

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS  
AMÉRICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Propuesta de mejora del sistema integrado de programación y  
control de la producción en el tiempo de alisto de fórmulas utilizadas  
en la Cooperativa De Productores De Leche Dos Pinos**

**Para optar por el grado de bachillerato en Ingeniería Industrial**

**Autor:**

**Juan Carlos González Aragón**

**Tutor:**

**Ing. William Delgado Aguilar. Mer**

**Sede Aranjuez**

**Agosto, 2018**

## **DEDICATORIA**

Primero que nada agradecer a Dios por darme la oportunidad y la fortaleza para poder llegar a este punto, es por eso que quiero dedicar esta tesis a él. También extendiendo esta dedicatoria a mi esposa Lizbeth, a mi hijo Juan Ignacio y a mi hija María Fernanda a quienes robé tiempo de familia en el proceso, no obstante así siempre lo comprendieron y se mantuvieron conmigo. Así mismo, de una manera muy especial dedico este trabajo a mi hermano Mauricio por su siempre e incondicional respaldo y por confiar en mí a pesar de mis muchos tropiezos. Finalmente, extender esta dedicatoria a mi madre Sandra y a mi padre Carlos quienes al igual que todas las personas mencionadas han estado siempre conmigo y quienes siempre guardaron la fe y la esperanza de ver esta etapa de mi vida culminada.

¡Gracias totales!

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecer a mis compañeros del departamento de Formulaciones de la Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos R.L. por facilitarme la información requerida para el desarrollo de esta tesis. Al igual agradezco a mis jefaturas por facilitarme tiempo y flexibilidad cuando así lo requerí. Finalmente, agradezco al personal docente de la Universidad Internacional de las Américas y a mi tutor Ingeniero William Delgado por proveerme de herramientas y conocimiento para llegar a la meta.

## RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto se desarrolló en el área de formulaciones de la Cooperativa de Productores de Leche de Dos Pinos R.L., ubicada en el Coyoil de Alajuela. Consiste en la propuesta de mejora del Sistema Integrado de Programación y Control de la Producción en el tiempo de alisto de fórmulas utilizadas en la dicha Cooperativa.

La situación actual del área evidencia la problemática de necesitar una mejora en el área de formulaciones de las diferentes líneas de productos de las plantas de la empresa, esta muestra especial interés por mejorar el sistema integrado de programación y control de la producción que ayude a tener a tiempo las materias primas (fórmulas) necesarias para cumplir con la demanda de los productos de sus plantas; la intención es mejorar el tiempo de entrega en los plazos establecidos según el programa de producción y lograr el cumplimiento del horizonte de planeación del área de formulaciones; se debe contar con el personal humano que realiza las funciones operativas pues este aporta en la mejora continua y calidad en la fuente del proceso.

El estudio mejorará el proceso de los tiempos de alisto de las fórmulas utilizadas en las distintas plantas de la Cooperativa de Productores de Leche de Dos Pinos R.L.; en la actualidad se presenta que en el sistema integrado de programación y control de producción, se está generando un horizonte de planificación de 7 días para el alisto de fórmulas.

Por esta situación, al tener una programación de tan corto plazo, se están quedando pendientes de alistar por semana 19 pedidos de fórmula, por lo cual se debe incurrir en jornadas extraordinarias con un costo aproximado de 402 125 colones por semana.

Además de no tener las fórmulas preparadas en el momento requerido, se puede generar un paro de línea y por ende el producto no va a llegar a tiempo al mercado, con el consecuente perjuicio para las ventas de la empresa, lo que representa un costo de oportunidad de 1 118 217 567 de colones anuales por este concepto.

Actualmente el departamento necesita una mejora en el sistema integrado de programación y control de la producción, que pueda determinar qué inconvenientes presenta el alisto de formulaciones para la producción de los productos, pues esto ocasiona atrasos en la producción de la línea de las diferentes plantas de Dos Pinos; cabe indicar que las formulaciones trabajan para realizar los pedidos de las fórmulas requeridas, tomando en cuenta la materia prima en bodega de formulaciones, si no se tiene ahí debe solicitarse a bodega central BMP, lo cual produce leves paros

de línea en el proceso de alisto; ello ocasiona problemas de tiempo de entrega al no contarse con las fórmulas preparadas en el tiempo previsto de 7 días que se le da al área para el cumplimiento de la demanda solicitada. Asimismo, se dan acumulaciones de fórmulas pendientes en los días siguientes y por ende demandas adicionales de productos en las plantas de producción. Para que se puedan tener a tiempo los pedidos atrasados, se debe incurrir labores en jornadas extraordinarias que genera un costo anual de  $\text{¢}2.613810$  a la empresa. Por lo tanto, se identificó que la falta de integración entre áreas, no contar con la cantidad suficiente de materia prima y que los pedidos no se soliciten en el tiempo establecido, son las situaciones que más influyen en los atrasos del departamento formulaciones, pues son bastantes las áreas involucradas en el proceso, tales como compras, bodega de materia prima, bodega central, distribución y producción; todas estas son parte de los departamentos que se interrelacionan en el proceso de formulaciones.

El sistema se ve alterado cuando Dos Pinos, comprueba atrasos en el área de formulaciones pues si una línea de producción no cuenta con los insumos base para su preparación, modifica la planificación semanal de la línea, genera un incremento de costos de la producción y un descontrol en el sistema de información interno, al no contarse con pronósticos adecuados para cumplir con la materia prima necesaria. En este sentido, más adelante se estará cuantificando la magnitud de estos atrasos.

Actualmente se cuenta con un tiempo de ciclo de 48 horas en todo el proceso de planeación actual y se analiza la propuesta para reducir los tiempos muertos, cuellos de botella y demás para reducir tiempo y de esta manera cumplir con el horizonte de planeación, integrando los diferentes departamentos a un tiempo de 31 horas, esto corresponde 17 horas para la equivalencia de un 35,42% menos de lo que se dura actualmente para que el pedido llegue a tiempo al área de formulaciones.

Analizando el sistema, queda claro que este tiene capacidad para procesar las fórmulas solicitadas (capacidad necesaria), no obstante en la actualidad la capacidad real no alcanza a la demanda solicitada. En esta situación se identificaron las causas del porqué no se está logrando tener los pedidos en el momento preciso.

Tampoco se cuenta un MRP, que permita al área de formulaciones, anticipar con éxito el reabastecimiento de las materias primas, para que los pedidos de fórmulas puedan tenerlos listos

en el momento adecuado, para esto se requiere que el departamento de programación pase los pedidos a tiempo con un horizonte de 6 meses dividido por meses y a su vez estos por semanas.

Se busca planificar en función de un modelo de pronósticos y que el área de programación de la producción traslade es necesidad al área de formulaciones, y no como se está haciendo en la actualidad en formulaciones, con una metodología basada en los paros de línea, reprogramaciones y pago de jornadas extraordinaria, esto se podría definir como una programación por contingencia y de corto plazo debido a que no se cuenta con un horizonte de planificación con un rango más amplio de visualización.

El proceso de alisto de formulaciones también se puede mejorar con base en el tiempo de ciclo, ya que al disminuirlo influiría directamente en la cantidad de pedidos y así se lograría evitar que queden pedidos pendientes los cuales estaban programados en el horizonte de tiempo de una semana determinada.

Por lo tanto, al realizar la mejora adecuada en el sistema integrado de programación y control de la producción, se espera mejorar el proceso de formulaciones, además que la información fluya con eficiencia y los departamentos tengan un compromiso de fluidez y transparencia en la información necesaria en el área de formulaciones.

Se realizaron mediciones de tiempos de procesos en los diferentes departamentos relacionados con el área de formulaciones mediante un análisis estructurado, para comprobar cuáles procesos influyen en el atraso de la preparación de las fórmulas, se identificaron causas de los atrasos; también se realiza un análisis de la información requerida por el área de formulaciones para corregir u optimizar cada proceso de manera adecuada, además se incluyen las propuestas para obtener tiempos de ciclo actuales y así mejorar.

Finalmente, la propuesta concluye con la mejora del sistema, lo cual consiste en la integración de las áreas relacionadas con el proceso de alisto de formulaciones; ello a su vez permite que los flujos de información y comunicación entre los departamentos sean ágiles para lograr anticipar las operaciones de cada área. Con esta anticipación, el departamento de formulaciones lograría planificar con un horizonte de mediano plazo sus actividades, reducir el tiempo de ciclo en el proceso de alisto para lograr tener los pedidos en el momento requeridos sin tener que incurrir en el pago de jordanas extraordinarias.

Para este proyecto el costo de implementación es de 3 664 314 colones; este monto es manejable para la cooperativa, y por esto la empresa puede implementarlo en su planta de producción ubicada en el Coyol de Alajuela; asimismo, Dos Pinos podría obtener un beneficio de 1 135791 607 colones; dicha implementación tendría una duración de 4 meses.

Se recomienda que la empresa implemente este proyecto ya que el beneficio es considerable, tanto en la parte operativa como en la rentabilidad generada por los productos cuando están disponibles en el mercado. Con ello se hace mención a su eslogan:

**“Siempre con Algo Mejor”**

## CONTENIDO

Dedicatoria .....	1
Agradecimientos .....	2
Carta de autorización del Tutor.....	3
Carta de autorización del Lector .....	4
CARTA DE REVISIÓN FILOLÓGICA .....	5
Declaración Jurada .....	6
Código de Ética .....	7
Resumen Ejecutivo .....	8
Índice de figuras .....	16
Índice de tablas .....	16
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	17
Generalidades de la empresa.....	19
Reseña histórica de la empresa.....	19
Misión de la empresa .....	20
Visión de la empresa .....	20
Organigrama de la empresa: .....	20
Mercado .....	21
Estructura de capital de la empresa.....	22
Tamaño de la empresa .....	22
Localización de la empresa.....	22
Planteamiento del problema.....	22
Objetivos .....	24
Objetivo General .....	24
Objetivos Específicos .....	24
Justificación del proyecto.....	24
Antecedentes del problema .....	25
Proyecciones .....	25
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	26
Definición de Programación de Operaciones.....	29
Planificación de requerimiento de materiales (Material Requirements Planning “MRP”).....	29
Control.....	32
Pronósticos .....	32

Plan Maestro de Producción (PMP) .....	34
Plan de requerimientos de capacidad .....	35
Explosión de materiales .....	35
Planeación de recursos empresariales (ERP) .....	35
Diagrama de Pareto.....	35
Diagrama de Ishikawa .....	36
Diagrama de Flujo De Proceso .....	38
Análisis estructurado.....	38
Diagrama de Flujo de Datos (DFD) .....	38
Cadena de suministros .....	40
Mapeo de procesos .....	40
Flujos de información.....	40
Clasificación ABC .....	41
Causas asignables.....	41
Causas no asignables.....	41
Indicadores .....	42
Sistema de programación y control .....	42
Proceso .....	43
Desperdicio o Muda .....	43
Horizonte de planeación .....	44
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO .....	46
Enfoques.....	46
Alcance cuantitativo .....	47
Muestra .....	48
VARIABLES.....	49
Instrumentos .....	50
Diagrama de Flujo.....	51
Diagrama Ishikawa .....	51
Mapeo de Procesos .....	51
Análisis Estructurado.....	51
Requerimiento de materiales para la producción.....	51
Diagrama de flujo de la información .....	51
Estudio de tiempos.....	51

Proceso de recolección de datos.....	52
Métodos de Análisis .....	53
Cronograma.....	53
Gantt.....	54
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE la situación actual.....	55
Sistema Integrado de Programación y Control de la Producción. ....	55
Descripción de la estrategia .....	57
Descripción de la situación actual.....	58
Descripción General del Proceso Productivo del área de formulaciones .....	59
Recibo e impresión de pedidos (órdenes de producción).....	61
Inventario de materia prima, pedido del mismo e impresión de las hojas de control .....	61
Recibo de materia prima .....	62
Formular .....	63
Etiquetar .....	64
Entarimar.....	65
Análisis de la Cadena de Suministros .....	66
Diagrama de Flujo del Área de formulaciones .....	66
Análisis del diagrama de flujo.....	68
Análisis del Flujo de Información del proceso de formulaciones.....	68
Departamentos que influyen en el proceso de formulaciones.....	71
Departamentos que influyen en el proceso de formulaciones.....	72
Proceso de alisto de formulaciones. ....	73
Análisis del elemento de planear en el SIPCD del área de formulaciones .....	78
Análisis del elemento de Ejecutar en el SIPCD del área de Formulaciones .....	80
Análisis del elemento de Controlar en el SIPCD del área de Formulaciones .....	81
ABC de las Causas.....	82
Impacto del sistema .....	86
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	88
CAPÍTULO VI: PROPUESTA.....	92
Introducción a la propuesta .....	92
Propuesta para el Sistema Integrado de Programación y Control de la Producción .....	94
Descripción del diseño propuesto.....	94
Estrategia del diseño del SIPCP .....	96

Etapa de planear .....	98
Etapa de ejecutar .....	105
Etapa de controlar.....	108
Sistema de Información.....	109
Factores críticos de éxito.....	113
Plan de implementación.....	114
Evaluación económica.....	115
REFERENCIAS.....	117
APÉNDICES.....	118

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Organigrama de la Cooperativa de Leche Dos Pinos R.L. ....	21
Figura 2. Diagrama de definición de un sistema MRP.....	27
Figura 3. Diagrama de funcionamiento MRP.....	31
Figura 4: Visualización de los elementos a considerar en SIPCP .....	56
Figura 5: Proceso del área de formulaciones.....	60
Figura 6: Flujo de Proceso para la impresión de los pedidos de las diferentes áreas de producción .....	61
Figura 7: Flujo de Proceso para el inventario y el pedido de materia prima al almacén general de la cooperativa .....	62
Figura 8. Recepción de Materia Prima.....	63
Figura 9: Flujo de Proceso para formular.....	64
Figura 10: Flujo de proceso para el etiquetado de las formulaciones .....	65
Figura 11: Cadena de Suministros de Dos Pinos.....	66
Figura 12: Diagrama de Flujo de Formulaciones.....	67
Figura 13: Diagrama de flujo de información de Dos Pinos.....	70
Figura 14: Departamentos que influyen antes del proceso de alisto de formulaciones con sus respectivos tiempos de ciclo.....	71
Figura 15: Hoja electrónica para solicitud de pedidos a formulaciones.....	73
Figura 16: Muestra información probatoria.....	75
Figura 17: Análisis del Sistema en Formulaciones.....	78
Figura 18: Gráfica de Oferta- Demanda.....	79
Figura 19: Tiempo de ciclo proceso de alisto.....	80
Figura 20: Estrategia del diseño del SIPCP.....	95
Figura 21: Diseño funcional de actividades.....	99
Figura 22: Análisis de causas.....	105
Figura 23: Análisis de atraso.....	106
Figura 24: Análisis de tiempo de ciclo.....	107
Figura 25: Análisis de planeado contra lo ejecutado.....	108
Figura 26: Extracto de Figura 14.....	110
Figura 27: Extracto de Figura 21.....	110
Figura 28: Manejo de la Información.....	111
Figura 29: Software para el manejo de la Información .....	112

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación de causas .....	82
Tabla 2: Incidencias por Semana en el área de formulaciones.....	83
Tabla 3: Incidencias por Semana en el área de formulaciones.....	85
Tabla 4: Impacto económico que genera el área de formulaciones.....	87
Tabla 5: Cronograma para la implementación de la propuesta .....	114
Tabla 6: Análisis costo beneficio .....	115

## CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

Actualmente las empresas buscan cada vez más que los productos y servicios cumplan con grandes estándares de calidad y de producción, con el fin de alcanzar un alto nivel competitivo que garantice su permanencia en el mercado y se ajuste a las condiciones cambiantes de la economía. Por lo tanto, es necesario crear fortalezas en procesos, métodos, tecnología y personal competente que permita afrontar este escenario.

El funcionamiento bajo un Sistema Integrado de Programación y Control de la Producción para las empresas es primordial pues sin un óptimo control de este sistema, es poco probable que estas puedan ser competitivas. Es por ello que en los últimos años en este mundo globalizado tener dicho sistema en sus organizaciones se considera una herramienta de gestión efectiva que permite administrar los recursos, pronosticar demandas, producción potencialmente acertada y con ello evidenciar los resultados y medir la eficacia de las decisiones con el fin de aumentar y mantener las ganancias de la empresa.

La Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos, R.L., consciente de esta necesidad, decide encaminarse hacia el mejoramiento continuo de los procesos con el principal interés de asegurar la rentabilidad y continuidad del área de formulaciones, es por ello que un sistema como el arriba indicado debe cumplir con los requisitos necesarios para brindarle el soporte necesario al área de formulaciones, y así eliminar los inconvenientes en el tiempo de espera en sus líneas de alisto, al no tener las materias primas en la bodega de formulaciones y mejorar la entrega a tiempo para la producción de los productos del área.

Por ello en este documento se desea, prevenir, documentar y evaluar un Sistema Integrado de Programación y Control de la Producción en La Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos, R.L., basado en las necesidades y analizar la situación actual del área de formulaciones mediante herramientas de ingeniería industrial para conocer a fondo la causa real del problema y lograr diagnosticar de forma acertada cada una de las variantes. Asimismo, con base en cada aspecto, buscar alternativas adecuadas para solucionar y mejorar el funcionamiento del proceso y del área de estudio, tomando en cuenta el direccionamiento estratégico de la empresa, basados en

el enfoque de los procesos, con el propósito de ofrecer a las diferentes plantas una metodología de producción de excelente calidad.

En el siguiente apartado se presentarán datos relacionados de la empresa Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos R.L. para conocer la historia, generalidades, y datos relevantes y principalmente en el área de formulaciones. En esta se va analizar el proceso de alisto de fórmulas, se validará si cumplen con las necesidades de entrega que demandan las plantas de producción, tomando en cuenta la programación y control de la producción como base para la investigación de este proyecto.

## **Generalidades de la empresa**

### **Reseña histórica de la empresa.**

La Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos R.L. es un valioso ejemplo de esfuerzo y constancia. Asimismo, la actividad lechera se caracteriza por ser una actividad permanente, pues no admite días feriados ni descansos; además requiere de permanente innovación para mejorar los rendimientos productivos. Tradicionalmente los lecheros habían tenido que lidiar con dificultades serias para afianzarse y progresar, una de las principales era la falta de organización que les permitiera obtener, por ejemplo, mejores precios para los productos.

Fue entonces cuando 25 productores con gran visión, capacidad creadora y clara concepción de democracia económica se unieron el 26 de agosto de 1947 para fundar una Cooperativa que les ayudará a mejorar la difícil situación que atravesaban y a la vez contribuir con el progreso de Costa Rica, y se plantearon tres objetivos básicos:

- Vender la leche a una empresa que, siendo propia, les pagara un precio justo.
- Comprar insumos necesarios para sus fincas, también a una empresa propia.
- Promover el desarrollo industrial y social de Costa Rica.

A partir del 2000 la Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos R.L. inaugura las nuevas instalaciones ubicadas en el Coyol de Alajuela.

La nueva planta tiene una capacidad para el recibo y procesamiento de 1.2 millones de litros de leche diarios. Aquí se procesan todas las líneas de productos congelados y refrigerados y los UHT (larga duración).

En el 2005 se dio un paso más en el proceso de transnacionalización con el establecimiento de la subsidiaria en Nicaragua. Este año también es importante porque se instaló la primera máquina de reciclaje de empaques Tetra Pack en la planta de El Coyol, siendo esta la primera en Centroamérica y la única en Costa Rica.

En el 2006 inició la operación de la nueva planta de Concentrados en Ciruelas de Alajuela (Valle Central).

En el 2007 se asumieron las operaciones de distribución directa en Guatemala.

En el 2008 inició la operación de la planta en Panamá.

En el 2009 comenzó la operación de la segunda planta de secado en San Carlos.

Década del 2010:

En el 2011, se inician operaciones en República Dominicana.

En el 2014, adquiere la planta de producción La Nevada en Panamá.

En el 2016 adquiere la compañía BEMIX ampliando la división de bebidas y adicionalmente adquiere la compañía Gallito dedicada a producción de chocolates y confites.

### **Misión de la empresa**

“Crear valor y bienestar a nuestros clientes, asociados y colaboradores, contribuyendo a su desarrollo social y económico de manera sostenible, mediante una distribución equitativa de la riqueza” (Dos Pinos, s.f.).

### **Visión de la empresa**

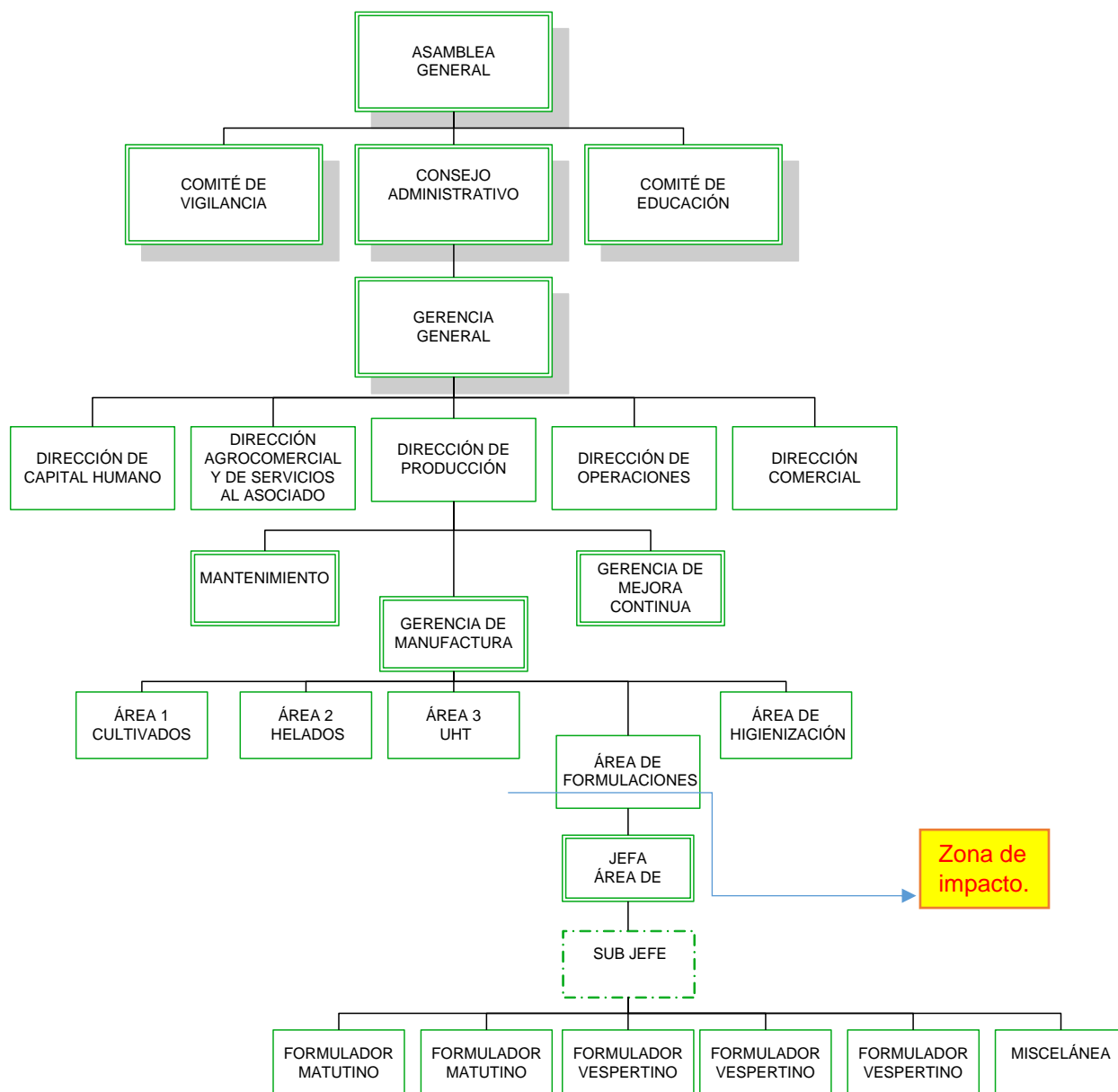
Proveer bienestar a nuestros consumidores, a través de un portafolio diversificado, competitivo, de alta calidad y de valor agregado, promoviendo prácticas responsables y de excelencia operativa en todos nuestros procesos, con el fin de lograr al 2020 beneficio a niveles de las empresas de alimentos de clase mundial, para favorecer a nuestros asociados (Dos Pinos, s.f.).

### **Organigrama de la empresa:**

La estructura organizacional de la Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos R.L. cuenta con 6 niveles jerárquicos. El primer nivel lo constituye la asamblea, compuesta por todos los asociados de la cooperativa, en el segundo nivel se encuentra el consejo de administración, nombrado por la asamblea de asociados. El tercer nivel se establece en la gerencia general, el cuarto, quinto y sexto nivel, lo conforma las actividades productivas y de logística; es decir en el cuarto nivel se ubican las cinco direcciones (servicios, producción, operaciones, comercialización y financiera). Las direcciones se subdividen en Gerencias y Unidades de Especialidad, en lo que se considera el quinto y sexto nivel, respectivamente.

A continuación, en la figura 1 se presenta el organigrama general de la Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos R.L.

**Figura 1. Organigrama de la Cooperativa de Leche Dos Pinos R.L.**



**Nota: Intranet Dos Pinos (2018)**

## **Mercado**

La producción de leche es el principal mercado de la Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos R.L.

La Cooperativa a su vez utiliza esa leche para ofrecer diferentes productos con base en este producto, los cuales divide en cinco grandes áreas:

- Área 1: Cultivados y jugos (yogurt - queso crema - natilla).
- Área 2: Helados.
- Área 3: Productos UHT (larga duración).
- Área 4: Secado (vitaminas y leche en polvo).
- Área 5: Quesos.

Las primeras tres y la quinta se encuentran en la planta de El Coyo, y la cuarta en la planta de San Carlos. A estas plantas se les une la sección de Investigación y Desarrollo que es la responsable de la investigación y diseño de los nuevos productos.

### **Estructura de capital de la empresa**

La empresa al ser una cooperativa, posee una estructura basada en los principios del cooperativismo en el cual cada persona asociada a Dos Pinos R.L. aporta ya sea semanal, quincenal o mensual un porcentaje de los ingresos percibidos.

### **Tamaño de la empresa**

La Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos R.L. cuenta con más de 3 400 empleados, quienes laboran en las distintas áreas de la empresa.

### **Localización de la empresa**

La planta principal de la Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos R.L. y donde se desarrollará el proyecto, se encuentra ubicada en la provincia de Alajuela, exactamente en el sector El Coyo, que se sitúa en el distrito de La Garita.

### **Planteamiento del problema**

Al necesitar una mejora en el área de formulaciones de las diferentes líneas de productos de las plantas de la Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos, la empresa muestra especial interés por mejorar el sistema integrado de programación y control de la producción que ayude a tener justo a tiempo las materias primas (fórmulas) que necesite para cumplir con la demanda de

los productos de sus plantas, con la intención de mejorar la calidad, el tiempo de entrega y el cumplimiento del horizonte de planeación del área de formulaciones, se incluye el personal humano que realiza las funciones operativas, pues es el que debe aportar en la mejora continua y calidad en la fuente del proceso; no obstante, se logran encontrar inconsistencias en esta instancias por las siguientes razones:

- La empresa por obligación establece que si se realiza una formulación nueva, esta debe incluirse en los instructivos y determinar los estándares de los perfiles y de esta forma asegurar el proceso; este acto no se está desarrollando pues los instructivos tienen más de un año que no se actualizan y no indican qué funciones debe realizar el operario.
- El área de formulaciones recibe y alista las fórmulas con base en las solicitudes de la planta de producción, cada vez que recibe una solicitud de alisto de fórmula debe asegurar que la materia prima necesaria para este producto se encuentre en la bodega de formulaciones; en ocasiones no se tiene la materia prima en la bodega y debe solicitarse a bodega central, ello produce un atraso en la producción del producto solicitado y atrasa los tiempos de entrega y alisto de la producción.
- El área de formulaciones necesita información a tiempo real de diferentes departamentos, actualmente tiene un problema de comunicación entre áreas, por lo tanto para que el proceso funcione de manera óptima, departamentos tales como compras, bodega de materia prima, bodega central, centro de distribución y producción, deben brindar la información a tiempo para que no haya atrasos en formulaciones y que eso implique no poder reaccionar o producir de forma eficiente las cantidades solicitadas por el área de ventas.

Por lo tanto, se plantea la siguiente pregunta:

¿Cómo cumplir con el horizonte de planeación de a lo sumo 7 días en el alisto de las fórmulas utilizadas para las plantas de producción mediante la mejora del Sistema Integrado de Programación y Control de la Producción con el fin de cumplir con las fórmulas solicitadas en las plantas de producción de la Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos?

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Cumplir con el horizonte de planeación de 7 días en el alisto de las fórmulas utilizadas en las plantas de producción de la Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos R.L. mediante la propuesta en la mejora del Sistema Integrado de Programación y Control de la Producción con el fin de cumplir con las fórmulas solicitadas para la producción de cada planta.

### **Objetivos Específicos**

- Evaluar el proceso de alisto de pedidos que realiza formulaciones, según el horizonte de planificación para el proceso de producción.
- Identificar las causas que generan atrasos en el proceso de alisto de fórmulas.
- Identificar las restricciones en los flujos de información para cumplir con las fórmulas solicitadas por las áreas de producción de las diferentes plantas.
- Realizar un diseño funcional del sistema de programación de la producción y la información con el fin de integrar las áreas según las necesidades del departamento de formulaciones.
- Sugerir un manual de actividades que debe realizar cada área que interviene en el proceso de alisto de fórmulas.

### **Justificación del proyecto**

La gestión del proceso de programación y control se evalúa en la consecución de los objetivos trazados con los recursos asignados, permite ser más competitivos en el mercado, reforzar buenas prácticas y proponer mejoras a situaciones con deficiencias productivas y de planificación que se detecten durante la investigación.

Con el proyecto se mejorará el área de formulaciones, con base en los fundamentos de los diferentes sistemas de programación y control, seleccionando el mejor sistema para obtener las mejoras deseadas. Y así lograr que la empresa pueda tener un mayor control de sus operaciones en sus distintas plantas para manejar un mismo modelo en todas estas.

En la actualidad, la empresa Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos R.L cuenta con un sistema integrado de producción establecido, la producción de sus derivados se realiza con base en la demanda que haya de los productos y obedece a las órdenes de producción generadas por el departamento de ventas.

Por esta razón, se toma la iniciativa de recopilar la información para realizar una mejora que integre los diferentes departamentos involucrados en el proceso de formulaciones y evalúe los posibles fallos a que se vean expuestos en el proceso, mediante el uso del sistema de programación y control de la producción en la empresa; se utilizan herramientas para el análisis de los datos, y se propone la unificación de la producción que se ajusten a las necesidades de la empresa, las cuales permitan mejorar el SIPCP.

### **Antecedentes del problema**

#### **Proyecciones**

El estudio mejorará el proceso de los tiempos de alisto de las fórmulas utilizadas en las distintas plantas de la Cooperativa de Productores de Leche de Dos Pinos R.L; en la actualidad se presenta que en el sistema integrado de programación y control de producción, se está generando un horizonte de planificación de 7 días para el alisto de fórmulas.

Por esta situación, al de tener un programación de tan corto plazo, se están quedando pendientes de alistar por semana 19 pedidos de fórmula, por lo cual se debe incurrir en jornadas extraordinarias que tienen un costo aproximado de 402 125 colones por semana.

Además de no tener las fórmulas preparadas en el momento requerido, se puede generar un paro de línea y por ende el producto va a llegar a tiempo al mercado dejando de ganar un costo de oportunidad.

Los flujos de información y comunicación en los elementos de sistema de programación y control no se están integrando entre áreas y esto afecta directamente en la operación del departamento de formulaciones.

En el siguiente capítulo se estará presentando el marco teórico de este proyecto.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

La programación es el compromiso en el tiempo de los recursos requeridos para realizar el proyecto. Se asigna a cada actividad un tiempo de inicio y un tiempo de terminación. El control supervisa el progreso de las actividades del proyecto y revisa el plan según lo que ocurre.

De esta forma, se hace necesario para la empresa Dos Pinos R.L, el control y primeramente la programación de la producción de los productos para sus plantas con el objetivo fundamental de cumplir con las cantidades solicitadas por el centro de distribución.

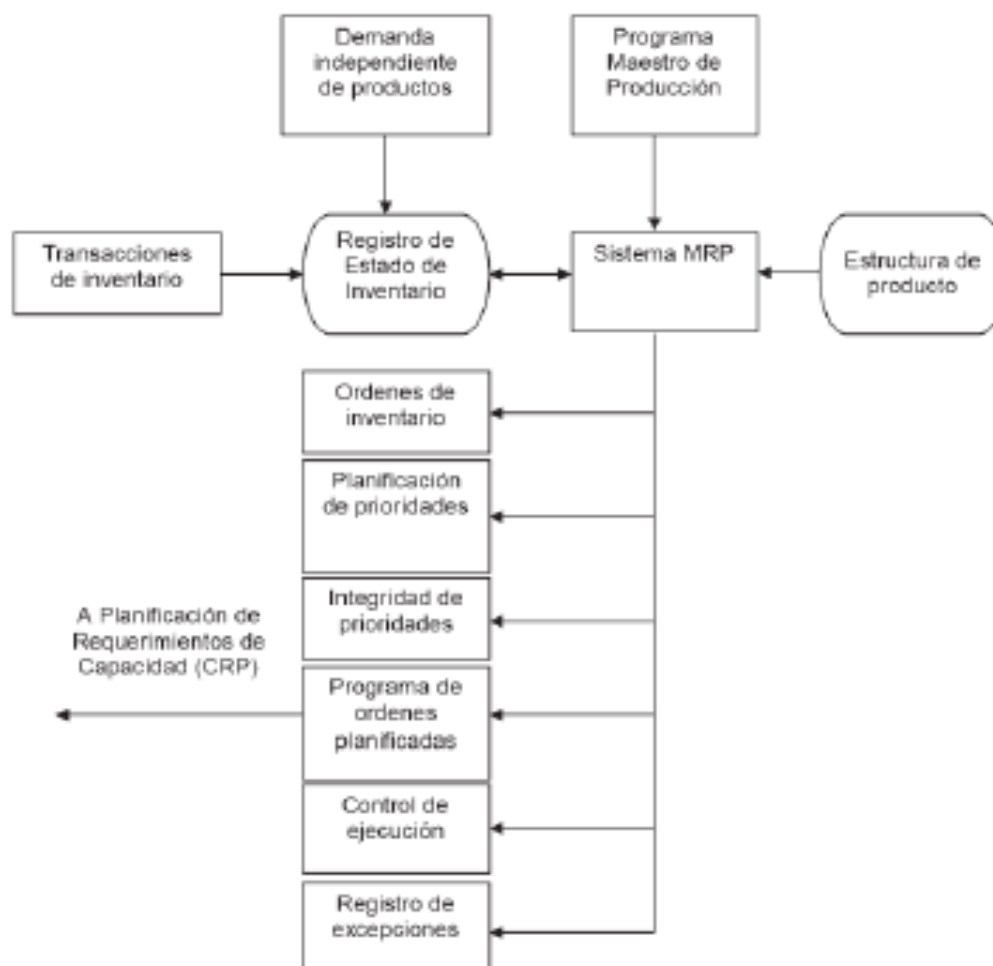
Para este proyecto, es conveniente realizar un recorrido histórico por la evolución de los sistemas antecesores a la programación y control que se lleva a cabo hoy en las empresas especialmente en la industria productiva.

Para iniciar dicho recorrido histórico se parte de la Segunda Guerra Mundial, cuando se inició por controlar la logística de las unidades militares para la batalla con programas especializados para este fin, esto se conoció como el inicio de los sistemas de Planificación de Requerimiento de Materiales (MRP) (Orlicky & Plossi, 1994).

Más tarde el MRP se incorporó a los sistemas productivos y corporativos de la época en USA. El MRP cambió la forma cómo se aplicaba el control en distintas actividades de diferentes organizaciones como los inventarios, pagos, administración de nómina, entre otros. Paralelo a este hecho histórico se dio la incorporación de la tecnología en la industria, en conjunto con el crecimiento de las computadoras, lo cual favoreció el desarrollo de estas actividades industriales; también es importante resaltar otros beneficios prestados por las computadoras, la recuperación y almacenamiento de datos y facilidad para realizar transacciones.

Joseph A. Orlicky está considerado como el padre del MRP moderno; a continuación, en la figura 2 se muestra el diagrama de definición del sistema mencionado en su obra, (Orlicky & Plossi, 1994). MRP, *The Ney Way of Life in Production and Inventory Management*".

**Figura 2. Diagrama de definición de un sistema MRP**



**Nota:** “MRP, The Ney Way of Life in Production and Inventory Management” (Orlicky & Plossi, 1994)

El MRP trajo consigo ventajas importantes para las organizaciones que tomaron la iniciativa de poner en funcionamiento este principio:

Reducir las cantidades de stocks en almacén.

Reducir los tiempos de producción y distribución.

Aumento de la eficiencia operativa y mecánica.

Posteriormente en la década de los años 60 y 70, el MRP que daba respuesta a los requerimientos de épocas pasadas se fue volviendo obsoleta, la información que manejaba era

pesada y en ocasiones difícil de implantar por el gran volumen de recursos que demandaba para su correcto funcionamiento. Como consecuencia de los inconvenientes mencionados, en los 70's y 80's se incorporaron técnicas de relevancia a la capacidad de producción y planificación de recursos, este método conocido como CRP "Capacity and Requiring Planning" y el nuevo modelo MRP II (Wight, 1984), respondían a la necesidad de la época de integrar la información financiera con compras y producción; es decir se integraron los objetivos del CRP de contar con los materiales necesarios junto con la planificación con la producción en línea y los requerimientos del sistema MRP I, para dar paso a un sistema más evolucionado, el MRP II.

El cambio que se identifica históricamente a ERP "Sistemas de Planificación de Recursos Empresariales", surge de integrar las decisiones gerenciales de la organización con las áreas departamentales ya identificadas desde el nacimiento de estos sistemas; de esta forma se identifica al ERP como soporte de gestión de la empresa en su conjunto, es decir, es un modelo ampliamente adaptable y variado que aplica a distintos procesos tanto productivos como de servicios (Asociación Española de Contabilidad y Administración de Empresas, AECA, 2007).

Finalmente se evidencia que la aplicación de estos sistemas de planeación y control aportan en las organizaciones herramientas claves a la dirección y gestión de la empresa; se debe aclarar en este punto que todos los esfuerzos por implementar y mantener las características de este sistema, deben ser apoyadas en su totalidad y aplicadas por la alta dirección, enfocados en el único objetivo de hacer crecer el sistema, en este caso el MRP II, pues constituye la unión de esfuerzos de todos los altos cargos; por otro lado, se evidencia que la confiabilidad del sistema está basada en la calidad de la información suministrada en sus entradas, ya que de aquí parten las decisiones objetivas las cuales definen el rumbo de la organización.

Con esto se demuestra históricamente la existencia de un conjunto de ventajas que aporta cada modelo y además logra la orientación hacia el enfoque deseado por la empresa Dos Pinos, ya que con el óptimo funcionamiento en el área de formulaciones, se puede aumentar la producción y cumplir con las demandas actuales sin el riesgo de presentar atrasos, pues se desea evitar con el sistema de programación, un eventual paro de línea de producción, que perjudique la entrega final de las fórmulas y productos solicitados por el centro de distribución en las plantas de Dos Pinos.

## **Definición de Programación de Operaciones**

Morán (2010) y Benedetti (2000) indican que la programación de operaciones consiste en establecer y organizar las actividades que se van a realizar sobre los pedidos de acuerdo con la prioridad de cada uno y así ubicar cada operación dentro de un horizonte de planeación.

El objetivo principal de la programación es el cumplimiento de las fechas planificadas con el mayor aprovechamiento posible de los recursos.

Para poder llevar a cabo la programación de la producción es necesaria:

- Identificar la forma como opera el proceso, de forma continua, por lotes, configurado en Flow Shop o en Job Shop, lo anterior para poder definir cómo será la asignación de cargas en cada puesto de trabajo.
- Establecer reglas de prioridad para definir la secuencia de los pedidos, la priorización se pueden establecer con base en criterios propios definidos por la empresa, tales como: importancia del cliente o utilidad por producto o se puede utilizar reglas de secuenciación como PEPS (primero en entrar, primero en salir), TPC (Tiempo de procesamiento más corto), TPL (tiempo de procesamiento más largo), FEP (fecha de entrega más próxima), RC (razón crítica) o reglas de Johnson o se puede construir una configuración híbrida.

Con la asignación de cargas y las reglas de prioridad definidas, se establece la Programación detallada en donde se determinan los momentos de comienzo y fin de las actividades de cada centro de trabajo, así como las operaciones de cada pedido para la secuencia realizada (Everett & Ebert, 1991).

En esto consistirá el desarrollo del proyecto, lograr un horizonte de planeación adecuado para el área de formulaciones, con base en la cantidad de fórmulas utilizadas en las plantas de la Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos R.L.

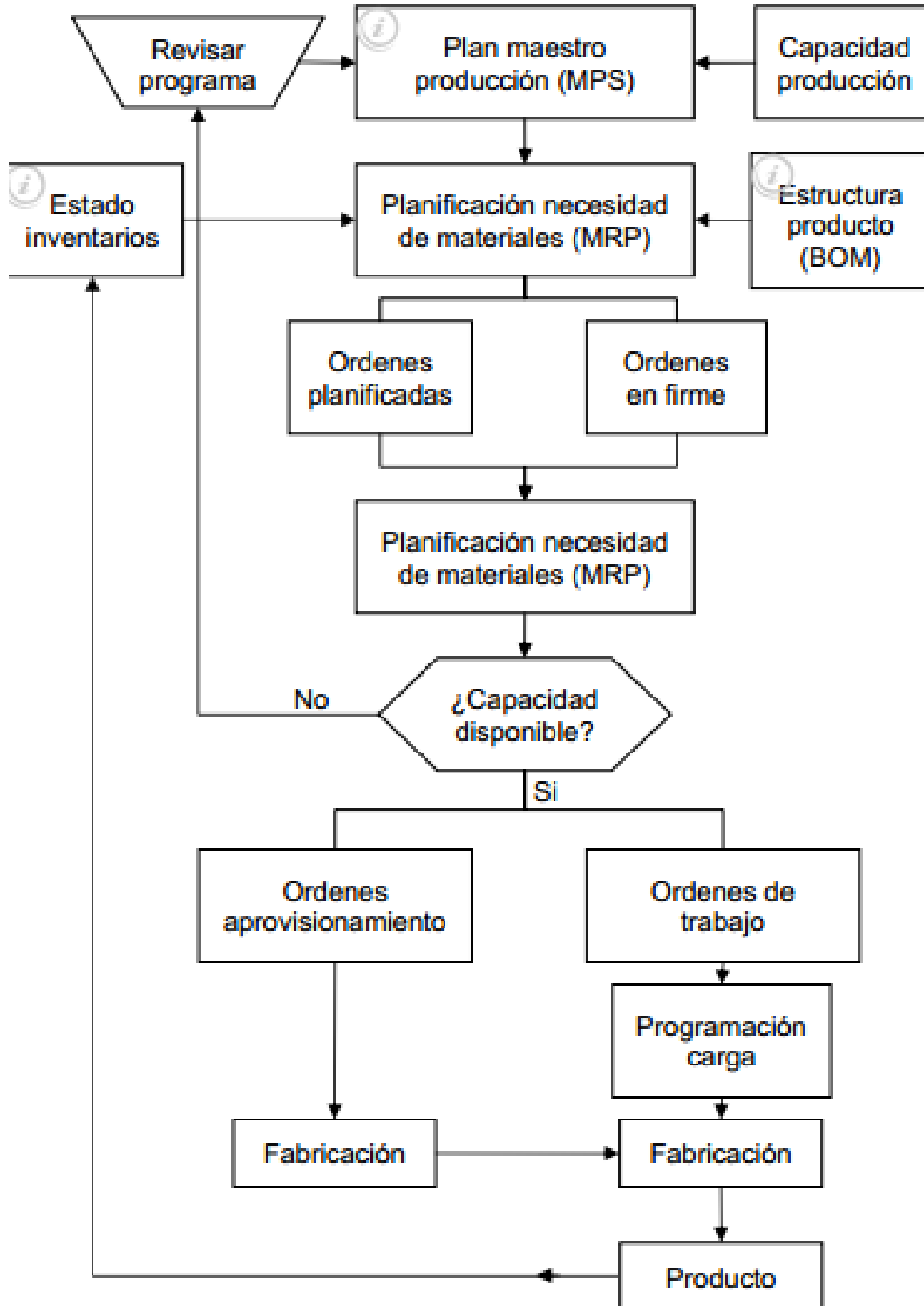
## **Planificación de requerimiento de materiales (Material Requirements Planning “MRP”)**

Para enfocar el diseño de un sistema de planificación y control es necesario conocer las bases en las cuales será fundamentado, MRP (Planificación de requerimiento de materiales de materiales) en este caso, se identifica como una herramienta clave de la planificación de

componentes de fabricación que mediante un conjunto de procedimientos lógicamente relacionados en un orden e importancia definidas dentro de la organización estudiada, permite obtener un programa maestro de producción el cual suple las necesidades de producción así como sus componentes, dentro de un tiempo adecuado para la empresa y que responde a unos volúmenes de producción estimados ,según la demanda del caso (Orlicky & Plossi, 1994).

En el diagrama de la figura 3 se especifican los componentes principales para la implantación de un sistema MRP:

Figura 3. Diagrama de funcionamiento MRP



Nota: "MRP, The Ney Way of Life in Production and Inventory Management" (Orlicky & Plossi, 1994)

Como se puede apreciar en la figura 3, el diseño del sistema inicia con una capacidad disponible de producción, la cual es resultado de un plan maestro de producción MPS, que se alimenta de un programa organizado y una capacidad ya calculada de producción; en este aspecto, es importante recopilar toda la información exacta y confiable, los datos generales que se puedan tener tanto del proceso, como de la maquinaria; los responsables, las velocidades de producción y los *stocks* de inventario, son claves en la generación de los datos que definen una adecuada planeación de la cantidad a producir. Esto dará paso al MRP en toda su extensión, pues la planificación de materiales tiene como entrada los inventarios de producto final que se tengan y la estructura del producto en todas y cada una de sus materias primas.

Seguido a esto, se generan órdenes de producción las cuales están compuestas por consumos de materias primas previamente calculadas, que responden a la planeación, con estas se cuenta en el inventario tanto teórico como físico de la empresa, pues serán transformadas en el producto final.

### **Control**

(Collier & Evans, 2009), indican que la función principal del control es verificar el cumplimiento de lo planeado y la toma de decisiones para asegurar no solo dicho cumplimiento, sino también el control de la producción; ello requiere de una organización como sistema, es decir, decisión de entradas, procesos y salidas.

El control de materiales y control de producción son factores que generan grandes beneficios a las empresas y permiten al personal directivo tomar acciones y decisiones que influyan de manera directa en la eficiencia de las operaciones y en un mejor servicio al cliente.

El control de la producción trae algunas ventajas como:

- Se controla el consumo de materias primas e insumos.
- Se controla en tiempo trabajado por plata, estaciones de trabajo, operario etc.
- Se verifica el cumplimiento de planes de acción.
- Es la base para la toma de decisiones.

### **Pronósticos**

En aproximación a lo expresado por Riggs (1998), Domínguez Machuca et al (1995), Buffa & Sarin (1992), Adam & Ebert (1991), (Hanke & Reitsch, 2010) y Voris (1977), se puede afirmar

que los pronósticos son el primer paso dentro del proceso de planificación de la producción y estos sirven como punto de partida, no solo para la elaboración de los planes estratégicos, sino además, para el diseño de los planes a mediano y corto plazo, lo cual permite a las organizaciones, visualizar de manera aproximada los acontecimientos futuros y eliminar en gran parte la incertidumbre y reaccionar con rapidez a las condiciones cambiantes con algún grado de precisión.

Desde el punto de vista conceptual, algunos autores (Tawfik & Chauvel, 1992; Adam & Ebert, 1991; Kalenatic & Blanco, 1993) expresan la importancia de diferenciar entre los términos predicción y pronóstico, ya que de acuerdo con su criterio, las predicciones se basan meramente en la consideración de aspectos subjetivos dentro del proceso de estimación de eventos futuros, mientras que los pronósticos, se desarrollan a través de procedimientos científicos, basados en datos históricos, que son procesados mediante métodos cuantitativos. En lo referente a los tipos de pronósticos, estos pueden ser clasificados de acuerdo con tres criterios: según el horizonte de tiempo, según el entorno económico abarcado y según el procedimiento empleado (Hanke & Reitsch, 2010).

Los pronósticos, según el horizonte de tiempo, pueden ser de largo plazo, mediano plazo o corto plazo (Domínguez Machuca et al, 1995; Lockyer, 1995; (Hanke & Reitsch, 2010) y su empleo va desde la elaboración de los planes a nivel estratégico hasta los de nivel operativo. Los pronósticos según el entorno económico pueden ser de tipo micro o de tipo macro y se definen de acuerdo al grado en que intervienen pequeños detalles vs grandes valores resumidos (Hanke & Reitsch, 2010).

Los pronósticos, según el procedimiento empleado, pueden ser de tipo puramente cualitativo, en aquellos casos en que no se requiere de una abierta manipulación de datos y solo se utiliza el juicio o la intuición de quien pronostica o puramente cuantitativos, cuando se utilizan procedimientos matemáticos y estadísticos que no requieren los elementos del juicio. Tal vez esta última clasificación es la más generalizada por los distintos autores consultados de acuerdo con los cuales, los métodos cualitativos y cuantitativos que se pueden aplicar en la elaboración de los pronósticos son los siguientes: (Buffa & Sarin; Adam & Ebert, 1991; (Hanke & Reitsch, 2010); Tawfik & Chauvel, 1992, Monks, 1991; Chase & Aquilano, 1995; Riggs, 1998; Schroeder, 1992):

- Métodos Cualitativos: Método Delphi, método del juicio informado, método de la analogía de los ciclos de vida y método de la investigación de mercados.

- Métodos Cuantitativos: Métodos por series de tiempo y métodos causales.

Uno de los principales problemas del administrador de operaciones, es el de seleccionar el mejor método de pronósticos, que debe obedecer, en el caso de los métodos cuantitativos, al comportamiento histórico de los datos, con base en el análisis de los patrones de comportamiento medio, tendencia, ciclos estacionales y elementos aleatorios. En el caso de que los datos históricos no existan o sean poco confiables, lo mejor es emplear un método cualitativo, los cuales, aunque no ofrecen un alto grado de seguridad, resultan mejores que nada. Uno de los elementos de juicio que permiten la selección del método lo proporciona el análisis de error, el cual expresa la diferencia entre los datos reales y los pronosticados. Los métodos de cálculo del error del pronóstico más comunes son: Error Promedio, Desviación Absoluta Media (MAD), Error Cuadrado Medio (MSE), Error Porcentual Medio Absoluto (MAPE) y la media de las desviaciones por periodo (BIAS).

De cualquier forma, el mejor pronóstico es aquel, que además de manipular los datos históricos mediante una técnica cuantitativa, también hace uso del juicio y el sentido común empleando el conocimiento de los expertos (Hanke & Reitsch, 2010).

### **Plan Maestro de Producción (PMP)**

El Plan maestro de producción (PMP) establece el volumen final de cada producto que se va a terminar en cada periodo del horizonte de producción a corto plazo. Los productos finales son productos terminados los cuales se pueden disponer para clientes o ponerse en el inventario. El PMP es un pronóstico de producción futura, que bajo datos históricos arroja el horizonte de producción al que se quiere llegar y satisface totalmente la demanda establecida en un principio (Gaither & Frazier, 2000).

A continuación, se relacionan algunas consideraciones importantes a tener en cuenta en un PMP.

- Se debe buscar siempre cumplir a los clientes con lo que se haya comprometido, cantidad o especificación.
- Evitar sobrecargas o subutilizaciones de la capacidad disponible de producción, de manera que se utilice con eficiencia y un alto aprovechamiento del recurso humano y técnico para la obtención del PMP.

- Buscar conseguir el menor costo.

### **Plan de requerimientos de capacidad**

La capacidad se entiende como la cantidad de producto o servicio que puede ser obtenido por una estación o puesto de trabajo durante una medida específica de tiempo; ejemplo: unidades producidas en una hora. Para el cálculo de la capacidad se deben tener datos como el número de turnos, horas trabajadas por turno, unidades de la demanda, comportamiento de la demanda, datos históricos de producciones para referencias similares, restricciones técnicas y paradas como los tiempos de mantenimiento, perdidas por factores organizacionales o de tipo cultural y hasta político (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009).

### **Explosión de materiales**

Es parte fundamental del sistema MRP y su base estructural, en la explosión de materiales se especifica los componentes del producto y la secuencia tiene un orden lógico de ensamble, con esta herramienta se identifican los materiales requeridos y cantidades a utilizar en cada producto (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009).

### **Planeación de recursos empresariales (ERP)**

Según (Chiesa, 2004), el ERP hace referencia a los paquetes informáticos utilizados para gestionar todas las áreas de la empresa, contempla la gestión de todas las áreas de la organización de manera conjunta.

### **Diagrama de Pareto**

Con el diagrama de Pareto se pueden detectar los problemas que tienen más relevancia mediante la aplicación del principio de Pareto (pocos vitales, muchos triviales).

Esta herramienta funciona en el proyecto para:

- Concentrarse en las causas que tendrán mayor impacto en caso de ser resueltas.
- Proporcionar una visión simple y rápida de la importancia relativa de los problemas.
- Ayudar a evitar que se empeoren algunas causas al tratar de solucionar otras y ser resueltas.
- Su formato altamente visible proporciona un incentivo para seguir luchando por más mejoras.

En el análisis de las causas resulta importante conocer cada proceso a nivel micro para identificar las que afectan significativamente y que restan valor al producto. Tales causas se clasifican como asignables o no asignables, en controlables o no controlables, como resultado de esta clasificación de las causas, se identificarán a través de la clasificación ABC (diagrama de Pareto) (Juran, 2000).

### **Diagrama de Ishikawa**

Este diagrama sirve para mejorar el control de la calidad; también es llamado "Diagrama Espina de Pescado" porque su forma es similar al esqueleto de un pez: Está compuesto por un recuadro (cabeza), una línea principal (columna vertebral), y 4 o más líneas que apuntan a la línea principal (espinas principales).

El diagrama de Ishikawa ayudará a determinar las causas del problema obtenido en el diagrama de Pareto, o las relaciones causadas entre dos o más fenómenos. Además, son idóneos para motivar el análisis y la discusión grupal, de manera que cada equipo de trabajo pueda ampliar su comprensión del problema, visualizar las razones, motivos o factores principales y secundarios, identificar posibles soluciones, tomar decisiones y, organizar planes de acción (Universidad Internacional de las Américas, 2016).

Pasos para construir un Diagrama de Causa-Efecto:

#### **Identificar el problema o evento.**

- Se debe identificar y definir con exactitud el problema, fenómeno, evento o situación que se quiere analizar. Éste debe plantearse de manera específica y concreta para que el análisis de las causas se oriente correctamente y se eviten confusiones.
- Los Diagramas Causa-Efecto permiten analizar problemas o fenómenos propios de diversas áreas del conocimiento. Una vez el problema se defina correctamente, debe escribirse con una frase corta y sencilla, en el recuadro principal o cabeza del pescado.
- Especificar las categorías principales de las causas potenciales dentro de las cuales se pueden clasificar las causas del problema o evento.

- Para identificar categorías en un diagrama Causa-Efecto, es necesario definir los factores o agentes generales que dan origen a la situación, evento, fenómeno o problema que se quiere analizar y que hacen que se presente de una manera determinada. Se asume que todas las causas del problema que se identifiquen pueden clasificarse dentro de una u otra categoría. Generalmente, la mejor estrategia para identificar la mayor cantidad de categorías posibles es realizar una lluvia de ideas con el equipo que realizará el análisis. Cada categoría que se identifique debe ubicarse independientemente en una de las espinas principales del pescado o huesos secundarios.

### **Identificar las causas.**

Es comúnmente utilizada una lluvia de ideas para identificar las causas. Se tiene en cuenta las categorías encontradas en el punto anterior, y se identifican las causas del problema. Éstas son por lo regular, aspectos específicos de cada una de las categorías que, al estar presentes de una u otra manera, generan el problema.

Las causas que se identifiquen se deben ubicar en las espinas o huesos terciarios, que confluyen en las espinas principales del pescado (huesos secundarios). Si una o más de las causas identificadas son muy complejas, estas pueden descomponerse en subcausas. Estas últimas se ubican en nuevas espinas, espinas menores, que a su vez confluyen en la espina correspondiente de la causa principal. También puede ocurrir que al realizar la lluvia de ideas resulte una causa del problema que no pueda clasificarse en ninguna de las categorías previamente identificadas. En este caso, es necesario generar una nueva categoría e identificar otras posibles causas del problema relacionadas con ésta.

### **Analizar y discutir el diagrama.**

Cuando el Diagrama ya esté finalizado se debe proceder a la discusión de este, así como a su análisis y de ser requerido, a las correspondientes modificaciones. La discusión debe estar dirigida a identificar la(s) causa(s) más probable(s), y a generar, si es necesario, posibles planes de acción.

El análisis de Causa-Efecto es una herramienta útil, ya que si se encuentra el diagrama bien detallado puede servir como ayuda efectiva para la corrección de problemas. Además, su construcción al convertirse en una experiencia de equipo tiende a comprometer a las personas para atacar un problema en vez de buscar culpables.

Se puede concluir que, mediante esta herramienta explicada y mediante el análisis del Pareto, se puede saber con certeza cuál es el problema y por consiguiente el análisis de las causas que lo provocan.

### **Diagrama de Flujo De Proceso**

El Diagrama de Flujo indica los diversos materiales, componentes y procesos que conducen simultánea o secuencialmente al producto final, preparado para ayudar a la planificación de la inspección (Juran, 2000).

### **Análisis estructurado**

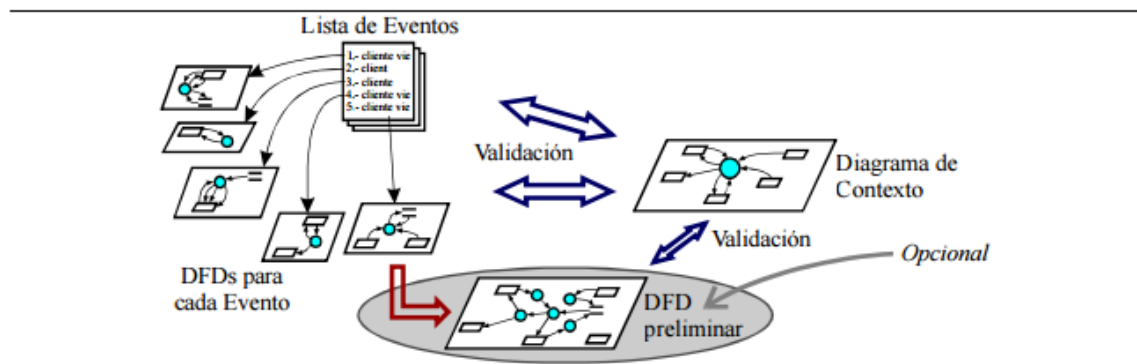
El análisis estructurado es el método para el análisis de sistemas manuales o automatizados, que conduce al desarrollo de especificaciones para sistemas nuevos o para efectuar modificaciones a los ya existentes. Cuando los analistas de sistemas abordan una situación poco familiar, siempre existe una pregunta sobre dónde comenzar el análisis. Una situación dinámica siempre puede ser vista como abrumadora debido a que muchas de las actividades se llevan a cabo constantemente.

El análisis estructurado permite el analista conocer un sistema o proceso (actividad) en una forma lógica y manejable, al mismo tiempo que proporciona la base para asegurar que no se omita ningún detalle pertinente (Rodríguez, 2014).

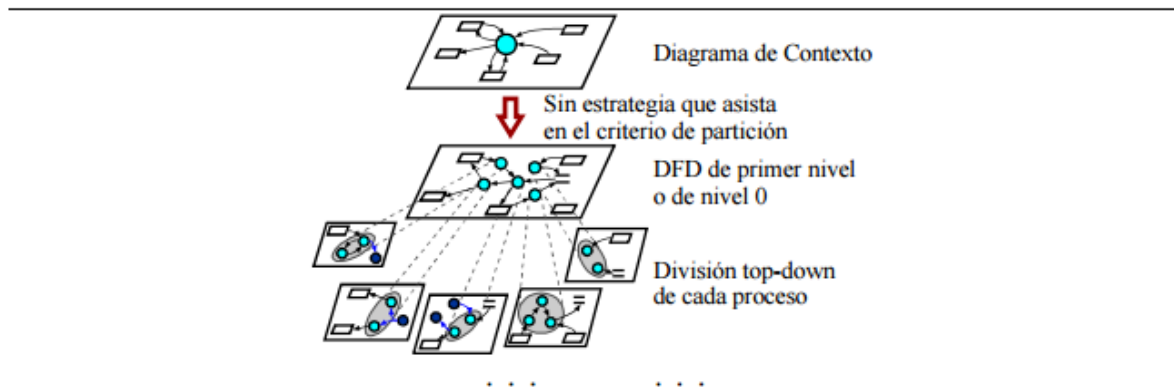
### **Diagrama de Flujo de Datos (DFD)**

En el enfoque de partición por eventos para la construcción del DFD preliminar, se agrega una burbuja por cada evento definido en la lista de eventos. Por cada evento, se especifican los

flujos (control y datos), agentes externos y depósitos de datos. Al final, es validado en relación con el diagrama de contexto (Kendall & Kendall, 2005).

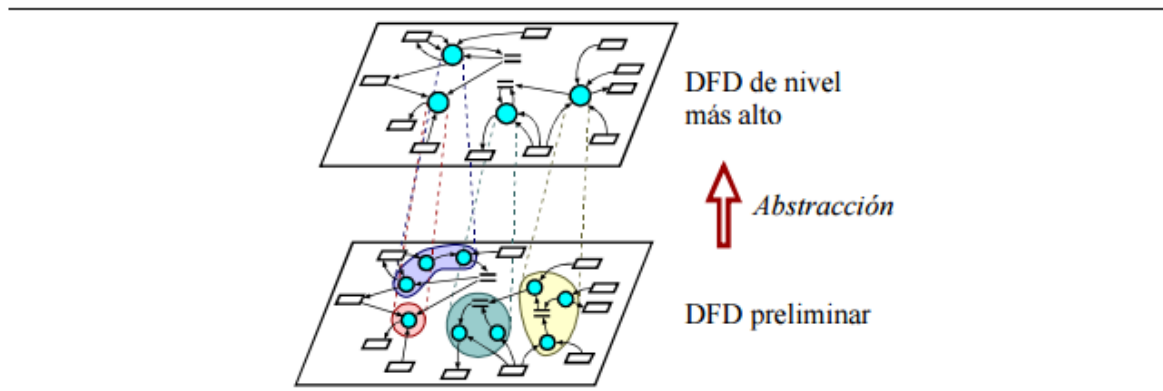


En el enfoque de análisis estructurado clásico, para la construcción del DFD de primer nivel (o nivel 0), el grupo de analistas estudia el diagrama de contexto y crea un DFD de nivel 0 sin una estrategia que lo asista. Sobre la base de su conocimiento del proceso, o del tipo de aplicación, divide en "Burbujas Importantes" (por ejemplo, que representen subsistemas).



**Nota: Kendall, E. & Kendall Julie. (2005).**

El DFD preliminar se compone de un solo nivel con una burbuja para cada uno de los eventos. Para un sistema mediano o grande (50 o más eventos), el DFD preliminar contiene demasiadas burbujas. Para mejorar la comprensión, se subdivide en niveles superiores (abstracción). Esto quiere decir que se desean agrupar los procesos (o burbujas) relacionados en funciones de más alto nivel de abstracción, cada uno representa una burbuja en el diagrama de más alto nivel.



Nota: Kendall, E. & Kendall Julie. (2005).

### **Cadena de suministros**

La cadena de suministros es el conjunto de funciones, procesos y actividades que permiten que la materia prima, productos o servicios sean transformados, entregados y consumidos por el cliente final (Gómez, 2008).

### **Mapeo de procesos**

El mapeo de procesos muestra gráficamente, por medio de símbolos, cuáles son las actividades que se llevan a cabo dentro de una organización o un proceso de tal manera que todo aquel que lo lea sea capaz de comprender el alcance y/o llevar a cabo el proceso.

Está íntimamente relacionado con el Sistema de Gestión de Calidad (SGC), debido a que si una empresa quiere funcionar eficientemente es necesario identificar y gestionar las numerosas actividades relacionadas entre sí cuyos objetivos es transformar los elementos de entrada en resultados (Peña, 2013).

### **Flujos de información**

Un sistema o flujo de información, es un conjunto de componentes que interactúan entre sí para lograr un objetivo común. Aunque existen una gran variedad de sistemas, la mayoría de ellos pueden representarse a través de un modelo formado por cinco bloques básicos, elementos de entrada, elementos de salida, sección de transformación, mecanismos de control y objetivos. Los recursos acceden al sistema a través de los elementos de entrada para ser modificados en la sección de transformación. Este proceso es controlado por el mecanismo de control con el fin de lograr el

objetivo marcado. Una vez que se ha llevado a cabo la transformación, el resultado sale del sistema a través de los elementos de salida (Alarcón, 2006).

### **Clasificación ABC**

La Clasificación ABC es una metodología de segmentación de productos de acuerdo con criterios preestablecidos (indicadores de importancia, tales como el "costo unitario" y el "volumen anual demandado"). El criterio en el cual se basan la mayoría de expertos en la materia es el valor de los inventarios y los porcentajes de clasificación son relativamente arbitrarios.

Muchos textos suelen considerar que la zona "A" de la clasificación corresponde estrictamente al 80% de la valorización del inventario, y que el 20% restante debe dividirse entre las zonas "B" y "C", tomando porcentajes muy cercanos al 15% y el 5% del valor del *stock* para cada zona respectivamente. Otros textos suelen asociar las zonas "A", "B" y "C" con porcentajes respectivos del valor de los inventarios del 60%, 30% y el 10%, sin embargo el primer caso es mucho más común, por el hecho de la conservación del principio "80-20". Vale la pena recordar que si bien los valores anteriores son una guía aplicada en muchas organizaciones, cada organización y sistema de inventarios tiene sus particularidades, y que quién aplique cada principio de ponderación debe estar sumamente consciente de la realidad de su empresa (Negrón, 2009).

### **Causas asignables**

Según (Negrón, 2009) las causas asignables son aquellas que actúan en determinados momentos y producen gran variabilidad, sus efectos son predecibles y definidos. Sus efectos son excluidos cuando se elimina la causa, por ejemplo:

- Desajuste de la máquina.
- Defecto de la materia prima.
- Operario no cualificado.

### **Causas no asignables**

Según (Negrón, 2009) las causas no asignables o naturales: causas cuyos efectos individuales son pequeños y difíciles de eliminar, producen una variabilidad estable y predecible, por ejemplo:

- Proceso: la imprecisión de las herramientas, la vibración de las máquinas, fluctuaciones hidráulicas y eléctricas.
- Materiales: cambios de materia prima, espesor, resistencia.
- Ambiente: diferencias en las condiciones atmosféricas, limpieza, iluminación.
- Personas: diferencia en el estado físico, experiencia, motivación.

### **Indicadores**

Es una estadística simple o compuesta que refleja un rasgo importante de un sistema dentro de un contexto de interpretación. En una relación cuantitativa entre dos cantidades que correspondan a un mismo proceso o procesos diferentes. Por sí solos no son relevantes, pues solo adquieren importancia cuando se les compara con otros de la misma naturaleza. Un indicador pretende caracterizar el éxito la eficacia de un sistema, programa u organización, pues sirve como medida aproximada de algún componente o relación entre los mismos.

Ello permite hacer comparaciones, elaborar juicios, analizar tendencias y predecir cambios; permite medir el desempeño de un individuo como el de un sistema, sus niveles, el comportamiento de un contexto, el costo, la calidad de los insumos, la eficacia, la relevancia de los bienes y servicios producidos en relación con necesidades específicas, además de la organización como tal (Franklin, 2007).

### **Sistema de programación y control**

El sistema de planeación y control permite administrar la producción de manera balanceada y eficiente dentro de la empresa y mejorar el sistema actual para cumplir las metas. La programación y control se plasmará en un programa que a su vez implica: determinar las necesidades productivas y su disponibilidad.

- Determinar las necesidades de personal y en su caso, de subcontratación y otros recursos.
- Establecer la secuencia de lanzamiento de órdenes de producción.

La Integración de las actividades, producción junto con la distribución del producto dará la fluidez necesaria y flexibilidad necesaria para suministrar el producto adecuado a cada cliente, al menor costo posible y con la máxima rapidez (Cuatrecasas-Arbós, 2012).

## **Proceso**

Basado en (Daniel Sipper y Robert L. Bulfin, 1998), se indica que el alma de cualquier sistema de producción es el proceso de manufactura, un proceso de flujo con dos componentes importantes: materiales e información. El flujo físico de los materiales se puede ver, pero el flujo de información es intangible y más difícil de rastrear. Siempre han existido ambos tipos de flujo, pero en el pasado, se daba poca importancia al flujo de información. Como se mencionó, la nueva tecnología de la información ha dado otra forma a los sistemas de producción, de tal manera que el flujo de información es crítico. La meta de los sistemas de producción es fabricar y distribuir productos. La actividad más portante para cumplir con esta meta es el proceso de manufactura, en el cual tiene lugar la conversión material de transformar materia prima en un producto. El proceso de manufactura se puede ver como un proceso que agrega valor. En cada etapa la conversión realizada (a un costo) agrega valor a la materia prima. Cuando este proceso de agregar valor termina, el producto está listo.

Para ser competitivo, la meta debe ser que la conversión de materiales cumpla, de manera simultánea, los siguientes objetivos:

- Calidad: el producto debe tener una calidad superior (igual o mejor que la competencia).
- Costo: el costo del producto debe ser menor que el de la competencia.
- Tiempo: el producto debe entregarse a tiempo al cliente, siempre.

## **Desperdicio o Muda**

En el contexto del proceso de manufactura, el desperdicio se define como cualquier recurso gastado en exceso de lo requerido y lo valorado por el cliente. Aunque no siempre es fácil determinar la mínima cantidad de recurso necesaria, algunas veces el desperdicio es obvio. El cliente espera una calidad perfecta en el producto; esto se puede lograr "haciéndolo bien la primera vez" (un principio importante en sí mismo) o mediante el re trabajo hasta que se logra la calidad deseada. Desde el punto de vista del cliente el valor se debe obtener "en una pasada", y el retrabajo adicional y su correspondiente costo, son desperdicio. Este ejemplo representa una medida de desperdicio —en términos del costo—. La reducción o eliminación del desperdicio significa reducir el costo, lo cual tiene una correlación directa con una de las metas primordiales del sistema de producción.

En general, el desperdicio ocurre en tres aspectos: tiempo, dinero y esfuerzo. El tiempo y el esfuerzo se pueden expresar mediante un costo equivalente. El tiempo de entrega excesivo o la mala calidad son desperdicio, como lo son un diseño de producto con demasiada ingeniería, el exceso de inventario y los gastos generales inflados. Cualquier otra actividad cuya contribución al valor del producto (y la satisfacción del cliente) sea cuestionable será también desperdicio.

En este orden, las actividades de producción se clasifican en dos grandes categorías: las que agregan valor y las que agregan costo. Las actividades que agregan valor son aquellas que por su naturaleza se supone que aumentan el valor del producto. Ejemplos característicos son las actividades de conversión en las que la materia prima o comprada se transforma del estado en que se recibe, en un producto terminado. En este caso el desperdicio sería el uso excesivo de recursos. Las actividades que agregan costo son las que permiten una operación más tranquila o hacen la vida más sencilla en el sistema de producción. Apoyan un proceso de conversión, y aunque pueden ser importantes e incluso necesarias, no agregan valor; por ejemplo, el manejo de materiales.

Un tercer tipo de actividades híbridas cae entre las que agregan valor y las que agregan costo; por ejemplo, el control de calidad. La reducción del desperdicio debe tener un enfoque distinto para cada tipo de actividad.

Por lo demás, para las actividades que agregan valor es apropiado optimizar recursos. Para las que agregan costo, es adecuado eliminar costos. El desperdicio siempre ha existido en los sistemas de producción; su definición y reconocimiento llevan a encontrar maneras de reducirlo (Daniel Sipper y Robert L. Bulfin, 1998).

### **Horizonte de planeación**

Es el plazo de tiempo que se requiere para concebir, desarrollar y completar, en Ingeniería se entiende por horizonte al lapso de tiempo. Importancia: a nivel organizacional porque los tipos de decisiones que se toman en un sistema productivo dependen del horizonte de planeación. Tipos de horizonte: de acuerdo con el plazo los autores identifican 3 tipos: Largo plazo (planes estratégicos). Largo plazo para cinco o más años: es a veces llamado planeación estratégica, cubre un horizonte de uno o varios años en el futuro, las decisiones tomadas para este horizonte se llaman decisiones estratégicas. Mediano plazo (táctica): mediano plazo para dos o tres años. Cubre cualquier periodo desde un mes a un año y se conoce como planeación táctica, parte de los lineamientos sugeridos por la planeación estratégica, las decisiones tomadas para este periodo,

llamadas decisiones tácticas, están orientadas al logro de las metas anuales del sistema productivo. Táctica: Una táctica es, en términos generales, los métodos empleados con el fin de alcanzar un objetivo. Mediante las tácticas logramos materializar las estrategias. Corto plazo (p. operativa): Corto plazo para un año (Sipper & Bulfin, 1998).

En el siguiente capítulo se hablará acerca del marco metodológico a utilizar en este proyecto.

### **CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO**

El marco metodológico a diferencia del marco teórico, se encarga de revisar los procesos a realizar para la investigación, no sólo analiza qué pasos se deben seguir para la óptima resolución del problema, sino que también determina, si las herramientas de estudio por emplear, ayudarán de manera factible a solucionar el problema. Se refiere a una serie de pasos o métodos que se deben plantear, para saber cómo se proseguirá en la investigación. Según indica Carlos Sabino, referido al marco metodológico: “En cuanto a los elementos que es necesario operacionalizar, pueden dividirse en dos grandes campos que requieren un tratamiento diferenciado por su propia naturaleza: el universo y las variables” (Sabino, 1992).

Según lo que plantea Sabino (1992), en un proceso de investigación es necesario tener en cuenta todos los factores que influyen en el problema, como su contexto, sus condiciones, sus cambios y principios. Es por aquel motivo que el marco metodológico contextualiza profundamente el problema, no sólo por parte teórica sino también práctica, y señala la forma de estudiar los diversos factores conducentes al problema.

#### **Enfoques**

El enfoque cualitativo se guía por áreas o temas significativos de investigación. Los estudios cualitativos pueden desarrollar preguntas antes, durante o después de la recolección de datos y el análisis. Con frecuencia estas actividades sirven, primero para descubrir cuáles son las preguntas de investigación más importantes, y después para perfeccionarlas y responderlas. La acción indagatoria es dinámica en ambos sentidos: entre los hechos y su interpretación, y resulta un proceso más circular en el que la secuencia no siempre es la misma, pues varía con cada estudio (Hernández et al. 2014, p.7).

El enfoque cuantitativo representa un conjunto de procesos, es secuencial y probatoria, por lo que se no puede eludir ninguno de sus pasos. El orden es riguroso, pero sí se puede redefinir alguna fase. Parte de una idea que va acotándose y, una vez delimitada, se derivan objetivos y preguntas de investigación, se revisa la bibliografía y se construye un marco o una perspectiva teórica. De las preguntas se establecen hipótesis y se determinan variables. Posteriormente, se traza un plan para probarlas (diseño) y se miden las variables en un determinado contexto. Las mediciones obtenidas se analizan utilizando métodos estadísticos y se extrae una serie de conclusiones en relación con las hipótesis (Hernández et al. 2014, p.4).

Hernández et al. (2014, p. 534) resume el enfoque mixto como aquel que utiliza evidencia de datos numéricos, verbales, textuales, visuales, simbólicos y de otras clases, para entender problemas en las ciencias.

Con base en lo anterior, el enfoque que se va a utilizar es el cuantitativo en esta investigación por su finalidad aplicada, dado que plantea la utilización de los conocimientos adquiridos en Ingeniería Industrial para evaluar la influencia de los principios de programación y control de la producción en el desempeño del Departamento de Formulaciones de la Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos R.L.

### **Alcance cuantitativo**

Los alcances se dividen según su tipología que a su vez se refiere al que pueda tener la investigación considerando las siguientes cuatro clases.

Investigación exploratoria: se emplean cuando el objetivo consiste en examinar un tema poco estudiado o novedoso (Hernández, Fernández & Baptista, 2014, p. 91).

Investigación descriptiva: busca especificar propiedades y características importantes de cualquier fenómeno que se analice. Describe tendencias de un grupo o población (Hernández, et al, 2014, p. 92).

Investigación correlacional: asocia variables mediante un patrón predecible para un grupo o población (Hernández, et al, 2014, p. 93).

Investigación explicativa: pretende establecer las causas de los sucesos o fenómenos que se estudian (Hernández, et al, 2014, p. 95).

Según el diseño lo que aplica en el área de Formulaciones de la Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos R.L es la investigación explicativa, en esta se van a determinar las posibles causas de no poder cumplir a tiempo con el proceso de alisto de fórmulas para el inicio del proceso de producción, según el horizonte de planeación de cada uno de los lotes de producción por línea de proceso.

## **Muestra**

La población constituye el universo total sobre el cual se hace el estudio y puede estar conformada por comunidades, grupos, personas; situaciones, organizaciones. La población es el todo.

El marco muestral se refiere a la lista, el mapa o la fuente de donde pueden extractarse todas las unidades de muestreo o unidades de análisis en la población, y de donde se tomarán los sujetos objeto de estudio.

La muestra es la parte de la población que se selecciona, de la cual realmente se obtiene la información para el desarrollo del estudio y sobre la cual se efectuaran la medición y la observación de las variables objeto de estudio (Bernal, 2010, p161).

Según Baptista et al. (2010) las muestras se dividen en dos tipos:

1. **Muestras probabilísticas:** todos los elementos de la población tienen la misma posibilidad de ser escogidos y se obtienen definiendo las características de la población y el tamaño de la muestra, y por medio de una selección aleatoria o mecánica de las unidades de análisis.
2. **Muestras no probabilísticas:** la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las características de la investigación o de quien hace la muestra. Aquí el procedimiento no es mecánico ni con base en fórmulas de probabilidad, sino que depende del proceso de toma de decisiones de un investigador o de un grupo de investigadores y, desde luego, las muestras seleccionadas obedecen a otros criterios de investigación. Elegir entre una muestra probabilística o una no probabilística depende de los objetivos del estudio, del esquema de investigación y de la contribución que se piensa hacer con ella (p. 176).

La población se delimita en la empresa Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos R.L. en la sucursal ubicada en el Coyol de Alajuela que es el universo en que ubicamos la investigación a realizar.

Se toma la muestra en el departamento de Formulaciones, basados en las solicitudes de fórmulas para cada una de las plantas.

La muestra es probabilística, porque se definen las características de la población que es la cantidad de fórmulas de productos que solicitan para las plantas, para realizar y cumplir la demanda

solicitada, se debe lograr el estudio de la población universal y hacer su respectivo análisis. Se representa por los productos que requieren fórmula para iniciar su respectiva producción.

En el área de formulaciones se puede aplicar la muestra estratificada ya que el proceso de alisto se realiza por turnos de trabajo, y cada uno debe tener un cumplimiento según el programa de alisto de fórmulas según las tareas asignadas por día de entrega. Con este procedimiento estratificado por turnos, se logra el objetivo de separar en segmentos los procesos de alisto tomando una muestra aleatoria en cada uno para luego combinar en una sola muestra.

### Variables

En el departamento de formulaciones se identifican diferentes condiciones o características que pueden generar alguna variación, estas pueden medirse u observarse con el fin de identificar las posibles causas y efectos.

<b>Objetivo</b>	<b>Variable</b>	<b>Conceptual</b>	<b>Operación</b>	<b>Instrumental</b>
Evaluar el proceso de alisto de pedidos que realiza formulaciones, según el horizonte de planificación para el proceso de producción..	Cantidad de pedidos solicitados	Conjunto de funciones, procesos y actividades que permiten el proceso de preparación de la materia prima, sean transformados, entregados como fórmula para iniciar producción.	% de cumplimiento del programa solicitado contra el realizado.	Diagrama de actividades del proceso.
Identificar las causas que generan atrasos en el proceso de alisto de fórmulas.	Tipos de causas y posibles impactos que generan en el proceso.	Causas posibles que intervienen afectando o variando algún proceso establecido.	% de representación de cada causa en el proceso.	-Mapeo de procesos -Análisis Estructurado. -Requerimiento de materiales para la producción

<b>Objetivo</b>	<b>Variable</b>	<b>Conceptual</b>	<b>Operación</b>	<b>Instrumental</b>
-----------------	-----------------	-------------------	------------------	---------------------

Identificar las restricciones en los flujos de información para cumplir con las fórmulas solicitadas por las áreas de producción de las diferentes plantas.	Flujos de información	Un sistema o flujo de información, es un conjunto de componentes que interactúan entre sí para lograr un objetivo común	% de cumplimiento en tiempo, formato y confiabilidad de cada tarea.	-Diagrama de flujo de la información.  -Estudios de tiempos en análisis estructurado
Realizar un diseño funcional del sistema de programación de la producción y la información con el fin de integrar las áreas según las necesidades del departamento de formulaciones.	Herramienta de información.	Conjunto de tecnologías desarrolladas para gestionar información y enviarla de un lugar a otro.	% de efectividad de la información.	-Análisis estructurado.
Sugerir un manual de actividades que debe realizar cada área que interviene en el proceso de alisto de fórmulas.	Diferentes actividades de cada departamento	Pasos y procedimientos para realizar cada actividad requerida.		Manual de procesos de cada área

### **Instrumentos**

Los instrumentos que se van aplicar en el área de formulaciones son importantes para analizar el cumplimiento de alisto de fórmulas, en el tiempo requerido para iniciar el proceso de producción de cada una de las líneas de producción.

### **Diagrama de Flujo**

En el diagrama de flujo se puede identificar claramente cada una de las áreas o departamentos que intervienen en el proceso de solicitud de una fórmula para la producción. Con esto se puede analizar cada una de las etapas que debe pasar para poder generar la orden de alisto.

### **Diagrama Ishikawa**

Realizar una lluvia de ideas con el personal involucrado en el proceso que se requiere para solicitar una fórmula y su proceso de alisto.

### **Mapeo de Procesos**

Con el mapeo de procesos se va identificar claramente cada una de las actividades que se realizan para el proceso de alisto de una fórmula y sus actividades.

### **Análisis Estructurado**

Permite análisis por niveles cada una de las actividades que se deben realizar para el proceso previo a la de solicitud de alisto de una fórmula para la producción considerando el diagrama de flujo de datos (DFD). Con esto se va a tener claridad de todos los factores involucrados con sus respectivos niveles de estructura.

### **Requerimiento de materiales para la producción**

Para el proceso de alisto de fórmulas se requiere que todas las materias primas estén a disposición para la preparación de las mismas, por lo tanto un reabastecimiento oportuno permite no generar un atraso en el proceso de alisto.

### **Diagrama de flujo de la información**

Los instrumentos que se van aplicar en el área de formulaciones son importantes para analizar el cumplimiento de alisto de fórmulas, en el tiempo requerido para iniciar el proceso de producción de cada una de las líneas de producción.

### **Estudio de tiempos**

A través de los instrumentos anteriores y determinando cada uno de los pasos que se requieren hacer, previos al proceso de alisto de fórmulas, se pretende identificar cuál es la duración de cada uno de estos para ver el impacto del proceso.

<b>Indicador</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Recurso Requerido</b>	<b>Beneficios Esperados</b>
% de cumplimiento de programa producción.	-Registros. -Informes.	-Informático. - Materiales. -Humano.	Se mide con el fin de controlar el cumplimiento de la demanda solicitada por el mercado.
% de tiempo de reacción en cada tarea.	-Entrevistas. -Registros.	-Humano. -Informático.	Relación de lo que se dura actualmente contra lo que se debería durar en hacer una actividad.
% de efectividad de la información.	-Entrevistas. -Registros. -Informes.	-Humano. -Informático.	Obtener información precisa en el tiempo requerido.

### **Proceso de recolección de datos**

Como parte del marco metodológico, es necesario definir las técnicas, métodos y herramientas para la recolección de datos y los tipos de instrumentos que se utilizarán, específicamente se requieren registros, informes y entrevistas.

Para los registros cada una de las áreas, se poseen observaciones de cada una de las transacciones realizadas tanto por la vía documental, como a través de los ERP empleados en sus funciones cotidianas de las actividades realizadas. Estas se revisan y se tabulan según datos que se requieran.

Los informes del departamento reflejan cada comportamiento que tuvo el área en un periodo determinado, según corresponda; a la vez se extrae la información necesaria con el fin de alinear con los objetivos plantados.

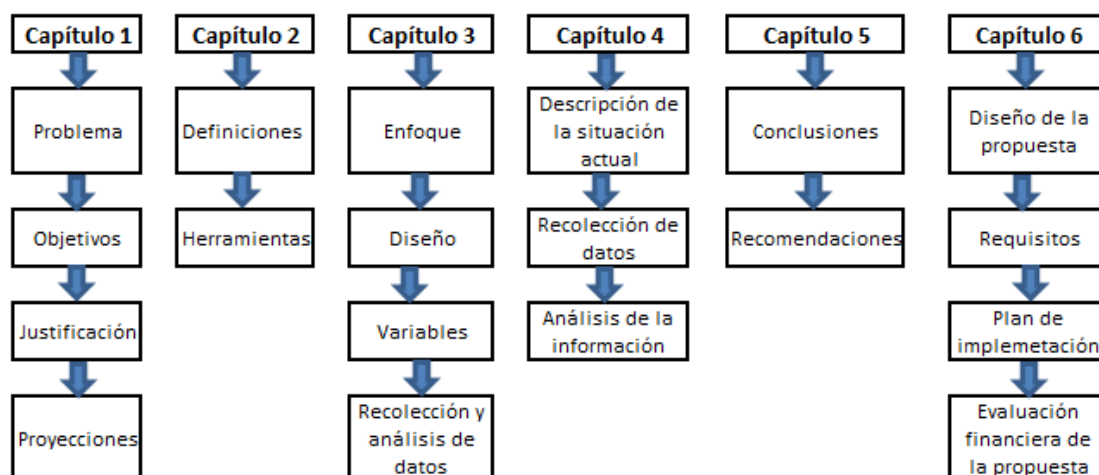
En las entrevistas toda la información que se puede recolectar de los principales actores de cada una de las actividades que se realizan en el proceso, son muy valiosos ya que se visualiza un estatus de la situación actual de cada de las actividades del proceso.

### Métodos de Análisis

Toda la información recolectada se examina y se tabulada según el área de donde provenga, utilizando la herramienta de Excel para procesar los datos que tengan y las facilidades que este programa ofrezca para manejo de la información, ya que Excel cuenta con una serie de características para el manejo de datos numéricos, generación de gráficas y diagramas que se requieran para el análisis de los datos.

### Cronograma

WBS (EDT) Descomposición jerárquica de las tareas entregables del proyecto.





## **CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

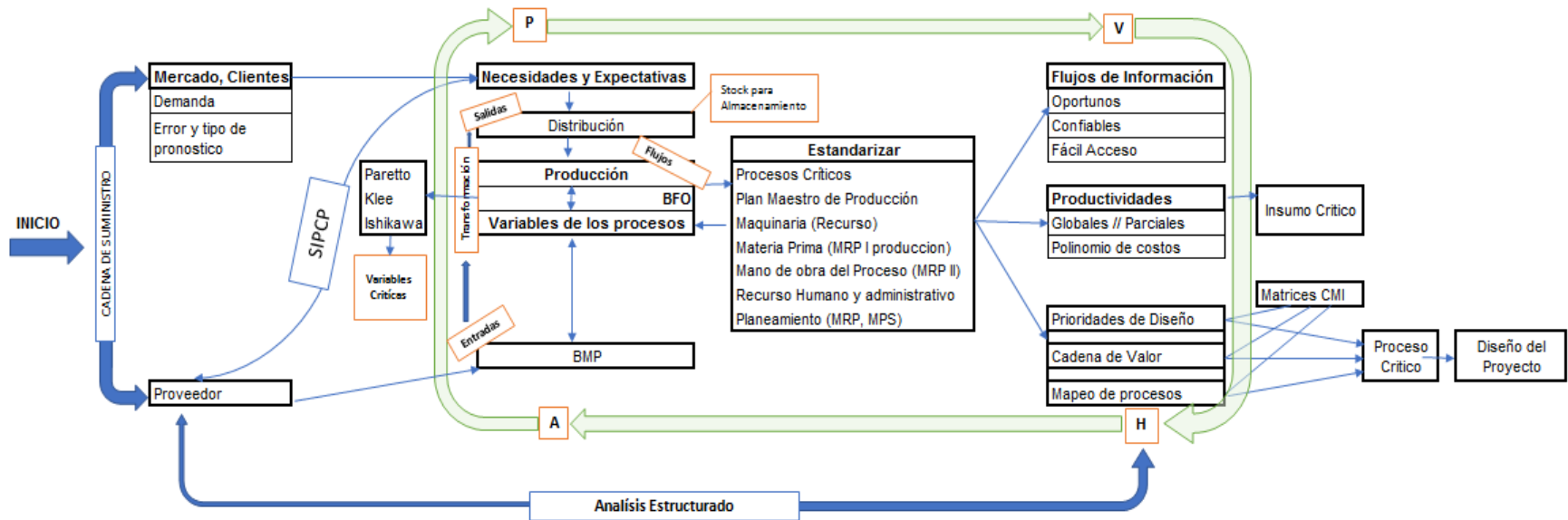
### **Sistema Integrado de Programación y Control de la Producción.**

De acuerdo con (Chapman, 2006) un Sistema Integrado de Programación y Control de la Producción debe contar con las siguientes actividades, planificación, ejecución y control, en donde las actividades y los flujos de información se logren integrar y las empresas, adopten los conceptos de la administración de la cadena de suministro, para que buena parte de esta información fluya entre las organizaciones y no solo dentro de ellas. En general, el método para desarrollar el análisis de los principios de planificación y control se lleva a cabo en el orden con el cual se realiza el análisis real de muchas empresas. Va del largo plazo con métodos más generales a las herramientas de decisión más detalladas y, de corto plazo, con el fin de llegar a un nivel tal de planificación y control a lo largo de la organización, en donde requiere compartir bastante información a lo largo de la cadena de suministro y ello exige que la información sea oportuna, confiable y de fácil acceso.

Para efectos de una mejor visualización en la empresa Dos Pinos, se van a considerar los siguientes elementos para su análisis del sistema integrado de programación y control de la producción. Busca como fin específico lograr identificar las causas de atraso que afectan los tiempos de alisto de las fórmulas utilizadas en las diferentes plantas de producción, y así solucionar el problema mediante la mejora en el Sistema Integrado de Programación y Control de la Producción.

En la Figura 4, se muestra la estrategia utilizada para realizar el análisis de la situación del presente proyecto:

Figura 4: Visualización de los elementos a considerar en SIPCP



Nota: Juan Carlos González, Analista del sistema 2018

## **Descripción de la estrategia**

Se presenta la estrategia para conocer más de los procesos que se dan en la Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos y específicamente en el área de formulaciones para obtener una mejor visión de cómo solventar los inconvenientes presentes en el área, al no lograr tener listos los pedidos de fórmulas en el tiempo requerido.

Se inicia con la cadena de suministro de la empresa desde el proveedor hasta los clientes; en el orden lógico la fase de mercado es donde se generan las expectativas y necesidades de este segmento generando una demanda a producir. Con esto el área comercial genera los pronósticos de demanda con los errores permisivos correspondientes, luego a través del área de planeamiento, se determinará si se poseen o no las cantidades de producto terminado así como de materia prima; con esas necesidades y expectativas claras, se determinan los requerimientos para lograr la producción de esa demanda, y si se posee o no las cantidades de insumos para el inicio de la fase de producción; con ello se logra la fase de planeación de la estrategia.

En la Bodega de Materia Prima es donde se verifica la entrada de insumos y productos que se requieren para la producción; en esta se da un almacenamiento temporal a los mismos, mientras pasan a la siguiente fase que es la transformación, en donde se dan un conjunto de variables críticas del proceso productivo y así impactar directamente al área de formulaciones, que a su vez depende de los flujos de información para comenzar a formular; por ende, necesita que la información referente a procesos críticos, PMP, maquinaria, materia prima, mano de obra del proceso (MRP II), recurso humano administrativo y planeamiento (MRP, MPS) sean lo más claros posible para que pueda cumplirse de manera ideal el horizonte de planeación y, finalmente, con la salida del producto terminado que queda en distribución.

Con lo anteriormente expuesto se indica dónde la integración se implementa para lograr que cada área se incluya de manera adecuada, por lo tanto se necesita verificar que los flujos de información sean confiables, a tiempo y efectivos. Además, conocer todo lo relacionado a productividad del proceso, así como los costos que ayudarán a identificar los insumos y procesos críticos.

Con ello se deberán hacer las prioridades del diseño para realizar la cadena de valor y el mapeo del proceso para proyectar la estrategia del diagnóstico.

Lo anterior debe realizarse con base en un análisis estructurado, que inicia desde el proveedor hasta el cliente final (consumidor), donde se podrá realizar cada una de las fases anteriormente mencionadas para lograr la mejora del SIPCP y por lo tanto la finalización del proyecto, al cumplir con las demandas que el mercado requiera.

### **Descripción de la situación actual**

El Área de Formulaciones de la Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos R.L. está encargada de abastecer a las áreas de producción con las fórmulas necesarias para los diversos productos de cada una de ellas. Actualmente dicho departamento se divide en tres áreas: el cuarto de preparación de formulaciones, la bodega de formulaciones terminadas y el área externa de almacenaje. El área total abarca 182,78m<sup>2</sup>.

La producción en el departamento de formulaciones se maneja en coordinación con la programación de la producción de las áreas que abastece, identificadas como Area 1 que son productos cultivados, los cuales no tienen una vida útil mayor de 30 días, Área 2 que produce helados, Área 3 que es UHT empaque aséptico de larga duración, Área 4 leche en polvo.

En este sentido, las formulaciones se definen y realizan, según se reciben los pedidos de las áreas, los cuales son basados según la prioridad de las mismas. Cabe destacar, que la producción en las diferentes plantas depende de la demanda del Centro de Distribución para satisfacer las necesidades de sucursales ubicadas alrededor de todo el país y el mercado en general.

En promedio, el departamento formulaciones moviliza 160 toneladas de materia prima mensualmente, con cinco empleados formulando seis días a la semana, distribuidos en tres turnos diarios. En la jornada matutina se cuenta con dos colaboradores, otros 2 en la jornada vespertina y un colaborador en jornada nocturna. La cantidad de toneladas manipuladas en el área de formulaciones depende también de los pedidos hechos por las plantas de producción.

Actualmente el departamento necesita una mejora en el sistema integrado de programación y control de la producción lo cual pueda determinar qué inconvenientes presenta el alisto de formulaciones para la producción de los productos, esto ocasiona atrasos en la producción de la línea de las diferentes plantas de Dos Pinos. Formulaciones trabaja para realizar los pedidos de las fórmulas que se necesitan, tomando en cuenta la materia prima en bodega de formulaciones, si no se tiene ahí, debe solicitarse a bodega central BMP, ello puede producir leves paros de línea en el proceso de alisto y ocasiona problemas de tiempo de entrega al no contarse con las fórmulas

preparadas en el tiempo previsto de 7 días que se le da al área para el cumplimiento de la demanda solicitada de fórmulas. Lo anterior provoca acumulaciones de fórmulas pendientes en los días siguientes y por ende demandas adicionales de productos en las plantas de producción. Asimismo, para que se puedan tener a tiempo los pedidos atrasados, se debe incurrir en jornadas extraordinarias lo cual genera un costo anual de ¢2 613 810 a la empresa. Por lo tanto, debido a la falta de integración entre áreas no se conoce realmente cuál es el departamento que más influye en los atrasos de formulaciones, pues son bastantes las que se involucran en el proceso, tales como compras, bodega de materia prima, bodega central, distribución y producción son parte de los departamentos que se involucran en el proceso de formulaciones.

### **Descripción General del Proceso Productivo del área de formulaciones**

Cada uno de los productos Dos Pinos tiene una fórmula específica, donde se indican los insumos necesarios para la preparación y la cantidad que requiere, esto según el tamaño del lote de producción. Estas fórmulas se manejan en el área de formulaciones, quienes son los encargados de abastecer las áreas de producción, con las fórmulas necesarias para cumplir la programación de cada planta.

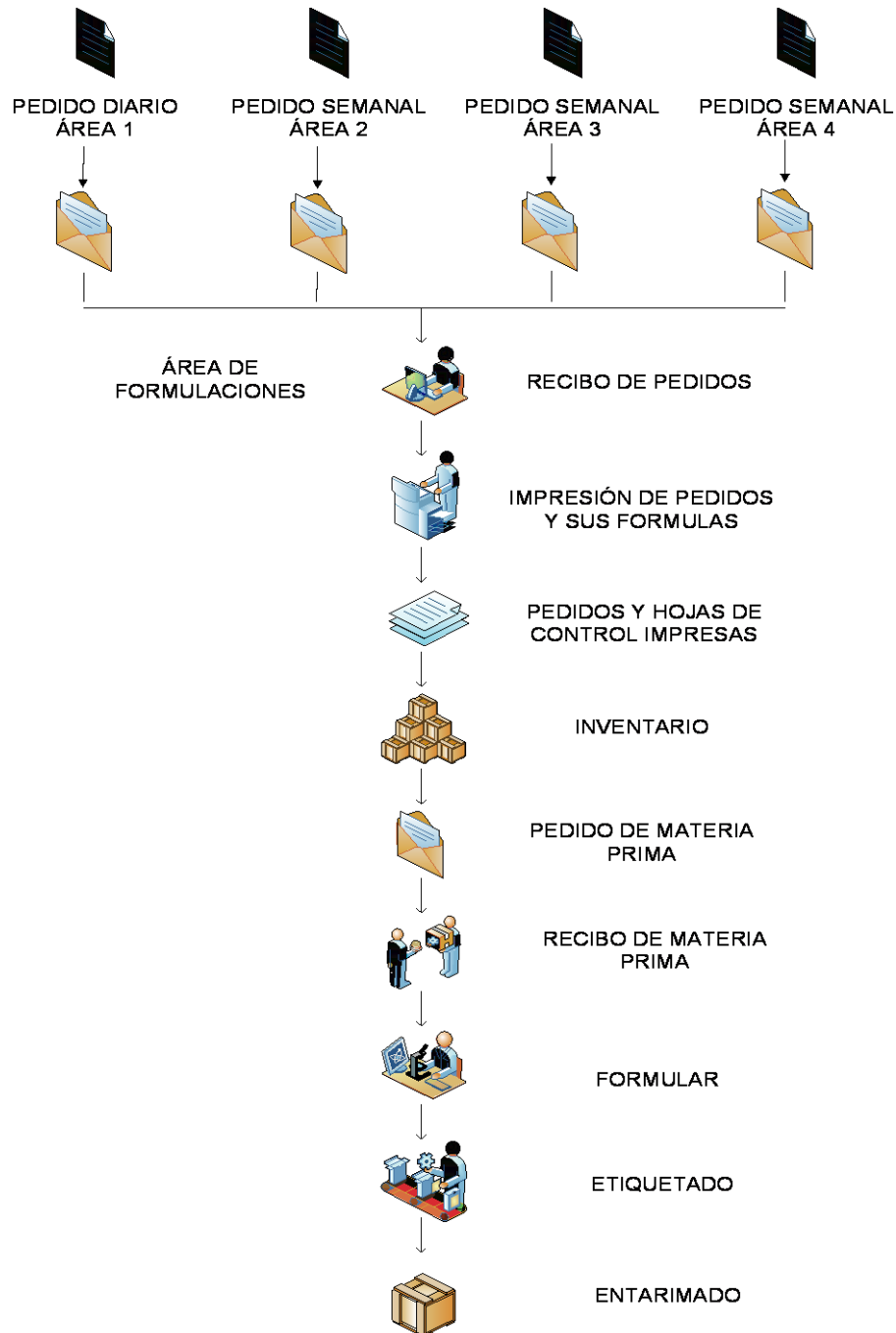
El proceso productivo del área de formulaciones se muestra en la figura 5, este se inicia mediante la llegada del pedido de cada una de las cuatro áreas de producción, según las respectivas necesidades que les han reportado los diferentes centros de distribución. Dichos pedidos normalmente son vía correo electrónico, ya sean semanales o diarios si se contemplan dentro del horizonte de 7 días son aproximadamente 384 fórmulas por preparar. Dentro de los pedidos de cada área, van seleccionados los productos que tienen prioridad.

Posterior a esto, se procede a imprimir las fórmulas y las hojas de control de cada uno de los productos que se solicitan en los pedidos, para luego acomodarlas según el orden de importancia indicado por el área respectiva.

Después se realiza un inventario de materia prima para enlistar los faltantes, los cuales pueden ser de 35 a 50 líneas que se requieren y así proceder a hacer el pedido de estos al almacén general. Para finalizar, se realizan las fórmulas, cuando las mismas están listas, se etiquetan y se colocan en las tarimas de la bodega.

En la figura 5 se representa gráficamente de cada una de las etapas del proceso general del departamento de formulaciones:

**Figura 5: Proceso del área de formulaciones**



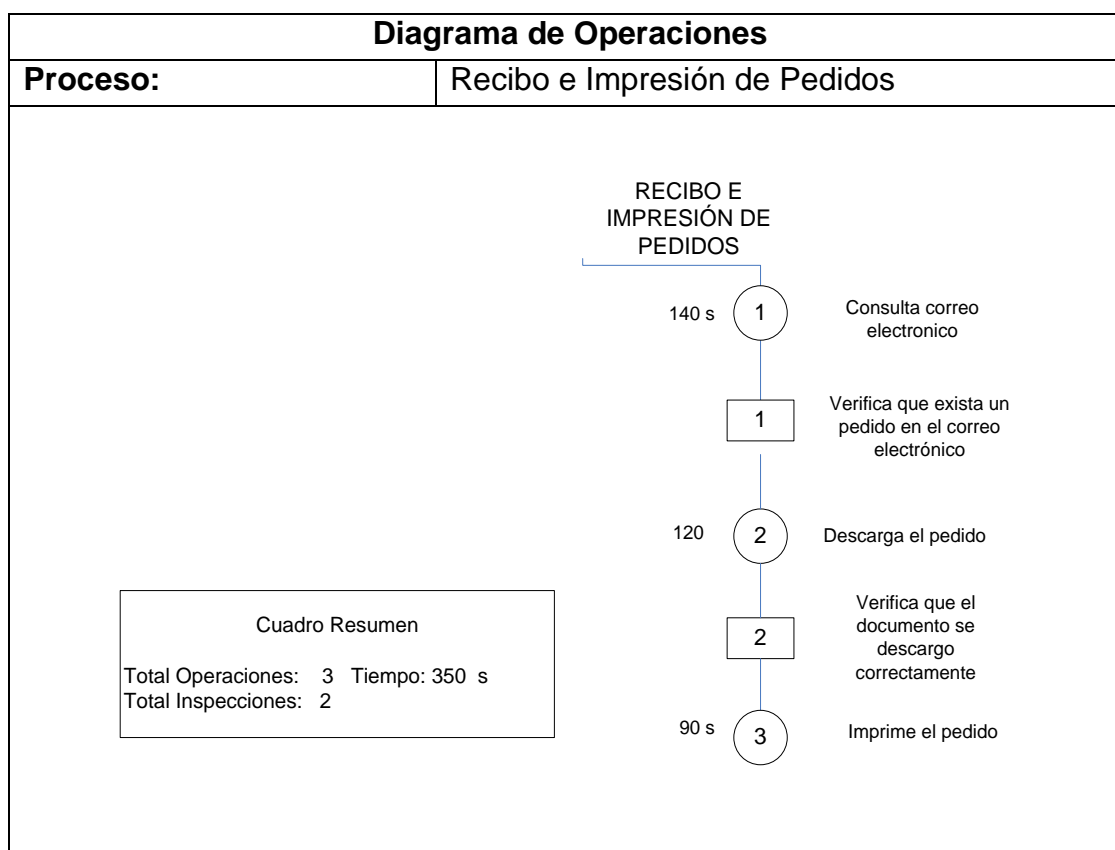
**Nota: Dos Pinos 2018**

A continuación, se presenta la explicación detallada de cada una de las actividades que se realizan dentro del departamento:

### Recibo e impresión de pedidos (órdenes de producción).

Vía hoja electrónica se reciben los pedidos de cada área de producción. Conforme van llegando los pedidos, estos se imprimen, así como las recetas de cada uno de los productos solicitados. Si en el pedido se requieren ocho productos diferentes, se imprimen las recetas de esos ocho productos con el fin de que al terminar una receta, esté la otra lista para seguir trabajando. Puede observarse con detalle en la figura 6.

**Figura 6: Flujo de Proceso para la impresión de los pedidos de las diferentes áreas de producción**



Nota: Departamento de Formulaciones (Febrero, 2018)

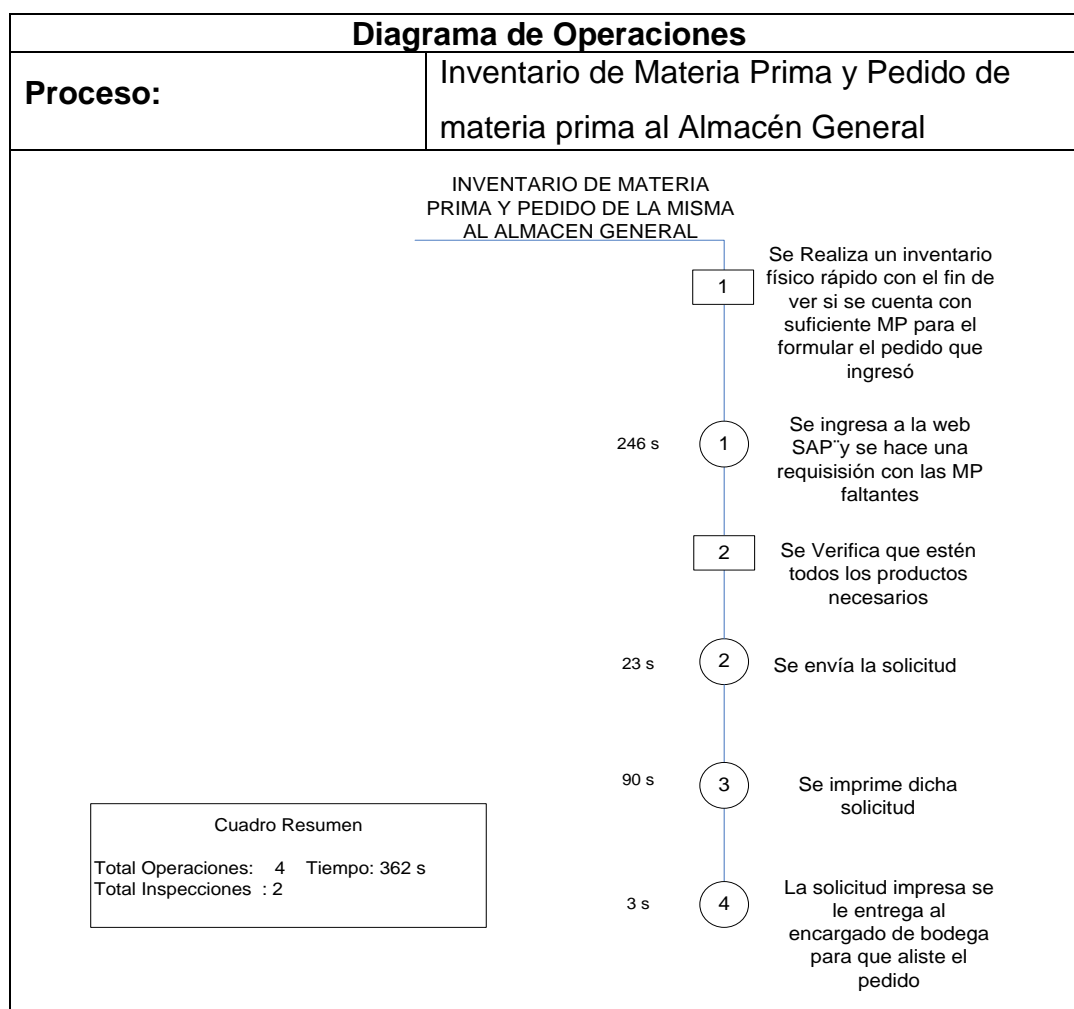
### Inventario de materia prima, pedido del mismo e impresión de las hojas de control

El inventario de materia prima y la impresión son actividades que se realizan paralelamente con el fin de aprovechar más el tiempo. Se inicia la impresión de las hojas de control y mientras

esta actividad transcurre, el operario efectúa un inventario físico aproximado con la finalidad de saber si se cuenta en la bodega (tanto interna como externa) con la materia prima necesaria para cada pedido impreso anteriormente.

De acuerdo con los resultados del inventario anterior, se procede a realizar un pedido al almacén general de materia prima, con el fin de abastecer la bodega interna del departamento de formulaciones. Se detalla en la figura 7 el flujo del proceso para el inventario de materia prima.

**Figura 7: Flujo de Proceso para el inventario y el pedido de materia prima al almacén general de la cooperativa**



**Nota: Departamento de Formulaciones (Febrero, 2018)**

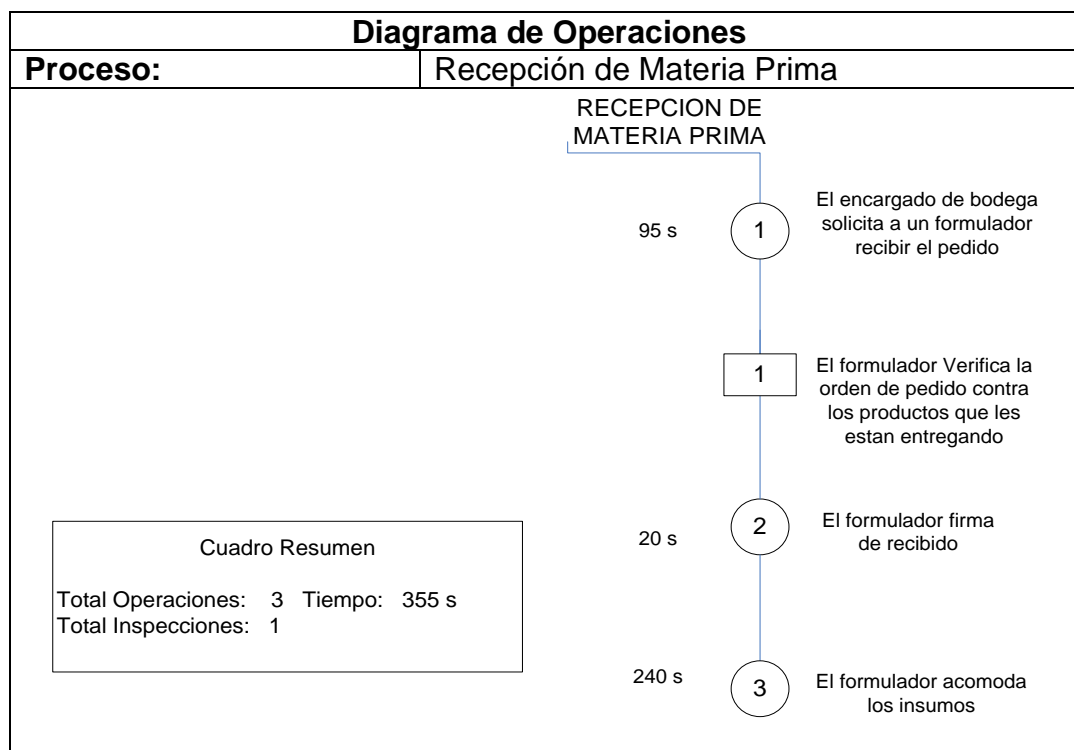
### **Recibo de materia prima**

Cuando el pedido está listo, el bodeguero del almacén general busca a alguno de los colaboradores del área de formulaciones con el fin de entregarle la materia prima. El colaborador

tiene la obligación de revisar el pedido físico contra el pedido en papel y así verificar si se les está entregando todo lo solicitado.

Esta materia prima debe acomodarse adentro del área de formulaciones, sin embargo si no se cuenta con espacio, la materia prima se almacena en un área externa al cuarto de formulaciones. Puede verse en la figura 8, la recepción de materia prima.

**Figura 8. Recepción de Materia Prima**

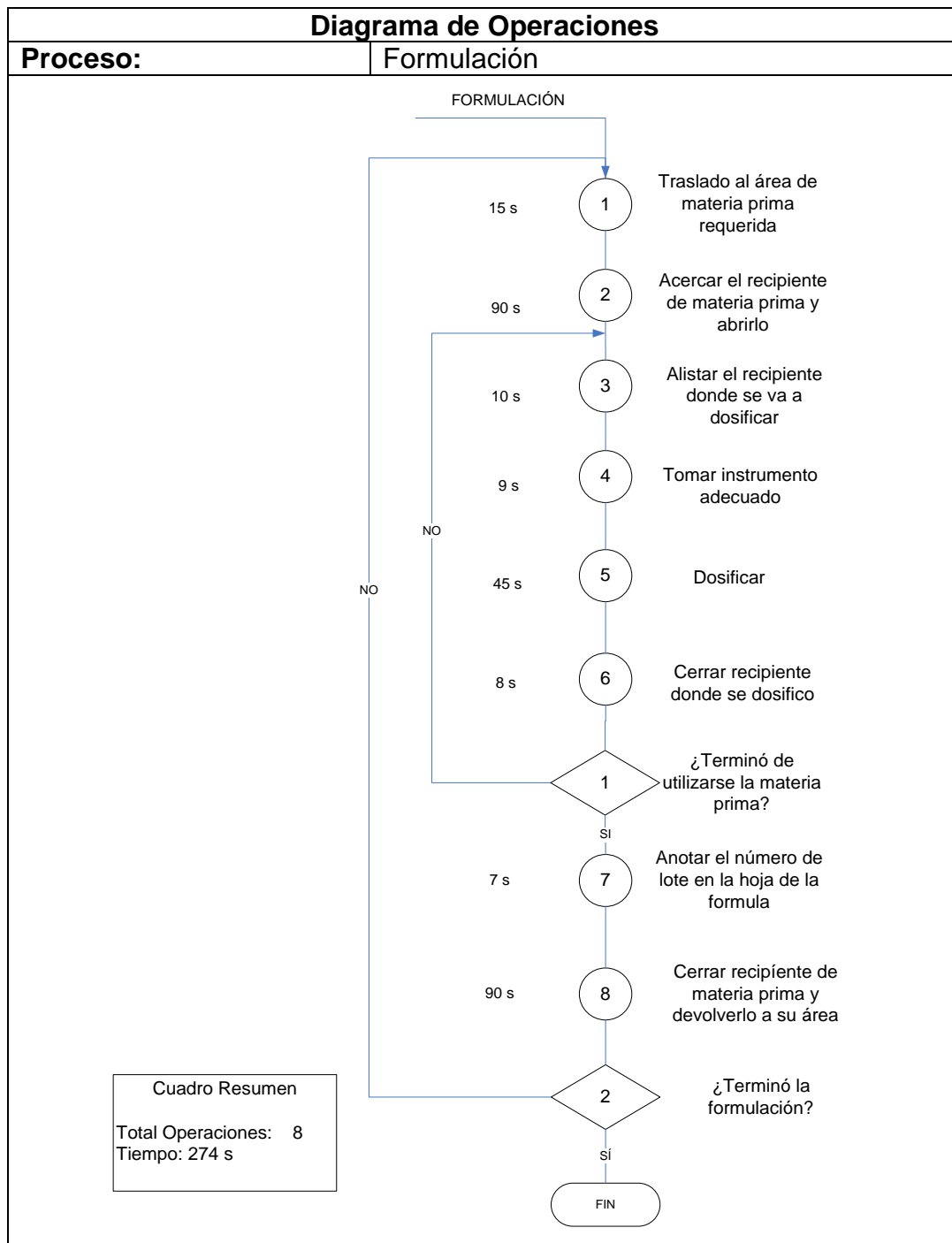


**Nota: Departamento de Formulaciones (Febrero, 2018)**

### Formular

Esta operación se dedica a dosificar todo lo necesario para las fórmulas de los pedidos de las plantas de producción. Se pesan materias primas tanto sólidas como líquidas. Hay que estandarizar para normalizar los tiempos, todos los colaboradores tienen diferentes estilos de formular. En esta operación también se incluyen suboperaciones como lo es anotar en la hoja de pedido el lote de cada uno de los productos que lleva la fórmula, con el fin de llevar un control en caso de que algo extraordinario sucediera con la producción. La figura 9 muestra el diagrama de flujo de proceso del proceso de formular una materia prima.

**Figura 9: Flujo de Proceso para formular**



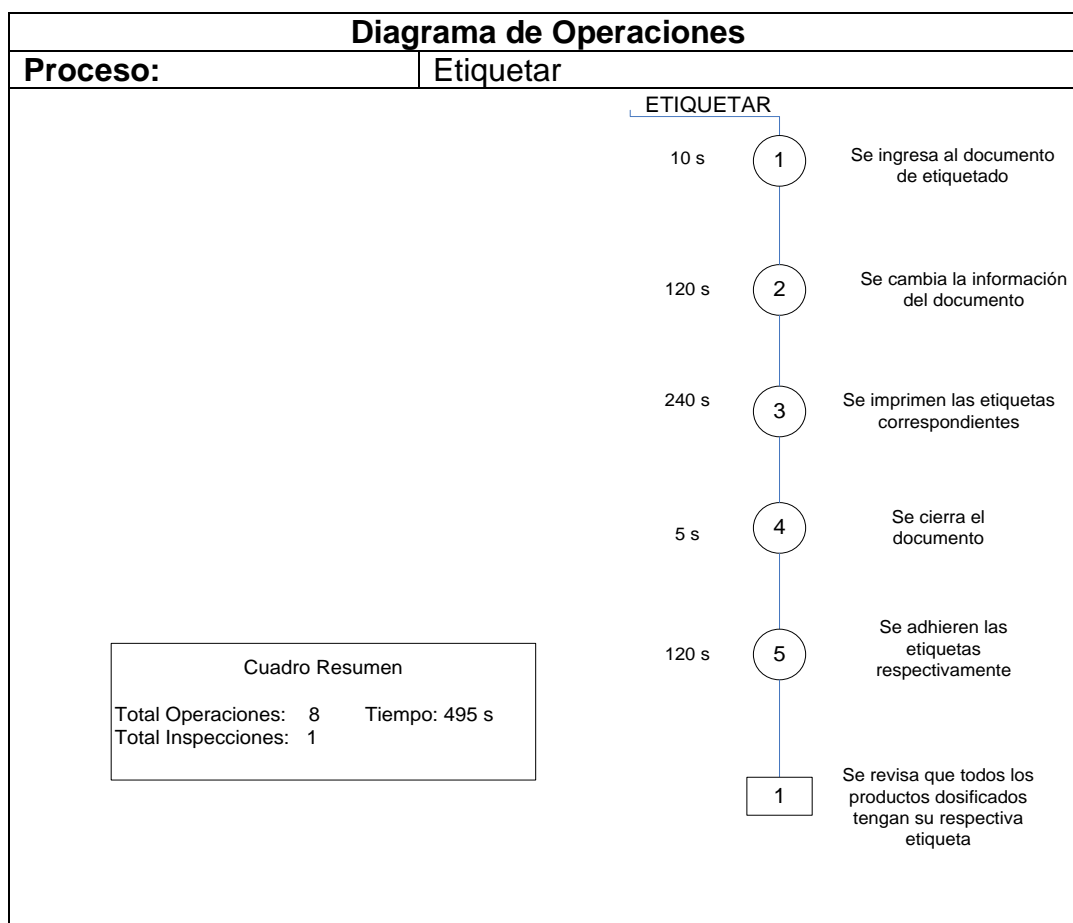
Nota: Departamento de Formulaciones (Febrero, 2018)

### Etiquetar

Al terminar la formulación, el colaborador imprime las etiquetas para cada una de las materias primas que se prepararon, estas deben pegarse en cada una de los insumos dosificados y

trasvasados con el fin de identificar cada uno, para que cuando se lleven la fórmula al área de producción sepan cuál materia prima es cada una, y además a qué orden de producción corresponde esta. El flujo del proceso del etiquetado se detalla en la figura 10.

**Figura 10: Flujo de proceso para el etiquetado de las formulaciones**



**Nota: Departamento de Formulaciones (Febrero, 2018)**

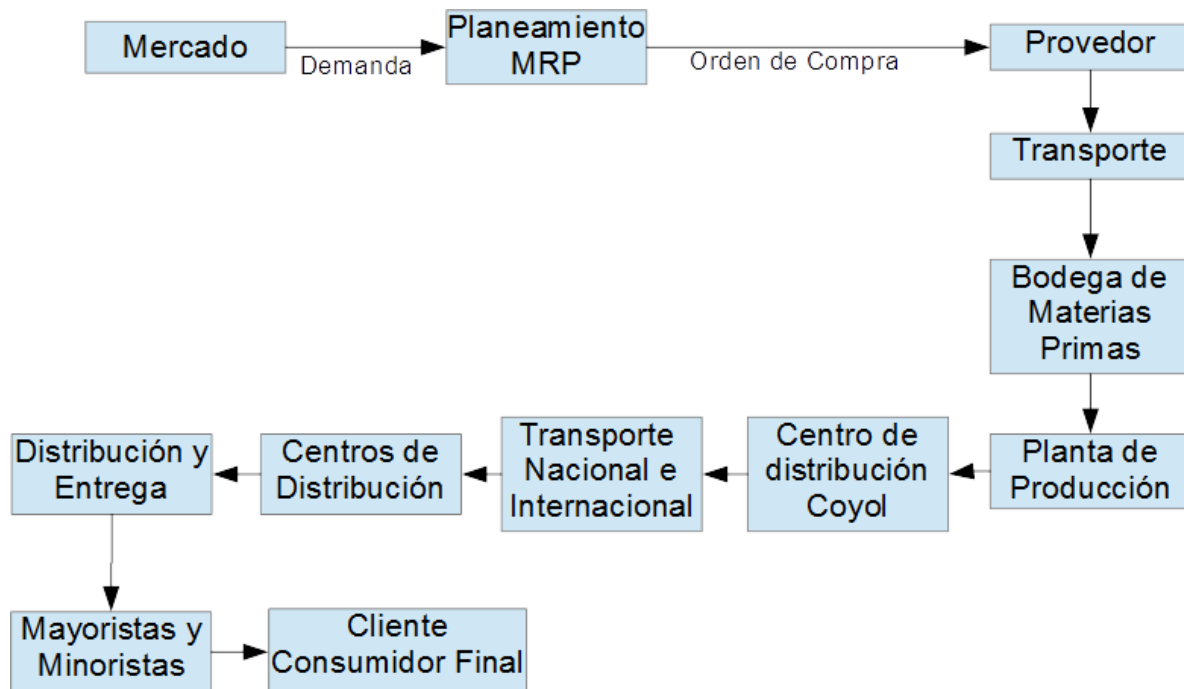
### Entarimar

En esta operación es donde la fórmula queda lista y se coloca en una tarima plástica, para que las plantas de producción envíen a alguien a retirarla. A la hora de entarimar, se tiene que dejar en una carpeta con la hoja de control del producto, así como el pedido (la receta) el cual debe ser firmado por la persona que retire del área la fórmula, para así poder llevar un control de retiro de cada una de las formulaciones.

## Análisis de la Cadena de Suministros

A continuación, se detalla y muestra de una forma gráfica la cadena de suministro de los productos de la empresa Dos Pinos en la figura 11.

**Figura 11: Cadena de Suministros de Dos Pinos**

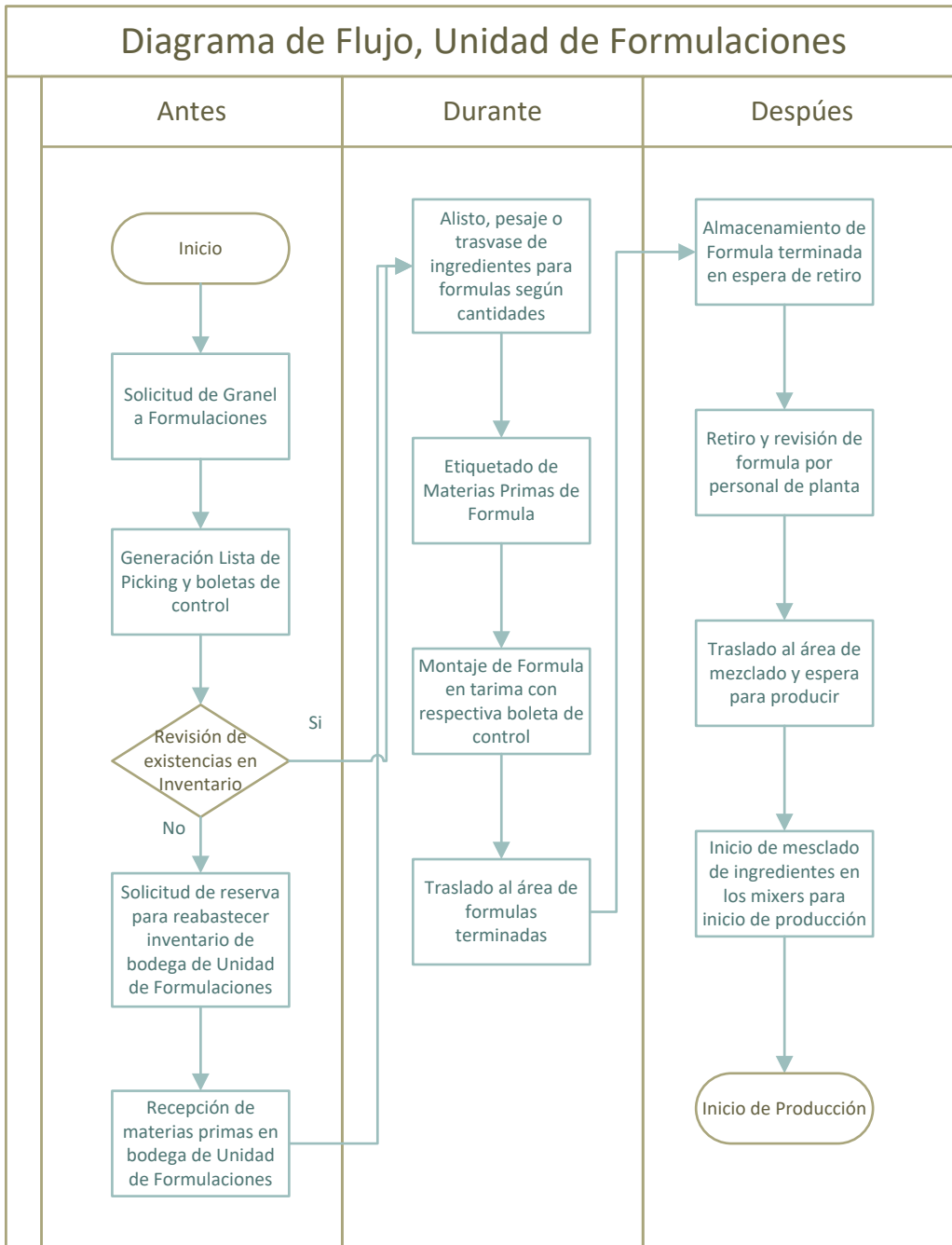


Nota: Departamento de Formulaciones (Marzo, 2018)

## Diagrama de Flujo del Área de formulaciones

A continuación, se muestra en la figura 12, el diagrama de flujo del proceso actual donde se involucran todos los procedimientos que son parte del proceso de formulaciones. También donde se representará gráficamente la secuencia de los pasos o actividades de este proceso, además donde se origina el problema del tiempo de espera de la materia prima, pues esta afecta directamente en el tiempo de alisto de cada una de la fórmulas solicitadas al departamento.

**Figura 12: Diagrama de Flujo de Formulaciones.**



**Nota: Juan Carlos González, Analista del sistema (Marzo, 2018)**

### **Análisis del diagrama de flujo**

Al analizar el diagrama de flujo, en la actividad de revisión de existencias de inventario si no hay materia prima disponible, siendo así se deben realizar dos operaciones adicionales al proceso normal, estas pueden afectar directamente el tiempo de alisto ya que se requiere realizar el trámite del pedido a la bodega central; además, esta debe incluir dentro de su proceso de pedidos por despachar, estos factores impactan en el proceso de formulaciones. Este es el principal problema que se está generando en las fases iniciales del proceso, ya que cuando se reciben las solicitudes de las fórmulas y se verifica en bodega de formulaciones que no cuentan con materia prima, el proceso se retrasa y produce inconvenientes que podrían traducirse en atrasos, reprogramaciones y paros de línea.

Al analizar el proceso de punta a punta de la programación y la producción, se identifica que tanto los requerimientos de producción como los inventarios de materia prima, no son de conocimiento del área de formulaciones, ya que ellos solo poseen los requerimientos de producción en un horizonte de 7 días esto deja muy poco tiempo de reacción para solicitar necesidades a la bodega central de materia prima, que al igual requieren cierto tiempo para preparar la entrega.

### **Análisis del Flujo de Información del proceso de formulaciones**

En el sistema de información de la empresa Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos R.L. intermedian varios departamentos de la empresa tales como ventas, proveeduría, producción, distribución, planeación y formulaciones.

El sistema de información se maneja con una red informática interna, la cual mediante accesos restringidos, permite subir la información de cada departamento, además de que si hay detalles o solicitudes adicionales deben realizarse vía correo electrónico y estos pueden estar a destiempo para la coordinación de la solicitud de materia prima, entonces hay que hacer el proceso de pedido nuevamente, esto puede generar atrasos hasta de 8 horas.

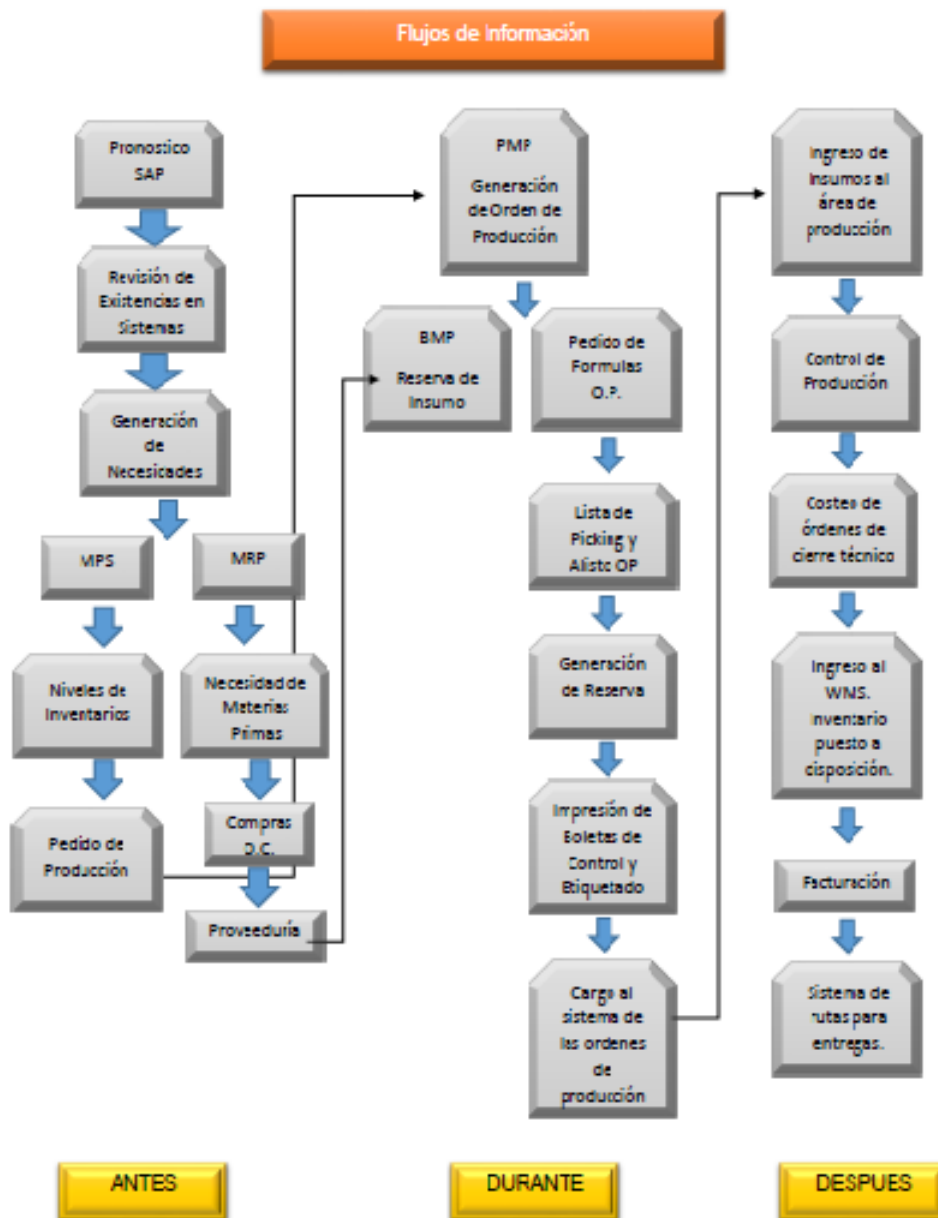
La información ingresa cuando el área de ventas envía las demandas de los productos solicitados por los clientes al área de planeación en donde se analizan los pronósticos y se valida con producción; una vez analizada la información, se programa la planta y de ahí se pasa al área de formulaciones para empezar a formular las mezclas de los diferentes productos solicitados; el

departamento de formulaciones debe verificar en su bodega la materia prima necesitada y en caso de no contar con ella, se solicita a bodega central, a su vez bodega central debe mantener un *stock* de materia prima en constante flujo y con información clara hacia el área de planeamiento, para tener las cantidades necesarias.

El sistema se ve alterado cuando Dos Pinos, comprueba atrasos en el área de formulaciones pues si una línea de producción no cuenta con los insumos base para su preparación, modifica la planificación semanal de la línea; ello genera un incremento de costos de la producción y un descontrol en el sistema de información interno, al no contarse con pronósticos adecuados para cumplir con la materia prima necesaria. Al respecto, más adelante se estará cuantificando la magnitud de estos atrasos.

En la figura 13 se puede apreciar con detalle el diagrama de flujo de información que contempla las áreas de Dos Pinos para el óptimo funcionamiento de de la cadena de suministro.

**Figura 13: Diagrama de flujo de información de Dos Pinos.**



**Nota: Departamento de Formulaciones (Abril, 2018)**

En la figura 13 se puede apreciar toda la información que se debe generar, paralelo a los procesos de la cadena de suministro de la empresa; se inicia desde los pronósticos hasta las rutas de entrega de los productos, en donde la etapa del durante es lo que conlleva la información del proceso correspondiente al área de formulaciones.

### Departamentos que influyen en el proceso de formulaciones.

En la figura 14 se aprecia los departamentos que influyen antes del proceso de alisto de formulaciones y a su vez se determinan los tiempos de ciclo de cada proceso:

**Figura 14: Departamentos que influyen antes del proceso de alisto de formulaciones con sus respectivos tiempos de ciclo.**

		Manual	Sistema	Flujo de Información	Tiempo por horas actual	Tiempo por horas Ideal	Área a impactar
<b>Lunes</b>					<b>9</b>	<b>8</b>	
Revisión de Inventarios	Logistica	✓		Entra y sale	4	4	
	Centro de Distribucion	✓		Entra y sale	4	4	
Generacion de Pronosticos con base a la demanda	Comercial	✓	✓	entra	9	8	x
Existencias de Producto	Centro de Distribucion	✓	✓	Entra y sale	5	4	
treminado MPS	Planeamiento	✓	✓	Entra y sale	5	5	
Analisis de días de cobertura	Planeamiento		✓	Sale	4	4	
<b>Martes</b>					<b>9</b>	<b>5</b>	
Revisión de pedido preliminar MPS (Exportaciones, Nacional y Sucursales) (PMP TEORICO)	Planeamiento	✓		Sale	4	3	x
Envío de pedido preliminar a programadores de la producción por área de producción	Planeamiento	✓		Sale	5	2	x
Revisión de pedido preliminar (PMP AJUSTADO)	Programador de la Produccion; analizando la vida util, días de cobertura del inventario, cantidad de posible producto a vencer, días de mas de inventario, capacidades de linea y bach minimo de produccion	✓		Entra y sale	9	5	x
<b>Miércoles</b>					<b>8</b>	<b>6</b>	
Aprobacion y puesta en firme del pedido preliminar (inclusion en SAP)	Planeamiento	✓	✓	Sale	4	2	x
Descarga de pedido del sistema SAP	Programador		✓	Entra	2	1	x
programacion de linea de produccion			✓	Entra	2	1	x
Generacion de ordenes de produccion		✓	✓	Entra	4	2	x

Jueves					13	7.5	
Generacion de ordenes de produccion	Programador	✓	✓		6	3	x
Creacion de pedido para el alisto de formulas e insumos de produccion		✓		Sale	4	2	x
Envio de pedido de formulas a Formulaciones		✓		Entra y sale	1	0.5	x
Revision de ordenes de produccion	Formulaciones	✓	✓	entra	1	1	
Genera la hojas de alisto			✓	Sale	1	1	
Viernes					9	4.5	
Revisa existencias de inventario de materia prima	Formulaciones	✓	✓	Entra y sale	2	1	x
Genera reserva de bodega			✓	Sale	1	0.5	x
Genera etiquetas y boletas de control				✓	Sale	2	1
Abastecimiento de materia prima	Bodega de materia prima	✓		Entra	4	2	x
Inicia el proceso de alisto	Formulaciones	✓		Sale			
				Tiempo de ciclo	48	31	17
					35.42%		

**Nota: Juan Carlos González, Analista del sistema (Abril, 2018)**

### Departamentos que influyen en el proceso de formulaciones

Los procesos que se necesitan para cumplir con el tiempo de alisto para el horizonte de 7 días y las zonas que impacta el proceso.

Cada departamento se maneja bajo un formato automático y (o) manual (bajo un cuadro complementario mediante un Excel o tablas dinámicas); esto se utiliza para alimentar la base de datos generales.

En la figura 14 se evidencia en los flujos de información que cada proceso tiene entradas y salidas de cómo es implementado cada movimiento del departamento.

Actualmente se tiene un tiempo de ciclo de 48 horas en todo el proceso de planeación actual y se analiza la propuesta para reducir los tiempos muertos, cuellos de botella y demás para disminuir el tiempo y de esta manera cumplir con el horizonte de planeación, integrando los diferentes departamentos a un tiempo de 31 horas; esto corresponde 17 horas para la equivalencia de un 35,42% menos de lo que se dura actualmente para que el pedido llegue a tiempo al área de formulaciones.

Cuando el área de la programación de la producción solicita las necesidades de fórmulas que requiere por medio de la orden de producción al departamento de formulaciones, lo hace en

una hoja electrónica donde solicita sus necesidades; ese es el único medio formal y estándar para hacer los pedidos al área. En caso de tener alguna falla de la hoja electrónica de solicitud de pedidos, el otro medio será por un correo electrónico solicitando dicha necesidad, pero esta se considera como una manera informal para hacer las solicitudes de pedidos al departamento de formulaciones.

**Figura 15: Hoja electrónica para solicitud de pedidos a formulaciones**

Juan Carlos Gonzalez Aragon														
Solicitudes de boletas a Formulaciones														
Actualizar														
Código	Producto	# Orden	Boletas	Por	Litros	Total	Fecha	ID	Bo	Fecha Borrado	Ta	Reponsable Preparación	Fecha preparación	Cumplimiento
7	17000104	GRANEL JUGO NARANJA 100% FIBRA UHT	2	X	10000	20000	14/01/2016				296	Kenneth	19/01/2016 05:06:06 p.m.	2
8	17000167	GRANEL JUGO MANZANA 100% UHT	4	X	9300	37200	16/01/2016				296	wamador	14/01/2016 05:16:25 a.m.	2
9	17000476	GRANEL BEBIDA NARANJA CORONADO UHT	2	X	10000	20000	16/01/2016				296	Kenneth	1/13/2016 3:23:16 PM	2
10	17000262	GRANEL NECTAR PERA UHT	2	X	10000	20000	15/01/2016				296	wamador	14/01/2016 05:16:48 a.m.	2
11	17000165	GRANEL NECTAR MANZANA UHT	2	X	10000	20000	15/01/2016				296	wamador	14/01/2016 05:16:35 a.m.	2
12	17000248	GRANEL NECTAR MELCOCOTON UHT	4	X	10000	40000	15/01/2016				296	Luis Mendoza	14/01/2016 10:54:19 a.m.	2
13	17000107	GRANEL NECTAR MANGO UHT	2	X	10000	20000	14/01/2016				296	wamador	14/01/2016 05:17:01 a.m.	2
14	17000169	GRANEL NECTAR FRUTAS LIGHT UHT	2	X	10000	20000	14/01/2016				296	Luis Mendoza	14/01/2016 10:55:00 a.m.	2
15	17000170	GRANEL NECTAR FRUTAS UHT	8	X	10000	80000	14/01/2016				296	CARLOS BURGOS	14/01/2016 01:38:39 p.m.	2
16	17000164	GRANEL JUGO NARANJA UHT	5	X	10000	50000	13/01/2016				296	wamador	14/01/2016 05:17:22 a.m.	2
17	17000565	GRANEL T+ ROJO CON L-CARNITINA	2	X	10000	20000	13/01/2016				296	Kenneth	1/13/2016 3:23:16 PM	2
18	17000564	GRANEL TE BLANCO CON FIBRA	2	X	10000	20000	13/01/2016				296	Luis Mendoza	14/01/2016 10:54:56 a.m.	2
19	17000261	GRANEL JUGO NARANJA	1	X	10000	10000	14/01/2016				297	Kenneth	14/01/2016 04:03:31 p.m.	2
20	17000261	GRANEL JUGO NARANJA	1	X	5000	5000	14/01/2016				297	Kenneth	14/01/2016 04:03:31 p.m.	2
21	17000065	GRANEL CREMA VEGETAL	6	X	615	3690	14/01/2016				298	CARLOS BURGOS	14/01/2016 01:40:01 p.m.	2
22	17000198	GRANEL NATILLA C/SAL	2	X	9200	18400	14/01/2016				299	Kenneth	14/01/2016 08:45:22 p.m.	2
23	17000012	GRANEL NATILLA S/SAL	1	X	4000	4000	14/01/2016				299	Kenneth	14/01/2016 08:45:23 p.m.	2
24	17000547	GRANEL NATILLA DELACTOMY	1	X	7200	7200	14/01/2016				300	Kenneth	14/01/2016 08:45:24 p.m.	2
25	15000109	DIP CEBOLLA -260 G TAZA	6	X	2500	15000	14/01/2016				301	Andres	14/01/2016 08:45:25 p.m.	2
26	17000298	GRANEL CREMA PURA	1	X	3400	3400	14/01/2016				302	Kenneth	14/01/2016 08:45:32 p.m.	2
27	17000287	GRANEL DELIGURT LIQUIDO FRESA	1	X	14000	14000	16/01/2016				303	Kenneth	15/01/2016 08:13:51 p.m.	2
28	17000287	GRANEL DELIGURT LIQUIDO FRESA	1	X	5000	5000	16/01/2016				303	Kenneth	15/01/2016 08:13:51 p.m.	2
29	17000287	GRANEL DELIGURT LIQUIDO FRESA	1	X	8000	8000	16/01/2016				303	Kenneth	15/01/2016 08:13:51 p.m.	2
30	17000146	GRANEL DELIGURT LIQUIDO FRUTAS	1	X	3000	3000	16/01/2016				303	Kenneth	15/01/2016 08:13:51 p.m.	2
31	17000023	GRANEL DELIGURT LIQUIDO MELCOCOTON	1	X	5000	5000	16/01/2016				303	Kenneth	15/01/2016 08:13:51 p.m.	2
32	17000069	GRANEL DELIGURT LIQUIDO ARANDANO	2	X	7500	15000	16/01/2016				303	Luis Mendoza	15/01/2016 11:31:16 a.m.	2
33	17000281	GRANEL BIOBALANCE LIQUIDO CIRUELA PASA	1	X	3000	3000	16/01/2016			x	licitud borrada por B	303		2
34	17000064	GRANEL LECHE CULTIVADA	1	X	2900	2900	16/01/2016				303	LUIS MENDOZA	15/01/2016 01:51:38 p.m.	2
35	17000074	GRANEL CREMA DULCE	1	X	1800	1800	16/01/2016				303	Kenneth	15/01/2016 08:13:51 p.m.	2
36	17000186	GRANEL NATILLA C/SAL	2	X	9200	18400	16/01/2016				303	CARLOS BURGOS	16/01/2016 06:13:58 a.m.	2
37	17000196	GRANEL NATILLA C/SAL	2	X	9200	18400	16/01/2016				303	CARLOS BURGOS	16/01/2016 06:13:58 a.m.	2

**Nota: Departamento de Formulaciones (Abril, 2018)**

Como se mencionó, esta hoja electrónica es el medio formal de comunicación entre las áreas de producción, específicamente la parte de programación y el área de formulaciones, es donde se van a solicitar las diferentes formulaciones para cada uno de los lotes de producción para las diferentes líneas de proceso de cada planta.

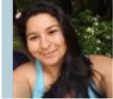
### Proceso de alisto de formulaciones.


El proceso de alisto de cada una de las fórmulas que requieren las plantas de producción, y según su orden de producción da inicio el proceso en el departamento de formulaciones; después de recibido el pedido de fórmulas a través de la hoja electrónica se verifican las existencias de inventario de materias primas para dar inicio al proceso de alisto para cada formulación como se detalló en la figura 15; el no poseer la suficiente materia prima para alistar fórmulas es una de las principales causas de atraso y posible problema para de línea de producción por no contar con la fórmula.

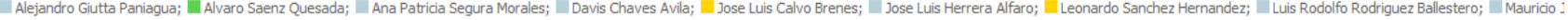
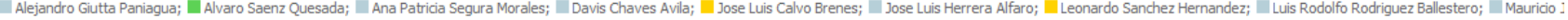
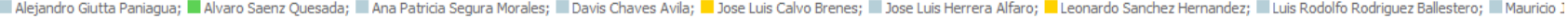
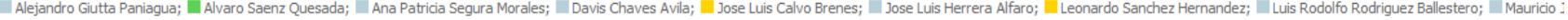
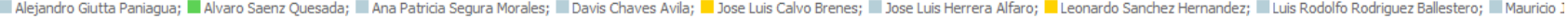
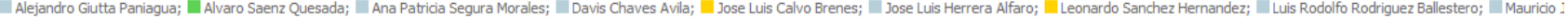
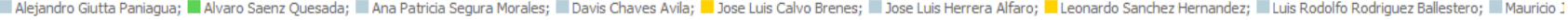
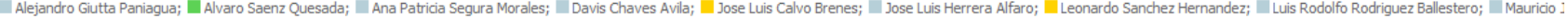
Como se menciona, se generan varios atrasos en el departamento porque no hay suficiente materia prima o en su totalidad no hay, y esto conlleva a hacer un pedido a la bodega central de materia prima, lo cual está sujeto al tiempo de reacción que tenga la bodega para reabastecer el faltante. En varias ocasiones a la semana, no se cumple con el tiempo de entrega de 19 fórmulas por esta razón.

A continuación, se muestra información de evidencias probatorias de lo que ha ocurrido en diferentes momentos por no tener de las solicitudes de fórmulas y estas no se han entregado a tiempo según el programa:

## Figura 16: Muestra información probatoria.


 lunes 16/10/2017 08:49 p. m.  
**Mayra Alejandra Morales Torres**  
 Bebida de naranja

Para  **A Formulaciones**



CC  Alejandro Giutta Paniagua;  Alvaro Saenz Quesada;  Ana Patricia Segura Morales;  Davis Chaves Avila;  Jose Luis Calvo Brenes;  Jose Luis Herrera Alfaro;  Leonardo Sanchez Hernandez;  Luis Rodolfo Rodriguez Ballester;  Mauricio J


Buenas,

Compañeros, necesitamos su ayuda con una fórmula de bebida de naranja de 10.000 L (#orden 80214) que estaba programada para el día de hoy y me indican los jugueros, no está lista. Muchas gracias.






Saludos cordiales,

**ALEJANDRA MORALES TORRES**  
Jefe de Planta 

**DIRECCIÓN** (506) 2437-3171   
 Cooperativa de Productores de Leche, Dos Pinos R.L.  
 Costa Rica, Alajuela, Croyol mmoralest@dospinos.com   
<http://www.dospinos.com>

 **CONFIDENCIAL. COOPERATIVA DE PRODUCTORES DE LECHE DOS PINOS R.L. Y SUBSIDIARIAS**  
 La información contenida en este mensaje es confidencial y sólo puede ser utilizada por la persona o la organización a la cual está dirigida. Si usted no es el receptor autorizado, cualquier retención, difusión, distribución o copia de este mensaje está prohibida y será sancionada por la ley. Si por error recibe este mensaje, favor reenviarlo y borrar el mensaje recibido inmediatamente.

**Nota: Departamento de Formulaciones (Abril, 2018)**

ara  Andres Solis Agüero;  Eval Javier Alpizar Segura;  **A Formulaciones**;  Xinia Maria Calcaneo Espeleta;  Natalia De Jesus Arroyo Sanchez

C  Kattia Gabriela Delgado Oviedo;  Gerardo Enrique Navarro Astorga;  Ana Marilyn Barrantes Salas;  Rudy Keylor Castillo Esquivel;  Diana Maria González Orozco;  Manuel Emilio Fonseca Bai

Keylor Castillo Esquivel <[rcastiloe@dospinos.com](mailto:rcastiloe@dospinos.com)>; Diana Maria González Orozco <[diagonzalez@dospinos.com](mailto:diagonzalez@dospinos.com)>; Manuel Emilio Fonseca Barrantes <[mantonseca@paniagua.com](mailto:mantonseca@paniagua.com)>  
Paniagua <[agiutta@dospinos.com](mailto:agiutta@dospinos.com)>

**Asunto:** Jugos

Buenos días

En este momento estamos detenidos por falta de fórmulas mixto fruta, a continuación solicitamos fórmulas para naranja UHT y me indican que no están listas.

Por favor su ayuda urgente podemos detener otra línea por falta de fórmulas.

Saludos




**Nota: Departamento de Formulaciones (Abril, 2018)**









miércoles 04/04/2018 09:38 a. m.

Rudy Keylor Castillo Esquivel

RE: Jugos

Para  Brayan David Venegas Chavez;  Eval Javier Alpizar Segura;  **A Formulaciones**;  Xinia Maria Calcano Espeleta;  Natalia De Jesus Arroyo Sanchez

CC  Kattia Gabriela Delgado Oviedo;  Gerardo Enrique Navarro Astorga;  Ana Marilyn Barrantes Salas;  Diana Maria González Orozco;  Manuel Emilio Fonseca Barrantes;  Alejandro Giutta Paniagua

Eval a qué se debe que tengamos tanto atraso con las fórmulas? Fueron pedidas con fecha de hoy y ya tenemos 9 horas de retraso en la entrega.

Saludos...

Rudy C

**Nota: Departamento de Formulaciones (Abril, 2018)**

Por esta razón se realizó en los diferentes turnos un análisis de incidencias para ver cuáles son las posibles causa de atraso en el proceso de alisto de fórmulas junto con el criterio de experto de área en cada turno de la operación.

### Análisis del elemento de planear en el SIPCD del área de formulaciones

En el elemento planear dentro del sistema integrado de programación de producción se debe realizar mediante estimaciones de demanda para establecer la relación que hay entre la capacidad teórica, capacidad necesaria y la real. En el caso del departamento de formulaciones se identifica que la capacidad teórica es de 390 fórmulas preparadas por semana lo que indica la capacidad que tiene el departamento, la mayoría de la veces la capacidad necesaria (demanda de fórmulas) es menor a la capacidad que se tiene (teórica) y aún así el alisto real es menor a la demanda (capacidad necesaria), por ello se analizan las causas de por qué está ocurriendo esa situación.

Se analizó la información de 8 semanas en el área de formulaciones, en donde fue el tiempo que se determinó para el presente proyecto, ya que en la actualidad se fija un horizonte de planeación para el alisto de fórmulas para 7 días, y a su vez buscar las posibles causas e inconvenientes de mayor incidencia, que producen paros no programados en el área, en el Figura 17 se pueden hacer el siguiente análisis del área formulaciones:

**Figura 17: Análisis del Sistema en Formulaciones.**

	Capacida Teorica	Diferencia capacidad Ordenes	% Diferencia	Capacidad Necesaria DEMANDA	Capacidad Real	MAGNITUD			
						Ordenes Pendiente	% no cumplimiento	Horas/ Hombre/ Pendiente	Cossto de Horas Extra
Semana 1	390	5	1%	385	361	24	-6%	14,8	63914
Semana 2	390	22	6%	368	347	21	-6%	12,9	55925
Semana 3	390	17	4%	373	354	19	-5%	11,7	50598
Semana 4	390	-12	-3%	402	385	17	-4%	10,5	45272
Semana 5	390	-4	-1%	394	374	20	-5%	12,3	53262
Semana 6	390	16	4%	374	358	16	-4%	9,8	42609
Semana 7	390	2	1%	388	365	23	-6%	14,2	61251
Semana 8	390	-1	0%	391	380	11	-3%	6,8	29294
<b>Totales</b>	<b>3120</b>			<b>3075</b>	<b>2924</b>	<b>151</b>		<b>92,9</b>	<b>402.125</b>
<b>Promedio</b>	<b>390</b>			<b>384,4</b>	<b>365,5</b>	<b>19</b>	<b>5,2%</b>	<b>11,6</b>	<b>50266</b>

Capacidad Teorica Operario	13
Turno hrs	8
Costo prom Hrs Exta Hombre	4327,5
Tiempo real Productivox turno min	324,6

**Nota: Juan Carlos González, Analista del sistema (Junio, 2018)**

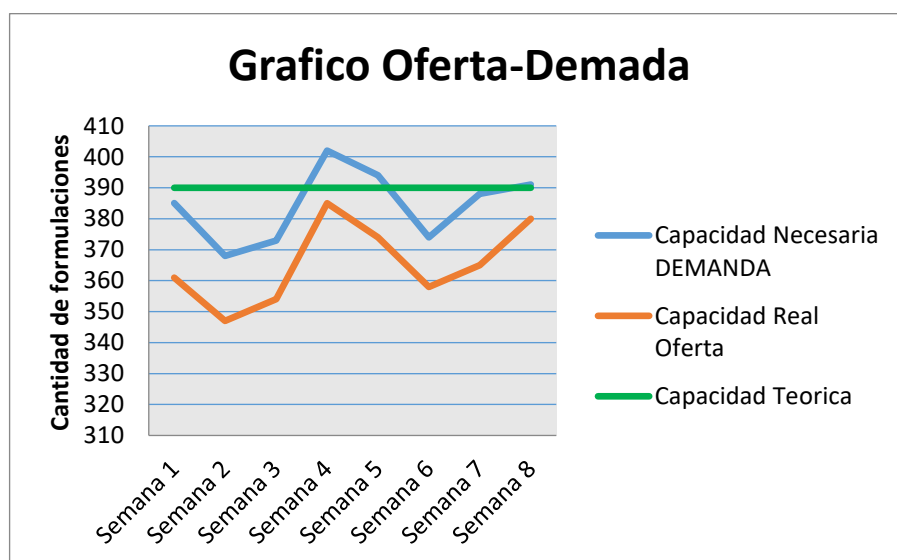
En la figura 17, analizando la capacidad del departamento, se indica que la capacidad teórica de alisto del área es de 390 fórmulas para un el horizonte actual de 7 días, es evidente que estas se pueden alistar en condiciones normales de operación para los diferentes lotes de producción, también se registró la demanda de pedidos por alistar (capacidad necesaria ) para cada una de las semanas y comparándola con el alisto real ( capacidad real) se puede identificar la existencia de órdenes de pedido pendientes por alistar en ese horizonte, además calcula cuántas horas/hombre se requieren para poder cumplir con esa demanda insatisfecha en ese periodo de tiempo.

Analizando el sistema, queda claro que sí tiene capacidad para procesar la fórmulas solicitadas (capacidad necesaria), no obstante en la actualidad, la capacidad real no alcanza a la demanda solicitada; esta situación debe ser revisada y las causas por las cuales no se está logrando.

La información también suministra en la figura 17 indica que hay en promedio un 5.2% de no cumplimiento de lo real contra lo necesario, dado en ese rango de tiempo de 8 semanas son 151 órdenes no se procesaron a tiempo, por ello se debió incurrir en 92.9 horas extras para cumplir con esa necesidad, con el costo de la hora extra es 4 328 colones, lo cual tiene un impacto económico de 402 125 colones por ese concepto en las ocho semanas.

Para ilustrar se agrega el siguiente gráfica de oferta demanda del área de formulaciones.

**Figura 18: Gráfica de Oferta- Demanda.**



**Nota: Juan Carlos González, Analista del sistema (Junio, 2018)**

Esta figura 18 indica la diferencia que hay entre la capacidad real y la capacidad necesaria.

El departamento de formulaciones recibe los pedidos para que los alisten en un horizonte de 7 días, según la necesidad de las plantas de producción, situación que a la hora de realizar el plan maestro de producción del área es por un tiempo muy corto y no permite que el requerimiento de materiales (MRP) haya sido solicitado con anticipación y se depende del tiempo de entrega de bodega general de materias primas.

Al no tener a tiempo, el material que se requiere para la preparación de las formulaciones y tiempo de espera afecta directamente al tiempo de ciclo del alisto de los pedidos; esta situación afecta en el cumplimiento de entrega a tiempo de los pedidos.

### Análisis del elemento de Ejecutar en el SIPCD del área de Formulaciones

Teniendo en cuenta en la figura 17 que el sistema tiene la capacidad de producir 390 fórmulas por semana, la demanda (capacidad necesaria) en la mayoría de los casos, es menor a la capacidad teórica y aun así hay diferencia entre lo real y lo necesario en el sistema de programación y control de la producción del área. Bajo esa premisa se analizan los tiempos de ciclo del sistema en la siguiente figura No 19 para cada una de las semanas y bajo el horizonte establecido en el área.

**Figura 19: Tiempo de ciclo proceso de alisto.**

TIEMPO DE CICLO								
	TC teorico min	TC Necesario min	Dif. Teo/ Nec	% Dism. TC ( Nec -Teo)	TC Real min	Dif. Nec/ Real	% Dism. TC ( Real -Nec)	% Acumulado Dif Teo-Real
Semana 1	14,98	15,18	-0,19	-1,3%	16,19	-1,01	-6,6%	-7,9%
Semana 2	14,98	15,88	-0,90	-6,0%	16,84	-0,96	-6,1%	-12,0%
Semana 3	14,98	15,66	-0,68	-4,6%	16,51	-0,84	-5,4%	-9,9%
Semana 4	14,98	14,53	0,45	3,0%	15,18	-0,64	-4,4%	-1,4%
Semana 5	14,98	14,83	0,15	1,0%	15,62	-0,79	-5,3%	-4,3%
Semana 6	14,98	15,62	-0,64	-4,3%	16,32	-0,70	-4,5%	-8,7%
Semana 7	14,98	15,06	-0,08	-0,5%	16,01	-0,95	-6,3%	-6,8%
Semana 8	14,98	14,94	0,04	0,3%	15,38	-0,43	-2,9%	-2,6%
<b>Promedio</b>		<b>15</b>			<b>16</b>		<b>5,2%</b>	<b>6,7%</b>

**Nota: Juan Carlos González, Analista del sistema (Junio, 2018)**

Con la información recopilada con respecto a la situación actual del sistema de programación y control de la producción del área de formulaciones, se tiene en cuenta que la capacidad teórica es de 390 pedidos para un tiempo de ciclo de 14.98 min bajo condiciones

normales del proceso. Se determinan los tiempos de ciclo, según la capacidad necesaria, en promedio son de 15.21 min y las condiciones en la capacidad real, corresponde a un promedio de 16 min.

Con estos datos se puede ver que la diferencia en el tiempo para lograr cumplir con el alisto de los pedidos, hay que disminuir en 5,2 % el tiempo de ciclo aproximadamente para no incurrir en jornadas extraordinarias en el proceso por 11.6 horas por semana y que tienen un costo cada hora de 4328 colones para un total de 50266 colones por semana.

Esta información muestra un panorama más claro de la situación actual de sistema de programación y control del área de formulaciones, pero según el análisis el sistema sí tiene la capacidad de producir lo necesario pero aun así no lo está logrando, para esto se realizó un análisis de las causas que tienen mayor incidencia y por cuáles razones no se pudo lograr tener a tiempo los pedidos dentro del horizonte de planeación programado.

### **Análisis del elemento de Controlar en el SIPCD del área de Formulaciones**

Tomando en cuenta el criterio de experto, los funcionarios del departamento identifican claramente varias causas que están afectando el proceso de alisto de los pedidos en el área; dentro de estas citan las siguientes:

- ✓ Atrasos con que llegan los pedidos al departamento.
- ✓ Falta de materia prima para preparar las fórmulas.
- ✓ Utensilios no preparados para el proceso.
- ✓ Ausentismo, vacaciones, citas médicas.

Con estas causas ya identificadas, se procede hacer una ABC de causas o Pareto de las mismas con el fin de determinar cuáles tienen mayor incidencia en tiempo dentro del proceso de alisto para medir porcentualmente el impacto de cada una, según su incidencia. En la siguiente tabla 1 se puede ver el impacto en horas, su representación y la clasificación de cada una.

**Tabla 1: Clasificación de causas**

Causa	Hora/ Impacto	% Repr	% Acum.	Clasif.
Falta de Materia Prima	7,18	59%	59%	A
Pedido No a tiempo (Atraso)	3,49	29%	87%	B
Disponibilidad de utensilios	1,05	9%	96%	C
Otros factores	0,48	4%	100%	C
<b>Total de Horas</b>	<b>12</b>			

**Nota: Juan Carlos González, Analista del sistema 2018**

.En la tabla 1 la falta de materia prima representa el 59% del tiempo de atraso corresponde a 7.18 horas y se clasifica como A, el pedido que no llega a tiempo impacta en un 3.49 horas para un 29% clasificado como B. La disponibilidad de utensilios 1.05 horas para un 9% obteniendo un C. y por últimos otros factores que representan 4% equivalente a 0,48 horas para C.

### **ABC de las Causas**

Con la información registrada y recopilada en 8 semanas, se determinan las principales causas de por qué no se logra tener a tiempo los pedidos y las que mayor impactan en el desfase de lo real con lo necesario, todo indicado en la magnitud del tiempo ya que no se está logrando tener a tiempo lo solicitado.

En la siguiente tabla 2 se pueden visualizar las incidencias de causas más significativas para cada una de las semanas representado en tiempo.

Tabla 2: Incidencias por Semana en el área de formulaciones

Semana 1									
	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Promedio	
Falta de Materia Prima	1,75	1,42		1,25	0,95	1,63	1,56	1,43	8,58
Pedido No a tiempo (Atraso)	-	-		-	-	-	4,44	0,74	4,44
Disponibilidad de utensilios	0,20	0,10		0,30		0,59		0,30	1,18
Otros factores		0,297		0,20	-	0,10	-	0,12	0,59
<b>Totales</b>	1,95	1,82		1,75	0,95	2,32	6,00	2,47	<b>14,8</b>

Semana 2									
	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Promedio	
Falta de Materia Prima	1,25	1,24		1,62	1,99	0,50	0,87	1,25	7,47
Pedido No a tiempo (Atraso)	-	-		-	-	-	3,87	0,65	3,87
Disponibilidad de utensilios	0,17	0,17	-	0,22	0,28	0,07	0,12	0,15	1,03
Otros factores	0,09	0,09	-	0,11	0,14	0,03	0,06	0,07	0,52
<b>Totales</b>	1,50	1,50		1,96	2,41	0,60	4,92	2,15	<b>12,9</b>

Semana 3									
	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Promedio	
Falta de Materia Prima	1,47	1,13	-	1,13	0,45	1,81	0,79	0,97	6,78
Pedido No a tiempo (Atraso)	-	-		-	-	-	3,51	0,59	3,51
Disponibilidad de utensilios	0,20	0,16	-	0,16	0,06	0,25	0,11	0,13	0,94
Otros factores	0,10	0,08	-	0,08	0,03	0,12	0,05	0,07	0,47
<b>Totales</b>	1,77	1,36		1,36	0,55	2,18	4,46	1,95	<b>11,7</b>

Semana 4									
	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Promedio	
Falta de Materia Prima	0,71	1,62		0,41	1,01	1,01	1,32	1,01	6,08
Pedido No a tiempo (Atraso)	-	-	-	-	-	-	3,15	0,45	3,15
Disponibilidad de utensilios	0,10	0,22		0,06	0,14	0,14	0,18	0,14	0,84
Otros factores	0,05	0,11		0,03	0,07	0,07	0,09	0,07	0,42
<b>Totales</b>	0,86	1,96		0,49	1,22	1,22	4,74	1,75	<b>10,5</b>

Semana 5									
	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Promedio	
Falta de Materia Prima	2,73	-		1,19		1,55	1,66	1,43	7,13
Pedido No a tiempo (Atraso)	-	-		-	-	-	3,69	0,62	3,69
Disponibilidad de utensilios	0,38			0,16		0,21	0,23	0,25	0,98
Otros factores	0,19	-		0,08	-	0,11	0,11	0,08	0,49
<b>Totales</b>	<b>3,30</b>	<b>-</b>		<b>1,43</b>	<b>-</b>	<b>1,87</b>	<b>5,69</b>	<b>2,05</b>	<b>12,3</b>

Semana 6									
	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Promedio	
Falta de Materia Prima	1,23	0,95		0,94	0,38	1,52	0,66	0,95	5,68
Pedido No a tiempo (Atraso)	-	-		-	-	-	2,94	0,49	2,94
Disponibilidad de utensilios	0,17	0,13		0,13	0,05	0,21	0,09	0,13	0,78
Otros factores	0,08	0,07		0,07	0,03	0,10	0,05	0,07	0,39
<b>Totales</b>	<b>1,49</b>	<b>1,14</b>		<b>1,14</b>	<b>0,46</b>	<b>1,83</b>	<b>3,74</b>	<b>1,63</b>	<b>9,8</b>

Semana 7									
	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Promedio	
Falta de Materia Prima	0,96	0,55		2,20	1,78	1,37	1,37	1,37	8,23
Pedido No a tiempo (Atraso)	-	-		-	-	-	4,26	0,71	4,26
Disponibilidad de utensilios	0,13	0,08		0,30	0,25	0,19	0,19	0,19	1,13
Otros factores	0,07	0,04		0,15	0,12	0,09	0,09	0,09	0,57
<b>Totales</b>	<b>1,16</b>	<b>0,66</b>		<b>2,65</b>	<b>2,15</b>	<b>1,65</b>	<b>5,92</b>	<b>2,37</b>	<b>14,2</b>

Semana 8									
	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Promedio	
Falta de Materia Prima	1,91	0,72		0,65	0,66			0,99	3,94
Pedido No a tiempo (Atraso)	-	-		-	-	-	2,04	0,34	2,04
Disponibilidad de utensilios	0,26	0,10		0,09	0,09			0,14	0,54
Otros factores	0,13	0,05		0,05	0,05	-	-	0,05	0,27
<b>Totales</b>	<b>2,30</b>	<b>0,87</b>		<b>0,79</b>	<b>0,79</b>	<b>-</b>	<b>2,04</b>	<b>1,13</b>	<b>6,80</b>

**Nota: Juan Carlos González, Analista del sistema 2018**

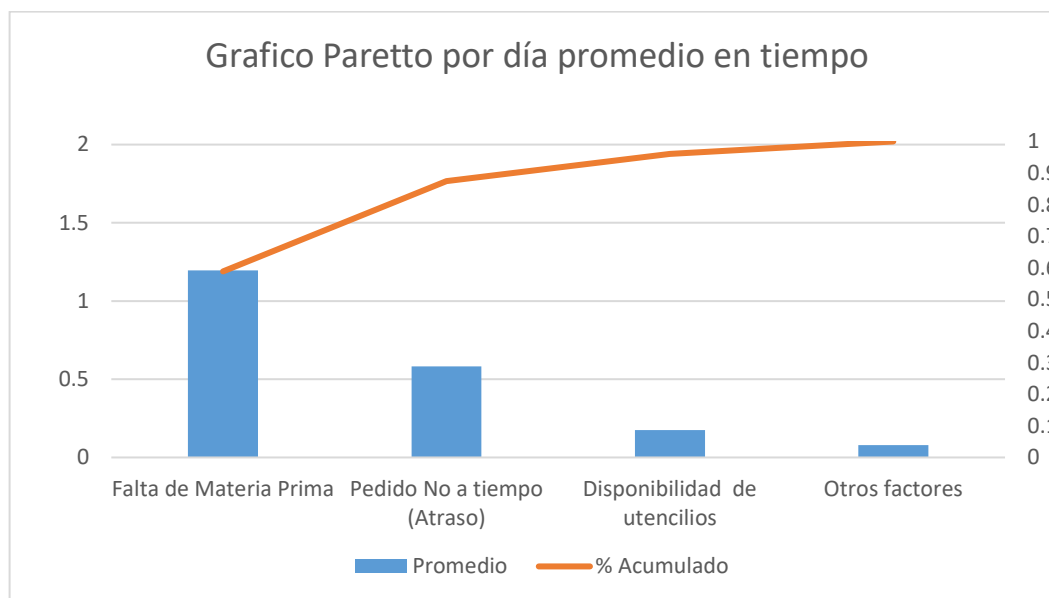
Para cada semana se representó en tiempo los paros y atrasos del área de formulaciones en diferente turnos; con ayuda del personal se contabilizaron las causas de los paros no programados en el proceso productivo de 6 días, se anotan tiempos de atrasos representados en horas y se verifica la causa del atraso que tuvo ese día.

Procesando esta información para determinar un ABC de las causas, se puede resumir de la siguiente manera:

**Tabla 3: Incidencias por Semana en el área de formulaciones**

	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Promedio	% Representación	% Acumulado
Falta de Materia Prima	1,50	0,95		1,17	1,03	1,34	1,18	1,20	59%	59%
Pedido No a tiempo (Atraso)	-	-		-	-	-	3,49	0,58	29%	87%
Disponibilidad de utensilios	0,20	0,14		0,18	0,14	0,24	0,15	0,18	9%	96%
Otros factores	0,10	0,09		0,09	0,05	0,08	0,06	0,08	4%	100%

2,03



**Nota: Juan Carlos González, Analista del sistema 2018**

Con esto se puede determinar que del tiempo que faltó para lograr cumplir con los pedidos solicitados en el horizonte de planeación de 7 días, el 59% corresponde a falta de materia prima para preparar en el área, un 29 % corresponde a atrasos en enviar el pedido y esto disminuye el tiempo de reacción en el horizonte de 7 días; también un 9 % en la disponibilidad de utensilios para el alisto, y por último, 4 % en otros factores esporádicos que atrasan la operación, para un total de 100% del tiempo que causa los principales elementos de atraso.

Con estas causas se puede identificar como controlable, la falta de materia prima, la cual se aborda para que siempre haya disposición en las cantidades requeridas según su consumo. Otra causa controlable corresponde a los atrasos en el envío de los pedidos al área de formulaciones y se soluciona buscando la manera de la integración de la información para que esté en el momento que se requiere para iniciar el proceso de alisto.

También se clasifica como una causa asignable, la disposición de utensilios para el proceso de formulación en donde deben estar a disposición de uso para no atrasar en el proceso de alisto y el personal de mantenerlo en condiciones adecuadas y en los lugares respectivos para iniciar el proceso.

### **Impacto del sistema**

El impacto que tiene el sistema de programación y control de la producción en el área de formulaciones y al no tener los pedidos a tiempo, tiene consecuencias que se pueden delimitar en las siguientes dimensiones, al no lograr llegar a la capacidad necesaria según la demanda, debe cubrir con jornadas extraordinarias 11,6 horas con un costo de 50 266 colones para poder cubrir la necesidad. También si la fórmula no está a tiempo se puede incurrir en un paro de línea de producción, lo cual incrementa los costos del proceso, y por último, si el producto no esté a tiempo en el mercado, la empresa pierde el costo de oportunidad por los atrasos anteriormente mencionados.

En la tabla 4, según los datos analizados, se puede determinar el impacto en valor económico que pueden generar las dimensiones identificadas, además se realizó es estudio, considerando una semana ya que los datos deben coincidir con el horizonte de planeación de área y a su vez se cuantificó anualmente ya que los periodos contables, financieros y fiscales deben realizarse por año.

**Tabla 4: Impacto económico que genera el área de formulaciones.**

Impacto	Semanal	Anual
	Total de ordenes pendientes	19
Total de horas por ordenes pendientes	12	604
Costo de horas extras	¢50.265,58	¢2.613.810,00
Costo de paro de línea x hora	¢287.696,73	¢14.960.230
Unidades pendientes por producir por paro hora	74473	3872615
Costo promedio por producto	¢825,00	
Utilidad promedio por línea	35%	
Costo de oportunidad	¢ 21.504.184	¢ 1.118.217.567

**Nota: Juan Carlos González, Analista del sistema 2018**

En la tabla 4 se indica que, según la demanda, se está dejando de alistar en promedio 19 fórmulas semanales, con una estimación 982 fórmulas distribuidas en el horizonte de las 52 semanas del año; en la etapa de planear y para cumplir con esas demanda (capacidad necesaria) se debe incurrir en jordanas extraordinarias semanales de 12 horas para un total de 604 horas anuales, con un costo promedio de 4 327,5 colones por hora extra; ello genera un costo anual de 2 613 810 colones; el que no estén las fórmulas a tiempo ocasiona paros y retrasos en la línea de producción, un atraso de una hora con la línea detenida por espera por fórmula tiene un costo de 287 696,73 colones y se estimó que hay retrasos de una hora por semana para un monto anual de 14 960 230 colones.

También el que las fórmulas no estén a tiempo y que haya atrasos en la producción de los productos terminados y no se logren colocar en el mercado en el momento que se requieren, genera un costo de oportunidad de 1 118 217 567 colones que no se perciben por este rubro.

En el próximo capítulo se plantearan las conclusiones y recomendaciones de la situación actual.

## **CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Para que la Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos logre el cumplimiento de los objetivos, y basado en la mejora de tiempos de procesos del sistema integrado de programación y control de la producción; la empresa debe tener en cuenta factores que se consideran aspectos necesarios, los cuales le agregan valor al proceso, dentro de estos se detallan: integración entre las áreas con el fin de romper barreras entre departamentos para poder cumplir en tiempo y formato con las necesidades de las otras áreas.

Dentro de la causas de atraso en formulaciones, el que el pedido no llegue a tiempo representa el 29% del total de los atrasos; esta situación debe ser eliminada para tener un mejor aprovechamiento de los recursos; por otra parte, si el pedido llega en el momento requerido, se logra el manejo de materias primas necesarias con anticipación, ya que la falta de materia prima incide en el 59% de los atrasos. Controlando estas dos causas, se disminuye el tiempo de ciclo actual en un 5.2% y con ello se mejoran los tiempos del proceso de alisto y las fechas de entrega, para alcanzar las metas de servicio.

La Cooperativa Dos Pinos cuenta con un sistema de programación y control de la producción poco adecuado ya que este no integra las áreas involucradas; asimismo, las decisiones con respecto al PMP y MRP de formulaciones son tomadas según van llegando los pedidos o dependiendo de su nivel de prioridad, lo que genera pedidos adicionales al área de formulaciones en cualquier momento; dicha situación no permite anticipar la reacción del departamento de formulaciones para el proceso de alisto de pedidos.

En la actualidad el departamento de formulaciones no tiene una visualización clara de las solicitudes de pedido que debe alistar, aun cuando el horizonte de alisto es para 7 días, el tiempo de reacción en algunas ocasiones es poco para la preparación de la fórmulas; en consecuencia, en varios momentos se genera un faltante de materia prima. Por esta razón, el desfase en el tiempo en que deben estar las fórmulas preparadas para el inicio de la producción requiere la disminución del tiempo de ciclo para el alisto de fórmulas para mejorar el tiempo de entrega de las mismas.

En la parte de planeamiento se está operando la capacidad necesaria (demanda) con un sistema pronóstico. Es importante destacar que tiene tendencia, ciclo y estacionalidad, cuando se hace el horizonte de planeación no debe ser de 7 días como se está haciendo en el sistema de alisto de formulaciones, lo indicado es que se pueda hacer hacia delante con un rango de mayor amplitud

el cual no debería ser menor a 6 meses, ya que las demandas varían; con esto se podrían considerar la capacidad instalada con el objetivo principal de alinear las necesidades de reaprovisionamiento, mantenimiento y el recurso en el área de formulaciones.

Al no visualizar este horizonte de mediano plazo en ciertas épocas del año en donde los picos de la capacidad necesaria van a estar más largo de la capacidad real, se puede condicionar en función de las actividades del área, para que en esas fechas no se den esos eventos. Para esto es necesario que la capacidad necesaria (demanda) utilice el sistema de pronósticos y no el de un horizonte de 7 días, ya que este horizonte de planeación a mediano plazo (6 meses) va a indicar algunas prácticas que no se deben hacer porque puede bajarse mucho la capacidad real con respecto a la necesaria.

Tampoco se cuenta un MRP que permita al área de formulaciones anticipar con éxito el reabastecimiento de las materias primas, para que los pedidos de fórmulas puedan estar listos en el momento adecuado. Para esto se requiere que el departamento de programación pase los pedidos a tiempo con un horizonte de 6 meses dividido por meses y a su vez estos por semanas.

El planeamiento está ligado directamente a un sistema en donde se requiere que la información sea oportuna, confiable y de fácil acceso. No obstante, en la actualidad esta no está llegando a tiempo al área de programación de la producción y por ende a formulaciones. Por lo anterior, el planeamiento es tentativo y puede cambiar con facilidad. Además, la información no siempre está disponible para las áreas que la requieren por cuanto cada en área planea en función propia y no en función de las necesidades de las otras.

Adicionalmente, en la fase de ejecutar y formulaciones, se requiere que el planeamiento se genere a un horizonte de necesidades a 6 meses y este debe actualizarse semanalmente para el área de programación de la producción; además, esta a su vez, debe pasar la necesidad para ese horizonte a formulaciones de manera tal que el departamento genere la planeación estratégica, táctica y operativa y pueda administrar los recursos de la mejor forma, tanto el MRP1 y el MRP2 en función de la necesidades. Finalmente, para esta fase, se recomienda hacer un diseño funcional de las actividades que se deben realizar.

En la fase de controlar del sistema integrado de programación y control de la producción en formulaciones no se miden los errores del cumplimiento de lo planeado contra lo real ejecutado, y además no se muestra cómo se administran esas desviaciones del sistema.

Para esto se requiere un indicador que pueda medir los pedidos solicitados (capacidad necesaria) contra los pedidos realizados (capacidad real) en el área de formulaciones en el rango de tiempo establecido. Además, en caso de que no se cumpla con el alisto de la cantidad de fórmulas requeridas, se debe indicar las razones del porqué esto no se logró. También se recomienda llevar el control del tiempo en que se pasa la información para cada una de las actividades de cada área responsable con el fin de verificar si se cumple con los tiempos determinados para cada actividad.

Con el fin de que se planifique en función del modelo de pronósticos, se requiere que el área de planeamiento amplíe el horizonte de planeación de las necesidades a un rango más amplio de visualización para que el área de programación de la producción traslade esas necesidades al área de formulaciones; esto para evitar que ocurra como se está haciendo en la actualidad en las áreas de producción y formulaciones, las cuales trabajan con una metodología basada en los paros de línea, reprogramaciones y pago de jornadas extraordinarias, lo cual se podría definir como una programación por contingencia y de corto plazo.

Asimismo, el proceso de alisto de formulaciones también se debe mejorar para disminuir el tiempo de ciclo, ya que al hacerlo influiría directamente en la cantidad de pedidos preparados pues al optimizar el tiempo, se aumentará el número de fórmulas preparadas y con esto se lograría evitar que queden pedidos pendientes que estaban programados en el horizonte de tiempo de una semana determinada.

Por último en la etapa de controlar se requiere la implementación de indicadores para saber cuál de las etapas es la que está fallando. Lo anterior, con el propósito de que haya una integración entre áreas y así se pueda cumplir con las necesidades de cada una de ellas en el tiempo que así lo requiere el proceso. Como resultado, se podrá visualizar los posibles problemas de coordinación entre las áreas involucradas y los flujos de información que se requieren para el buen funcionamiento del sistema.

Finalmente, si se logra hacer el planeamiento a mediano plazo, se podrá anticipar todos las actividades relacionadas con el proceso de alisto fórmulas; esto permitirá secuenciar las necesidades de alisto con las de producción y a su vez con las de la demanda logrando así integrar las áreas de planeamiento, programación de la producción y formulaciones.

En el siguiente capítulo, se mencionará, explicará y se verá con detalle la información relacionada con la propuesta de mejora del Sistema Integrado de Programación y Control de la Producción.

## CAPÍTULO VI: PROPUESTA

### Introducción a la propuesta

En cualquier proceso de mejora y de avance hacia la excelencia es necesario contar con diversos instrumentos que permitan ordenar, medir, analizar, integrar, comparar y estructurar la información, de manera que se puedan generar nuevas ideas para resolver los diferentes problemas que se vayan presentando.

La mejora del Sistema Integrado de Programación y Control de la Producción nace de las prioridades del diagnóstico, así como las conclusiones y recomendaciones, donde se hace referencia al incumplimiento en la entrega de formulaciones en los tiempos establecidos según el horizonte de días 7 y además la falta de integración entre los diferentes departamentos para el cumplimiento de la labor de formulaciones de forma óptima.

Lo que se obtuvo como causas del problema debe ser corregido, por lo que se hacen propuestas en los sistemas de información y procesos, estas propuestas están enfocadas en proporcionar una mejora completa en entregar a tiempo las formulaciones para las diferentes plantas de producción de Dos Pinos y así lograr que el proceso cumpla con lo requerido.

De esta forma se realiza una propuesta de diseño para cumplir con el proceso y llegar a cero defectos en el servicio brindado; esto con la intención del seguimiento, del cumplimiento de las mejoras en el área, también se concluye en este capítulo los factores críticos de éxito, el análisis costo beneficio, como apoyo para formulaciones, así como el plan de implementación, de la propuesta del proyecto.

Con el fin de lograr que el área de formulaciones funcione de forma adecuada, se deben integrar las diferentes áreas que se relacionan el proceso y que interactúan con las plantas de producción y formulaciones.

Estas áreas son: ventas (que genera la demanda a producir), centro de distribución (se encargan de verificar la disponibilidad del producto terminado); planificación (planeamiento de necesidades MRP) o bodega general son los que se encargan de brindarle a bodega de formulaciones el reabastecimiento de materia prima en caso de que no haya, bodega de formulaciones (verifica la disponibilidad de materia prima en bodega del área), producción (todas sus líneas) y bodegas intermedias( que ven el material de empaque) y por último el área de compras

(se encargan de adquirir materia prima en caso de no contar con ellas en las bodegas anteriormente mencionadas).

Posteriormente, se analizaron las necesidades del sistema y con base en ello, y a todo lo anterior, se realiza la propuesta de mejora en el Sistema Integrado de Programación y Control de la Producción. Luego, se presenta la información relacionada con los costos y beneficios de la propuesta, el plan de implementación y los factores críticos para el éxito del proyecto.

Finalmente, lo que se requiere obtener es la normalización en los tiempos de trabajo; es decir que las plantas funcionen adecuadamente, sin atrasos y con la información a tiempo y en el momento justo, para obtener un proceso dentro de formulaciones que anticipe y prevea incidentes o futuros atrasos, se debe trabajar y cambiar el planeamiento en función del sistema de MRP1 y MRP2 en formulaciones.

## **Propuesta para el Sistema Integrado de Programación y Control de la Producción**

### **Descripción del diseño propuesto**

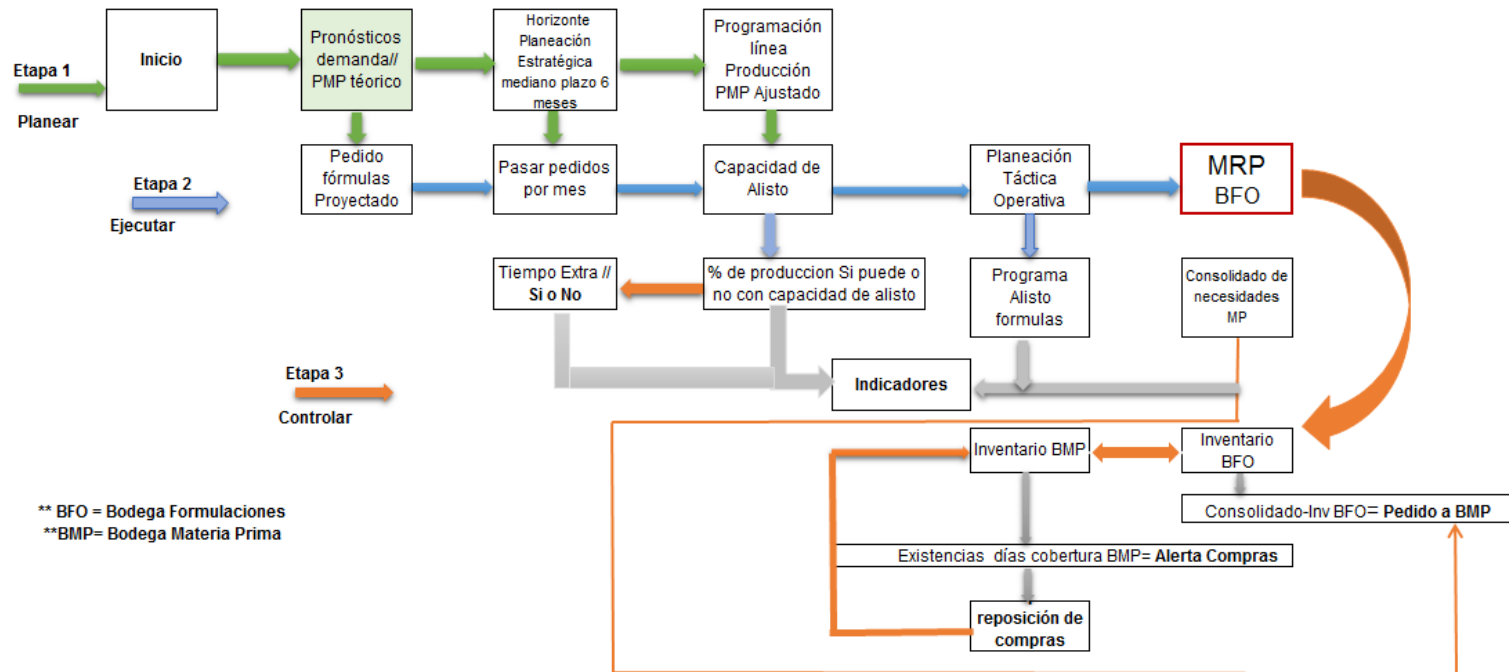
La Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos R.L, cuenta en su sistema de programación y control de la producción, sin embargo este sistema no integra cada uno de los procesos que se enlazan al área de formulaciones, por eso se realiza una herramienta de diseño funcional de actividades para que enlace cada uno de estos procesos, para que la empresa pueda integrar cada uno de los departamentos y su información correspondiente.

Como se mencionó, la empresa no posee un SIPCP completo, por ello se propone la mejora con la herramienta de diseño funcional para facilitar la integración entre áreas, que contemple las necesidades del proceso actual en el área de formulaciones para las plantas de producción y así mejorar el proceso. Para llevar a cabo el diseño del sistema de gestión por procesos, se realizaron tres etapas, las cuales tienen una finalidad y un orden con el fin de obtener los resultados esperados. Las tres etapas basadas en un sistema integrado de programación y control de la producción son las siguientes:

- ✓ Planear.
- ✓ Ejecutar.
- ✓ Controlar.

A continuación se presenta la estrategia de diseño en la figura 20, que tiene como objetivo establecer en forma esquemática con todas las interrelaciones aplicadas para su funcionamiento óptimo.

Figura 20: Estrategia del diseño del SIPCP.



Nota: Juan Carlos González, Analista del sistema, 2018

## Estrategia del diseño del SIPCP

La figura 20 muestra estrategia del diseño en donde se a detallar cada una de las operaciones o procesos que intervienen en cada etapa de la estrategia del diseño.

Etapa 1  Planear:

- Estas actividades corresponden al departamento de planificación y programación de la producción.
- Planificación debe cargar los pronósticos generados por el área comercial y establecer las necesidades de producto terminado (MPS) y materias primas (MRP).
- Según las necesidades producto terminado y materias primas deben planearse para un horizonte de 6 meses.
- Planificación debe pasar las necesidades a 6 meses de los requerimientos al área de programación de la producción como plan maestro de producción teórico.
- Programación de la producción con el del plan maestro de producción teórico debe explotar requerimientos y analizar las capacidades de líneas de producción, si hay una variación por motivos de capacidad genera el plan maestro ajustado.
- Programación una vez con la explosión de necesidades, se generan los pedidos de fórmulas con base en el horizonte de 6 meses y solicita a formulaciones esos requerimientos.
- Con esta descripción de actividades los flujos de información y comunicación debe ser oportunos, precisos en el momento que cada área lo requiere con el fin integrarlos en los procesos.

Etapa 2  Ejecutar:

- Estas actividades corresponden al departamento de formulaciones.
- Una vez que el departamento de programación de la producción pasa las necesidades de fórmulas para un horizonte de 6 meses, lo detalla para cada uno de los meses dividido en semanas.
- Con esta información de las necesidades de fórmulas, se puede analizar si tiene capacidad de alisto según la demanda o debe incurrir en jornadas extraordinarias para preparar dichas fórmulas.

- Teniendo las necesidades de fórmulas para un horizonte de 6 meses dividido en meses y semanas, formulaciones puede revisar las existencias de materia prima para generar el MRP de necesidades y pedir a la bodega general.
- Al igual formulaciones con ese horizonte, puede planear el recurso humano necesario con anticipación ya que va a conocer las cargas de trabajo a 6 meses.
- Luego que formulaciones generó el MRP para solicitar las necesidades a la bodega general, en caso de un faltante de materia prima debe emitir una alerta al área de compras y planeamiento MRP, con el fin de que se tomen las acciones con respecto a ese faltante.
- Con esto se estaría integrando la programación de la producción, formulaciones y bodega general.

Etapa 3  Controlar:

- Esta actividad corresponde al área de formulaciones.
- Formulaciones debe llevar un control de solicitado contra lo realizado en tractos semanales y sacar un porcentaje de cumplimiento de programa.
- También un indicador del tiempo de respuesta de bodega general con los pedidos realizados.
- Que la información que debe pasar el departamento de programación vaya actualizándose semana a semana.

Esta es la descripción de cada una de las operaciones en las etapas de la estrategia del diseño planteado.

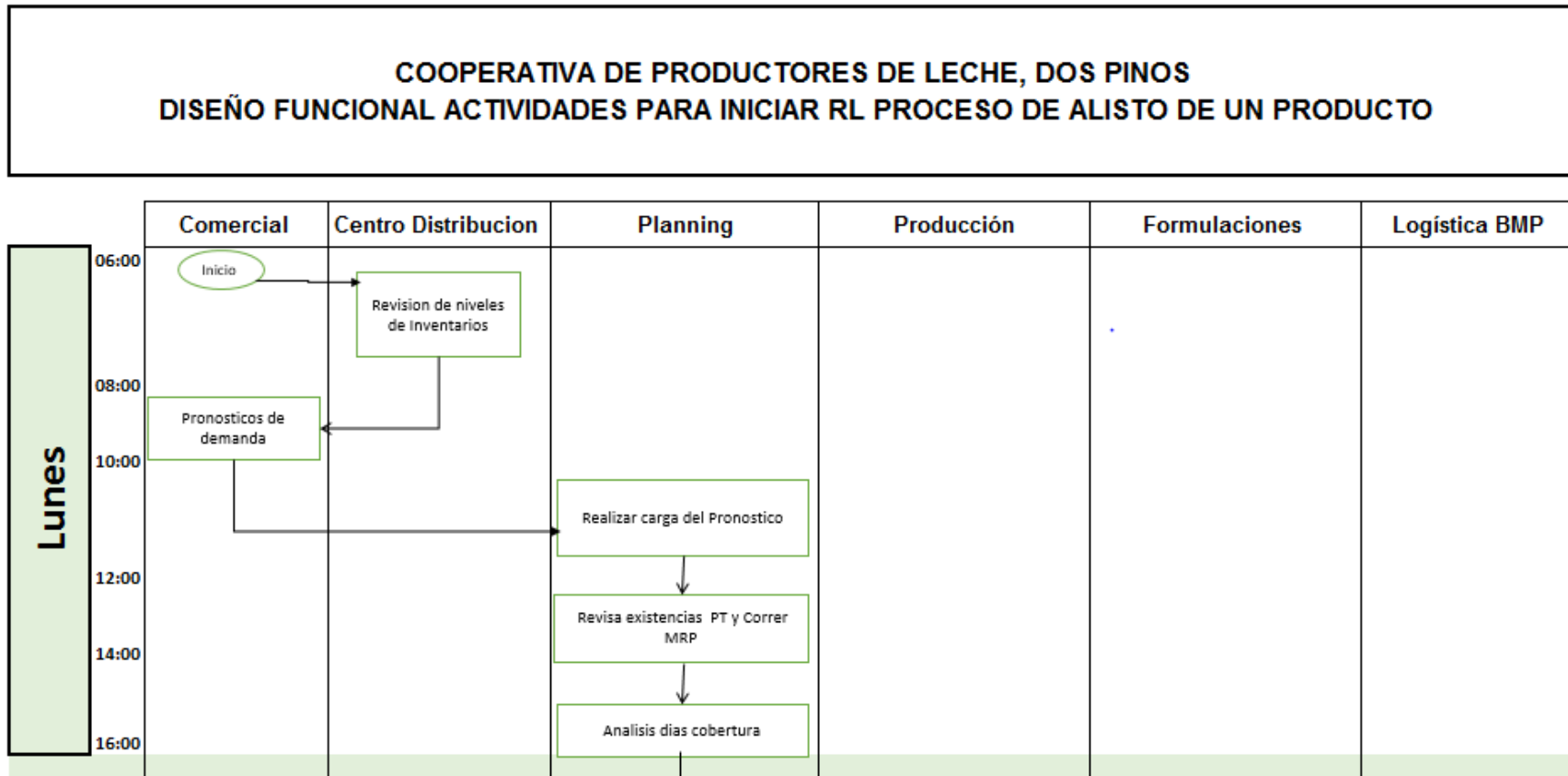
## **Etapa de planear**

En esta etapa, se realiza el análisis de la información necesaria en busca de que sea oportuna, confiable y de fácil acceso, mediante la consulta y la observación del área para determinar variables que permitan visualizar las necesidades o inconvenientes en el proceso productivo.

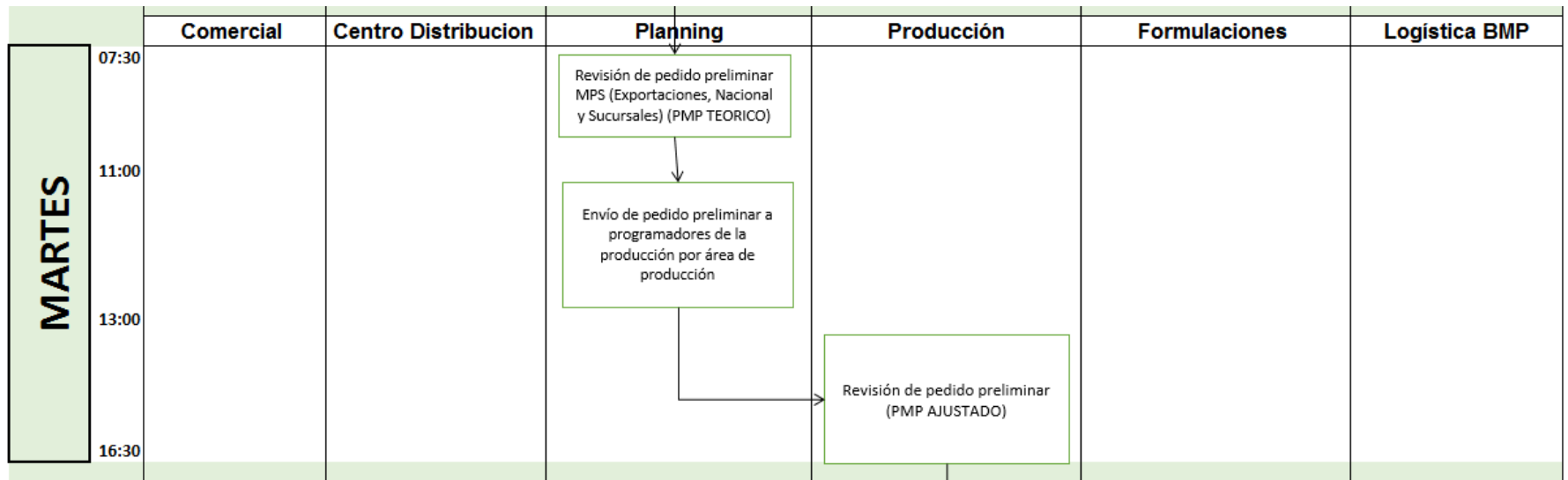
Es de suma importancia que los flujos de información fluyan en el momento requeridos semanalmente, según la actividad por día y a la hora determinada como se indica en el diseño funcional figura 21, con el fin principal de eliminar las barreras de comunicación entre las aéreas y, según el análisis estructurado efectuado en el diagnóstico, el tiempo se debe disminuir, ya que las operaciones actualmente requieren 48 horas para que toda la información y requerimientos estén listos; ese análisis arrojó que en condiciones normales de operación y teniendo claro los tiempos necesarios, las áreas que interactúan se puede disminuir en 17 horas el proceso para que la duración total sea de 31 horas y se pueda cumplir a tiempo con el horizonte proyectado para el proceso de alisto de fórmulas.

Posteriormente, en la figura 21 el cual corresponde al diseño funcional de actividades propuesto para cada una de las áreas involucradas, con los tiempos que deben tener para cada actividad para cumplir con el horizonte para la realización del alisto de fórmulas.

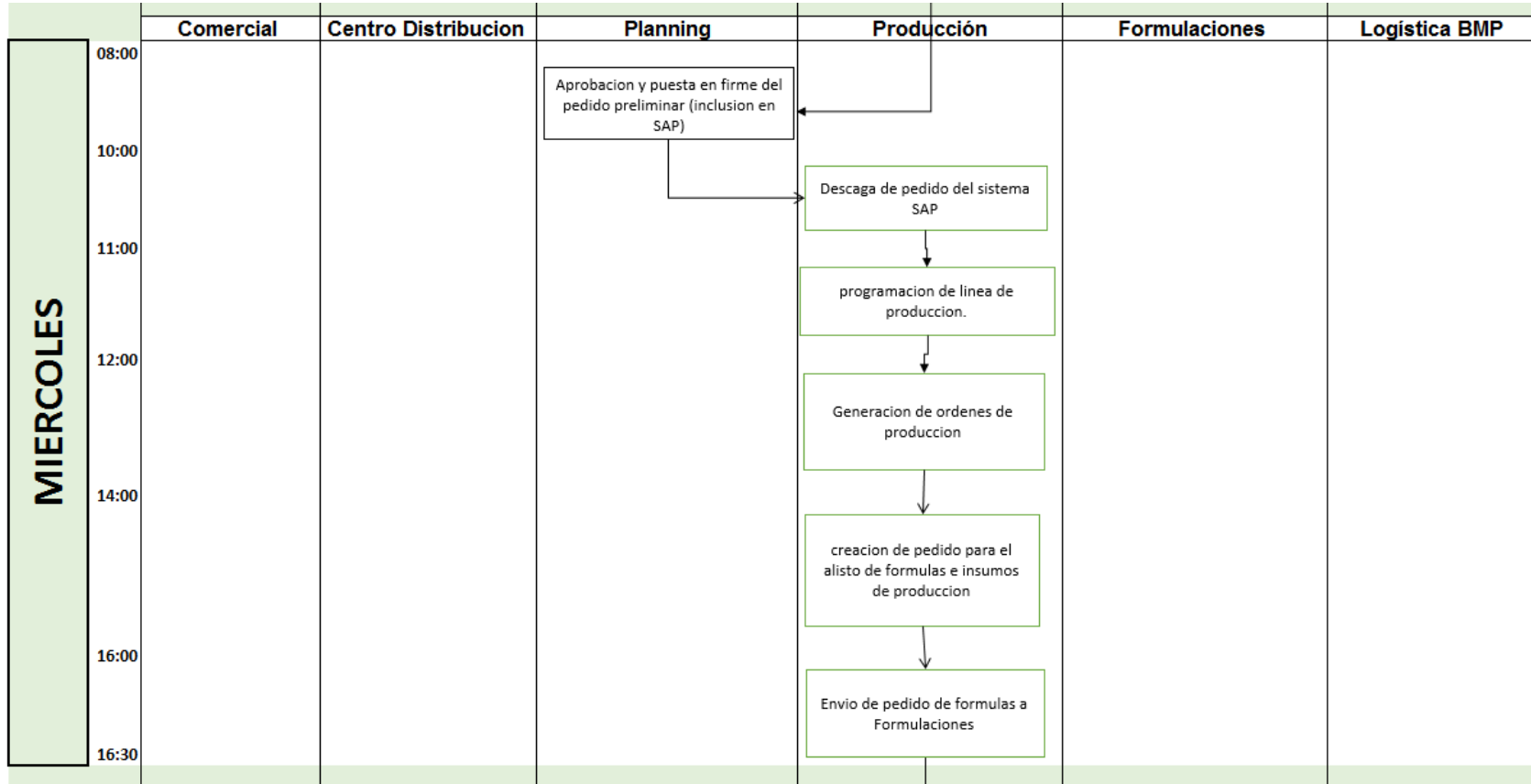
Figura 21: Diseño funcional de actividades.



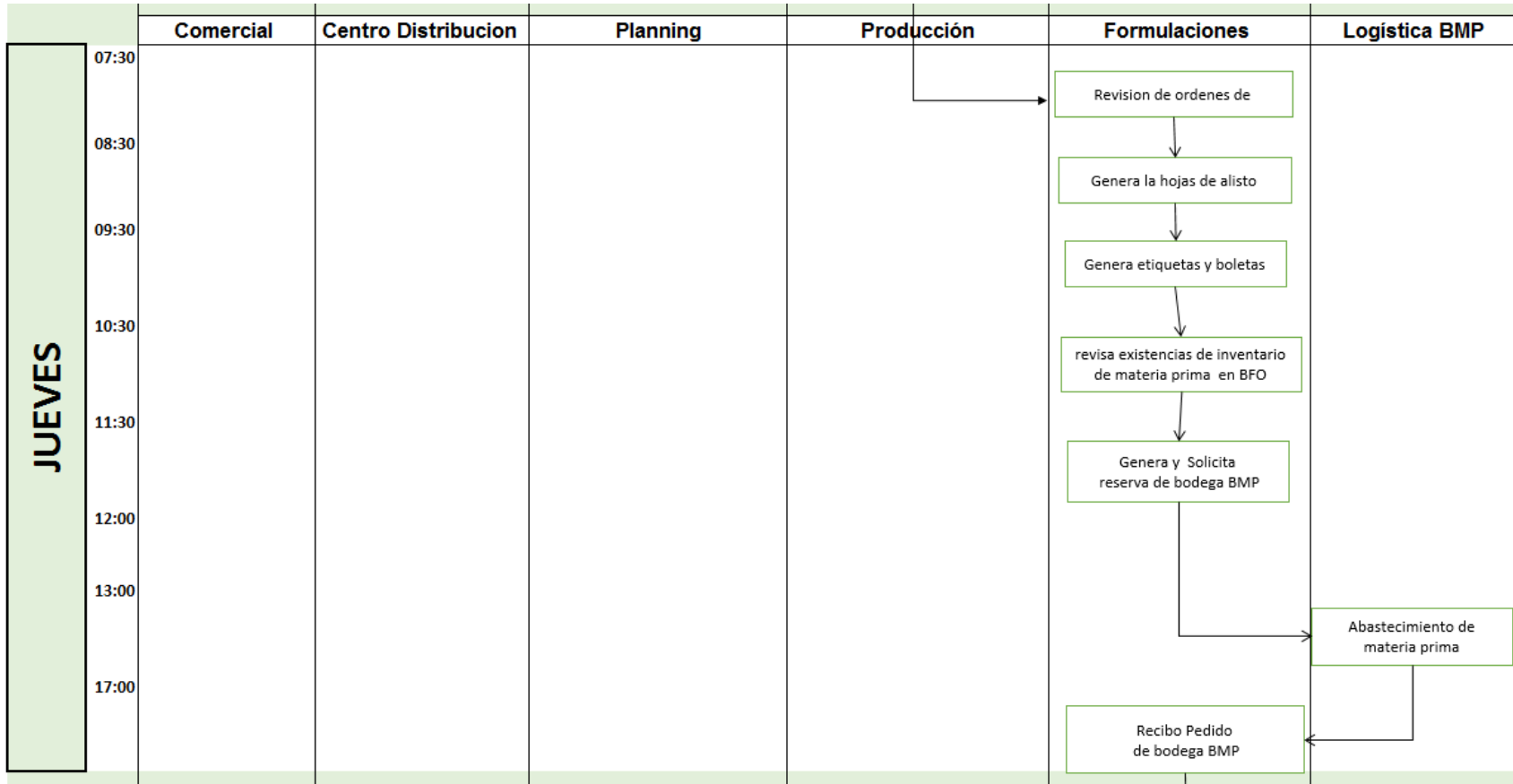
**COOPERATIVA DE PRODUCTORES DE LECHE, DOS PINOS**  
**DISEÑO FUNCIONAL ACTIVIDADES PARA INICIAR EL PROCESO DE ALISTO DE UN PRODUCTO**



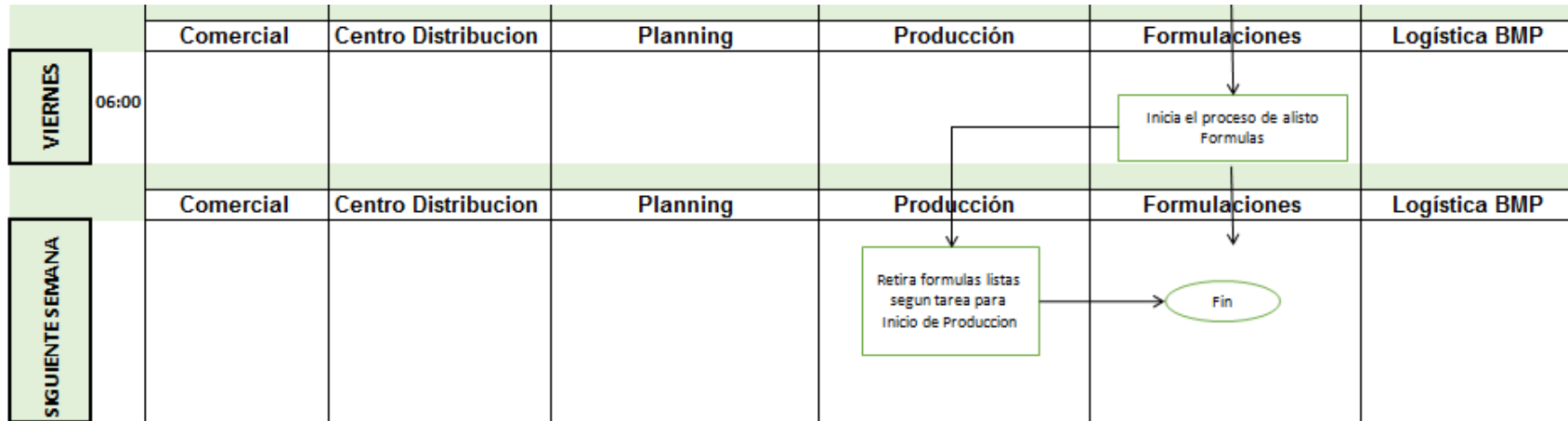
**COOPERATIVA DE PRODUCTORES DE LECHE, DOS PINOS  
DISEÑO FUNCIONAL ACTIVIDADES PARA INICIAR RL PROCESO DE ALISTO DE UN PRODUCTO**



**COOPERATIVA DE PRODUCTORES DE LECHE, DOS PINOS**  
**DISEÑO FUNCIONAL ACTIVIDADES PARA INICIAR RL PROCESO DE ALISTO DE UN PRODUCTO**



**COOPERATIVA DE PRODUCTORES DE LECHE, DOS PINOS**  
**DISEÑO FUNCIONAL ACTIVIDADES PARA INICIAR RL PROCESO DE ALISTO DE UN PRODUCTO**



Nota: Juan Carlos González, Analista del sistema (Junio, 2018)

Una vez que se definen las actividades y la información consecuente a estas con cada área responsable se va a tener más claridad del proceso y los tiempos que se deben cumplir en cada fase para iniciar el proceso de alisto sin demoras; para esto se realiza un manual de actividades para cada una de las áreas responsables y el cual se debe cumplir antes de inicio del proceso de alisto en formulaciones, este manual está disponible en la sección de apéndices de este proyecto.

Este diseño funcional de la información indica lo que cada área responsable debe cumplir por día de la semana y la hora de entrega cuando debe estar lista la información para no generar ningún atraso a la siguiente área responsable, los formatos deben ser según los requerimientos solicitados por cada departamento.

Por último, se busca la integración de los sistemas de información entre áreas, mediante flujos de información y comunicación para lograr romper la barreras entre los departamentos y así reducir tiempos en las tareas que puedan generar atrasos, buscando la habilitación de perfiles específicos en el sistema que permitan gestionar completamente todo lo relacionado con el área de formulaciones con información precisa, óptima y a tiempo.

Igualmente, el plan maestro de producción teórico que se está realizando para una semana, deja muy poco tiempo de reacción para el reabastecimiento de materias primas y la planeación del recurso humano en el departamento de formulaciones, la propuesta es que se amplíe el horizonte y se pase la información de lo que va a producir como plan teórico proyectado a 6 meses; esto se ocupa bajo el principio que la demanda tiene, tendencia, ciclo y estacionalidad, además para que no afecte en ciertos períodos y que la capacidad no se vea limitada para alistar fórmulas, se prevén las posibles demandas y en función de esto se va a programar la capacidad necesaria y actividades para lograr así planificar correctamente el área.

Con el plan maestro proyectado y con las necesidades claras a 6 meses, considerado como mediano plazo, el departamento va a lograr conocer con anticipación si tiene capacidad de alisto para lo solicitado, y puede realizar con tiempo la planeación de las materias primas y los recursos, con el fin de secuenciar estos aspectos con las necesidades de las plantas de producción y el proceso de alisto de fórmulas.

Lo mencionado en esta etapa de planear corresponde a otros departamentos o áreas aparte de la zona de influencia de formulaciones, por lo tanto se debe saber que no se tiene autoridad ni

poder sobre los mismos, entonces es ahí donde es necesario integrar los flujos de información y comunicación para lograr planear lo necesario con cierto tiempo de anticipación.

### **Etapas de ejecutar**

En esta etapa se debe realizar el análisis del proceso productivo de la empresa, para determinar las causas que están provocando el atraso en el área de formulaciones.

En la actualidad el horizonte de planeación se hace a 7 días; esta situación compromete el proceso de alisto a tiempo de las diferentes fórmulas solicitadas al área, y por tal efecto hay atrasos en la entrega de las mismas; para minimizar esa situación se ha tenido que incurrir en pago de jornadas extraordinarias y reprogramaciones de las líneas de producción, lo cual genera un impacto significativo a la organización.

Por esta situación se requiere que el horizonte de planeación se realice a 6 meses para poder anticipar las causas de mayor incidencia; ya que estas producen paros no programados en el área. En la figura 22 se muestra el porcentaje de impacto por causas que se deben eliminar.

**Figura 22: Análisis de causas.**

	<b>% Representacion</b>	<b>% Acumulado</b>
<b>Falta de Materia Prima</b>	59%	59%
<b>Pedido No a tiempo (Atraso)</b>	29%	87%
<b>Disponibilidad de utensilios</b>	9%	96%
<b>Otros factores</b>	4%	100%

**Nota: Juan Carlos González, Analista del sistema (Junio, 2018).**

Las dos principales causas son falta de materia prima y pedido que no lo envían a tiempo, estas dos causas se pueden eliminar desde la etapa de planear, logrando que se mejoren los flujos de información y comunicación para integrar las áreas que interactúan en el proceso de alisto de fórmulas, con lo cual se logrará anticipar las necesidades de materias primas y generar el requerimiento de materiales para la producción (MRP) para que estén en formulaciones en el momento que se requiera alistar las fórmulas.

También con la propuesta del diseño funcional de la información se logra que los pedidos lleguen a tiempo al área; al estar esto en el momento necesario, se lograría reducir el atraso de estos dos rubros que es de 10.6 horas por semana, también si se logra anticipar las necesidades se tiene

claridad de que utensilios se requieren y se preparan con tiempo; al igual que los otros factores, ambos reducen el atraso semanal en 1 hora, para un total de 11.6 horas, con esto se estaría generando un aumento de un 5% en la productividad del departamento, como se muestra en la figura 23.


**Figura 23: Análisis de atraso.**

	<b>MAGNITUD</b>				
	Capacidad Necesaria DEMANDA	Capacidad Real	Ordenes Pendiente	% no cumplimiento	Horas/ Hombre/ Pendiente
Semana 1	385	361	24	6%	14,8
Semana 2	368	347	21	6%	12,9
Semana 3	373	354	19	5%	11,7
Semana 4	402	385	17	4%	10,5
Semana 5	394	374	20	5%	12,3
Semana 6	374	358	16	4%	9,8
Semana 7	388	365	23	6%	14,2
Semana 8	391	380	11	3%	6,8
<b>Promedio</b>	<b>384,4</b>	<b>365,5</b>	<b>19</b>	<b>5%</b>	<b>11,6</b>

**Nota: Juan Carlos González, Analista del sistema (Junio, 2018).**

Por otra parte, en la figura 24, se analizó la capacidad teórica, necesaria, y real del departamento en un rango de tiempo de 8 semanas en donde se determinó que se puede reducir el tiempo de ciclo si se logra atacar las principales causas como falta de materia prima y que el pedido llegue a tiempo justo en el momento necesario, así como disponibilidad de utensilios y otros factores. Al anticipar estas causas se va a disminuir el tiempo de ciclo en un 5.2% que representa 0.79min menos que el tiempo de ciclo actual de alisto de cada formulación.

**Figura 24: Análisis de tiempo de ciclo.**

	TC			
	Necesario min	TC Real min	Dif. Nec/ Real	% Dism. TC ( Real -Nec)
Semana 1	15,18	16,19	-1,01	-6,6%
Semana 2	15,88	16,84	-0,96	-6,1%
Semana 3	15,66	16,51	-0,84	-5,4%
Semana 4	14,53	15,18	-0,64	-4,4%
Semana 5	14,83	15,62	-0,79	-5,3%
Semana 6	15,62	16,32	-0,70	-4,5%
Semana 7	15,06	16,01	-0,95	-6,3%
Semana 8	14,94	15,38	-0,43	-2,9%
<b>Promedio</b>			<b>0,79</b>	<b>5,2%</b>
			Min	

**Nota: Juan Carlos González, Analista del sistema (Junio, 2018).**

Con esa reducción de 5,2 % en el tiempo de ciclo se logra llevar la capacidad real a la capacidad necesaria en el sistema de alisto de fórmulas.

## Etapa de controlar

En la última etapa los indicadores emiten los resultados, con el fin específico de conocer cuál etapa anterior está fallando o no se está ejecutando correctamente al incluir las propuestas de mejora en el proceso en el sistema integrado de programación y control de la producción para las diferentes plantas de Dos Pinos con base en el área de formulaciones.

En esta etapa es importante que se midan los errores de lo planeado contra lo ejecutado y que se determine con claridad cómo se van a administrar esas desviaciones. Ver figura 25.

**Figura 25: Análisis de planeado contra lo ejecutado.**

	Capacidad Necesaria DEMANDA	Capacidad Real	Ordenes Pendiente	% no cumplimiento
Semana 1	385	361	24	6%
Semana 2	368	347	21	6%
Semana 3	373	354	19	5%
Semana 4	402	385	17	4%
Semana 5	394	374	20	5%
Semana 6	374	358	16	4%
Semana 7	388	365	23	6%
Semana 8	391	380	11	3%

**Nota: Juan Carlos González, Analista del sistema (Junio, 2018).**

Se debe controlar, comparando la demanda solicitada (capacidad necesaria) para esa semana contra lo real preparado en la misma semana, ambas deben ser iguales; en el caso de haber diferencia, se verifica cuánto fue la diferencia en cantidad de órdenes pendientes y las causas que pudo haber estado afectando para no cumplir con lo solicitado.

Por último, se busca la integración de los sistemas de información entre áreas para así reducir tiempos en las tareas que puedan generar atrasos, buscando la habilitación de perfiles específicos en el sistema, y que permitan gestionar completamente todo lo relacionado al área de formulaciones, con información precisa, óptima y a tiempo.

Es de suma importancia que, en la etapa de planear, se validen los flujos de información y que a su vez estén llegando en el momento oportuno y sean precisos; la información debe estar accesible para todas las áreas del proceso, además los flujos de comunicación deben cumplir con el formato requerido por el departamento; asimismo, el día de la semana establecido en el diseño funcional de actividades y la hora indicada ha de estar listo, la frecuencia es semanal como se

requiere, para lograr en sí la integración del sistema. Esta corroboración se debe hacer con base en el diseño funcional de actividades a manera de lista de verificación en donde se vea el cumplimiento y lo realice un responsable en cada área.

También para la etapa de ejecutar es importante que se midan los errores que puede generar la diferencia de lo planeado contra lo ejecutado, con ese dato se debe analizar cómo se van a administrar esas desviaciones para minimizar cualquier impacto en el proceso. Esto se puede controlar a través de un cuadro en Excel como la figura 25. Análisis de planeado contra ejecutado.

El ciclo de mejora continua es de gran ayuda para dar seguimiento a los resultados obtenidos, ya que si no existe mejora, se debe volver a planear, ejecutar, y controlar, con el fin de obtener mejores resultados.

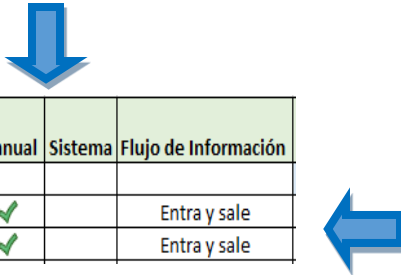
Por último, se parte del hecho de la realización de un análisis en cada área con tiempos óptimos y de cómo manejar los flujos de información para que el sistema trabaje en secuencia con las líneas de producción de manera precisa y en tiempo real, además se toman en cuenta las mudas para identificar cualquier tiempo de desperdicio o atraso que influya en el buen funcionamiento del proceso, lo cual permita tener proyecciones precisas, en caso de futuros inconvenientes.

### **Sistema de Información**

Como soporte a las etapas anteriores del SIPCP es de suma importancia que la información sea oportuna, confiable y de fácil acceso para todas las áreas involucradas en el proceso de alisto de pedidos del área de formulaciones.

Según el análisis estructurado que se realizó en el capítulo IV, figura 14 se determinó cada uno de los flujos de información que intervienen en cada área, y a su vez cuando entra y sale de cada actividad. Esto con el fin específico de lograr integrar las áreas que interactúan, y lograr el equilibrio entre la información y los procesos.

**Figura 26: Extracto de Figura 14.**



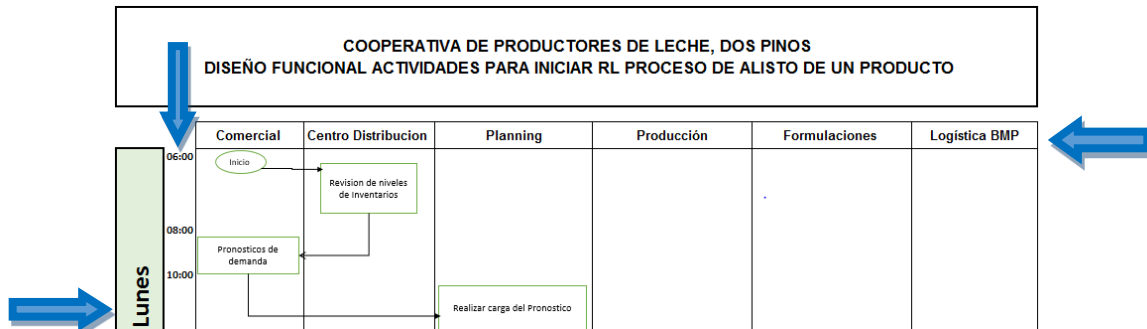
		Manual	Sistema	Flujo de Información
Lunes				
Revisión de Inventarios	Logística	✓		Entra y sale
	Centro de Distribución	✓		Entra y sale

**Nota: Juan Carlos González, Analista del sistema (Junio, 2018)**

Con el análisis estructurado se logró identificar todas las actividades que reciben y generan información, también cuales se realizan manualmente con soporte de archivos Excel y las que se realizan directamente en el ERP de la empresa.

Al igual como se realizó en la figura 21 el diseño funcional de las actividades que intervienen en el proceso de alisto de un producto, se logró identificar cada una de las mismas y cuales se deben realizar, indicando el momento que deben estar listas. La frecuencia de las actividades es semanal y cada día de la semana el departamento responsable debe cumplir con la información generada en cada actividad del diseño funcional.

**Figura 27: Extracto de Figura 21.**

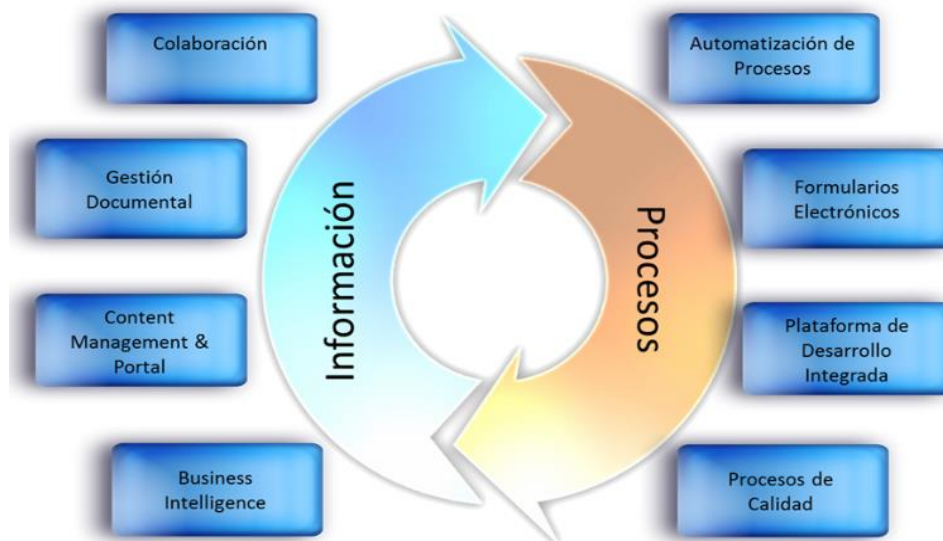


**Nota: Juan Carlos González, Analista del sistema (Junio, 2018)**

Para lograr tener un mejor control de la información y que no quede a la buena voluntad de las personas que la realizan las actividades, se propone un procedimiento de manejo de información el cual le da seguimiento y control de los plazos y tiempos determinados en el diseño funcional para el envío y recepción de la información.

En la figura 28 se puede observar cómo se logra entrelazar la información y los procesos con un sistema de manejo de información.

**Figura 28: Manejo de la Información**



**Nota: Microsoft SharePoint**

La Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos R.L. cuenta con todas las licencias activas de las aplicaciones de Microsoft, dentro de esta cuenta con Microsoft Office SharePoint que es una herramienta web para compartir documentos y cualquier otra información entre usuarios en diferentes localizaciones, se crea a través de una intranet usando un servidor en donde se almacenen los documentos para llevar un trazo y frecuencia de los mismos, de modo que sean de fácil acceso para los usuarios autorizados.

SharePoint es una herramienta de colaboración que proporciona un espacio en que la organización puede compartir y gestionar información. Permite crear bibliotecas de documentos (equivalentes a carpetas compartidas en la red), gestionar versiones de archivos, buscar información, crear calendarios o listas de contactos, pendientes, gestionar proyectos, crear encuestas, blogs o wikis, y muchas otras posibilidades con sus capacidades de desarrollo de aplicaciones.

En la figura 29 se muestra cual es la herramienta de Microsoft para el manejo de la información.

**Figura 29: Software para el manejo de la Información**



**Nota: Microsoft SharePoint**

Dentro de las aplicaciones que realizará el departamento de tecnologías de información de Dos Pinos para homologarlas con el diseño funcional de actividades son las siguientes:

- Lista de tareas pendientes, generales o personales
- Calendario de eventos y procesos de la unidad
- Documentos de trabajo, material de referencia, todo indexado y clasificado
- Trabajo colaborativo en documentos
- Gestión de incidencias y contactos con usuarios
- Blog intercambiar información
- Automatización de pequeñas tareas, sobre todo relacionadas con la aprobación de solicitudes o cambios
- Procesos automatizados a partir de los formularios

El SharePoint va hacer de gran apoyo para el manejo de la información en cada uno de los procesos y departamentos que influyen en el alisto de fórmulas en la Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos R.L.

Siguiendo con esta propuesta, se presentan los factores críticos de éxito los cuales son muy importantes de considerar.

### **Factores críticos de éxito.**

Existen aspectos claves que se deben tomar en cuenta para lograr un buen funcionamiento en la mejora del sistema propuesto, estos son llamados factores críticos de éxito y son considerados una estrategia de competitividad en la implementación de las mejoras propuestas. A continuación se establecen dichos factores:

- **Trabajo en equipo:** el trabajar en equipo resulta provechoso, no solo para una persona, sino para todo el equipo involucrado. Crea satisfacción y hará al personal más sociables. También enseña a respetar las ideas de los demás y ayudar a los compañeros.
- **Jefatura comprometida:** los dirigentes de cada departamento deben de estar totalmente comprometidos con los cambios por realizar y ser los primeros en cambiar la actitud y contribuir con el compromiso de la gestión para que el flujo de información sea efectivo y así lograr satisfacer las necesidades actuales.
- **Información a tiempo:** asegurarse de que la información se tenga en el momento requerido, generando conciencia entre las áreas y corrigiendo aquellas que no fomenten la colaboración, además descentralizar la información para que personas capacitadas puedan acceder a la misma y no se rija con base en una sola.
- **Comunicación interdepartamental:** es importante fomentar la comunicación entre todo el personal, con el fin de valorar el personal y crear una excelente retroalimentación para el bien de la empresa.

Los factores críticos de éxito deben de considerarse antes y durante la implementación de las mejoras, ya que aportan información valiosa que le permite a la empresa alcanzar sus metas y objetivos.

A continuación se presenta el plan de implementación de la propuesta.

### Plan de implementación.

Para poder cumplir y lograr la mejora en el sistema integrado de programación y control de la producción y llevar esta propuesta a la realidad, se requiere que las áreas involucradas interactúen entre sí con un grupo de trabajo interdisciplinario de cada una, y considerar los elementos del sistema, planear, ejecutar y controlar; como se indicó, para esta planeación estratégica se establece analizar la propuesta de este proyecto cada una de las áreas que interactúan con el área de formulaciones. Esto con el fin específico de integrar las áreas para lograr así que los flujos de información y comunicación sean efectivos y se interrelacionen entre los departamentos. En la tabla 5 se muestra el cronograma por semana de actividades que el grupo debe considerar para llevar a cabo la propuesta.

**Tabla 5: Cronograma para la implementación de la propuesta**

ACTIVIDAD	Cantidad de Semanas																Responsable
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
<b>Inicio</b>	■																
Implementar horizonte planeación a 6 meses	■	■	■														Planeamiento
MRP general / gestión compras para horizonte 6 meses				■	■	■											Planeamiento / Compras
Plan maestro teorico produccion 6 meses							■	■	■								Programación producción
Planeación Táctica Formulaciones										■	■	■	■				Formulaciones
Recepción de informacion de planeamiento y programación										■	■	■	■				Formulaciones
MRP de Formulaciones										■	■	■	■				Formulaciones
Validar nuevo tiempo de ciclo en formulaciones										■	■	■	■				Formulaciones
Verificación de integración de la áreas														■	■	■	Departamentos involucrados
<b>Fin</b>																■	

**Nota: Juan Carlos González, Analista del sistema (Julio, 2018)**

En este plan de implementación deben participar los departamentos de planeación, compras, programación de la producción y formulaciones. La propuesta debe ser lidera por el área de formulaciones y además se debe hacer la presentación de la propuesta a las demás áreas incluyendo la gerencia de manufactura quien apoya el proyecto, luego liderar las reuniones semanales de avances y pruebas del sistema integrado de programación y control de la producción del área de formulaciones, con el fin de ir integrando los departamentos que se involucran en el proceso de alisto de fórmulas.

En la siguiente parte se hace mención sobre la evaluación económica de la propuesta.

## Evaluación económica.

A continuación, en la tabla 6 se presentará a detalle la comparación y el análisis de costo beneficio del actual proyecto:

**Tabla 6: Análisis costo beneficio**

Análisis Costo Beneficio		
Detalle	Costo	Beneficio
Magnitud de pérdida anual ( costo de oportunidad)	₺ 1.118.217.567	₺ 1.118.217.567
Jornadas Extraordinarias	₺ 2.613.810	₺ 2.613.810
Paros de línea de producción	₺ 14.960.230	₺ 14.960.230
Costo del analista y realización de proyecto	₺ 1.606.000	
Proceso de implementación	₺ 2.058.314	
<b>Total</b>	<b>₺ 1.139.455.921</b>	<b>₺ 1.135.791.607</b>

tasa 5%  
n=1  
IO= 3 664 314

Van	₺16.657.927,90
TIR	4,82

**Nota: Juan Carlos González, Analista del sistema (Julio, 2018)**

Como se observa en la tabla 6, se determina que en la parte de costos la magnitud de pérdida anual es de ₺1 118 217 567, este representa el costo de oportunidad el cual puede dejar de ser percibido por la empresa, por los productos que no estén a tiempo en el mercado por motivo de atrasos en las formulaciones.

En cuanto al costo de jornadas extraordinarias es anual y es de ₺2 613 810, corresponden a 604 horas extras en el año y se está incurriendo debido a la necesidad de que los pedidos estén listos a tiempo en el área de formulaciones.

Los paros de línea se presenta como costos por un monto anual ₺14 960 230 un equivalente 52 horas anuales por el costo de paro de línea que ₺287 692, esto es por motivo de cuando de detiene una línea de producción a la espera de la preparación de la fórmula.

También el proceso de implementación de la propuesta se consideró como costos por un único monto de ₺2 058 314, estos costos equivalen al equivalente de 2 horas semanales del equipo interdisciplinario de las áreas involucradas, en total son 8 personas las participantes en las reuniones de seguimiento del proyecto en ese monto está establecido el 46% que considera Dos puros por cargas sociales, el pago es sola una vez por cuatro meses durante los cuales está prevista la implementación.

El costo del analista y la realización del proyecto  $\text{¢}1\,606\,000$  comprende el salario de un mes del analista, incluyendo 46 % de cargas sociales que establece Dos Pinos.

Para todos los costos se da el total de  $\text{¢}1\,139\,455\,921$  en el periodo de un año.

En cuanto al beneficio con la implementación de la propuesta, se eliminaría la magnitud de pérdida anual o costo de oportunidad, las jornadas extraordinarias por motivos de atrasos en la preparación de fórmulas, al estar preparadas las formulaciones y lista para el inicio de proceso esto no se generarían paros de línea de producción. Todo esto mencionado tiene un equivalente de  $\text{¢}1\,135\,791\,607$ , en donde se comprueba el beneficio que obtendría La cooperativa de productores de leche Dos Pinos R.L. con la implementación de la propuesta a nivel monetario.

Para el VAN (valor actual neto) de  $\text{¢}16\,657\,928$ , se consideró 1 periodo de un año fundamentado en una tasa de interés del 5% y una inversión inicial de  $\text{¢}3\,664\,314$  y un flujo de efectivo  $\text{¢}21\,338\,354$ .

La TIR (tasa interna de retorno) indica el retorno es de 4,82 considerando la inversión inicial de  $\text{¢}3\,664\,314$  y un flujo de efectivo  $\text{¢}21\,338\,354$ .

Con este análisis de costos totales de implementación corresponden a  $\text{¢}3\,664\,314$  del SIPCP para obtener un beneficio de  $\text{¢}1\,135\,791\,607$ .

Finalmente con la propuesta de mejora del sistema integrado de programación y control de la producción, se logra que la Cooperativa de productores de Leche Dos Pinos R.L. pueda mejorar la productividad en sus distintas áreas a través de la interacción, planificación, programación y control de la producción con formulaciones que reflejen la integración total del sistema.

## REFERENCIAS

- Alarcón, V. F. (2006). *Desarrollo de Sistemas de Información*. Barcelona: Edicions UPC.
- Asociación Española de Contabilidad y Administración de Empresas, AECA. (2007). *Empresa y sociedad, respondiendo al cambio*.
- Benedetti, C. (2000). *Introduction a la Gestion des Opérations* (3a ed.). Canadá: Études Vivantes.
- Buffa, E. S., & Sarin, R. K. (2014). *Modern Production / Operations Management*. India: Wiley India Pvt.
- Chapman, S. N. (2006). *Planificación y control de la producción*. México: Pearson Educación.
- Chase, R., Jacobs, R., & Aquilano, N. (2009). *Administración de operaciones. Producción y cadena de suministros*. México: McGraw-Hill / Interamericana Editores.
- Chiesa, F. (2004). Metodología para selección de sistemas ERP. *Reportes técnicos en Ingeniería de software*, 6(1). Obtenido de [www.itba.edu.ar](http://www.itba.edu.ar)
- Collier, D. A., & Evans, J. R. (2009). *Administración de operaciones*. México: CENGAGE Learning.
- Everett, A., & Ebert, R. (1991). *Administración de la producción y las operaciones: conceptos, modelos y funcionamiento*. Pearson Educación.
- Gaither, N., & Frazier, G. (2000). *Administración de producción y operaciones*. Ediciones Paraninfo.
- Gómez, G. S. (2008). *Cuantificación de valor en la cadena de suministro extendida*. Del Blaco Editores.
- Heizer, J., & Render, B. (2006). *Dirección de la producción, decisiones tácticas*. España: Pearson.
- Kendall, K. E., & Kendall, J. E. (2005). *System Analysis and Design* (9a ed.).
- López, H., & Morán, C. (2010). *Programación PERT-CPM y control de proyectos*. Perú: CAPECO.
- Orlicky, J., & Plossi, G. (1994). *Orlicky's Material Requirements Planning*. McGraw Hill Professional.
- Porter, M. (1985). *Ventaja Competitiva*.
- Sipper, D., & Bulfin, R. L. (1998). *Planeación y Control de la Producción*. México: McGraw-Hill Interamericana.
- Wight, O. W. (1984). *Manufacturing resource planning: MRP II: unlocking America's productivity potential*. California: Universidad de California.

## APÉNDICES

		Código:
<b>Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos R.L. y sus subsidiarias</b>		Versión: 1
<b>PROCEDIMIENTO PARA LAS ACTIVIDADES DEL DISEÑO FUNCIONAL DEL PROCESO DE ALISTO DE UN PRODUCTO</b>		Fecha de Aprobación:
Aprobado por:	Firma:	Página 1 de 3

### 1. OBJETIVO

Describir las actividades necesarias que se requieren para el proceso de alisto de productos en la Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos R.L. en Costa Rica, con el fin de determinar que cada una de las actividades se cumpla en el tiempo necesario. Asimismo, identificar si alguna actividad no está cumpliendo con lo indicado.

### 2. ALCANCE

Será aplicable a todas las actividades que se requieren para el proceso de alisto de fórmulas de productos para que estén preparadas en el tiempo adecuado, y a su vez cuando estas se realizan en las instalaciones de la Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos R. L. en el Coyol de Alajuela.

### 3. LINEAMIENTOS GENERALES

El grupo interdisciplinario, que conforma planeamiento, programación de la producción y formulaciones, es el encargado de velar por el cumplimiento de la presente documentación, revisarla al menos una vez cada dos años o cuando sea necesario y gestionar sus ajustes.

### 4. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

4.1 Se inicia el proceso actividades para el alisto el día lunes, los departamentos responsables que influyen en este proceso son Comercial, Centro distribución y Planeamiento.

4.1.1 El centro de distribución debe tener los inventarios actualizados y emitir los reportes correspondientes en la franja horaria de 6:00 a. m. a las 8:00 a. m. para pasar la información al departamento comercial.

PROCEDIMIENTO PARA LAS ACTIVIDADES DEL DISEÑO FUNCIONAL DEL PROCESO DE ALISTO DE UN PRODUCTO	Versión 1	Código	2/3
---	-----------	--------	-----

4.1.2 A las 8:00 a. m. el departamento comercial con la información de los inventarios actualizados genera los pronósticos de demanda para solicitar las necesidades de productos al departamento de planeamiento para esta acción se tiene 2 horas y finaliza a las 10:00 a. m.

4.1.3 El departamento de planeamiento, con la información del área comercial, realiza la carga de los pronósticos al sistema para emitir el listado de necesidades, esto lo debe generar de 10:00 a. m. a 12:00 p. m.

4.1.4 Planeamiento con las necesidades de productos, revisa con los MPS (encargados de necesidades de producto terminado) las existencias de inventario de producto terminado y calcula las necesidades. En esta operación se requieren 2 horas y debe estar lista a 14:00 horas del día lunes.

4.1.5 Con las necesidades establecidas, planeamiento hace el análisis de días de cobertura del inventario existente y de las unidades que va a mandar a producir y finaliza con este análisis a la 4:30 p. m.

4.2.1 Para el día martes a las 7:30 a. m., planeamiento inicia la revisión del pedido preliminar considerando exportaciones, nacional y sucursales y genera el plan maestro de producción teórico, debe tenerlo listo para la 11:00 a. m.

4.2.2 El departamento de planeamiento con el pedido preliminar revisado, envía a los programadores de la producción como plan maestro teórico, y para esta acción tiene que realizada a las 13:00 horas.

4.2.3 Los programadores revisan el pedido preliminar, considerando capacidades de línea de producción, tiempo del proceso para programar la producción y generan el plan maestro de producción; ajustado esto, debe estar terminado a las 16:30 horas del martes y enviarlo al departamento de planeación

4.3.1 El día miércoles se inicia la actividad a las 7:30 a. m, cuando planeamiento con el plan maestro de producción ajustado (PMP) y verificado inicia la inclusión del mismo en el sistema se requiere que esté listo a las 10:00 a. m.

<b>PROCEDIMIENTO PARA LAS ACTIVIDADES DEL DISEÑO FUNCIONAL DEL PROCESO DE ALISTO DE UN PRODUCTO</b>	Versión 1	Código	3/3
---	-----------	--------	-----

4.3.2 A las 10:00 a. m. los programadores de la producción descargan el pedido en firme del sistema, se requiere una hora en este proceso.

4.3.3 Luego que se descarga el pedido, los programadores hacen el programa de necesidades para la semana siguiente, de cada una de las líneas de producción.

4.3.4 Con la programación de necesidades para cada una de las líneas, inician la generación de los números de órdenes de producción, y esto debe estar generado a las 14:00 horas del día miércoles.

4.3.5 Los programadores de la producción a partir de las 14:00 horas del día miércoles, basados en las necesidades de producción, inician la creación de los pedidos de fórmulas y de insumos para la producción.

4.3.6 El pedido de necesidades de fórmulas debe enviarse antes de las 7:30 a. m. del día jueves al departamento de formulaciones.

4.4.1 Para el día jueves formulaciones revisa órdenes de producción y genera hojas de alisto de para preparar la fórmulas, también genera boletas de control y etiquetas para cada pedido para esto se requiere 3 horas y de completarse a las 10:30 a. m.

4.4.2 En el departamento de formulaciones, con las hojas de alisto, se hace una revisión de existencias de inventario, para determinar las necesidades de materias primas; una vez identificadas, se debe solicitar el reabastecimiento a la bodega central por medio reserva de materiales, la misma solicitud debe estar terminada a las 13:00 horas del día jueves.

4.4.3 La bodega de materia prima con el pedido de formulaciones que entregó a las 13 horas de jueves, tiene tiempo para reabastecer antes de día viernes a las 6:00 a. m.

4.5.1 El día viernes a las 6:00 a. m. formulaciones inicia de preparación de fórmulas para la producción.