sur y participa tanto en la elaboración, distribución y comercialización de cervezas, vinos, bebidas analcohólicas, agua mineral, jugos y confites.

En consecuencia la empresa sostiene como misión, visión y valores corporativos lo siguiente (CCU S.A., 2014):

- ❖ **Misión:** “Gratificar responsablemente a nuestros consumidores, en todas sus ocasiones de consumo, mediante marcas de alta calidad”.
  
- ❖ **Visión:** “Nuestra compañía posee una visión de largo plazo, sobre bases de rentabilidad y crecimiento mantenidas más allá del periodo de planificación. A nivel interno, esto se refiere al capital humano, el valor de las marcas, el capital físico y cualquier otro activo tangible o intangible alojado al interior de la compañía; y a nivel externo, se traduce en el conocimiento y la relación con nuestros clientes, consumidores, proveedores, la sociedad y con los grupos asociados a la compañía”.
  
- ❖ **Valores corporativos:** “Innovación, Compromiso con la Calidad, Responsabilidad Social y Acción Inspiradora”.

Cabe mencionar, que ECCUSA cuenta con una amplia gama de proveedores y con clientes tanto tradicionales (consumidor directo) como intermedios (Cadenas de supermercados, Almacenes, Minimercado, Botillerías, etc.), desde la I a XV región de Chile.

La empresa en el año 2013, tal como se aprecia en la Figura 1-1, incrementó su producción en un 19,8% respecto al año anterior, alcanzando un volumen anual de 9,8 millones de hectolitros y sus ingreso por venta correspondieron a \$342.233 millones (Memoria anual CCU , 2013).

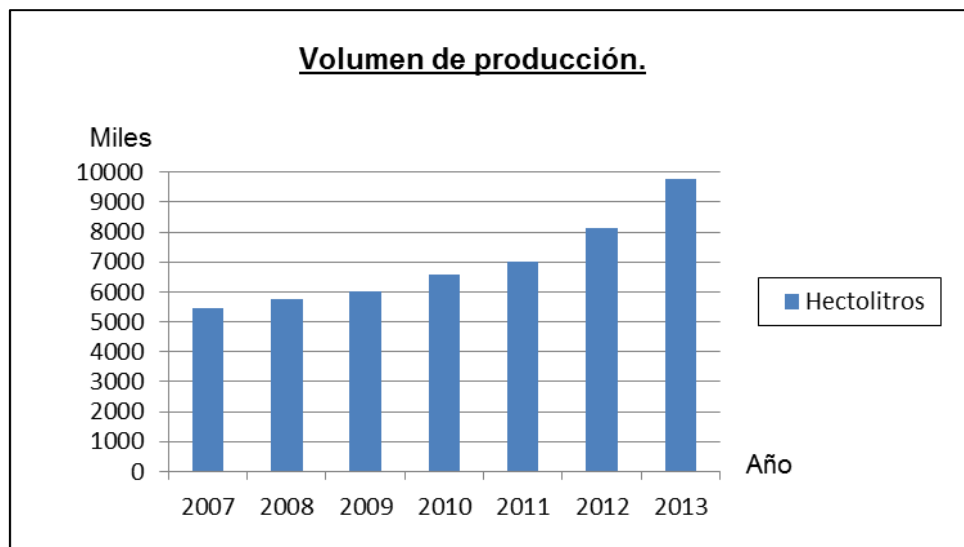


Figura1- 1: Gráfico de producción anual de bebidas alcohólicas ECCUSA. Fuente: (Memoria anual CCU, 2013).

Por otra parte, la planta de Santiago cuenta con certificaciones ISO 14001, ISO 22001 y OHSAS 18001, demostrando compromiso y responsabilidad con sus clientes, trabajadores y el medio ambiente.

### 1.1.2.ECCUSA y sus productos.

Su portafolio de productos incluye diversas marcas de gaseosas, aguas minerales (purificadas y saborizadas), néctares de fruta y bebidas funcionales (té helado, bebidas deportivas y energéticas). Estas se presentan en variados formatos de volumen, tipos de envase y su condición retornable. De manera particular cuenta con:

- a) Marcas propias de gaseosas: Bilz, Bilz Light, Pap, Pap Light, Kem, Kem Light y Nobis.
- b) Por sus filiales, tiene las siguientes marcas licenciadas de bebidas gaseosas, funcionales y minerales:
  - PepsiCo: Pepsi, Pepsi Light, 7Up, 7up Light, Gatorade, Kem Xtreme, Kem Xtreme Girl, Sobe Adrenaline Red, Lipton Ice Tea, Lipton Feel Green y Ocean Spray.
  - Schweppes Holdings Limited: Crush, Crush Light, Limon Soda, Limon Soda light, Canada Dry Ginger Ale, Canada Dry Ginger Ale Light, Canada Dry Agua Tónica y Canada Dry Agua Tónica Light.
  - Aguas CCU-Nestlé Chile S.A.: Se embotellan aguas purificadas bajo la marca Nestlé Pure Life y Glacier, además de agua minerales bajo la marca Porvenir y Cachantun (Cachantun light, Cachantun Mas: Citrus, Citrus Naranja, Citrus Pomelo y Durazno, con calcio y sin azúcar. Cachantun Más Woman: Frutos del Bosque, Ginger Limón, Frutos Silvestres).
- c) Por Promarca, propiedad compartida con Watt's S.A., tiene los siguientes néctares y jugos de fruta: Néctar, Néctar Light, Watt's Clear, Frugo Naranja, Frugo Piña y Frugo Frutilla.

En la Figura 1-2 se pueden apreciar los productos mencionados en su formato individual.



Figura1- 2: Productos ECCUSA, formato individual. Fuente: (CCU S.A., 2014).

### 1.1.3. Esquema organizacional de ECCUSA.

En la Figura 1-3 se presenta el esquema organizacional de la empresa, en el cual se pueden apreciar once departamentos a nivel gerencial. ECCUSA tiene una dotación aproximada de mil trabajadores, entre personal propio y contratistas, cuya jornada laboral depende del departamento y actividad a realizar.

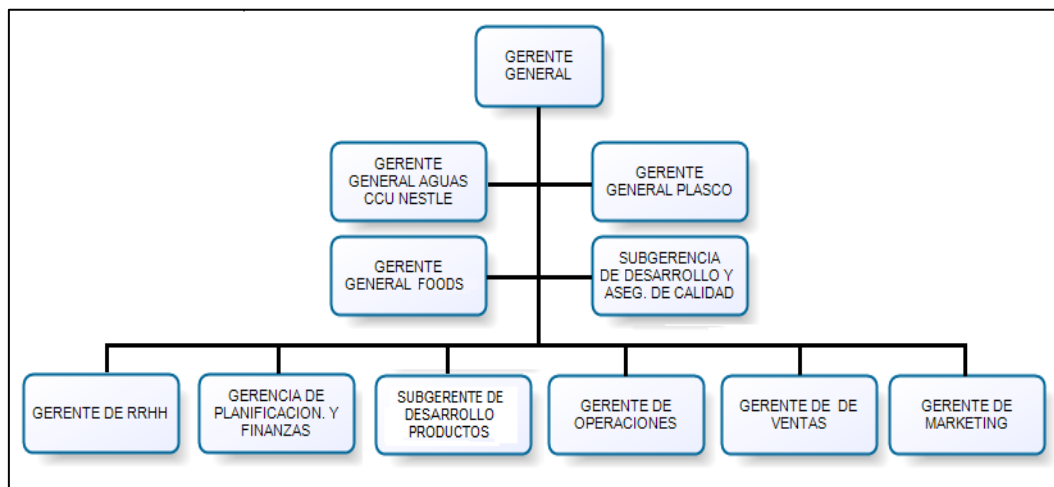


Figura1- 3: Organigrama gerencial de ECCUSA. Fuente: RRHH.

El Área de Operaciones y tal como se ilustra en la Figura 1-4, se subdivide en cinco departamentos, los cuales son: Seguridad, Administración de operaciones, Elaboración, Suministro y Proceso de envasado. Puntualmente, esta memoria abordará una problemática existente en el Área de Elaboración, cuyos detalles se profundizarán en la siguiente sección.

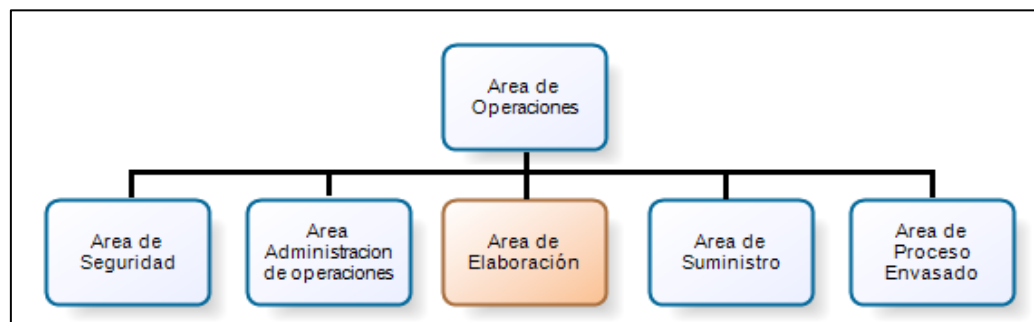


Figura1- 4: Organigrama Área de operaciones. Fuente: Elaboración propia.

## **1.2. Descripción de la Planta de azúcar.**

### **1.2.1. Área de Elaboración.**

La Planta de azúcar también conocida como Sala de licuación o Miteco, pertenece al departamento de Elaboración y se encuentra en funcionamiento en la empresa desde el año 1996.

El departamento de Elaboración se encarga de producir el jarabe de bebidas tipo gaseosas y de la elaboración de la principal materia prima de los refrescos; el azúcar líquida. Los volúmenes producidos se distribuyen según orden de producción (OP) a las diferentes líneas productoras de bebidas y a las salas elaboradoras de bebidas, respectivamente.

El responsable de la administración es el Jefe de Elaboración y para cumplir con lo anterior el área se subdivide en:

- a) Sala de unidades o materias primas: En esta sala se reciben y almacenan los ingredientes o concentrados de las bebidas, tales como saborizantes, esencias, etc., los que posteriormente serán enviados a la respectiva Sala de Jarabe, según OP. Además, se almacenan los insumos como tierra filtrante, carbón y líquidos de saneado, para posteriormente enviarlos a la Sala de azúcar.
- b) Sala de Jarabe: Corresponden a salas elaboradoras de bebida tipo gaseosa, en la actualidad existen dos salas y su principal función es procesar las materias primas (agua, azúcar líquida, concentrados, etc.) para preparar los volúmenes requeridos de jarabe. Cabe señalar, que debido a que el proceso que necesitan las materias primas de las bebidas de tipo néctar, funcional y aguas minerales, es diferente al de las gaseosas, la bebida es elaborada en salas que no pertenecen al departamento de Elaboración. Para mayor detalle de las Líneas de producción revisar Anexo 1.
- c) Planta de azúcar: En esta sala se recibe el azúcar de tipo líquida y granel, se procesa el azúcar granel, para enviarlas en condición líquida y según OP a la respectiva Sala elaboradora de bebida.

El funcionamiento eficaz de esta área es primordial para la planta, ya que de él depende finalmente la continuidad del proceso de las trece líneas productoras de bebidas:

llenado, envasado, etiquetado, embalaje y distribución del producto. Además, es importante señalar que este trabajo de título aborda un problema existente en la Planta de azúcar, por lo que en la siguiente sección se procede a la descripción de esta sala.



Figura1- 5: Proceso productivo de bebidas gaseosas y néctar. Fuente: (CCU S.A., 2014).

### 1.2.2. Características de la Planta de azúcar.

El objetivo principal de Miteco es proporcionar los volúmenes requeridos de azúcar líquida a las Salas elaboradoras de bebidas; particularmente a dos salas de Jarabe, tres de Néctar y una Funcional.

En consecuencia, el producto final es azúcar líquida y el servicio entregado tiene relación con el cumplimiento de tiempos, parámetros de calidad exigidos y volúmenes requeridos. El producto final se obtiene a partir de la licuación de azúcar granulada y cuando existe un déficit en el stock de azúcar licuada o detenciones en la planta, se procede a la adquisición de camiones con azúcar líquida. La planta posee una capacidad de producción teórica de 16.000 l/h. Las características finales del azúcar licuada deben cumplir con estándares de temperatura ( $23^{\circ}\text{C} \pm 2$ ), *Brix* ( $67,2^{\circ}\text{Bx} \pm 0,4$ ) y apariencia. Por otra parte, las condiciones del azúcar líquida comprada están predefinidas y solo se puede utilizar en bebida tipo néctar y algunas gaseosas.

Es importante mencionar que mensualmente ECCUSA le compra al proveedor lansagro SA grandes cantidades de azúcar granel y líquida, que posteriormente ingresaran a la planta en camiones de menor volumen para su procesamiento. El número de camiones a solicitar es determinado al inicio de cada turno por el Operador de licuación cuando se trata

de azúcar granel, y por el Jefe de Elaboración cuando se refiere a azúcar líquida; ambos en función de los requerimientos de las Salas elaboradoras de bebidas y el *stock* presente en los estanques de almacenamiento.

Para una producción eficiente y debido a que en la empresa se realizan tanto auditorías internas como externas, la planta cuenta con veinte equipos, sistema de conexión, e instrumentos de medición especializados para la elaboración de azúcar líquida. Además, los proveedores de insumos o servicios como aseo, mantención o reparación industrial son proporcionados por diversas empresas, como: Nicaloides SA, *Total Clean* Ltda., Sehinco S.A, *Servi Elemec* Ltda, *Microtec* S.A etc., mientras que los suministros de agua, energía eléctrica, aire y vapor, son aportados por el área de Suministro ECCUSA. Para mayor detalle de los equipos utilizados, revisar Anexo 2.

Por otra parte, en la planta se utilizan Tecnologías de la información para coordinar y actualizar la información relacionada con operaciones, funcionamiento y negocio. Lo anterior tiene soporte en Internet e intranet, se utiliza por ejemplo el sistema de información *PeopleSoft*, Envasado, *Software* de monitoreo, las herramientas de documentación *Microsoft Office* (*Excel* y *Word*) y como medio de comunicación *Microsoft Outlook*. También en Miteco está dispuesto un panel de control que cuenta con un *software* propio, para controlar y programar constantemente las variables operacionales de los equipos.

En relación al personal que presta sus servicios a la planta se puede mencionar que deben asegurar que cada una de las etapas se realice de manera correcta y oportuna, estos poseen el siguiente cargo y responsabilidad:

- a) Subgerente de Operaciones: Es quien asegura que las actividades se realicen de forma eficiente y oportuna. También se encarga de la gestión y control de presupuesto para proyectos y desarrollo de oportunidades.
- b) Jefe de Elaboración: Encargado de controlar y evaluar el funcionamiento de la planta, vale decir, de las actividades internas, los parámetros microbiológicos exigidos, indicadores de costo, indicadores de gestión y de mantención. Asimismo es quien determina el plan de producción, controla el registro productivo de los Operadores, y proporciona los recursos humanos y materiales requeridos.

- c) Administrativo de Elaboración: Persona a cargo de ingresar diariamente al sistema *PeopleSoft* cifras correspondientes a la producción de azúcar licuada y consumo de azúcar granulada. Además mensualmente genera los recuentos concluyentes de merma de azúcar granel y líquida.
- d) Operador de Licuación: Responsable de mantener en funcionamiento Miteco, para ello se encarga de recepcionar físicamente los camiones de azúcar, manejar el Tablero de licuación, chequear los suministros, registrar e informar datos relacionados a la producción, mantención y desperfectos.
- e) Alumno en práctica: Persona a cargo de ingresar diariamente a la planilla *Excel* de mermas, las cifras correspondientes a la producción por turno.

### 1.2.3. Descripción del proceso productivo de la Planta de azúcar.

A continuación se presenta una breve descripción del proceso productivo de la elaboración de azúcar líquida. Tal como se aprecia en la Figura1-6, se establecen cuatro subprocesos macro para mayor comprensión, estos son: Recepción, Licuación, Almacenamiento y Descarga. Junto a esto se muestran los responsables de cada subproceso. En este momento es importante mencionar que el problema actual detectado se encuentra en el proceso de Licuación.

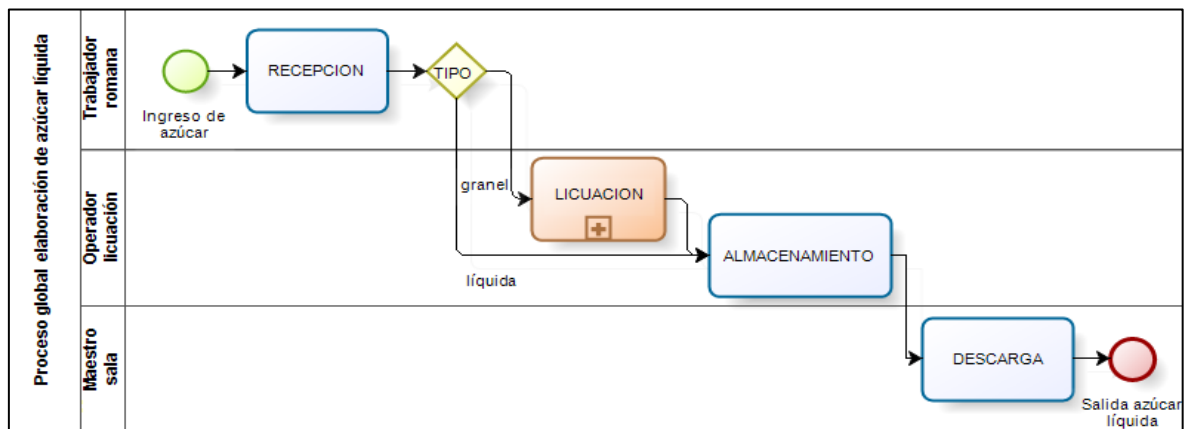


Figura1- 6: Diagrama generalizado del proceso Elaboración de azúcar líquida. Fuente: Elaboración propia.

La planta está diseñada para operar de manera automática o manual y la forma de trabajo se selecciona en el Tablero de Licuación. Estas se diferencian principalmente, en que

en modo automático los equipos funcionan gracias a una previa programación en el Tablero, mientras que en modo manual requiere intervención humana, este último solo se ocupa en caso que falle el modo automático o se requiriera operar con los equipos independientemente.

De la Figura 1-6 se puede detallar lo siguiente:

**1) Recepción:** Los camiones de azúcar granel o líquida ingresan a la empresa, se realiza un control de conformidad y se procede a la descarga de su contenido en los silos (S1 y S2) o estanques de almacenamiento (Tk D40, D41, D42 y D43) respectivamente. Una vez que el azúcar queda almacenada y a disposición de la planta, el camión abandona la empresa. El proceso se repite diariamente para cada camión solicitado.

El trabajador romana es quien efectúa el control de ingreso, conformidad y salida del camión; en el turno noche esta labor es realizada por el Operador de licuación.

**2) Licuación:** El azúcar granel presente en los silos es procesada junto a otros insumos para obtener azúcar líquida, la cual finalmente llega a los estanques de almacenamiento. Los subprocesos de esta etapa son:

- a) Descarga: El azúcar granel presente en los silos S1 y S2 se descarga hasta el equipo Tk D01, por medio de dos tolvas.
- b) Disolución: En el D01 se disuelve el azúcar granel junto a los insumos de vapor, agua y carbón activado, para posteriormente enviar el producto a Recuperación.
- c) Recuperación: Se deja reposar en TK D28 el azúcar con el carbón activado, para que este último cumpla su función de blanquear y eliminar impurezas. Posteriormente se envía el caudal a Filtración.
- d) Filtración: A través de los Filtros (F21, F22, F23 y F20) se extraen o eliminan del caudal de azúcar, tanto las impurezas como el carbón activado. Consecutivamente se envía el flujo de azúcar a Refrigeración.
- e) Refrigeración: Por medio de un Intercambiador de calor se disminuye la temperatura del caudal de azúcar filtrada, para así, enviar el flujo de azúcar líquida a la etapa de Almacenamiento. Además se calienta el agua para el equipo Tk D01.

Para que lo anterior se ejecute eficientemente, es necesario que ocurran las siguientes operaciones previas y posteriores a la producción. Sin embargo, cabe mencionar que actualmente su ejecución queda a criterio de cada Operador de licuación. Las operaciones previas al inicio de la producción son:

- a) Chequeo: Se verifica que los suministros y equipos se encuentren en condiciones óptimas de uso.
- b) Preparación carbón activado: se produce una solución de carbón activado, para luego enviar cantidades necesarias al equipo Tk D01.
- c) Preparación del filtro: Si no se cuenta con un filtro disponible para la producción, se debe proceder a la formación de sus precapas.

Las siguientes son operaciones posteriores al término de la producción:

- a) Desdulce: Terminada la filtración se envía el producto al equipo residual TK D09.
- b) Evacuación del contenido del filtro: La tierra filtrante ya utilizada se envía del filtro al contenedor de almacenamiento.
- c) Lavado del filtro: Una vez evacuados los residuos del filtro, se limpia con agua.
- d) Sistema CIP: Se programa la limpieza automática de algunos equipos.

**3) Almacenamiento:** En esta etapa, tanto el azúcar líquida proveniente del proceso de licuación, como la descargada de los camiones con azúcar líquida, es acumulada en cuatro estanques (Tk D40, D41, D42 y D43) para posteriormente quedar a disposición de la etapa de Descarga.

**4) Descarga:** Una vez que los estanques de almacenamiento de azúcar líquida (Tk D40, D41, D42 y D43) se encuentran con contenido, la planta está en condiciones de autorizar a las Salas elaboradoras de bebidas la descarga de los volúmenes requeridos para preparar la bebida. El encargado de este subproceso es el Maestro sala, quien al descargar esta materia prima, está en condiciones de elaborar los distintos tipos de bebidas analcohólicas.

Para mayor detalle de los equipos, revisar Anexo 2.

### 1.3. Identificación del problema.

Uno de los propósitos del Área de Elaboración es la creación constante de valor tanto al producto como servicio entregado, enfocando así todos sus esfuerzos hacia la eficiencia operacional y la reducción de costos. Sin embargo, se detecta que el departamento presenta un problema en la Planta de licuación de azúcar.

La producción de azúcar líquida es un proceso continuo, por lo que todo error inicial repercute en el producto final. En este proceso se observa que existen pérdidas indeseadas de azúcar. Si bien en toda producción es inherente la existencia de mermas, ya sea por factores naturales, operativos, administrativos o externos, estas deben ser mínimas o tender a la meta establecida, para así lograr reducir las pérdidas monetarias y aumentar los beneficios relacionados. Por lo tanto, la merma de azúcar es uno de los indicadores de rendimiento y económico más importantes a considerar por la empresa. Según datos aportados por el Área de Elaboración la merma se clasifica en dos tipos, la primera pérdida corresponde a azúcar tipo granel, esta ocurre en el momento que se descarga el camión, mientras que la segunda pérdida corresponde a azúcar líquida que acontece cuando las salas elaboradoras de bebidas realizan la descarga o consumo de ésta. Para cada caso, el valor máximo permitido de merma corresponde a 0,35%, el cual implica una pérdida aproximada de quince millones de pesos. Por lo tanto, un porcentaje superior a este es considerado como una producción, productividad y gestión deficiente.

La Figura 1-7 muestra el historial de merma granel y líquida registrada mensualmente en los años 2012, 2013 y 2014. Se puede apreciar, que para cada uno de los años analizados, en más del 50% de los meses, el porcentaje de merma granel y líquida excedió el valor máximo permitido de merma. Los meses en que se sobrepasó el porcentaje meta para el año 2012, tanto para el azúcar granel como líquida, fueron: febrero, mayo, julio, septiembre, octubre y noviembre, además los meses de marzo y agosto que no registraron un excedente en azúcar granel, pero si en líquida. En el año 2013 tanto para el azúcar granel como líquida sobre pasaron el porcentaje meta en los meses correspondieron a: enero, marzo, abril, mayo, junio, julio, agosto, septiembre y diciembre. En lo que lleva del año 2014 este excedente estuvo presente para el azúcar granel en los meses de: enero, febrero y

marzo, y para el azúcar líquida solo en enero. En consecuencia, no se observa la existencia de algún tipo de tendencia en temporada alta o baja.

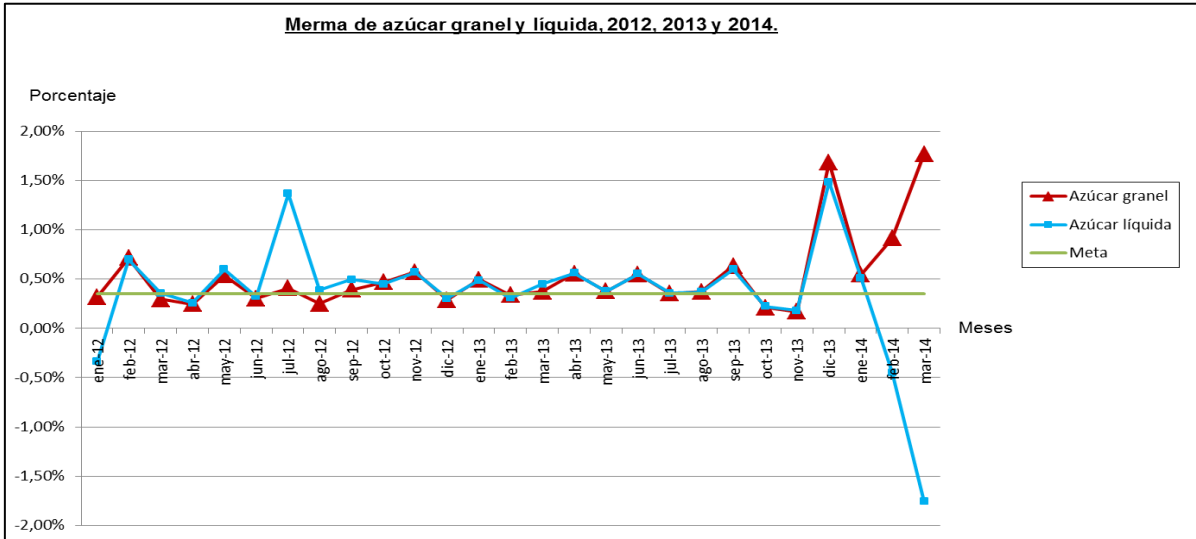


Figura1- 7: Gráfico de Porcentaje de merma azúcar granel v/s líquida, año 2012, 2013 y 2014. Fuente: Elaboración propia.

Sujeto al indicador anterior, el área considera importante el indicador de calidad °Bx, ya que sus variaciones respecto al valor máximo permitido repercuten directamente en el nivel de consumo de las Salas elaboradoras de bebidas y en consecuencia en la merma de azúcar líquida. Si este valor de °Bx es bajo, implica que, posteriormente, las Salas elaboradoras de bebidas descargarán más litros de azúcar y viceversa. En la Figura 1-8 se aprecia la tendencia de este indicador desde el año 2012 y si bien se encuentra contenido dentro de un nivel aceptable, el 63% de los datos está por debajo del valor óptimo.

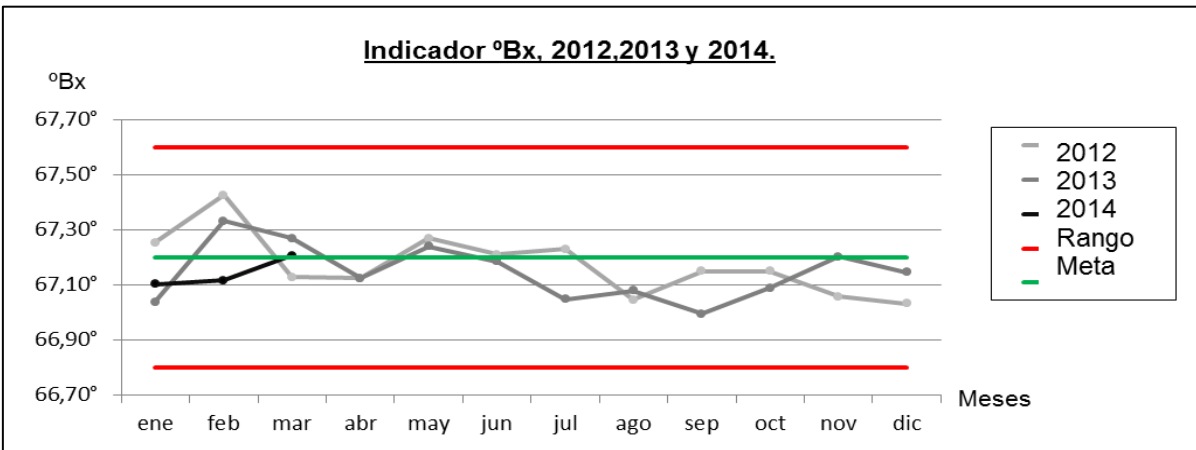


Figura1- 8: Gráfico de Valor del indicador °Bx, año 2012, 2013 y 2014. Fuente: Elaboración propia.

Otro antecedente a considerar, es que en los últimos años el volumen licuado en Miteco no satisface en su totalidad la demanda de las Salas elaboradoras de bebidas alcohólicas. En el primer trimestre del año 2014 el déficit productivo fue de un 24% y la empresa para solucionar lo anterior compró camiones de azúcar líquida a lansa por más de \$2,5 millones de dólares. Cabe mencionar, que este problema también estuvo presente el año 2013, y como se observa en la Figura 1-9 durante diez meses la producción estuvo por debajo de los requerimientos por programación; tanto en temporada baja como alta, resultando en promedio una diferencia de un 1% y 11% respectivamente. Tal como se mencionó, se puede apreciar que este problema se agravó en el primer trimestre del año 2014.

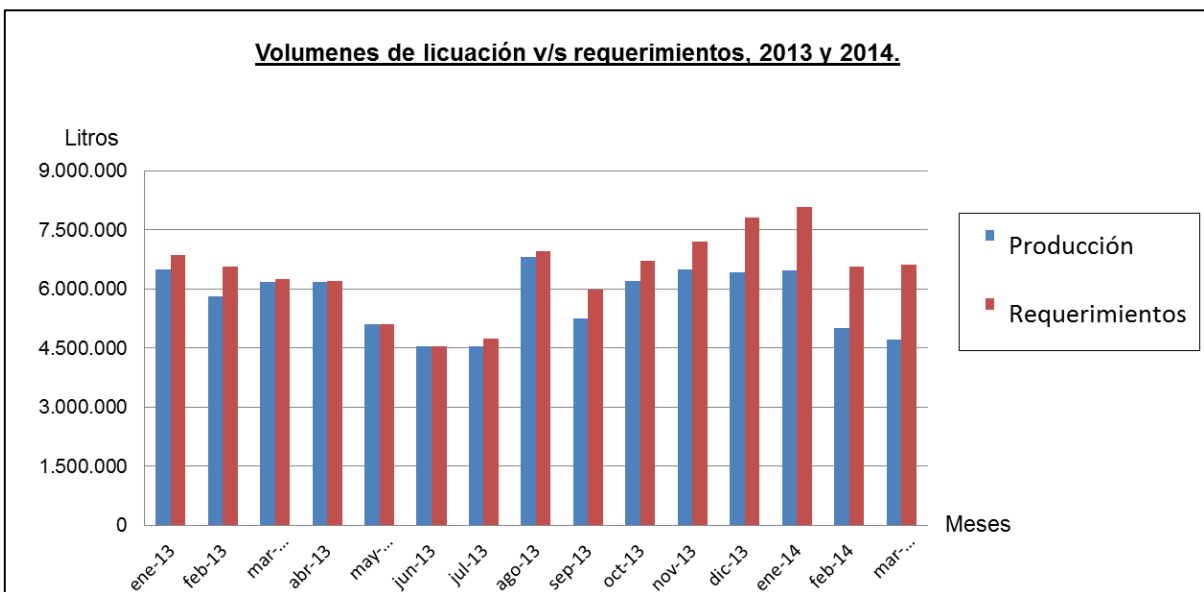


Figura1- 9: Gráfico de Volúmenes de azúcar licuada y requerimientos por programación, año 2013 y 2014. Fuente: Elaboración propia.

Si bien para la empresa resulta más costoso comprar camiones con azúcar líquida que camiones con azúcar granulada, en temporada alta aumenta exponencialmente la adquisición de camiones con azúcar líquida. En la Figura 1-10, se puede apreciar el nivel adquirido de este tipo de camiones entre el año 2013 y parte del 2014. Para mayor detalle de los gráficos revisar Anexo 3.

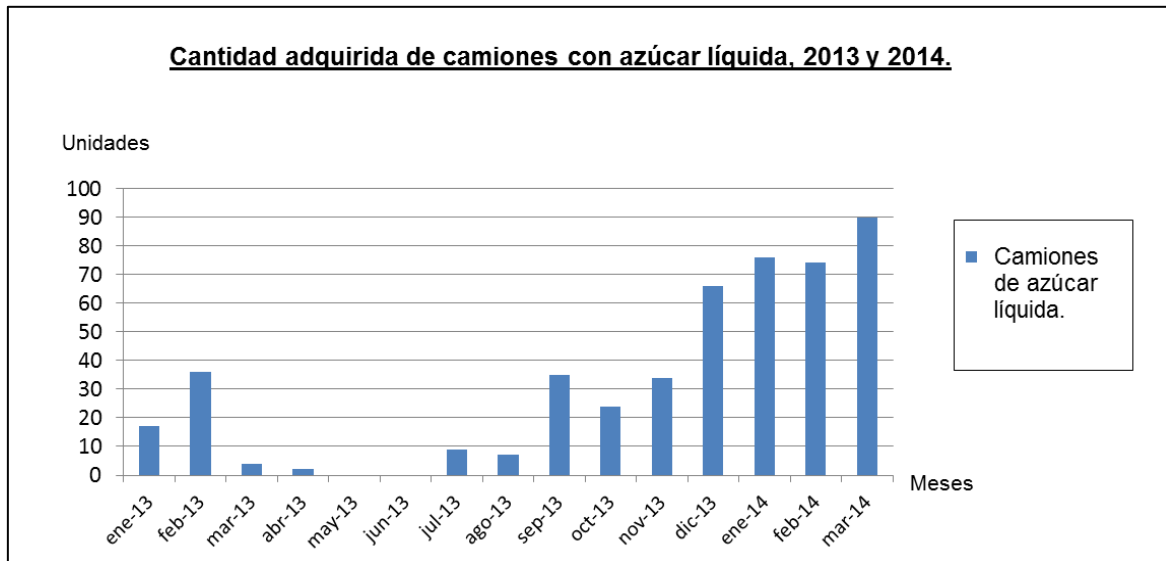


Figura1- 10: Gráfico de Cantidad adquirida de camiones con azúcar líquida, año 2013 y 2014. Fuente: Elaboración propia.

Es importante señalar que el actual Jefe de área exige como mínimo una producción de 13500 l/h y en casos de contingencia solicita aumentar la licuación; éste señala que la medida implementada permite prolongar la vida útil de los filtros. De esta manera, en los meses que comprenden su periodo de jefatura, se ha registrado un rango de producción promedio real correspondiente a 12.500-13.800 l/h y como pick 15.000 l/h aproximadamente.

Con el fin de indagar en los factores que influyen en estos resultados, vale decir, que la pérdida de azúcar este por sobre el valor máximo permitido, es que se entrevistó a los involucrados y se observó el proceso, obteniendo el diagrama *Ishikawa* ilustrado en la Figura 1-11. Para mayor detalle de la entrevista, revisar Anexo 5.

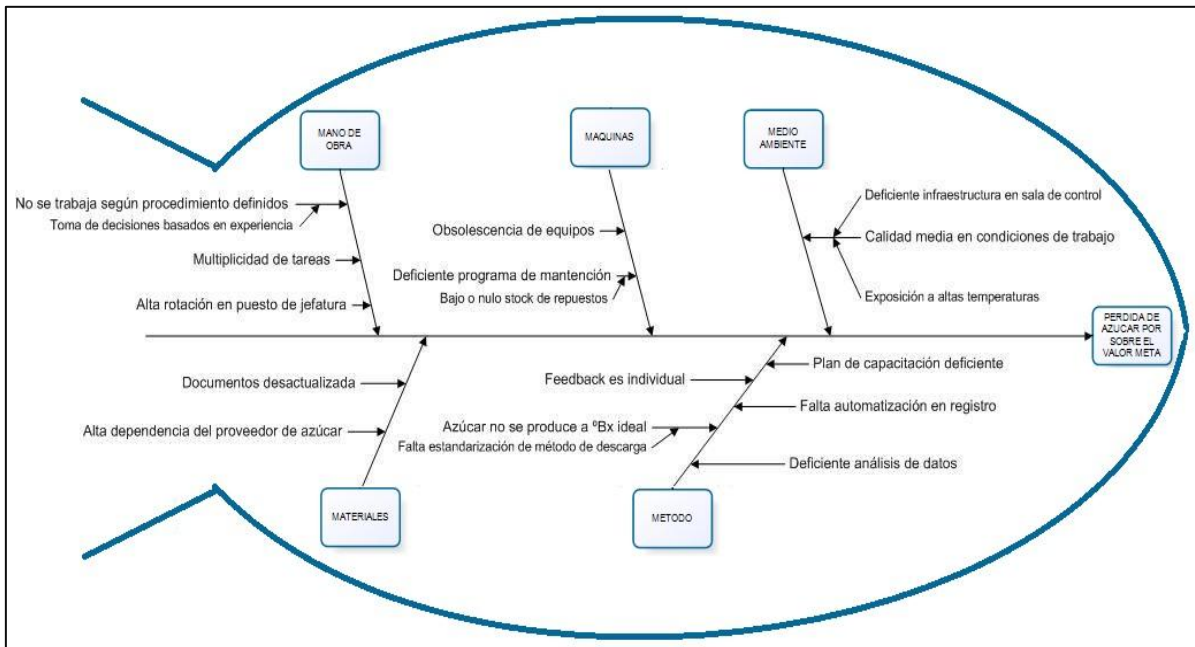


Figura1- 11: Diagrama *Ishikawa* para el problema merma de azúcar. Fuente: Elaboración propia.

A partir del diagrama causa efecto se puede concluir para las 5M lo siguiente:

#### ❖ **Mano de obra:**

Se detectan tres causas principales, dos de ellas ligadas al Operador de licuación y una al Jefe del área.

Las dos primeras tienen relación con las actividades que los trabajadores realizan, por una parte se observa que realizan múltiples tareas que se intensifican en turno noche (operación, monitoreo, saneado, mantención, entre otros) y por otra parte la ejecución de estas no se basa a cabalidad en la metodología o procedimientos definidos por la empresa. Los propios trabajadores reconocen haber adquirido el conocimiento del funcionamiento de la planta en gran parte gracias a un compañero. El Jefe de Elaboración señala que los trabajadores no desarrollan un trabajo de manera analítica y que la mayor parte del tiempo presenta una actitud predispuesta al fracaso. Lo anterior provoca variabilidad en la operación de la planta y, además, que la toma de decisiones esté basada en la experiencia personal o conocimiento empírico de los Operadores.

La tercera causa corresponde a la alta rotación existente en el cargo de Jefe de Elaboración, ya que en los últimos seis años han pasado por el puesto seis

personas distintas. Lo que afecta la estabilidad del área, generando un frecuente cambio en las reglas o modo de gestionar el funcionamiento de Miteco, además de discontinuidad en la productividad, rendimiento de la planta y aumento en los costos por rotación.

❖ **Medio ambiente:**

En este ámbito todos los involucrados concuerdan con la causa principal detectada y es que las condiciones de trabajo presentan una calidad media. Lo anterior se debe a la deficiente infraestructura de la sala de control, lo que genera que los Operadores estén expuestos gran parte de la jornada laboral a altos niveles de temperatura y ruido. Particularmente, el sistema de aire acondicionado falla constantemente, influyendo finalmente en el rendimiento, ánimo y salud de los trabajadores.

❖ **Materiales:**

Se detectan dos causas principales; la primera es la alta dependencia que existe del proveedor de azúcar y la segunda es la desactualización de los documentos de la planta.

Lo anterior provoca por una parte, que toda contingencia en lansagro SA. afecte directamente en la producción de Miteco, y por otro lado al no estar vigentes los documentos como manuales, formularios, instructivos y procedimientos (mayoritariamente con última fecha de actualización año 2006), cause que no se puedan respaldar el funcionamiento o plan de contingencia de la planta.

Los Operadores de licuación señalan que algunas herramientas de trabajo requieren renovación, como por ejemplo los instrumentos de control que permiten analizar constantemente la calidad del azúcar licuada.

❖ **Máquinas:**

En este ámbito se detectan dos causas principales; la primera y en la que todos los involucrados concuerdan, es que el programa de mantenimiento es deficiente. En la actualidad existe nula o baja periodicidad en mantenimiento, además no se respetan las fechas establecidas por priorizar la producción y no existe un *stock* de repuestos. Lo anterior origina mantenciones de tipo correctiva, mermas por reparación y

pérdida de tiempo al esperar que una empresa contratista solucione la falla. La segunda es la obsolescencia de los equipos en comparación con la nueva tecnología de licuación industrial, lo que puede ocasionar un gasto excesivo de recursos, un bajo desempeño y una desventaja competitiva.

También se observa que en la Sala elaboradora de néctar nº 4 falta automatización en equipos de descarga. Al hacer la descarga de forma manual se aumentan las probabilidades de error en volumen de descarga.

❖ **Método:**

Se detectan cinco causas principales, la primera, y en la que todos los involucrados concuerdan es que el plan de capacitación de los operarios es deficiente o nulo, este solo se ha realizado por situaciones de contingencia o por el Área prevención de riesgos.

La segunda, es que el *feedback* entre el Jefe de Elaboración y operarios es de tipo individual, esto se debe en gran parte a la existencia de turnos laborales rotativos, por lo que las reuniones grupales se desarrollan solo por situaciones de contingencia, lo que genera que haya poca integración en soluciones propuestas y baja cooperación entre trabajadores.

La tercera es la falta de automatización en el sistema de registro, actualmente la anotación de los detalles de producción u otros, es realizado manualmente por los operarios, lo que provoca un aumento en las probabilidades por error en traspaso de datos. Además se observa que existe discontinuidad en registro y control diario de actividades.

La cuarta causa corresponde a que el azúcar no se produce al °Bx ideal, si bien la mayor parte del tiempo está contenida en el rango aceptable, este no cumple con el valor meta establecido por la empresa. Por una parte el proceso de filtración al ser manual afecta la variabilidad del indicador, y por otra, el azúcar al no llegar en condiciones ideales a Sala de elaboración de bebidas aumenta las probabilidades de error en la preparación, requiriendo descargar más azúcar o agua para realizar el ajuste. Cabe mencionar, que falta estandarización en el método de registro y descarga del azúcar. De las seis Salas elaboradoras de jarabe, tres (L3, L4 y L8) no miden los °Bx al que viene el azúcar, por lo que aumenta la probabilidad de ajustar el Néctar, además solo tres salas (L1, L2, L15) mantienen un control de descarga,

registrando en un libro el azúcar consumida y las condiciones de arribo. Es importante mencionar que no existe un equipo para cuantificar el consumo o mermas reales de azúcar líquida.

La quinta causa principal corresponde al deficiente análisis de datos, a la discontinuidad de registro mencionada anteriormente se le suma que en la actualidad no existe un historial de producción, productividad, gestión y mantención, que permita diagnosticar y determinar posibles tendencias en rendimiento de la planta. También afecta la alta rotación de Jefes de Elaboración y por ende las repercusiones a nivel de gestión que esta situación provoca, por ejemplo el tiempo que les toma adaptarse al puesto y conocer a cabalidad el proceso de elaboración de azúcar líquida. Actualmente el Jefe de Elaboración genera reportes y estados de resultado trimestrales, además de manera mensual el sistema arroja un informe concluyente (Dpp).

Además, tal como se describió en la sección 1.2.3 los subprocesos identificados se encuentran vinculados a distintas áreas de la empresa, lo cual ha originado una débil comunicación, coordinación y colaboración entre los involucrados. Esta situación ha generado en muchos casos desinformación y la repetición de comportamientos erróneos. Hasta el momento se lleva a cabo un control productivo deficiente; de manera aislada, afectando el análisis de la información y la toma de decisiones. Los datos son analizados solo cuando existe una situación de contingencia o para concretar los informes trimestrales. Por ende no existe un historial de las causas o tendencias de producción. A lo anterior se suma que el registro y almacenamiento de la mayor parte de los datos del proceso productivo, se encuentra de manera física (formularios) y discontinua, vale decir, no automatizada.

Como no existe un registro cuantitativo de las causas que provocan merma, no es posible realizar un diagrama de Pareto para identificar la causa que incide mayormente en el problema. Sin embargo, en una entrevista realizada a los involucrados, se les pidió calificar el funcionamiento de la planta en función de los siguientes criterios: mano de obra, medio ambiente, material, máquina y método. De lo anterior, se concluyó que todos los involucrados concuerdan con que la metodología implementada es el factor más deficiente, obteniendo 7 puntos de un total de 20. Para mayor detalle de la entrevista revisar Anexo 5.

Por lo tanto, si bien todas las causas expuestas anteriormente contribuyen a que existan pérdidas de azúcar por sobre el valor meta, se concluye que la principal causa tiene relación con la metodología implementada, puntualmente con el registro, monitoreo y control del proceso productivo.

Si bien se sabe que la variación de indicadores como °Bx, merma granel y líquida, dependen de las estrategias que implemente el Área de elaboración, el desarrollo de este trabajo de título se enfocará en el proceso de control productivo de licuación, ya que a partir de un control riguroso, se puede levantar información y respaldar la toma de decisiones para posibles estrategias de Jefatura. Además, es de conocimiento que la implementación de una estrategia efectiva, traerían como consecuencia un aumento en la producción y reducción de costos.

Es importante mencionar que el análisis del proceso de control productivo se enfocará en el subproceso de Licuación, ya que es en esta etapa en donde se produce el azúcar líquida y se obtienen los datos relacionados a la producción. Para mayor detalle revisar Anexo 6.

#### **1.4. Aspectos actuales del control productivo de Licuación.**

En la actualidad el control productivo de Licuación está a cargo del Área de Elaboración, que vela por mantener de manera óptima las variables inherentes al proceso y un rendimiento eficiente de la planta. Las principales funciones son:

- a) Control del proceso: Ya sea de manera automática o manual se coordina, monitorea e inspecciona la operación de los equipos en tiempo real o no. Este se puede subdividir en control operacional, suministros y productividad.
- b) Gestión de calidad: Forma parte del control y si bien algunas variables son monitoreadas por los Operadores de licuación, esta gestión corresponde a una función independiente realizada por el Departamento de Desarrollo y Aseguramiento de Calidad. El laboratorio de la empresa controla la calidad del producto y los procedimientos preestablecidos (dosificación), pero no en tiempo real.
- c) Gestión Integral: Se verifican y analizan indicadores de rendimiento y económicos, para la toma de decisiones.

La estrategia de la planta según el Jefe del área es: *“Conformar un equipo cohesionado, calificado y motivado, capaz de cumplir con los volúmenes de azúcar líquida requerida a través de una planificación anticipada; estableciendo de esta manera los volúmenes mínimos a licuar y en caso de ser necesario el número de camiones con azúcar líquida a solicitar”*. Asimismo, los Operadores de licuación afirman: *“Ante cualquier situación negativa es vital detectar el problema, sus posibles causas y solución”*.

El control de los procesos se realiza desde los siguientes lugares:

- a) Oficina 1: Lugar presente en el área de Elaboración desde donde el Jefe del departamento monitorea, controla y verifica los indicadores, productividad y rendimiento de la planta, tanto en tiempo real como no. Pudiendo de esta manera respaldar la toma de decisiones, planificar la producción, requerimientos diarios y administrar el presupuesto.
- b) Oficina 2: Lugar presente en el área de Elaboración desde donde el Administrativo del departamento ingresa al sistema *PeopleSoft* los datos de producción y recuentos mensuales. Conjuntamente es importante mencionar que el traspaso diario de los datos está a cargo de un estudiante en práctica profesional.

- c) Sala de control: Lugar presente en las instalaciones de Miteco desde donde el Operador de licuación establece y monitorea de manera automática o manual las variables operacionales en tiempo real.

Es importante mencionar que todo dato relevante a la producción de azúcar líquida y saneado de los equipos es registrado diariamente y en forma manual en seis libros de control: Formulario Control licuación de azúcar, Control de filtros *milipore*, Consumo azúcar líquida, Control de dosificación de carbón, Observación de comportamientos lista de verificación SSOMA (seguridad ocupacional e higiene, medio ambiente, capacitación y competencias) y Control de saneado sala de azúcar.

Algunas de las variables monitoreadas diariamente son: °Bx, apariencia, turbidez, temperatura de licuación y enfriamiento, capacidad de filtración, dosificación de carbón y tierra, velocidad, nivel de Silos y Tk, entre otros. Mensualmente se controla y analiza el porcentaje de merma azúcar granel y líquida, rendimiento, cantidad de personal accidentado y costos. Para cumplir con lo anterior adecuadamente, el área cuenta con la siguiente tecnología:

- a) Instrumentación: Los equipos que permiten medir las variables que modifican el comportamiento del proceso, son los siguientes: caudalímetro, sensores, refractómetro, turbidímetro, manómetro, termómetro, entre otros.
- b) Sistema de control: Los dispositivos *hardware* y *software* conectados a la instrumentación, que permiten recopilar las mediciones de las variables del proceso o fijar los valores deseados son: Tablero lansa, Tablero Licuación y *software* de monitoreo. Para mayor detalle de los equipos revisar Anexo 2.
- c) Sistemas de información: Los elementos automatizados que permiten procesar e integrar la información correspondiente al Control de proceso, Gestión de Calidad y Gestión Integral, son: *Microsoft Office*, *PeopleSoft*, *Microsoft Outlook*, Sistema de envasado.

El programa de producción de azúcar, es estimado diariamente, tanto por los Operadores de licuación, como por el Jefe de área. La proyección se realiza en función de los requerimientos enviados por el departamento de Planificación y Finanzas, el *stock* presente es Tk de almacenamiento y la eficiencia operacional.

## **1.5. Objetivos y alcances del proyecto.**

Debido a que ya se identificó el problema y las causas que lo originan, se procede a establecer el objetivo general y específico de este trabajo de título, además de los alcances de este.

### **Objetivo general.**

Rediseñar el proceso de control productivo de licuación de azúcar, en una empresa que fabrica bebidas analcohólicas, para en el mediano plazo respaldar la toma de decisiones.

### **Objetivos específicos.**

- ❖ Diagnosticar la situación actual de la empresa.
- ❖ Analizar las distintas metodologías para rediseñar procesos.
- ❖ Proponer un rediseño al proceso de control en la elaboración de azúcar líquida.
- ❖ Validar la propuesta de rediseño.
- ❖ Evaluar la viabilidad de la propuesta.

### **Límites y alcances.**

El presente trabajo de título contempla la evaluación del proceso de control en la producción de azúcar líquida ECCUSA planta Renca.

Debido a que se desarrollará una propuesta de rediseño, los resultados obtenidos no serán evaluados operacionalmente, ya que no serán implementados o aplicados de manera inmediata en la empresa.

## Capítulo II. Marco teórico.

---

A medida que la sociedad se ha globalizado, las empresas y las organizaciones han ido creciendo y se han vuelto cada vez más complejas. Esta condición, hace esencial la creación de diversas metodologías enfocadas a mejorar los procesos en las organizaciones.

El presente capítulo establece el detalle teórico en el cual estará basado este proyecto. Puntualiza las principales definiciones y las herramientas existentes para la mejora de los procesos.

### 2.1. Definiciones fundamentales.

A continuación se presentan los primordiales conceptos que engloban el marco teórico a considerar, para lograr entregar al lector el enfoque que se le da a cada una de estos.

#### 2.1.1. Procesos.

Para conceptos de este trabajo de título, un proceso puede definirse como un conjunto de acciones o actividades enlazadas entre sí para lograr un fin. Este fin se obtiene mediante la coordinación de un número de personas y de los recursos materiales de la organización. (Velasco J. A.-F., 1999).

En el ámbito de una empresa los procesos involucran actividades para conseguir una transformación de elementos de entradas en elementos de salida. Estos procesos tienen la particularidad de que son impulsados por eventos externos, ya sea para iniciar como para continuar luego de un momento de espera.

#### 2.1.2. Gestión por procesos.

Básicamente, y tal como su nombre lo expresa, consiste en la forma de gestionar las empresas basándose en sus procesos y no en los departamentos, como lo hace la gestión tradicional.

La Gestión de procesos nace con el fin de mitigar los inconvenientes de la gestión tradicional. Los principales inconvenientes que esta última presenta son la reducida flexibilidad y el escenario competitivo. Además este nuevo enfoque sobre la gestión dentro de las organizaciones permite mejorar la eficiencia de las empresas. (Velasco J. A.-F., 1999)

La forma en que se gestionan los procesos es básicamente, incorporando actividades de medición, análisis y mejora. Lo anterior se puede apreciar en la Figura 2-1.

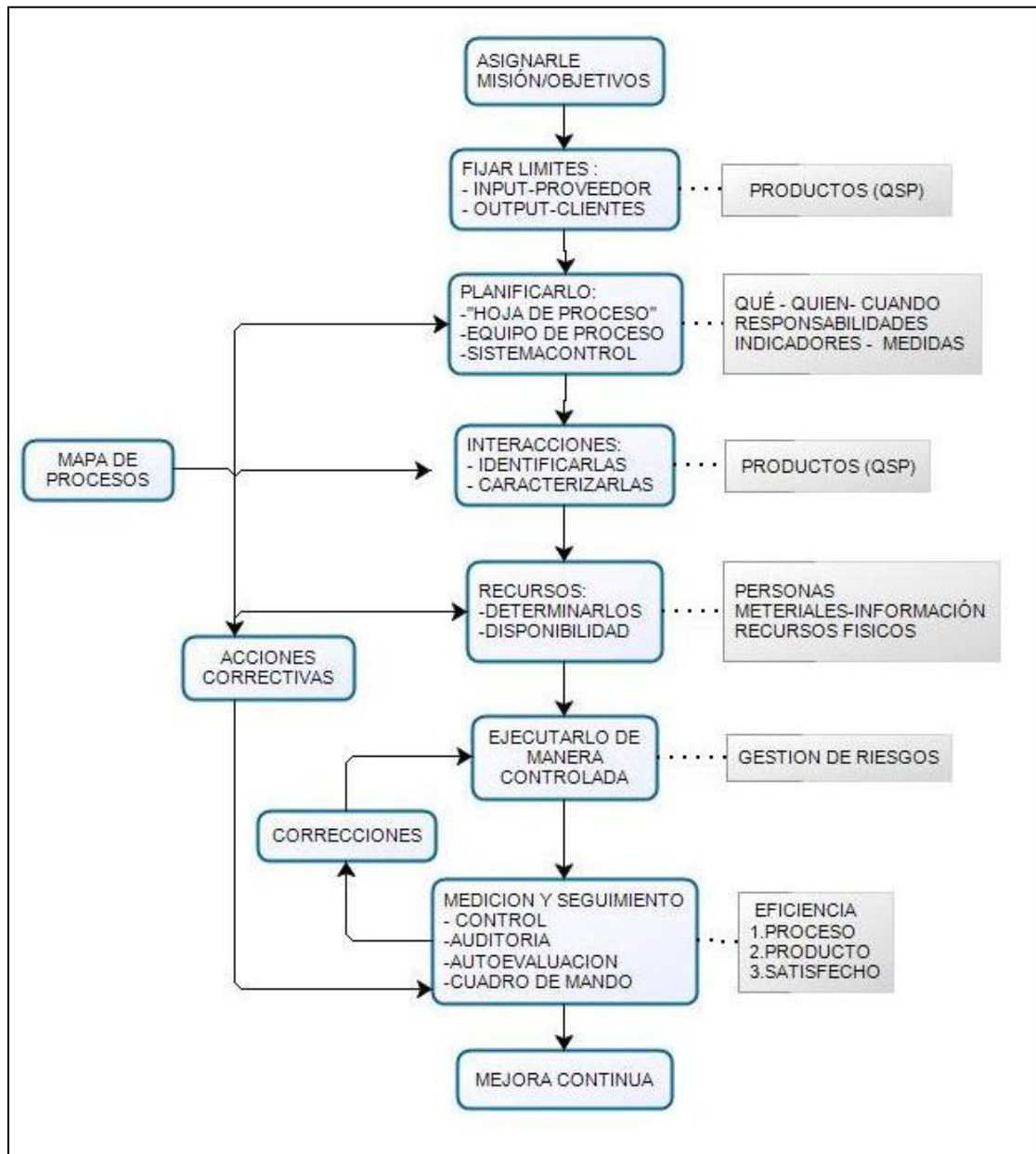


Figura2- 1: Actividades para la gestión de un proceso. Fuente: (Velasco J. A.-F., 1999).

### **2.1.3. Control de procesos.**

Controlar los procesos se basa principalmente en controlar las variables inherentes del proceso. El control de proceso se refiere a cerciorarse que el rendimiento del proceso se mantenga dentro de los límites establecidos, los cuales están determinados por los indicadores de evaluación.

Elementos del control:

- a) Relación con lo planeado: el control permite verificar si los objetivos se lograron en relación a lo planeado.
- b) Medición: para controlar es necesario medir y cuantificar los resultados.
- c) Detectar desviaciones: es importante considerar las diferencias que se producen entre la ejecución y la planeación.
- d) Establecer medidas correctivas: la finalidad del control es anticiparse y corregir los errores.

El control es de vital importancia ya que, alcanza los planes exitosamente debido a que se establece medidas para corregir las actividades. Un control eficaz dentro de los procesos permite determinar rápidamente las causas que pueden originar desviaciones, lo que además ayuda a reducir costos y ahorrar tiempo evitando errores.

### **2.1.4. Rediseño de procesos.**

El rediseño de proceso consiste principalmente en hacer más eficiente, eficaz y flexible el proceso. Todo lo anterior se logra mediante una acción sistemática sobre un proceso, el cual realizará cambios estables dentro de este, alcanzando en un grado superior al que contaba antes.

Para lograr el rediseño de un proceso, existen diez pasos a seguir (Verzini):

- 1) Elegir el proceso a rediseñar.
- 2) Identificar los resultados deseados para ese proceso.
- 3) Relevar situación actual.
- 4) Escribir un diagrama de flujo del proceso actual.

- 5) Rediseñar el proceso.
- 6) Identificar las variables críticas de proceso y los puntos de control.
- 7) Asignar responsabilidades.
- 8) Elegir indicadores de gestión.
- 9) Escribir procedimientos.
- 10) Implementar y evaluar.

Cada uno de estos pasos logrará rediseñar el proceso, sin embargo es importante señalar que el rediseño no se acaba cuando finaliza el paso diez, sino más bien, el grupo que evalúa el proceso debe acordar un plazo de seguimiento para volver a evaluar la efectividad de las decisiones. El ciclo total conviene repetirlo cada cierto tiempo.

### **2.1.5. Validación de procesos.**

Consiste en establecer evidencia documentada, para proporcionar de manera fiable que un proceso específico produce un producto que cumple las especificaciones y características de calidad predeterminadas; bajo ciertas condiciones y durante un tiempo determinado.

Alguno de sus enfoques de experimentación son pruebas directamente en el sistema real y otros consisten en simular un modelo del sistema real.

### **2.1.6. Control de gestión operacional.**

El control de gestión tiene como misión preparar y analizar la información para facilitar la toma de decisiones posteriores.

La labor del control de gestión se basa en preparar y analizar información, con el fin de facilitar la labor siguiente de toma de decisiones por parte de los diferentes órganos de la dirección de la empresa.

El control de gestión se encarga, por lo tanto de; planificar, organizar, medir y controlar la actividad de las organizaciones con el fin de garantizar la obtención de sus propósitos estratégicos y operativos. (EOI, 2012).

El control operacional se ajusta en tareas individuales, implicando una simplificación del proceso. Este tipo de control dentro de la organización actúa bajo procedimientos específicos, por lo que no lo afecta el juicio de cada trabajador.

### **2.1.7. Indicadores de gestión.**

Los indicadores de gestión son medidas utilizadas para evaluar el desempeño y los resultados de una organización o proyecto. Algunos tipos de indicadores de gestión son; tiempo de ciclo de proceso, costos, calidad percibida por los clientes, entre otros.

De acuerdo a lo que se señala en (Gaitán, 2006) existen indicadores de gestión de procesos, los cuales presentan tanto expresiones cuantitativas como cualitativas, las primeras hacen referencia a las variables que intervienen en un proceso, mientras que las cualitativas a los atributos de los resultados, que permiten analizar el desarrollo de la gestión y el cumplimiento de metas establecidas por la organización.

## 2.2. Herramienta de análisis de información.

A continuación se detalla teóricamente una herramienta de análisis utilizada en esta tesis, con el fin de identificar el problema y sus posibles causas.

### 2.2.1. Diagrama de Ishikawa o causa-efecto.

El diagrama de *Ishikawa* o de causa-efecto, tal como su nombre lo indica, representa la relación entre un efecto y sus causas.

Este tipo de diagrama describe situaciones complejas para que se puedan comprender mejor, y de esta forma, identificar las causas responsables del problema en estudio, para luego, aplicar las acciones correctivas necesarias para el caso.

La representación gráfica tal como se aprecia en la Figura 2-2, se presenta en forma de una espina de pescado, dada esta particularidad, es que también recibe el nombre de diagrama de espina de pescado. Es importante señalar que toma esta forma, dado que cada causa primaria identificada, puede contar con muchas otras causas secundarias.

Las causas primarias definidas en la espina de pescado, se clasifican en las 5 M: Máquina, Materiales, Método, Mano de obra y Medioambiente.

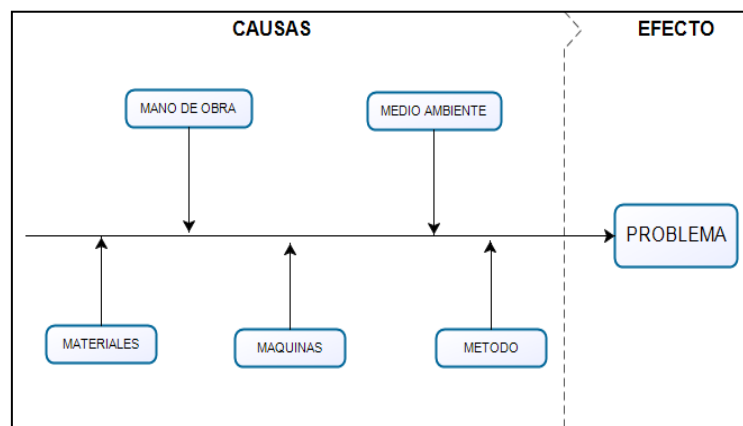


Figura2- 2: Diagrama Ishikawa. Fuente: (Galgano, 1995).

Este tipo de diagrama es útil en el análisis de las condiciones reales, con el objetivo de; mejorar la calidad, eliminar las causas que dejan problemas sobre los procesos o los productos, normalizar las operaciones existentes detectadas en la categoría de mantenimiento, entre otras.

## 2.3. Metodologías para la mejora de procesos.

La utilización de metodologías de mejora de procesos tienen la ventaja de que las reducciones de costos conseguidas serán permanente, ya que el problema se ataca directamente sobre las causas. (Velasco J. A., 2007). A continuación se detallan tres metodologías posibles de aplicar.

Es importante destacar, que se eligen estas tres metodologías a describir, ya que todas ellas están relacionadas con las características de las causas del problema. A demás son las metodologías que actualmente se encuentran más usadas en las empresas para conceptos de mejoramientos de procesos.

### 2.3.1.Six-Sigma.

Esta metodología de mejora de procesos, se concentra en la reducción de la variabilidad de los procesos, los defectos y los errores, logrando por lo tanto, mejoras significativas en la calidad total. Así logra aumentar los márgenes de ganancia y minimiza los costos.

Al ser *Six-Sigma* una herencia de las filosofías de Deming y Juran, tiene como principal fundamento generar un compromiso con los clientes, ofreciéndoles productos a bajo precio pero con la más alta calidad. (Fraile, Barrio, & Monzón, 2003).

Esta metodología utiliza herramientas estadísticas para definir los problemas, medir y analizar la información, para luego generar mejoras, controlar los procesos, rediseñarlos o crear nuevos diseños, generando siempre un ciclo de mejora continua.

En la Figura 2-3 se muestra el ciclo de mejora continua al que hace referencia *Six-Sigma*.

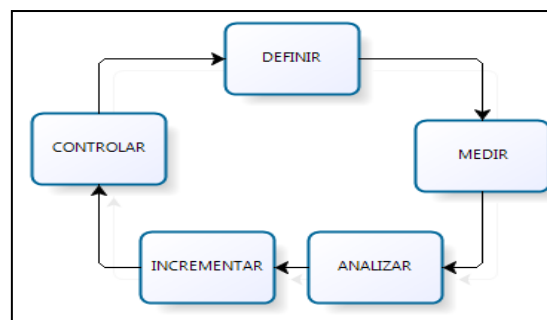


Figura2- 3: Ciclo de mejora continua de Six-Sigma. Fuente: (Fraile, Barrio, & Monzón, 2003).

### **2.3.2. Gestión de la calidad total.**

La gestión de la calidad total, o TQM del inglés *Total Quality Management*, es un modelo de gestión empresarial. Este modelo está enfocado al cliente, sin dejar de lado todos los elementos que rodean a la organización, creando conciencia sobre la calidad en todos los procesos.

Gestionar en forma correcta la calidad de los procesos o productos dentro de la organización, genera una ventaja competitiva. Esta ventaja competitiva se puede ver tanto internamente como externamente de la empresa, se presenta de manera interna dada la posible reducción de los costos a largo plazo, mientras que externamente se expresa cuando se produce un efecto positivo sobre las ventas del producto.

El fin último del modelo de gestión de la calidad total es entregar productos con un alto nivel de calidad para satisfacer a los clientes y conseguir la motivación de los empleados.

El concepto de calidad enfocado en los procesos sostiene que la manera de obtener productos de calidad es actuando en sus procesos, esto conlleva a un efecto sobre la estructura de la organización, controlando no solo al producto, sino que haciendo participar a todos sus empleados. Cabe destacar que además existe enfoque trascendente, en el producto, en el cliente, entre otros.

El modelo TQM implica dos tipos de administración; de mantenimiento y de innovación, la primera enfocado a la mejora continua, mientras que el segundo a la reingeniería de procesos.

Para poder establecer la calidad de un producto y su posterior control, se debe medir las características propias de calidad, para analizar estos datos se debe realizar mediante técnicas estadísticas, existen variadas herramientas para el análisis, dentro de las cuales se encuentran “las siete herramientas de la calidad”:

- 1) Hoja de control.
- 2) Histogramas.
- 3) Diagramas de Pareto.
- 4) Diagramas de dispersión.
- 5) Gráficos de control.
- 6) Diagramas de causa-efecto.
- 7) Diagramas de flujo.

Para llevar a cabo la calidad sobre el proceso, es necesario, considerar el orden y la limpieza como una nueva cultura en la empresa. Las 5S tratan de lograrlo, viéndolo como algo necesario para mejorar las condiciones de trabajo, la seguridad y la eficacia. Esta estrategia dentro de la gestión de la calidad lleva el nombre de las 5S, dado que corresponde a las iniciales de cinco palabras japonesas:

- a) *Seiri* (Despejar), identificar todos los elementos necesarios para el desempeño de las tareas, separando y eliminando los innecesarios.
- b) *Seiton* (Orden), una vez despejada el área de trabajo se debe poner orden. “Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar”
- c) *Seiso* (Limpieza), identificar y eliminar los focos de suciedad, asegurando que todo esté en perfecto estado.
- d) *Seiketsu* (Normalizar), establecer procedimientos que conozcan todas las personas de la organización.
- e) *Shitsuke* (Disciplina), trabajar de acuerdo a las normas establecidas.

La calidad y la productividad están estrechamente relacionadas, de tal forma que si se permite un foque basado en la calidad dentro de la organización, la productividad se verá positivamente afectada.

Hacer bien las cosas, en los productos o en el orden y la limpieza de la organización, permitirán que los costos, las disposiciones de las máquinas y herramientas disminuyan, mientras la organización aumente la confianza tanto de los clientes como de los empleados.

### **2.3.3. Business Process Management.**

La gestión por Procesos de Negocios (BPM por sus siglas en inglés) tiene como objetivo mejorar la eficiencia de la organización.

La Asociación Internacional de Profesionales de BPM lo describen como: *“Enfoque sistemático para identificar, levantar, documentar, diseñar, ejecutar, medir y controlar tanto los procesos manuales como automatizados, con la finalidad de lograr a través de sus resultados en forma consistente los objetivos de negocio que se encuentran alineados con la estrategia de la organización. BPM abarca el apoyo creciente de TI con el objetivo de mejorar, innovar y gestionar los procesos de principio a fin, que determinan los resultados de*

*negocio, crean valor para el cliente y posibilitan el logro de los objetivos de negocio con mayor agilidad.» (Hitpass, 2012).*

El BPM como una disciplina de gestión de procesos incluye dos grandes áreas de la gestión empresarial:

- a) BPM *Governance*.
- b) BPM *Operacional*.

La principal diferencia entre estos, es que el primero es un modelo de gestión corporativo orientado a procesos, mientras que el segundo abarca todo el ciclo de gestión por cada proceso. El BPM *Governance*, es un solo modelo para todas las áreas de negocio. En el caso de BPM *Operacional* el ciclo comienza a partir de dos posibles constelaciones:

- a) Un proceso actual que debe levantarse y documentarse y/o rediseñarse.
- b) Insertar un nuevo proceso que no exista en la organización.

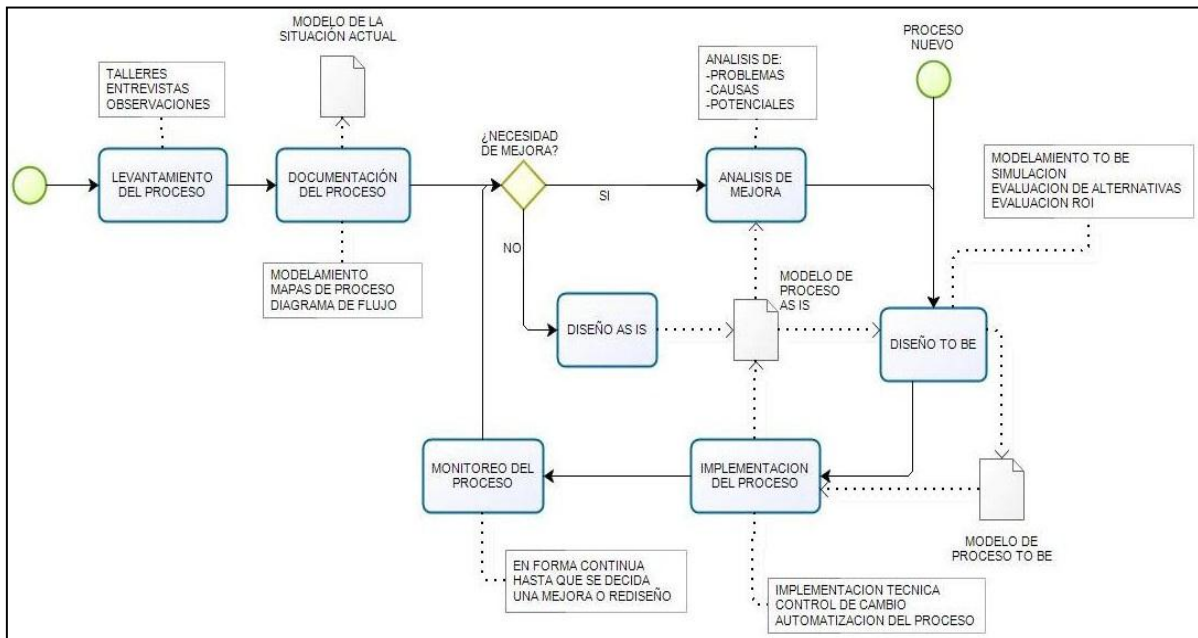


Figura2- 4: Ciclo de BPM Operacional. Fuente: (Hitpass, 2012).

El ciclo de BPM *Operacional* cuenta con varias fases para conseguir el nuevo proceso, algunas de estas son:

- 1) Fase de “Levantamiento del Proceso”, en esta primero se debe recoger la información sobre cómo está organizado el flujo de trabajo.

- 2) Fase de “Documentación del Proceso”, se debe documentar la información sacada de la fase anterior, esto se documenta en un modelo de procesos que refleja la situación actual de la empresa.
- 3) Fase de “Implementación del Proceso” incluye la implementación técnica como las adaptaciones organizacionales. El resultado final de la implementación técnica del proceso es la situación actual, autorizada y documentada.

El punto de partida para el rediseño de proceso nace de la debilidades identificadas en la fase de “Análisis de mejora” o de las desviaciones producidas en la etapa de “Monitoreo de procesos”.

Para lograr modelar de manera estandarizada cada parte que compone el ciclo de BPM, es que se utiliza BPMN, este cuenta con notaciones estandarizadas y automatizadas para llevar a cabo el levantamiento de información en los procesos, más adelante se detalla esta notación.

El modelo técnico obtenido puede implementarse por medio de una *Suite* de BPM, es que por las siglas en ingles se denomina, BPMS.

El ciclo BPM muestra en sus principales fases cómo funciona el círculo de mejora continua de los procesos. Para aplicarlos es necesario:

- a) Asignar responsabilidades a los procesos.
- b) Emplear métodos de análisis y gestión en él.
- c) Contar con el apoyo de soluciones adecuadas de TI.

Existen varias herramientas para BPM, a continuación se mencionan alguna de ellas:

- a) Herramientas que apoyan los procesos de análisis llamadas plataformas BPA (*Business Process Analysis*) o también EA (*Enterprise Architecture Tools*).
- b) Herramientas que apoyan la implementación técnica o automatización de los procesos llamados BPMS.
- c) Herramientas que apoyan la administración y ejecución de reglas de negocio en forma independiente de los sistemas que las utilizan, llamadas Motores de Reglas o BRMS (*Business Rules Management Systems*).
- d) Herramientas que permiten implementar junto a los procesos los indicadores de control de gestión en tiempo real, llamadas BAM (*Business Activity Monitoring*).

- e) Herramientas que permiten la orquestación de servicios entre los sistemas de BPMS con los sistemas de los *back-office*, llamadas *SOA Suite*.
- f) Herramientas que permiten analizar los datos históricos de los procesos ejecutados para detectar desviaciones del comportamiento deseado o descubrir nuevos patrones. A estos entornos analíticos se les llama herramientas de minería de procesos o *Process Mining Tools*.

Existe también el *Business Processes Model and Notation* o BPMN, que tiene como principal objetivo estandarizar la notación gráfica, para automatizar los procesos de forma rápida.

BPMN describe la lógica de los pasos en un proceso de negocio. Es importante modelar con BPMN, ya que, tal como se ha mencionado, es un estándar internacional de modelado de procesos, lo que le permite tener como característica el proporcionar un lenguaje común para que las partes involucradas comuniquen los procesos en forma clara, completa y eficiente. De esta forma BPMN proporciona la notación de un Diagrama de Procesos de Negocios (BDP, por sus siglas en inglés de *Business Process Diagram*). BPD es un diagrama para ser utilizado por los analistas de los procesos.

En BPMN es posible llegar a detallar que actividades son automatizadas, cuales son llevadas a cabo con ayuda de un sistema o que actividades se realizan en forma manual.

Los elementos gráficos con los que cuenta BPMN se clasifican en cuatro categorías:

- 1) Objetos de flujo: corresponde a los principales elementos gráficos que definen el proceso. Eventos, actividades y compuertas.
- 2) Objetos de conexión: elementos usados para conectar dos objetos del flujo dentro de un proceso. Existen tres tipos de objetos de conexión; líneas de secuencia, asociaciones y líneas de mensaje.
- 3) Canales: son organizadores de actividades de flujo en diferentes categorías visuales, representando áreas funcionales, roles o responsabilidades. Mediante *Pools* y *Lanes*.
- 4) Artefactos: Entregan información adicional sobre el proceso diagramado. Existen tres tipos: objetos de datos, grupos y anotaciones.

## **2.4. Herramienta para documentación de proceso.**

Existe una gran cantidad de herramientas para modelar bajo las notaciones estandarizadas de BPMN, a continuación se detallan algunas de ellas con el fin de utilizar la que más se acomode en este trabajo de título.

### **2.4.1. Microsoft Office Visio.**

*Software* que permite realizar diagramas para visualizar, explorar y comunicar información compleja, estos diagramas pueden ser de oficinas, base de datos, flujo de programas, entre muchos otros. Si bien esta herramienta no fue creada para los diagramas de procesos de negocio, en su última versión, cuenta con los estándares de diagramas compatibles con BPMN.

### **2.4.2. ARIS.**

ARIS (Arquitectura de sistema de información integrada) es una herramienta que permite crear, analizar, gestionar y administrar todo el modelo de una empresa, desde la estrategia sobre los procesos de negocio a las arquitecturas de información. Es una aproximación al modelamiento empresarial. Las versiones más recientes de ARIS son compatibles con la notación de procesos de negocio, BPMN.

### **2.4.3. Bizagi.**

El modelador de procesos *Bizagi* corresponde a una herramienta gratuita que permite modelar, documentar y simular procesos.

*Bizagi* ha estado por más de 20 años en el negocio. Su nombre significa agilidad de negocio. (Bizagi, s.f.).

*Bizagi* presenta dos productos complementarios, un modelador de procesos y una suite de BPM. El primero permite documentar, diagramar y simular procesos en bases a la notación estandarizada de BPMN, y el segundo, entrega una solución de BPM permitiendo a las empresas automatizar y ejecutar procesos.

## 2.5. Consideraciones finales.

Para poder escoger la metodología más adecuada entre las descritas anteriormente, es que se desarrolló la Tabla 2-1, la cual se muestra a continuación. Esta considera distintas características de las tres metodologías expuestas (Muñoz, 2012).

<b>Metodologías</b>	<b>BPM</b>	<b>TQM</b>	<b>Six Sigma</b>
<b>Criterios</b>			
<b>Enfoque</b>	Se centra en los objetivos de la organización a través de una mejor gestión de los procesos de negocio para la generación de valor económico.	Asegurar la continua satisfacción del cliente, mediante una mejor planificación, mejora y control de los procesos de negocio.	Presenta una estrategia analítica para la generación de valor económico a través de la mejora de procesos. Además su enfoque está en el cliente.
<b>Importancia del modelado de procesos</b>	La documentación del proceso debe ser con suficiente rigor en el modelado de procesos y análisis mediante el uso de herramienta y métodos estructurados.	Los procesos se asignan y documentan mediante métodos simples, los cuales son menos estructurados.	Al igual que en TQM los procesos se asignan y documentan de acuerdo a métodos simples, además es importante considerar si se cumplen o no las expectativas de los clientes.
<b>Mejora de procesos</b>	Adopta el rediseño y la mejora de procesos de una forma más global utilizando métodos adecuados, herramientas y tecnología.	La mejora depende de algunos elementos como el análisis de datos, enfoque de causa-efecto y apoyo de tecnología adecuada.	Se apoya de la metodología DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Incorporar y Controlar) para alcanzar las etapas y generar un ciclo de mejora continua.
<b>Control del proceso</b>	El seguimiento y control de los procesos recibe un mayor énfasis, ya que esta metodología cuenta con gran capacidad para controlar y monitorear procesos.	Se utilizan herramientas estadísticas, planificación y construcción de controles adecuado en los procesos.	El control de los procesos se realiza siguiendo una tendencia de los indicadores claves.

Tabla2- 1: Comparación entre las metodología para el rediseño de procesos, BPM, TQM y Six sigma.  
Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a lo expresado en el marco teórico, y a la Tabla 2-1, anteriormente expuesta, es que se considera la opción de trabajar bajo la metodología de BPM, principalmente porque para efectuar el rediseño de control productivo, esta metodología engloba a las características del problema detallado en el capítulo anterior.

El resto de las metodologías se descartan dado que BPM se desarrolla en todas las áreas de trabajo, ayudando a la resolución del principal problema detectado. Al ser BPM una metodología que trabaja en base a la vinculación de las áreas de una organización, esta característica permitirá vincular las áreas de la empresa, logrando una mayor coordinación y colaboración entre estas, generando informes de registro, monitoreo y control de los procesos, con el fin de tener claridad en las causas o tendencias que existen en los procesos antes descritos de la empresa, lo que permitirá una mayor comunicación entre las áreas, tanto para tomar una nueva decisión como para que todos estén al tanto de lo que ocurre interiormente.

Las otras metodologías no engloban a las distintas áreas, más bien se ocupan del valor final de los productos o procesos, no considerando como análisis la vinculación entre las distintas áreas de la empresa. En el caso de *Six-Sigma*, se sabe que esta considera variables como la calidad percibida por el cliente. Esta herramienta se concentra en la reducción de la variabilidad de los procesos, los defectos y los errores. TQM, se basa principalmente en entregar productos con un alto nivel de calidad para satisfacer a los clientes y conseguir la motivación de los empleados.

Si bien todas estas metodologías son importantes y aplicables hoy en los procesos y sus organizaciones, las variables por las cuales se descartaron, es principalmente porque estas no corresponden al problema en el que se basa este trabajo de título.

Para seleccionar la herramienta de documentación del proceso, se elaboró la Tabla 2-2, la cual determina que el instrumento de modelamiento más adecuado para el desarrollo de la tesis es el *software Bizagi*. La selección se basó asignándole puntaje a los siguientes factores:

- a) Licencia del *software*: Acceso a la licencia para trabajar con el *software*.
- b) Manuales: Acceso a manuales y tutoriales para aprender a utilizar el *software*.
- c) Visualización: La gráfica utilizada por el usuario debe permitir su entendimiento sin mayor complejidad.

Estos factores se evaluaron mediante puntuación de 1 a 3, donde 1: Acceso nulo, 2: Acceso dificultoso y 3: Acceso fácil.

<b>Criterios</b> <b>Software</b>	<b>Licencia del software</b>	<b>Manuales</b>	<b>Visualización</b>	<b>Puntaje final</b>
<b>Microsoft office visio</b>	3	2	3	8
<b>Aris</b>	2	2	3	7
<b>Bizagi</b>	3	3	3	9

Tabla2- 2: Comparación entre las herramientas de modelación, Visio, Aris y Bizagi. Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 2-2, se puede apreciar el puntaje obtenido por los diferentes *Software*, el que mayor puntaje obtuvo es *Bizagi* con 9 puntos, por lo tanto se decide trabajar con esta herramienta para la documentación de los procesos analizados.

## **Capítulo III. Desarrollo del trabajo de título.**

---

En el siguiente capítulo se levanta información del control productivo de Licuación, vale decir, se diagnostica la situación actual del proceso con el objetivo de identificar problemas y evaluar una propuesta de rediseño.

### **3.1. Levantamiento de la situación actual.**

#### **3.1.1. Descripción del proceso de control productivo actual.**

A continuación se presenta la descripción completa de los procesos de control productivo de Licuación en las etapas de Descarga, Disolución, Recuperación, Filtración, Refrigeración y control Integral.

##### **3.1.1.1. Proceso control de Descarga.**

El objetivo de este proceso es maximizar la alimentación de azúcar granulada hacia la planta, puntualmente a la etapa de Disolución. Además de minimizar las detenciones por fallas en el equipo, que suelen provocar pérdidas de azúcar granel.

El control en esta etapa, que resulta ser mayormente un monitoreo, se encarga de inspeccionar el funcionamiento operativo de los equipo como tornillos de alimentación, válvulas y sensores de nivel. Las variables controladas en tiempo real son frecuencia; que debe ser en promedio rpm 70%, el ruido; que debe estar ausente, las compuertas; que según el caso deben estar abiertas o cerradas, y el volumen de descarga; el cual no debe superar las 3 toneladas.

La inspección de estas variables lo realiza en cada turno el Operador de licuación de manera automática y manual, vale decir, a través del Tablero de licuación, Tablero eléctrico o presencialmente (visual). Si algunos de los parámetros se encuentran fuera de rango se procede a buscar su causa y solución; en caso de no dar con un resultado se recurre al Jefe de área para estudiar y analizar la manera de estabilizar el proceso. Cabe mencionar, que si se exceden los niveles establecidos para el nivel y frecuencia, se activa automáticamente una alarma visual.

En esta etapa no existe un registro y análisis de datos históricos. Solo y en caso de producirse una situación de contingencia, se detallan las observaciones en el libro Formulario control licuación de azúcar.

En este proceso trabaja un Operador de Licuación en la sala de control, el Jefe de Elaboración desde la Oficina 1 y en caso de ser necesario apoya el Área de Mantenimiento ECCUSA o un proveedor externo.

### **3.1.1.2. Proceso control de Disolución.**

El principal objetivo de este proceso es maximizar la producción de la mezcla y minimizar la desviación de las variables respecto a los parámetros establecidos por la empresa.

El control se encarga principalmente de monitorear parámetros operativos, la presencia de carbón activado y el funcionamiento eficiente de las bombas. Las variables controladas en tiempo real son volumen utilizado de D01; mínimo 35%, medio 45% y máximo 85% de la capacidad, los °Bx; el cual debe corresponder a 68°Bx, la temperatura; que debe estar contenida en 85°C, el color de la mezcla; el cual debe ser negro, y el ruido que debe estar ausente.

La inspección de estas variables lo realiza el Operador de licuación, correspondiente a cada turno, esta inspección lo realiza de manera automática y manual, vale decir, a través del Tablero de licuación o presencialmente (visual). Al igual que en el proceso anterior, si algunos de los parámetros se encuentran fuera de rango se procede a buscar su causa y solución; en caso de no dar con un resultado se recurre al Jefe de área. Cabe mencionar, que si se sobrepasa el rango establecido para las variables de volumen, °Bx y temperatura el sistema activa automáticamente una alarma visual y detiene la entrega del producto a la etapa de Recuperación.

Al final de cada turno se registra en los Formularios control licuación de azúcar y control de dosificación de carbón, los datos controlados (temperatura de licuación) y eventualidades ocurridas en el turno. En este proceso no se realiza un análisis de información.

En este proceso trabaja un Operador de licuación en la sala de control, el Jefe de Elaboración desde la Oficina 1 y en caso de ser necesario apoya el Área de Mantenimiento ECCUSA o un proveedor externo.

### **3.1.1.3. Proceso control de Recuperación.**

El proceso control de Recuperación tiene como objetivo maximizar el tiempo de reposo del producto enviado desde la etapa de Disolución, para que el carbón activado cumpla su función.

Principalmente se encarga de controlar parámetros operativos y la presencia de carbón activado. Las variables monitoreadas en tiempo real son volumen utilizado de D28; mínimo 10% y medio 50%, el tiempo de reposo no puede ser inferior a 30 minutos y el color de la solución debe ser negro.

La inspección de estas variables lo realiza el Operador de licuación, correspondiente a cada turno, la inspección la realiza de manera automática y manual, vale decir, utilizando el Tablero de licuación o de forma visual verificando que estas condiciones estén presentes en el estanque. Al igual que en los procesos anteriores, si algunos de los parámetros se encuentran fuera de rango se procede a buscar su causa y solución; en caso de no dar con un resultado se recurre al Jefe de área para estudiar y analizar la manera de estabilizar el proceso. Cabe mencionar, que si el nivel del estanque está bajo el establecido, se activa automáticamente una alarma visual y detiene entrega a la etapa de Filtración.

Al término de cada turno se registra en el Formulario control de licuación de azúcar, eventualidades y nivel del producto presente en el estanque. En este proceso no existe análisis de información.

En este proceso trabaja un Operador de licuación en la sala de control, el Jefe de Elaboración desde la Oficina 1 y en caso de ser necesario apoya el Área de Mantenimiento ECCUSA o un proveedor externo.

### **3.1.1.4. Proceso control de Filtración.**

Los principales objetivos de este proceso son maximizar el rendimiento de las tierras filtrantes, minimizar la desviación de la variable °Bx respecto al parámetro establecido y minimizar la presencia de partículas impuras o de carbón activado en la solución filtrada, para así enviar caudales óptimos de azúcar licuada a la etapa de Refrigeración,

Este proceso se encarga de controlar parámetros operativos, de calidad, el funcionamiento eficiente de equipos como bombas, dosificadores y filtros, y además se inspecciona la presencia o niveles de tierra filtrante. Por lo tanto las variables monitoreadas

en tiempo real son presiones de entrada (2-6 bar) y salida (máximo 2 bar); °Bx; contenido en 67,2°Bx  $\pm$ 0,4, nivel de turbidez; que no puede superar los 0,400 TNU, el ruido; que debe estar ausente, y finalmente el volumen de tierra filtrante presente en el equipo de dosificación.

La inspección de estas variables lo realiza en cada turno el Operador de licuación de manera manual, vale decir, de forma presencial en el equipo. Al igual que en los procesos anteriores, si algunos de los parámetros se encuentran fuera de rango se procede a buscar su causa y solución; en caso de no dar con un resultado se recurre al Jefe de área. Cabe mencionar, que si se exceden los niveles establecidos no se activa ni un tipo de alarma.

Al término de cada turno en el libro Formulario control de licuación de azúcar se registran eventualidades y datos relacionados a la producción (nivel de turbidez, y presión de entrada y salida). En este proceso no se realiza un análisis de información.

En este proceso trabaja un Operador de licuación en la sala de control, el Jefe de Elaboración desde la Oficina 1, y en caso de ser necesario apoya el Área de Mantenimiento ECCUSA o un proveedor externo.

### **3.1.1.5. Proceso control de Refrigeración.**

El objetivo de este proceso es maximizar el caudal de azúcar licuado entregado a la etapa de Almacenamiento.

Este proceso se encarga de controlar parámetros operativos, de calidad y apariencia. Por lo tanto las variables monitoreadas en tiempo real son temperatura de salida del azúcar; debe estar contenida en 23°C  $\pm$ 2, °Bx; contenido en 67,2°Bx  $\pm$ 0,4, nivel de turbidez; que debe ser inferior a 0,400 NTU, además de variables como aroma y sabor; las cuales deben corresponder a sin olor y una degustación dulce con dejo ácido respectivamente.

La inspección de estas variables lo realiza el Operador de licuación, correspondiente a cada turno, esta inspección la realiza de manera automática y manual, vale decir, a través del Tablero de licuación y presencialmente (visual). Si algunos de los parámetros se encuentran fuera de rango se procede a buscar su causa y solución; en caso de no dar con un resultado se recurre al Jefe de área. En esta etapa se activa una alarma automática y visual, en caso de que se excedan los niveles permitidos para la temperatura de salida.

En el libro los Formulario control de licuación de azúcar y control de filtros *Milipore*, se registran las novedades del turno, la temperatura de salida y los detalles de la muestra tomada. En este proceso no existe análisis de información.

En este proceso trabaja un Operador de licuación en la sala de control, el Jefe de Elaboración desde la Oficina 1 y en caso de ser necesario apoya el Área de Mantenimiento ECCUSA o un proveedor externo.

Es importante mencionar que para todos los procesos detallados anteriormente, el Operador de licuación al finalizar el turno registra las novedades en el Formulario control de licuación y en un *email* concluyente enviado a Jefatura. En el libro se registra el *stock* y cantidad preparada de carbón activo, si hubo cambio de bolsa en filtro y equipo al que se le realizó CIP. En el correo electrónico se informa *stock* de los Tk, volumen licuado, equipos a los que se le realizó CIP, cantidad de camiones arribados a la planta; según tipo, Tk que se está utilizando, tipo de agua con la que se trabaja y causas de detenciones.

### **3.1.1.6. Proceso de control integral.**

El proceso de control Integral tiene como principal objetivo mantener o potenciar en la Planta de licuación un nivel de productividad y costos eficiente, por medio del análisis de indicadores de rendimiento y económicos. Dentro de este procesos se describen las siguientes funciones:

- a) **Traspaso:** Diariamente se analizan las variables ingresadas al Formulario control de licuación de azúcar, particularmente las variables por turno laboral de volumen final D28, Total licuado, Total de azúcar granel ingresada y °Bx promedio de salida. Para ello se digitalizan en la planilla *Excel* de merma los datos de producción por turno y luego de una inspección general se ingresa al sistema *PeopleSoft* la producción de azúcar licuada y el consumo de azúcar granel acumulado. Esta es otra manera utilizada para controlar diariamente la productividad de los Operadores.
- b) **Análisis:** Diariamente el Jefe de Elaboración monitorea y controla los indicadores de producción; entre los más importantes se encuentra el ingreso de camiones granel, volumen y velocidad de licuación. De esta manera evalúa opciones y toma decisiones.

Además, a fin de mes se realizan los ajustes necesarios a la planilla *Excel* de mermas, puntualmente a los resultados obtenidos a nivel de total licuado y total de azúcar granel ingresado. El propósito de lo anterior, es generar un informe con el recuento mensual de los porcentajes de merma granel y líquida. De esta manera, el área evalúa los posibles proyectos requeridos en Miteco.

Por lo tanto, las variables monitoreadas son producción de azúcar licuada, consumo de azúcar granulada, porcentaje de merma mensual, velocidad de licuación, entre otros. A pesar de que existe un registro diario de variables, el análisis de información y por ende, la toma de decisiones, no se sustentan en tendencias históricas.

En este proceso trabaja desde la oficina 1 el Jefe de Elaboración, desde la oficina 2 el Administrador de Elaboración y en caso de evaluar proyectos el Subgerente de Operaciones.

Es importante considerar dentro de los procesos anteriormente descritos que la capacidad de los operarios y la tecnología actual, no son elementos que influyan negativamente. En relación al perfil de los Operadores de licuación se puede mencionar que, estos son hombres, entre 25 y 45 años de edad, con un nivel de estudios técnico; mayoritariamente con especialidad electrónica, residen en Santiago y cuentan con una experiencia laboral comprobable en: mantención, eléctrica o producción industrial. Mientras que para la tecnología actual utilizada, se puede mencionar que las oficinas 1 y 2 cuentan con sistemas automatizados de registro y monitoreo (*PeopleSoft*, Envasado, *software* de monitoreo), mientras que la sala de control utiliza la tecnología solo como medio de comunicación (*Microsoft Outlook*), lo que provoca que el registro de datos al ser manual (Formularios de control) demande mucho trabajo, aumente las probabilidades de que la información no sea fidedigna y que el nivel de integración o cobertura sea bajo. En ambos casos, si bien, el nivel de uso es medio-alto, la información no es aprovechada para generar informes o historiales que permitan analizar tendencias y prever posibles problemas.

### 3.1.2. Modelamiento de la situación actual.

En la Tabla 3-1 se presenta la notación estandarizada de BPMN, con el fin de facilitar la comprensión de los diagramas de la situación actual de los procesos control de: Recepción, Disolución, Recuperación, Filtración, Enfriamiento e Integral.












Figura	Nombre	Descripción
	Evento de inicio	Indica el comienzo de un proceso o flujo de secuencias.
	Evento Intermedio	Muestra un suceso entre el inicio y término del proceso.
	Evento de fin	Indica donde un proceso o flujo de secuencia culmina.
	Compuerta de decisión	Permite que un flujo de secuencia dentro de un proceso tome 2 o más caminos alternativos
	Tarea	Indica una actividad que ocurre dentro de un proceso.
	Subproceso	Representa una actividad que contiene otros procesos.
	Objeto de datos	Provee información acerca de cómo los documentos, datos u otros son usados durante el proceso. Puede representar objetos electrónicos como físicos.
	Comentario	Son anotaciones de texto, que le permiten al modelador proveer información adicional al lector acerca del diagrama.
	Flujo de secuencia	Ilustra el orden en que las actividades serán ejecutadas en un proceso.
	Asociaciones	Permite relacionar información y artefactos con objetos de flujo y texto.
	Flujo de mensaje	Muestra el flujo de mensajes entre dos entidades preparadas para enviarlo o recibirlo.

Tabla3- 1: Figuras de modelación BPMN en Bizagi. Fuente: Elaboración propia.

En la actualidad la Planta de licuación se encuentra activa de lunes a sábado, las 24 horas del día y las últimas 2 horas del día domingo. La jornada laboral es rotativa y corresponde a los turnos de día, tarde y noche. En los últimos dos años cinco trabajadores han prestado sus servicios a Miteco; dos de ellos están presentes para reemplazo e imprevistos. Es importante mencionar esto, ya que se observa que gran parte del proceso de control depende de las capacidades, aptitudes y criterio del Operador de licuación que se encuentre trabajando.

La modelación se realizó en función de las actividades del Operador que presentó el mayor rendimiento, dentro de los meses de enero, febrero y marzo del presente año (temporada alta). Para mayor detalle de lo anterior revisar Anexo 4.

En las siguientes figuras se ilustran los procesos actuales de control detallados en la sección anterior. Para mayor información de la modelación revisar Anexo 8.

El proceso correspondiente a control de Descarga, como se aprecia en la Figura 3-1, tiene principalmente las siguientes etapas: monitoreo de variables, detección de problema y posibles causas, coordinación con personal de asistencia, solución de problema y comunicación de eventualidades a jefatura.

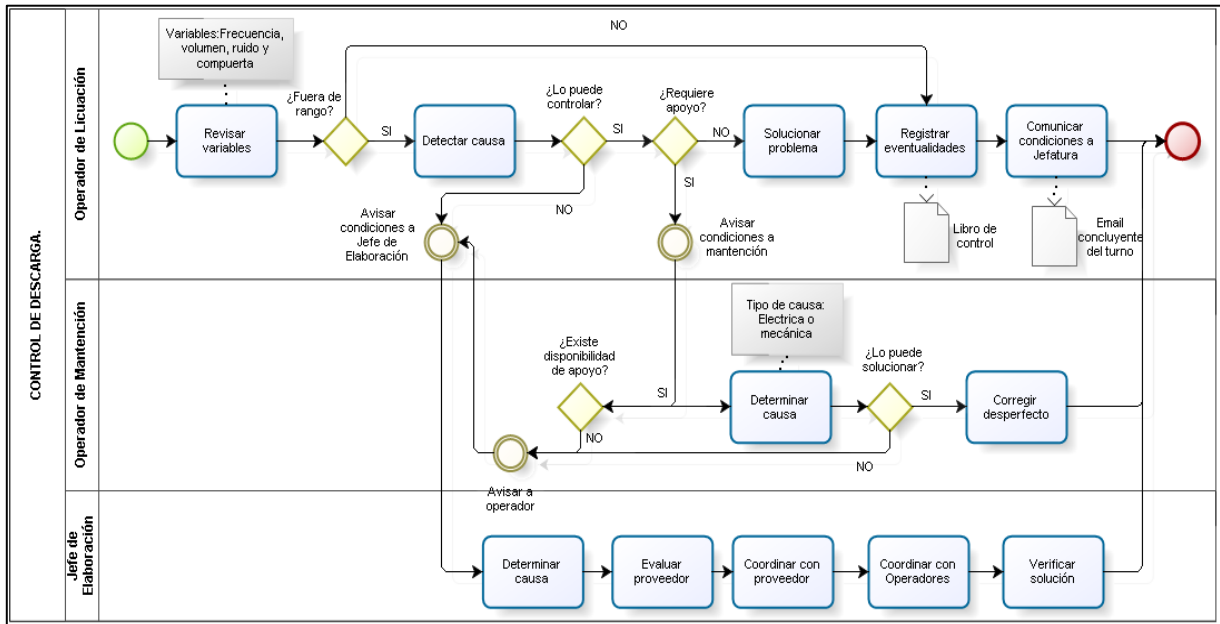


Figura3- 1: Modelo BPMN Proceso control de Descarga, situación actual. Fuente Elaboración propia.

Al realizar los diagramas se observó que los procesos de control Disolución, Recuperación, Filtración y Refrigeración operan de igual manera, por lo que se realizó un modelo aplicable para cada caso particular, denominado Control productivo, tal como se muestra en la Figura 3-2; en donde solo se diferencian las variables controladas. Este proceso presenta principalmente las etapas de: monitoreo de variables, detección de problema y posibles causas, coordinación con personal de asistencia, solución de problema, registro de datos productivos y comunicación de recuento a jefatura.

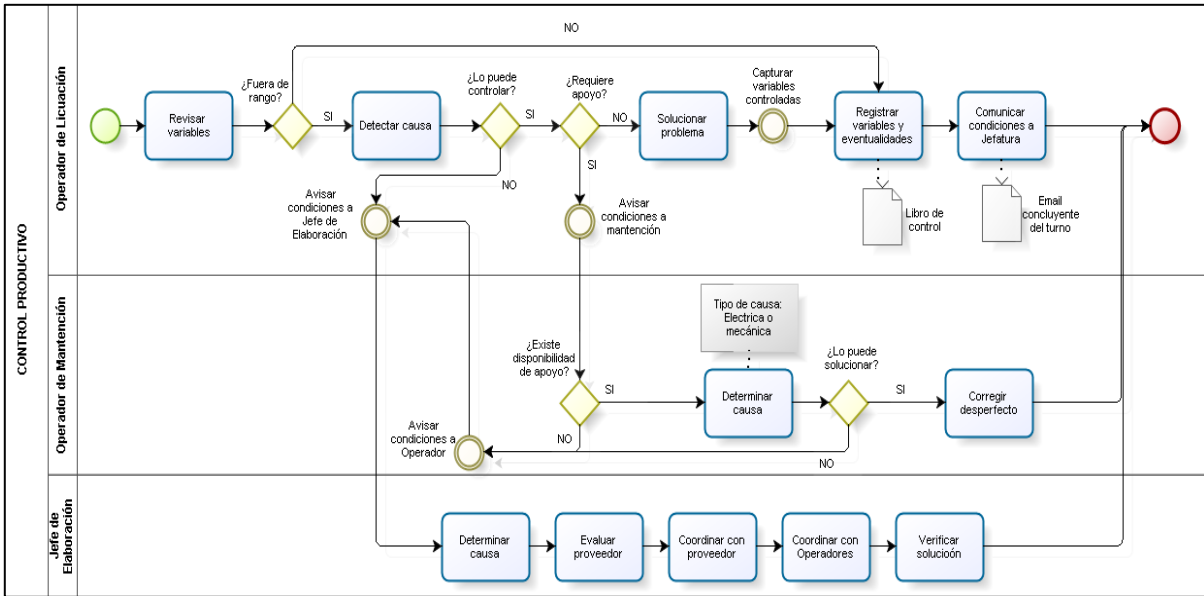


Figura3- 2: Modelo BPMN Proceso de control Productivo, situación actual. Fuente: Elaboración propia.

La Figura 3-3 muestra el proceso de control Integral para el traspaso, las principales actividades detectadas son: Registro de variables, detección de problema y posibles causas, corrección de variable, corrección de registro, verificación de registro e ingreso de recuento al sistema *PeopleSoft*.

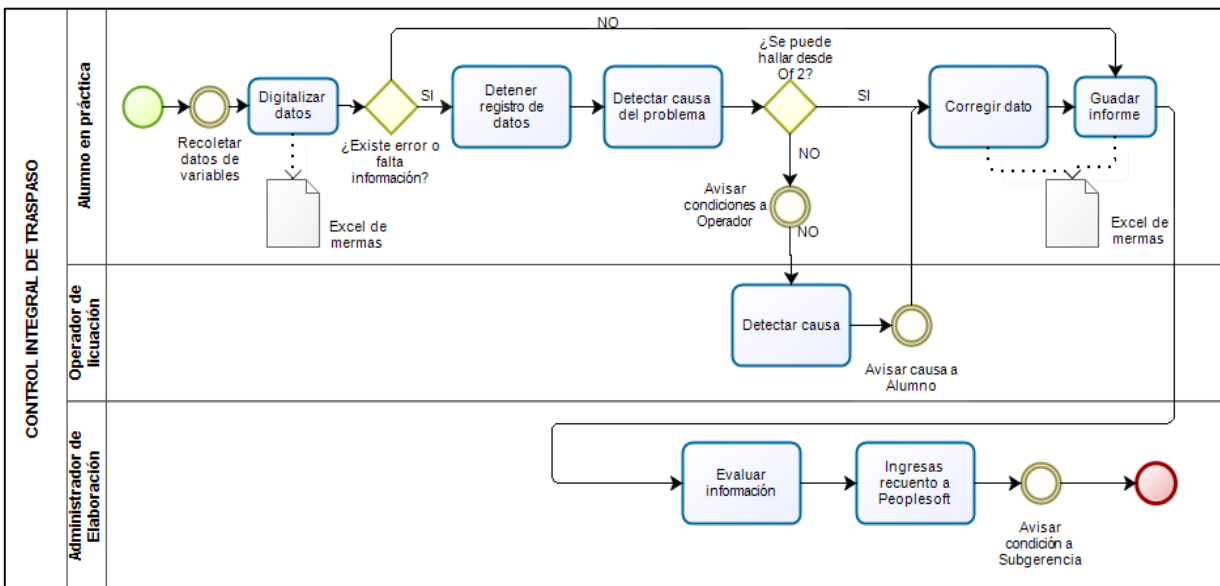


Figura3- 3: Modelo BPMN Proceso de control Integral de traspaso, situación actual. Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 3-4 se puede apreciar el proceso control Integral de análisis por turno, las etapas presentes corresponden a: monitoreo de variables, determinación de problema y posibles causas, comunicación con operarios y ejecución plan de contingencia.

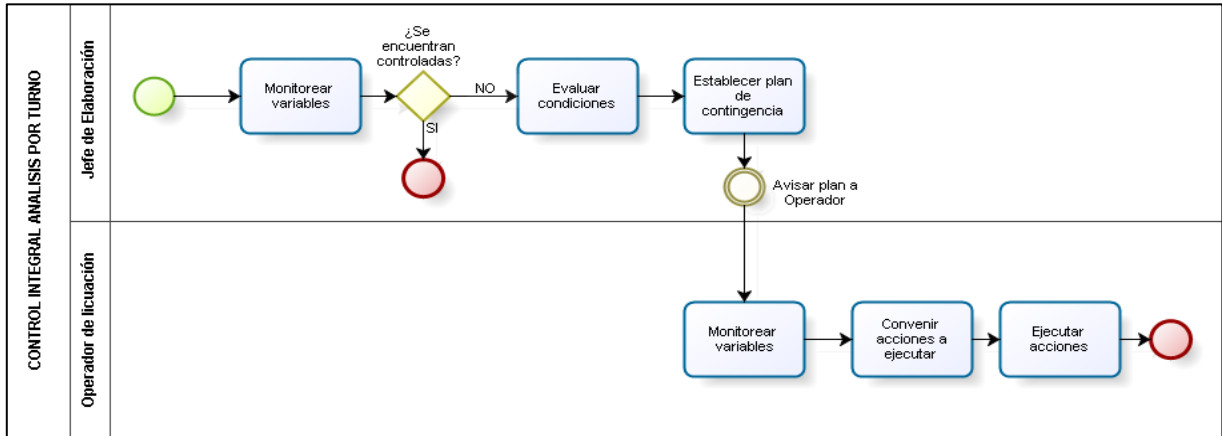


Figura3- 4: Modelo BPMN Proceso de control Integral de análisis por turno, situación actual. Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 3-5 se puede apreciar el proceso control Integral de análisis mensual, importando aquí el rendimiento de la planta, las actividades para este caso son: verificación de registro, detección de error y posibles causas, comunicación con involucrados, determinación de causa, corrección de reporte, ingreso de datos concluyentes al sistema y comunicación con subgerencia de Operaciones.

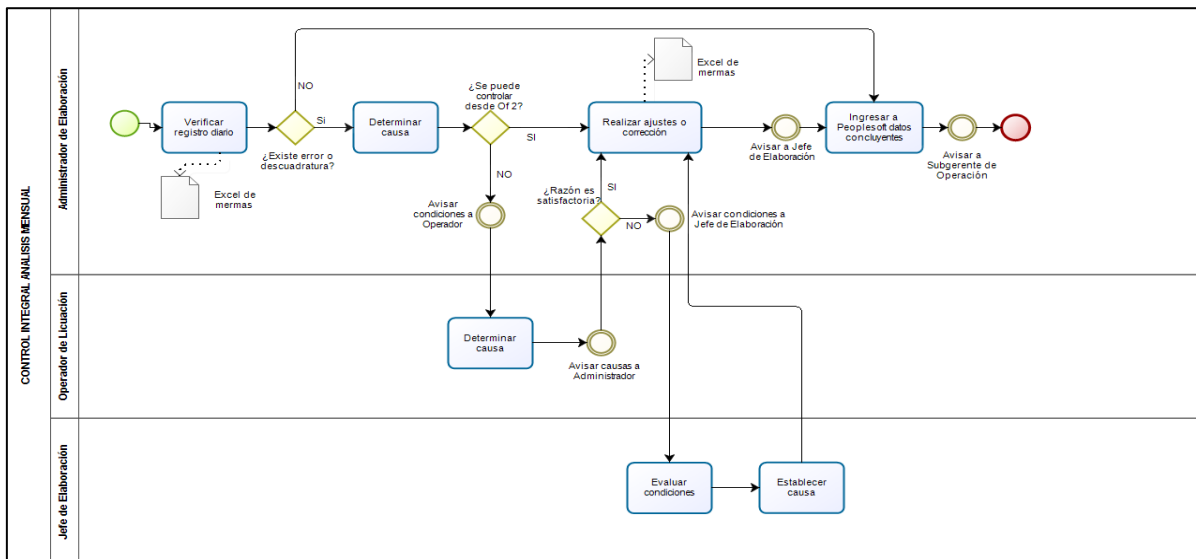


Figura3- 5: Modelo BPMN Proceso de control Integral de análisis mensual, situación actual. Fuente: Elaboración propia.

### **3.1.3. Evaluación de la situación actual.**

A continuación, se diagnostica la situación actual de los procesos de control descritos en las secciones anteriores, para determinar sus puntos críticos. Para ello, se realizó un análisis a los indicadores de producción, una validación de los modelos, y una descripción de los beneficios y costos asociados.

#### **3.1.3.1. Indicadores de situación actual.**

Con el propósito de investigar los procesos de control descritos en la sección anterior, es necesario medir la variabilidad del respectivo proceso en temporada alta del año 2014. La razón por la cual se analizan estos meses es porque en el problema detectado, a pesar de que se presenta gran parte del año, se agrava en esta temporada, lo que nos permitirá evaluar las causas que afectan los indicadores.

La muestra de datos tomados para el posterior análisis es aleatoria y corresponde a un total de ochenta y nueve datos; treinta por mes aproximadamente, vale decir, quince por cada turno, ya que se trabajó mayoritariamente en los turnos A y C. Se considera que treinta datos por mes es una muestra representativa, ya que en un mes se realizan en promedio cincuenta y cinco turnos laborales.

Para ello se utilizaron tres formas de muestreo, la primera consistió en registrar por turno laboral, algunas de las variables identificadas en la sección anterior. Se confeccionaron libros y se les solicitó a los involucrados llenarlos. Las anotaciones fueron desarrolladas por dos operarios de la planta de azúcar. La segunda forma de muestreo, consistió en controlar el registro de los trabajadores y anotar observaciones, la frecuencia de recopilación fue de una vez al día de lunes a viernes de 9.00 am a 16.00 pm. Este procedimiento fue desarrollado por una persona. Finalmente la tercera forma, consistió en traspasar diariamente a una planilla de *Excel*, datos e información relacionada con la producción y el consumo de azúcar. Esta se extrajo desde los Formularios de control y sistema *PeopleSoft* de la empresa.

Al ser el proceso productivo automático, se evalúan los indicadores más importantes para cada proceso, para mayor detalle de los gráficos y tablas revisar el Anexo 7. En consecuencia se tiene lo siguiente:

- 1) Proceso control de Descarga:** En esta etapa se analizó la cantidad de azúcar granulada descargada o consumida en el periodo anteriormente señalado. Como se observa en la Tabla 3-2, la descarga diaria promedio para este periodo es de 91.819 Kg. Si bien no existe un parámetro estándar, su monitoreo sirve de referencia para planificar la producción y los camiones de azúcar granulada a solicitar. Se puede observar para los tres meses analizados, que en el turno A se descargaron mayores cantidades de azúcar granel en comparación con el turno C.

<b>Etiquetas de fila</b>	<b>Promedio de Consumo azúcar granel</b>	<b>Suma de Consumo azúcar granel</b>
<b>enero</b>	<b>105.461</b>	<b>3.163.820</b>
A	113.842	1.707.630
C	97.079	1.456.190
<b>febrero</b>	<b>96.369</b>	<b>2.794.710</b>
A	114.087	1.711.310
C	77.386	1.083.400
<b>marzo</b>	<b>73.778</b>	<b>2.213.350</b>
A	77.070	1.156.050
C	70.487	1.057.300
<b>Total general</b>	<b>91.819</b>	<b>8.171.880</b>

Tabla3- 2: Tabla con valores de consumo promedio azúcar granel, temporada alta 2014.  
Fuente: Elaboración propia.

- 2) Proceso control de Disolución:** En relación al indicador de temperatura podemos mencionar que su valor debe corresponder a 85°C, condición que en la muestra tomada se cumple en el 100% de los casos.
- 3) Proceso control de Recuperación:** Respecto al nivel del D28 y como se ilustra en la Figura 3-6, el 78% de los datos muestreados cumple con los parámetros establecidos, el 12% de los datos se mantuvo entre el nivel medio y mínimo establecido, y el 10% se encuentra bajo el mínimo. Al realizar este mismo análisis para el turno A y C por separado, se tiene para el turno A que el 6% de los datos se encuentra bajo el nivel mínimo, mientras que para el C un 7% de los datos se encuentran bajo el nivel mínimo aceptado. De esto se puede desprender que el turno C es quien presenta mayor cantidad de datos fuera de lo permitido.

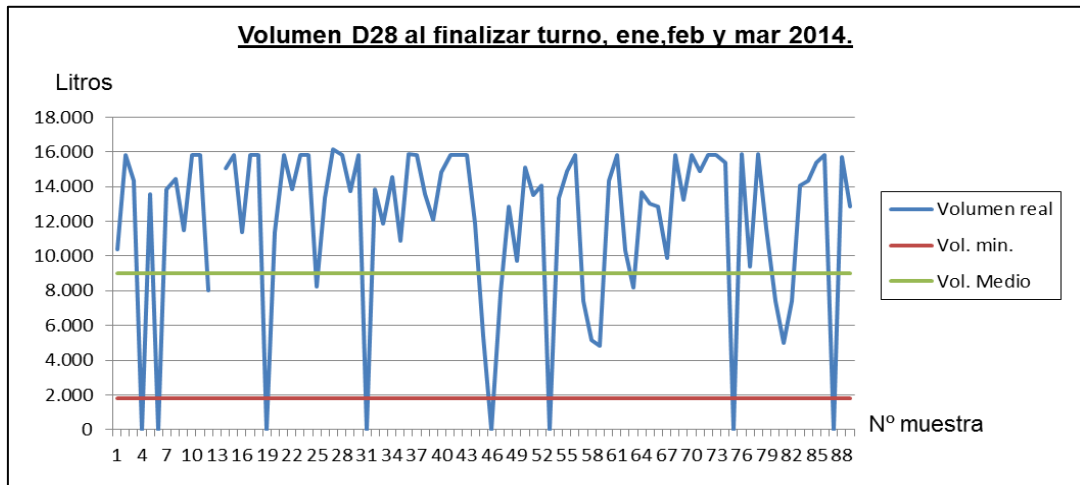


Figura3- 6: Gráfico de volumen D28, temporada alta 2014. Fuente: Elaboración propia.

**4) Proceso control de Filtración:** Como se observa en la Figura 3-7, para la presión de entrada, el 89% de los datos muestreados cumple con los parámetros establecidos, el 4% de los datos se mantuvo fuera del nivel máximo permitido y el 6% se encuentran bajo el mínimo. Al realizar el mismo análisis para el turno A y C por separado, se tiene para el turno A que el 9% de los datos se encuentra bajo el nivel mínimo, mientras que para el C, solo un 2% de los datos encuentra bajo el nivel mínimo aceptado. De esto se puede desprender que el turno A es quien presenta mayor cantidad de datos fuera de lo permitido.

Por otra parte, en la presión de salida el 100% de los datos cumple con la condición establecida.

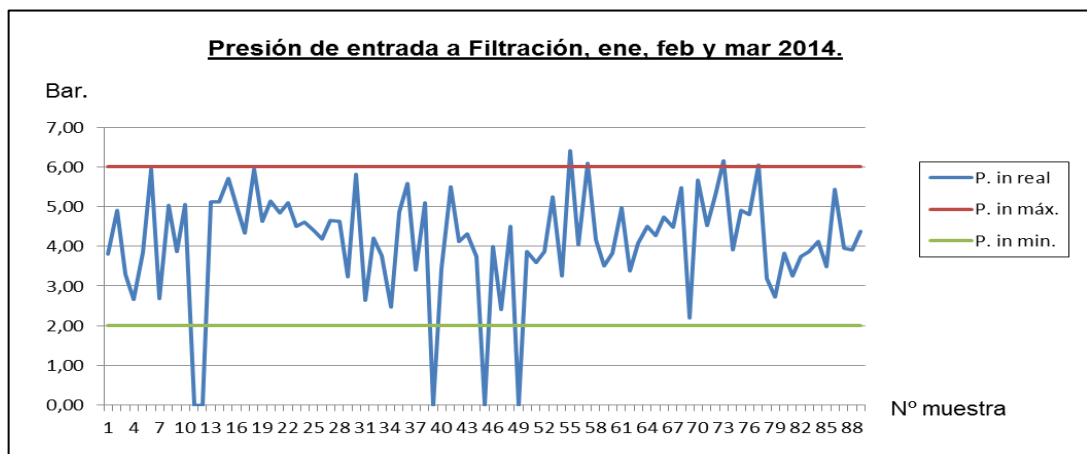


Figura3- 7: Gráfico de presión entrada a Filtración, temporada alta 2014. Fuente: Elaboración propia.

**5) Proceso control de Refrigeración:** Los indicadores analizados para el proceso de refrigeración son: temperatura de salida del azúcar; °Bx, nivel de turbidez, aroma y sabor.

a) Temperatura de salida: En la Figura 3-8, se grafica la temperatura de salida en el proceso de Refrigeración, de esta se puede establecer que el 12% de los valores en análisis se encuentran bajo el valor mínimo permitido, sin embargo el 88% de los valores restante se encuentran dentro del rango permitido.

Al realizar este mismo análisis para el turno A y C por separado, se tiene que en las temperaturas de salida tomadas en el turno A, el 9% de los datos se encuentra bajo la temperatura mínima ideal, lo cual corresponde a 4 de los 45 datos tomados en ese turno, mientras que para el turno C, existe un 16% de los datos que se encuentran bajo la temperatura mínima aceptada. De esto se puede analizar, que es el turno C quien presenta mayor cantidad de datos fuera de lo permitido.

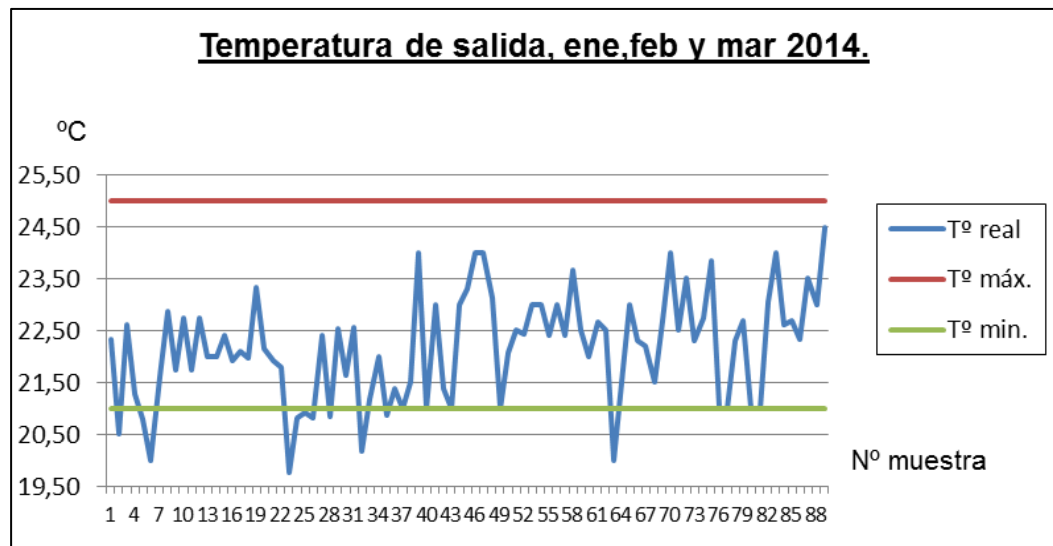


Figura3- 8: Gráfico de temperatura salida, temporada alta 2014. Fuente: Elaboración propia.

b) Grados *Brix*: En el caso de los °Bx analizados en el proceso de refrigeración, de acuerdo como se ve en la Figura 3-9, tan solo el 6% de los datos se encuentra

fuera de los límites permitidos, sin embargo de ese porcentaje se desprende que un 4% de los datos se encuentra bajo el límite menor permitido, mientras que el 1% de los datos se encuentra sobre el °Bx máximo permitido.

Al efectuar el mismo análisis pero separándolo en los turnos que se analizan, se obtiene que un 2% de los datos del turno A están bajo el valor permitido, mientras que existe aproximadamente un 5% para el turno C. Por lo tanto, al igual que en el caso anterior, se presenta una mayor variación en los datos tomados por el turno C.

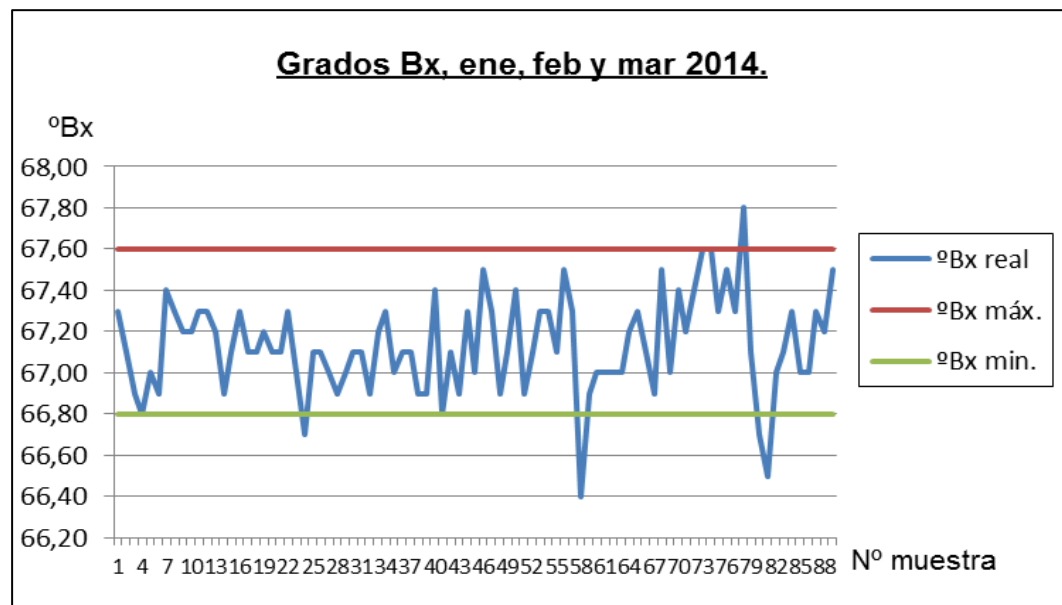


Figura3- 9: Gráfico de °Bx, temporada alta 2014. Fuente: Elaboración propia.

- c) Nivel de turbidez: Como se señaló anteriormente, para el proceso de Refrigeración el nivel de turbidez debe ser inferior a 0,400 NTU. A continuación en la Figura 3-10 se ilustra la gráfica del nivel de turbidez en el proceso de refrigeración. En ella se puede apreciar que todos los valores obtenidos en el muestreo, están bajo los parámetros permitidos por la empresa. De los datos tomados, se encontraron en el turno A, dos valores correspondientes a 0, este es el valor ideal para el nivel de turbidez, ya que implica que no hay partículas como carbón o impurezas presentes en el azúcar. En el turno C, en cambio, a pesar de no encontrarse ningún valor sobre el límite, no existen valores ideales.

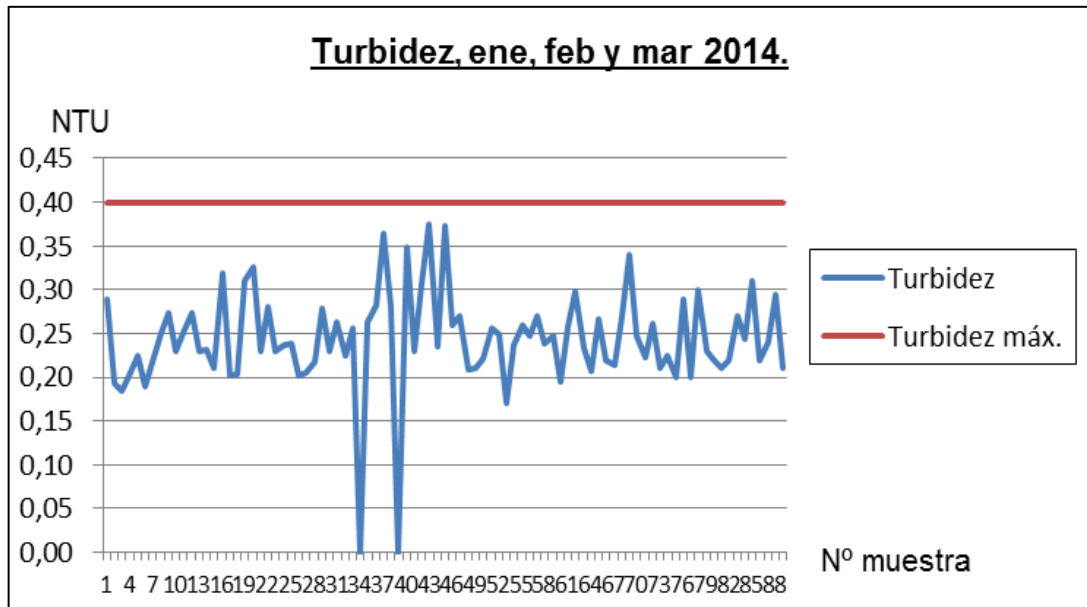


Figura3- 10: Gráfico con valores del Nivel de Turbidez, temporada alta 2014. Fuente: Elaboración propia.

d) Aroma y sabor: Estas variables en el proceso de refrigeración se presentaron en forma normal, lo que indica la inexistencia de olor en el azúcar líquida y la presencia de un sabor dulce/ácido. En esta variable ambos turnos cumplieron con lo ideal, siendo para los meses de análisis un 100% de cumplimiento.

**6) Proceso de control integral:** Como se aprecia en la Tabla 3-3, el azúcar licuada diariamente para los tres meses en análisis es en promedio 101.730 ls. Esta cifra se contrarresta con la del consumo de azúcar granel para planificar la producción y los camiones de azúcar líquida a solicitar, los que idealmente debiesen corresponder a cero.

Etiquetas de fila	Promedio de Producción de azúcar licuada	Suma de Producción de azúcar licuada
<b>enero</b>	<b>112.517</b>	<b>3.375.510</b>
A	118.431	1.776.470
C	106.603	1.599.040
<b>febrero</b>	<b>106.793</b>	<b>3.097.010</b>
A	111.131	1.666.960
C	102.146	1.430.050
<b>marzo</b>	<b>86.049</b>	<b>2.581.460</b>
A	87.492	1.312.380
C	84.605	1.269.080
<b>Total general</b>	<b>101.730</b>	<b>9.053.980</b>

Tabla3- 3: Valores promedios de licuación y consumo de azúcar granel, temporada alta 2014. Fuente: Elaboración propia.

De la Tabla 3-3, se obtiene el porcentaje de merma para el azúcar granel y líquida. A nivel mensual se tiene con respecto a la meta, que el azúcar granulada presentó una variación de 0,54%, 1,57%, 4,06% para los meses de enero, febrero y marzo, respectivamente. Mientras que para el azúcar líquida la variación fue de 0,46%, -2,29%, -6,03% en los meses de enero, febrero y marzo respectivamente.

En la Figura 3-11 se muestra los porcentajes de merma mensual para el periodo analizado, se ilustra que a medida que pasan los meses existe un mayor porcentaje de merma para el azúcar granel y un bajo porcentaje de merma en el azúcar líquida; esto refleja una pérdida y una ganancia de azúcar, respectivamente.

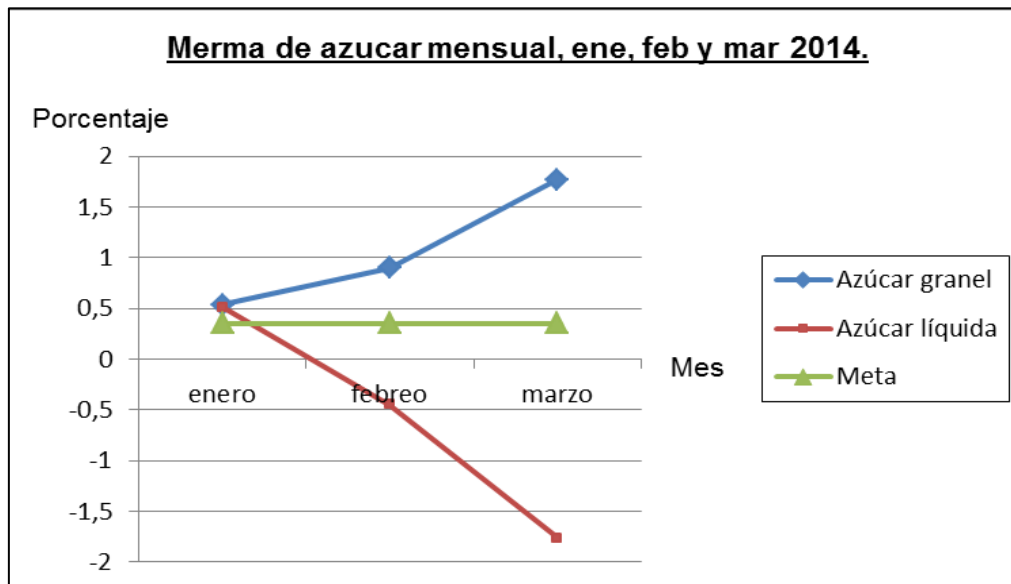


Figura3- 11: Porcentaje merma de azúcar, temporada alta 2014. Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.3.2. Validación de la situación actual.

En la Tabla 3-4 se puede apreciar un resumen de los resultados obtenidos a partir de la simulación de los modelos descritos anteriormente. Los procesos analizados corresponden a: control de descarga, control productivo y control integral; tanto por turno como mensual. Para mayor detalle de las especificaciones de modelación revisar Anexo 8 y para observar los resultados alcanzados ver Anexo 10.

PROCESO	Recurso mas utilizado	Recurso menos utilizado	Tiempo min	Tiempo max	Tiempo promedio	Tarea con mayor tiempo promedio	Tarea con menos tiempo promedio
Descarga	Operador de licuacion	Jefe de elaboración, Operador de mantención y Telefono	8m	1h 32m	15m 21s	Revisar variables	Registrar eventualidades
Productivo 3 var 5 var	Operador de licuacion	Jefe de elaboración, Operador de mantención y Telefono	9m	1h 36m	17m 29s	Determinar causa y solucionar problema	Registrar eventualidades y detectar causa
	Operador de licuacion	Operador mantención y telefono	9m	40m	13m 6s	Coordinar con operadores, evaluar proveedor y verificar solución	Registrar variable y determinar causa
Traspaso	Practicante y Excel	Operador licuación	55m	1h 9m	55m 27s	Digitalizar datos	Detectar causa, y registrar variables y eventualidades
Turno	Jefe de elaboración y pc	Administrador y excel	20m	56m	20m 24s	Monitorear variable y evaluar condiciones	Convenir acciones a ejecutar
Mensual	Administrador de elaboración y excel	Operador de licuación, Jefe de elaboración y Telefono	45m	1h 23m	1h 7m 30s	Verificar registro de dato	Determinar causas, evaluar condiciones y establecer causas

Tabla3- 4: Resumen de los resultados de la simulación, situación actual. Fuente: Elaboración propia.

A partir de lo anterior, se puede mencionar:

#### 1) Proceso control de descarga.

En el proceso control de descarga se analizan 4 variables, correspondientes a: frecuencia, ruido, compuertas y volumen. Los casos analizados para el periodo de estudio (tres meses) fueron de 2880 variables, ya que las variables del proceso son

controladas cada 3 horas, por lo que en un día se analizan 8 veces estas 4 variables, dando un total de 32 variables diarias analizadas.

Por lo tanto, y en virtud de la cantidad de variables analizadas y los tiempos descritos en cada actividad, se obtiene que el recurso que más se utiliza es el Operador de licuación con un porcentaje de uso de 20,53%.

Además, el tiempo promedio de actividad del proceso fue de 15 min 21 segundos, mientras que su tiempo mínimo de actividad fue de 8 minutos.

Las actividades que más tiempo promedio de procesamiento presentaron fueron; revisar variables, verificar solución, corregir desperfecto, con un tiempo promedio de 8 minutos 58 segundos, 7 minutos y 6 minutos 4 segundos respectivamente.

## **2) Proceso de control productivo.**

Como se mencionó anteriormente, este modelo es aplicable a cuatro procesos: Disolución, Recuperación, Filtración y Refrigeración. Por lo tanto, la simulación se realizó dos veces, ya que para cada caso cambian las variables controladas. En consecuencia en el proceso de Recuperación se analizan 3 variables, mientras que en el caso de los procesos de Disolución, Filtración y Refrigeración se analizan 5 variables.

Simulación para el proceso con 3 variables:

Estas 3 variables son controladas cada 3 horas, por lo que en un día se controlan 8 veces estas 3 variables, dando un total de 24 variables analizadas en un día, lo que a 3 meses se traducen en 2160 casos de variables analizadas. Para esta cantidad final de variables y los tiempos descritos de cada actividad, se obtiene que el recurso más utilizado fue el Operador de licuación, con un porcentaje de uso de 20,1%.

El tiempo promedio de procesamiento en el control productivo fue de 17 minutos 29 segundos, siendo el tiempo mínimo de procesamiento 9 minutos.

Las actividades que más tiempo promedio de procesamiento presentaron son; determinar causa y solucionar problema, con un tiempo promedio de 11 minutos 3 segundos y 9 minutos 42 segundos respectivamente.

Simulación para los procesos con 5 variables:

Estas 5 variables, al igual que los casos anteriores, son controladas cada 3 horas, por lo que en un día se controlan 8 veces estas 5 variables, dando un total de 40 variables analizadas en un día, lo que en 3 meses se traducen en 3600 casos de variables analizadas. Para esta cantidad final de variables y los tiempos descritos de cada actividad, se obtiene que el recurso más utilizado fue el Operador de licuación, con un porcentaje de uso de 11,84%.

El tiempo promedio de procesamiento en el control productivo es de 13 minutos 6 segundos, siendo el tiempo mínimo de procesamiento 9 minutos.

Las actividades que más tiempo promedio de procesamiento presentaron fueron; coordinar con Operadores, evaluar proveedor y verificar solución, con un tiempo promedio de 6 minutos para la primera y segunda actividad y 9 minutos para la tercera. Es importante considerar, que de estas 3 actividades son realizadas por el Jefe de elaboración. Además es necesario mencionar, que si bien, las actividades que cuentan con mayor tiempo de procesamiento no son realizadas por el Operador de licuación, es este quien realiza la mayor cantidad de trabajo solo que con menos tiempo por actividad.

### **3) Proceso control Integral de Traspaso.**

En el proceso de control Integral de Traspaso se simuló con las 4 variables correspondientes. Estas variables son controladas cada 1 día, por lo que en un mes se analizan 30 veces estas 4 variables, dando un total de 120 variables mensuales analizadas, dado que el periodo de análisis es de 3 meses, el total de casos analizados es de 360 variables.

De acuerdo a esta cantidad de variables analizadas y los tiempos descritos en cada actividad, se obtiene que el recurso que más se utilizó fue el *Excel* con un porcentaje de uso de 15,43%, mientras que el recurso hombre que más se utilizó en este proceso es el Alumno en práctica con un 9,31%.

En el control Integral de Traspaso el tiempo promedio de actividad del proceso es de 55 min 27 segundos, mientras que el tiempo mínimo de actividad es de 55 minutos.

Las actividades que más tiempo promedio de procesamiento presentaron fueron; digitalizar datos e ingresar recuento a *PeopleSoft*, con un tiempo promedio de 30 minutos y 15 minutos respectivamente.

#### **4) Proceso de control Integral de Análisis Mensual.**

En el proceso de control integral de Análisis Mensual se realizó la simulación con las 2 variables correspondientes. Estas variables son controladas una vez al mes, por lo que en los 3 meses se controlan 6 casos.

De acuerdo a esta cantidad de casos analizados y los tiempos descritos en cada actividad, se obtiene que el recurso que más se utilizó fue el Administrador de elaboración junto con el recurso *Excel*, el primero con un porcentaje de uso de un 0,36% mientras que el segundo con un 0,37%

En el control integral de Análisis Mensual el tiempo promedio de actividad fue de 1 hora 7 minutos 3 segundos, el tiempo mínimo de ejecución que presentó la simulación para este proceso fue de 45 minutos.

Las actividades que más tiempo promedio de procesamiento presentaron fueron; verificar registro de datos e ingresar a *PeopleSoft* datos concluyentes, con un tiempo promedio de 25 minutos y 20 minutos respectivamente. Es importante considerar, que estas 2 actividades son realizadas por el Administrador de elaboración.

#### **5) Proceso de control Integral de Análisis por turno.**

En el proceso de control integral de Análisis por Turno se analizó con las 3 variables correspondientes. Estas variables son controladas una vez al día, por lo que en los 3 meses se controlan 180 variables.

De acuerdo a esta cantidad de variables analizadas y los tiempos descritos en cada actividad, se obtiene que el recurso que más se utilizó fue el Jefe de elaboración con un porcentaje de uso de 4,22%.

En el control integral de Análisis por Turno el tiempo promedio de actividad fue de 20 minutos 24 segundos.

Las actividades que más tiempo promedio de procesamiento presentaron fueron; monitorear variables y evaluar condiciones, con un tiempo promedio de 20 minutos y 13 minutos respectivamente. Es importante considerar, que de estas 2 actividades son realizadas por el Jefe de elaboración.

### 3.1.3.3. Beneficios y costos de situación actual.

Los beneficios y costos asociados en la situación actual de la empresa, son los siguientes:

#### a) Beneficios:

Dentro del análisis de la situación actual, se identificaron dos tipos de beneficios: no económicos y económicos. Los beneficios no económicos tienen relación con el mínimo riesgo de perder información, ya que los datos de producción se encuentran físicamente respaldados en los formularios de la planta.

Mientras que dentro de los beneficios económicos, se determinó que no existen gastos asociados a capacitaciones de *software* u otro, ya que el registro de los datos es realizado de manera manual.

#### b) Costos:

En la Tabla 3-5, se detallan para el primer trimestre del año 2014, los costos asociados a creación de libros de control, implementos para operarios, mantención de equipos, sueldo tanto de operadores como del alumno en práctica y el total merma de azúcar; tanto granel como líquida.

En la actualidad estos costos son de tipo variable, es importante destacar que para el periodo analizado, es decir, el primer trimestre del año 2014, correspondieron a un total de \$ 119.918.050 de pesos.

Factor Mes	Formularios	Almacen	Factura	Sueldo	Merma total	Costo Total
Enero	\$ 144.720	\$ 218.588	\$ 366.000	\$ 1.429.915	\$ 33.942.238	\$ 36.101.461
Febrero	\$ 144.720	\$ 0	\$ 1.445.000	\$ 1.429.915	\$ 25.831.792	\$ 28.851.427
Marzo	\$ 144.720	\$ 0	\$ 2.048.955	\$ 1.429.915	\$ 51.341.572	\$ 54.965.162
<b>Total</b>	<b>\$ 434.160</b>	<b>\$ 218.588</b>	<b>\$ 3.859.955</b>	<b>\$ 4.289.745</b>	<b>\$ 111.115.602</b>	<b>\$ 119.918.050</b>

Tabla3- 5: Costos situación actual. Fuente: Elaboración propia.

Cabe señalar que de la Tabla 3-5 todos los datos fueron aportados por la empresa, a excepción de lo referente a Formularios y Sueldos, que debieron ser calculados, para mayor detalle de lo anterior revisar Anexo 12.

### 3.2. Oportunidades de mejora situación actual.

Con el objetivo de reducir la variabilidad del producto final e incrementar la eficiencia, a continuación se identifican los factores críticos dentro del proceso de control productivo.

Basándose en la sección anterior, entrevistas a los involucrados y observaciones, se determina que los procesos de control que presentan problemas, son principalmente, el de Filtración e Integral. Se detectó en el proceso control de Filtración que la presión de entrada estuvo en un 11% de los casos fuera de rango, además se trabajó durante el periodo en promedio con 4 Bar, lo que denota un rendimiento medio. Respecto al proceso de control Integral, se puede señalar que no se observó una tendencia en el porcentaje de merma mensual y existe variabilidad significativa respecto al valor meta. También, a partir del análisis de la muestra se apreció que la mayoría de los indicadores se vuelven más deficiente en el turno C.

Además, en relación al proceso de control productivo se pudo determinar lo siguiente:

- a) Los recursos con mayor porcentaje de utilización fueron el Operador de licuación (11,84%), PC (8,41%) y Libro de control (2,73%). Del primero mencionado, se puede señalar que si bien es el único trabajador presente en toda la elaboración de azúcar líquida y quien tiene mayor conocimiento del funcionamiento de la planta, también es importante la presencia de Jefatura, ya que el proceso descrito es de control, y la información que se puede extraer es vital para el desarrollo de estrategias de producción. Respecto a los últimos mencionados, es importante señalar que a pesar de la incorporación de tecnología, existe significativa dependencia del Libro de control; cuya forma está sujeta al deterioro físico e información no se encuentra respaldada completamente.
- b) Los recursos con menor porcentaje de utilización fueron el Operador de mantención (0,09%), Teléfono (0,23%) y Jefe de elaboración (0,63%). Considerando lo expuesto en el punto anterior, se puede agregar que el teléfono es un recurso poco utilizado, ya que el área prioriza la comunicación presencial, lo que provoca en muchos casos que no exista respaldo documentado de ciertas medidas tomadas.
- c) Las tareas con mayor tiempo promedio son Verificar solución (9min), Coordinar con Operadores (6min) y Evaluar proveedor (6min). Las tres actividades mencionadas

anteriormente son ejecutadas por el Jefe de elaboración. Las dos primeras tardan un mayor tiempo en ejecutarse, ya que tienen relación con cerciorar que la medida implementada sea la adecuada y se desarrolle en óptimas condiciones. La última mencionada, es causada porque no existe una base de datos con proveedores y cada vez que ocurre una situación de contingencia se evalúa la oferta del mercado.

- d) Las tareas con menor tiempo promedio fueron Detectar causa (1min), Registrar variables y eventualidades (1 min), y Comunicar condición a jefatura (3min). Las tres actividades mencionadas anteriormente son ejecutadas por el Operador de licuación y en gran medida se pueden explicar por la vasta experiencia y conocimiento que los trabajadores tienen respecto al funcionamiento de Miteco. La primera tarea señalada, se debe en la mayor parte de los casos, a que los problemas son repetitivos, por ende el Operador sabe cómo actuar frente a estos. La segunda mencionada, es causada en muchos casos por un registro inexacto o incompleto de los datos. Finalmente, la tercera señalada se debe a que se comunica el recuento vía mail a jefatura, utilizando un formato establecido por los Operarios.

Respecto al proceso de control integral se puede determinar lo siguiente:

- a) Traspaso: Los recursos con mayor porcentaje de utilización fueron Pc (15,43%), Alumno en práctica (9,31%) y Libro control (8,48%). Los recursos con menor porcentaje de utilización son Operador de licuación (0%) y Administrador de elaboración (6,13%). Las tareas con mayor tiempo promedio son Digitalizar dato (30min) e Ingresar recuento a *PeopleSoft* (15min). Las tareas con menor tiempo promedio son Detener registro de datos (2 min) y Detectar causa de problema (2min).

De acuerdo a lo anterior, podemos señalar en primer lugar que los recursos más utilizados se deben a que, diariamente se respaldan algunos datos de la producción por turno desde el Libro de control al Pc. Además, se observa que en este proceso tiene mucha importancia un cargo que rota de persona cada uno o tres meses. En segundo lugar, los recursos menos utilizados son el Operador; por lo tanto la mayoría de las causas de un problema se pueden detectar al revisar el libro de control, y el Administrador; quien debiese tener mayor presencia en este proceso, ya que realiza los ajustes de merma a fin de mes. En tercer lugar, las tareas con mayor tiempo promedio son Digitalizar datos; el alumno debe respaldar una vez al día los

datos de producción que se encuentran acumulados, e Ingresar recuento a *PeopleSoft*, si algo no cuadra, deben volver a revisar los registros y trasposos anteriores. Finalmente, las tareas con menor tiempo promedio son realizadas por el Alumno, quien le consulta dudas al Administrador.

- b) Mensual: Los recursos con mayor porcentaje de utilización fueron *Excel* (0,37%), Libro de control (0,37%) y Administrador de elaboración (0,36%). Los recursos con menor porcentaje de utilización fueron Operador de licuación (0%), Jefe de elaboración (0,01%) y Teléfono (0,02%). Las tareas con mayor tiempo promedio fueron Verificar registro de datos (25min) e Ingresar recuento a *PeopleSoft* (20min). Las tareas con menor tiempo promedio son Establecer causa (2min) y Determinar causa (5min).

De acuerdo a lo anterior, podemos señalar en primer lugar que los recursos más utilizados se deben a que el recuento mensual lo realiza el Administrador en la planilla de *Excel* y ante cualquier duda recurre al libro de control. En segundo lugar y considerando lo anterior, se puede agregar que los recursos menos utilizados se deben a problemas de comunicación y a que como el puesto de Jefatura tiene una alta rotación, es el Administrador quien comprende mayormente este proceso. En tercer lugar, las tareas con mayor tiempo promedio las realiza el Administrador y a pesar de que ejecutan diariamente, si a final de mes existen problemas de cuadratura las debe revisar de nuevo y cuantas veces sea necesario.

En cuarto lugar, las tareas con menor tiempo promedio se deben al gran conocimiento que tiene el Administrador y Operador.

- c) Turno: Los recursos con mayor porcentaje de utilización fueron Pc (4,23%) y Jefe de elaboración (4,22%). Los recursos con menor porcentaje de utilización fueron *Excel* (0,02%), Operador de licuación (0,04%) y Teléfono (0,04%). Las tareas con mayor tiempo promedio fueron Monitorear variable (20min) y Evaluar condiciones (13min). Las tareas con menor tiempo promedio son Convenir acciones a ejecutar (4 min), Ejecutar acciones (5min) y Establecer plan de contingencia (5min).

De acuerdo a lo anterior, podemos señalar en primer lugar que los recursos más utilizados se deben a que el Jefe de elaboración solo monitorea el funcionamiento de la planta mediante el Pc cuando dispone de tiempo. En segundo lugar, los recursos menos usados se deben a que el Jefe de elaboración no comprende a cabalidad los archivos que utiliza el administrador, guardados en el *Excel*. Además, el Operador no está siempre presente en este proceso, ya que el Jefe los contacta solo cuando un indicador está bajo los parámetros indicados. En tercer lugar, las tareas con mayor tiempo promedio son ejecutadas por el Jefe y sus tiempos se deben a que se monitorean diversas variables y se analizan respecto a la situación anterior, ya que no se maneja un recuento concluyente del día. Finalmente, las tareas con menos tiempo promedio son realizadas por el Operador, quien ejecuta instrucciones.

En consecuencia, se observó que los principales problemas del control productivo tienen relación con:

- a) Información: Tanto la información de control como de funcionamiento se encuentran desactualizadas, y si bien hay datos cuyo registro no existe, en los que sí, se realiza de manera discontinuada y manual. Lo que a su vez dificulta el análisis.

Respecto al Libro de control se puede señalar que contiene información de la producción que es de gran importancia, sin embargo a pesar que existe un traspaso diario de datos al Pc, pocas cifras se respaldan virtualmente. Se observa que los datos relacionados a la producción, al estar contenidos en seis libros diferentes de control, se dificulta el acceso, almacenamiento, distribución y análisis de la información, ya que existe discontinuidad en su llenado y los formularios luego de dos meses se envían a bodega, sin respaldo virtual.

Además, si a final de mes existe algún tipo de descuadratura en *Excel*, se vuelve a recurrir a este formulario.

- b) Comunicación: El intercambio de información entre los involucrados en la mayoría de los casos ocurre de manera presencial, lo que provoca que no exista respaldo de las medidas tomadas. Solo al final de cada turno se envía un recuento vía *email*.
- c) Responsables: Son cuatro los involucrados en los procesos descritos, en relación al Jefe de elaboración se observa que en el control Productivo, Traspaso e Integral mensual se encuentra con poca participación. El monitoreo que realiza, lo hace

cuando dispone de tiempo, lo que genera que posea un conocimiento general de Miteco. Si bien esto puede ser producto de la alta rotación que presenta el cargo, dificulta el análisis y generación de información concluyente. Toda estrategia está basada en datos temporales. Por otra parte, el Administrador de elaboración es la persona que posee mayor conocimiento del ajuste de merma y significativa responsabilidad en la generación del informe concluyente. Respecto al Operador de licuación se puede señalar que es la persona que posee mayor conocimiento del funcionamiento de la planta y si bien realiza múltiples tareas de tipo operacional, es el recurso que más se utiliza en los procesos de control productivo. Finalmente, el Alumno en práctica es quien tiene la importante tarea de traspasar diariamente los datos de producción, a pesar que su cargo rota cada uno o tres meses. Es importante mencionar que como no existen manuales o documentos que respalden el actuar, muchas decisiones queda a criterio de cada responsable.

### 3.3. Propuesta de rediseño al proceso de control productivo.

A partir de los análisis anteriores se concluye que para la situación de la planta es necesario aplicar una propuesta de rediseño, ya que se requiere reestructurar procesos o subprocesos existentes en el control productivo. Por lo tanto, se desarrollan las siguientes propuestas, a nivel de:

a) Información:

En este aspecto se determina potenciar el uso de tecnologías para automatizar el sistema de registro, almacenamiento y control de los datos productivos. Puntualmente, se pretende reemplazar el Libro de control por medio de la implementación de una planilla *Excel* y un Sistema de información. De esta manera, todos los responsables tendrán acceso a datos actualizados, cuyo respaldo ocurre de manera inmediata, disminuyendo los errores por concepto de traspaso. Además, se facilitaría el monitoreo al llenado de datos diarios, para mantener la continuidad de los registros.

A largo plazo, y con información histórica de la producción, se podrá levantar información verídica, actualizar documentos de Miteco, lo que a su vez mejorará el análisis, desarrollo de estrategias y toma de decisiones,

b) Comunicación:

Considerando lo expuesto en el punto anterior, también se determina fortalecer y formalizar la comunicación entre los involucrados. Puntualmente, estandarizando el *email* concluyente por turno y aumentando las instancias de comunicación (reuniones) entre los distintos responsables; documentando su respectivo recuento. De esta manera, se potencia la participación de los involucrados y se respalda toda medida implementada.

c) Responsables:

En cuanto al Jefe de elaboración, se pretende aumentar su participación en los distintos procesos de control, estableciendo nuevas tareas por desarrollar. Esto permitirá que organice su tiempo para efectivamente monitorear, analizar y generar estrategias. Por otra parte, el Administrador de elaboración es quien cuenta con mayor conocimiento del ajuste de mermas, por lo que se determinan tareas para aumentar la comunicación con la jefatura del área, de esta manera se aumenta el conocimiento de los responsables. En cuanto al Operador de licuación, se determina

por medio de la implementación de tecnología, disminuir los tiempos que destina al control productivo para que se enfoque a su labor principal. Además, se propone establecer criterios en tiempos de respuesta, para reducir tiempos ociosos y fomentar su autonomía. Finalmente, respecto al Alumno en práctica se determina reducir el grado de responsabilidad que presenta en el proceso de control.

Considerando todo lo expuesto, se estipula capacitar al personal respecto a la tecnología implementada y los criterios de estándar que se consideraran.

Se pretende agudizar las propuestas anteriores en el turno C, principalmente el monitoreo, supervisión y control operativo.

### **3.3.1. Especificaciones de la propuesta de rediseño.**

En virtud de lo expuesto se procede a detallar las propuestas de rediseño para los procesos deficientes de control, los cuales corresponden al proceso de control productivo y el proceso de control Integral. Cabe mencionar, que debido a que el proceso de Filtración pertenece a la modelación BPMN de procesos de control productivo, a continuación se aplican mejoras a este modelo, esto además permite que las otras etapas productivas también puedan modificar su procedimiento en función de las modificaciones realizadas a este.

#### **1) Proceso control Productivo.**

Con el propósito de mejorar el control del proceso se agregan dos actividades, la primera es ejecutada por el Operador de licuación y consiste en realizar en *Excel* un “*checklist* inicial” de las condiciones de la planta al comienzo de cada turno laboral. Lo anterior permitirá levantar información acerca de las condiciones de la planta, para evaluar al largo plazo una estrategia de mantención de los equipos. Esta actividad es agregada al Operador de licuación, ya que a pesar de ser uno de los recursos que más uso presenta en la situación actual, es el único que se encuentra presente todo el tiempo en la planta.

La segunda actividad será desarrollada por el Jefe de Elaboración y consiste en “revisar el *checklist*” diariamente, para aumentar el control operativo. Se le agregó a este recurso, ya que es el que menos uso presenta. Es importante que el Jefe de

elaboración realice el análisis general del día, ya que por el pasará la futura toma de decisiones.

A demás, la actividad de “registrar variable y eventualidades” se pretende automatizar con la implementación de un Sistema de información que reemplace el Formulario control de licuación. Permitiendo que todos los involucrados accedan a la información en el momento que estimen necesario y que el tiempo máximo del proceso disminuya.

Con la propuesta de mejora se pretende que todas las acciones, independientemente de quien la realice, ya sea el Operador de mantención o por el Jefe de elaboración, deben registrar las variables y las eventualidades de lo ocurrido durante el turno. El registro es una de las tareas más importantes dentro del proceso y es la que menos tiempo promedio de ejecución presenta, es necesaria la realización del registro completo ya que permite realizar un mejor recuento general de lo ocurrido, para que finalmente este registro sea comunicado a jefatura.

## **2) Proceso de control Integral.**

Con el propósito de aumentar y desarrollar un análisis integrado entre las áreas, para las etapas del control integral se tiene:

- ❖ **Traspaso:** Las siguientes modificaciones se sustentaron en el supuesto de integrar al Área de Elaboración un Sistema de información automatizado para el control productivo. Se modificó una tarea y un evento intermedio de la situación actual, y se incluyeron dos tareas.

Los eventos modificados serán ejecutados por el Alumno en práctica, por una parte el nuevo evento implica recolectar las Guías de lansa para posteriormente contrastar la información con la digitalizada por los Operadores. La primera actividad modificada es la que lleva por nombre “digitalizar datos” y es reemplazada por “verificar datos”, esto a modo de disminuir el tiempo promedio de la actividad. En esta misma actividad se cambia la forma de hacerla, ya que la digitalización se hace en una planilla de *Excel*, mientras que al verificar los datos se implementa un sistema de control, este al igual que en el proceso anterior, permite automatizar para disminuir el tiempo promedio de la actividad. Además, posterior al control de los datos ingresados, el Alumno deberá “imprimir y archivar

un recuento” del día, lo que permitirá respaldar de forma física la información automatizada en el sistema de control.

Conjuntamente, se agregó la actividad “Comunicar situación a jefatura”, con el fin de proporcionar información actualizada al Jefe de elaboración. Esta labor es agregada a uno de los recursos que menos uso presenta en el desarrollo del proceso de traspaso.

- ❖ **Análisis:** Al análisis integral mensual se le incorporó un sistema de control, con el propósito de automatizar el proceso.

Además, al análisis integral por turno se le agregaron cinco actividades. Las cuatro primeras son desarrolladas por el Jefe de Elaboración y corresponden a: “Monitoreo de productividad”, “Registro de recuento”, “Análisis de información” y “Evaluación de medidas preventivas”. A pesar que el Jefe de elaboración es el recurso más utilizado en este proceso, se le agregan estas tareas, ya que es el responsable de realizar un control profundo de la situación de los procesos. Además todas estas actividades se ejecutan en caso que las variables se encuentren controladas y por ende exista un tiempo para realizar investigación.

Otra actividad agregada en este proceso es “comunicar condiciones a jefatura”, se agrega esta actividad al Administrador ya que este es el recurso que menos se usa. Esta comunicación se realiza mediante un mail concluyente.

### **3.3.2. Modelamiento de la propuesta de rediseño.**

Las Figuras ilustradas a continuación presentan los modelos BPMN con propuestas de mejora para los procesos de control; principalmente el de Producción e Integral. A modo de destacar los cambios efectuados, se diferenciaron con un color rojo. Para mayor detalle de modelación revisar Anexo 9.

Tal como se aprecia en la Figura3-12, la propuesta de mejora para el proceso de control Productivo, presenta las siguientes etapas: revisión de condiciones iniciales de la planta, monitoreo de variables, detección de problema y posibles causas, coordinación con personal de asistencia, solución de problema, registro de datos productivos en sistema de información, revisión de condiciones finales de la planta y comunicación de recuento a

Jefatura. A demás todo el proceso es supervisado por el Jefe de Elaboración al recibir el *email* concluyente.

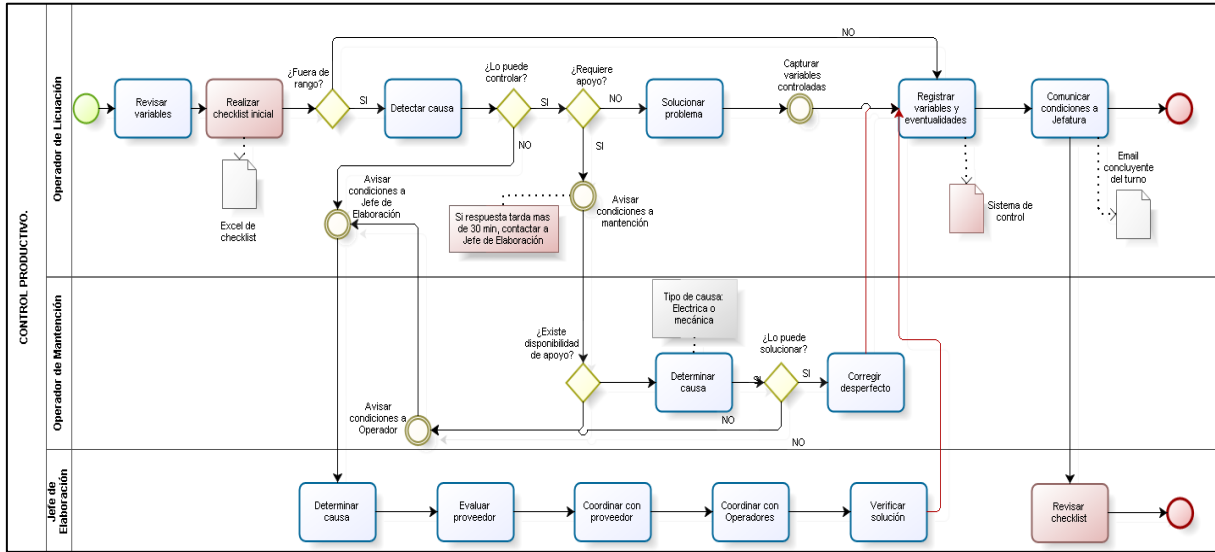


Figura3- 12: Modelo BPMN Proceso de control Productivo, situación con rediseño. Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, la Figura3-13 muestra la propuesta de mejora para el proceso de control Integral de traspaso, las principales actividades detectadas en este caso son: verificación de datos, detección de problema y posibles causas, corrección de registro y respaldo físico de información. A demás de verificación de registro e ingreso de recuento al sistema *PeopleSoft* y comunicación de recuento a Jefatura.

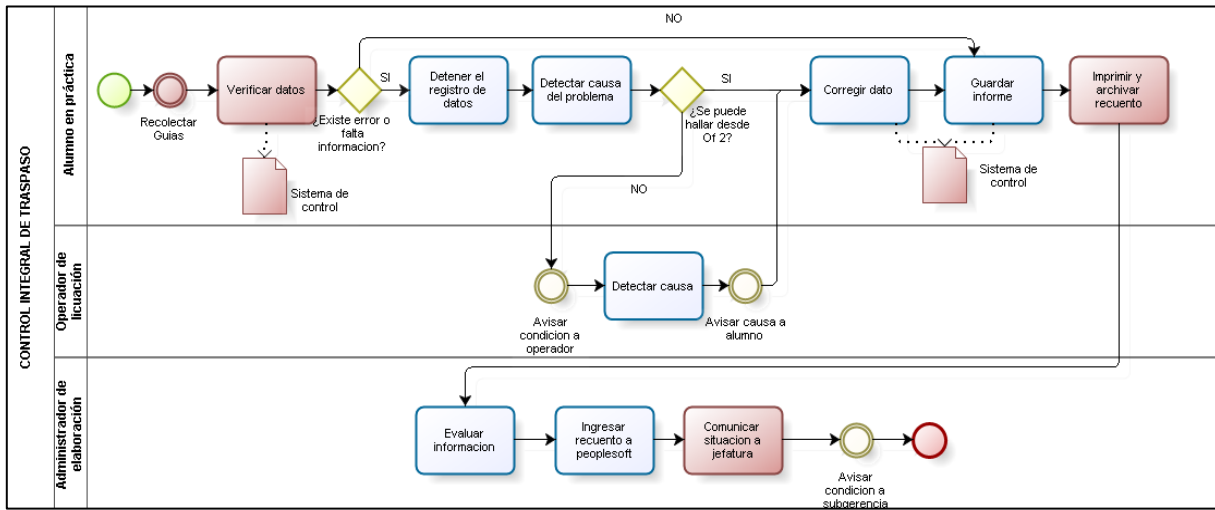


Figura3- 13: Modelo BPMN Proceso de control Integral de traspaso, situación con rediseño. Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 3-14 se puede apreciar el proceso con mejora para el control Integral de análisis por turno. Para el análisis de productividad de la planta se establecen las siguientes actividades: monitoreo de variables, determinación de problema y posibles causas, comunicación con operarios, ejecución del plan de contingencia y comunicación de recuento a Jefatura. A demás se propone que el Jefe de Elaboración en paralelo realice un monitoreo, registro y análisis de productividad, con el objetivo de evaluar medidas preventivas.

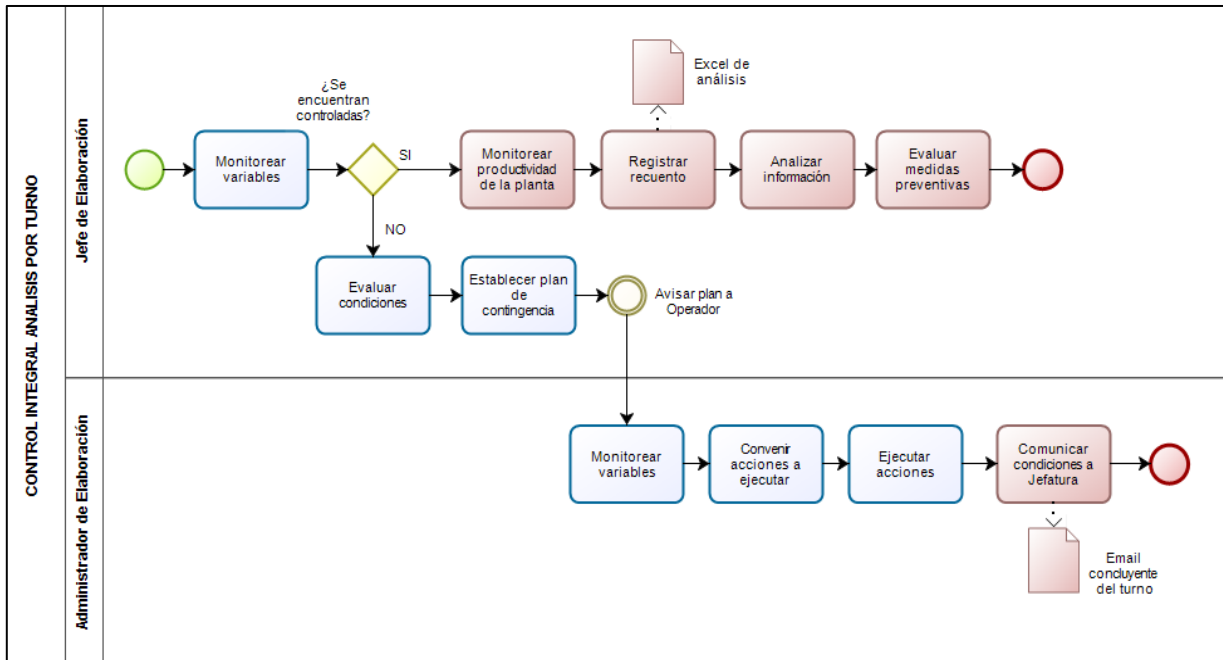


Figura3- 14: Modelo BPMN Proceso de control Integral análisis por turno, situación con rediseño.  
Fuente: Elaboración propia.

Para el análisis de rendimiento, es decir para el control Integral para el Análisis mensual, las etapas fundamentales no presentaron variación, ya que solo se propuso la incorporación de un sistema automatizado de registro.

### 3.3.3. Evaluación de la propuesta de rediseño.

Como se estableció en el Capítulo I, este trabajo de título no contempla la implementación de la propuesta, por lo que se evalúa su viabilidad a partir de un análisis realizado a los indicadores de producción, una validación de los modelos rediseñados, y una descripción de los beneficios y costos asociados.

#### 3.3.3.1. Indicadores con propuesta de rediseño.

La variación de los indicadores, depende directamente de las estrategias que adopte el área. En consecuencia, por el momento no es posible analizar y determinar el porcentaje en que estos disminuyen o aumenten tras la propuesta de rediseño, ya que al no ser implementada, no es posible levantar información, estudiar el comportamiento en base al historial registrado y tomar decisiones.

Sin embargo, se calculó para lo que va de temporada alta 2014, la cantidad de cifras registradas erróneamente a nivel mensual en el Libro de control, como se observa en la Tabla 3-6, todos los meses analizados presentaron errores en el registro, lo cual además repercute monetariamente. Además, como se probó el uso de la planilla *Excel* de control para una semana del mes de noviembre, se pudo comprobar la disminución de errores al momento de registrar las cifras de producción, vale decir, de un total de 72 datos registrados las cifras con error correspondieron a un 1%. En consecuencia, se estima que a través del registro automatizado se disminuyen las equivocaciones provocadas por el cálculo humano.

<b>Total de datos</b> <b>Mes</b>	<b>Registrados</b>	<b>Mal registrados</b>	<b>Porcentaje de error</b>
ene-14	58	7	12%
feb-14	47	7	15%
mar-14	60	14	23%
sep-14	73	5	8%
oct-14	84	4	6%

Tabla3- 6: Total de registros en Libro de control, temporada alta 2014. Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.3.2. Validación de la situación con propuesta de rediseño.

En la Tabla 3-7 se puede apreciar un resumen de los resultados obtenidos a partir de la simulación de los modelos rediseñados. Los procesos analizados corresponden a: control productivo y control integral por turno. Para mayor detalle de las especificaciones de modelación revisar Anexo 9 y para observar los resultados alcanzados ver Anexo 11.

Cabe considerar, que para determinar los tiempos de simulación, se tomó una muestra representativa de las tareas añadidas, durante una semana en los turnos laborales A y B. En vista de lo anterior, en *Bizagi* se replicó una semana cuatro veces para obtener el comportamiento de un mes.

PROCESO	Recurso mas utilizado	Recurso menos utilizado	Tiempo min	Tiempo max	Tiempo promedio	Tarea con mayor tiempo promedio	Tarea con menos tiempo promedio
Productivo 5 var	Operador licuación y pc	Op. mantención y telefono	12m	47m	16m19s	Evaluar solución y verificar solución	Revisar checklist y detectar causa
Traspaso	Administrador, Sistema de control y Pc	Operador y archivador	49m	1h	49m27s	Ingresar recuento a peoplesoft y verificar datos	Detectar causa y detener registro de datos
Turno	Jefe y Pc	Administrador y telefono	37m	59m	37m29s	Monitorear variables y evaluar condiciones	Registrar recuento y analizar información

Tabla3- 7: Resumen de los resultados de la simulación, situación con rediseño. Fuente: Elaboración propia.

A partir de lo anterior, se puede mencionar:

#### 1) Proceso control de productivo.

En el caso del proceso de control productivo con propuesta de rediseño, la simulación se realizó solo al de 5 variables, ya que se detectó que solo el proceso de Filtración cuenta con problemas.

Las 5 variables, al igual que los casos anteriores, son controladas cada 3 horas, por lo que en un día se controlan 8 veces, dando un total de 40 variables analizadas en un día, lo que en 1 mes se traducen en 1200 casos de variables analizadas. Para esta cantidad final de variables y los tiempos descritos de cada actividad, se obtiene

que el recurso más utilizado es el PC y el Operador de licuación, con un porcentaje de uso de 16,88% y 13,9% respectivamente.

El tiempo promedio de procesamiento en el control productivo es de 16 minutos 19 segundos, mientras el tiempo mínimo de procesamiento 12 minutos.

Las actividades que más tiempo promedio de ejecución presentan son; verificar solución, evaluar con proveedor y coordinar con Operadores, con un tiempo promedio de 9 minutos para la primera actividad y 6 minutos para la segunda y tercera actividad. Es importante considerar, que de estas 3 actividades son realizadas por el Jefe de elaboración.

## **2) Proceso control Integral de Traspaso.**

En el proceso de control Integral de Traspaso con la propuesta de mejora se simuló con las 4 variables correspondientes. Estas variables son controladas cada 1 día, por lo que en un mes se analizan 30 veces estas 4 variables, dando un total de 120 variables mensuales analizadas.

De acuerdo a esta cantidad de variables analizadas y los tiempos descritos en cada actividad, se obtiene que el recurso que más se utiliza es el PC con un porcentaje de uso de 13,84%, mientras que el recurso hombre que se utiliza en este proceso es el Administrador de elaboración con un 6,99%.

En el control Integral de Traspaso el tiempo promedio de actividad del proceso es de 49 min 27 segundos, mientras que el tiempo mínimo de actividad es de 49 minutos.

Las actividades que más tiempo promedio de procesamiento presentan son; verificar datos e ingresar recuento a *PeopleSoft*, con un tiempo promedio de 15 minutos cada uno.

## **3) Proceso de control Integral de análisis por turno.**

En el proceso de control integral de Análisis por Turno con la propuesta de mejora se analizó con las 3 variables correspondientes. Estas variables son controladas una vez al día, por lo que en 1 mes existen 90 variables controladas.

De acuerdo a esta cantidad de variables analizadas y los tiempos descritos en cada actividad, se obtiene que el recurso que más se utiliza es el PC y el Jefe de elaboración con un porcentaje de uso de 7,83% y 7,79% respectivamente.

En el control integral de Análisis por Turno el tiempo promedio de actividad es de 37 minutos 29 segundos.

Las actividades que más tiempo promedio de procesamiento presentan son; monitorear variables y evaluar condiciones, con un tiempo promedio de 20 minutos y 13 minutos respectivamente. Es importante considerar, que de estas 2 actividades son realizadas por el Jefe de elaboración.

### **3.3.3.3. Beneficios y costos con propuesta de rediseño.**

Los beneficios y costos asociados a la propuesta de rediseño, son los siguientes:

#### **a) Beneficios:**

Para la propuesta se identificaron dos tipos de beneficios: no económicos y económicos.

Debido a que se automatiza la base de datos, los beneficios no económicos tienen relación con diversos factores, entre ellos: aumenta la satisfacción del personal, ya que se le facilita a los involucrados el acceso, manipulación y transferencia de datos. Además, se disminuyen los tiempos dedicados a la recopilación, generación y búsqueda de información; lo que a su vez provoca un aumento de la productividad. También aumentan las medidas preventivas, ya que se detectan tendencias, anticipan requerimientos y medidas a implementar. Finalmente, mejora la comunicación e integración entre involucrados, debido a que el acceso y flujo de la información es en tiempo real, preciso, seguro y respaldado en una base de datos.

Los segundos corresponden a los beneficios de tipo económico y estos se expresan en función del ahorro de tiempo, papel e impresiones y energía. Además, debido a que el rediseño permite aumentar el control productivo, se desarrollan e implementan estrategias que permiten disminuir la variación de indicadores y regular la frecuencia de mantención de los equipos.

#### **b) Costos:**

Tras la prueba del *Excel* de control, para el periodo de un mes, los costos asociados a la creación de libros corresponden a \$78.980 pesos. Además, como no se implementó el sistema de información y los implementos para operarios, la

mantención de equipos y el total merma de azúcar, dependen directamente de los requerimientos de licuación y las estrategias del área, los costos de estos no son detallados.

Respecto al sistema de información se puede mencionar que la empresa cuenta con un Departamento de informática capaz de satisfacer los requerimientos de *software* y *hardware*, por lo tanto, los costos por desarrollo y mantención están asociados a la organización interna de CCU. Sin embargo, para mayor comprensión a continuación se realiza una breve descripción de los costos asociados a esta propuesta.

a) Costos por desarrollo: Los especialistas estiman como tiempo mínimo de trabajo seis meses, el cual se puede extender dependiendo de las especificaciones de trabajo.

Particularmente estos costos se desglosan en tres, el primero corresponde al monto fijado por el personal especialista para ejecutar el análisis, diseño, programación e implementación del sistema. El cual corresponde a \$4.599.498 pesos (\$766.583 salario mensual programador\* 6 meses). El segundo, son los costos incurridos a los equipos necesarios para el desarrollo del sistema, el cual corresponde a \$545.480 pesos (Dos computadores: \$540.480 (\$563 pesos electricidad/hora \*8horas/día\* 5 días/semana\* 4semanas/mes \* 6 meses) y reportes por Impresora \$5.000 (\$50 pesos por hoja \* 100 hojas máximo). Finalmente, se consideran otros costos relacionados a materiales de oficina e imprevistos, el cual corresponde a \$352.740 pesos (Materiales de Oficina \$52.740 pesos e Imprevistos: \$300.000 pesos)

Por lo tanto, el costo total por desarrollar el sistema es de \$5.497.718 pesos.

b) Costos de capacitación y mantención: Estos costos están directamente asociados a la organización interna de la institución, ya que involucra la administración diaria del sistema y al usuario designado por el área.

Para mayor detalle de los costos asociados al rediseño revisar Anexo 12.

## Capítulo IV. Análisis de resultados.

---

Habiéndose realizado el estudio del proceso de licuación actual así como la propuesta de rediseño, en el siguiente capítulo se presenta una comparación de estos con el propósito de analizar la viabilidad del proyecto.

### 4.1. Comparación entre situación actual y situación con propuesta de rediseño.

De acuerdo al levantamiento de información de la situación actual, en el periodo de enero a marzo del 2014, se puede establecer que los procesos con mayor porcentaje de variación en los indicadores respecto a la meta son el proceso de Filtración y el proceso Integral. El primer proceso presenta cerca del 11% de sus datos fuera de los límites permitidos, mientras que el proceso Integral no se observa ninguna tendencia en base a la merma mensual. Cabe destacar en muchos de los procesos restantes también existe la significativa tendencia de que los datos superen los límites establecidos, ya sean estos máximos o mínimos. Es importante señalar que de los dos turnos que se analizaron, el turno C fue el que presentó mayor porcentaje de datos fuera de sus límites determinados, este último análisis sucede tanto en forma general como en particular en los procesos. Actualmente en la empresa, no existe un proceso de control establecido, sino más bien se actúa bajo la presión de alguna contingencia. Al no existir un control constante de las variables que afectan el proceso de licuación de azúcar, es que ocurre este tipo de variaciones, además se observa que el registro de información se realiza en forma manual y por más de un encargado, lo que puede generar que el error de los datos se presente en esa parte de la labor, no siendo necesariamente un problema de la variable en sí.

Además, la información al estar contenida en libros, se deteriora con facilidad y requiere grandes cantidades de almacenamiento físico.

Respecto a la situación con mejora, se puede señalar que sustituir la metodología de registro y almacenamiento manual, por una automatizada, vale decir, por un sistema de información para el control productivo, trae como beneficio diversos factores, entre ellos: respaldo digital de la información, agilidad en el flujo de información, mejora en el

análisis de tendencia de datos, acceso a información fidedigna y actualizada, mayor flexibilidad frente a nuevas necesidades de control, incremento en el nivel de integración de áreas y aumento en la satisfacción de los involucrados. Uno de los factores negativo de las implementaciones de este tipo, es el alto nivel de dependencia al uso de tecnología, por lo que una falla en esta, en muchas ocasiones paraliza el funcionamiento de un proceso. Sin embargo para este caso la herramienta propuesta sirve de soporte para el proceso de control, ya que de igual manera se propone respaldar físicamente la información y generar informes concluyentes al término de un turno o día.

En la Tabla 4-1 se detallan los resultados de la simulación de los procesos, comparando la situación actual con la rediseñada en cuanto a; sus recursos más y menos utilizados, tiempos mínimos y máximos, tiempo promedio y tareas con menor y mayor tiempo promedio.

PROCESO	Tipo de situación	Recurso mas utilizado	Recurso menos utilizado	Tiempo min	Tiempo max	Tiempo promedio	Tarea con mayor tiempo promedio	Tarea con menos tiempo promedio
Productivo 5 var	Actual	Operador de licuacion	Operador mantención y telefono	9m	40m	13m 6s	Coordinar con operadores y evaluar proveedor	Registrar variable y determinar causa
	Rediseñada	Operador licuación y pc	Op. mantención y telefono	12m	47m	16m19s	Evaluar solución y verificar solución	Revisar checklist y detectar causa
Traspaso	Actual	Practicante y Excel	Operador licuación	55m	1h 9m	55m 27s	Digitalizar datos	Detectar causa, y registrar variables y eventualidades
	Rediseñada	Administrador, Sistema de control y Pc	Operador y archivador	49m	1h	49m27s	Ingresar recuento a peopsoft y verificar datos	Detectar causa y detener registro de datos
Turno	Actual	Jefe elaboración y pc	Administrador y excel	20m	56m	20m 24s	Monitorear variable	Convenir acciones a ejecutar
	Rediseñada	Jefe y Pc	Administrador y telefono	37m	59m	37m29s	Monitorear variables y evaluar condiciones	Registrar recuento y analizar información

Tabla4- 1: Comparación resultados de la simulación, situación actual y con rediseño. Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la Tabla 4-1 es importante destacar que de los tres procesos que se rediseñaron dos aumentaron sus tiempos promedio de ejecución, sin embargo es importante considerar lo siguiente:

- 1) En el caso del proceso productivo, a pesar de que el tiempo ahora es mayor, por las actividades de *checklist* agregadas, sigue siendo el recurso más utilizado el Operador de licuación, es importante que esto sea así, ya que él es quien está presente durante todo el proceso de elaboración del azúcar.

Otro punto importante a considerar, de acuerdo a la simulación de la situación con mejora, es que se consiguió disminuir el tiempo de la actividad “registrar variable y eventualidades”, ya que de acuerdo a las especificaciones de la propuesta de mejora se planteó hacerlo en el sistema de control y no como se hace actualmente por el libro de control.

- 2) En el proceso de control Integral de traspaso se logró disminuir los tiempos de ejecución con la propuesta de rediseño, pasando de 55 minutos en promedio a 49 minutos.

En este proceso cambió el recurso que más se utiliza, pasando del alumno en práctica al Administrador de elaboración.

- 3) En el último proceso analizado, si bien no se logró disminuir el tiempo de ejecución, principalmente por que la propuesta de rediseño implica más actividades en el proceso, se consiguió obtener mayor porcentaje de uso del recurso Jefe de elaboración, tal como se esperaba en las especificaciones de la propuesta de mejora, pasando de un 4,42% a un 7,79%.

Tras la propuesta de rediseño se puede señalar respecto a los costos, que si bien no es posible determinar los costos de merma azúcar, ya que estos dependen directamente de los requerimientos de licuación y las estrategias del área, si se puede establecer que solo por el uso del *Excel* de control en una semana, se logra reducir a un 1% los errores por registro y los costos por creación de libro disminuyen en un 45%. En virtud de lo anterior, se calcula que al implementar completamente la propuesta los errores disminuyan a un 0% y los costos por creación de libros se reduzcan en un 66%, ya que no será necesario crear libros, sino que solo imprimir un recuento diario. Conjuntamente, se espera que un aumento en el control, permita desarrollar estrategias que descendan el porcentaje de merma azúcar.

## Capítulo V. Conclusiones y recomendaciones.

---

El presente trabajo de título tuvo como principal objetivo rediseñar el proceso de control productivo de licuación de azúcar, el cual se concretó satisfactoriamente, permitiéndonos evaluar su viabilidad en ECCUSA. Respecto a los objetivos específicos, se puede mencionar que también se cumplieron, puntualmente se logró mediante la tesis diagnosticar la situación actual de la empresa, analizar las distintas metodologías para rediseñar procesos, proponer un rediseño al proceso de control en la elaboración de azúcar líquida, validar la propuesta de rediseño y evaluar la viabilidad de la propuesta.

La herramienta escogida para el desarrollo de este trabajo de título fue BPM, esta herramienta tuvo como objetivo mejorar el desempeño de los procesos mediante el desarrollo de una secuencia, la cual parte con el levantamiento de procesos, documentación de los procesos, análisis de mejora, evaluación de alternativas, implementación del proceso y posterior monitoreo. Esta metodología se desarrolló a lo largo de este trabajo, con el fin de contar con un control productivo dentro de la organización el cual, permita contar a futuro con una base de datos para la planta, ya que esta no cuenta con información lo suficientemente consistente para futuras tomas de decisiones.

El contar con un control productivo deficiente, no permite en Miteco considerar una oportuna toma de decisiones para el principal problema que cuenta la planta de elaboración de azúcar de ECUSSA, el cual se transforma en grandes pérdidas para la empresa. Es por esta razón que a lo largo de este trabajo de título se buscó mejorar el control productivo dentro de la planta, ya que una vez conseguido esto y en base al análisis de los datos registrados por el control, se podrán tomar mejores decisiones para la planta de elaboración, disminuyendo así sus pérdidas.

Durante el desarrollo de este trabajo, se analizaron los datos productivos para levantar información de los procesos, inicialmente se analizó la variación de los indicadores de producción. De esta manera, se consiguió diagnosticar la situación actual y para lograr un mejor análisis, se modelaron y simularon los procesos de Descarga, Disolución, Recuperación, Filtración, Refrigeración y Control Integral. Del análisis en conjunto entre las variables analizadas y los procesos en cuestión, se obtuvo que el turno que más problemas

presentaba fue el turno C, mientras que de la validación de los procesos, se obtuvo que el recurso más utilizado en los 6 procesos analizados, es el Operador de licuación, dado que este es el que más tiempo está presente en la planta y quien mayor conocimiento presenta sobre el funcionamiento de la planta. El recurso menos utilizado resultó ser el Jefe de elaboración, esto se debe principalmente a que este puesto, en los últimos años, ha presentado una alta rotación, además el monitoreo que realiza lo hace solo cuando dispone de tiempo, lo que dificulta el análisis. Finalmente, de la situación actual de la planta de elaboración se determina que existen problemas de información, ya que ésta se realiza de manera discontinua y manual, además existen problemas de comunicación ya que no existe un intercambio de información entre responsables.

Por lo tanto, para mejorar esto es que se puso énfasis en corregir la comunicación, información y los responsables. La propuesta de rediseño consistió básicamente en potenciar el uso de tecnologías, con el fin de automatizar el sistema de registro, almacenamiento y control de los datos, lo cual permitiría fortalecer la comunicación entre los involucrados, teniendo documentado el respectivo recuento presentado en reuniones. En cuanto a los responsables se aumentó la participación del Jefe de elaboración estableciendo nuevas tareas por desarrollar. En términos de tecnología, se propuso la implementación de una planilla de *Excel* y un sistema de información, a modo de automatizar el registro, monitoreo y control de los distintos procesos.

Posteriormente, se modelaron y simularon los procesos con propuesta de mejora, logrando mantener como recurso más utilizado el Operador de licuación. Si bien, solo se simuló el uso del *Excel* de control y no el sistema de información, se lograron disminuir los tiempos de procesamiento. Además, de acuerdo a la simulación se aumentó el porcentaje de participación del Jefe de elaboración, permitiéndole contar con un mayor conocimiento de lo que sucede en la planta de elaboración, pasando de un 4,42% de utilización a un 7,79%, para el proceso control integral por turno.

Por otra parte, el costo final asociado a la propuesta de control productivo se determinó en base a distintas variables, este corresponde a una suma total de \$5.497.718, dentro de los cuales se consideran, los costos por salario, costos incurridos a equipos y costos relacionados a materiales de oficina; además de estos, están los costos por capacitación y

mantención los cuales son asociados a la organización interna de ECUSSA, ya que existe un departamento aparte, encargado de esto.

Por lo tanto se recomienda considerar la opción de control productivo para conseguir a futuro una base de datos consistente, la cual permita una mejor toma de decisiones en beneficio de la planta de licuación de azúcar, llegando a solucionar los problemas de producción que en la actualidad no se pueden abordar, dado que la información dentro de la planta de licuación es deficiente y poco consistente. Es importante recordar, que si bien a partir de la propuesta de rediseño no se puede calcular la variación en los indicadores de Miteco, la propuesta si permite en el largo plazo levantar información, para generar una base de datos que respalde las estrategias a desarrollar por el área de elaboración.

De manera independiente a lo anterior, en términos generales se recomiendan las siguientes oportunidades de mejora:

- 1) Mejoras en mantenimiento: Se detectan falencias en el plan de mantención de los diferentes equipos, se sugiere desarrollar una planilla automatizada de mantención que detalle: el stock de repuestos, proveedores con su respectiva especialidad y la periodicidad en la mantención de los equipos e infraestructura. Esto permitirá mantener y analizar un historial de mantenciones, para prevenir futuras fallas, fomentando la aplicación de mantenciones tipo preventiva a mediano plazo, para no fomentar las mantenciones de tipo correctiva como ocurre en la actualidad.
- 2) Mejoras en integración: Se sugiere fomentar la comunicación y participación entre las diversas áreas involucradas, es decir, con personal de romana, maestros elaboradores de bebidas y sus respectivas jefaturas. Esto permitirá aumentar la calidad del servicio y producto, estableciendo de manera más acabada posibles causas de problemas y decisiones de operación.

## Referencias bibliográficas.

- ANBER. (24 de enero de 2014). Obtenido de Resultados total vetas 2013: <http://www.anber.cl/inicio/prensa.php>
- Bizagi. (s.f.). *Bizagi Process Modeler*. Obtenido de <http://www.bizagi.com/es>
- CCU S.A. (2014). *Bebidas no alcohólicas*. Obtenido de <http://www.ccu.cl>
- EOI. (6 de Marzo de 2012). *¿Qué es el control de gestión? en Finanzas*. Recuperado el 8 de Junio de 2014, de Wiki Eoi: [http://www.eoi.es/wiki/index.php/%C2%BFQu%C3%A9\\_es\\_el\\_control\\_de\\_gesti%C3%B3n%3F\\_en\\_Finanzas](http://www.eoi.es/wiki/index.php/%C2%BFQu%C3%A9_es_el_control_de_gesti%C3%B3n%3F_en_Finanzas)
- Fraile, F. G., Barrio, J. F., & Monzón, M. T. (2003). *Six-Sigma*. Madrid: FUNDACION CONFEMETAL EDITORIAL.
- Gaitán, O. E. (2006). *Análisis Financiero y de Gestión*. ECOE EDICIONES.
- Galgano, A. (1995). *Los Siete Instrumentos de la Calidad Total*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Hitpass, B. (2012). *BPM: Business Process Management Fundamentos y Conceptos de Implementación: Fundamentos y Conceptos de Implementación*. Santiago, Chile: BHH Ltda.
- Memoria anual CCU . (2013). Obtenido de <http://ccuinvestor.com/standalone/memorias/2013/>
- Muñoz, D. &. (2012). Obtenido de Framework De Apoyo En El Análisis E Implementación De BPM en las empresas: [http://bibliotecadigital.usbcali.edu.co/jspui/bitstream/10819/1330/1/Framework\\_BPM\\_Empresas\\_Mu%C3%B1oz\\_2012.pdf](http://bibliotecadigital.usbcali.edu.co/jspui/bitstream/10819/1330/1/Framework_BPM_Empresas_Mu%C3%B1oz_2012.pdf)
- Velasco, J. A. (2007). *Gestión por procesos*. España: ESIC EDITORIAL.
- Velasco, J. A.-F. (1999). *Gestión de la Calidad Orientada a los Procesos*. Madrid: ESIC EDITORIAL.
- Verzini, I. R. (s.f.). *10 Pasos para el Rediseño de un Proceso*. Obtenido de Action GROUP Education & Consulting: <http://www.actiongroup.com.ar>









## Anexos.

### Anexo 1: Especificaciones de las líneas de producción de bebidas.






Línea	Proceso	Tipo de bebida producida	Formato	Sala abastecedora de jarabe
L1	Proceso retornable (PRB)	Gaseosa	2.5 Lts.	Sala de jarabe1
L2	Proceso retornable (PRB)	Gaseosa	1.25, 1.5, 2, 2.5 Lts.	Sala de jarabe1
L4	Proceso retornable (PRB), GRB y Hot fill.	Gaseosa y néctar	300, 350 cc y 1 ¼ Lts.	Sala de jarabe1
L5	Proceso no retornable (PET)	Gaseosa y néctar	250, 500 cc y 1.25, 1.5, 1,75,2, 2.5, 3 Lts.	Sala de jarabe1
L6	Proceso no retornable (PET). Lata	Gaseosa	250, 310, 350 y 473 cc	Sala de jarabe1
L7	Proceso no retornable (PET)	Gaseosa	250, 500 cc y 1.75 Lts.	Sala de jarabe1
L9	Proceso no retornable (PET)	Gaseosa	1.5, 2 y 3 Lts.	Sala de jarabe1
L11	GRB. Vidrio	Gaseosa	237, 350 cc y 1 Lts.	Sala de jarabe1
Mix	Bag in box .	Concentrados Gaseosas	-	Sala de jarabe1
L14	Proceso no retornable (PET)	Gaseosa	2 y 3 Lts.	Sala de jarabe2
L3	GRB y Hot fill	Néctar	300 cc, 1.5 y 2 Lts.	Sala APV
L8	Hot fill	Funcionales	400, 500, 591, 750 cc y 1, 1.5, 2 Lts	Sala Manzina
L10	Proceso no retornable (PET)	Aguas	500 cc y 1.5 Lts.	Sala de Osmosis
L12	Proceso no retornable (PET).	Aguas	5 Lts. Bidón de agua.	Sala de Osmosis
L15	Hot fill	Néctar	1.5 Lts.	Sala propia

Fuente: Aportado por la empresa, sistema SIG.

## Anexo 2: Equipos de la planta de licuación.

Nombre equipo	Descripción	Imagen
S 01 y S2	Los Silo nº1 y 2, utilizados para almacenar azúcar granulada. Su funcionamiento está a cargo de lansagro S.A.	
Tk D01	Tanque Contisolv, en él se disuelve homogéneamente el azúcar granel, agua y carbón activado.	
Tk D05	Tanque en el que se prepara y activa de manera manual el carbón.	
Tk D07	Tanque en el que se almacena el agua utilizada para influir en temperaturas de la etapa de Disolución y Enfriamiento.	
Tk D09	Tanque que almacena la solución de azúcar obtenida en etapa de filtración cuando requiere reproceso y se envía al Contisolv. Además almacena producto de desdulce.	
Tk D28	Tanque en el que se almacena la solución del Contisolv para asegurar la acción del carbón activado.	
Tk D30	Tanque que almacena la solución de azúcar filtrada, para su posterior envío al F20.	
Tk D40-41-42-43	Tanques de acumulación de azúcar líquida.	

Tk D80 y 81	Tanques CIP para almacenar agua y soda caustica respectivamente.	
F 20	Filtro posterior a Tk D30, que retiene los sólidos en suspensión de un líquido mediante un medio poroso. Atrapa posibles impurezas presentes en el azúcar ya filtrada en F21, 22 o 23.	
F 21-22-23	Dispositivo que retiene los sólidos en suspensión de un líquido mediante un medio poroso. Con tierras filtrantes atrapa impurezas y el carbón activado de la solución de azúcar proveniente del Tk D28, para posteriormente enviar azúcar a Tk D30.	
S 90 y 96	Tolvas que almacenan azúcar granulada proveniente de S01 o S02 para su posterior transferencia a Tk D01.	
Tablero lansa	Panel automatizado en el cual se activa inicio o termino de descarga de camión.	
Tablero Licuación	Computador mediante el cual el funcionario opera la planta de manera automática o manual, permite controlar la operación individual de cada equipo.	
Refractómetro	Instrumento utilizado para medir la concentración de un sólido disuelto en una solución. Su escala de medición es Brix (azúcar), Densidad Específica, % sal, etc.	

Caudalímetro	Instrumento para medir el gasto volumétrico o másico de un fluido. En la planta están dispuestos a la salida de Tk D01 y del intercambiador de calor.	
Turbidímetro	Instrumento para medir las partículas en suspensión de un líquido. Se encuentra a la salida del Tk D30.	
Manómetro	Instrumento para medir la presión de un fluido contenido en un recipiente. Se encuentra a la entrada de Tk D01, Tk D80, Tk D81 y filtros.	
Conductivímetro	Dispositivo para medir la resistencia de un material. En Miteco se encuentra a la salida del intercambiador y del Tk D30.	
Termómetro	Instrumento para medir la temperatura de un fluido, Presente en el intercambiador de calor y D01.	

Fuente: Elaboración propia, sustentado en datos aportados por el Área de Elaboración.

### Anexo 3: Detalles de la producción de azúcar, años 2013 y 2014.

Mes	Camión granel (unidad)	Camión líquida (unidad)	Merma granel	Merma líquida	Producción de azúcar (litros)	Requerimientos programación (litros)	Demanda faltante (%)
ene-13	209	17	0,50%	0,49%	6.496.936	6.855.160	5,23%
feb-13	186	36	0,34%	0,31%	5.814.796	6.573.388	11,54%
mar-13	199	4	0,37%	0,45%	6.174.300	6.258.588	1,35%
abr-13	197	2	0,56%	0,56%	6.167.500	6.209.644	0,68%
may-13	159	0	0,37%	0,38%	5.094.773	5.094.773	0,00%
jun-13	147	0	0,55%	0,55%	4.546.662	4.546.662	0,00%
jul-13	148	9	0,35%	0,36%	4.540.853	4.730.501	4,01%
ago-13	215	7	0,37%	0,37%	6.808.869	6.956.373	2,12%
sep-13	158	35	0,63%	0,60%	5.250.769	5.988.289	12,32%
oct-13	197	24	0,21%	0,22%	6.200.062	6.705.790	7,54%
nov-13	212	34	0,17%	0,18%	6.485.224	7.201.672	9,95%
dic-13	202	66	1,69%	1,48%	6.419.649	7.810.401	17,81%
ene-14	201	76	0,54%	3,23%	6.476.008	8.077.480	19,83%
feb-14	168	74	0,91%	-0,45%	5.006.390	6.565.718	23,75%
mar-14	144	90	1,77%	-1,26%	4.703.919	6.600.399	28,73%

Fuente: Elaboración propia, basado en datos aportados por el Área de Elaboración.

### Anexo 4: Demanda faltante temporada alta 2014.

Promedio de Demanda faltante %													
Etiquetas de fila	enero			Total enero	febrero			Total febrero	marzo			Total marzo	Total general
	A	B	C	A	B	C	A	A-B	B	C			
JULLOA	18%	31%	22%	21%	23%	22%	22%	23%	14%	0%	33%	25%	22%
JULLOA/M CABELLO								0%				0%	0%
M CABELLO	12%		23%	19%		21%	21%	15%		44%	34%	29%	23%
M VIDAL					26%	16%	20%	0%		20%	36%	25%	23%
M VIDAL/JULLOA						28%	28%				37%	37%	34%
P URBINA	13%			13%	14%	24%	17%	10%				10%	16%
P URBINA/M CABELLO									34%			34%	34%
L FARIAS											0%	0%	0%
<b>Total general</b>	<b>16%</b>	<b>31%</b>	<b>23%</b>	<b>19%</b>	<b>19%</b>	<b>21%</b>	<b>20%</b>	<b>18%</b>	<b>27%</b>	<b>21%</b>	<b>32%</b>	<b>25%</b>	<b>21%</b>

Fuente: Elaboración propia, basado en datos aportados por el Área de Elaboración.

## Anexo 5: Entrevista a involucrados.

A continuación se presentan las opiniones y calificaciones obtenidas por medio de una entrevista a los involucrados, en relación al funcionamiento de Miteco, particularmente a nivel de Mano de obra, Medio ambiente, Maquina y Método.

a) Opinión:

❖ L. Concha (Jefe de Elaboración).

- Mano de obra: Los Operadores no desarrollan un trabajo de manera analítica, tienen una predisposición a que no podrán hacer las cosas y no trabajan de acuerdo a procedimientos definidos.
- Medio ambiente: En la planta hay alta generación de ruido, existe exposición a temperaturas alta, generación de residuos sólidos no reciclables (torta de tierra filtrante) y un alto consumo de agua.
- Material: Sin comentario.
- Máquina: Se cuenta con equipos obsoletos y un programa deficiente de mantenimiento.
- Método: El plan de capacitación es deficiente.

❖ M. Cabello (Operador de licuación).

- Mano de obra: Falta capacitación para conocer los efectos de los ingredientes en el azúcar, por ejemplo química, reacción carbón, relación vapor, etc. A veces hay días con más trabajo que otros, tenemos varias responsabilidades, como: ver equipo, mantener °Bx, mantención; por lo que se podría justificar tener dos personas en un turno. Además falta compañerismo.
- Medio ambiente: El calor influye en el rendimiento del personal, frecuentemente los 2 aires acondicionados de la sala están malos, por lo que nos exponemos a cambios de temperatura y sufrimos riesgo de enfermarnos. A demás a veces la planta es usado por gente externa como un medio de paso.
- Material: Falta renovar materiales, como por ejemplo la caja de herramientas, mascarilla, cuchillo y el computador.
- Máquina: Se hace mantención correctiva, cuando los equipos no dan más. Si bien se conocen las necesidades, no se establece una fecha de ejecución. A nivel de equipo

falta un Tecele para arreglar la bomba y un mecanismo que permita homogenizar el azúcar líquida en Tk.

- Método: Falta actualización de libros. Considero que esta bien el tema de llenar formularios, porque si fuera digital, tendríamos que seguir completando los libros. Es una cosa o la otra

❖ J. Ulloa.

- Mano de obra: Falta capacitación eléctrica y mecánica. A demás faltan mejoras a nivel de infraestructura en general, por ejemplo hay altas temperaturas en sala de control y en sala de carbón salta mucho polvo. A demás faltan incentivos.
- Medio ambiente: Los Tk que almacenan el deshecho de carbón tiene poca mantención, por lo que se filtra.
- Material: Sin comentario.
- Máquina: Falta mantención de equipos y no se respetan las fechas de mantención por priorizar producción.
- Método: En el turno de noche aumentan nuestras responsabilidades.

❖ M. Vidal.

- Mano de obra: Falta capacitación de los trabajadores. A demás el personal suele faltar por licencia o accidentes laborales.
- Medio ambiente: Existe a veces derrame del carbón filtrado.
- Material: Están malos algunos medidores de calidad.
- Máquina: Falta *stock* de repuestos.
- Método: Los operarios no trabajan igual.

❖ L. Farías.

- Mano de obra: Sin comentario.
- Medio ambiente: El aire acondicionado pasa malo.
- Material: Falta actualización de documentos.
- Máquina: No se realiza mantención de equipos, es de tipo correctiva. Los equipos no son los más adecuados, ya que gastan mucho insumo.

- Método: Todos los operarios trabajan distinto. El método de filtración hace que se gasten muy rápido las tierras. No existe manera de cuantificar lo que consumen las salas elaboradoras de bebidas.

b) Calificación: El funcionamiento de los siguientes factores se evaluaron mediante puntuación de 1 a 4, en donde 1: Deficiente, 2: Regular, 3: Bueno, y 4: Muy bueno. Obteniéndose:

<b>Personal</b> <b>Criterio</b>	<b>L. Concha</b>	<b>M. cabello</b>	<b>J. Ulloa</b>	<b>M. Vidal</b>	<b>L. Farias</b>	<b>TOTAL</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Mano de obra</b>	3	2	3	2	3	13	22,4%
<b>Medio ambiente</b>	3	2	2	2	2	11	19,0%
<b>Material</b>	3	3	3	3	3	15	25,9%
<b>Maquina</b>	2	2	3	3	2	12	20,7%
<b>Metodo</b>	1	1	2	2	1	7	12,1%
<b>TOTAL</b>	12	10	13	12	11	58	100

Fuente: Elaboración propia.

## Anexo 6: Generalidades de los subproceso de producción.

Es importante detallar respecto a los subproceso identificados lo siguiente:

- ❖ **Recepción:** En el primer trimestre del año 2014, las fallas en Miteco se debieron en un 22% a causas por conceptos entrega de lansa. Por lo que se considera un factor relativamente controlado.

Causa de fallas, temporada 2014:

Tipo de causa	Porcentaje
Mecanica	57%
lansa	22%
Operacional	12%
Suministro	9%

Fuente: Informe de primer trimestre Area de Elaboración.

Detalle de suministros lansa:

Tipo de causa	Porcentaje
Falla exclusiva lansa	45%
Alimentación directa	30%
Siniestro lansa	25%

Fuente: Informe de primer trimestre Area de Elaboración.

- ❖ **Licuación:** Tal como se mencionó en el Capítulo I, los volúmenes de licuación se encuentran por debajo de lo planificado en el año 2013 y lo que va del 2014.
- ❖ **Almacenamiento:** Los cuatro estanques de almacenamiento de azúcar líquida, en la actualidad son utilizados a su mayor rendimiento.
- ❖ **Descarga:** De los cuatro estanques de almacenamiento dos son destinados al consumo de las Salas elaboradoras de Gaseosas y los otros al de Néctar.  
Si la preparación de bebida excede los parámetros de °Bx y acidez establecidos por la empresa, estas salas según el caso proceden a descargar más azúcar o agua de la estimada. Para tener una referencia de los volúmenes demandados por las Salas

se observó que entre los años 2012, 2013 y primer trimestre del 2014 las mayores cantidades requeridas de azúcar son por parte de las Sala de jarabes y la L15. Para lo que va del 2014 se tiene que el consumo lo lideran las Salas de jarabe, néctar y L15.

Volúmenes totales descargados por Sala elaboradora de bebidas el año 2012, 2013 y primer trimestre del 2014.

<b>Suma de REAL</b>	<b>Etiquetas de columna</b>
<b>Etiquetas de fila</b>	<b>Liquida</b>
-	
Jarabe	121.602.679
Jugos y nectar	5.725.336
Nectar	6.904.777
Nectar	457.260
Nectar L15	9.723.441
Nectar L4	3.574.001
Nr L15	3.950
<b>Total general</b>	<b>147.991.444</b>

Fuente: Informe DPP Área de Elaboración.

Detalle de volúmenes totales descargados por Sala elaboradora de bebidas, primer trimestre año 2014.

<b>Suma de REAL</b>	<b>Etiquetas de columna</b>
<b>Etiquetas de fila</b>	<b>Liquida</b>
2012	62.311.080
2013	69.554.725
2014	16.125.639
-	
Jarabe	14.977.689
Jugos y nectar	202.640
Nectar	427.118
Nectar L15	381.512
Nectar L4	136.680
<b>Total general</b>	<b>147991444</b>

Fuente: Informe DPP Área de Elaboración.

## Anexo 7: Muestreo situación actual.

N° muestra	Mes	Turno	Procesos de control										
			Descarga	Disolucion	Recuperacion	Filtracion		Refrigeracion			Integral		
			Consumo	Temperatura licuacion (°C)	Volumen real (ls)	P. in real (bar)	P salida (bar)	°BX	T salida (°C)	Turbidez (TNU)	Olor y sabor	Producción de azúcar licuada (ls)	Consumo azúcar granel (kg)
1	enero	C	49.194	85	10.383	3,80	1	67,30	22,33	0,29	NORMAL	44.400	85.300
2	enero	C	128.957	85	15.813	4,91	1	67,10	20,50	0,19	NORMAL	142.430	143.450
3	enero	A	126.194	85	14.332	3,30	1	66,90	22,60	0,19	NORMAL	143.680	143.350
4	enero	C	95.672	85	0	2,66	1	66,80	21,29	0,20	NORMAL	122.320	85.920
5	enero	A	124.627	85	13.591	3,84	1	67,00	20,78	0,22	NORMAL	142.500	172.600
6	enero	A	31.322	85	0	5,93	1	66,90	20,00	0,19	NORMAL	50.110	86.020
7	enero	A	111.180	85	13.838	2,69	1	67,40	21,60	0,22	NORMAL	126.040	85.960
8	enero	C	112.874	85	14.431	5,04	1	67,30	22,87	0,25	NORMAL	125.560	86.130
9	enero	A	128.857	85	11.469	3,86	1	67,20	21,75	0,27	NORMAL	147.000	141.640
10	enero	C	109.848	85	15.813	5,06	1	67,20	22,74	0,23	NORMAL	123.020	86.170
11	enero	A	115.932	0	15.813	0,00	1	67,30	0,00	0,00	NORMAL	129.560	113.440
12	enero	C	48.940	0	8.013	0,00	0	67,30	0,00	0,00	NORMAL	62.600	57.340
13	enero	C	0	SIN PRODUCCION				67,20			NORMAL	-	85.920
14	enero	C	132.479	85	15.072	5,12	1	66,90	22,00	0,23	NORMAL	150.000	113.490
15	enero	A	135.780	85	15.813	5,70		67,10	22,40	0,21	NORMAL	151.600	113.920
16	enero	C	112.746	85	11.370	5,01	1	67,30	21,91	0,32	NORMAL	121.750	84.580
17	enero	A	94.109	85	15.813	4,34	1	67,10	22,09	0,20	NORMAL	105.600	143.920
18	enero	A	184.955	85	15.813	5,94	1	67,10	21,97	0,20	NORMAL	73.960	139.490
19	enero	C	61.215	85	0	4,63	1	67,20	23,33	0,31	NORMAL	84.370	28.480
20	enero	A	85.440	85	11.370	5,13	1	67,10	22,15	0,33	NORMAL	128.110	113.510
21	enero	A	95.535	85	15.813	4,85	1	67,10	21,91	0,23	NORMAL	107.200	111.570
22	enero	A	117.187	85	13.838	5,10	1	67,30	21,80	0,28	NORMAL	133.000	115.290
23	enero	C	113.571	85	15.813	4,50	1	67,00	19,75	0,23	NORMAL	127.690	113.550
24	enero	A	124.853	85	15.813	4,62	1	66,70	20,82	0,24	NORMAL	141.200	140.860
25	enero	C	98.942	85	8.260	4,40	1	67,10	20,91	0,24	NORMAL	113.500	84.880
26	enero	C	121.284	85	13.345	4,18	1	67,10	20,82	0,20	NORMAL	136.800	143.850
27	enero	A	106.837	85	16.136	4,66	1	67,00	22,41	0,21	NORMAL	123.410	86.060
28	enero	C	111.702	85	15.813	4,64	1	66,90	20,83	0,22	NORMAL	120.000	114.410
29	enero	A	65.058	85	13.739	3,24	1	67,00	22,52	0,28	NORMAL	73.500	-
30	enero	C	115.003	85	15.813	5,82	1	67,10	21,64	0,23	NORMAL	124.600	142.720
31	febrero	A	75.007	85	0	2,64	1	67,10	22,56	0,26	NORMAL	100.010	57.190
32	febrero	C	68.637	85	13.838	4,21	1	66,90	20,17	0,23	NORMAL	63.100	85.700
33	febrero	A	112.817	85	11.864	3,75	1	67,20	21,18	0,26	NORMAL	130.380	115.330
34	febrero	A	117.948	85	14.579	2,48	1	67,30	22,00	0,00	NORMAL	129.570	115.830
35	febrero	C	62.739	85	10.876	4,86	1	67,00	20,87	0,26	NORMAL	39.220,0	0
36	febrero	C	116.744	85	15.912	5,58	1	67,10	21,39	0,28	NORMAL	131.000	112.960
37	febrero	A	124.862	85	15.813	3,41	1	67,10	21,00	0,37	NORMAL	140.210	169.920
38	febrero	C	97.396	85	13.591	5,09	1	66,90	21,52	0,28	NORMAL	112.000	111.750
39	febrero	A	101.420	85	12.110	0,00	1	66,90	24,00	0,00	NORMAL	117.030	169.210
40	febrero	C	119.833	85	14.826	3,45	1	67,40	21,00	0,35	NORMAL	130.920	84.920
41	febrero	A	76.003	85	15.813	5,50	1	66,80	23,00	0,23	NORMAL	84.770	143.040
42	febrero	C	103.297	85	15.813	4,11	1	67,10	21,38	0,31	NORMAL	115.910	27.680
43	febrero	C	104.329	85	15.813	4,32	1	66,90	21,00	0,38	NORMAL	115.600	113.820
44	febrero	A	110.289	85	11.864	3,75	1	67,30	23,00	0,24	NORMAL	127.300	113.360
45	febrero	A	96.287	85	5.397	0,00	1	67,00	23,30	0,37	NORMAL	110.890	84.520
46	febrero	A	54.391	85	0	4,00	1	67,50	24,00	0,26	NORMAL	75.360	57.270
47	febrero	C	58.939	85	7.914	2,40	1	67,30	24,00	0,27	NORMAL	57.810,0	0
48	febrero	C	110.668	85	12.851	4,50	1	66,90	23,12	0,21	NORMAL	126.950	86.650
49	febrero	A	100.341	85	9.741	0,00	1	67,10	21,00	0,21	NORMAL	116.990	143.420
50	febrero	C	116.537	85	15.122	3,88	1	67,40	22,07	0,22	NORMAL	124.570	85.950
51	febrero	A	101.780	85	13.541	3,60	1	66,90	22,50	0,26	NORMAL	116.280	113.820
52	febrero	C	94.203	85	14.085	3,88	1	67,10	22,43	0,25	NORMAL	105.150	114.560
53	febrero	A	76.104	85	0	5,25	1	67,30	23,00	0,17	NORMAL	85.230	29.230
54	febrero	C	87.381	85	13.345	3,25	1	67,30	23,00	0,24	NORMAL	97.670	116.420
55	febrero	A	80.292	85	14.924	6,40	1	67,10	22,40	0,26	NORMAL	88.480	143.740
56	febrero	C	102.903	85	15.813	4,04	1	67,50	23,00	0,25	NORMAL	113.670	57.660
57	febrero	A	82.974	85	7.421	6,10	1	67,30	22,41	0,27	NORMAL	101.300	113.810
58	febrero	C	84.573	85	5.150	4,17	1	66,40	23,67	0,24	NORMAL	96.480	85.330
59	febrero	A	126.813	85	4.854	3,50	1	66,90	22,50	0,25	NORMAL	143.160	141.620
60	marzo	C	102.021	85	14.332	3,83	1	67,00	22,00	0,20	NORMAL	112.200	113.620
61	marzo	A	101.529	85	15.813	4,98	1	67,00	22,67	0,26	NORMAL	102.000	87.140
62	marzo	C	90.917	85	10.333	3,38	1	67,00	22,50	0,30	NORMAL	107.840	58.200
63	marzo	A	83.538	85	8.161	4,09	1	67,00	20,00	0,23	NORMAL	96.150	85.900
64	marzo	C	113.309	85	13.690	4,50	1	67,20	21,50	0,21	NORMAL	121.250	115.010
65	marzo	C	108.143	85	13.048	4,26	1	67,30	23,00	0,27	NORMAL	114.070	113.700

66	marzo	A	103.874	85	12.851	4,74	1	67,10	22,30	0,22	NORMAL	116.760	142.370
67	marzo	A	111.498	85	9.889	4,48	1	66,90	22,20	0,21	NORMAL	125.350	115.390
68	marzo	C	40.650	85	15.813	5,47	1	67,50	21,50	0,27	NORMAL	29.200	56.200
69	marzo	A	70.814	85	13.246	2,20	1	67,00	22,70	0,34	NORMAL	82.250	28.260
70	marzo	C	104.172	85	15.813	5,67	1	67,40	24,00	0,25	NORMAL	114.100	114.150
71	marzo	A	64.348	85	14.924	4,52	1	67,20	22,50	0,22	NORMAL	73.000	29.280
72	marzo	C	102.820	85	15.813	5,28	1	67,40	23,50	0,26	NORMAL	114.200	86.550
73	marzo	A	59.834	85	15.813	6,15	1	67,60	22,30	0,21	NORMAL	66.500	29.450
74	marzo	A	36.806	85	15.418	3,90	1	67,60	22,75	0,23	NORMAL	41.300	57.150
75	marzo	C	53.485	85	0	4,91	1	67,30	23,85	0,20	NORMAL	19.320	28.870
76	marzo	A	55.272	85	15.912	4,80	1	67,50	21,00	0,29	NORMAL	61.540	85.950
77	marzo	C	68.056	85	9.395	6,05	1	67,30	21,00	0,20	NORMAL	83.200	86.610
78	marzo	A	73.573	85	15.912	3,20	1	67,80	22,30	0,30	NORMAL	81.250	84.550
79	marzo	C	55.487	85	11.617	2,73	1	67,10	22,70	0,23	NORMAL	61.100	27.880
80	marzo	A	49.682	85	7.421	3,83	1	66,70	21,00	0,22	NORMAL	59.160	56.170
81	marzo	C	31.030	85	5.002	3,25	1	66,50	21,00	0,21	NORMAL	30.050	-
82	marzo	A	46.474	85	7.421	3,74	1	67,00	23,04	0,22	NORMAL	49.770	113.500
83	marzo	C	96.501	85	14.085	3,86	1	67,10	24,00	0,27	NORMAL	100.300	28.950
84	marzo	C	111.665	85	14.332	4,13	1	67,30	22,61	0,24	NORMAL	110.200	84.520
85	marzo	A	127.939	85	15.418	3,48	1	67,00	22,70	0,31	NORMAL	142.930	114.690
86	marzo	C	107.982	85	15.813	5,43	1	67,00	22,32	0,22	NORMAL	121.000	143.040
87	marzo	A	130.916	85	0	3,96	1	67,30	23,50	0,24	NORMAL	162.260	11.470
88	marzo	C	83.202	85	15.714	3,90	1	67,20	23,00	0,30	NORMAL	31.050	-
89	marzo	A	44.967	85	12.851	4,38	1	67,50	24,50	0,21	NORMAL	52.160	114.780

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 8: Especificaciones de modelación, situación actual.

a) Detalle de llegadas:

Proceso	Numero máximo de llegadas (unidades)	Intervalo de llegadas (min)	Detalle
Descarga	2880	45	Se revisan 4 variables cada 3 horas. Por lo tanto por turno se inspeccionan 16 casos.
Productivo	2160	60	Se revisan 3 variables cada 3 horas. Por lo tanto por turno se inspeccionan 12 casos.
	3600	36	Se revisan 5 variables cada 3 horas. Por lo tanto por turno se inspeccionan 20 casos.
Traspaso	360	360	Se revisan 4 variables al día.
Mensual	6	21600	Se revisan 2 variables al final del mes.
Turno	270	480	Se revisan 3 variables diariamente.

Fuente: Elaboración propia.

b) Detalle de calendario:

Nombre calendario	Hora inicio	Duración	Recurrencia	Periodo de duración
Turno 1	7:00 AM	0,5 días	Diaria exceptuando el domingo	01/01/14 al 31/03/14
Turno 2	7:00 PM	0,5 días	Diaria	01/01/14 al 31/03/14
Practicante	9:00 AM	7 hrs	Diaria exceptuando el sábado y domingo	01/01/14 al 31/03/14
Administrador	7:00 AM	9 Hrs	Diaria exceptuando el domingo	01/01/14 al 31/03/14
Colación 1	12:00 PM	1 hr	Diaria exceptuando el domingo	01/01/14 al 31/03/14
Colación 2	12:00 AM	1 hr	Diaria	01/01/14 al 31/03/14
Colación 3	1:00 PM	1 hr	Diaria exceptuando el domingo	01/01/14 al 31/03/14

Fuente: Elaboración propia

## c) Detalle de los procesos de control:

Proceso	Tipo de modulo	Nombre evento	N° asignado al evento	N° de evento sucesor	Descripción (entidades y recursos)	Tiempo de procesamiento (min)	Tiempo de espera (min)	Decision SI NO	
Descarga	Evento de inicio	Comienzo	1	2	No aplica				
	Tarea	Revisar variables	2	3	Op. Licuacion y variable	3	1		
	Decisión	¿Fuera de rango?	3	4 y 10				33%	67%
	Tarea	Detectar causa	4	5	Op. Licuacion y variable	1			
	Decisión	¿Lo puede controlar?	5	6 y 11				98%	2%
	Decisión	¿Requiere apoyo?	6	7 y 12				2%	98%
	Tarea	Solucionar problema	7	8	Op. Licuacion y variable	3	2		
	Tarea	Registrar eventualidades	8	9	Op. Licuacion y libro control	1			
	Tarea	Comunicar condiciones a Jefatura	9	10	Op. Licuacion y Pc	2	1		
	Evento de fin	Término	10	-					
	Evento intermedio	Avisar condiciones a Jefatura	11	19					
	Evento intermedio	Avisar condiciones a mantención	12	14					
	Evento intermedio	Avisar condiciones a operador	13	15					
	Decisión	¿Existe disponibilidad de apoyo?	14	13 y 15				98%	2%
	Tarea	Determinar causa	15	16	Op. Mantencion y variable	2			
	Decisión	¿Lo puede solucionar?	16	17 y 13				99%	1%
	Tarea	Corregir desperfecto	17	10	Op. Mantencion y variable	4	2		
	Tarea	Determinar causa	18	19	Jefe elaboracion y variable	3			
	Tarea	Evaluar proveedor	19	20	Jefe elaboracion y Pc	3	1		
	Tarea	Coordinar con proveedor	20	21	Jefe elaboracion, Pc y telefono	1	2		
	Tarea	Coordinar con operadores	21	22	Jefe elaboracion y telefono	2	2		
	Tarea	Solucionar problema	22	10	Jefe operacion y variable	4	3		

Fuente: Elaboración propia

Proceso	Tipo de modulo	Nombre evento	N° asignado al evento	N° de evento sucesor	Descripción (entidades y recursos)	Tiempo de procesamiento (min)	Tiempo de espera (min)	Decision	
								SI	NO
Productivo	Evento de inicio	Comienzo	1	2	No aplica				
	Tarea	Revisar variables	2	3	Op. Licuacion y variable	3	2		
	Decisión	¿Fuera de rango?	3	23 y 4				66%	34%
	Tarea	Detectar causa	4	5	Op. Licuacion y variable	1			
	Decisión	¿Lo puede controlar?	5	8 y 6				99%	1%
	Decisión	¿Requiere apoyo?	6	9 y 7				2%	98%
	Tarea	Solucionar problema	7	10	Op. Licuacion y variable	3	2		
	Evento	Avisar condiciones a Jefe de Elaboración	8	18					
	Evento	Avisar condiciones a mantención	9	14					
	Evento	Capturar variables controladas	10	11					
	Actividad	Registrar variables controladas y eventualidades	11	12	Op. Licuacion y libro control	1			
	Actividad	Comunicar condiciones a jefatura	12	23	Op. Licuacion y Pc	2	1		
	Evento	Avisar condiciones a Operador	13	8					
	Decision	¿Existe disponibilidad de apoyo?	14	13				98%	2%
	Actividad	Determinar causas	15	16	Op. Mantencion y variable	4			
	Decision	¿Lo puede solucionar?	16	17 y 13				98%	1%
	Actividad	Corregir desperfecto	17	23	Op. Mantencion y variable	3	2		
	Actividad	Determinar causas	18	19	Jefe elaboracion y variable	4			
	Actividad	Evaluar proveedor	19	20	Jefe elaboracion y Pc	4	2		
	Actividad	Coordinar con proveedor	20	21	Jefe elaboracion, Pc y telefono	2	3		
Actividad	Coordinar con operadores	21	22	Jefe elaboracion y telefono	3	3			
Actividad	Verificar solucion	22	23	Jefe operacion y variable	5	4			
Evento de fin	Termino	23							

Fuente: Elaboración propia

Proceso	Tipo de modulo	Nombre evento	N° asignado al evento	N° de evento sucesor	Descripción (entidades y recursos)	Tiempo de procesamiento (min)	Tiempo de espera (min)	Decision	
								SI	NO
Traspaso	Evento de inicio	Comienzo	1	2	No aplica				
	Evento	Recolectar datos de variables	2	3					
	Actividad	Digitalizar datos	3	4	Alumno, Dato, Excel, Pc y Libro control	20	10		
	Decisión	¿Existe error o falta informacion?	4	5 y 9				4%	96%
	Actividad	Detener registro de datos	5	6	Alumno, Excel, Pc y Libro control	1	1		
	Actividad	Detectar causa del problema	6	7	Alumno, Dato, Excel, Pc y	2			
	Decisión	¿Se puede hallar desde Of2?	7	10 y 8				89%	11%
	Actividad	Corregir dato	8	9	Alumno, Dato, Excel, Pc y Libro control	5	2		
	Actividad	Guardar informe	9	13	Alumno, Excel y Pc	2	1		
	Evento intermedio	Avisar condiciones a operador	10	11					
	Actividad	Detectar causa del problema	11	12	Op. Licuacion, dato y libro control	2	1		
	Evento intermedio	Avisar causa a alumno	12	8					
	Actividad	Evaluar informacion	13	14	Adm. Elaboracion, Pc y excel	5	2		
	Actividad	Ingresar recuento a peoplesoft	14	15	Adm. Elaboracion, Pc y excel	10	5		
	Evento intermedio	Avisar condicion a subgerencia	15	16					
Evento de fin	Termino	16							

Fuente: Elaboración propia

Proceso	Tipo de modulo	Nombre evento	N° asignado al evento	N° de evento sucesor	Descripción (entidades y recursos)	Tiempo de procesamiento (min)	Tiempo de espera (min)	Decision SI NO	
								SI	NO
Turno	Evento de inicio	Comienzo	1	-					
	Actividad	Monitorear variables	2	3	Jefe y pc	15	5		
	Decisión	¿Se encuentran controladas?	3	6 y 4				98%	2%
	Actividad	Evaluar condiciones	4	5	Jefe, pc y telefono	10	3		
	Actividad	Establecer plan de contingencia	5	7	Jefe y pc	5			
	Evento	Avisar plan a operador	7	8					
	Actividad	Monitorear variables	8	9	Op licuación y excel	7	2		
	Actividad	Convenir acciones a ejecutar	9	10	Op licuación y telefono	3	1		
	Actividad	Ejecutar acciones	10	11	Op licuación y pc	5			
	Evento de fin	Termino	11	-					
	Evento de fin	Termino	12	-					

Fuente: Elaboración propia

Proceso	Tipo de modulo	Nombre evento	N° asignado al evento	N° de evento sucesor	Descripción (entidades y recursos)	Tiempo de procesamiento (min)	Tiempo de espera (min)	Decision	
								SI	NO
Mensual	Evento de inicio	Inicio	1	-					
	Actividad	Verificar registro diario	2	3	Administrador, excel, libro control	20	5		
	Decisión	¿Existe error o descuadratura?	3	4 y 8				95%	5%
	Actividad	Determinar causa	4	5	Administrador, excel, libro	10	5		
	Decisión	¿Se puede controlar desde Of 22?	5	6 y 11				97%	3%
	Actividad	Realizar ajustes o correcciones	6	7	Administrador, excel, libro	5	3		
	Evento	Avisar condiciones a Jefe de Elaboracion	7	8					
	Actividad	Ingresar a Peoplesoft datos concluyentes	8	9	Administrador, excel, libro control, PC	15	5		
	Evento	Avisar condiciones a operador	11	14					
	Actividad	Determinar causa	14	15	Libro control, telefono, OP licuacion	3	2		
	Evento	Avisar causas a administrador	15	12					
	Decisión	¿Razon es satisfactoria?	12	6 y 13				99%	1%
	Evento	Avisar condiciones a Jefe de Elaboracion	13	16					
	Actividad	Evaluar condiciones	16	17	Libro control, pc, excel, telefono, Jefe	5	3		
	Actividad	Establecer causas	17	6	Libro control, pc, excel, telefono, jefe	2			
	Evento	Avisar a Subgerente de operaciones	9	10					
Evento final	Termino	10							

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 9: Especificaciones de modelación, situación con rediseño.

a) Detalle de llegadas:

Proceso	Numero máximo de llegadas (unidades)	Intervalo de llegadas (min)	Detalle
Productivo	1200	36	Se revisan 5 variables cada 3 horas. Por lo tanto por turno se inspeccionan 20 casos.
Traspaso	120	360	Se revisan 4 variables al día.
Mensual	2	21600	Se revisan 2 variables al final del mes.
Turno	90	480	Se revisan 3 variables diariamente.

Fuente: Elaboración propia

b) Detalle de calendario:

Nombre calendario	Hora inicio	Duración	Recurrencia	Periodo de duración
Turno 1	7:00 AM	0,5 días	Diaria exceptuando el domingo	01/11/14 al 30/11/14
Turno 2	7:00 PM	0,5 días	Diaria	01/11/14 al 30/11/14
Practicante	9:00 AM	7 hrs	Diaria exceptuando el sábado y domingo	01/11/14 al 30/11/14
Administrador	7:00 AM	9 Hrs	Diaria exceptuando el domingo	01/11/14 al 30/11/14
Colación 1	12:00 PM	1 hr	Diaria exceptuando el domingo	01/11/14 al 30/11/14
Colación 2	12:00 AM	1 hr	Diaria	01/11/14 al 30/11/14
Colación 3	1:00 PM	1 hr	Diaria exceptuando el domingo	01/11/14 al 30/11/14

Fuente: Elaboración propia.

## c) Detalle de los procesos de control:

Proceso	Tipo de modulo	Nombre evento	N° asignado al evento	N° de evento sucesor	Descripción (entidades y recursos)	Tiempo de procesamiento (min)	Tiempo de espera (min)	Decision	
								SI	NO
Productivo	Evento de inicio	Comienzo	1	-	No aplica				
	Tarea	Revisar variables	2	3	Op. Licuacion y variable	3	2		
	Tarea	Realizar checklist inicial	3	4	Operador de licuación, PC y excel checklist	2			
	Decisión	¿Fuera de rango?	4	10 y 5				66%	34%
	Tarea	Detectar causa	5	6	Op. Licuacion y variable	1			
	Decisión	¿Lo puede controlar?	6	7 y 13				99%	1%
	Decisión	¿Requiere apoyo?	7	8 y 14				2%	98%
	Tarea	Solucionar problema	8	9	Op. Licuacion y variable	3	2		
	Evento	Avisar condiciones a Jefe de Elaboración	13	20					
	Evento	Avisar condiciones a mantención	14	16					
	Evento	Capturar variables controladas	9	10					
	Actividad	Registrar variables controladas y eventualidad	10	11	Op. Licuacion y sistema control	1			
	Actividad	Comunicar condiciones a jefatura	11	12 y 25	Op. Licuacion y Pc	2	1		
	Evento de fin	Termino	12	-					
	Evento	Avisar condiciones a Operador	15	13					
	Decision	¿Existe disponibilidad de apoyo?	16	15				98%	2%
	Actividad	Determinar causas	17	18	Op. Mantencion y variable	4			
	Decision	¿Lo puede solucionar?	18	19 y 15				98%	1%
	Actividad	Corregir desperfecto	19	10	Op. Mantencion y variable	3	2		
	Actividad	Determinar causas	20	21	Jefe elaboracion y variable	4			
	Actividad	Evaluar proveedor	21	22	Jefe elaboracion y Pc	4	2		
	Actividad	Coordinar con proveedor	22	23	Jefe elaboracion, Pc y telefono	2	3		
	Actividad	Coordinar con operadores	23	24	Jefe elaboracion y telefono	3	3		
	Actividad	Verificar solucion	24	10	Jefe operación y variable	5	4		
	Tarea	Revisar checklist	25	26	Jefe elaboracion, Pc y excel checklist	1			
	Evento de fin	Termino	26	-					

Fuente: Elaboración propia.

Proceso	Tipo de modulo	Nombre evento	N° asignado al evento	N° de evento sucesor	Descripción (entidades y recursos)	Tiempo de procesamiento (min)	Tiempo de espera (min)	Decision	
								SI	NO
Traspaso	Evento de inicio	Comienzo	1	2	No aplica				
	Evento	Recolectar guias	2	3					
	Actividad	Verificar datos	3	4	Alumno, Sistema control y Pc	10	5		
	Decisión	¿Existe error o falta informacion?	4	5 y 9				4%	96%
	Actividad	Detener registro de datos	5	6	Alumno, Pc y Sistema control	1	1		
	Actividad	Detectar causa del problema	6	7	Alumno, Dato, Pc y Sistema control	2			
	Decisión	¿Se puede hallar desde Of2?	7	10 y 8				89%	11%
	Actividad	Corregir dato	8	9	Alumno, Dato, Pc y Sistema control	5	2		
	Actividad	Guardar informe	9	13	Alumno y Pc	2	1		
	Actividad	Imprimir y archivar recuento	13	17	Alumno, Impresora, Pc y archivador	5	1		
	Evento intermedio	Avisar condiciones a operador	14	15					
	Actividad	Detectar causa del problema	15	16	Op. Licuacion, dato y Sistema control	2	1		
	Evento intermedio	Avisar causa a alumno	16	8					
	Actividad	Evaluar informacion	17	18	Adm. Elaboracion, Pc y Sistema control	5	2		
	Actividad	Ingresar recuento a peoplesoft	18	19	Adm. Elaboracion, Pc y Sistema control	10	5		
	Actividad	Comunicar situación a jefatura	19	20	Administrador y pc	1	2		
	Evento intermedio	Avisar condicion a subgerencia	20	21					
	Evento de fin	Termino	21	-					

Fuente: Elaboración propia.

Proceso	Tipo de modulo	Nombre evento	N° asignado al evento	N° de evento sucesor	Descripción (entidades y recursos)	Tiempo de procesamiento (min)	Tiempo de espera (min)	Decision	
								SI	NO
Turno	Evento de inicio	Comienzo	1	-					
	Actividad	Monitorear variables	2	3	Jefe y pc	15	5		
	Decisión	¿Se encuentran controladas	3	6 y 4				98%	2%
	Actividad	Evaluar condiciones	4	5	Jefe, pc y telefono	10	3		
	Actividad	Establecer plan de contingencia	5	7	Jefe y pc	5			
	Evento	Avisar plan a operador	7	8					
	Actividad	Monitorear variables	8	9	Operación y Sistema control	7	2		
	Actividad	Convenir acciones a ejecutar	9	10	Operación y telefono	3	1		
	Actividad	Ejecutar acciones	10	11	Operación y pc	5			
	Actividad	Comunicar condiciones a jefatura	11	12	Operación y Pc		1 2		
	Evento de fin	Termino	12	-					
	Actividad	Monitorear productividad	6	13	Jefe, Pc y sistema control	5	2		
	Actividad	Registrar recuento	13	14	Jefe, Pc, excel analisis y sistema control		1 1		
	Actividad	Analizar informacion	14	15	Jefe, Pc y excel analisis		3		
	Actividad	Evaluar medidas preventivas	15	16	Jefe y Pc		5		
	Evento de fin	Termino	16	-					

Fuente: Elaboración propia.

## Anexo 10: Resultados de simulación, situación actual.

a) Proceso control de descarga.

- Uso de recurso:

Recurso	Uso
Op licuacion	20,53%
Op mantencion	0,14%
Jefe elaboracio	0,37%
Variable	11,06%
Libro control	2,19%
Pc	6,64%
telefono	0,05%

Fuente: Software Bizagi Modeler.

- Resultados de tiempo:

Nombre	Instancias completadas	Instancias iniciadas	Tiempo mínimo (m)	Tiempo máximo (m)	Tiempo promedio (m)	Tiempo total (m)	Tiempo mínimo esperando recursos (m)	Tiempo máximo esperando recursos (m)	Tiempo promedio esperando recursos (m)	Desviación estandar esperando recursos (m)	Tiempo total esperando recursos (m)
CONTROL DE DESCARGA	2880	2880	8	92	15.36	44244					15059
NoneStart	2880										
Revisar variables	2880	2880	4	64	8.58	24713	0	60	4.58	14.44	13193
¿Fuera de rango?	2880	2880									
Detectar causa	985	985	1	5	1.29	1274	0	4	0.29	0.94	289
¿Lo puede controlar?	985	985									
Solucionar problema	940	940	5	10	5.29	4968	0	5	0.29	0.93	268
Avisar condiciones a Jefe de Elaboración	20	20									
Coordinar con proveedor	20	20	3	3	3	60	0	0	0	0	0
NoneEnd	2880										
¿Requiere apoyo?	967	967									
Avisar condiciones a mantención	27	27									
¿Existe disponibilidad de apoyo?	27	27									
Registrar eventualidades	2835	2835	1	6	1.26	3586	0	5	0.26	0.93	751
Verificar solución	20	20	7	7	7	140	0	0	0	0	0
Corregir desperfecto	25	25	6	10	6.4	160	0	4	0.4	1.1	10
Determinar causa	25	25	2	2	2	50	0	0	0	0	0
¿Lo puede solucionar?	25	25									
Coordinar con Operadores	20	20	4	4	4	80	0	0	0	0	0
Comunicar condiciones a Jefatura	2835	2835	3	8	3.19	9052	0	5	0.19	0.75	547
Determinar causa	20	20	3	3	3	60	0	0	0	0	0
Evaluar proveedor	20	20	5	6	5.05	101	0	1	0.05	0.22	1
Avisar a operador	2	2									

Fuente: Software Bizagi Modeler.

## b) Proceso control productivo.

Para 3 variables

- Uso de recurso:

Recurso	Uso
Variable	13,26%
Operador licuación	20,18%
Operador mantención	0,11%
Jefe elaboración	0,33%
Libro control	1,64%
Pc	5,04%
Teléfono	0,11%

Fuente: Software Bizagi Modeler.

- Resultado de tiempo:

Nombre	Instancias completadas	Instancias iniciadas	Tiempo mínimo (m)	Tiempo máximo (m)	Tiempo promedio (m)	Tiempo total (m)	Tiempo mínimo esperando recursos (m)	Tiempo máximo esperando recursos (m)	Tiempo promedio esperando recursos (m)	Desviación estandar esperando recursos (m)	Tiempo total esperando recursos (m)
CONTROL PRODUCTIVO	2160	2160	9	75	17,43	37645,9					2470,88
¿Lo puede controlar?	1437	1437									
Detectar causa	1437	1437	1	1	1	1437	0	0	0	0	0
Avisar condiciones a mantención	18	18									
Coordinar con proveedor	13	13	5	5	5	65	0	0	0	0	0
Capturar variables controladas	1407	1407									
Comunicar condiciones a Jefatura	2130	2130	3	63	6,21	13230	0	0	0	0	0
Avisar condiciones a Jefe de Elaboración	13	13									
Coordinar con Operadores	13	13	6	6	6	78	0	0	0	0	0
Registrar variables y eventualidades	2130	2130	1	1	1	2130	0	0	0	0	0
Corregir desperfecto	17	17	5	5	5	85	0	0	0	0	0
Solucionar problema	1407	1407	5	5	5	7035	0	0	0	0	0
Avisar condiciones a Operador	1	1									
¿Existe disponibilidad de apoyo?	18	18									
Evaluar proveedor	13	13	6	6	6	78	0	0	0	0	0
NoneEnd	2160										
Determinar causa	13	13	4	4	4	52	0	0	0	0	0
¿Requiere apoyo?	1425	1425									
Revisar variables	2160	2160	5	20	6,14	13270,9	0	15	1,14	3,95	2470,88
¿Fuera de rango?	2160	2160									
NoneStart	2160										
Verificar solución	13	13	9	9	9	117	0	0	0	0	0
Determinar causa	17	17	4	4	4	68	0	0	0	0	0
¿Lo puede solucionar?	17	17									

Fuente: Software Bizagi Modeler.

Para 5 variables

- Uso de recurso:

Recurso	Uso
Variable	5,03%
Operador licuación	11,84%
Operador mantención	0,09%
Jefe elaboración	0,63%
Libro control	2,73%
Pc	8,41%
Teléfono	0,23%

Fuente: Software Bizagi Modeler.

- Resultado de tiempo:

Nombre	Instancias completadas	Instancias iniciadas	Tiempo mínimo (m)	Tiempo máximo (m)	Tiempo promedio (m)	Tiempo total (m)	Tiempo mínimo esperando recursos (m)	Tiempo máximo esperando recursos (m)	Tiempo promedio esperando recursos (m)	Desviación estandar esperando recursos (m)	Tiempo total esperando recursos (m)
CONTROL PRODUCTIVO	3600	3600	9	40	13.11	47191					0
¿Lo puede controlar?	2370	2370									
Detectar causa	2370	2370	1	1	1	2370	0	0	0	0	0
Avisar condiciones a mantención	42	42									
Coordinar con proveedor	27	27	5	5	5	135	0	0	0	0	0
Capturar variables controladas	2304	2304									
Comunicar condiciones a Jefatura	3534	3534	3	3	3	10602	0	0	0	0	0
Avisar condiciones a Jefe de Elaboración	27	27									
Coordinar con Operadores	27	27	6	6	6	162	0	0	0	0	0
Registrar variables y eventualidades	3534	3534	1	1	1	3534	0	0	0	0	0
Corregir desperfecto	39	39	5	5	5	195	0	0	0	0	0
Solucionar problema	2304	2304	5	5	5	11520	0	0	0	0	0
Avisar condiciones a Operador	3	3									
¿Existe disponibilidad de apoyo?	42	42									
Evaluar proveedor	27	27	6	6	6	162	0	0	0	0	0
NoneEnd	3600										
Determinar causa	27	27	4	4	4	108	0	0	0	0	0
¿Requiere apoyo?	2346	2346									
Revisar variables	3600	3600	5	5	5	18000	0	0	0	0	0
¿Fuera de rango?	3600	3600									
NoneStart	3600										
Verificar solución	27	27	9	9	9	243	0	0	0	0	0
Determinar causa	40	40	4	4	4	160	0	0	0	0	0
¿Lo puede solucionar?	40	40									

Fuente: Software Bizagi Modeler.

## c) Proceso control de Traspaso.

- Uso de recurso:

Recurso	Uso
Practicante	11,04%
Administrador	6,99%
Operador	0,00%
Pc	18,03%
Sistema control	17,19%
Dato	2,12%
Archivador	1,68%

Fuente: Software Bizagi Modeler.

- Resultado de tiempo:

Nombre	Instancias completadas	Instancias iniciadas	Tiempo mínimo (m)	Tiempo máximo (m)	Tiempo promedio (m)	Tiempo total (m)	Tiempo mínimo esperando recursos (m)	Tiempo máximo esperando recursos (m)	Tiempo promedio esperando recursos (m)	Desviación estandar esperando recursos (m)	Tiempo total esperando recursos (m)
Control integral de traspaso	120	120	64	75	64,46	7735					0
NoneStart	120										
Recolectar Guias	120	120									
Verificar datos	120	120	30	30	30	3600	0	0	0	0	0
¿Existe error o falta informacion?	120	120									
Detener el registro de datos	5	5	2	2	2	10	0	0	0	0	0
Detectar causa del problema	5	5	2	2	2	10	0	0	0	0	0
¿Se puede hallar desde Of 2?	5	5									
Corregir dato	5	5	7	7	7	35	0	0	0	0	0
Guardar informe	120	120	3	3	3	360	0	0	0	0	0
Evaluar informacion	120	120	7	7	7	840	0	0	0	0	0
Ingresar recuento a peoplesoft	120	120	15	15	15	1800	0	0	0	0	0
Avisar condicion a subgerencia	120	120									
NoneEnd	120										
Avisar condicion a operador	0	0									
Detectar causa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Avisar causa a alumno	0	0									
Imprimir y archivar recuento	120	120	6	6	6	720	0	0	0	0	0
Comunicar situacion a jefatura	120	120	3	3	3	360	0	0	0	0	0

Fuente: Software Bizagi Modeler.

## d) Proceso control mensual.

- Uso de recurso:

Recurso	Uso
Administrador	0,36%
Excel	0,37%
Libro control	0,37%
Pc	0,12%
Telefono	0,02%
Operador	0,00%
Jefe	0,01%

Fuente: Software Bizagi Modeler.

- Resultado de tiempo:

Nombre	Instancias completadas	Instancias iniciadas	Tiempo mínimo (m)	Tiempo máximo (m)	Tiempo promedio (m)	Tiempo total (m)	Tiempo mínimo esperando recursos (m)	Tiempo máximo esperando recursos (m)	Tiempo promedio esperando recursos (m)	Desviación estandar esperando recursos (m)	Tiempo total esperando recursos (m)
Proceso control mensual	6	6	45	83	67,5	405					0
NoneStart	6										
Verificar registro dato	6	6	25	25	25	150	0	0	0	0	0
¿Existe error o descuadratura?	6	6									
Determinar causa	5	5	15	15	15	75	0	0	0	0	0
¿Se puede corregir desde of 2?	5	5									
Realizar ajustes o correccion	5	5	8	8	8	40	0	0	0	0	0
Avisar a jefe de elaboracion	5	5									
Ingresar a peoplesoft datos concluyentes	6	6	20	20	20	120	0	0	0	0	0
Avisar a subgerente	6	6									
NoneEnd	6										
Avisar condicion a operador	2	2									
Determinar causa	2	2	5	5	5	10	0	0	0	0	0
Avisar causa a administrador	2	2									
¿Razon es satisfactoria?	2	2									
Avisar condiciones a jefe	1	1									
Evaluar condiciones	1	1	8	8	8	8	0	0	0	0	0
Establecer causa	1	1	2	2	2	2	0	0	0	0	0

Fuente: Software Bizagi Modeler.

## e) Proceso control por turno.

- Uso de recurso:

Recurso	Uso
Jefe	4,22%
Operación	0,04%
Pc	4,23%
Telefono	0,04%
Excel	0,02%

Fuente: Software Bizagi Modeler.

- Resultado de tiempo:

Nombre	Instancias completadas	Instancias iniciadas	Tiempo mínimo (m)	Tiempo máximo (m)	Tiempo promedio (m)	Tiempo total (m)	Tiempo mínimo esperando recursos (m)	Tiempo máximo esperando recursos (m)	Tiempo promedio esperando recursos (m)	Desviación estándar esperando recursos (m)	Tiempo total esperando recursos (m)
CONTROL INTEGRAL ANALISIS POR TURNO	270	270	20	56	20,4	5508					0
Monitorear variables	3	3	9	9	9	27	0	0	0	0	0
NoneEnd	267										
NoneStart	270										
¿Se encuentran controladas?	270	270									
Establecer plan de contingencia	3	3	5	5	5	15	0	0	0	0	0
Evaluar condiciones	3	3	13	13	13	39	0	0	0	0	0
Avisar plan a Operador	3	3									
Monitorear variables	270	270	20	20	20	5400	0	0	0	0	0
Convenir acciones a ejecutar	3	3	4	4	4	12	0	0	0	0	0
NoneEnd	3										
Ejecutar acciones	3	3	5	5	5	15	0	0	0	0	0

Fuente: Software Bizagi Modeler.

## Anexo 11: Resultados de simulación, situación con rediseño.

a) Proceso control productivo.

Para 5 variables

- Uso de recurso:

Recurso	Uso
variable	5,11%
Operador licuacion	13,90%
Operador mantencion	0,09%
Jefe elaboracion	3,34%
Sistema control	2,78%
Pc	16,88%
Telefono	0,20%
Excel checklist	8,34%

Fuente: Software Bizagi Modeler.

- Resultado de tiempo:

Nombre	Instancias completadas	Instancias iniciadas	Tiempo mínimo (m)	Tiempo máximo (m)	Tiempo promedio (m)	Tiempo total (m)	Tiempo mínimo esperando recursos (m)	Tiempo máximo esperando recursos (m)	Tiempo promedio esperando recursos (m)	Desviación estandar esperando recursos (m)	Tiempo total esperando recursos (m)
CONTROL PRODUCTIVO	1200	1200	12	47	16,33	19591					21
¿Lo puede controlar?	819	819									
Detectar causa	819	819	1	1	1	819	0	0	0	0	0
Avisar condiciones a mantención	17	17									
Coordinar con proveedor	8	8	5	5	5	40	0	0	0	0	0
Capturar variables controladas	798	798									
Comunicar condiciones a Jefatura	1200	1200	3	3	3	3600	0	0	0	0	0
Avisar condiciones a Jefe de Elaboración	8	8									
Coordinar con Operadores	8	8	6	6	6	48	0	0	0	0	0
Registrar variables y eventualidades	1200	1200	1	1	1	1200	0	0	0	0	0
Corregir desperfecto	13	13	5	5	5	65	0	0	0	0	0
Solucionar problema	798	798	5	5	5	3990	0	0	0	0	0
Avisar condiciones a Operador	4	4									
¿Existe disponibilidad de apoyo?	17	17									
Evaluar proveedor	8	8	6	6	6	48	0	0	0	0	0
NoneEnd	1200										
Determinar causa	8	8	4	4	4	32	0	0	0	0	0
¿Requiere apoyo?	815	815									
Revisar variables	1200	1200	5	5	5	6000	0	0	0	0	0
¿Fuera de rango?	1200	1200									
NoneStart	1200										
Verificar solución	8	8	9	9	9	72	0	0	0	0	0
Determinar causa	14	14	4	4	4	56	0	0	0	0	0
¿Lo puede solucionar?	14	14									
Realizar checklist inicial	1200	1200	2	3	2,01	2407	0	1	0,01	0,08	7
Revisar checklist	1200	1200	1	3	1,01	1214	0	2	0,01	0,15	14
NoneEnd	1200										

Fuente: Software Bizagi Modeler.

## b) Proceso traspaso.

- Uso de recurso:

Recurso	Uso
Practicante	6,84%
Administrador	6,99%
Operador	0,00%
Pc	13,84%
Sistema control	13,00%
Dato	1,08%
archivador	1,68%

- Resultado de tiempo:

Nombre	Instancias completadas	Instancias iniciadas	Tiempo mínimo (m)	Tiempo máximo (m)	Tiempo promedio (m)	Tiempo total (m)	Tiempo mínimo esperando recursos (m)	Tiempo máximo esperando recursos (m)	Tiempo promedio esperando recursos (m)	Desviación estandar esperando recursos (m)	Tiempo total esperando recursos (m)
Control integral de traspaso	120	120	49	60	49,46	5935					0
NoneStart	120										
Recolectar Guías	120	120									
Verificar datos	120	120	15	15	15	1800	0	0	0	0	0
¿Existe error o falta informacion?	120	120									
Detener el registro de datos	5	5	2	2	2	10	0	0	0	0	0
Detectar causa del problema	5	5	2	2	2	10	0	0	0	0	0
¿Se puede hallar desde Of 2?	5	5									
Corregir dato	5	5	7	7	7	35	0	0	0	0	0
Guardar informe	120	120	3	3	3	360	0	0	0	0	0
Evaluar informacion	120	120	7	7	7	840	0	0	0	0	0
Ingresar recuento a peoplesoft	120	120	15	15	15	1800	0	0	0	0	0
Avisar condicion a subgerencia	120	120									
NoneEnd	120										
Avisar condicion a operador	0	0									
Detectar causa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Avisar causa a alumno	0	0									
Imprimir y archivar recuento	120	120	6	6	6	720	0	0	0	0	0
Comunicar situacion a jefatura	120	120	3	3	3	360	0	0	0	0	0

Fuente: Software Bizagi Modeler.

## c) Proceso análisis por turno.

- Uso de recurso:

Recurso	Uso
Jefe	7,79%
Op licuacion	0,10%
Pc	7,83%
Telefono	0,08%
Sistema control	1,89%
Excel analisis	1,03%

Fuente: Software Bizagi Modeler.

- Resultado de tiempo:

Nombre	Instancias completadas	Instancias iniciadas	Tiempo mínimo (m)	Tiempo máximo (m)	Tiempo promedio (m)	Tiempo total (m)	Tiempo mínimo esperando recursos (m)	Tiempo máximo esperando recursos (m)	Tiempo promedio esperando recursos (m)	Desviación estandar esperando recursos (m)	Tiempo total esperando recursos (m)
CONTROL INTEGRAL ANALISIS POR TURNO	90	90	37	59	37,49	3374					0
Monitorear variables	2	2	9	9	9	18	0	0	0	0	0
NoneStart	90										
¿Se encuentran controladas?	90	90									
Establecer plan de contingencia	2	2	5	5	5	10	0	0	0	0	0
Evaluar condiciones	2	2	13	13	13	26	0	0	0	0	0
Avisar plan a Operador	2	2									
Monitorear variables	90	90	20	20	20	1800	0	0	0	0	0
Convenir acciones a ejecutar	2	2	4	4	4	8	0	0	0	0	0
NoneEnd	2										
Ejecutar acciones	2	2	5	5	5	10	0	0	0	0	0
Monitorear productividad de la planta	88	88	7	7	7	616	0	0	0	0	0
Registrar recuento	88	88	2	2	2	176	0	0	0	0	0
Anaizar informacion	88	88	3	3	3	264	0	0	0	0	0
Evaluar medidas preventivas	88	88	5	5	5	440	0	0	0	0	0
NoneEnd	88										
Comunicar condicion a jefatura	2	2	3	3	3	6	0	0	0	0	0

Fuente: Software Bizagi Modeler.

## Anexo 12: Detalle de costos mensuales, situación actual y con rediseño.

a) Situación actual:

- Formularios: Mensualmente se crean 2 libros de producción azúcar y 1 de control.

Artículo	Tipo	Unidad	Mensual
Tintas	color	\$ 9.990	\$ 59.940
	negro	\$ 15.990	\$ 31.980
Papel	carta	\$ 2.990	\$ 5.980
	oficio	\$ 3.790	\$ 7.580
Mica	carta	\$ 5.500	\$ 16.500
	oficio	\$ 6.500	\$ 19.500
Anillos espirales		\$ 3.240	\$ 3.240
CostoTotal		\$ 48.000	\$ 144.720

Fuente: Elaboración propia.

b) Situación con rediseño:

- Formularios: Mensualmente se crearía 1 libro de control, sin considerar la implementación total de la propuesta.

Artículo	Tipo	Unidad	Mensual
Tintas	color	\$ 9.990	\$ 29.970
	negro	\$ 15.990	\$ 15.990
Papel	carta	\$ 2.990	\$ 2.990
	oficio	\$ 3.790	\$ 3.790
Mica	carta	\$ 5.500	\$ 16.500
	oficio	\$ 6.500	\$ 6.500
Anillos espirales		\$ 3.240	\$ 3.240
CostoTotal		\$ 48.000	\$ 78.980

Fuente: Elaboración propia.

- Sueldo: El área costea los relacionados a los Operadores de producción y el alumno practicante.

Trabajador	Por persona	Mensual
Operador de licuad	\$ 438.305	\$ 1.314.915
Alumno en ractica	\$ 115.000	\$ 115.000
Costo total	\$ 553.305	\$ 1.429.915

Fuente: Elaboración propia.