

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL Y SISTEMAS
SECCION DE POS-GRADO



“SISTEMA DE GESTION PRODUCTIVO Y SU INFLUENCIA EN LA
MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN UNA INDUSTRIA DE
SANITARIOS DE LOZA”

TESIS
PARA OPTAR EL GRADO ACADEMICO DE
MAESTRO DE CIENCIAS CON MENCIÓN EN:
INGENIERIA INDUSTRIAL

AUTOR:
ING. MARCO FEDERICO SANDOVAL BELLING

ASESOR:
DR. DANIEL ORTEGA LOAYSA

LIMA - PERÚ

2012

Digitalizado por:

Consortio Digital del
Conocimiento MebLatam,
Hemisferio y Dalse

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo de investigación a Dios, a mis padres, a mis hijos, a mis hermanos y a mi esposa; quienes de alguna u otra manera siempre supieron darme el aliento y la fuerza para continuar con mi desarrollo tanto en lo personal como en lo profesional y llegar así a estas instancias de mi carrera.

AGRADECIMIENTO

A esta casa de estudios y en especial a la escuela de posgrado por haberme dado la oportunidad de seguir esta maestría, la cual siempre fue de mi interés y de manera muy especial a todo el staff de profesionales y personal en general de esta escuela de posgrado quienes me brindaron su tiempo y apoyo incondicional desde el día que postule hasta la fecha.

A mi asesor Dr. Daniel Ortega y a mis dos jurados especialistas Dr. Benito Zarate y Dr. Franco Krajnik, quienes en base a su experiencia y conocimientos supieron guiarme y transmitirme las pautas y lineamientos necesarios para realizar este trabajo de investigación y lograr así el ansiado grado de Maestro en Ciencias con mención en Ingeniería Industrial.

A todos los que conforman la gran familia de Corporación Cerámica S.A., organización de la cual forme parte durante muchos años y logre desarrollar allí este trabajo de investigación.

INDICE

	PAG
DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
INDICE	IV
DESCRIPTORES TEMATICOS	VIII
RESUMEN	IX
INTRODUCCION	01
<u>CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACION</u>	03
1.1 <u>DIAGNOSTICO Y ENUNCIADO DEL PROBLEMA</u>	03
1.2 <u>DEFINICION DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION</u>	04
1.2.1 PROBLEMA GENERAL	06
1.2.2 PROBLEMAS ESPECIFICOS.	06
1.3 <u>DELIMITACION DE LOS OBJETIVOS</u>	07
1.3.1 OBJETIVO GENERAL.	07
1.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.	07
1.4 <u>HIPOTESIS DE LA INVESTIGACION</u>	08
1.4.1 HIPOTESIS GENERAL.	08
1.4.2 HIPOTESIS ESPECÍFICAS.	08
1.5 <u>JUSTIFICACION Y DELIMITACION DE LA INVESTIGACION</u>	09
1.5.1 IMPORTANCIA DEL TEMA.	09
1.5.2 JUSTIFICACION.	10
1.5.3 DELIMITACION.	10
<u>CAPITULO II: MARCO TEORICO</u>	12
2.1 <u>REVISION DE LITERATURA</u>	12
2.2 <u>BASE TEORICA</u>	14

2.2.1	SISTEMA DE GESTIÓN	14
2.2.2	PROCESO PRODUCTIVO	14
2.2.3	MEJORA CONTINUA	15
2.2.4	PRODUCTIVIDAD	15
2.2.5	CALIDAD	16
2.2.6	RELACION CALIDAD - PRODUCTIVIDAD	17
2.2.7	CONTROL LOGISTICO	19
2.2.8	PLANIFICACION DE RECURSOS MATERIALES	19
2.2.9	BALANCE DE LINEA	20
2.2.10	APLICACIÓN INFORMATICA	20
2.2.11	BIBLIOGRAFIA DE INTEGRACION DE HERRAMIENTAS	21
2.3	<u>LA ORGANIZACION</u>	26
2.3.1	RESEÑA HISTORICA	26
2.3.2	SITUACION ACTUAL	28
2.3.3	ORGANIZACIÓN DEL AREA DE PRODUCCION	29
2.3.4	ORGANIGRAMA	30
2.3.5	PROCESO PRODUCTIVO ACTUAL	31
	<u>CAPITULO III: METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION</u>	34
3.1	<u>TIPO DE INVESTIGACION</u>	34
3.2	<u>DISEÑO DE LA INVESTIGACION</u>	34
3.3	<u>POBLACION Y MUESTRA</u>	36
3.4	<u>VARIABLES DIMENSIONES E INDICADORES</u>	37
3.4.1	VARIABLES	37
3.4.2	DIMENSIONES	37
3.4.3	INDICADORES	39
3.4.4	ASPECTOS INTERVINIENTES	40
3.5	<u>TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS</u>	41
3.5.1	FUENTE DE INFORMACION	41
3.5.2	FORMATOS DE TRABAJO	42

<u>CAPITULO IV: DISEÑO, DESARROLLO Y PLAN DE IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE GESTION PRODUCTIVO</u>	47
4.1 <u>INTRODUCCION AL DISEÑO DEL SISTEMA</u>	47
4.2 <u>DEFINICION DEL SISTEMA DE GESTION PRODUCTIVO</u>	48
4.2.1 HERRAMIENTA APLICADA – CONTROL LOGISTICO:	48
4.2.2 HERRAMIENTA APLICADA – PLANIFICACIÓN DE RECURSOS MATERIALES.	49
4.2.3 HERRAMIENTA APLICADA – BALANCE DE LÍNEA.	50
4.2.4 ESQUEMA GENERAL Y DESCRIPCION DEL SISTEMA	52
4.3 <u>CONFIGURACION Y GESTION DEL SGP</u>	58
4.3.1 CONFIGURACION Y GESTION DEL SISTEMA DE GESTION PRODUCTIVO	59
4.3.2 GESTION DEL SISTEMA DE GESTION PRODUCTIVO	62
4.3.3 FLUJOS DE INFORMACION	67
4.3.4 ESTRUCTURACION DE DATOS	68
4.3.5 LINEAMIENTOS GENERALES DEL SISTEMA DE GESTION PRODUCTIVO	77
4.4 <u>SISTEMA DE GESTION PROPUESTO VS. LAS HERRAMIENTAS</u>	78
<u>CAPITULO V: APLICACIÓN Y ANALISIS DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACION</u>	83
5.1 <u>ANALISIS E INTERPRETACION DE DATOS</u>	83
5.1.1 ANALISIS INFERENCIAL	84
5.1.2 PRUEBA ESTADISTICA.	88
5.1.3 CONTRASTACION DE LA HIPOTESIS.	90
5.2 <u>RESULTADOS</u>	93
5.3 <u>DISCUSION DE RESULTADOS</u>	94
5.4 <u>PROCESO DE IMPLEMENTACION DEL SISTEMA</u>	94
5.4.1 ASPECTOS GENERALES DE LA IMPLEMENTACION	94
5.4.2 PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS	95

5.4.3	PROCEDIMIENTOS DE GESTION	98
5.4.4	CODIFICACION DE PRODUCTOS	99
5.5	<u>CASO PRACTICO APLICADO</u>	103
5.6	<u>ANALISIS DE LA IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE GESTION PRODUCTIVO Y SUS RESULTADOS</u>	118
5.6.1	SISTEMA DE GESTION PRODUCTIVO PROPUESTO VS. SISTEMA ACTUAL DE TRABAJO.	118
5.6.2	LÍMITES Y RESTRICCIONES DEL SISTEMA.	120
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	122
	GLOSARIO DE TERMINOS	125
	BIBLIOGRAFIA	127
	ANEXOS	129

DESCRIPTORES TEMATICOS

	PAG
APLICACIÓN INFORMATICA	19
BALANCE DE LINEA	18-45
BARBOTINA	27-28
CALIDAD	15
COCCION	28
COLADO	28
CONTROL LOGISTICO	17-43
DIAGRAMA CAUSA EFECTO	5
DIAGRMA DE CONTEXTO	42
ESMALTADO	28
ESTRUCTURA DE DATOS	61
MEJORA CONTINUA	14-17
PLANIFICACION DE RECURSOS MATERIALES	18-44
PROCESO PRODUCTIVO	13-27
PRODUCTIVIDAD	14
PRUEBA ESTADISTICA	14
PULIDO	28
SISTEMA DE GESTION	18-56

RESUMEN

Existen diversas herramientas, métodos y/o modelos de gestión orientados al sector productivo, pero se tienen pocos testimonios documentados de casos de éxito en nuestro medio. Asimismo se sabe que la implementación y aplicación de dichas soluciones carece de una fórmula o receta específica sino por el contrario tiene que ser bajo un enfoque personalizado en función a un adecuado estudio y diagnóstico de la situación real en donde se pretende implementar.

Según lo expuesto en el párrafo anterior, la presente investigación trata de ser lo más detallada posible pero a su vez objetiva con relación al escenario en el cual se desarrolla. Asimismo esta investigación se basa en los lineamientos metodológicos cumpliendo con los parámetros generales de todo trabajo de investigación orientado a una tesis de post-grado.

Este estudio tiene como origen la problemática que existe en el proceso productivo de una industria del sector cerámico y asimismo orienta la solución al desarrollo de un Sistema de gestión del sistema productivo que cumpla con una serie de parámetros, procesos y condiciones técnicas que brinde los beneficios máximos a dicho proceso.

El desarrollo de este Sistema de Gestión Productivo se basa en la integración sistemática de tres herramientas, cuyo aporte en conjunto es mucho más eficiente. El siguiente trabajo tiene como objetivo principal formular, preparar y desarrollar, una propuesta técnica y formal para la implementación de una solución para la producción en una industria de sanitarios de loza.

Esta investigación tiene como uno de sus antecedentes una experiencia real en la cual luego de intentar diversas soluciones mediáticas o temporales, se identificó la necesidad de contar con una solución integral, con visión a futuro y con un enfoque tecnológico y técnico acorde con la realidad actual.

Finalmente se hace la acotación del sentido práctico y funcional que se le ha brindado al desarrollo de esta investigación con el fin de brindar una información objetiva, muy focalizada y a su vez didáctica.

PALABRAS CLAVES:

Proceso Productivo.

Productividad.

Sistema de Gestión.

Planificación de Recursos Materiales MRP

Control de Almacenes.

Balance de Línea.

Aplicación Informática.

ABSTRACT

There are many tools, methods and/or models of management oriented to the productive sector, but there are few documented cases of success in our environment. We also know that the implementation and application of these solutions does not have a formula or recipe specifically but on the contrary has to be under a specific approach and customized based on an appropriate study and diagnosis of the real situation where you intend to deploy.

As explained in the previous paragraph, the present research attempts to be as detailed as possible but at the same time very objective with regard to the scenario in which it develops. Also this research is based on the methodological guidelines in compliance with the general parameters of all research work aimed at a thesis of post-degree.

This study has as origin the problem that exists in the production process of an industry in the ceramics sector and also targets the solution to the development of a management system of the production system that meets a series of parameters, processes and technical conditions to provide maximum benefits to this process.

The development of this production management system is based on the systematic integration of three tools, whose contribution as a whole is much more efficient. The following work has as its main objective formulate, prepare and develop a formal and technical proposal for the implementation of a solution for an industry of sanitary earthenware production.

This research has as one of its background a real experience in which after trying various solutions media or temporary, it identified the need for a comprehensive solution, with vision for the future and a technological and technical approach in line with the current reality. Finally becomes the dimensioning of the functional and practical sense that has been given to the

development of this research in order to provide an objective, very focused information and didactic turn.

KEY WORDS:

Productive Process.

Productivity.

System of Management.

Planning of Material Resources MRP

Control of Warehouses.

Line of Balance LOB

Data Processing application.

INTRODUCCION

El escenario de estudio del presente trabajo es la empresa nacional Corporación Cerámica S.A. CORCESA – conocida como TREBOL el cual es a su vez la marca del producto. Esta industria se dedica a la fabricación de sanitarios de loza vitrificada el cual abastece tanto al mercado nacional como internacional. Esta empresa forma parte del grupo denominado TREBOL-CELIMA. Actualmente cuenta con dos Plantas Industriales ubicadas en la ciudad de Lima una denominada Planta-01 ubicada en Av. Alfredo Mendiola No.1465 distrito de San Martín de Porres y la segunda denominada Planta-02 ubicada en Av. Argentina 3855 distrito de Carmen de La Legua – Callao. Los productos de esta industria se clasifican en las diferentes piezas de baño como son Lavatorios, Pedestales, Bidets, Inodoros, Urinarios y Accesorios como Jaboneras, Toalleros, Porta vasos entre otros. Asimismo en todos estos productos se puede observar una amplia gama de colores los cuales a su vez se clasifican en Simples, Especiales y Premium. En el Anexo N° 06 se muestra un segmento de la página WEB corporativa en donde está la presentación de la empresa y de su marca.

Este trabajo de investigación se presenta en cinco capítulos debidamente estructurados con el fin de lograr una rápida comprensión del lector, en lo referente al proceso productivo, la problemática y la solución propuesta. A continuación se explica como se compone cada uno de los capítulos.

En el capítulo I se elabora en forma metodológica el planteamiento del problema, los objetivos del estudio y las respectivas hipótesis que son la base para el desarrollo integral del presente trabajo.

En el capítulo II se presenta el marco teórico, basado en los antecedentes, conceptos básicos y en las referencias bibliográficas del actual estado del arte del tema materia de esta investigación.

En el capítulo III se expone como se desarrollo la presente investigación, la cual se baso fundamentalmente en una metodología estándar de estudio, que tiene como referencia los métodos de investigación científica, recogidos del libro "Metodología de la Investigación".

En el capítulo IV se desarrolla la parte central de la investigación donde se expone en forma detallada en qué consiste la propuesta de este trabajo y cuáles son sus N bondades y características de cara a lo que sería su implementación en otros ámbitos.

En el capítulo V se presenta un análisis de resultados basados tanto en data real como en simulaciones a fin de tener claro el aporte en cifras y números, teniendo como base de estos datos un caso práctico que se ha desarrollado a un gran nivel de detalle e ilustración.

Finalmente se exponen las conclusiones y recomendaciones generales de la investigación y del producto final de la misma a fin de dar un marco general del aporte que se ha obtenido.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 DIAGNOSTICO Y ENUNCIADO DEL PROBLEMA.

En los últimos años debido al crecimiento y auge del sector construcción, la industria manufacturera de sanitarios de loza, ha tenido un crecimiento importante, no sólo en el Perú sino también en el mundo, consecuentemente a esta coyuntura la compañía tuvo que incrementar su capacidad de producción para satisfacer el crecimiento de la demanda local e internacional de sanitarios de loza; frente a esta situación la compañía realizó importantes inversiones para mejorar sus maquinarias y equipos, así como la calidad de la mano de obra y los procesos. Durante años la calidad de los productos, el proceso de fabricación, el tiempo de entrega a los clientes y en general el servicio brindado por la compañía es aparentemente el adecuado, sin embargo a raíz del crecimiento de la demanda se viene evidenciando una serie de problemas internos, relacionados al proceso de fabricación.

De la revisión de la cadena productiva actual se puede deducir que la compañía carece de las herramientas necesarias que le permitan ejecutar su proceso de fabricación eficientemente ante los mayores volúmenes de piezas de baño requeridas; situación que repercute directamente en un incremento de los costos, tiempo de operación y una baja en la calidad de los productos y procesos en general.

El problema es entonces la existencia de un proceso productivo que se viene planificando, ejecutando y controlando de una manera empírica y tradicional, generando un flujo de información desarticulado y manual casi en su integridad, conduciendo a una gestión demasiado compleja, ineficaz y con un bajo índice de cumplimiento de resultados a lo largo de toda la línea de producción, asimismo se observa una baja productividad y calidad a lo largo de cada uno de los procesos. Adicionalmente se evidencia una lentitud en la toma de decisiones y se incurre en excesivos costos de fabricación los cuales además son difíciles de controlar por la forma como se registra, calcula y distribuye dicha información.

Finalmente la problemática de esta industria tiene también como puntos de revisión y evaluación aspectos propios de la cultura organizacional ya que se enfrenta a la necesidad de cambios en los procesos y métodos que se han venido realizando a lo largo de varias décadas y este es sin duda un serio factor a considerar al momento de implementar una solución, más aún si esta se ve conformada de nuevas tecnologías a las que generalmente se le contraponen el indiscutible rechazo al cambio y en donde para hacerse efectivas y sostenibles en el tiempo requieren de un proceso de mejora continua.

1.2 DEFINICION DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Dada la cantidad de aspectos a controlar a un nivel de producción en constante crecimiento, se observa que el actual sistema de trabajo no cumple con los elementos necesarios para llevar a cabo una gestión industrial efectiva, en la cual se empleen óptimamente los recursos y se atiendan oportunamente la demanda del mercado.

Una manera inductiva y metodológica para obtener la definición del problema de esta investigación, se ha formulado una serie de preguntas que desencadenan en la esperada definición:

¿La empresa en cuestión tiene la necesidad de optimizar sus actuales procesos de gestión de la fabricación de sanitarios de loza?

¿Existe la decisión por parte de la gerencia de mejorar y reestructurar los procesos de la planta en general?

¿Las personas involucradas al proceso productivo están de acuerdo con que se tomen medidas drásticas para la optimización del proceso productivo?

¿Porque no se han planteado proyectos ó iniciativas como estas anteriormente?,

¿La implementación de un nuevo sistema de gestión productiva podrá mejorar los resultados del proceso?.

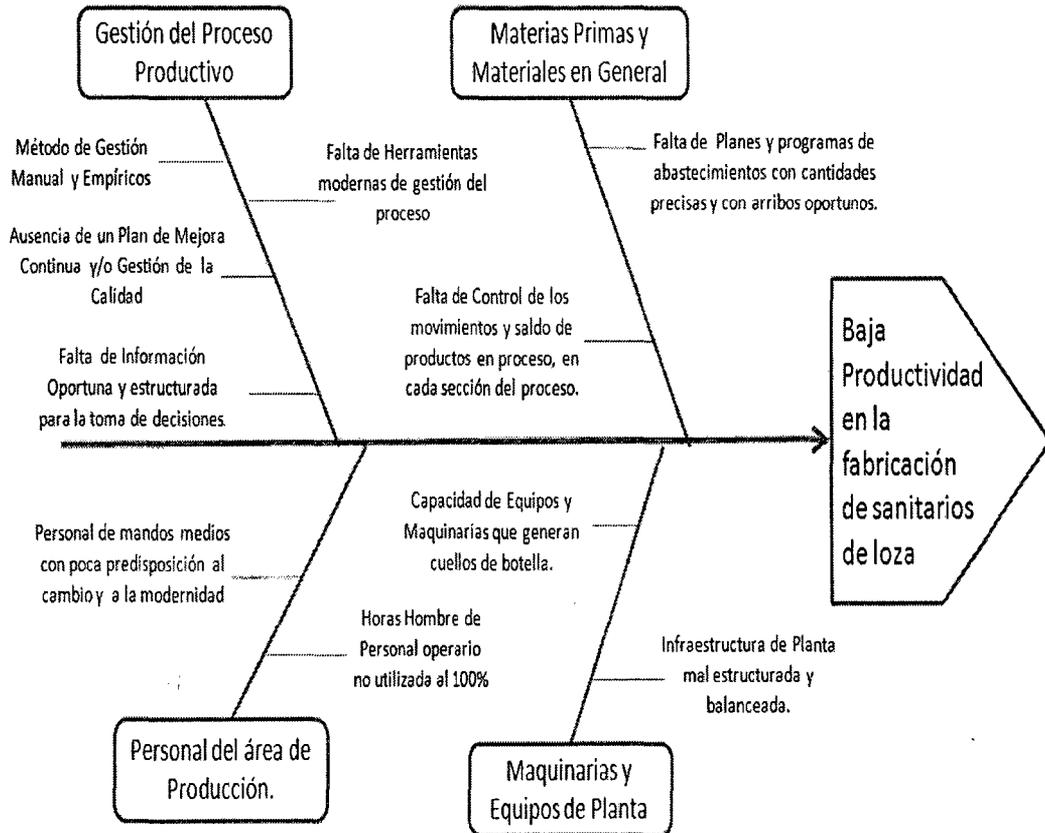
¿En qué aspectos y en qué medida se podrá lograr una mejora continua a través de la implementación del sistema de gestión productivo?.

¿Qué problemas específicos se pueden solucionar con la implementación de un nuevo sistema de gestión productiva?.

Todas estas preguntas se han hecho con el fin de estructurar el problema y formular la propuesta solución tema central de esta investigación.

Adicionalmente como inducción a la identificación de los problemas se ha aplicado el diagrama de Ishikawa o diagrama Causa – Efecto, a fin de plasmar los diferentes aspectos y factores que originan los problemas del actual proceso productivo.

GRAFICA 01: Diagrama de Ishikawa



FUENTE: Elaboración Propia – Noviembre 2012.

1.2.1 PROBLEMA GENERAL

¿De qué manera un Sistema de Gestión Productivo influencia en la mejora de la productividad en una industria de sanitarios de loza?

1.2.2 PROBLEMAS ESPECIFICOS.

- ¿De qué manera el Planeamiento de Recursos Materiales MRP influye en la mejora de la productividad en una industria de sanitarios de loza?
- ¿De qué manera el Balance de Línea influye en la mejora de la productividad en una industria de sanitarios de loza?
- ¿De qué manera el Control Logístico influye en la mejora de la productividad en una industria de sanitarios de loza?

1.3 DELIMITACION DE LOS OBJETIVOS.

Es necesario hacer una delimitación de los objetivos de esta investigación con el fin de dejar en claro hasta donde abarcará el enfoque de la solución y que temas o aspectos puntuales no están definidos como parte de este trabajo. En ese sentido se indica que esta investigación abarca el desarrollo y construcción de un sistema de gestión productivo, haciendo uso de las herramientas indicadas; esto no incluye el desarrollo del software o aplicación informática pero sí el análisis y diseño de la misma. Por otro lado se ha contemplado toda la gestión de implementación siempre que los directivos de la empresa brinden todas las facilidades y recursos para hacer viable dicha implementación.

1.3.1 OBJETIVO GENERAL.

“Conocer la influencia del Sistema de Gestión Productivo en la mejora de la productividad en una industria de sanitarios de loza”.

Como todo objetivo general este también se sustenta en una serie de objetivos específicos. En esta investigación los objetivos específicos tienen que solucionarse en forma integral y sistematizada.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.

- a) Conocer la influencia de Planificación de Recursos Materiales MRP en la mejora de la productividad en una industria de sanitarios de loza.
- b) Conocer la influencia del Balance de Línea en la mejora de la productividad en una industria de sanitarios de loza.
- c) Conocer la influencia de Control Logístico en la mejora de la productividad en una industria de sanitarios de loza.

NOTA: El cuarto elemento o componente de estos objetivos es el sistema de información en el cual se debe plasmar estos tres

conceptos para que interactúen entre sí a fin de automatizar la operatividad y gestión del mismo.

1.4 HIPOTESIS DE LA INVESTIGACION

Como consecuencia a la definición de los problemas y objetivos de esta investigación, ahora se debe definir las hipótesis del estudio. En este propósito se puede exponer en forma general que la Implementación de un sistema de gestión productivo estructurado con diferentes métodos y herramientas de gestión brindará sin duda una mejora a los resultados del proceso de gestión productiva, a continuación se expone la hipótesis general y específicas tal como lo propone la metodología de investigación que se viene aplicando a lo largo del estudio.

1.4.1 HIPOTESIS GENERAL.

“La aplicación de un Sistema de Gestión del Proceso Productivo influirá en la mejora de la productividad de una industria de sanitarios de loza”. Esta hipótesis se sustenta en la integración sistematizada de tres herramientas de control y gestión, las cuales son: Control Logístico, Planificación de recursos materiales y Balance de Línea en una línea de producción por procesos.

La integración de las herramientas de Control de Almacenes, Planificación de los recursos materiales y Balance línea, permitirá contar con un nuevo sistema de gestión que optimizará el proceso de producción en la planta reflejándose en una considerable reducción de costos y en un sostenible incremento de los niveles de productividad, teniendo como principio la mejora continua.

1.4.2 HIPOTESIS ESPECÍFICAS.

- a) “La planificación de Recursos Materiales puede influenciar en la mejora de la productividad en una industria de sanitarios de loza”. Resulta fácil suponer que implementar esta herramienta permitirá lograr un oportuno y dinámico abastecimiento de las materias

primas y materiales en general. Y esto se refuerza si se sabe que en toda la línea de producción existen diversos procesos y stock de productos en cada uno de ellos, razón por la cual esta herramienta incrementa sus beneficios al aplicarse en que cada sección o etapa del proceso.

- b) “El Balance de Línea puede influenciar en la mejora de la productividad en una industria de sanitarios de loza”.

Sabiendo que esta industria tiene una línea de producción con varias etapas, es claro entender lo beneficioso que será tener una herramienta que permita hacer una programación de la producción teniendo todos los procesos balanceados usando al máximo cada recurso de planta y sin generar los famosos cuellos de botella.

- c) “El Control Logístico podrá influenciar en la mejora de la productividad en una industria de sanitarios de loza”.

Tanto para el MRP como para el Balance de Línea es indispensable llevar un control constante de los movimientos y saldos de cada sección donde hay productos en proceso, ya que esa información será un input valioso para hacer efectiva la aplicación de las otras dos herramientas.

1.5 JUSTIFICACION Y DELIMITACION DE LA INVESTIGACION

1.5.1 IMPORTANCIA DEL TEMA.

Actualmente existe un serio problema en la gestión del proceso de producción y con este planteamiento se espera darle solución, tomando en cuenta los métodos y las mejores prácticas de gestión aplicadas en este tipo de industrias.

Con respecto al problema propio de la empresa donde se está realizando el estudio se puede recalcar que el problema centra su importancia en la inexactitud existente de la información para gestionar

el proceso, además de la falta de mecanismos necesarios para hacer que dicho proceso sea más dinámico y eficiente. Para esta le resulta de suma importancia esta solución, ya que la implementación de un sistema de gestión tal como se describe sería de gran beneficio y la llevaría a incrementar su productividad, reducir significativamente sus costos y podrá contar con un buen soporte para la toma de decisiones.

1.5.2 JUSTIFICACION.

Está dada por que es una investigación basada en el objetivo de optimizar el proceso productivo a través de un nuevo sistema de gestión el cual tendrá que ir acompañado de procedimientos de trabajo que permitan la formalidad y todas las actividades que se deben realizar dentro de las instalaciones de una industria.

1.5.3 DELIMITACION.

El estudio que se lleva a cabo tiene limitaciones, de las cuáles se pueden nombrar las siguientes:

- ❖ Tiempo, porque se trata de una investigación en una empresa actual y que está operando, no se ha hecho ninguna investigación de este tipo durante los últimos 20 años en esta empresa.
- ❖ Esta organización consta de varias unidades u órganos de trabajo, esta investigación tomará en cuenta todas y cada una de estas áreas del proceso, pero no abarcará otros procesos que guardan estrecha relación como Logística, Ventas entre otros.
- ❖ Espacio, se realizará dentro del área de producción en sus diferentes secciones de trabajo, para los respectivos procesos de fabricación.

Como parte de la delimitación de esta investigación se espera inducir a una solución y/o aplicación informática, aunque no es el fin y objetivo puntual de esta investigación, ya que el sistema de gestión a proponer

brindará el concepto y las pautas generales y específicas de cómo se debería implementar una solución de este tipo según la realidad y el contexto en el que se encuentre cada industria en particular.

A pesar de haber escogido un escenario específico para esta solución la cual establece e impone su propia y peculiar realidad, se espera brindar un marco teórico y práctico que brinde una importante referencia para la aplicación e implementación de este sistema de gestión para otras industrias semejantes.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1 REVISION DE LITERATURA

En esta parte de la investigación se considera pertinente citar referencias de tesis desarrolladas en el ámbito industrial y específicamente en lo relacionado a las herramientas de gestión productiva. Identificando finalmente el aporte que brindan a esta investigación:

2.1.1 En la tesis de maestría “Mejora del proceso de ensamblaje de Luminarias en una empresa de fundición de aluminio”, del autor Salazar Escalante Carlos Alberto, año 2009 del post grado FIIS – UNI; se puede observar que este caso puntual tanto el título como el desarrollo de la tesis basan el aporte en reordenar la forma de trabajo actual y aplicar algunas técnicas y procedimientos de mejora basado en métodos y herramientas ya existentes, esta investigación deja una buena referencia de la aplicación de diferentes técnicas, herramientas y/o métodos dentro de un proceso productivo. Este aporte sirvió de referencia para hacer la integración y articulación de las herramientas que componen la solución central de esta investigación.

2.1.2 En la tesis de maestría “Implementación de un sistema integrado de gestión para una industria cosmética”, de los autores

Benítez Pérez Rolando José y Esteban Bocardo Percy Agustín, año 2009 de la escuela de post grado FIIS – UNI; los autores de esta tesis brindan como aporte un marco de referencia de cómo implementar un sistema integrado de gestión, teniendo como base las normas ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001 y la normativa legal correspondiente. Aquí se observa un claro énfasis en la gestión de la calidad de los procesos y definitivamente se recoge un importante aporte de como implementar un SIG dentro de un entorno industrial.

2.1.3 En la tesis de maestría “La gestión por procesos y su influencia en la competitividad del terminal portuario Callao ENAPU”, del autor Salazar Escalante Carlos Alberto, año 2010 del post grado FIIS – UNI; en este trabajo se hace una claro planteamiento de cómo solucionar un problema de organizacional basado en la aplicación de la gestión por procesos y es a partir de este concepto que se hace una descomposición general de todos los procesos actuales a fin de personalizar su gestión y así optimizar los resultados teniendo un mejor nivel de control.

El autor ha identificado la alta influencia que brinda la gestión por procesos en la competitividad del terminal portuario y ha plasmado su propuesta bajo este enfoque. En tal sentido consideramos que esta investigación deja a la competitividad como línea el desarrollo dentro de una gestión mejora continua.

2.1.4 Finalmente luego de revisar en síntesis estas tres investigaciones de tesis de post-grado se concluye que pese a los diferentes aportes bibliográficos y casos de estudio, sigue vigente el interés de aplicar en diferentes sectores de la industria nuevos métodos o modelos de gestión que contribuyan con la mejora de la productividad y la calidad a lo largo de todos los procesos de la industria. Asimismo se recoge el aporte de estas tres tesis con el fin de corroborar y contrastar los beneficios obtenidos.

2.2 BASE TEORICA

2.2.1 SISTEMA DE GESTION

Un sistema de gestión es una estructura probada para la gestión y mejora continua de las políticas, los procedimientos y procesos de la organización.

Las mejores empresas funcionan como unidades completas con una visión compartida. Ello engloba la información compartida, evaluaciones comparativas, trabajo en equipo y un funcionamiento acorde con los más rigurosos principios de calidad y del medioambiente.

Un sistema de gestión ayuda a lograr los objetivos de la organización mediante una serie de estrategias, que incluyen la optimización de procesos, el enfoque centrado en la gestión y el pensamiento disciplinado.

Las empresas que operan en el siglo XXI se enfrentan a muchos retos, significativos, entre ellos:

- Rentabilidad
- Competitividad
- Globalización
- Velocidad de los cambios
- Capacidad de adaptación
- Crecimiento
- Tecnología

Equilibrar estos y otros requisitos empresariales puede constituir un proceso difícil y desalentador. Es aquí donde entran en juego los sistemas de gestión, al permitir aprovechar y desarrollar el potencial existente en la organización.

2.2.2 PROCESO PRODUCTIVO

Un proceso productivo es un sistema de acciones que se encuentran interrelacionadas de forma dinámica y que se orientan a la

transformación de ciertos elementos. De esta manera, los elementos de entrada (conocidos como factores) pasan a ser elementos de salida (productos), tras un proceso en el que se incrementa su valor.

Cabe destacar que los factores son los bienes que se utilizan con fines productivos (las materias primas). Los productos, en cambio, están destinados a la venta al consumidor o mayorista.

Las acciones productivas son las actividades que se desarrollan en el marco del proceso. Pueden ser acciones inmediatas (que generan servicios que son consumidos por el producto final, cualquiera sea su estado de transformación) o acciones mediatas (que generan servicios que son consumidos por otras acciones o actividades del proceso).

2.2.3 MEJORA CONTINUA

El proceso de mejora continua es un concepto del siglo XX que pretende mejorar los productos, servicios y procesos.

Se indica que es una actitud general la cual debe ser la base para asegurar la estabilización del proceso y la posibilidad de mejora. Cuando hay crecimiento y desarrollo en una organización o comunidad, es necesaria la identificación de todos los procesos y el análisis mensurable de cada paso llevado a cabo. Algunas de las herramientas utilizadas incluyen las acciones correctivas, preventivas y el análisis de la satisfacción en los miembros o clientes. Se trata de la forma más efectiva de mejora de la calidad y la eficiencia en las organizaciones. En el caso de empresas, los sistemas de gestión de calidad, normas ISO y sistemas de evaluación ambiental, se utilizan para conseguir calidad total.

2.2.4 PRODUCTIVIDAD

La productividad es la relación entre la cantidad de productos obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción. También puede ser definida como la relación entre los

resultados y el tiempo utilizado para obtenerlos: cuanto menor sea el tiempo que lleve obtener el resultado deseado, más productivo es el sistema. En realidad la productividad debe ser definida como el indicador de eficiencia que relaciona la cantidad de recursos utilizados con la cantidad de producción obtenida.

La productividad evalúa la capacidad de un sistema para elaborar los productos que son requeridos y a la vez el grado en que aprovechan los recursos utilizados, es decir, el valor agregado. Una mayor productividad utilizando los mismos recursos o produciendo los mismos bienes o servicios resulta en una mayor rentabilidad para la empresa. Por ello, el Sistema de gestión de la calidad de la empresa trata de aumentar la productividad. La productividad tiene una relación directa con la mejora continua del sistema de gestión de la calidad y gracias a este sistema de calidad se puede prevenir los defectos de calidad del producto y así mejorar los estándares de calidad de la empresa sin que lleguen al usuario final. La productividad va en relación con los estándares de producción. Si se mejoran estos estándares, entonces hay un ahorro de recursos que se reflejan en el aumento de la utilidad.

2.2.5 CALIDAD

La definición desde una perspectiva de usuario es que la calidad es la capacidad que tiene un producto o servicio de satisfacer los deseos de los consumidores. La calidad de un producto depende de cómo éste responda a las preferencias de los clientes, por lo que se dice que la calidad es adecuación al uso.

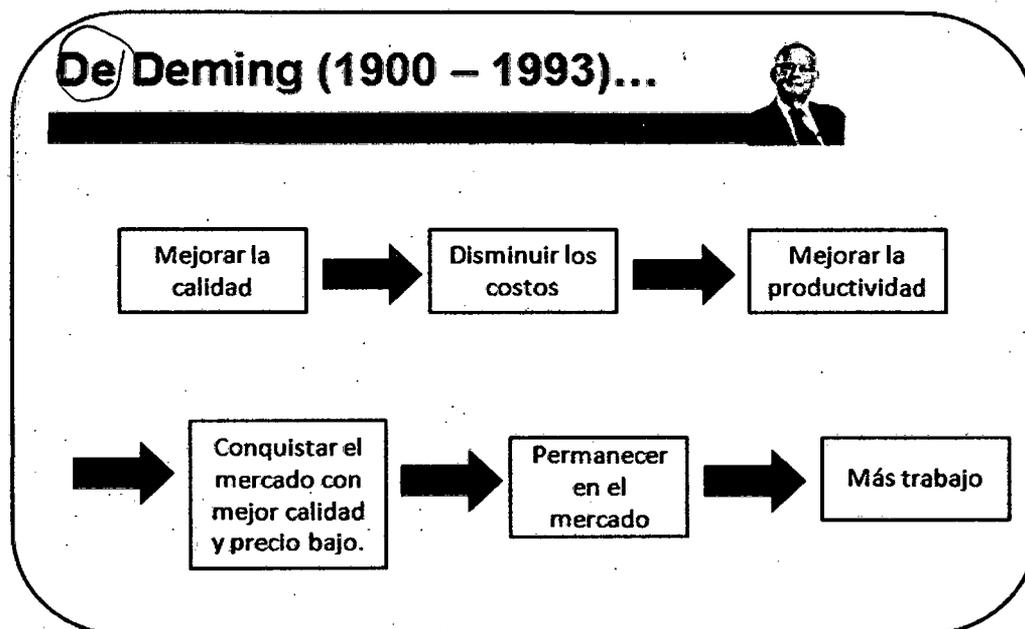
La definición desde la perspectiva de un proceso de producción es que la calidad es la conformidad relativa con las especificaciones del diseño, es decir a mayor nivel de cumplimiento mayor su calidad.

2.2.6 RELACION CALIDAD – PRODUCTIVIDAD

En este acápite del marco teórico se procura resumir tan solo una parte del importante pensamiento de Deming en gestión de la calidad, en donde se consideran los siguientes temas:

- La ecuación que relaciona calidad con productividad, competitividad y permanencia en el mercado.
- El círculo de Deming.

GRAFICA 02: Reacción en Cadena - Deming



FUENTE: Elaboración propia en base al libro de Edwards W. Deming "Gestión de la Calidad"

¿Por qué la calidad aumenta la productividad?

La respuesta es calificada por Deming como la reacción en cadena.

¿Por qué disminuyen los costos?

Porque hay menos desperdicios, menor reproceso, menos errores, menos retrasos, se aprovecha mejor el tiempo de máquinas, sólo se emplean los insumos necesarios.

¿Por qué mejora la productividad?

Porque las horas – hombre y las horas – máquina no se malgastan, se aprovechan mejor. Los recursos renovables no se deterioran.

¿Por qué se conquista el mercado?

Porque se planifica y se produce en relación con las preferencias y requerimientos del cliente, y se mejora continuamente en ese sentido.

¿Por qué se permanece en el negocio?

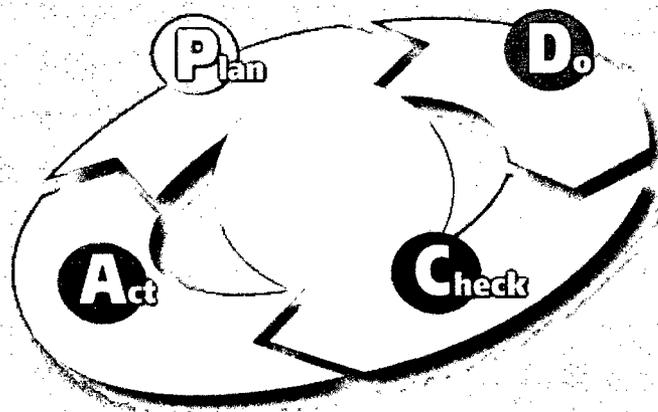
Porque el cliente satisfecho volverá a comprar y recomendará hacer los mismo a otros clientes.

¿Por qué se incrementa el trabajo?

Porque el mercado ha sido conquistado y está en aumento. El operario está orgulloso de su trabajo.

Por otro lado citamos en la siguiente grafica el ciclo del PDCA, conocido también como el círculo de Deming, aunque se hace la aclaración que este esquema fue ideado realmente por Walter Shewhart y luego fue Deming quien lo difundió y llevo al Japón con éxito.

GRAFICA 03: Ciclo de PDCA



FUENTE: Jay Heizer-Barry Render "Dirección de la Producción y de Operaciones – 8va Edición 2009

Aquí se refleja el círculo virtuoso de la mejora continua el cual hace referencia a cuatro acciones o partes que son:

Planear lo que se pretende alcanzar, incluyendo con ello la incorporación de las observaciones a lo que se viene realizando.

Hacer o llevar adelante lo planeado.

Chequear o verificar que se haya actuado de acuerdo a lo planeado así como los efectos del plan.

Actuar a partir de los resultados a fin de incorporar lo aprendido, lo cual es expresado en observaciones y recomendaciones.

El círculo representa en cuadrantes estas acciones, las cuales se deben aplicar indefinidamente

2.2.7 CONTROL LOGISTICO

El control de inventario es un aspecto crítico dentro de la gestión es mantener actualizado el movimiento y saldos de las existencias en cada etapa del proceso de fabricación es un aspecto clave para poder hacer una adecuada planificación y proyección de los planes maestros de producción, teniendo como premisa que dichos saldos deben actualizarse en línea y considerando siempre un minucioso control de mermas y ajuste de inventario en forma periódica y constante. Este control permitirá tener saldos reales y a su vez eso permitirá reducir al mínimo las cifras de dichos stock a fin de tener un bajo costo de inventario pero sin afectar los programas de producción ni la atención al mercado.

2.2.8 PLANIFICACION DE RECURSOS MATERIALES

Integran las actividades de producción y compras, programan las adquisiciones a proveedores en función de la producción programada. El MRP, es un sistema de planificación de la producción y de gestión de stocks que responde a las preguntas: ¿Qué? ¿Cuánto? y ¿Cuándo?, se debe fabricar y/o aprovisionar. El Objetivo del MRP es brindar un enfoque más efectivo, sensible y disciplinado para determinar los requerimientos de materiales de la empresa. Los sistemas MRP ayudan a las empresas a reducir los niveles de inventario de los materiales que

usan, esto porque, al planear sus requerimientos de insumos en base a lo que realmente les demanda, los costos se reducen debido a que se compra sólo lo necesario y se logra además que estos lleguen en el momento oportuno evitando así incurrir en un innecesario costo de almacenamiento.

2.2.9 BALANCE DE LINEA

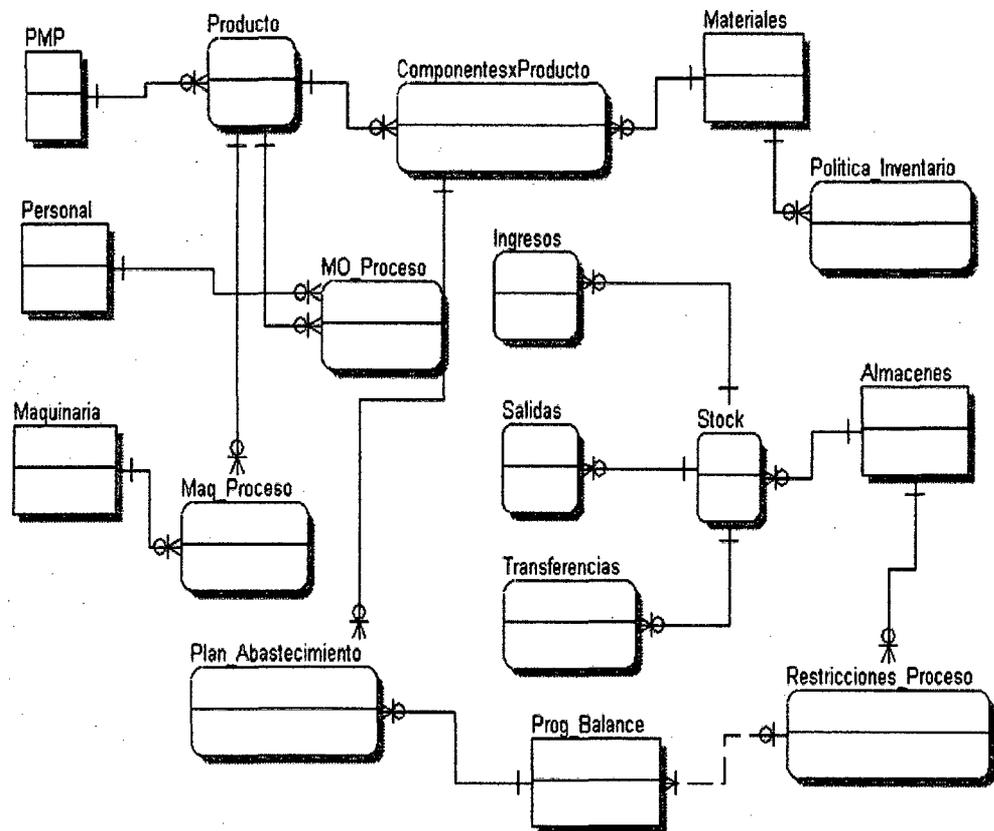
Uno de los aspectos fundamentales que se tiene dentro de la manufactura, es el “asegurar el flujo continuo y uniforme de los productos a través de los diferentes procesos dentro de la planta”. Debido a que los tiempos de operación por parte de las personas, es fluctuante según una serie de factores, como lo son el cansancio, la curva de rendimiento, el nivel de aprendizaje, dificultad de la operación, temperatura, etc.; además de la mano de obra, se cuenta con recursos que pueden limitarse en un momento dado como son las máquinas, materiales, insumos, etc. Hallar la distribución de la capacidad de manera de minimizar este problema es lo que se conoce como Balance de Línea. Si en un proceso productivo de una planta manufacturera se observa que en algunos procesos sus operarios se encuentran trabajando totalmente, mientras que otros se encuentran ociosos la conclusión es que: “la planta no está balanceada”. El Balance de Línea debe realizarse según el proceso productivo que se tenga, ya que existen muchas configuraciones posibles de procesos productivos.

2.2.10 APLICACIÓN INFORMATICA

Tal como se indica las herramientas técnicas de aplicación de esta investigación son tres pero en la práctica hay una cuarta que cubre básicamente el aspecto técnico-operativo, la cual es el sistema de información o computarizado, es decir la aplicación que luego de una adecuada etapa de análisis y diseño, se deberá desarrollar e implementar en base a un software que plasme toda la estructura de datos que soporte la funcionalidad del sistema de gestión productivo.

Para este fin durante el desarrollo de la Tesis se ha elaborado modelamientos tentativos de la mencionada aplicación informática, tal como se puede esquematizar en la gráfica a continuación:

GRAFICA 04: Ejemplo de Modelo de Datos – Entidad Relación



FUENTE: Elaboración Propia – Octubre 2007

2.2.11 BIBLIOGRAFIA DE INTEGRACION DE HERRAMIENTAS.

A continuación se cita bibliografía especializada donde se observa el grado de integración que tiene algunas de estas herramientas y su afinidad con todo lo desarrollado en este trabajo de investigación.

En el libro “Administración de Operaciones – Estrategias de Análisis”. Novena edición año 2009, el autor Lee Krajewski detalla lo siguiente:

El Plan Agregado y la Planificación de Recursos Materiales toman una serie de aspectos como parte de su Input y asimismo los integran de

alguna forma para lograr resultados mucho más favorables tanto en costos como en tiempo y por ende en la ansiada productividad la cual se menciona a lo largo de esta investigación.

En el caso del Plan Agregado de Producción Krajewski dice: “El plan agregado es útil porque está enfocado en un curso de acción general que es congruente con las metas y objetivos estratégicos de la compañía, sin dejarse invadir por demasiados detalles”. Asimismo Krajewski brinda un esquema que sintetiza cual es la información que alimenta o nutre de alguna forma al Plan Agregado.

GRAFICA 05: Insumos del Plan Agregado.



FUENTE: Krajewski “Administración de Operaciones”

5ta Edición, Capítulo 14

Como se observa en este esquema la información que requiere el plan agregado proviene de las diferentes áreas funcionales de una

organización y finalmente todo este Input apunta a su vez a lograr algún beneficio específico para cada una de sus funciones que son: minimizar los costos y maximizar las ganancias; maximizar el servicio al cliente; minimizar la inversión en inventario; minimizar los cambios en las tasas de producción; minimizar los cambios en los niveles de la fuerza de trabajo y maximizar la utilización de planta y equipos.

Pero pese a pretender lograr estos beneficios o ventajas no se indica con claridad cuáles son los métodos o pasos a seguir. En un caso mucho más puntual no se indica por ejemplo si se aplica un Balance de Línea para el último objetivo y menos aun si la aplicación de este concepto va de la mano en forma natural con lo que sería la Planificación de Recursos Naturales.

Es muy importante analizar con detalle los conceptos y definiciones ya existentes, en primer lugar para nutrirse de la data histórica y en segundo lugar para ver donde están las desventajas y/o deficiencias a fin de identificar la oportunidad de brindar una mejora funcional y operativa.

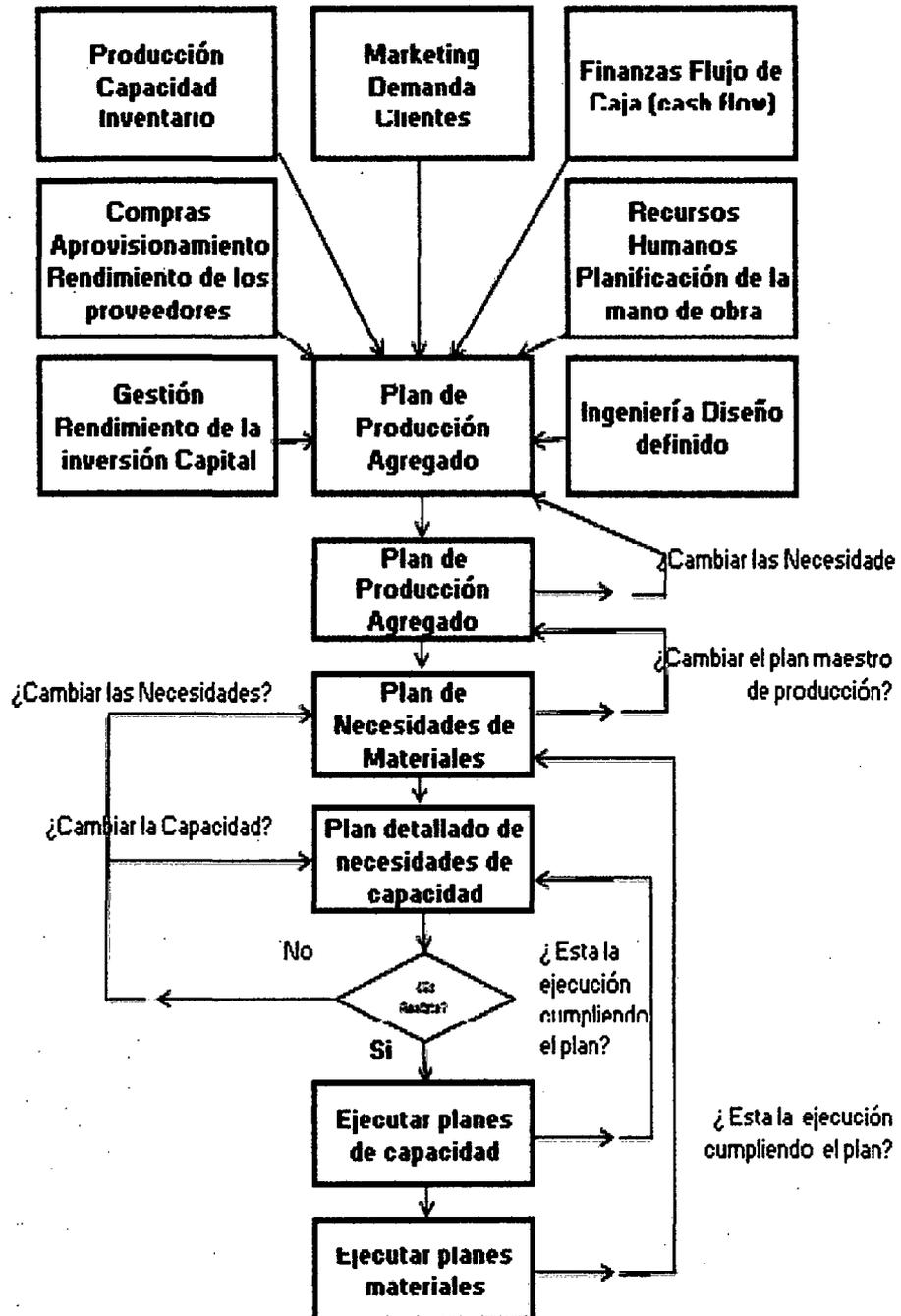
En el libro "Dirección de la Producción y de Operaciones" Decisiones Tácticas, Decima Edición 2009, los autores Jay Heizer y Barry Render, hacen una importante referencia a la estrecha relación que hay entre el plan agregado de producción y el MRP, tomando como base que de este plan agregado se debe desarrollar el Plan maestro de Producción MPS, en el cual se debe especificar con detalle que productos producir y la respectiva cantidad, por consiguiente es a partir de aquí que se puede determinar con exactitud la explosión de materiales necesarios, asimismo se puede concluir también que del Plan maestro de Producción inicial se puede actualizar nuevos Planes maestros en el plazo de dos a tres semanas y esto a su vez tendrá un efecto directo sobre el plan de abastecimiento en curso, lo cual conllevará a realizar los ajustes necesarios a fin de precisar y evitar excesos de materiales por un lado y faltantes por otro.

En párelo a este aspecto se puede observar que el Programa Maestro de Producción permite determinar el Plan de necesidades de Capacidad, elemento estrechamente relacionado al Balance de Línea, ya que se sabe que para obtener el balance de línea se requiere conocer al detalle las capacidades de planta y cómo hacer para que los recursos de esta trabajen en forma equilibrada y continua sin generar cuellos de botella o excesivos tiempos de espera entre proceso y proceso.

Se concluye que el Programa Maestro de Producción guarda estrecha relación con el sistema de gestión productivo propuesto, estos aspectos se explicaran con mayor precisión y detalle en el capítulo IV.

Asimismo los autores citan un esquema donde se observa como interactúa el MRP dentro del contexto global de la empresa, relacionándolo con la gestión comercial, con las finanzas, con la gestión de recursos humanos y con los procesos en general de una empresa.

GRAFICA 06: El proceso de planificación



FUENTE: "Dirección de la Producción" de Jay Heizer y Barry Render, Capítulo 4.

En este esquema se puede observar una visión general de la interrelación y dependencia que tienen los procesos de fabricación

como el Plan Agregado, Plan de necesidad de materiales y Gestión de capacidad de Planta, con relación a la gestión comercial y financiera de la empresa. Y por ende resaltar la importancia de establecer una mejora continua en la productividad.

2.3 LA ORGANIZACIÓN

2.3.1 RESEÑA HISTORICA

El 26 de Diciembre del 1994 se fusionaron las dos principales empresas del Perú en el rubro de fabricación de Sanitarios de Loza, nos referimos a Cerámicas Mosaicos S.A. (conocida como TREBOL) y Cerámica del Pacifico S.A. (conocida como CERPAC), empresas que durante varias décadas se disputaban el liderazgo en el mercado nacional y pugnaban por lograr un posicionamiento en mercados del exterior.

A partir de esa fecha se integraron una serie de aspectos, recogiendo las principales virtudes y ventajas competitivas de cada una de ellas. Finalmente predominó el logo TREBOL como marca emblemática de esta nueva organización, no obstante los modelos, diseños y colores tenían su origen en la ex - CERPAC.

Desde el año 1995 esta nueva organización centralizo sus principales actividades administrativas y comerciales en la sede de la ex Cerámicas Mosaicos S.A. por estar mejor ubicada geográficamente a un paso del principal nicho comercial de estos productos cerámicos conocido hasta la fecha como "Palao" (haciendo referencia a la urbanización en la cual se ubica este punto comercial).

En el transcurso de los años 1999 y 2000 esta nueva empresa Corporación Cerámica S.A. se unió en forma oficial, comercial y estratégica a la empresa CERAMICA LIMA S.A. la cual inicio sus operaciones en la década del 80, tomando como base el capital de los mismos accionistas de la entonces CERPAC. Actualmente es la empresa más importante de este grupo económico.

En la actualidad ese 25% de acciones los tiene el grupo Enfoca, razón por la cual el grupo económico es conocido como TREBOL-CELIMA.

A este grupo se suman además las empresas: Comercial La Victoria S.A. (Empresa comercializadora de acabados de construcción), Novafonte del Perú S.A. (empresa fabricante de Fraguas y Pegamentos para Pisos y Mayólicas), CIA. Minera Las Camelias S.A. (empresa minera la cual explota algunas de los principales materias primas utilizadas para la fabricación de Loza) y Gerencia Cerámica S.A. GERCESA (empresa dedicada básicamente a brindar los servicios gerenciales al resto de empresas mencionadas).

La primera década del 2000 ha resultado considerablemente favorable para este sector dada la creciente y sostenida actividad de construcción que se desarrolla en el Perú, impactando positivamente en la demanda de sus productos.

Durante los últimos años Corporación Cerámica S.A. ha sabido abrirse paso en el difícil y competitivo mercado internacional, logrando exportar en forma regular importantes cantidades de sus diferentes productos a países como Colombia, Chile, Honduras, EE.UU., Bolivia, El Salvador, México, entre otros, al punto que la empresa TREBOL se encuentra posicionada en el mercado de 14 países.

Entre los principales productos que actualmente vemos en el mercado podemos mencionar a los productos de las líneas:

Sifon Jet: Línea comercial, económica para espacios mas pequeños.

Top Piece: Línea de Semi-Lujo, orientada a un sector mas selectivo.

One Piece: Línea de Lujo, dirigida al público mas exigente y exclusivos

Se cuenta con una gran gama de colores, que en combinación con los diferentes modelos, tipos de piezas y calidades; se llegan a obtener más de 1200 referencias.

2.3.2 SITUACION ACTUAL

En la actualidad Corporación Cerámica S.A. (CORCESA) es la empresa líder de Perú dedicada a la fabricación de sanitarios de porcelana vitrificada de la reconocida marca TREBOL, orientada al mercado nacional e internacional; forma parte del grupo denominado Trébol – Celima. Para el logro de su objetivo social cuenta con dos Plantas ubicadas en el Departamento de Lima, una denominada Planta-1 (ex Cerámicas Mosaicos S.A.) ubicada en Av. Alfredo Mendiola No.1465 distrito de San Martín de Porres y la segunda denominada Planta-2 (ex Cerámica del Pacífico S.A.) ubicada en Av. Argentina 3855 distrito de Carmen de La Legua – Callao.

En el 2009 adquirió e instaló en Planta-1, un nuevo y moderno horno de tecnología italiana, ampliando de este modo considerablemente la capacidad de producción.

A fines del 2011 y en el transcurso del presente año se adquirirá e instalará un horno adicional contribuyendo de este modo al incremento de su capacidad.

Esta industria centra sus procesos productivos en las áreas que conforman la cadena de valor. Tomando en cuenta la logística, los recursos humanos, los procesos administrativos y las ventas, que en conjunto constituyen el gran sistema de fabricación.

La empresa pasa por una etapa de crecimiento importante, por lo que necesita aplicar una gestión de mejora continua en sus métodos y procesos administrativos y productivos, de lo contrario el crecimiento sin una adecuada previsión, planificación y organización en todos los niveles, puede traer consigo una serie de problemas e inconvenientes que harían perder el control que se requiere en situaciones como estas. Los directivos de esta organización saben de la necesidad de mejorar y

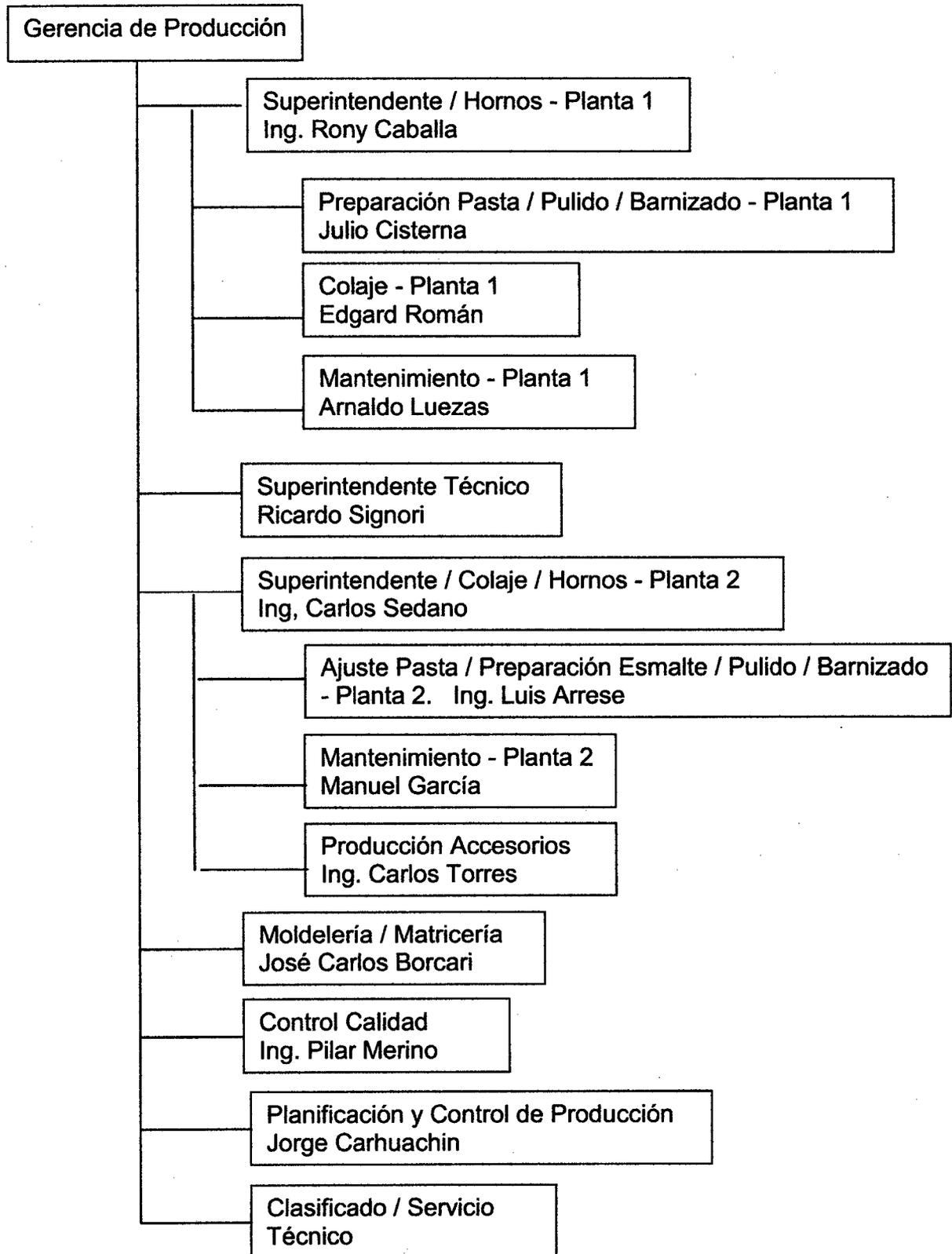
optimizar sus procesos y en virtud a esta necesidad, el desarrollo y realización de este trabajo de investigación.

2.3.3 ORGANIZACIÓN DEL AREA DE PRODUCCION

La empresa tiene una estructura organización tradicional que la conforman las gerencias: Administración, Finanzas, Comercialización, Proyectos, Recursos Humanos y Producción. Como el estudio se centra en el tema productivo se ha citado el segmento correspondiente al organigrama del área productiva, el mismo que contempla la estructura organizacional de cada una de sus dos sedes. Este organigrama indica cada una de las jefaturas con los responsables a Marzo del 2010.

2.3.4 ORGANIGRAMA

GRAFICA 07: Organigrama del Área de Producción

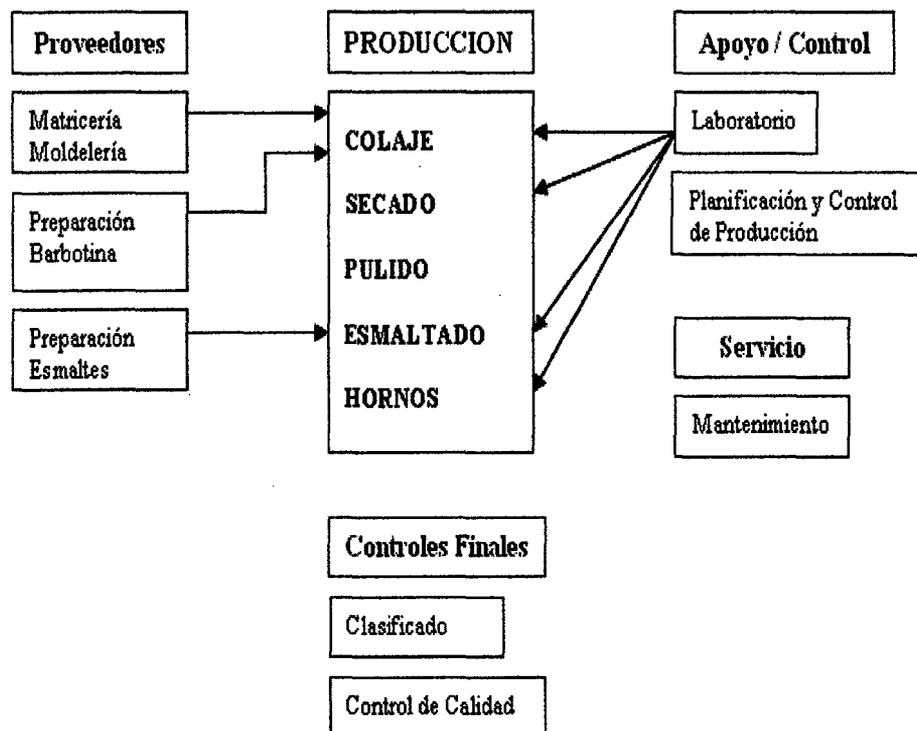


FUENTE: Estudio de Información Trebol – M.Díaz– Setiembre 2007

2.3.5 PROCESO PRODUCTIVO ACTUAL

A continuación se muestra el actual proceso productivo de la industria de fabricación de sanitarios de loza, Corporación Cerámica S.A. (TREBOL).

GRAFICA 08: Visión del Proceso Productivo



FUENTE: Estudio de Información Trebol – M.Díaz– Setiembre 2007

En este cuadro se explica a grandes rasgos el proceso productivo y las diferentes áreas que lo conforman:

a).- Descripción General de los Procesos de Producción:

El proceso de fabricación de sanitarios comprende la adquisición de materias primas, su evaluación y aprobación para con ella poder preparar la Barbotina o pasta que luego de ser vaciada en moldes de yeso da origen a las piezas sanitarias en crudo, estas piezas sufren procesos de secado, pulido y esmaltado para luego ingresar a los hornos y salir como piezas cocidas que luego se clasifican en tres

diferentes calidades e ingresan a los almacenes para su venta y despacho.

Durante el proceso se ejecutan diversos controles de laboratorio sobre la materia prima, la barbotina y las piezas, en la salida de las cámaras de secado y en la salida de los hornos se controla la temperatura y la humedad, estos controles brindan cierta garantía sobre las labores propias del proceso ya que en él es determinante la intervención de los operarios.

- **Matricería:** Proceso de fabricación de la matriz o molde madre que dará origen a los moldes de yeso cerámico a ser utilizados en colaje.
- **Moldelería:** Proceso de vaciado de yeso en la matriz y generación de moldes para las bancas o baterías del área de colaje.
- **Preparación Barbotina:** Proceso mediante el cual se mezclan diversas materias primas nacionales e importadas y se obtienen la Barbotina o pasta.
- **Recepción de Barbotina y Ajuste:** Comprende la recepción diaria de Barbotina y almacenamiento en balsas para su posterior ajuste para obtener los niveles de viscosidad y densidad necesarios antes de ser entregada para el colado.
- **Colado:** Proceso de conformación de las piezas sanitarias en crudo, para lo cual se utilizan moldes y Barbotina ajustada. Es de dos tipos uno manual en banca y el otro semi-mecanizado en baterías. En ambos la mano del hombre es indispensable para el resultado final. El D.O.P. de este proceso se observa en el Anexo N° 02.
- **Secado:** Proceso que involucra el retiro de la humedad de las piezas sin que se comprometa un esfuerzo mecánico que derive

en grietas. Para este propósito se cuenta con cámaras de secado en donde las variables de temperatura y humedad son reguladas.

- Pulido: Es el proceso en el cual las piezas secadas son inspeccionadas con el propósito de detectar posibles grietas y eliminar aquellos defectos superficiales que involucren un desmedro en la calidad final de la pieza. El D.O.P. de este proceso se observa en el Anexo N° 03.
- Preparación de Esmaltes: Este proceso comprende la fabricación de los diferentes colores de esmaltes que se aplicaran a las piezas. Esta preparación se hace en molinos usando uno para cada color.
- Esmaltado: Es el acabado final de la pieza. En este proceso se aplica el esmalte que como resultado final da el color y el vidriado sobre la superficie de la pieza. El D.O.P. de este proceso se observa en el Anexo N° 04.
- Cocción: Es el proceso final del ciclo de producción. Las piezas son sometidas a temperaturas elevadas hasta llegar al vidriado final. Para este propósito se utilizan los hornos en cuyo interior las piezas sufren cambios físico – químicos. El D.O.P. de este proceso se observa en el Anexo N° 05.
- Clasificado: Comprende la inspección de las piezas que salen de los hornos, se registra los errores de producción y se determina su calidad, forma de embalaje y presentación final antes de ingresarlos a los almacenes de productos terminados.
- Control de Calidad: Auditoria de calidad sobre la producción clasificada, se realiza en forma de muestreo y es previo al ingreso de los productos a los almacenes.

CAPITULO III

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

3.1 TIPO DE INVESTIGACION

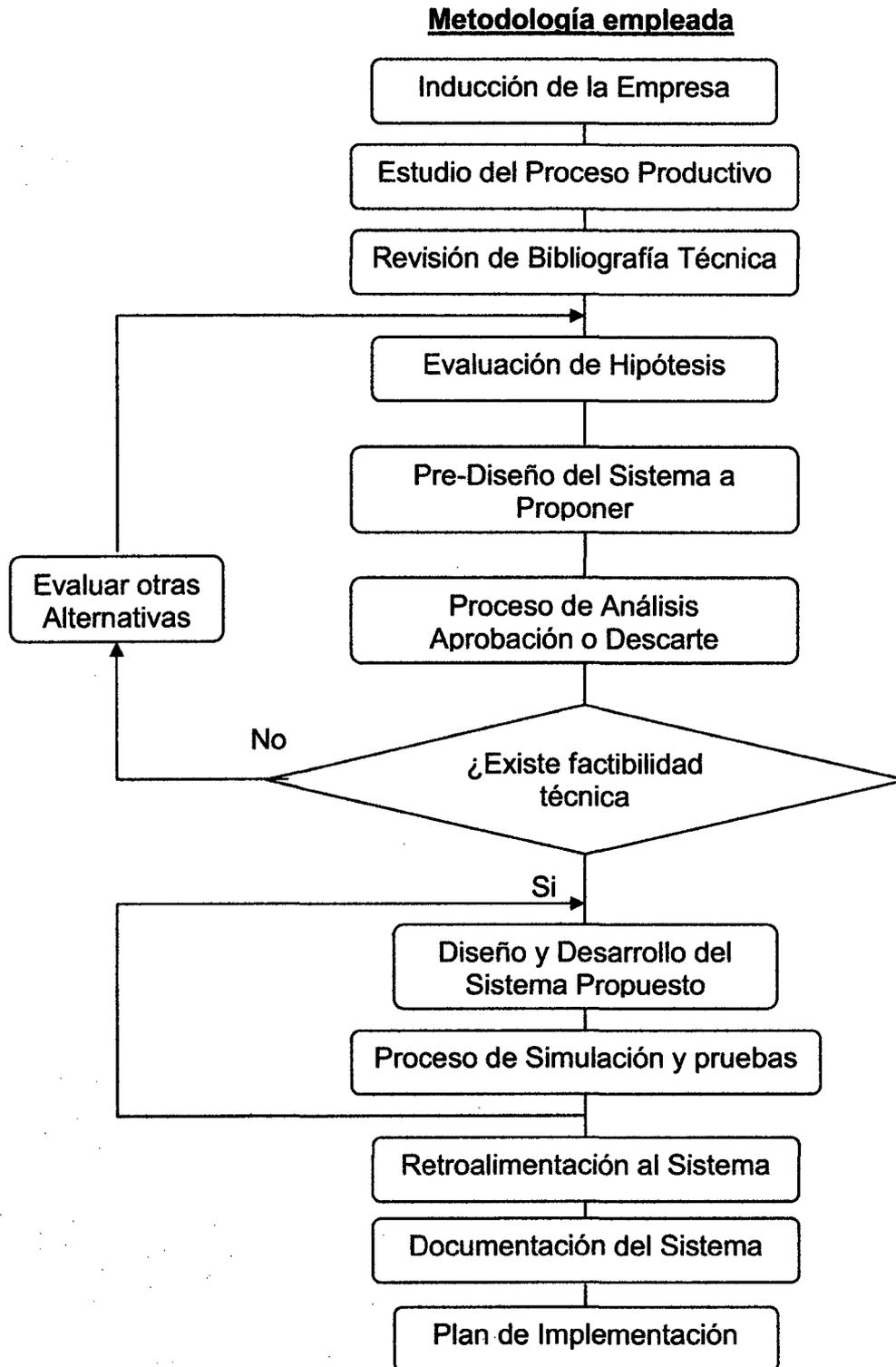
Esta investigación será de tipo aplicada Básica porque ya se ha escrito acerca de la optimización de Procesos Productivos y la presente investigación hace una ampliación, personalización y aplicación de herramientas ya conocidas pero en forma integral. Teniendo como objetivo poner en práctica un nuevo concepto mediante pruebas pilotos y luego con una puesta en marcha dentro de un ámbito real como es la fabricación de Sanitarios de loza en el Perú puntualmente en la empresa Corporación Cerámica S.A. y así brindar una herramienta útil y efectiva para contribuir con este sector industrial.

3.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACION

Esta investigación se basa en un diseño No Experimental, con contrastación de Hipótesis.

Por otro lado se expone a continuación el diagrama de flujo que grafica detalladamente la metodología empleada en esta investigación:

GRAFICA 09: Diagrama de Flujo de la Metodología Empleada.



FUENTE: Elaboración Propia - Metodología Aplicada – Diciembre 2010.

Por otro se indica las actividades realizada durante el desarrollo de esta investigación:

Recolección de Datos: Durante el desarrollo de esta investigación se recopiló un importante volumen de información la cual constituye un valioso insumo para el desarrollo del SGP. Esta información se obtuvo a través de una serie de entrevistas con los jefes de sección de la misma industria y con la revisión de varios documentos de trabajo proporcionados por dicho personal.

Análisis de Información: Una vez recibida y/o recopilada toda la información relevante se procedió a realizar un minucioso análisis de las N variables del proceso y de los conceptos teóricos base de esta investigación, para poder estructurar en forma sistemática el sistema de gestión propuesto.

Desarrollo del SGP: En este rubro se definió detalladamente la estructura del sistema de gestión propuesto indicando los esquemas, flujos de información, modo de sistematización, consideraciones básicas del SGP, alcances, límites, herramientas complementarias, pautas para una adecuada implementación y la documentación necesaria correspondiente.

Conclusiones: Contando con el sistema de gestión productivo SGP ya desarrollado se hará una revisión general para redactar las conclusiones de esta investigación y del sistema como tal.

En la gráfica N° 09 (página 31) se muestra la forma de trabajo que se efectuó a lo largo de esta investigación siguiendo la estrategia metodológica.

3.3 POBLACION Y MUESTRA

La presente investigación se ha realizado en las dos plantas de la empresa, pero se ha centrado el análisis de datos en la planta 1, donde se concentra la mayor cantidad de datos para su evaluación.

De esta planta se tomó el mayor volumen de información la que se detallará luego. Pero lo más importante a resaltar es que allí se pudo

observar la mayor cantidad de problemas funcionales y operativos partiendo de la inadecuada distribución de planta que allí existe, situación que tiene un impacto en la generación de tiempos muertos y en los costos elevados del proceso en sus diferentes etapas.

3.4 VARIABLES, DIMENSIONES E INDICADORES

Continuando con la metodología de investigación, se expone a continuación las variables identificadas tema central de este trabajo, luego se detalla cuales son las dimensiones de cada una de estas variables y finalmente los indicadores.

3.4.1 VARIABLES

A continuación se detalla como parte de la metodología las dos variables que son el eje central de este trabajo de investigación.

3.4.1.1 Variable Independiente (X):

“Sistema de Gestión Productivo”

Como ya se expuso en diferentes acápite de este trabajo el sujeto principal es el Sistemas de Gestión Productivo SGP el cual constituye a su vez la propuesta solución.

3.4.1.2 Variable Dependiente (Y):

“Mejorar en la Productividad en una industria de sanitarios de loza”

Como resultado de la implementación del Sistema de Gestión Productivo se espera lograr una mejora en la Productividad a lo largo de todo el proceso productivo, la cual se debe traducir en reducción de costos, reducción de tiempo de atención y eficiencia en el proceso en general.

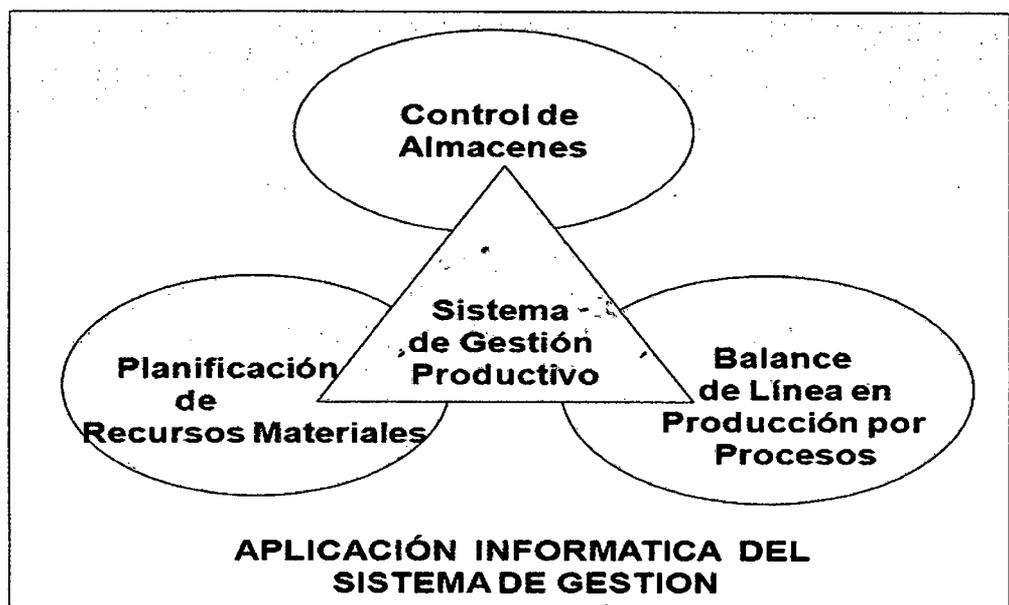
3.4.2 DIMENSIONES

Las dimensiones que conforman la variable independiente son:

“Planificación de Recursos Materiales”, “Balance de Línea” y “Control Logístico”

Estas tres dimensiones de la variable independiente son las herramientas a integrar y de las cuales se esperan beneficios mayores a los que se obtuviera si se les aplicara en forma independiente. A continuación se muestra un esquema de la solución propuesta y sus respectivas dimensiones.

GRAFICA 10: Esquema del Sistema de Gestión Productivo Propuesto



FUENTE: Elaboración Propia – Setiembre 2007

La presente propuesta consiste en desarrollar un nuevo Sistema Gestión Productivo que integre de manera articulada y sistemática los métodos de control de almacenes, planificación de recursos materiales MRP y Balance de Línea en Producción por Procesos; el cual será soportado por un sistema de información para el proceso productivo. Actualmente las diferentes empresas de rubros afines poseen diversos métodos y herramientas orientadas a solucionar la complejidad de este tipo de procesos debido a que cuentan con una gran cantidad de componentes involucrados, falta de tecnologías adecuadas y

principalmente por los problemas de gestión propios de las culturas organizacionales de cada realidad y organización.

Las dimensiones que conforman la variable dependiente son:

Análisis y Definición del Problema y

Implementación de la mejora continua de la productividad.

Tal como se indica dentro del enfoque metodológico que se está aplicando, ya se identificó y definió el problema de esta investigación, detallando una serie de aspectos específicos y generales, e inclusive plasmándolo en un diagrama Causa -Efecto.

Posteriormente como parte de la solución se debe hacer efectiva la implementación de la mejora continua de la productividad, como resultado de una exitosa implementación del Sistema de Gestión Productivo SGP.

Para este fin se está tomando como base los lineamientos de gestión de la Mejora continua de la calidad.

3.4.3 INDICADORES

Los indicadores de control de esta investigación son los siguientes:

- Tiempo de reposición de Materiales,
- Cuellos de Botella,
- Rotación de Stock,
- Tiempo de Fabricación,
- Costos de Fabricación,
- Eficiencia en el proceso productivo.

Estos indicadores son los puntos de control que permitirán determinar a qué nivel se está logrando la esperada mejora de la productividad en la industria de fabricación de sanitarios de loza.

Se recomienda que estos indicadores sean alimentados y analizados en forma periódica y con la mayor frecuencia posible. Estos indicadores servirán de Input para una adecuada y oportuna toma de decisiones.

3.4.3 ASPECTOS INTERVINIENTES:

Los aspectos intervinientes no forman parte central del SGP pero si tiene una intervención indirecta en el proceso, para el caso de esta investigación se menciona el aspecto teórico y conceptual de los siguientes aspectos:

Tecnología del Proceso Productivo.-

Se refiere al nivel tecnológico que se tiene a la mano y que se están aplicando en los procesos y actividades del proceso productivo. Se debe tomar en cuenta que las tecnologías emergentes son las que marcaran el paso de los avances en la productividad y eficiencia de la gestión productiva de una organización, razón por la cual es muy importante mantenerse al tanto de este aspecto para mantener de manera permanente el nivel de competitividad requerido.

Cultura Organizacional.-

Se refiere a los conceptos, costumbres, ideología, forma de pensar y actuar de las personas dentro de una misma organización. Toda organización tiene su propia cultura organizacional, adquiere su forma o estatus en virtud a la gestión de sus líderes.

Determinación y Análisis de Costos de Producción.-

Se refiere al Conjunto de importes que suman todo aquella inversión o nivel económico de egresos al realizar o fabricar un determinado lote de productos. Aquí se debe considerar tanto costos fijos como variables para lograr obtener el verdadero o real costo de producción.

Gestión de Activos en Planta.-

Este aspecto se refiere al Conjunto de actividades necesarias para llevar una adecuada administración de los activos de una planta. Se ha citado a este aspecto ya que dentro del SGP planteado se debe tomar en cuenta la productividad y costos variables de la línea de producción, las que están muy ligadas a las maquinarias y equipos con los que se cuenta en la planta. Por eso se debe considerar a este aspecto como un factor influyente dentro del presente estudio.

Gestión Comercial de la empresa.-

Se considera la influencia de la gestión comercial como un aspecto interviniente al darse con frecuencia que no hay una debida comunicación y coordinación entre la gestión productiva y la gestión comercial, esta última ejerce una influencia negativa sobre la primera. Por tal razón este es un factor muy importante que se debe tomar en cuenta. Cabe señalar que el presente estudio no pretende hacer cambios en la actividad comercial, no obstante podría quedar alguna sugerencia al final del estudio.

Restricciones del Proceso Productivo.-

Este aspecto se refiere a todos aquellos parámetros y límites técnicos u operativos que se deben tomar en cuenta durante la ejecución de un determinado proceso. Generalmente este concepto se aplica según la capacidad instalada y aspectos técnicos del que hacer rutinario de un proceso fabril.

3.5 TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS

Este proceso consistió básicamente en un programa de reuniones con el personal de cada una de las secciones del área de producción así como también de oficinas administrativas estrechamente relacionadas al flujo de información que fluye a lo largo de todo el proceso de fabricación hasta el internamiento de los productos al almacén listos para su comercialización.

3.5.1 FUENTE DE INFORMACIÓN.

En estas reuniones se recopilaron algunos formatos, informes, diagramas, etc. Parte de esta información se cita como anexos.

Áreas visitadas:

- Sistemas.
- Matricería.
- Moldelería.

- Preparación Barbotina.
- Preparación Esmaltes.
- Superintendencia Planta 1 y Planta 2.
- Colaje.
- Secado.
- Pulido.
- Esmaltado.
- Hornos.
- Accesorios.
- Clasificado.
- Control de Calidad.
- Laboratorio.
- Planificación y Control de Producción.

De acuerdo a la complejidad de cada sección de trabajo algunas entrevistas duraron varios días o inclusive se realizaron visitas adicionales para poder despejar dudas y/o consultas que saltaron en el proceso de elaboración de la solución propuesta.

3.5.2 FORMATOS DE TRABAJO

Como parte complementaria a las entrevistas y apuntes realizados se recopilaron también 73 formatos de trabajo que se usan en cada una de las secciones de trabajo que forman parte del entorno general del proceso productivo de esta empresa.

Estos formatos contribuyeron en gran parte para analizar el grado de manualidad que aun existe en el flujo de información del actual proceso y así mismo fueron un Input muy valioso a fin de esquematizar la propuesta solución. A continuación el título y/o descripción de cada uno de los formatos recopilados en cada área:

Matriceria:

1. Entrega de Matrices.

Moldelería:

2. Control Diario de Producción de Moldes Sanitarios – Tapas – Accesorios
3. Control de Carga de Moldes – Cámara de Secado
4. Control de Cambio de Moldes Sanitarios – Tapas – Accesorios
5. Consumo de Accesorios, Yeso Cerámico y Enseres

Preparación Barbotina:

6. Molinos, Dispersiones trabajando
7. Producción Diaria de Molinos y Dispersiones
8. Controles Reológicos de la Barbotina
9. Dosificador
10. Ajuste de Barbotina

Preparación de Esmaltes

11. Control de Carga
12. Aprobación de Partidas de Esmalte
13. Stock de Esmaltes
14. Existencia de Esmalte en Litros
15. Producción de Esmaltes
16. Ocurrencias Esmalte

Colado:

17. Producción Diaria de Colaje
18. Formato de Control Tiempo por Batería
19. Cantidad de Llenes
20. Tiempos de Toma de Espesor

Secado:

21. Control de piezas secas enviadas a Pulido
22. Control de Stocks en Proceso
23. Distribución de los Carros del Secadero

24. Control de Stock
25. Cuadro de Transporte de Producción de Inodoros
26. Carga diaria de Secador de Sanitarios
27. Carga de Sanitarios a Secaderos Thermic
28. Ubicación de Rajados en las Piezas

Pulido:

29. Producción Diaria por Pulidor
30. Cuadro de Roturas por Colador
31. Control de Descarte y Resane del Inodoro One Piece
32. Control de Descarte y Resane de Producción en Banca
33. Control de Descarte y Resane de Producción en Batería
34. Producción de Piezas Pulidas a Barnizar

Esmaltado:

35. Producción Diaria por Barnizador
36. Piezas Barnizadas Remitidas
37. Control de paso de coches de piezas barnizadas que se entregan desde barnizado a hornos

Cocción:

38. Piezas barnizadas remitidas
39. Control de Carga Horno de Sanitarios
40. Control de Temperatura del Horno TC-137
41. Muestreo de Piezas realizado por la Sección de Hornos para el control de Humedad
42. Control de Carga
43. Control de Carga de Accesorios – Hornos V2
44. Control de Temperaturas Horno V2
45. Control Diario de Carga a Hornos
46. Control Diario de Carga a Horno POPPI – Accesorios
47. Hoja de Control del Horno POPPI

48. Control de Conos Pirométricos – Hornos

Preparación Accesorios:

49. Producción Accesorios

Clasificado:

50. Producción Clasificada Diaria

51. Clasificado Parihuelas

52. Resultado de Sifonaje Inodoro One Piece

Control de Calidad:

53. Test Dimensional

54. Inodoro One Piece Evolution de la rotura por filtración

55. Prueba de filtración al Inodoro One Piece Evolution

Controles de Laboratorio para producción

56. Aprobación de Materias Primas para Esmaltes

57. Propiedades Reológicas de la Barbotina

58. Propiedades Físico Cerámico de la Barbotina de Producción

59. Reporte de Control de Cabinas

60. Control de las muestras quemadas en el Horno TC-137

61. Control de las muestras quemadas en el Horno V2 / POPPI

62. Lecturas Colorimétricas de las Partidas de Esmaltes

63. Control de Humedad y Absorción de Piezas

64. Reporte de Absorción de agua de piezas vitrificadas

Control de Proyectos:

65. Ficha de Control de Productos Sanitarios

Formatos Generales:

66. Solicitud de Fotocopias

- 67. Servicio Interno
- 68. Solicitud de Materiales
- 69. Salida de Caja
- 70. Requerimiento de Pago de Promedio en C.V.P.
- 71. Pase de Permiso
- 72. Nota de Salida
- 73. Formato de compensación de horas extras por periodos equivalentes de descanso.

Data:

Adicionalmente como parte de la recolección de datos se logró obtener la data de una aplicación informática que actualmente se usa en el área de clasificado. Esta data fue proporcionada en archivos en formato "DBF" los cuales se pudieron analizar y evaluar a través del software FoxPro. Con esta data se pudo obtener data para realizar cálculos simulaciones y una serie de proyecciones, lo cual fue de mucha utilidad al momento de sacar conclusiones y demás como parte importante de esta investigación.

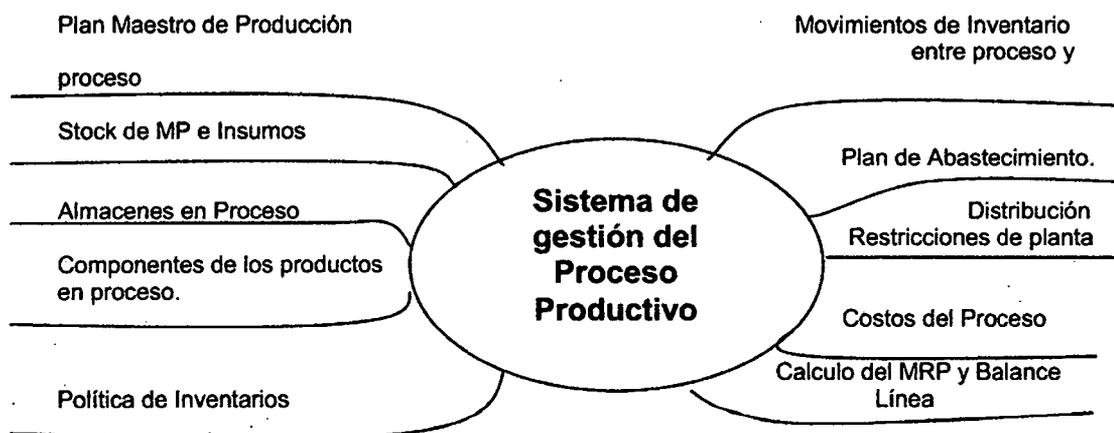
Cabe recalcar que la data proporcionada constaba de más de treinta mil registros de data por mes lo cual brindó una información muy rica para la evaluación.

CAPITULO IV
DISEÑO, DESARROLLO Y PLAN DE IMPLEMENTACION DEL
SISTEMA DE GESTION PRODUCTIVO

4.1 INTRODUCCION AL DISEÑO DEL SISTEMA

En el capítulo anterior gráfica N° 08 (página 27) se muestra la visión del proceso productivo en el cual se muestra como se conforma el sistema de gestión productivo. A continuación se explica de manera más detallada y funcional la operatividad de este sistema.

GRAFICA 11: Diagrama de Contexto - Sistema de Gestión Productivo



FUENTE: Elaboración Propia – Noviembre 2009

A partir de este SGP conceptual se explica primero en forma independiente la aplicación de las tres herramientas y/o técnicas que forman parte de este estudio, luego se verá la integración de las tres herramientas de manera funcional, describiendo y graficando su operatividad, pero antes se presenta el siguiente diagrama de contexto del SGP que indica a grandes rasgos cuales son los diferentes elementos que interactúan en el proceso, realizando un IN PUT para formar parte del flujo de información durante toda la línea de producción.

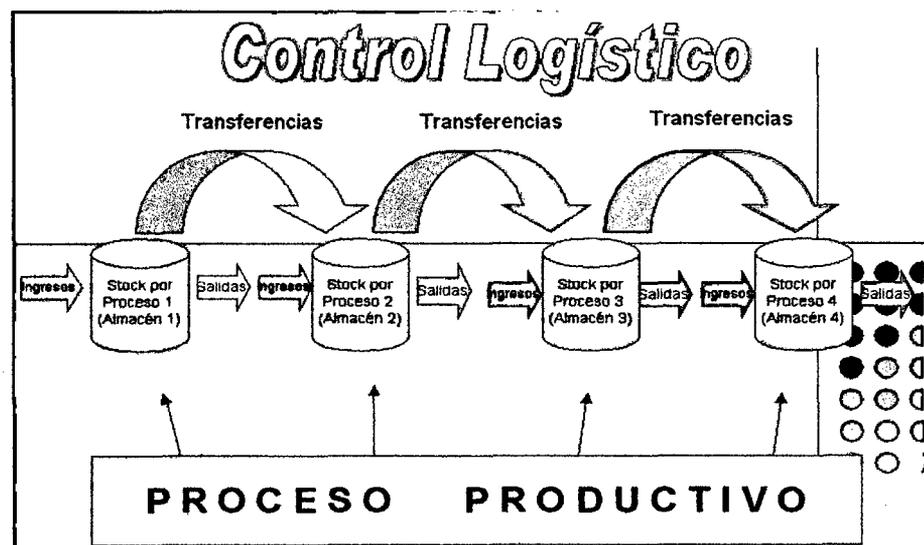
4.2 DEFINICION DEL SISTEMA DE GESTION PRODUCTIVO

PROPUESTO

El sistema de gestión productivo propuesto está definido por los componentes que interactúan como una unidad integrada, estos son: Control logístico, planificación de recursos materiales y balance de línea. Teniendo como complemento clave el enfoque sistémico a través del uso de herramientas para el diseño y desarrollo de sistemas de información.

4.2.1 HERRAMIENTA APLICADA – CONTROL LOGISTICO:

GRAFICA 12: Esquema del Control Logístico.



FUENTE: Elaboración Propia - Octubre 2007

Como ya se comentó en la definición conceptual el control logístico de almacenes consiste en consignar a cada uno de los procesos del sistema productivo como un almacén, con sus respectivos ingresos y salidas controladas como cualquier kardex. Dentro de un sencillo control de almacenes, un dato importante es que los movimientos entre cada proceso-almacén sean tratados como transferencias. Otra característica importante es que cada uno de estos almacenes podrá considerar dentro de su configuración y/o parametrización atributos para cada uno de sus ítems como son Stock mínimos, tiempo de arribo, lotes mínimos de compra, procedencia entre otros atributos que servirán dentro de la funcionalidad integral del sistema de gestión.

Es importante considerar la dependencia y secuencia que se debe definir entre cada proceso a fin de mantener una debida relación y a su vez contemplar y soportar los N procesos, es decir los N almacenes a lo largo de todo el proceso productivo, siendo así flexible al aumento o disminución de procesos.

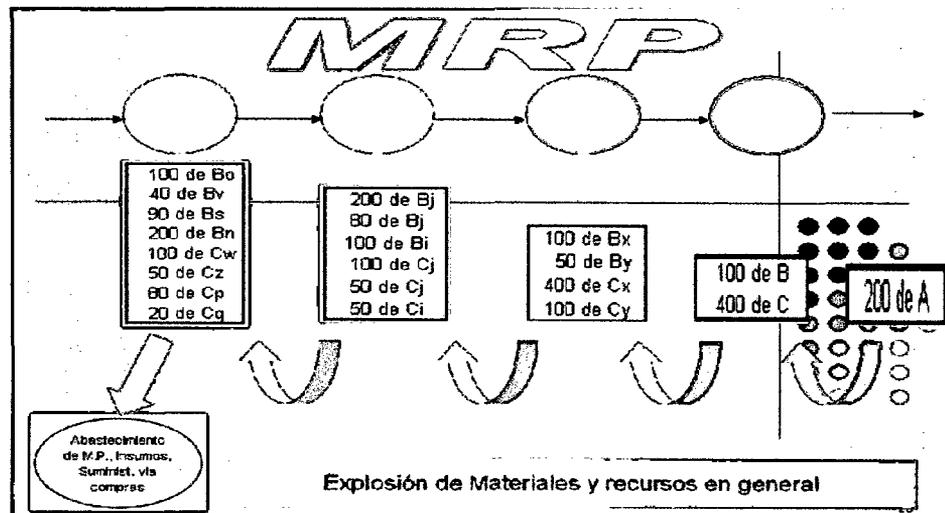
4.2.2 HERRAMIENTA APLICADA – PLANIFICACIÓN DE RECURSOS MATERIALES:

Esta herramienta se definió desde un enfoque conceptual y a continuación se le dará una explicación desde un enfoque funcional dentro del sistema de gestión productivo propuesto.

La esencia del MRP es explotar los requerimientos de los elementos ya sean materias primas, insumos y suministros necesarios para cumplir un determinado requerimiento de producción. La idea es que bajo ese mismo concepto cada uno de los almacenes defina lo que requiere del almacén(es) anterior (que le precede) para poder cumplir con el requerimiento de producción el cual a su vez debe provenir de los planes de

producción que elabore el área de PCP. Cada uno de los almacenes deberá a su vez configurar cada uno de sus ítems indicando su composición necesaria con los elementos y/o ítems del almacén que lo precede.

GRAFICA 13: Esquema funcional del MRP



FUENTE: Elaboración Propia – Octubre 2009

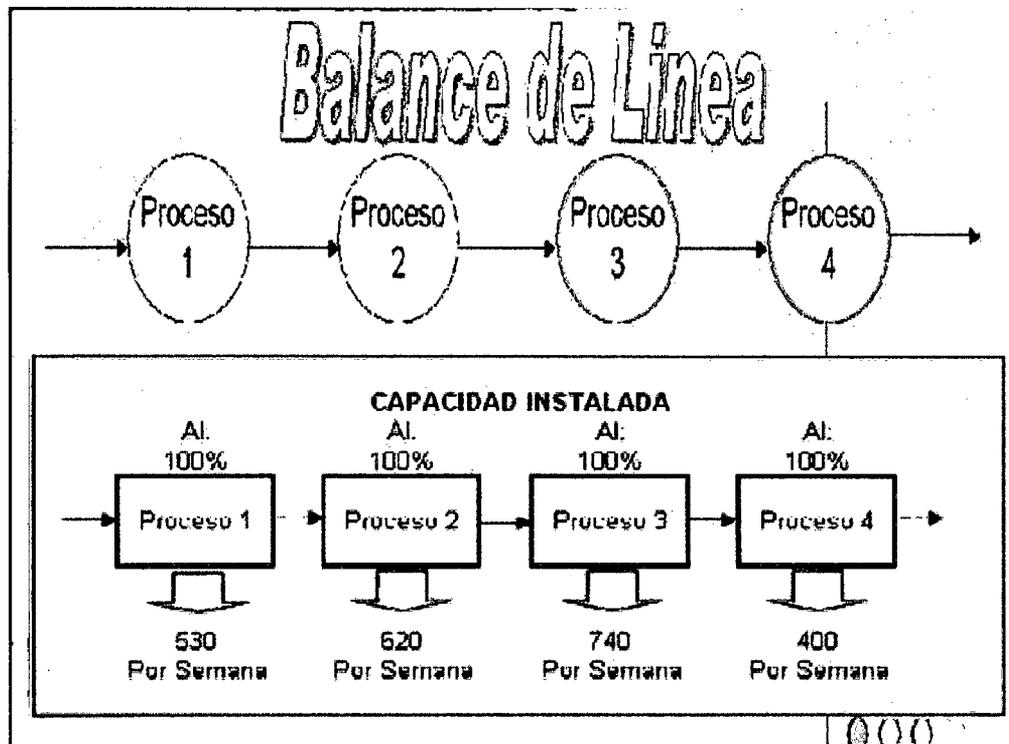
Esto finalmente se orienta a brindar un IN PUT para lo que sería la puesta en ejecución de todo el proceso como una sola gran línea de producción. Es importante que cada ítem guarde dentro de sus parámetros, datos con relación a la capacidad, uso de equipos y maquinarias así como de los recursos horas-hombre que se requiere para cada caso.

4.2.3 HERRAMIENTA APLICADA – BALANCE DE LÍNEA:

Como consecuencia de las dos herramientas explicadas anteriormente desde el enfoque funcional ahora se debe explicar esta tercera herramienta, teniendo como base el uso de los recursos de planta para balancear cada uno de los procesos en función al requerimiento a producir considerando que los

procesos no deben dejar o crear cuellos de botella que originen retrasos o tiempos muertos durante toda la línea de producción. Por otro lado una de las ventajas es que el registro y auto actualización diaria de estos balances, permitirá tomar decisiones con respecto a la ampliación y/o reducción de los recursos de planta para tener en forma habitual una línea de producción balanceada, utilizando eficientemente cada uno de los recursos de planta eliminando costos innecesarios (de mantenimiento entre otros).

GRAFICA 14: Esquema Funcional del Balance de Línea



FUENTE: Elaboración Propia – Octubre 2009

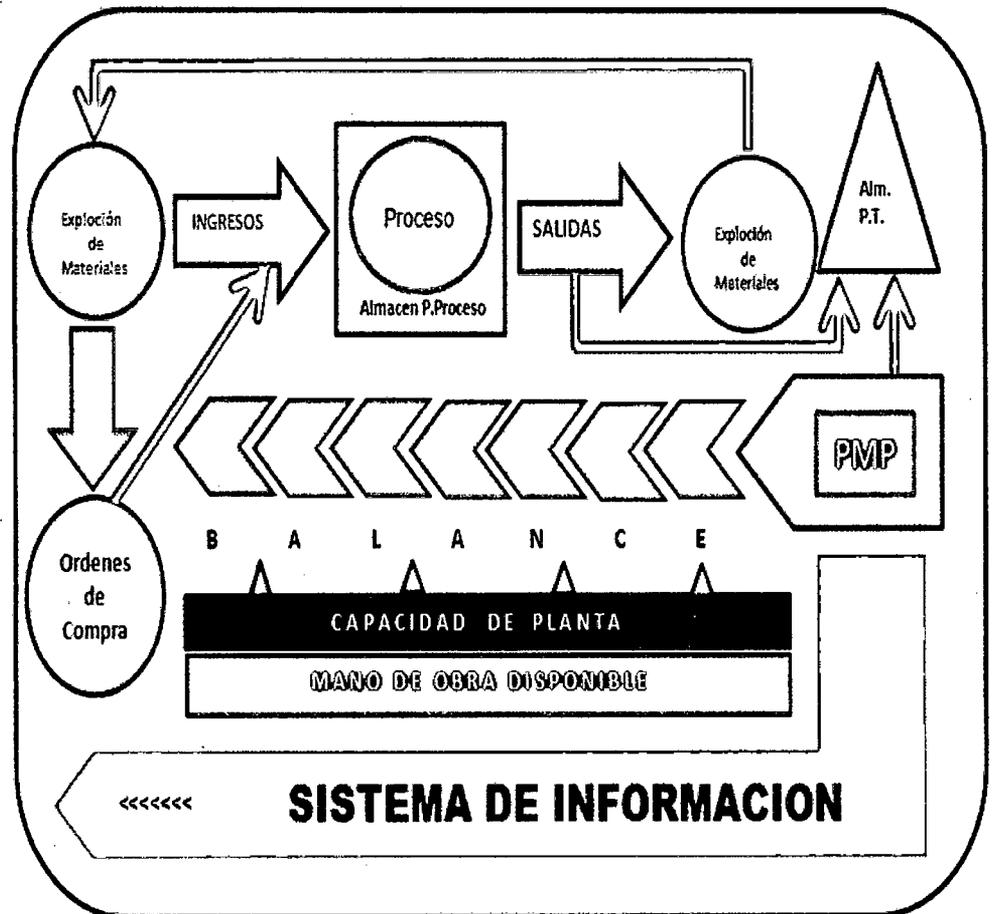
Es importante tomar en cuenta que se contará con un análisis estadístico en base a toda la data que se registre diariamente; aplicando así una retroalimentación permanente.

Para este fin es importante plasmar dentro de los atributos de cada recurso de planta los niveles de uso de cada ítem en cada uno de los almacenes o procesos de todo el ciclo productivo.

4.2.4 ESQUEMA GENERAL DEL SISTEMA DE GESTION PRODUCTIVO.

A continuación se muestra el esquema que ilustra cómo se integran las herramientas que conforman este nuevo Sistema de Gestión Productivo; al cual a partir de ahora se denomina el SGP.

GRAFICA 15: Esquema General del Sistema de Gestión Productivo



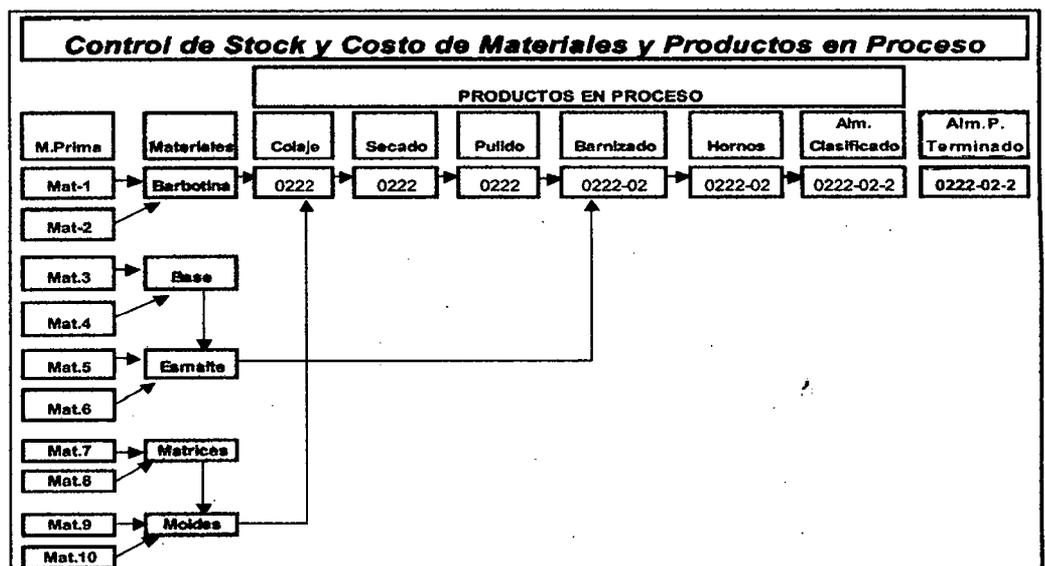
FUENTE: Elaboración Propia – Diciembre 2011

En el esquema General del Sistema de Gestión Productivo SGP se ilustra la integración lógica y coherente entre las herramientas que la conforman, haciendo de esta integración el aporte técnico para la gestión industrial tomando como base el sector que fue materia de esta investigación. En el desarrollo de la tesis se podrá observar un caso práctico y una serie de procedimientos para una implementación y aplicación de este sistema de gestión.

Ahora se explicará el proceso de integración:

Primer punto el control logístico, en cada una de las secciones de producción: Colaje, Secado, Pulido, Barnizado (esmaltado) y Hornos. El SGP puede contemplar en forma totalmente abierta al resto de procesos como son moldelería, preparación de barbotina y preparación de esmaltes; secciones que se consideran proveedores de los procesos de la línea de producción principal, asimismo se puede considerar también al área de clasificado como el cliente final del proceso central antes de llegar al Almacén de productos terminados.

GRAFICA 16: Esquema de Almacenes Enlazados

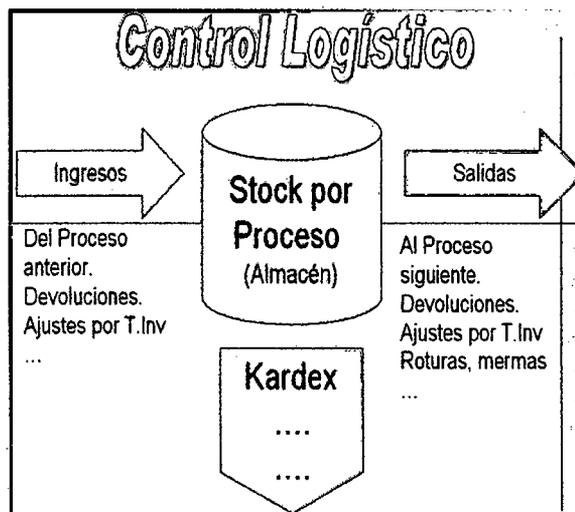


FUENTE: Elaboración Propia – Octubre 2009

En la gráfica N° 16 se puede apreciar a cada uno de estos bloques representando los procesos de la gran línea de producción que para el SGP constituyen almacenes (de tránsito) con todas las características que puede tener un almacén de productos terminados.

Asimismo se debe tomar en cuenta los movimientos de salida que consideran las transferencias hacia los almacenes posteriores, las salidas como ajustes por toma de inventario, las salidas por rotura o mermas, las salidas para los controles de calidad hechas por los laboratorios, como se puede observar en la gráfica N° 17.

GRAFICA 17: Esquema Operativo Control de Logístico



Se puede recalcar que en este control de almacenes se debe tomar en cuenta los movimientos en general como las transferencias entre procesos, como ajustes por inventario, mermas, devoluciones y otros.

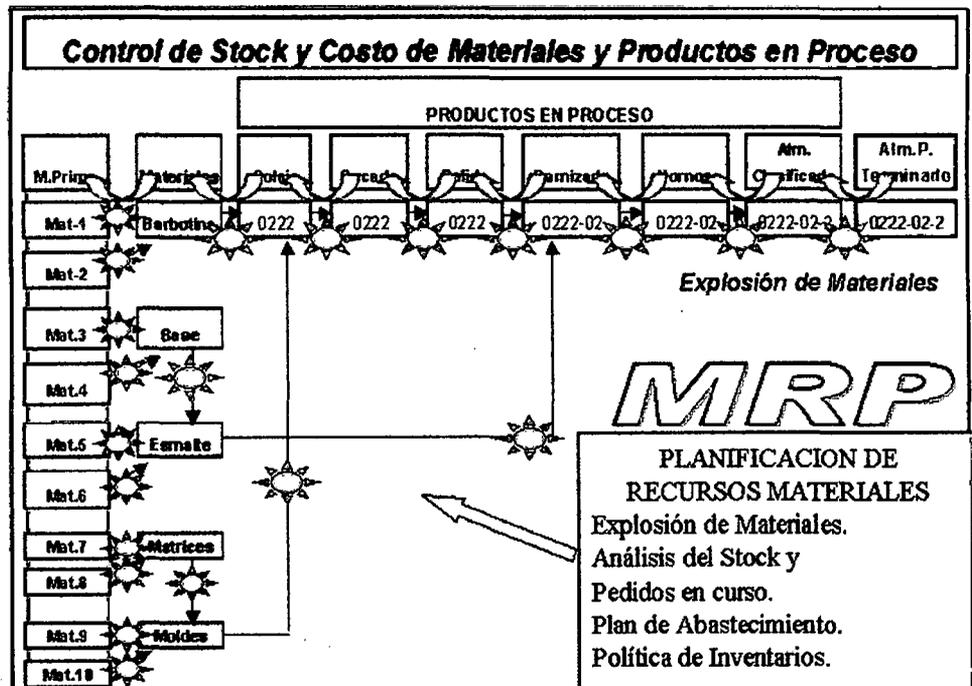
FUENTE: Elaboración Propia – Octubre 2009

Finalmente se llevará un registro completo de ingresos, salidas y stock a la fecha, teniendo como base el orden cronológico de los movimientos, una adecuada codificación de los ítems que se utilizarán para el almacén de cada proceso. En base a esta información se debe tener una serie de reportes y consultas que

debidamente diseñados deberían proporcionar información de suma importancia para la gestión del proceso.

Segundo punto se deben considerar los atributos necesarios de cada ítem, para poder establecer todos los criterios propios de una Planificación de Recursos Materiales, es decir un MRP. La idea es enmarcar bajo el SGP propuesto, todo lo necesario para generar una explosión de materiales hacia atrás partiendo de un plan maestro de producción de productos terminados, hacia el almacén o proceso anterior que en este caso sería la sección de clasificado, luego a partir de allí ir hacia el proceso anterior que en este caso sería la sección de hornos y así sucesivamente hacia los procesos anteriores hasta llegar a los almacenes de materia prima y definir inclusive los requerimientos de reposiciones y/o compras, las que se deberían derivar al departamento de logística.

GRAFICA 18: Integración del Control de Almacenes con el MRP



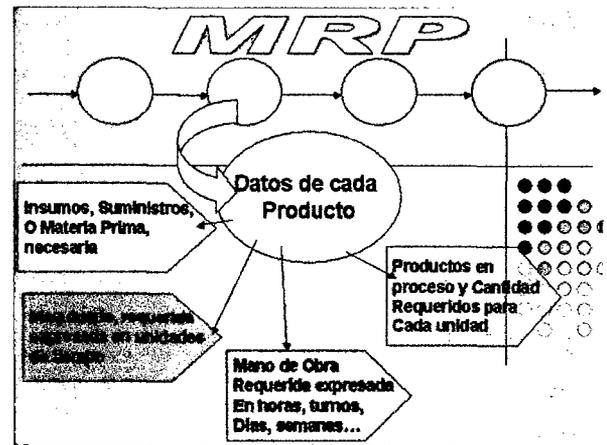
FUENTE: Elaboración Propia – Diciembre 2007

En la gráfica N° 17 se aprecia como se explota los requerimientos de adelante hacia atrás, a lo largo de toda la línea de producción.

Como se muestra, el diseño del SGP contempla una configuración de cada ítem con los criterios que grafican en el cuadro adjunto, donde se menciona la explosión de materiales que conforman cada ítem.

GRAFICA 19: Configuración del Producto.

Adjunto, a cada uno de los procesos y/o almacenes de tránsito se encuentran los insumos, suministros o materias primas.



FUENTE: Elaboración Propia – Diciembre 2007

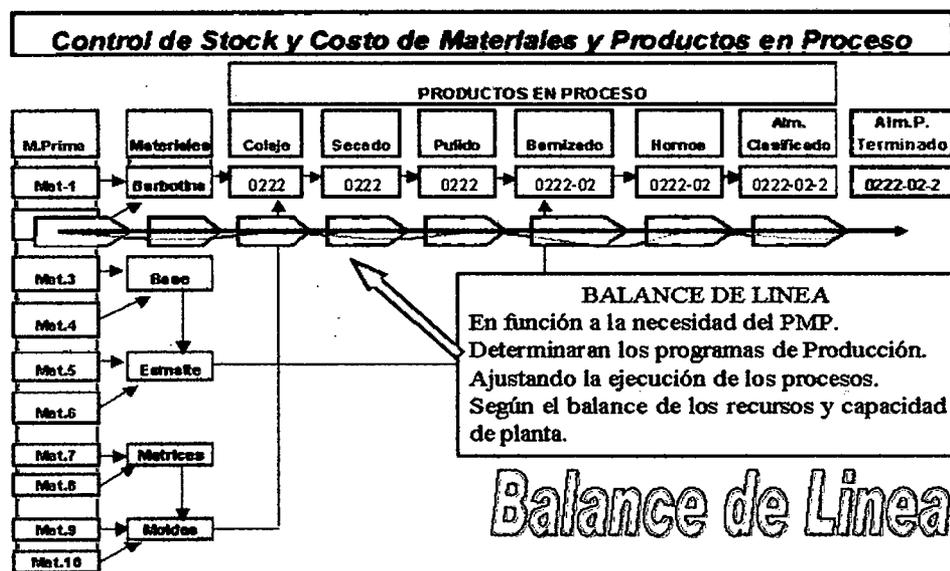
Asimismo se deben considerar otros recursos necesarios para la ejecución del proceso, es decir la maquinaria necesaria, horas hombre, entre otros. También se deben tomar en cuenta atributos y especificaciones necesarias como el tiempo de reposición del material, lotes mínimos de producción o compra, tiempos máximos de almacenamiento, stock de seguridad, costos promedio de adquisición, entre otros.

Como tercer punto se debe asignar a cada uno de los procesos los parámetros necesarios, para poder establecer las proporciones necesarias entre ellos, para evitar los cuellos de botella, evitando los tiempos muertos por esperas innecesarias y

consecuentemente evitando costos ocultos en la línea de producción.

La idea es establecer una relación continua y homogénea de producción con la fluidez y la proporción adecuada.

GRAFICA 20: Integración de las tres herramientas.



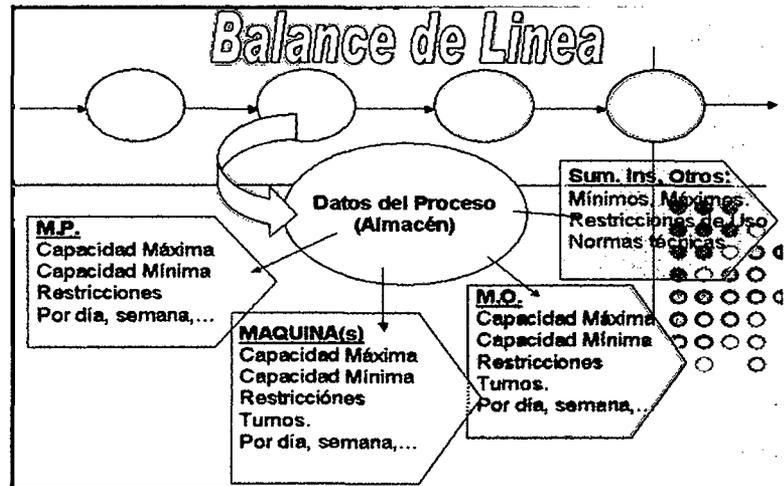
FUENTE: Elaboración Propia – Diciembre 2007

De esta manera se espera lograr el Balance de la línea de producción adecuada, cabe resaltar que para el cumplimiento de este punto se requiere el desarrollo de un algoritmo suficientemente lógico que permita hacer uso de todas los datos y atributos existentes en el proceso para elaborar y proporcionar los programas de producción que respeten al detalle el balance de línea, brindando entre otras ventajas el ahorro de costos, optimizar la productividad de la planta y atender de mejor manera la demanda representada en el plan maestro de producción que calcula y define el departamento de P.C.P.

Con el propósito de aplicar la herramienta se expone el siguiente esquema el cual debe tomar en cuenta las

especificaciones propias de la línea de producción que afectan directamente al proceso como son las capacidades máximas y mínimas, restricciones por unidades de tiempo, y otros atributos propios.

GRAFICA 21: Configuración del Proceso



FUENTE: Elaboración Propia – Diciembre 2007

En la descripción del SGP se detalla paso a paso lo que se debe hacer para estructurar un proyecto que ponga en práctica el sistema de gestión productivo propuesto.

Se reitera lo importante que es para el SGP propuesto el soporte de una herramienta informática que exprese sistemáticamente la funcionalidad del Sistema SGP y provea de la interface necesaria para su uso y gestión diaria.

4.3 CONFIGURACION Y GESTION DEL SGP DE GESTION

En el capítulo II, se explicó las variables funcionales y operativas que conforman el Sistema de Gestión Productivo estas tres variables y/o herramientas logísticas y de producción son el control logístico de almacenes, la planificación de recursos materiales MRP y el balanceo de línea.

El eje central sobre el cual gira la presente investigación consiste en estructurar e integrar las tres herramientas de manera sistemática que permitan multiplicar las ventajas operativas a diferencia de manejarlas o gestionarlas por separado.

El sistema de gestión productivo propuesto integra las tres herramientas de manera sistemática, dicha gestión se estructura realizando los siguientes pasos:

4.3.1 CONFIGURACION DEL SISTEMA DE GESTION PRODUCTIVO

A continuación se describe los pasos para configurar los N parámetros del SGP:

Paso 01: Definir los N procesos de producción en almacenes, es decir cada uno de los procesos debe ser un almacén. Este esquema debe contemplar el crecimiento o reducción de procesos, los cuales deben ser configurables según las necesidades y tecnologías aplicadas en la fabricación.

Paso 02: Definir y parametrizar a cada uno de estos almacenes con sus respectivos almacenes y/o procesos que la preceden. Es muy importante este punto para evitar errores de carga de datos en los flujos de producción.

Paso 03: Cargar en cada uno de estos almacenes los N ítems y/o referencias que allí se procesan, haciendo uso de la codificación que actualmente se utiliza en cada uno de los procesos de fabricación. La lógica de la codificación se explica al detalle en el capítulo 3 en la sección detalles de los productos y su codificación.

Paso 04: Se debe configurar cada uno de los ítems de un determinado proceso con los N ítems que lo preceden o conforman, pudiendo provenir de uno o más almacenes de una

instancia anterior o inclusive del almacén de materias primas o insumos.

Paso 05: Adicionalmente a cada uno de estos ítems se le debe configurar una serie de atributos que definan los recursos necesarios para su composición, que no son solo los productos en proceso que lo preceden si no también, los recursos horas-hombre, los recursos horas-maquina, tiempos de espera, restricciones propias del proceso como capacidad instalada requerida, lotes mínimos y máximos de producción para cada ítem, entre otras especificaciones necesarias para el SGP. Estos se detallaran mejor en el transcurso de este capítulo.

Paso 06: Se debe estructurar una plantilla que permita registrar el plan maestro de producción, el cual es el IN PUT primario para la corrida de cada proceso y ejecución de los cálculos, en función al resto de datos ya mencionados. Este plan maestro debe ser debidamente elaborado por el área de PCP en virtud a los pronósticos de ventas, productos pendientes de facturación y stock actual en los almacenes de productos terminados.

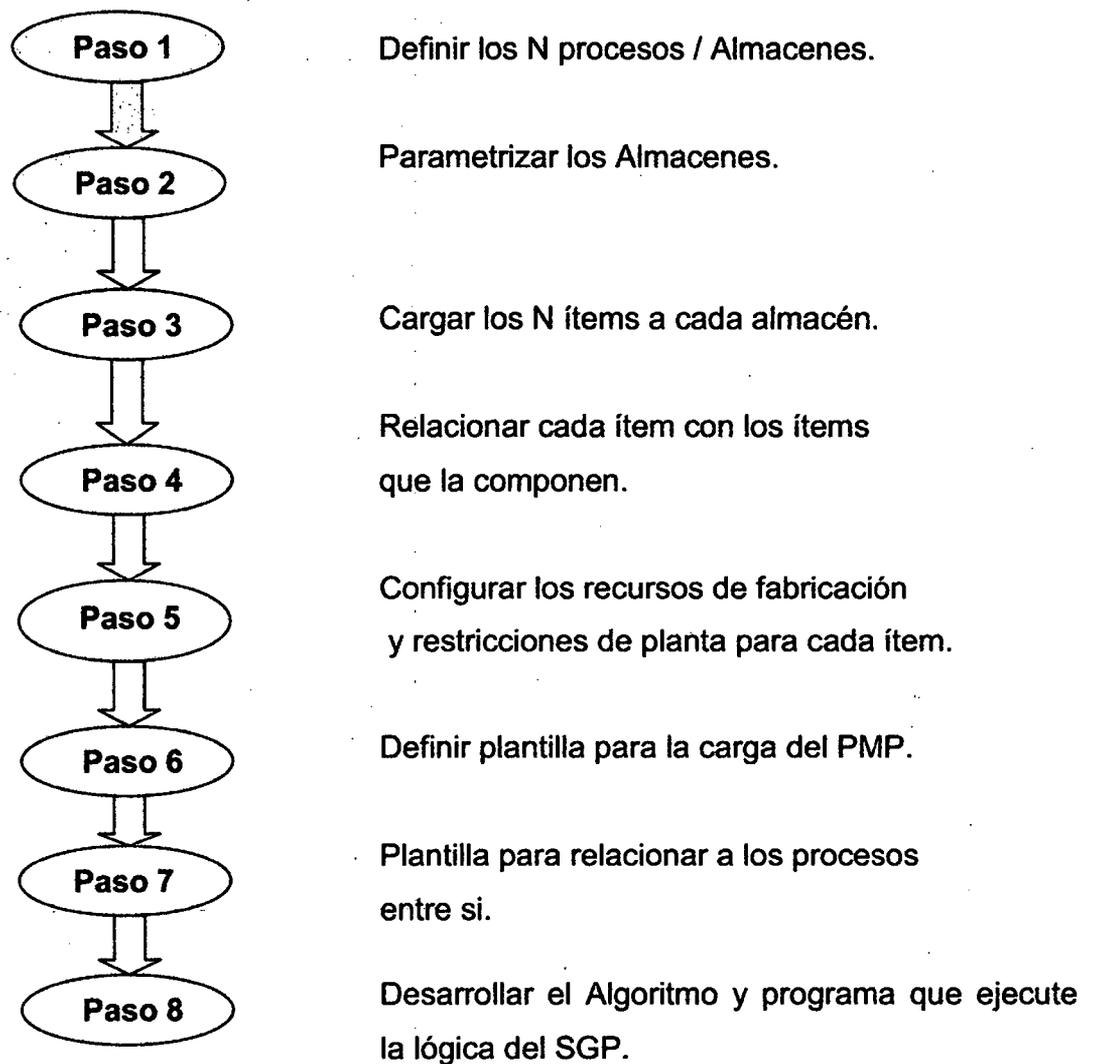
Paso 07: Complementariamente se debe contar con una plantilla para cada proceso donde se especifiquen sus capacidades, guardando una correlación entre procesos, previniendo de esta forma las cantidades a producir en cada sección, manteniendo así balanceada la línea de producción.

Paso 08: Finalmente se debe desarrollar un algoritmo que será la base de cada una de las corridas del proceso que definan los programas de producción diarios, indicando cantidades exactas a producir en cada sección, materiales y recursos a utilizar, tiempos necesarios, así como el plan de adquisición y reposición

entre otros datos indispensables para mantener un flujo óptimo de la producción.

Estructuradas las bases del Sistema de Gestión Productivo propuesto se describe a continuación como se ejecutará el “proceso tipo” debiendo ser adaptado a cada realidad en la cual se quiera implementar. Ver pasos en la siguiente gráfica.

GRAFICA 22: Diagrama del Proceso General del SGP



FUENTE: Elaboración Propia – Diciembre 2007

La explicación de estos procesos puede servir como referencia para la implementación que se haga del sistema propuesto en entornos industriales afines. Ver pasos en la siguiente gráfica.

4.3.2 GESTION DEL SISTEMA DE GESTION PRODUCTIVO

Seguidamente se explicará el proceso detallado, en el cual se explota lo explicado en el diagrama de contexto, citando para ello todas las actividades que conforman el desarrollo y ejecución de este sistema de gestión:

Actividad 01: Se debe llenar la plantilla de Plan Maestro de Producción PMP que indicará al detalle los productos que se debe internar en el almacén de productos terminados para poder abastecer una necesidad puntual del mercado. Se debe asumir que esta necesidad de producción toma en cuenta las existencias actuales de los productos terminados listos para su despacho.

Actividad 02: Se debe tener la seguridad que ya se realizó un inventario físico de los productos en proceso a la fecha en cada uno de los almacenes (o procesos), con el fin de hacer a continuación los ajustes por inventarios necesarios para contar finalmente con una información mucho más precisa de las existencias reales en el proceso.

Actividad 03: Importar y calcular toda la información propia de los almacenes de logística, se refiere a los stocks actuales de Materia Prima, Insumos y Suministros en el Almacén principal de la empresa, asimismo calcular las órdenes de compra y requerimientos en curso. Considerando además las políticas de inventarios que tienen estos productos.

Actividad 04: A partir del mencionado PMP se debe determinar primero cuales y cuantas son todas las existencias involucradas en dicho requerimiento de todos los almacenes en proceso buscando hacia atrás en base a los detalles de componentes que conforman cada uno de los ítems. Se debe llegar inclusive hasta los almacenes de materia prima.

Actividad 05: Con la información acumulada a la fecha se debe determinar cuánto se requiere producir en cada una de las secciones para alimentar a los siguientes procesos para llegar a cumplir con el requerimiento final (almacén de productos terminados).

Actividad 06: Se debe elaborar automáticamente el plan de abastecimiento necesario para derivarlo al área de compras para la inmediata adquisición. Este plan debe indicar en forma específica la fecha de reposición máxima necesaria para cumplir con el plan de producción, para el cálculo de estas fechas se debe considerar las fechas mínimas de reposición que debe tener cada ítem principalmente los ítems de los almacenes de materia prima e insumos.

Actividad 07: Se debe asumir que las reposiciones solicitadas cumplirán con los tiempos de entrega promedio, para poder hacer una primera corrida de la ejecución de la producción a realizar. En tal sentido se debe armar la ejecución de los trabajos a realizar en cada sección del proceso en base a las especificaciones técnicas detalladas para cada producto y proceso en cuestión.

Actividad 08: Conociendo todo lo que se quiere producir en cada sección, para cumplir con el requerimiento se debe aplicar los

conceptos básicos del balance de línea para determinar hasta donde se puede compensar los recursos de planta para cumplir con la necesidad de producción.

Actividad 09: Luego de haber compensado al máximo lo necesario con los recursos existentes, se realizará una nueva interacción para redefinir cuanto se producirá realmente en cada sección. El proceso puede repetir estas interacciones tantas veces sea necesario a fin de lograr actualizar el plan según las variantes que se den en los recursos asignados.

Actividad 10: Durante la ejecución de los procesos diarios se debe hacer efectivo el manejo del kardex de los productos en proceso entre los almacenes a fin de obtener la información actualizada para redefinir los recursos y plan de ejecución para el día siguiente.

Actividad 11: Luego se debe hacer un cruce entre lo programado y lo ejecutado realmente, considerando para esto los porcentajes de merma que se dan en cada sección de tal manera que se siga considerando la holgura necesaria para lograr los objetivos para cada producto.

En la grafica N° 23 se observa el diagrama de procesos del Sistema de Gestión Productivo SGP, en este esquema se refleja la lógica y los pasos que se deben plasmar en un programa informático como el soporte tecnológico del Sistema de Gestión Productivo.

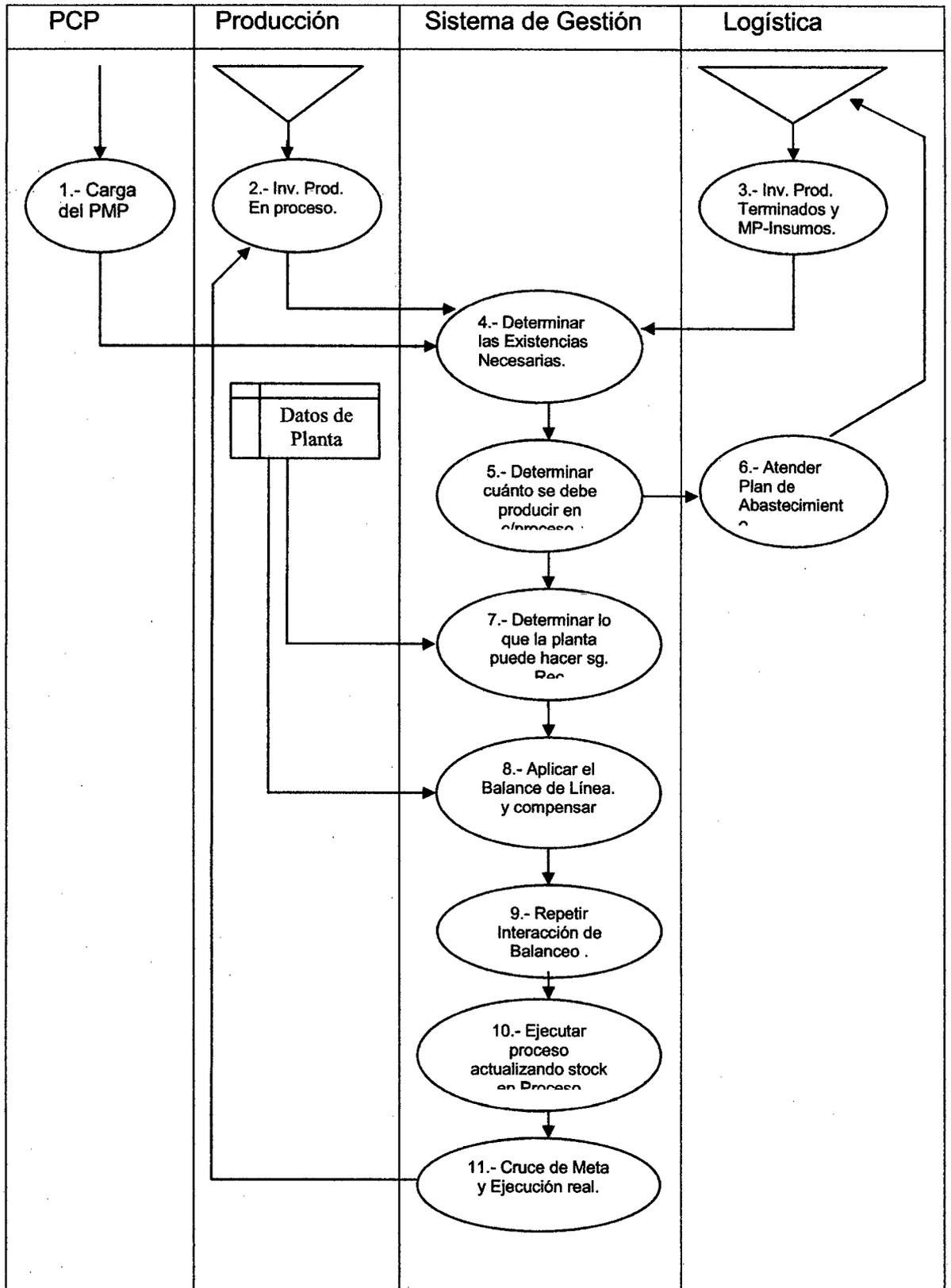
Este diagrama involucra al área de PCP, Logística y a la misma área de Producción, ya que es un esquema que interactúa con dichas áreas a fin de tener un Input real y directo desde los puntos de origen de la información.

Es importante recalcar que este proceso debería ser de un ciclo diario, no obstante se puede correr entre periodos de tiempo que se definan como parte de la política pre establecida.

Las N interacciones que se requieran para llegar al balance de línea óptimo se debe hacer hasta que se determine que en el proceso ya no se requieren más cambios, luego de redistribuir los recursos de planta incluyendo al recurso humano y tomando en cuenta el ahorro económico de los procesos en general.

El plan de abastecimiento debe ser atendido cumpliendo con los parámetros establecidos en forma histórica, si no se cumplen los pasos previstos repercutirá en el cumplimiento de la producción necesaria.

GRAFICA 23: Diagrama del Proceso General del SGP



FUENTE: Elaboración Propia - Octubre 2011

4.3.3 FLUJOS DE INFORMACION

En esta parte del estudio se revisará al detalle todas las vías formales e informales por las cuales se realiza la transferencia de información entre los procesos, incluyendo todos los documentos que fluyen durante el proceso automatizado y manual.

Para este fin hay que repasar el DOP para identificar los documentos que fluyen en cada proceso, desde el inicio hasta el fin de la línea de producción.

En el almacén de materia prima se cuenta con formatos de trabajo que actualmente son llenados a mano a la hora de hacer entregas a planta de los principales componentes de un producto como son las materias primas.

Estos formatos se registran en el sistema al finalizar el día.

Luego en la planta, el área de PCP entrega a cada una de las secciones los programas de producción diarios.

En paralelo a esto PCP recoge de dichas secciones el resultado de la toma de inventarios de los productos en proceso que se deben realizar al inicio del día.

Posteriormente esta información de las tomas de inventario son ingresadas al sistema para determinar los ajustes a realizar en cada uno de los inventarios de productos en proceso.

Por otro lado el Sistema de Gestión debe proporcionar en forma digital el plan de abastecimiento, indicando ítems y cantidades a comprar y la fecha en que debería llegar dicha reposición.

Al cierre del día entre los procesos se debe entregar unos formatos de producción que vienen a constituir la salida de productos de un proceso y en paralelo el ingreso de productos al proceso que continúa.

Estos formatos también deben ser entregados a PCP para su respectiva validación y proceso en el sistema.

Por otro lado PCP debe determinar el PMP en un formato que tendrá que cargarlo en el sistema que soporta el SGP. Este Plan debe ser calculado tomando en cuenta los productos pendientes de facturación, estadísticas de venta y stock actual en los almacenes de productos terminados.

Otros formatos que forman parte de este flujo de información son los índices de productividad, los cuales reflejan el margen de mermas que se ha presentado en la producción dentro de un determinado periodo de tiempo, esto tiene que ver con el nivel de mermas, roturas y diferencias en contra, que resulten como productos de los inventarios diarios de los productos en proceso. Por otro lado se cuenta también con la intervención del área de control de calidad la cual aparte de retirar productos para su evaluación, emite informes de laboratorio que tratan de aspectos técnicos de productos en proceso que conlleven a mejorar el nivel de productividad de la planta.

Un informe que se presenta en la gerencia es la relación de productos internados al almacén de "productos terminados" indicando el porcentaje de rotura que sale del horno. Este informe llega a la gerencia de producción, superintendencias de planta, PCP, contabilidad y almacenes de productos terminados.

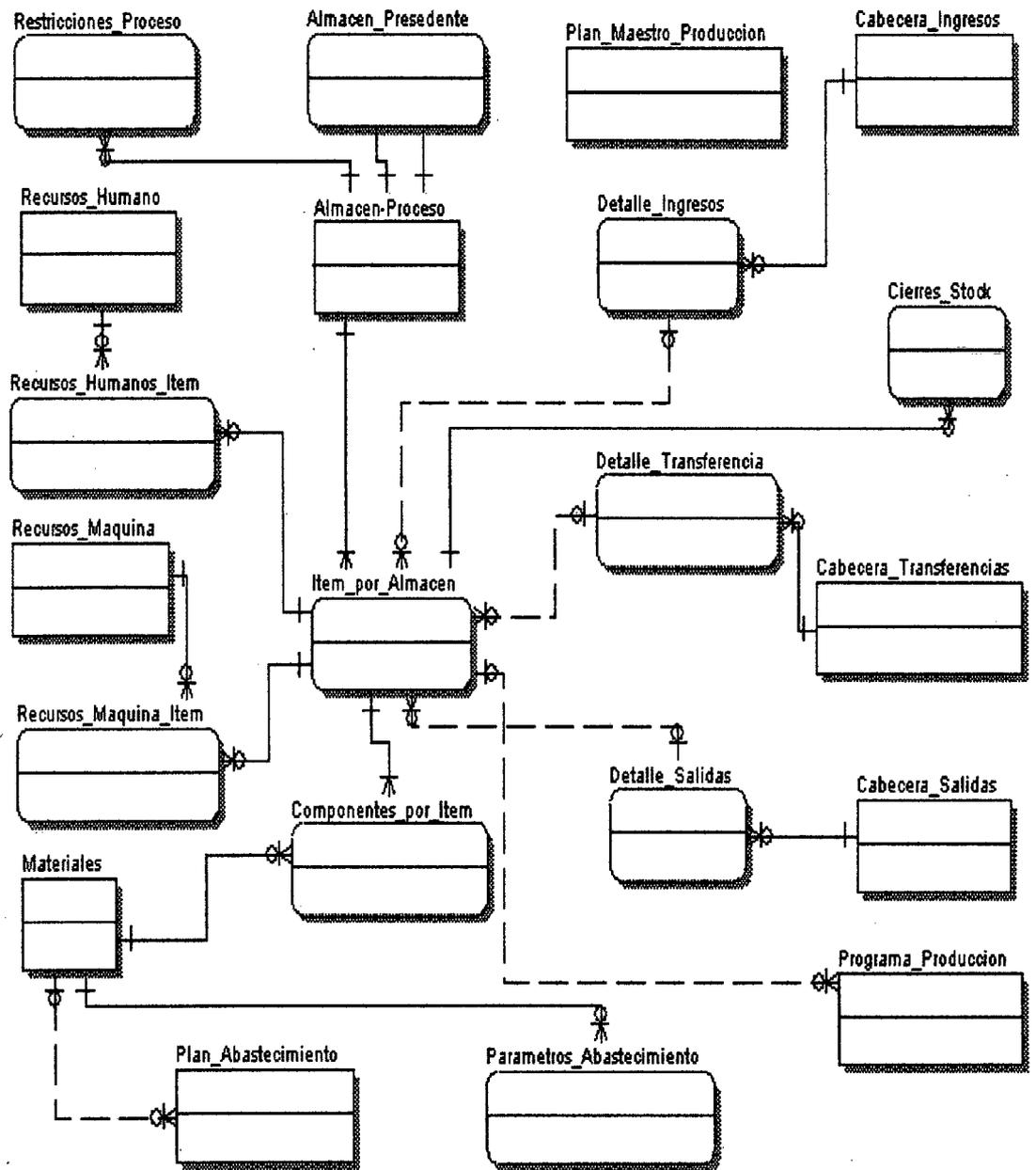
4.3.4 ESTRUCTURACION DE DATOS.

Como parte del soporte tecnológico se tiene la necesidad de contar con un programa o Aplicación Informática que soporte el Sistema de Gestión para ejercer en forma dinámica, precisa y automatizada, la administración del proceso. Es importante recalcar también que si bien este informe no tiene como parte de su objetivo presentar un aplicativo informático, se ha visto por conveniente incluir la estructura de datos que se debe tener en dicho sistema; usando para ellos un modelo entidad relación MER.

Con este MER se espera dejar a los lectores un ejemplo práctico de cómo estructurar la información para implementar un sistema de gestión de la producción. Ver grafica N° 24

El desarrollo de este SGP se ha basado en una conocida herramienta de modelamiento de datos, ERWIN 4.1 propiedad de la empresa Computer Associates Internacional Inc. En este SGP se pueden observar las entidades y sub entidades que se sugieren considerar como parte del análisis y diseño funcional de la Aplicación Informática. A continuación el modelo conceptual y lógico elaborado como parte de esta investigación:

GRAFICO 24: Modelo Lógico del Sistema de Información.



FUENTE: Elaboración Propia – Octubre 2011

En esta estructura se observan las entidades y sub-entidades que son explicadas en el Cuadro N° 01

CUADRO 01: Relación y Descripción de los cuadro del SGP.

Tabla (Entidad –Sub Entidad)	Descripción
Plan_Maestro_Producción	En esta tabla se debe cargar al detalle los ítems y cantidades de los productos que se requieren para atender la demanda del mercado, esta información debe actualizarse en forma periódica con el fin de mantener una producción activa apuntando a un requerimiento actual.
Restricciones_Proceso	Esta es la tabla donde se debe especificar las restricciones del proceso, indicando por cada ítem que tipo de limitante tiene, ya sea por los lotes mínimos de producción, especialización de cierto personal, uso limitado de algún tipo de recurso, entre otras que presenta la planta.
Almacén_Proceso	Esta entidad representa a cada uno de los almacenes que se debe tener para cada uno de los procesos de la línea de producción, esta es una entidad de la cual se desprenderán varias sub-entidades.
Almacen_Precedente	Esta es una sub-entidad que se define con el fin de indicar el almacén o almacenes precedentes de cada uno de los almacenes en proceso. Aquí se aplica el concepto de recursividad en lo que a modelamiento de datos se refiere.
Item_por_Almacenes	Es la tabla donde se debe registrar cada uno de los N ítems que tendrá cada almacén, con el fin de llevar el kardex y control logístico.

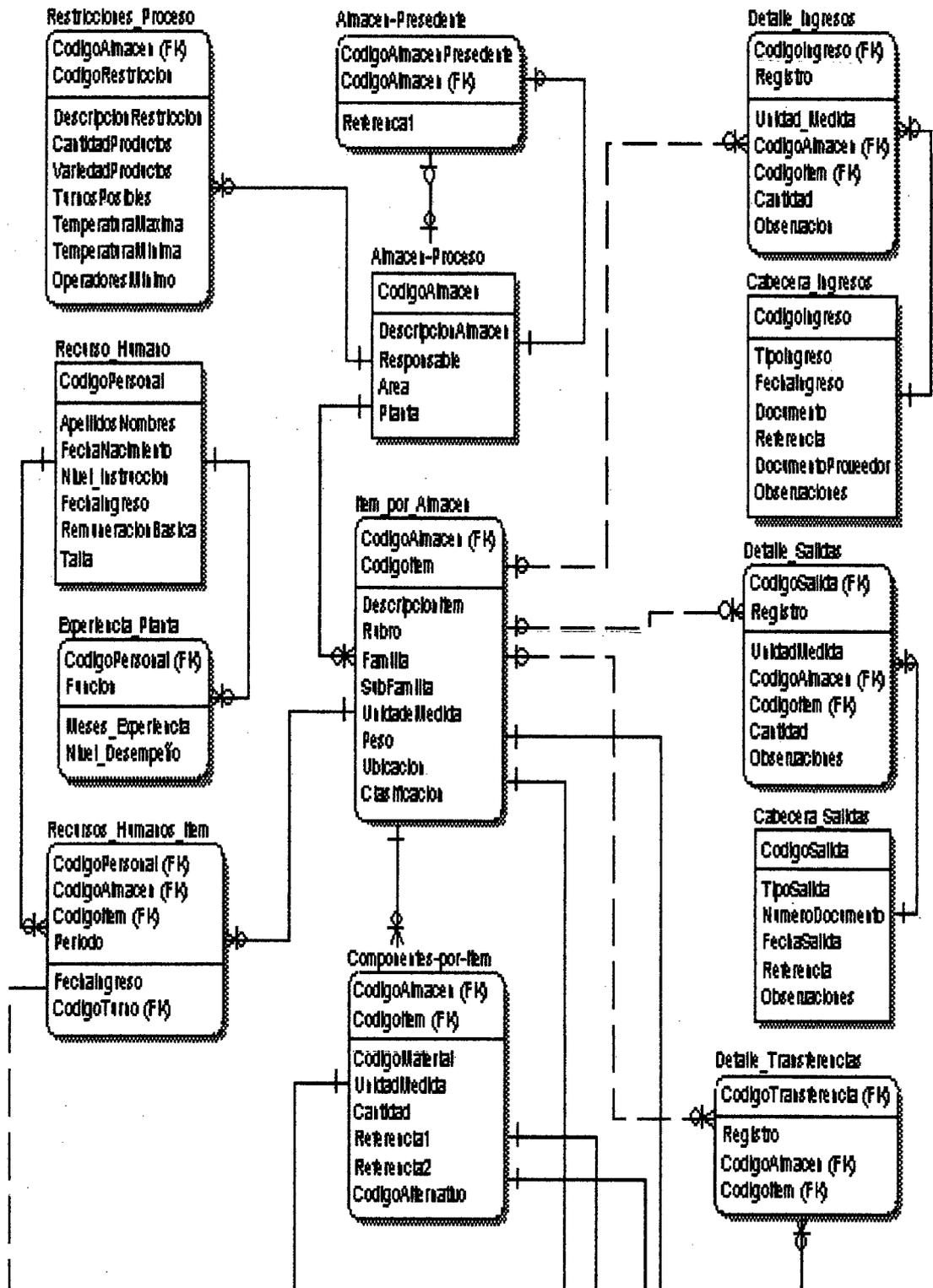
Componentes_por_Item	Es la tabla donde se detalla la relación de componentes de cada uno de los ítems. Se debe recalcar que un componente puede ser un material o también otro producto en proceso, de algún proceso anterior.
Materiales	Esta tabla es para registrar todos aquellos productos que pueden ser Materias primas, insumos o inclusive suministros que se requieren para la fabricación de un determinado ítem.
Recursos_Humanos	Esta es la entidad donde se debe registrar la relación de todo el personal operario con que cuenta la planta para ejecutar la producción en planta.
Recursos_Humanos_Item	Esta es la tabla donde se establece la relación que hay entre la fabricación de un determinado ítem y el personal especializado que puede participar en su fabricación.
Recursos_Maquina	Esta es la tabla donde se debe registrar la relación de los equipos y maquinarias que se utilizan como parte del proceso productivo, cabe recalcar que para cada uno de estos elementos se debe indicar las especificaciones técnicas relevantes para el proceso.
Recursos_Maquina_Item	En esta tabla o entidad es donde se establece la relación que hay entre cada uno de los ítems y las maquinas o equipos que la producen, especificando entre otras cosas unidades de tiempo, capacidad por día, entre otros datos.

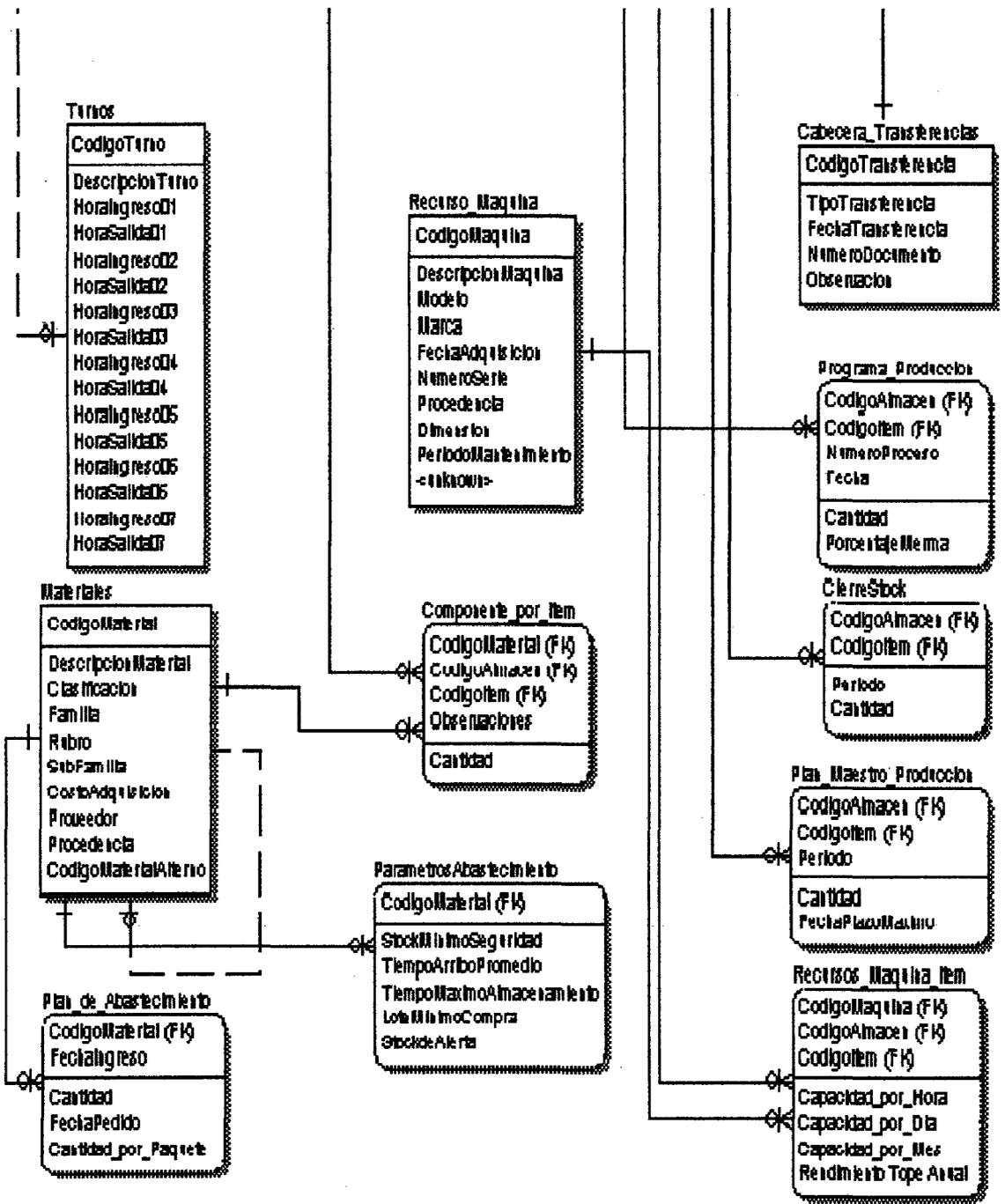
Cabecera_Ingresos	Es la tabla donde se registrará la cabecera de los movimientos que se deben realizar en cada uno de los movimientos de ingreso para cada uno de los ítems de los respectivos almacenes.
Detalle_Ingresos	Se refiere al detalle de los documentos de movimientos de ingresos que se realizan para cada uno de los ítems de los diferentes almacenes que forman parte de la línea de producción.
Cabecera_Transferencias	Es la tabla donde se registrará la cabecera de los movimientos que se deben realizar en cada uno de los movimientos de transferencias de ítems entre un almacén y otro.
Detalle_Transferencia	Se refiere al detalle de los documentos de movimientos de ingresos que se realizan para cada uno de los ítems de los diferentes almacenes que forman parte de la línea de producción.
Cabecera_Salidas	Es la tabla donde se registrará la cabecera de los movimientos que se deben realizar en cada uno de los movimientos de salida para cada uno de los ítems de los respectivos almacenes.
Detalle_Salidas	Se refiere al detalle de los documentos de movimientos de salidas que se realizan para cada ítem de los diferentes almacenes que forman parte de la línea de producción.

Cierres_stock	Esta es la tabla donde se registrará en forma histórica y periódica el stock con el cual se cierra en una determinada fecha, esta tabla sirve para llevar el mencionado historial y para recalcular los nuevos stocks para alimentar los diferentes procesos, consultas y reportes de la aplicación.
Programa_Producción	Esta es la entidad donde debe quedar registrado al detalle el programa de producción de cada ítem para cada uno de los almacenes o procesos de producción. Esta tabla se debe llenar luego de correr el proceso principal de la aplicación en la cual ya se consideró la aplicación técnica y funcional de las tres herramientas que constituyen el Sistema de Gestión Productivo.
Parámetros_Abastecimiento	Esta es la tabla donde se establecen las políticas y/o parámetros de cada uno de los materiales para su abastecimiento, tomando en cuenta variables como tiempo de arribo, lotes mínimo de compra, stock de seguridad, entre otras atributos.
Plan_Abastecimiento	En esta tabla se debe registrar los materiales a comprar, obteniéndose como resultado del cálculo de todos los materiales que se requieren para cumplir con el PMP, habiendo tomado en cuenta el stock existente.

FUENTE: Elaboración Propia – Enero 2012

GRAFICA 23: Modelo Lógico detallado del SGP (Erwin 4.1)





FUENTE: Elaboración Propia - Febrero 2012

En la gráfica N° 25, se ve representado el modelo de datos al detalle conteniendo los campos, atributos y relaciones entre cada una de las

entidades. Se considera que este es un esquema "Tipo", que tendría que ser adecuado a cada realidad o escenario en donde se pretenda aplicar.

4.3.5 LINEAMIENTOS GENERALES DEL SGP.

Tal como ya se indicó en más de una oportunidad este SGP puede aplicarse a diferentes entornos de fabricación, no obstante se requiere de una adecuación y personalización; pero sin embargo para cualquier caso es muy importante tomar en cuenta los siguientes lineamientos como pautas generales que contribuyan a lograr los resultados esperados. Dichos lineamientos se explican a continuación:

- a). Esta investigación tomo como base disciplinas existentes para luego integrarlas y obtener un nuevo producto que logre un valor agregado adicional a lo que sería una simple suma de las partes.
- b). Se indica y reitera en todo momento el alto nivel sistémico que se debe tener en todo momento ya que la ausencia de herramientas de TI conllevarían a serios problemas desde su estructuración.
- c). La investigación toma en cuenta la participación del personal operativo de planta como una pieza fundamental en el cambio de procedimientos y funcionalidad en el proceso productivo.
- d). Uno de los pilares de este informe no es solo brindar una producción más fluida, sino a su vez cuantificarla en cifras exactas y muy bien desglosadas, que pongan en manifiesto el logro de importantes ahorros en el proceso de producción en general.

e). La polivalencia y rotación de personal es una de las estrategias y lineamientos de suma importancia que se debe tomar en cuenta en un proceso como este. Ya que la alta disponibilidad de recurso humano calificado y experimentado son factores muy relevantes en un Sistema de Gestión tan ambicioso como este.

4.4 SISTEMA DE GESTION PROPUESTO VS. LAS HERRAMIENTAS UTILIZADAS.

A continuación se muestran los cuadros N°02 y N°03 donde se hace una comparación de varios aspectos donde se resalta las ventajas en general de utilizar el sistema de gestión productivo propuesto versus la opción de usar las herramientas que la conforman en forma independiente, para tal fin es necesario realizar dos preguntas básicas, ¿Que hace?. y ¿Qué ventajas tiene ?

En los dos cuadros se uso la siguiente leyenda:

SGP = SISTEMA DE GESTION PRODUCTIVA PROPUESTO.

MRP = PLANIFICACION DE RECURSOS MATERIALES.

BAL.LIN. = BALANCE DE LINEA.

CON.LOG.= CONTROL DE ALMACENES DE ALMACENES.

CUADRO 02: SGP comparado con herramientas utilizadas

¿Qué hace?

#	Características	SGP	MRP	BAL LIN	CON LOG
1.	¿Maneja código de ítems por cada referencia de productos en proceso en sus diferentes etapas del proceso productivo?	SI	SI	NO	SI
2.	¿Se tiene registrado que materiales y cantidades se requiere para la fabricación de cada producto en proceso basado en la respectiva formula?	SI	SI	NO	NO
3.	¿Calcula y elabora los programas de producción semanales según el Plan Maestro de Producción determinado por la gerencia, tomando en cuenta las existencias actuales en toda la línea de producción?	SI	NO	NO	NO
4.	¿Considera la capacidad de planta y la mano de obra para elaborar los programas de producción?	SI	NO	SI	NO
5.	¿Se lleva el control de ingresos y salidas de cada una de las referencias de los productos en proceso de cada una de las etapas de producción?	SI	NO	NO	SI
6.	¿Se realiza una anidación en cadena del IN PUT de cada producto que se requiere en cada proceso tomando en cuenta la capacidad de planta?	SI	NO	SI	NO
7.	¿Se realiza el cálculo de los materiales y/o insumos que se requieren comprar para cubrir el Plan Maestro de Producción?	SI	SI	NO	NO

8.	¿Se definen las fechas de llegada de los materiales de las órdenes de compra según los plazos de entrega definidos y configurados en cada ítem, según procedencia, cantidad, proveedor,..etc ?	SI	SI	NO	NO
9.	¿Se puede monitorear día a día el nivel de productividad de la planta en cada uno de los diferentes procesos?	SI	SI	NO	NO
10.	¿El abastecimiento de materiales es programado automáticamente y recalculado periódicamente?	SI	SI	NO	NO
11.	¿Se orienta a mantener los stocks mínimos de productos en proceso cubriendo la demanda tomando en cuenta el margen de mermas?	SI	SI	NO	NO
12.	¿Se mapea por cada uno de los procesos teniendo configurado la capacidad de la maquinarias, equipos, manos de obra y otros parámetros propios de su capacidad instalada?	SI	NO	SI	NO
13.	¿Permite determinar si se puede cumplir o no con el Plan Maestro de producción para una determinada fecha?	SI	NO	NO	NO
14.	¿Identifica, calcula y valoriza la productividad por desempeño del personal por cada sección del proceso productivo?	SI	NO	NO	NO

FUENTE: Elaboración propia - Noviembre 2011

CUADRO 03: SGP comparado con herramientas utilizadas
¿Qué ventajas?

#	Características	MGP	MRP	BAL LIN	CON LOG
1.	Una ventaja de este sistema de gestión es que reduce los costos y tiempos dados su esquema integral y retroalimentación constante.	SI	NO	NO	NO
2.	Es un sistema de gestión que evita los cuellos de botella en la línea de producción.	SI	NO	SI	NO
3.	Es un sistema de gestión que abarca el abastecimiento de materiales, balanceo de la línea de producción y control de existencias de cada uno de los productos en proceso.	SI	NO	NO	NO
4.	Optimiza la gestión de compra brindando los materiales justo a tiempo manteniendo bajos costos de almacenamiento.	SI	SI	NO	NO
5.	Se soporta si o si con un sistema de información en el cual se haya plasmado todo el esquema de trabajo y sus respectivos controles.	SI	SI	NO	SI
6.	Este sistema de gestión productivo tiene como bondad brindar un constante monitoreo mediante consultas a través de los sistemas de información.	SI	SI	NO	SI
7.	Actualmente se está aplicando en la industria materia de esta investigación.	NO	SI	NO	NO
8.	Es un sistema de gestión que recoge una serie de buenas prácticas de la actividad industrial y las integra de manera sistémica.	SI	SI	NO	NO

9.	Es un nuevo sistema de gestión productiva que se basa en una investigación muy minuciosa haciendo uso de una adecuada metodología.	SI	NO	NO	NO
10.	Es un SGP que permitirá controlar adecuadamente las mermas en sus diferentes etapas y reasignar los costos a la producción buena.	SI	NO	NO	NO
11.	Se logra que ninguna sección de la producción este ociosa en ningún momento.	SI	NO	SI	NO
12.	Se logra un equilibrio en toda la línea de producción logrando un mejor uso de la capacidad de planta.	SI	NO	SI	NO
13.	Se aplica para una línea de producción multimodelo / multiproducto y bajo diferentes volúmenes de demanda.	SI	NO	SI	NO
14.	Se lleva un adecuado control de la productividad de los trabajadores de las diferentes áreas de producción.	SI	NO	NO	NO

FUENTE: Elaboración propia - Noviembre 2011

CAPITULO V
APLICACIÓN Y ANALISIS DE RESULTADOS DE LA
INVESTIGACIÓN

5.1 ANALISIS E INTERPRETACION DE DATOS

La presente investigación propone un nuevo sistema de gestión dentro de un entorno real y conocido. Se procederá a elaborar entornos de prueba que sirvan para definir los ajustes y afinamientos a lo que sería el esquema final. Se tomará en cuenta la necesidad de producción de los últimos meses para poder simular las diferencias y por ende las ventajas operativas, funcionales y económicas del SGP.

Se espera la información de los últimos meses así como los resultados de las pruebas pilotos los cuales deberán ser debidamente evaluados y validados por los ingenieros de planta a fin de tener un consenso en su aplicación, bondades y puesta en marcha en la implementación definitiva.

Se espera efectuar pruebas con la data de los 12 últimos meses a fin de analizar entre los datos del periodo diferentes situaciones y casuística que se presenta en esta industria en particular.

El análisis y tratamiento de datos se ha realizado a base de la data extraída de los sistemas de información actuales así como de toda aquella data almacenada en hojas de Excel.

Esta información ha sido tratada y evaluada en virtud a conceptos básicos de estadística y así mismo se tomó en cuenta programas que han permitido elaborar simulaciones para analizar con mejor detalle lo

que sería una posterior implementación in situ de esta solución en el escenario indicado.

5.1.1 ANALISIS INFERENCIAL

El sistema de gestión se debe complementar con los procesos que ayuden a la proyección a corto, mediano y largo plazo; valiéndose para este fin de herramientas estadísticas para el cálculo de los pronósticos. Luego se suman los procesos de simulación que permitan proyectar posibles incrementos o desviaciones que involucren cambios a los planes ya presupuestados y que permitan a su vez adelantar planes de abastecimiento, analizar los efectos que se darían si uno incrementa o reduce los niveles de producción.

Se considera que esta simulación permite una efectiva evaluación a futuro y por consiguiente contribuye a una adecuada toma de decisiones en el marco de un panorama global de la industria contemplando aspectos externos como la demanda y tendencias del mercado.

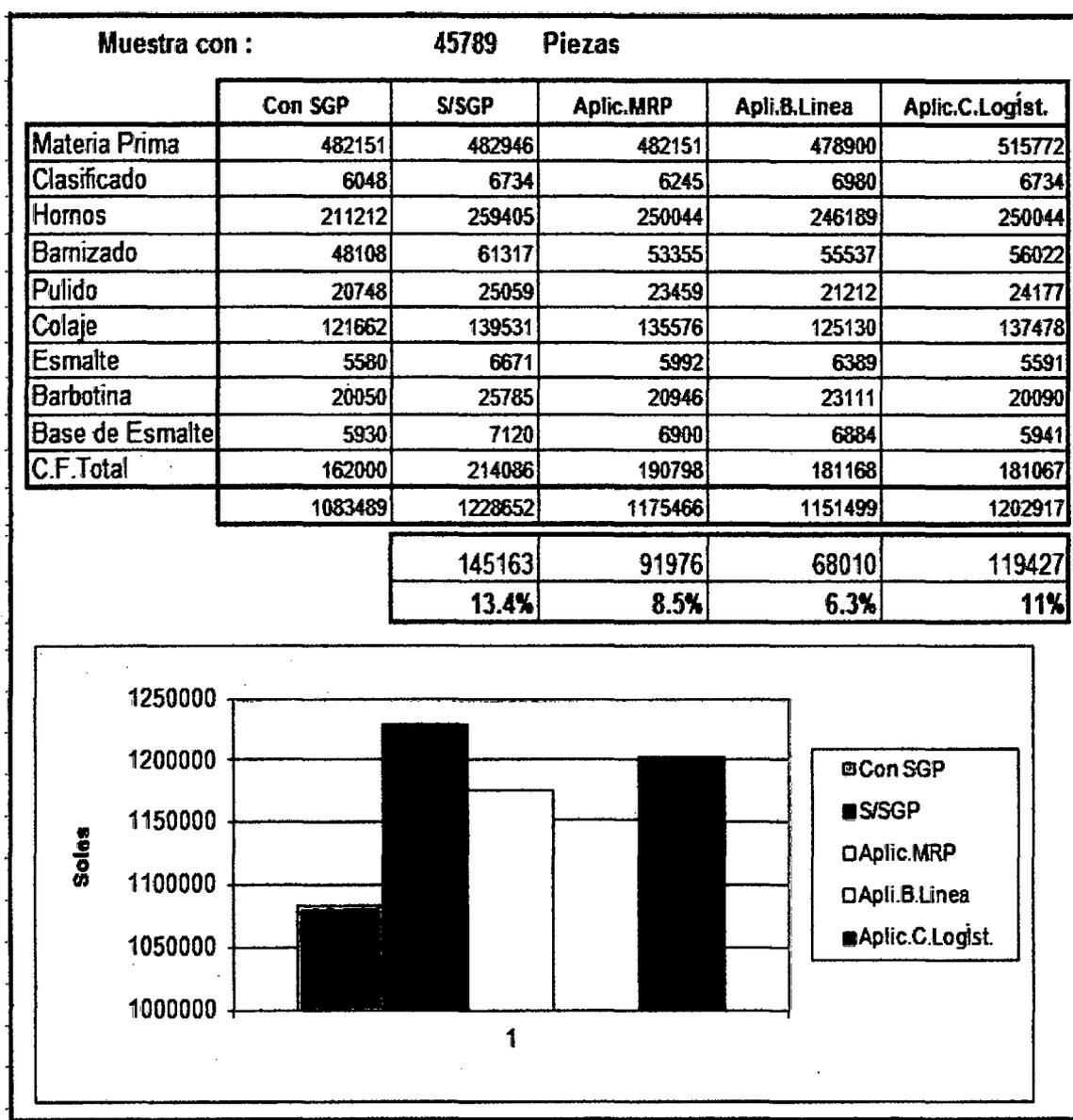
Para este fin se ha utilizado programas de simulación elaborados en hojas de cálculo y en aplicaciones con base de datos relacionales. En el caso de las hojas de cálculo resulta útil el uso de tablas dinámicas, números aleatorios, graficas y macros.

En la cuadro N° 04 a modo de resumen y en el cuadro N° 05 a modo de detalle se observa la comparación de las operaciones usando el Sistema de Gestión propuesto en cuatro escenarios diferentes empleado en diferentes combinaciones con las herramientas que son parte del SGP, dicho cuadro está estructurado de la siguiente forma: la primera columna es la cantidad de piezas a producir obtenidas aleatoriamente en diferentes cantidades, en la segunda columna están los costos aplicando el Sistema de Gestión propuesto, la tercera columna contiene los costos resultantes sin aplicar ningún método o Sistema de Gestión, en la cuarta columna de costos se observa el importe que resultaría usando solo el MRP, en la quinta columna se

observa el resultado usando solo el Balance de Línea, en la sexta columna el resultado usando solo el control de inventarios.

De los datos observados en el Cuadro N° 10 se nota una clara ventaja y margen de ahorro al utilizar el sistema de gestión productivo SGP, lo cual lo sustenta también la explicación detallada brindada a lo largo de esta investigación.

CUADRO 04: Comparativo de Costos Proceso Productivo



FUENTE: Elaboración Propia – Enero 2011

Cabe señalar que para sustentar esta afirmación se deben realizar varias simulaciones que corroboren los resultados al utilizar estos métodos.

Los resultados que se muestran en la cuadro N° 04 se han hecho con la necesidad de contar con la fabricación de 45,789 piezas, dato que sirvió para correr y calcular los costos en los cinco escenarios.

CUADRO 05: Análisis de costos de diversos lotes productivos.

N° Piezas	Costos					
	Con SGP	S/SGP	Aplic. MRP	Apli. B.Linea	Control Logístico.	Cto.Uni.
23899	549191	628314	596003	586988	608629	22.98
89899	1756372	1974461	1886762	1856502	1941611	19.54
33020	755534	863918	820428	807200	838257	22.88
26725	630345	723003	685737	674847	699555	23.59
25055	564083	643963	611218	602076	624795	22.51
47233	1071889	1224520	1164081	1144440	1190136	22.69
24357	554985	634393	601912	592844	614912	22.79
47491	1075127	1227913	1167383	1147709	1193647	22.64
27271	637263	718103	687568	693996	701624	23.37
63226	1412831	1587017	1520417	1541269	1558294	22.35
33020	755534	850286	814240	823451	832281	22.88
32633	750594	844943	809116	817916	826797	23.00
16478	409689	463435	443519	445133	450266	24.86
65379	1439235	1615474	1547604	1570997	1587494	22.01
30863	683088	767677	735042	745369	752409	22.13
54356	1207673	1356392	1299237	1317786	1331661	22.22
27137	635584	716290	685832	692112	699765	23.42
56710	1237702	1388873	1330339	1351456	1364937	21.83
24567	557820	627920	601123	608066	614009	22.71
26970	633421	713950	683585	689686	697367	23.49
21003	512469	578875	554148	557216	563751	24.40

44869	996545	1119492	1072208	1087379	1098523	22.21
14146	334936	378320	361928	364466	367846	23.68
20034	455156	512631	490641	496096	500665	22.72
17188	418632	473099	452777	455167	460174	24.36
29865	670411	753963	721917	731153	738370	22.45
52700	1186547	1333537	1277340	1294106	1308248	22.52
56052	1229284	1379758	1321616	1342024	1355609	21.93

FUENTE: Elaboración Propia - Enero 2012

Como se puede observar, prácticamente en todos los casos existe una clara ventaja económica al usar el método de gestión propuesto, este ahorro no solo es de dinero sino también en la reducción del tiempo de respuesta, lo cual de por sí trae ahorros indirectos basados en el costo de oportunidad, como podría ser la pérdida de una venta por una atención tardía o como se explica en el caso práctico en el numeral 5.5 (página 82) al incurrir en más gastos de comercialización por hacer una entrega fuera de las fechas programadas.

En estas simulaciones se utilizó como dato pseudo aleatorio la cantidad de piezas a producir usando para esta variable la siguiente formula con funciones que brinda el Excel:

$$X = 28,900$$

$$Y1 = \text{Aleatorio()} \quad Y2 = \text{Aleatorio()} \quad Y3 = \text{Aleatorio()}$$

$$Y = Y1 + Y2 + Y3$$

$$=\text{REDONDEAR}(\text{SI}((+Y * X) < 72400; (+Y * X); (+Y * X) * 0,3); 0)$$

Nota: Se utilizó el numero 28,900 para que el resultante del numero pseudo aleatorio este dentro del rango de [(28900-20000) - (28900+20000)] , pero de darse un caso que supere el limite superior

al extremo de superar los 72400, este dato se reducirá en 30% para mantenerse dentro de los márgenes esperados.

Con esta fórmula se ejecutaron múltiples corridas y por consiguiente luego de cada corrida se ejecutaba una macro que almacenaba los resultados en el cuadro presentado.

Usar este proceso de simulación sirvió de mucho para aclarar, reforzar y validar los resultados del Sistema de Gestión Productivo SGP como elemento clave para esta investigación. De hecho en el presente trabajo se considera a la simulación como un proceso sumamente importante para la afirmación de las tendencias identificadas.

5.1.2 PRUEBA ESTADISTICA

La prueba chi cuadrado, es considerada como una prueba no paramétrica la cual permitirá determinar la dependencia entre los costos obtenidos empleando el sistema de gestión propuesto y los costos obtenidos mediante la producción bajo diferentes escenarios empleando las herramientas propuestas de manera individual e inclusive el caso en que se produzca sin emplear el SGP.

Para ello se elaboró la cuadro de contingencia

CUADRO 06: Cuadro de Contingencia CHI CUADRADO

	Característica A			
Característica B	Alto	Medio	No	Total
Presenta	A	B	C	a+b+c
No presenta	D	E	F	d+e+f
Total	a+d	b+e	c+f	N

FUENTE: Elaboración Propia – Diciembre 2010

Siendo:

Las Frecuencias Observadas: a, b, c, d, e y f

El Número Total de casos estudiados: N

Los Totales marginales: a+b+c, d+e+f, a+d, b+e, c+f

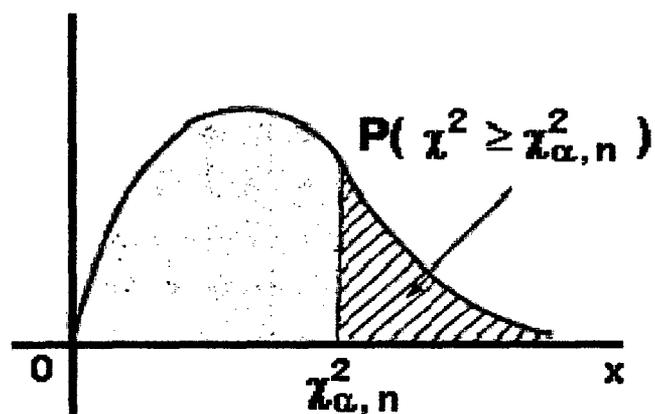
La prueba Chi cuadrado χ^2 permite determinar si dos variables cualitativas están o no asociadas. Si al final del estudio se concluye que las variables no están relacionadas se puede decir con un determinado nivel de confianza, previamente fijado, que ambas son independientes.

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

En la fórmula se tiene que:

“ O_{ij} ” es la frecuencia observada (f_o) en cada celda. Es el número de casos observados en la fila i de la columna j .

“ E_{ij} ” es la frecuencia esperada (f_e) en cada celda. Es el número de casos observados en la fila i de la columna j . Se puede definir como aquella frecuencia que se observaría si ambas fuesen independientes.



CUADRO 07: Probabilidad de Frecuencia

Grados libertad	Probabilidad de un valor superior - Alfa (α)				
	0,1	0,05	0,025	0,01	0,005
1	2,71	3,84	5,02	6,63	7,88
2	4,61	5,99	7,38	9,21	10,60
3	6,25	7,81	9,35	11,34	12,84
4	7,78	9,49	11,14	13,28	14,86
5	9,24	11,07	12,83	15,09	16,75
6	10,64	12,59	14,45	16,81	18,55
7	12,02	14,07	16,01	18,48	20,28
8	13,36	15,51	17,53	20,09	21,95
9	14,68	16,92	19,02	21,67	23,59
10	15,99	18,31	20,48	23,21	25,19

FUENTE: Elaboración Propia – Diciembre 2010

5.1.3 CONTRASTACION DE HIPOTESIS.

Para el caso en estudio se elaborará la frecuencia de Costos según los diferentes escenarios simulados, se aplicará la prueba del Chi-cuadrado para determinar la aceptación de la Hipótesis Nula Ho: Las variables en estudio no se encuentran relacionadas y se contrastara con la Hipótesis Nula H1: Las variables en estudio son las del cuadro N° 08

CUADRO 08: Frecuencias Comparadas.

Rango de Frecuencias		COSTOS				
		Con SGP	Sin SGP	Solo con MRP	Solo con Balance de línea	Solo con control logístico
250,000	499,999	1	1	1	1	1
500,000	749,999	9	8	9	9	8
750,000	999,999	3	4	3	3	4
1,000,000	1,249,999	4	2	2	2	2
1,250,000	1,499,999	2	2	2	2	2
1,500,000	1,749,999	1	2	2	2	2
1,750,000	1,999,999	0	1	1	1	1
2,000,000		20	20	20	20	20

FUENTE: Elaboración Propia – Diciembre 2012

Se desarrolla el caso de prueba de dependencia entre los costos produciendo con el SGP propuesto vs. Sin SGP

De la cuadro de contingencia vista en el Cuadro N° 14

f_e : frecuencia esperada que se calcula a partir del producto de los subtotales entre el total.

Cálculo de f_e : $(\text{Subtotal de la fila } i) \times (\text{Subtotal de la columna } j) / N$

Donde N es el número total de frecuencias observadas

Entonces $N=20$

Calculo de los grados de libertad: $g.l.=(r-1)(k-1)$

Dónde: g.l. son los grados de libertad

r : número de filas de frecuencias observadas del cuadro de contingencia

k : número de columnas de frecuencias observadas del cuadro de contingencias

Calculando los $g.l.=(2-1)(7-1)=6$ (entonces se obtienen 6 grados de libertad)

Cálculo de f_e : $(\text{Subtotal de la fila } i) \times (\text{Subtotal de la columna } j) / N$

CUADRO 09: Contingencia con las Frecuencias observadas

	FRECUENCIA DE COSTOS							Total	%
	0,25 - 0,5	0,5 - 0,75	0,75 - 1	1 - 1,25	1,25 - 1,5	1,5 - 1,75	1,75 - 2		
Con Modelo	1	9	3	4	2	1	0	20	0.5
Sin Modelo	1	8	4	2	2	2	1	20	0.5
Total	2	17	7	6	4	3	1	40	1
%	0.05	0.425	0.175	0.15	0.1	0.075	0.025	1	

FUENTE: Elaboración Propia – Diciembre 2012

CUADRO 10: Contingencia con las Frecuencias Observadas y Esperadas

	0,25 - 0,5		0,5 - 0,75		0,75 - 1		1 - 1,25		1,25 - 1,5		1,5 - 1,75		1,75 - 2		Total	%
	f(o)	f(e)	f(o)	f(e)	f(o)	f(e)	f(o)	f(e)	f(o)	f(e)	f(o)	f(e)	f(o)	f(e)		
Con Modelo	1	1	9	8.5	3	3.5	4	3	2	2	1	1.5	0	0.5	20	20
Sin Modelo	1	1	8	8.5	4	3.5	2	3	2	2	2	1.5	1	0.5	20	20
Total	2	2	17	17	7	7	6	6	4	4	3	3	1	1	40	40
%	0.05	0.05	0.425	0.425	0.175	0.175	0.15	0.15	0.1	0.1	0.075	0.075	0.025	0.025	1	1

FUENTE: Elaboración Propia – Diciembre 2012

De la fórmula

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Dónde:

O_i : Valores observados

E_i : Valores esperados

$$\chi^2 = \sum \frac{(\text{Valores observados} - \text{Valores esperados})^2}{\text{Valores esperados}}$$

Ver resultados parciales en el Cuadro N° 15

Se obtiene:

$$\chi^2 = 2.202$$

Inferencia:

En el cuadro mostrado en el cuadro N° 09 se tiene que para un g.l. = 6 con un nivel de confianza del 95% (alfa=0.059) el valor es 12.59.

Y el Chi-cuadrado calculado es igual a 2.202

Por lo tanto como el valor calculado para el chi-cuadrado es menor que el valor del chi-cuadrado de los cuadros.

$$\begin{aligned} \chi^2 \text{ Calculado} &< \chi^2 \text{ Teórico} \\ 2.202 &< 12.59 \end{aligned}$$

La Hipótesis Nula Ho se acepta.

5.2 RESULTADOS

La Inferencia estadística:

Si el Chi-Cuadrado calculado aplicando la fórmula resulta ser menor que el valor del Chi-cuadrado obtenido en los cuadros con un grado de libertad y un nivel de confianza determinado.

$$\chi^2 \text{ Calculado} < \chi^2 \text{ Teórico}$$

La Hipótesis Nula Ho se acepta.

5.3 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Está en función de los resultados obtenidos al aplicar la prueba del Chi-Cuadrado para determinar si no existe relación entre los costos obtenidos mediante la simulación par el caso en que se produzca aplicando el sistema de gestión productivo SGP frente a los costos de producción sin usar el sistema.

Es decir se necesita demostrar que operativa y funcionalmente los costos obtenidos en cada escenario es independientemente el uno del otro.

5.4 PROCESO DE IMPLEMENTACION DEL SISTEMA

El proceso de implementación del Sistema de Gestión propuesto tiene una serie de pautas, aspectos generales y recomendaciones con el propósito de hacer de una eventual aplicación un experiencia exitosa que permita brindar los resultados esperados. Con este propósito se expone entre otros puntos los procedimientos básicos para la operatividad y gestión del SGP,

5.4.1 ASPECTOS GENERALES PARA LA IMPLEMENTACION

Durante la implementación y sus controles respectivos es muy importante evaluar y contrastar las cifras para validar adecuadamente los resultados.

En la implementación de este SGP se requiere de un minucioso y cuidadoso trabajo de configuración y parametrización de las N variables involucradas en el proceso. Asimismo se debe hacer un mantenimiento y actualización constante.

Es muy importante también durante esta implementación tomar como referencias los procedimientos operativos y procedimientos de gestión citados en los capítulos siguientes, ya que tienen como base una experiencia real, que es materia de estudio de esta investigación.

5.4.2 PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS

En esta parte del capítulo se va a detallar los procedimientos operativos que deben variar con relación a los procesos actuales. Se hace un pequeño análisis y diferencias que hay entre lo actual y lo propuesto.

a). Actualmente el área de PCP recibe información impresa de las existencias de productos terminados, para ser procesada y digitada después en sus hojas de cálculo.

La idea es que con este Sistema de Gestión Productivo SGP se implemente una integración o al menos una exportación de esta información a fin de evitar la digitación.

b). Actualmente el área de PCP recibe información en formatos manuales de lo producido en cada una de las secciones de producción, este trabajo se realiza a primera hora en la mañana del día siguiente.

La idea es que al finalizar el día sean los mismos encargados de cada sección quienes ingresen la información del proceso realizado, esto permitirá acortar la brecha de tiempo para ser más oportunos y precisos con la información para la gestión.

c). Actualmente luego de mucho proceso de datos en hojas de Excel el área de PCP determina que debe comprar Logística a lo largo de todo el mes. El margen de error es alto y no se ajusta a lo cambiante que es el proceso y las necesidades en la planta.

La idea es que Logística reciba información constante de lo que se debe comprar con alertas automáticas y digitales. Esta información se debe recalcular diariamente con el fin de lograr una mayor dinámica y rapidez en la reposición.

d). Actualmente el control de los productos en proceso se hace en virtud a las diferencias que hay entre los inventarios de un día y otro, tomando además en cuenta la producción reportada por cada proceso.

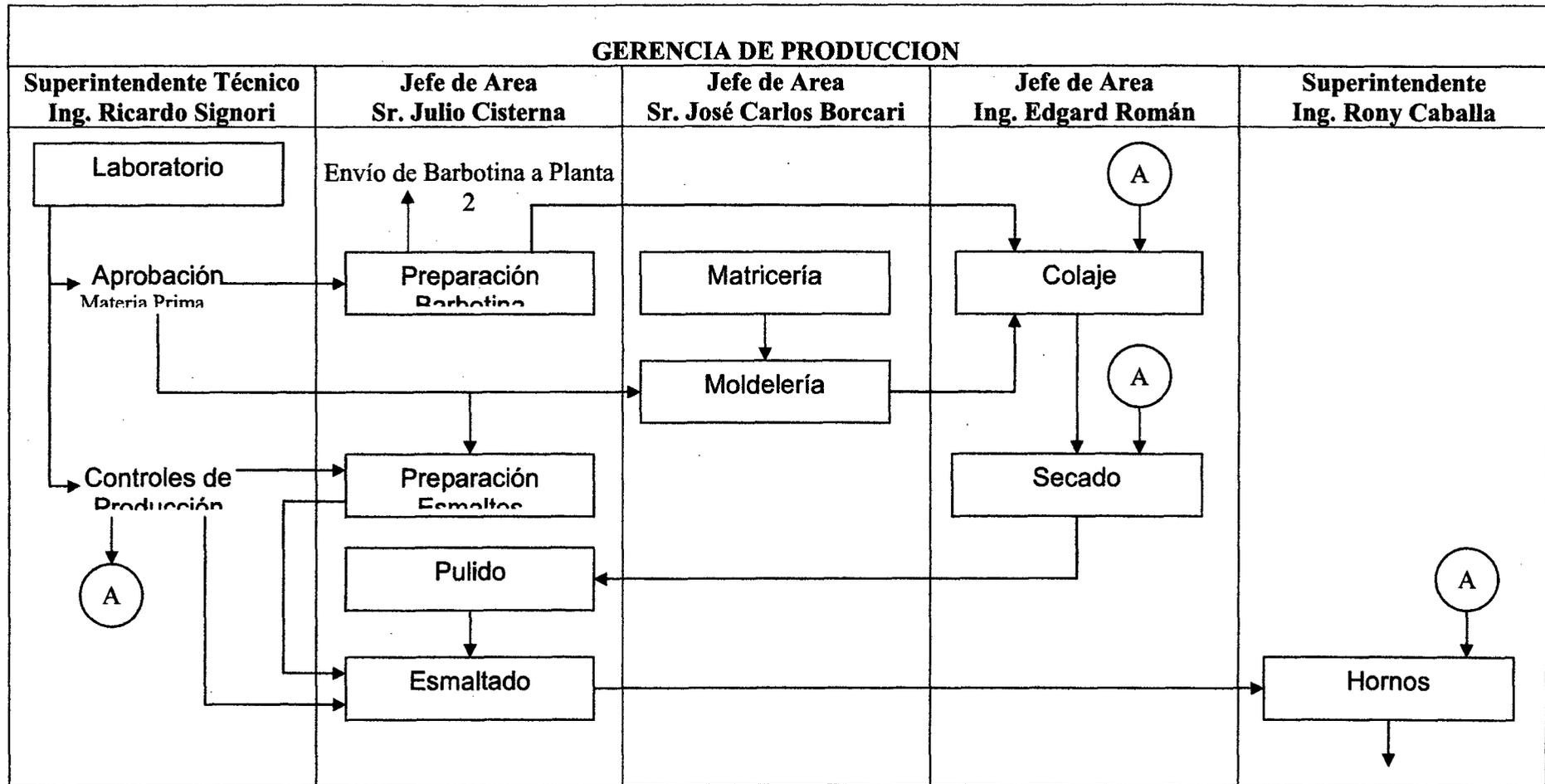
La idea es que con este Sistema de Gestión Productivo SGP se tenga un control de inventarios ó Kardex mucho más precisos y en línea que permita tomar decisiones más acertadas en cuanto a las cantidades a producir y al control de diferencias que se debe tener en forma rutinaria.

e). Actualmente se asignan los recursos de acuerdo a los programas de producción diarios sin tomar en cuenta la optimización del recurso humano, llegando a tener tiempos ociosos de algunas áreas y/o personal. Sin poder establecer en forma proactiva medidas que eviten esta situación.

La idea es que con este Sistema de Gestión Productivo SGP se calcule y defina el balance de la línea en forma automática que logre optimizar el recurso humano existente además de explotar al máximo las máquinas y equipos de planta. Todo el equipamiento actual de la planta se detalla en el anexo N° 11.

Es importante tener como referencia el actual esquema operativo entre las diferentes secciones de trabajo o ensamble que se tiene en planta, para una mejor referencia se cita la grafica a continuación.

GRAFICA 26: Esquema del ensamble actual de los procesos de fabricación.



FUENTE: Estudio de Información TREBOL – M.Díaz - Setiembre 2007

5.4.3 PROCEDIMIENTOS DE GESTION

Al igual que en el caso anterior en esta parte del capítulo se señala las diferencias en los procedimientos de gestión actuales y lo que se espera implementar con el Sistema de Gestión Productivo.

a). Actualmente el área de PCP logra determinar al día siguiente el nivel de aprovechamiento que hay en planta y muchas veces las medidas correctivas a tomar ya no son aplicables ya que las circunstancias en la planta han variado.

La idea es que con este Sistema de Gestión el área de PCP e inclusive otras áreas como la gerencia de producción y superintendencias de planta puedan recibir un informe de los resultados en línea ó a más tardar al finalizar el día. Esto permitiría que los superintendentes y jefes de sección puedan tomar medidas correctivas ese mismo día para que se ejecuten y reflejen en la producción del día siguiente.

b). Actualmente la gerencia debe esperar un informe del área de PCP el cual en algunos casos llega algo retrasado por el exceso de proceso manual que se hace todos los días.

La idea es que con este SGP se logres un monitoreo en línea y que pueda ser observado desde cualquier punto de la red donde se cuente con acceso al Aplicación Informática propio del nuevo Sistema de Gestión.

c). Actualmente la gerencia no tiene los elementos de juicio necesarios y oportunos para tomar medidas o hacer los cambios en la línea de producción, que se vean reflejadas inmediatamente en el proceso de balance de línea diario.

La idea es que la gerencia pueda acceder a las LOG de eventos que registró el sistema durante el proceso de balance de línea, con el propósito de saber en qué secciones se debe hacer cambios (reducir

o aumentar) ya sea en la maquinaria o en los recursos humanos. Se puede tomar en cuenta para esto la planificación de vacaciones del personal, sobretiempos, contratación de personal temporal, apagado y mantenimientos de equipos, entre otras medidas que permitan aprovechar al máximo la capacidad instalada y contratada.

d). Actualmente el proceso de control no permite detectar a tiempo cuales son los puntos en el proceso de abastecimiento en donde hay problemas de tiempo que serán recién reflejados al final de un periodo como producto de los análisis y evaluación de resultados.

La idea es que con este Sistema de Gestión se pueda identificar en forma automática y proactiva las demoras que se están presentando en el momento y que tendrán luego un efecto negativo en la ejecución de los programas de producción.

e). Actualmente el análisis de los costos de producción se hace recién días después del cierre del mes contable, teniendo esta información un poco tardía y con una distribución de costos globales sin tomar en cuenta la realidad que existe en los costos diarios.

La idea es que con este Sistema de Gestión Productivo se mantenga actualizado un cuadro de costos de producción en línea que permita a la gerencia detectar anomalías y descuadres entre lo ejecutado y lo previsto. Para mayor explicación de lo indicado se puede ver el Anexo N° 08 que forma parte de este informe.

5.4.4 CODIFICACION DE PRODUCTOS

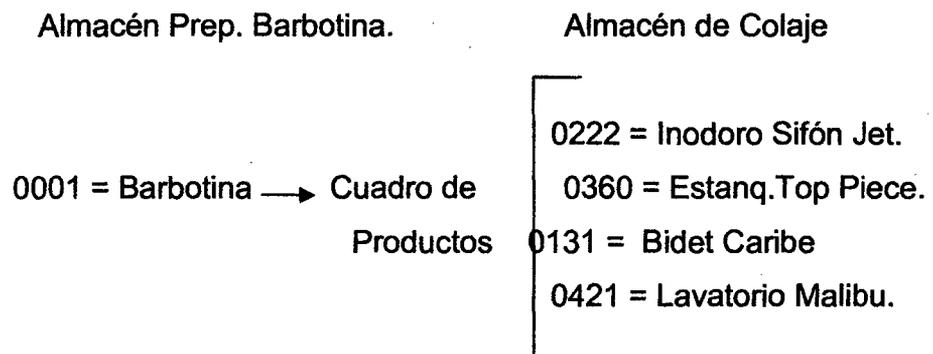
Para un secuencial y fluido procesamiento de la información se requiere de una adecuada codificación de los productos y/o ítems a utilizar durante la gestión de información del proceso productivo. Para tal fin se ha elaborado la siguiente codificación de productos en

proceso, tomando como base la actual codificación que se utiliza en la planta.

Se tomó como referencia las actuales cuadros que se utilizan en los productos terminados, es decir el cuadro de Productos, de colores y de calidades, esto se especifica en el Anexo N° 07. Asimismo se complementa con otros cuadros pero siempre respetando la esencia de lo que ya existe.

En Colaie:

En esta sección se tiene como materia prima base la barbotina con la cual se cuejan todos los moldes hasta obtener el producto colado, para este caso los códigos a utilizar serian:

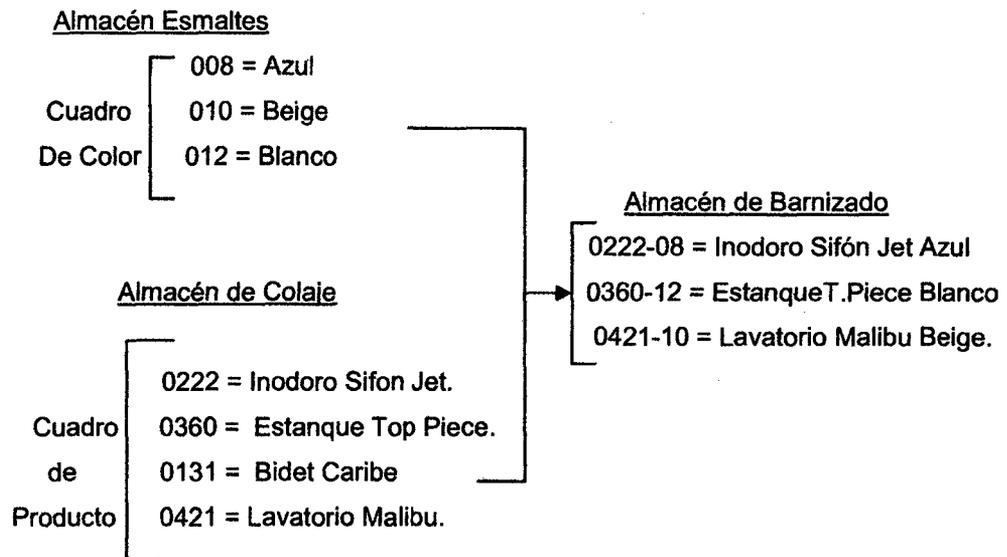


En Secado y Pulido:

En este caso el código se mantiene ya que en estos dos procesos los productos no sufren cambios físicos ni químicos. Claro está que los ítem de este proceso, son ítems de otro almacén.

En Barnizado:

En este caso se puede observar que el origen proviene de dos almacenes es decir se da un esquema de ensamble y se tomaría en cuenta la siguiente codificación.



Ver tablas de productos / Color / Calidad: Anexo N° 07.

En el proceso de Hornos:

En este caso el código se mantiene ya que durante el proceso de quema no se puede determinar las características finales del producto terminado, pero en el proceso siguiente si se asume un cambio en la codificación.

A manera de ilustración citamos una fotografía que se tomo en planta durante esta investigación. Aquí se observa los productos terminados que están en el proceso de clasificación solo horas después de haber salido del horno.

GRAFICA 27: Zona de planta enlaza la sección de Hornos con la sección de Clasificado.



FUENTE: Fotografía tomada en planta CORCESA - Setiembre 2009.

En el proceso de Clasificado:

Como se sabe en el proceso de clasificado se define la calidad del producto terminado e inclusive se identifican todos aquellos productos que pasan a ser merma por llegar con roturas ó demasiadas imperfecciones en el acabado. Entonces aquí se le agrega el código de la calidad a los productos salientes del horno.

Calidades:

- 0 = Exportación.
- 1 = Extra
- 2 = Comercial.
- 3 = Económica.

Almacén de Hornos:

0222-08 = Inodoro Sifón Jet Azul
0360-12 = Estanque Top Piece Blanco
0421-10 = Lavatorio Malibu Beige.

Almacén de Clasificado:

0222-08-1 = Inodoro Sifón Jet Azul
0360-12-2 = Estanq. Top Piece Blanco
0421-10-0 = Lavatorio Malibu Beige.

En el Anexo N° 7 se ve con detalle la gran variedad de referencias que hay tanto en el cuadro de Productos, Colores y Calidad, y por consiguiente la cantidad de ítems de productos terminados que puede salir de las N combinaciones que hay entre ellas.

5.5 CASO PRÁCTICO APLICADO

A continuación se muestra el seguimiento al caso práctico en el cual se revisará toda la información que se ha obtenido aplicando el Sistema de Gestión Productivo propuesto, claro está que para este propósito se ha simulado un escenario que cuenta con los datos, aspectos y consideraciones del caso para aplicar el SGP.

Revisión del Caso de Análisis:

En la identificación del problema se explicó un típico caso de programación y ejecución de un lote de producción de sanitarios, tomándose como punto de partida la necesidad de producir e internar al almacén 45,789 piezas de Inodoros Sifón Jet Blanco, para cubrir una entrega al exterior del país en un plazo no mayor a veinte días.

Tal como se mencionó el precio de venta de la unidad de estos sanitarios es de S/. 26.00 soles o un equivalente a \$9.30 dólares americanos por pieza.

En el caso analizado anteriormente no se siguió el método de cálculo que va de adelante hacia atrás para calcular lo que se requiere del proceso anterior que a continuación se presenta:

Paso 01:

Calculo de la cantidad requerida entre el almacén o proceso de Clasificado y el Almacén de productos terminados.

Almacen Productos Terminados				Almacen Productos Clasificado				
COALMA	COITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	COALMA_O	COITEM_O	DESCRIPCION_O	FACTOR	CANTIDAD_O
100	0222-01-1	INOD.SIFON JET BLANCO EXT	45789,00	200	0222-01-1	INOD.SIFON JET BLANCO EXT	1,01	46247,00



Como se puede ver en el cuadro del Paso 01, se requiere internar 45,789 con un margen de merma del 1% entre almacenes con lo que se proyecta una entrega de 46,247 unidades.

El costo operativo de este proceso se basa en el uso de montacargas y la supervisión del encargado de llevar el Kardex y ya que estos recursos serán los mismos independientemente de la cantidad producida, son costos que se consideran como fijos de la operación.

Paso 02:

Cálculo de la cantidad que se requiere entre almacenes tomando en cuenta el margen de merma que hay entre ellos.

Almacén de Clasificado				Almacén de Hornos				
COALMA	COITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	COALMA_O	COITEM_O	DESCRIPCION_O	FACTOR	CANTIDAD_O
200	0222-01-1	INHOD.SIFON JET BLANCO EXT	46247,00	300	0222-01	INHOD.SIFON JET BLANCO	1,14	52722,00



Tal como se ve en el cuadro del Paso 02 se tiene como uno de los parámetros estadísticos del SGP un margen de merma de 14% lo que indica que si se quiere entregar 46,247 unidades calidad extra, el almacén de hornos debe entregar un total de 52,722 unidades.

Este 14% se dedujo como resultado estadístico que hay en el área de clasificado en donde solo el 86% de toda la producción diaria es de calidad Extra, el resto es de calidad comercial, popular o rotura.

El mercado exterior exige entregar solo calidad extra.

Por otro lado el costo operativo de esta área se deduce de los costos de Mano de Obra por día y turno, sumado los costos del equipamiento que allí se utiliza, entre estos equipos se incluye a la faja transportadora, base para el paletizador, material de embalaje, equipos de cómputo como PC's, impresora de código de barras, pantallas táctiles, equipos de radio frecuencia entre otros.

Los costos del proceso se indican a continuación:

**Costo del proceso del
Area de Clasificado**

Costo M.O. x Día x Turno	62
Costo Equipos x Día	300

En función a estos costos se deduce lo siguiente:

$$S/ 62.00 \times 2 \text{ Oper.} \times 3 \text{ turnos} \times 9 \text{ días} = S/ 3,348$$

Y en equipamiento será:

$$S/ 300.00 \times 9 \text{ días} = S/. 2,700$$

Haciendo un total de S/. 6,048.00 como costo operativo de esta sección.

Paso 03:

En este paso se indica cuantas piezas pasan del almacén de Barnizado hacia el almacén de hornos, como se puede ver en este caso el parámetro de merma o factor es 0% ya que de acuerdo a la naturaleza del proceso el 100% de lo que sale de barnizado entra al Horno.

Almacén de Hornos				Almacén de Barnizado				
COALMA	COITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	COALMA_O	COITEM_O	DESCRIPCION_O	FACTOR	CANTIDAD_O
300	0222-01	INOD.SIFON JET BLANCO	52722,00	400	0222-01	INOD.SIFON JET BLANCO	1,00	52722,00



Para este caso se presentan estos datos los cuales indican que el horno con el que se cuenta es el SACMI1 cuya capacidad diaria (24 horas continuas) es de 6,000 piezas, lo cual indica un promedio de 2,000 piezas por turno. Y la capacidad máxima de carga por turno por cada operario es de 800 piezas.

Especificaciones Técnicas del HORNO

COHORNO	DESCRIPCION	CAPAC.X DIA	CTO.GAS DIA	Cap.x Carg	Cto.Dia.Carg.
T001	SACMI 1	6000	23000	800	54
			207000		4212

Adicionalmente se observa el costo diario del gas que consume el horno equivalente a S/. 23,000 soles y el costo de la mano de obra por día de los operarios del horno (cargadores y descargadores) en promedio equivalente a S/. 54 soles, según se indica en el cuadro anterior.

Para cumplir con las 52,722 piezas se tiene que cumplir con una producción diaria de 6000 piezas durante 8 días, mas un noveno día con 4,722 piezas.

En virtud a estos datos el costo parcial de esta operación sería:

9 días x 23,000 soles = S/ 207,000 soles.

6000 entre 3 turnos = 2,000 Piezas por turno.

2000 entre 800 c/operario = 2,5 operarios es decir = 3 operarios.

3 Oper. x 3 turnos x 8 días = 72

2 Oper. x 3 turnos x 1 día = 6

Haciendo un total de 78 jornadas de trabajo.

78 jornadas x 54 Soles = S/ 4,212 soles.

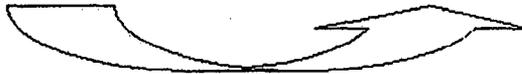
Haciendo un total de S/. 211,212 como costo del proceso.

Paso 04:

Aquí se calculó el costo para barnizar las 52,722 piezas en dos partes: Se requiere que Pulido produzca y entregue 53,250 asumiendo estadísticamente que habrá un 1% de merma entre uno y otro proceso.

Se requiere de 9489,96 Lts. de Esmalte Blanco ya que se requiere 0,18 Lts. por cada pieza (53,250 x 0,18 = 9585 Lts.)

Almacén de Barnizado				Almacén de Pulido				
COALMA	COITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	COALMA_O	COITEM_O	DESCRIPCION_O	FACTOR	CANTIDAD_O
400	0222-01	INOD.SIFON JET BLANCO	52722,00	500	0222	INOD.SIFON JET	1,01	53250,00
Almacén de Esmaltes								
COALMA_O	COITEM_O	DESCRIPCION_O	FACTOR	CANTIDAD_O				
410	01	ESMALTE BLANCO	0,18	9585				



En este proceso se ha contemplado que las cabinas cuentan con un sistema que reutiliza el esmalte que cae al piso de la cabina al momento de ser barnizadas, brindando así una mayor productividad de este material.

Para lograr barnizar las 53,250 piezas produciendo un total diario de 6,060 piezas, con 1% de merma en este proceso ($6,000 \times 1,01 = 6,060$); se requiere utilizar al máximo la capacidad instalada en esta área, que se compone de un total de 24 cabinas totalmente equipadas.

Por estadística un Barnizador puede producir 85 piezas diarias, es decir en un turno se pueden producir 255 piezas.

En este sentido se requiere que durante 8 días se trabaje los tres turnos en las 24 cabinas, haciendo un total de 6,060 piezas por día.

Y un noveno día en la cual solo se requerirá producir 4,770 piezas usando durante los dos primeros turnos las 24 cabinas y en el tercer turno se usaría solo 9 cabinas, las 8 primeras al 100% y la novena produciendo solo 10 piezas.

Los costos operativos unitarios en esta sección son:

Cto.GasCab-Día x Turno	S/. 16.00
Costo M.O. x Día x Turno	S/. 60.00

Es decir en costo de infraestructura se llega a:

24 Cabinas x 3 Turnos x 8 días x 16 Soles = S/. 9,216

24 Cabinas x 2 Turnos x 1 día x 16 Soles = S/. 768

09 Cabinas x 1 Turnos x 1 día x 16 Soles = S/. 144

Lo cual suma un total de: S/. 10,128 nuevos soles.

Por otro lado en mano de obra se llegará al siguiente importe:

24 Cabinas x 3 Turnos x 8 días x 60 Soles = S/. 34,560

24 Cabinas x 2 Turnos x 1 día x 60 Soles = S/. 2,880

09 Cabinas x 1 Turnos x 1 día x 60 Soles = S/. 540

Lo cual suma un total de: S/. 37,980 nuevos soles.

Haciendo un total de S/ 48,108 nuevos soles de costo operativo en el área de Barnizado.

Paso 05:

En este paso se hará el cálculo de todo lo que pasa del almacén de colaje al almacén de Pulido según se muestra en el siguiente cuadro:

Almacén de Pulido				Almacén de Colaje				
COALMA	COITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	COALMA_0	COITEM_0	DESCRIPCION	FACTOR	CANTIDAD_0
500	0222	INOD.SIFON JET	53250,00	600	0222	INOD.SIFON JET	1,02	54315



Como se puede observar, para llegar a pulir 53,250 piezas se tiene que colar 54,315 piezas en el área de colaje, ya que según los parámetros de aprovechamiento se da un 2% de merma entre uno y otro proceso, teniendo en cuenta además que se ha considerado como parte del proceso de colaje al proceso de Secado, los cuales juntos suman este porcentaje de merma. Para cumplir con la producción de 54,315 piezas en este proceso se requiere producir

6,182 piezas diarias lo que requiere utilizar las 12 cabinas de pulido con las que cuenta la planta.

El operario promedio puede producir 200 piezas por turno, es decir se puede llegar a producir 600 piezas en los tres turnos.

Los primeros 8 días se deben internar las 6,182 piezas, lo que implica trabajar el primer y segundo turno al 100% (con las 12 cabinas existentes), y el tercer turno solo con 7 cabinas, de las cuales en la última solo se debe producir 182 piezas por turno.

El día nueve bastara con utilizar del tercer turno solo una cabina produciendo 59 piezas de este producto.

Asimismo se sabe que los costos operativos unitarios de estas áreas son:

Cto.GasCab x Día x Turno	S/. 16.00
Costo M.O. x Día x Turno	S/. 60.00

Entonces los costos operativos de este proceso son:

Es decir en costo de infraestructura se llega a:

12 Cabinas x 2 Turnos x 8 días x 16 Soles = S/. 3,072

07 Cabinas x 1 Turnos x 8 días x 16 Soles = S/. 896

12 Cabinas x 2 Turnos x 1 día x 16 Soles = S/. 384

01 Cabinas x 1 Turnos x 1 día x 16 Soles = S/. 16

Lo cual suma un total de: S/. 4,368 nuevos soles.

Por otro lado en mano de obra se llegará al siguiente importe:

12 Cabinas x 2 Turnos x 8 días x 60 Soles = S/. 11,520

07 Cabinas x 1 Turnos x 8 días x 60 Soles = S/. 3,360

12 Cabinas x 2 Turnos x 1 día x 60 Soles = S/. 1,440

01 Cabinas x 1 Turnos x 1 día x 60 Soles = S/. 60

Lo cual suma un total de: S/. 16,380 nuevos soles.

Haciendo un total de **S/ 20,748** nuevos soles el costo operativo en el área de Pulido.

Paso 06:

En este paso se revisará el pase del almacén de Barbotina al almacén de Colaje, tomando en consideración la cantidad de litros de Barbotina que se requiere en cada pieza que se debe internar en el almacén de Colaje.

Cabe puntualizar que para cada pieza del inodoro Sifón Jet se requiere 16 litros de Barbotina, con una merma de 1%, este bajo nivel de merma se debe a que la gran parte del residuo o inclusive de la rotura de piezas ya coladas son reprocesadas.

Almacén de Colaje				Almacén de Barbotina				
COALMA	COITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	COALMA O	COITEM O	DESCRIPCION	FACTOR	CANTIDAD O
600	0222	INOD.SIFON JET	54315	610	0001	BARBOTINA	16,16	877730



Como se puede observar en este cuadro, para producir 54,315 piezas en este proceso se requiere consumir 877,730 litros de barbotina.

Por otro lado se incurre en un costo operativo basado en los siguientes parámetros:

Para cumplir con la necesidad del proceso siguiente se debe colar 6182 piezas por día.

Un colador promedio debe colar 48 piezas diarias por turno de lo cual se deduce que se debe trabajar a tres turnos con un total de 43 coladores por día durante los primeros 8 días.

Y un noveno día también a tres turnos pero solo con 34 trabajadores en cada uno de ellos.

Calculando:

43 Coladores x 3 Turnos x S/. 68 Soles x 8 Días = S/. 70,176

34 Coladores x 3 Turnos x S/. 68 Soles x 1 Días = S/. 6,936

Hace un total de **S/. 77,112**

Por otro lado se deduce el costo de los equipos para cada turno de colado de la siguiente manera:

43 Coladores x 3 Turnos x S/. 25 Soles x 8 Días = S/. 25,800

34 Coladores x 3 Turnos x S/. 25 Soles x 1 Días = S/. 2,550

Haciendo un total de S/. 28,350

Y finalmente se deduce el costo de una máquina, muy importante para todo el proceso como es el Secador, equipo que tiene un alto consumo de gas y gastos de mantenimiento que de acuerdo a la información reportada es de S/. 1,800 diarios, lo que en nueve días de operación se obtiene un total de S/. 16,200 soles.

En conclusión en esta área se llega a un costo total de operación como se ve en el cuadro siguiente:

Costo del Proceso de Colaje

M.O.	77112,00
Infraestructura y Equipos	28350,00
Secador	16200,00
	121662,00

Paso 07:

En este paso se revisará lo que se requiere que pase del almacén de Esmaltes, son recursos que provienen tanto del almacén de Bases y del almacén de Materias Primas.

Según las especificaciones técnicas se tiene que para cada litro de Esmalte Blanco se requiere de 0,85 Litros de Base de Esmalte y 0,15 litros de Pigmento Blanco. Tal como se aprecia en el siguiente cuadro:

Almacén de Esmaltes				Almacén de Bases				
COALMA	COITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	COALMA_O	COITEM_O	DESCRIPCION	FACTOR	CANTIDAD_O
410	01	ESMALTE BLANCO	9585	420	0002	BASE DE ESMALTE	0,85	8147,25
Almacén de Materias Primas								
COALMA_O	COITEM_O	DESCRIPCION	FACTOR	CANTIDAD_O				
700	P0001	PIGMENTO BLANCO	0,15	1437,75				

En esta sección se requiere en forma constante la participación de 6 operarios, los cuales tienen un jornal promedio diario de S/. 45. soles, dentro de este personal se considera a los cargadores, operarios del monta carga y al personal que supervisa la calidad del producto final de este proceso. Por otro lado, se cuenta con pequeñas balsas donde se realiza las mezclas y así mismo los equipos de filtrado y tamizado los que también trabajan con combustible y requiriendo de un mantenimiento preventivo constante. En total se ha deducido que el costo diario de esta maquinaria asciende a un importe de S/. 350 soles.

Entonces el costo operativo de esta operación se calcula así:

$$9 \text{ Días} \times 6 \text{ Operarios} \times 48 \text{ Soles} = \text{S/}. 2,430$$

$$9 \text{ Días} \times 350 \text{ Soles} = \text{S/}. 3,150$$

Dando un total de S/. 5,580 soles, como costo operativo de esta sección.

Paso 08:

En este paso se revisa todos los recursos que pasan desde el almacén de Materia Prima hacia el almacén de Barbotina, estos recursos se indican en el cuadro adjunto al detalle e indicando la cantidad que se requiere de cada elemento para producir un litro de Barbotina.

Almacén de Barbotina				Almacén de Materia Prima					
COALMA	COITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	COALMA_O	COITEM_O	DESCRIPCION	URM	FACTOR	CANTIDAD_O
610	0001	BARBOTINA	877730	700	M0001	FELDESPATO	Klg	0,290	254541,82
				700	M0002	ARCILLA PNO	Klg	0,160	140436,86
				700	M0003	ARCILLA CAOLIN	Klg	0,278	244009,05
				700	M0004	CUARZO	Klg	0,348	305450,18
				700	M0005	SILICE	Klg	0,123	107960,84
				700	M0006	KAOLIN GROLECK	Klg	0,067	58807,94
				700	M0007	BENTONITA	Klg	0,056	49152,90
						AGUA	Li	0,400	351092,16

Aquí se menciona a seis diferentes elementos (arcillas y químicos) y adicionalmente un elemento básico y esencial como es el agua que de acuerdo a como se manejen los costos en este proceso se considerará dentro del gran bloque de costo fijos que se explicará al final de esta revisión.

Seguidamente se explica el cálculo del costo operativo de esta sección, donde se requiere la participación permanente de 10 operarios con un jornal promedio diario de S/. 45. soles cada uno, dentro de este personal se considera a los cargadores, operarios del monta carga y al personal que supervisa la calidad del producto final de este proceso. Por otro lado, se cuenta con dos grandes balsas donde se realiza las mezclas y así mismo los equipos de filtrado y tamizado que también trabajan con combustible, y como en el caso anterior requieren de un mantenimiento preventivo constante. En total se ha deducido que el costo diario de esta maquinaria asciende a un importe de S/. 2,000 soles.

Entonces el costo operativo de esta operación se conforma de:

$$9 \text{ Días} \times 10 \text{ Operarios} \times 45 \text{ Soles} = \text{S/. } 4,050$$

$$9 \text{ Días} \times 2000 \text{ Soles} = \text{S/. } 16,000$$

Dando un total de **S/. 20,050** soles, como costo operativo de esta sección.

Paso 09:

En este paso se revisan todos los recursos que pasan desde el almacén de Materia Prima hacia el almacén de la Base para el Esmalte, aquí se indica la cantidad que se requiere de cada elemento para producir un litro de base.

Almacén de Base				Almacén de Materia Prima					
COALMA	COITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	COALMA_O	COITEM_O	DESCRIPCION	UNM	FACTOR	CANTIDAD_O
420	0002	BASE DE ESMALTE	8147,25	700	M0010	PIGMENTO BLANCO A	Lt	0,21	1710,92
				700	M0011	BASE VITRIFICANTE	Lt	0,34	2770,07
				700	M0012	ADITIVO DE FOSFATO	Klg	0,17	1385,03
				700	M0013	METASILICATO DE SODIO	Klg	0,34	2770,07
						AGUA	Lt	0,56	4562,46

Luego se explica el cálculo del costo operativo de esta sección, donde se requiere la participación de 6 operarios de manera permanente, con un jornal promedio diario de S/. 45. soles. Por otro lado, se cuenta con equipos y balsas medianas donde se realiza la mezcla. En total el costo diario de estos equipos asciende a S/. 2,430 soles.

Por tanto el costo operativo de esta operación se obtiene de la manera siguiente:

$$9 \text{ Días} \times 6 \text{ Operarios} \times 45 \text{ Soles} = \text{S/}. 2,430$$

$$9 \text{ Días} \times 280 \text{ Soles} = \text{S/}. 3,500$$

Dando un total de **S/. 5,930** soles, como costo operativo de esta sección.

Paso 10:

En este paso se revisan todos los recursos que pasan desde el almacén de Materia Prima hacia el almacén de la Base para el

Esmalte, Esmalte, Barbotina y otros productos más que se indican en el cuadro a continuación:

CUADRO 11: Lista de Materias primas valorizadas.

COALMA	CONTEM	DESCRIPCION	UNIM	UNIDADES	CTO.UNL	CTO.TOT.
700	M0001	FELDESPATO	Klg	254,570.00	0.1431	36,421.00
700	M0002	ARCILLA PINO	Klg	140,440.00	0.5918	83,114.70
700	M0003	ARCILLA CAOLIN	Klg	244,020.00	0.4005	97,730.73
700	M0004	CUARZO	Klg	305,470.00	0.1296	39,576.74
700	M0005	SILICE	Klg	107,970.00	0.2459	26,547.43
700	M0006	KAOLIN GROLECK	Klg	58,830.00	1.0062	59,191.98
700	M0007	BENTONITA	Klg	49,180.00	0.3794	18,659.75
700	M0010	PIGMENTO BLANCO A	Klg	1,720.00	14.7310	25,337.38
700	M0011	BASE VITRIFICANTE	LT	2,770.00	10.0949	27,962.92
700	M0012	ADITIVO DE FOSFATO	LT	1,420.00	2.0215	2,870.54
700	M0013	METASILICATO DE SODIO	LT	2,770.00	2.2554	6,247.46
700	P0001	PIGMENTO BLANCO	Klg	1,440.00	40.6185	58,490.63
						482,151.25

FUENTE: Elaboración Propia - Diciembre 2012.

Como ya se indicó, dentro del proceso de cálculo se cuenta con un MRP que nos conduce a aplicar una reposición en bloque de una lista de materias primas, pero en esta oportunidad se asume que al contar con esta herramienta se reducirá el tiempo de reposición total, en primer lugar porque se contará con stock de seguridad, compras en curso debidamente monitoreadas y finalmente por que el SGP permitirá una reposición con una mayor precisión en tiempos y cantidades. Bajo estos criterios la lista de materias primas y sus costos son los indicados en el cuadro N° 11.

Como se observa el importe total de las materias primas es S/.482,151.25 nuevos soles, obteniendo un ahorro de S/. 5,948.00 en comparación al escenario anterior.

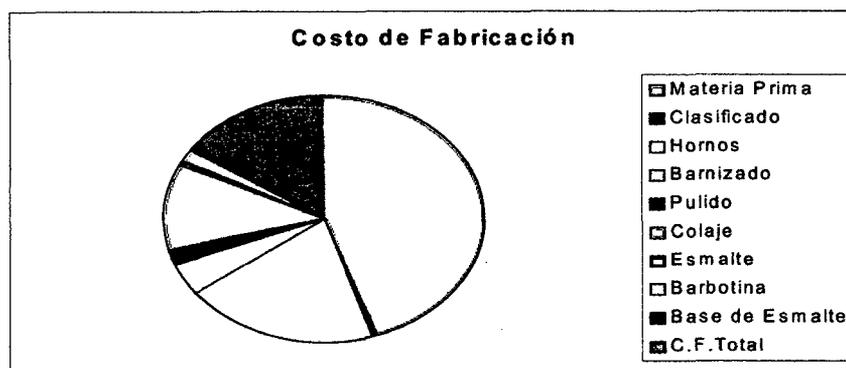
Paso 11:

Finalmente se está adicionando como costo de todo el proceso a los costos fijos de planta compuestos por la mano de obra en general, de personal ejecutivo de planta, personal administrativo, costo de infraestructura de toda la planta, servicios como Luz y agua, entre otros conceptos. Este importe para esta porción de tiempo (nueve días) llega a un total de S/. 162,000 nuevos soles los cuales serán considerados al costo por pieza y sumados al final de todo el proceso. El Cuadro N° 12 resumen los costos de todo el proceso.

CUADRO 12: Costos generales por proceso

Análisis de Costos	
Materia Prima	482151,25
Clasificado	6048,00
Hornos	211212,00
Barnizado	48108,00
Pulido	20748,00
Colaje	121662,00
Esmalte	5580,00
Barbotina	20050,00
Base de Esmalte	5930,00
C.F.Total	162000,00
	1.083.489,25

FUENTE: Elaboración Propia – Diciembre 2012



N° Piezas	45.789
Cto.Pieza	23,6627

Con el SGP los tiempos del proceso se cumplieron ya que el MRP permitió contar a tiempo con todos los componentes y/o materias primas necesarias para el proceso logrando cumplir en todos los casos un ciclo de 11 días de producción para las 45,789 y asimismo se logró un internamiento a lo largo de los próximos 9 días cumpliendo el requerimiento comercial según lo expuesto en el diagnóstico (capítulo 1), para este caso se hizo la entrega total de lo requerido en 20 días, permitiendo realizar el siguiente análisis de rentabilidad de esta operación, tal y cual se aprecia en el Cuadro N° 29

CUADRO 13: Análisis de Rentabilidad – Caso Practico.

	Piezas	Cto.Unit.	Cto.Total
+ Precio de Venta	46000	27,3913	1'260,000
- Costo de Fabricación	45789	23,6627	1'083,489
- Costo de Fabricación	211	26,1291	5,513
Utilidad Bruta >>			170,998
Gastos de Exportación Inicial			4,789
Gastos de Exportación Adicional			0
Utilidad Neta >>			166,209

FUENTE: Elaboración Propia – Diciembre 2012.

Conclusiones del Caso:

- a). Se observó durante todo el proceso la explosión de recursos de adelante hacia atrás, aplicando los cálculos necesarios en virtud a los parámetros pre-configurados para cada proceso.
- b). Por otro lado se logró cumplir el tiempo esperado dada la gran ventaja de contar con el MRP en la planificación en lo que abastecimiento se refiere.
- c). Y finalmente se logró obtener una línea de producción fluida, sin cuellos de botella, sin tiempos muertos y logrando una mayor productividad contando con un proceso debidamente balanceado.

d). En este caso puntual se observa que se logró un ahorro de S/.148,706 nuevos soles y asimismo un ahorro en tiempo de cinco días refiriéndose adicionalmente al ahorro económico obtenido.

5.6 ANALISIS DE LA IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE GESTION PRODUCTIVO Y SUS RESULTADOS

Como parte de este capítulo se ha realizado un minucioso análisis y comparación entre el Sistema de Gestión propuesto y el Sistema de Gestión actual. Y en base a esta comparación poder identificar claramente las ventajas de aplicar el Sistema de Gestión Propuesto y cuantificarlo con datos concretos.

5.6.1 SISTEMA DE GESTION PRODUCTIVO VS. SISTEMA ACTUAL DE TRABAJO.

A continuación se presenta un cuadro comparativo de las principales diferencias y las ventajas que hay entre la gestión actual (al que se denomina tradicional) y la gestión que se llevaría a cabo luego de implementar el Sistema de Gestión propuesto en esta investigación.

CUADRO 14: Comparación del Sistema Actual y Nuevo.

N°	Gestión Actual	Sistema de Gestión Propuesto
1.	Actualmente la mayor parte del flujo de información es manual y el procesamiento de datos se centraliza en el área de PCP.	Se propone un flujo de información automatizado, soportado con un Aplicación Informática y de proceso descentralizado.
2.	Los controles de stock de productos en proceso se hacen de una forma muy simple que consiste en tomar inventarios de secciones de trabajo y luego determinar diferencia con el	Los controles de stock en proceso se deben hacer con un mayor nivel de detalle tal como se realiza en un típico almacén de logística o

	<p>programa. El cruce de esta información se hace vía Excel.</p>	<p>productos terminados. Los cruces de información se hacen automáticos y se cuenta con interfaces con una aplicación informática para este fin.</p>
3.	<p>La tarea de abastecimiento de los materiales no obedece a ninguna planificación basada en algún proceso, se hace en hojas Excel teniendo como base cierto nivel de información bajo la apreciación subjetiva e intuitiva del estimador o planificador. El margen de error es alto y los costos por almacenamiento o por escasez se incrementan.</p>	<p>Esta tarea se hará en base al cálculo constante que realizarán los procesos del sistema, aquí se definirán programas de abastecimientos a corto, mediano y largo plazo; llegando a especificar las referencias y cantidades exactas que se deben reponer para cumplir con las exigencias de los planes de producción.</p>
4.	<p>El control de los costos se efectúa en forma genérica y como producto del trabajo contable a fin de mes, no cumpliendo con las transacciones y eventos propios del proceso a lo largo de todo el periodo. Los métodos de cálculo son basados en cifras globales y con alto margen de imprecisión.</p>	<p>El control de costos será en línea y en base al In-put diario de los procesos propios de la planta. Aquí se mantendrá información histórica y real, a lo largo de todo el proceso, además servirá de INPUT para reportar información a contabilidad para los estados financieros.</p>
5.	<p>La línea de producción ejecuta sus programas de fabricación sin ajustar y/o proporcionar los recursos para optimizar el rendimiento, esto genera con frecuencia algunos cuellos de botella y tiempos muertos durante el</p>	<p>Se aplicará diariamente un Balance de Línea en la producción, aprovechando al máximo los recursos de planta como horas-hombre y horas-maquina, obedeciendo a las restricciones del proceso y realizando planes de</p>

	proceso.	trabajo a corto, mediano y largo plazo para los cambios que la planta necesita.
6.	Se complica la labor de gestión y la toma de decisiones ya que no hay información precisa y oportuna.	En virtud a la información que se procesa se puede realizar una adecuada y acertada toma de decisiones para todo el proceso.

FUENTE: Elaboración propia - Enero 2012.

5.6.2 LÍMITES Y RESTRICCIONES DEL SISTEMA

Como todo proyecto o solución que se pretende implementar, este Sistema de Gestión Productivo SGP también tiene sus límites y restricciones, para este fin se expondrá una breve relación de estos:

- a). El SGP requiere de una aplicación informática que la soporte, pero no estipula el uso de una herramienta en particular; ya que la idea de su concepción y aplicación es abierta e independiente a cualquier tecnología de TI.
- b). El SGP puede complementarse con el uso de diversas herramientas de gestión, pero la presente investigación solo contempla las aquí mencionadas, queda a criterio del responsable de la implementación determinar con que herramientas complementará su labor.
- c). El SGP está orientado básicamente a empresas industriales en las cuales se cuenta con una producción por procesos, con líneas de ensamble como parte del flujo.
- d). El SGP tiene como escenario de estudio una industria de sanitarios de loza cerámica en particular y muchas aplicaciones o esquemas propios del SGP se sujetan a dicho escenario.

El lector debe tomar en cuenta esta premisa en caso de pretender realizar una implementación de este sistema en otros entornos o realidades.

e). El informe tiene un claro enfoque sistémico lo cual lo hace dinámico y con un alto margen de aproximación en los resultados calculados versus la ejecución real. De realizar una implementación descuidando u obviando este aspecto se tendría un alto riesgo a fallar y no cumplir con los objetivos esperados.

f). El SGP requiere de un minucioso y cuidadoso trabajo de configuración y parametrización de las N variables involucradas en el proceso. Asimismo se debe hacer un mantenimiento y actualización constante.

g). Los procesos del SGP se estructuran en base a cálculos los cuales a su vez se rigen a las restricciones y/o acotaciones que se tienen en la planta a lo largo de todo el proceso de fabricación.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1 CONCLUSIONES

El sistema de gestión productivo SGP integra las herramientas: Planificación de Recursos Materiales, Balance de Línea y Control Logístico como base para mejorar la gestión productiva en una industria de sanitarios de loza de una empresa Peruana. Este SGP es también aplicable a industrias similares e inclusive de otros rubros diferentes, pero en la cual por la forma de producción por procesos, se presente una problemática parecida a la tratada en esta industria.

Este sistema como concepto general es aplicable a otros rubros, pero en función a las peculiaridades de cada uno se deberían acondicionar las variables, parámetros y condiciones necesarias y los respectivos ajustes para lograr los resultados esperados.

La investigación posee un alto enfoque sistémico, al proponer el estudio la integración como unidad el sistema de gestión de la producción propuesto.

Luego de haber comparado las ventajas y desventajas de este sistema de gestión con el método de gestión que se llevaba a la fecha, se pudo obtener en forma objetiva una serie de aspectos y variables que sustentan por sí sola la factibilidad de aplicar el sistema de gestión productivo propuesto SGP.

2 RECOMENDACIONES

Cuando se requiera aplicar una herramienta de gestión como esta, es muy importante tomar en cuenta la predisposición de apoyo de todo el personal desde la alta gerencia hasta el menor nivel operativo de la empresa.

Luego de tener debidamente conceptualizado el sistema aplicado a la realidad de una determinada industria o empresa es importante contar con un equipo de profesionales de TI para que este la plasme óptimamente en una aplicación informática.

Se debe tomar en cuenta una metodología similar o igual a la sugerida en este informe, pero siempre con una revisión constante que permita una flexibilidad durante su desarrollo.

Como parte del estudio de factibilidad, implementación y post-implementación, se debe aplicar algún método de simulación, ya que herramientas de este tipo ayudan a identificar y pronosticar el margen de ahorro y optimización que se puede lograr.

Dado el carácter práctico y teórico de este trabajo se debe difundir y aplicar como una herramienta clave dentro del desarrollo y mejora constante dentro de la industria peruana.

3 RESUMEN DE LOS APORTES DE LA TESIS

El aporte teórico de esta investigación tiene como base toda la experiencia laboral del autor durante varios años de labor en la empresa la cual es escenario de esta investigación y es así que bajo dicha experiencia se puede aseverar que el aporte teórico es la conceptualización e integración de una serie de aspectos y soluciones, el cual tiene una visión articulada y logra el Sistema de Gestión Productivo.

Este puede ser aplicado en el sector industrial brindando como una herramienta completa que ofrece mejores resultados optimizando la productividad.

El aporte práctico de esta tesis se sustenta en la cercanía y acceso a la industria materia de esta investigación en la cual se obtuvo información real que se plasmó en este documento a través del caso práctico (Capítulo: 5.5.), en este caso se pudo hacer una corrida completa de los resultados que se pueden obtener al aplicar el Sistema de Gestión productivo. En conclusión el aporte de esta investigación se basa en la explicación práctica del Sistema de Gestión Productivo a través de una corrida donde se obtiene en forma concreta mejores resultados los cuales se pueden cuantificar y evaluar en forma objetiva. Asimismo se puede recalcar que el uso de cálculos estadísticos en el caso práctico contribuyó a sustentar la eficacia y viabilidad del SGP.

GLOSARIO DE TERMINOS

BALANCE DE LINEA:

Método de distribución de la carga de trabajo de la capacidad instalada el cual debe evitar y/o reducir al mínimo los cuellos de botella y horas hombre en espera.

BARBOTINA:

Mezcla de diferentes minerales y elementos químicos que luego de un proceso de molienda constituyen el elemento principal para elaborar la cerámica.

CALIDAD:

Es la conformidad relativa que existe en un producto o servicio en relación con las especificaciones del diseño. A mayor cumplimiento mayor calidad.

COCCION:

Proceso de horneado de las piezas sanitarias, a una temperatura mayor de los 1200°, durante este proceso las piezas quedan vitrificadas.

COLADO:

Proceso en el cual se llenan los moldes con Barbotina, dando así forma a los sanitarios en su primera etapa de fabricación.

CONTROL LOGISTICO:

Control que debe existir en planta entre proceso y proceso a fin de controlar adecuadamente el movimiento de productos en proceso, considerando para este fin mermas, salidas para control, roturas, ingresos y salidas en general.

DIAGRAMA CAUSA EFECTO:

Es un famoso esquema de análisis que permite identificar al detalle los N problemas que existen en un determinado escenario.-

DIAGRAMA DE CONTEXTO:

Es un diagrama que grafica el contexto general de un sistema o proceso a fin de dar el marco conceptual a la información que se pretende analizar.

ESMALTADO:

Proceso de fabricación de sanitarios que consiste básicamente en la aplicación del esmalte a las piezas sanitarias luego de haber sido coladas.

PLANIFICACION DE RECURSOS MATERIALES:

Hace referencia a un método de gestión de materiales para el oportuno abastecimiento de los recursos para algún proceso productivo.

PROCESO PRODUCTIVO

Conjunto de pasos o sub procesos que conforman toda la línea de fabricación de un bien.

PRODUCTIVIDAD:

Relación que hay en la cantidad obtenida con relación a la cantidad de recursos utilizados.

PULIDO:

Proceso que consiste en quitarle a las piezas coladas todas las impurezas y/o superficies defectuosas. Este proceso se realiza con pistolas compresoras.

SISTEMA DE GESTION:

Se define como una estructura probada para la gestión y mejora continua de políticas, procedimientos y procesos de una organización.

BIBLIOGRAFIA

1. ADAMS, EBERT.

“Administración de la Producción y las Operaciones”.

Editorial: Prentice Hall - 9na Edición – México - 2007

2. BOWERSOX DONALD J. / CLOSS DAVID J. / COOPER M.BIXBY

“Administración y logística en la cadena de suministros”

Editorial: McGraw Hill. 7ma Edición – México – 2008.

3. DIAZ MIGUEL

“Estudio de Información del Proceso Productivo”

Consultoría Externa TREBOL - Lima - 2007

4. FERNANDEZ SAMPIERI / FERNANDEZ COLLADO

“Metodología de la Investigación”.

Editorial: McGraw Hill – 7ma Edición -.México – 2007

5. HEIZER JAY - RENDER BARRY

“Dirección de la producción y de operaciones” Decisiones Tácticas.

Editorial: Prentice Hall - 8va Edición – España - 2007

6. INGENIEROS DE CORCESA

“D.O.P. Programas de Producción, especificaciones técnicas,...etc.”

Área de Producción CORCESA - Lima - 2006

7. KRAJEWSKI LEE J. / RITZMAN LARRY P./ MALHOTRA MANOJ

“Administración de Operaciones Estrategia de Análisis”

Editorial: Prentice Hall - 8ta Edición. México – 2007

8. PIEDRAFITA MORENO RAMON

“Ingeniería de la Automatización Industrial”

Editorial: Alfa omega – RA- MA - 7ma edición – México - 2008

9. ROSALER ROBERT C.

“Manual del Ingeniero de Planta”

Editorial: McGraw Hill - 9da Edición -. EE.UU. – 2009

10. TAHA, HAMDY A.

“Investigación de Operaciones una Introducción”

Editorial: Prentice Hall - 9na Edición. México – 2007

11. TYLER G.HICKS

“Manual de Cálculos para los Ingenieros”

Editorial: McGraw Hill - 7ma Edición -. México – 2007

12. VOLLMANN BERRY WHYBARK

“Sistema de Planificación y control de la fabricación”.

Editorial: IRWIN - 8va Edición - Suiza – 2007

13. ZARATE OTAROLA, BENITO

“Guía del asesoramiento de Tesis de la Universidad Nacional de Ingeniería,
sección Postgrado FIIS, 2012 - Lima - Perú

14. WEB OFICIAL: TREBOL-CELIMA

“<http://www.trebol-celima.com> - Lima - 2008

ANEXOS

	PAG
ANEXO N° 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA.	130
ANEXO N° 02: DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO DE COLADO	131
ANEXO N° 03: DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO DE SECADO Y PULIDO.	132
ANEXO N° 04: DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO DE ESMALTADO.	133
ANEXO N° 05: DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO DE COCCION	134
ANEXO N° 06: PRESENTACION DE LA EMPRESA EN SU PAGINA WEB CORPORATIVA.	135
ANEXO N° 07: BIBLIOGRAFIA DEL METODO DEL BALANCEO	137
ANEXO N° 08: TABLAS DE CODIGOS DE PRODUCTO, COLOR Y CALIDAD.	139
ANEXO N° 09: ANALISIS DE COSTOS POR PROCESOS.	142
ANEXO N° 10: ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL PRODUCTO TERMINADO.	144
ANEXO N° 11: DETALLE MAQUINARIA Y EQUIPOS DE PLANTA	147
ANEXO N° 12: RELACION DE CUADROS	151
ANEXO N° 13: RELACION DE GRAFICOS	153



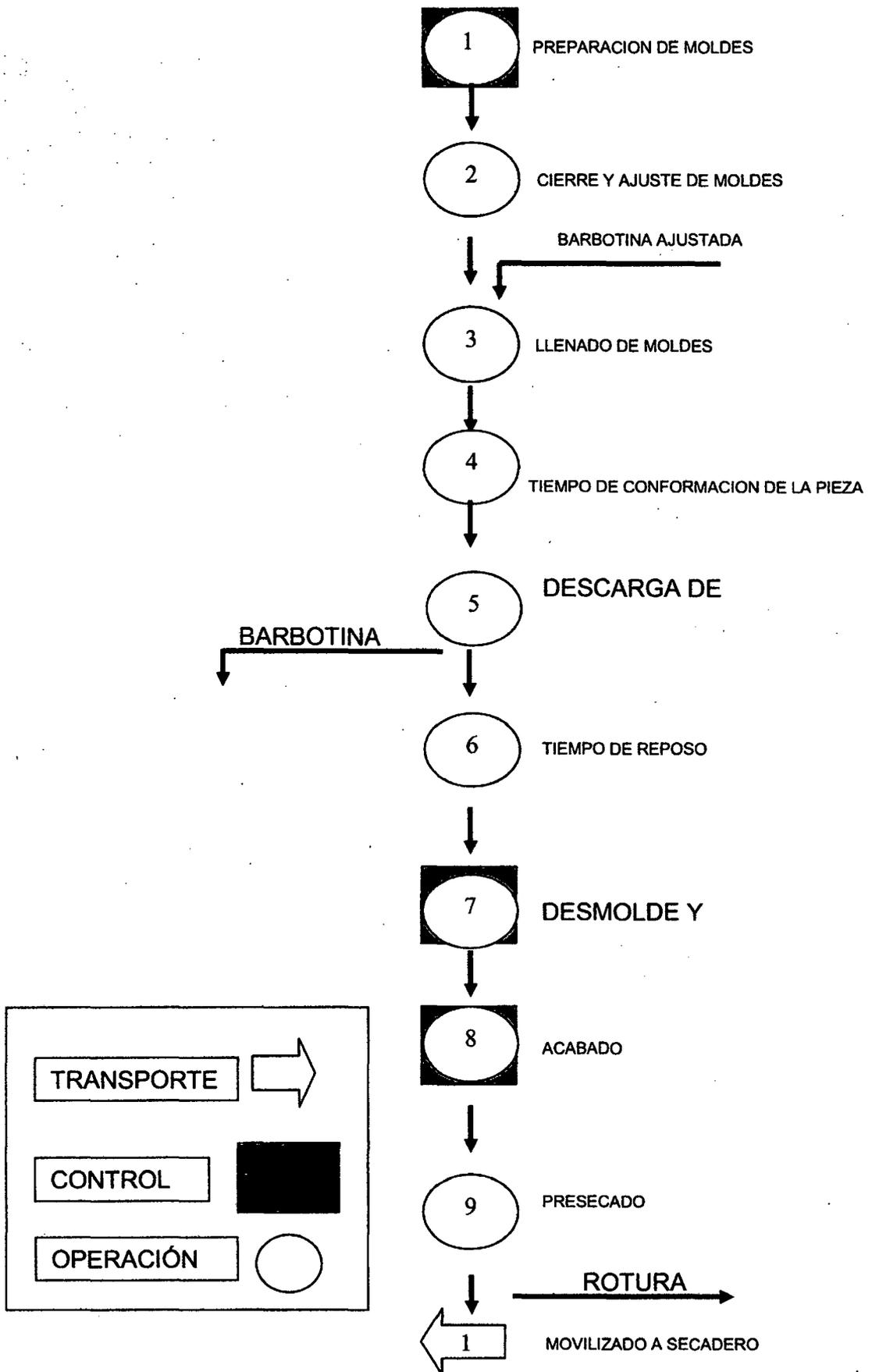
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
SECCION POSGRADO FIIS – UNI**

ANEXO N° 01

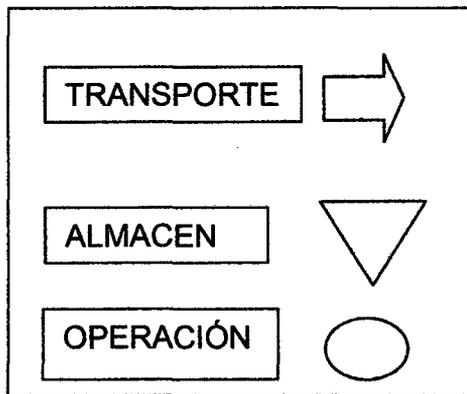
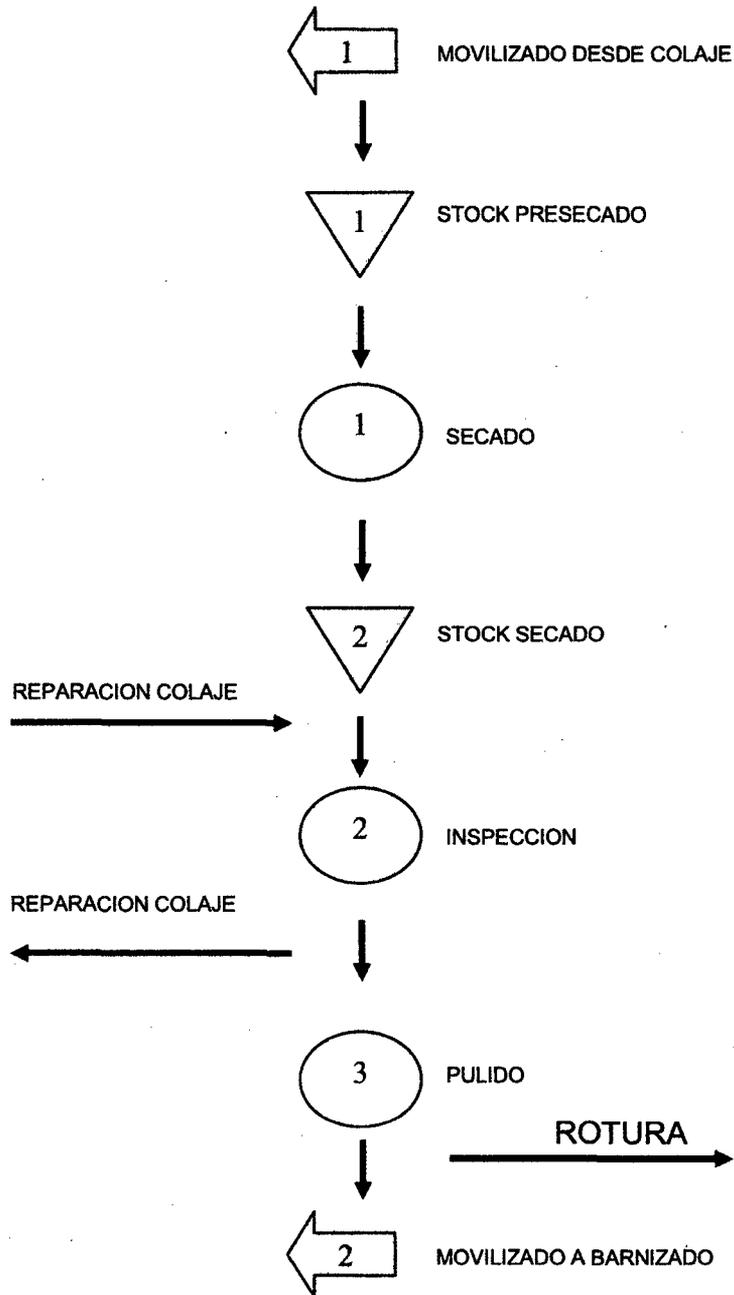
MATRIZ DE CONSISTENCIA: “SISTEMA DE GESTION PRODUCTIVO Y SU INFLUENCIA EN LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN UNA INDUSTRIA DE SANITARIOS DE LOZA”

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGIA
<p>PROBLEMA GENERAL ¿ De qué manera un Sistema de Gestión Productivo influencia en la mejora de la productividad en una industria de sanitarios de loza ?.</p> <p>PROBLEMAS ESPECIFICOS 1. ¿De qué manera la planificación de los Recursos Materiales influencia en la mejora de la productividad en una industria de sanitarios de loza?.</p> <p>2. ¿De qué manera el Balance de Línea influencia en la mejora de la productividad en una industria de sanitarios de loza?.</p> <p>3. ¿De qué manera el Control Logístico influencia en la mejora de la productividad en una industria de sanitarios de loza?.</p>	<p>OBJETIVO GENERAL Conocer la influencia del Sistema de Gestión Productivo en la mejora de la productividad en una industria de sanitarios de loza.</p> <p>OBJETIVOS ESPECIFICOS 1. Conocer la influencia de la planificación de los recursos materiales en la mejora de la productividad en una industria de sanitarios de loza. 2. Conocer la influencia del Balance de Línea en la mejorar de la productividad en una industria de sanitarios de loza. 3. Conocer la influencia del Control Logístico en la mejora de la productividad en una industria de sanitarios de loza.</p>	<p>HIPOTESIS GENERAL Un sistema de gestión productivo puede influenciar en la mejora de la productividad en una industria de sanitarios de loza.</p> <p>HIPOTESIS ESPECIFICAS 1. La Planificación de Recursos Materiales puede influenciar en la mejora de la productividad en una industria de sanitarios de loza. 2. El Balance de Línea puede influenciar en la mejora de la productividad en una industria de sanitarios de loza. 3. El Control Logístico puede influenciar en la mejora de la productividad en una industria de sanitarios de loza.</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE Sistema de Gestión Productivo.</p> <p>VARIABLE DEPENDIENTE Mejora en la Productividad en una Industria de Sanitarios de Loza</p>	<p>❖ Planificación de Recursos Materiales. ❖ Balance de Línea. ❖ Control Logístico.</p> <p>❖ Análisis y Definición del Problema. ❖ Implementación de la mejora continua de la Productividad</p>	<p>❖ Tiempo de reposición de Materiales. ❖ Cuellos de botella. ❖ Rotación de Stock.</p> <p>❖ Tiempo de Fabricación ❖ Costos de Fabricación ❖ Eficiencia en el proceso productivo.</p>	<p>Tipo: Básico.</p> <p>Diseño: No Experimental</p> <p>Nivel: Contrastación de Hipótesis.</p>

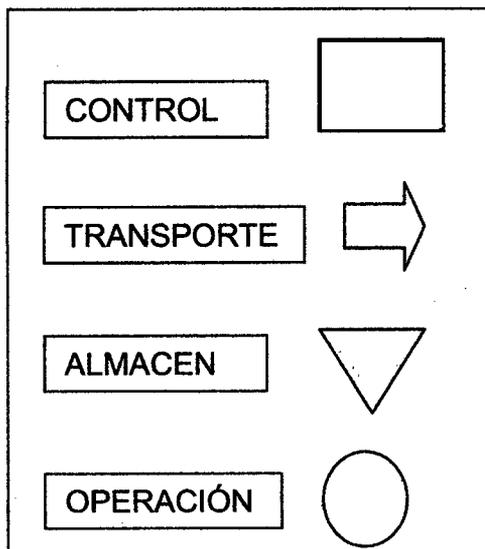
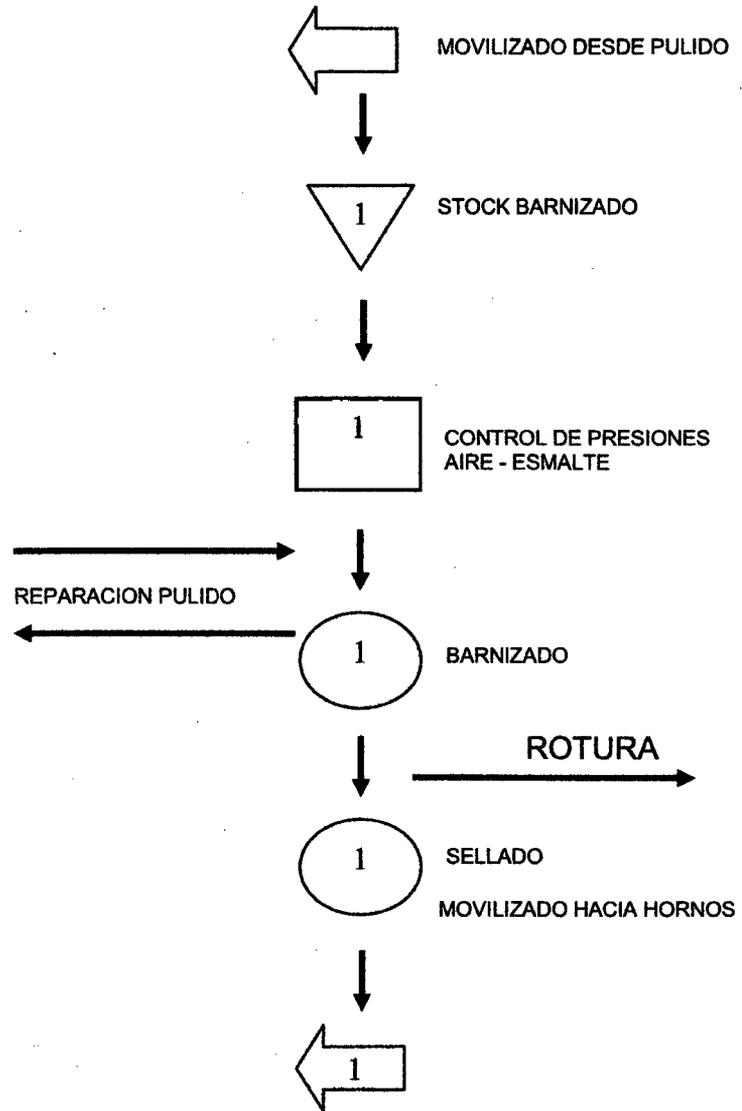
ANEXO N° 02: DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO DE COLADO



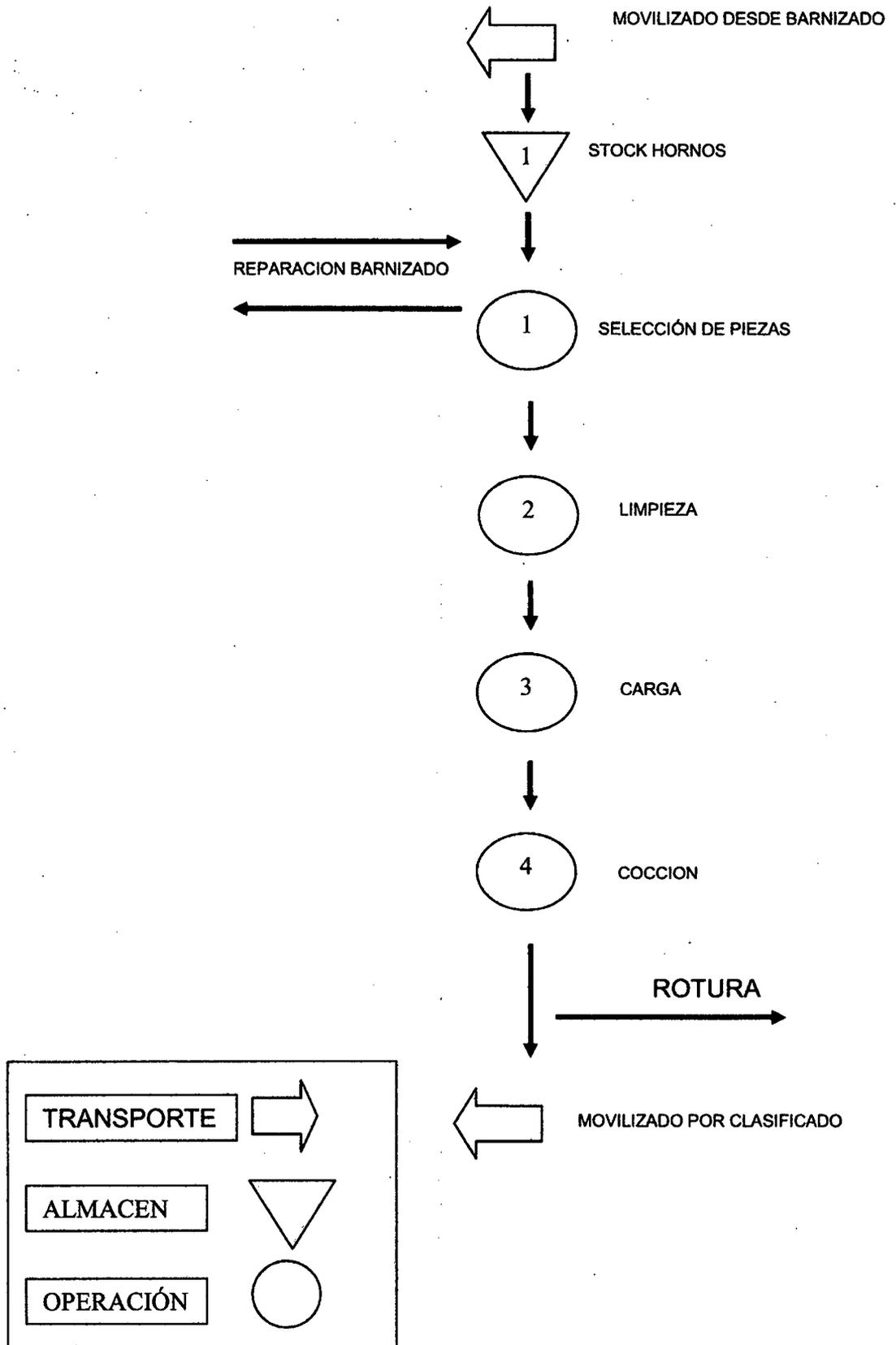
ANEXO N° 03: DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO DE SECADO Y PULIDO



ANEXO N° 04: DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO DE ESMALTADO



ANEXO N° 05: DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO DE COCCION



ANEXO N° 06: PRESENTACION DE LA EMPRESA EN SU PAGINA WEB CORPORATIVA

 <p>The image shows the Trebol logo, which consists of the word "TREBOL" in a bold, sans-serif font next to a circular emblem containing a three-leaf clover. Below the logo is a black and white photograph of a factory interior, showing a worker in the foreground and industrial machinery in the background.</p>	<p>TREBOL es una marca de gran tradición y prestigio en el Perú que cumple 50 años de liderazgo en el mercado el 2006.</p> <p>Desde un inicio, TREBOL ha logrado un desarrollo industrial basado en tecnología de avanzada, aplicando un estricto control de calidad, mano de obra calificada y el uso de materiales peruanos, provenientes de la explotación de la minería no metálica en el interior del país y de la minuciosa selección de insumos requeridos en su proceso productivo.</p> <p>Esta calidad es reconocida tanto en el Perú, donde TREBOL es el líder y cuenta con la preferencia de más del 70% del mercado, como en el extranjero, pues tiene presencia en los 14 países del continente a los que la empresa exporta sus productos.</p> <p>Actualmente, gracias a la asociación con Roca, segundo fabricante mundial de porcelana sanitaria, añadimos a nuestra tradicional y reconocida calidad la más adelantada tecnología y los más variados diseños.</p> <p>TREBOL fabrica sus productos con porcelana vitrificada, material óptimo para los aparatos sanitarios, y es el único que responde a todas las exigencias de</p>
--	--

	<p>normas internacionales con la característica fundamental de impermeabilidad en la superficie exterior, fundida a 1,250° C de temperatura.</p> <p>Así mismo, a sus 50 años, Trébol reafirma su tradición de líder y asume la responsabilidad social, promoviendo la tecnología de bajo consumo de agua en todos sus inodoros, lo cual hace que utilicen solo seis litros, lo que permite un importante ahorro de agua, en comparación con los antiguos sanitarios de 12 litros.</p> <p>El proceso de reconversión de TREBOL a seis litros se inició en 1994, con el lanzamiento del inodoro Sifón Jet, bajo la filosofía de desarrollar una "tecnología que genere ahorro". Luego de diversas pruebas, se obtuvo un diseño que potencia aspectos funcionales, por lo que se genera un sifonaje óptimo, que permite los importantes ahorros de este recurso escaso.</p>
--	--

ANEXO N° 07: BIBLIOGRAFIA DEL METODO DEL BALANCEO

Referencia Bibliográfica del Método de Balanceo de Línea usado como principal referencia dentro del modelo de gestión propuesto.

No obstante se ha revisado un extenso material bibliográfico entre los cuales está el método de Goldbert, Klein y Schott, Pinto, entre otros.

Pero finalmente se tomo al método de Amen por estar mas orientado a los costos de producción el cual es una de las variables intervinientes de esta hipótesis.

A continuación se cita parte de la bibliografía estudiada:

METODO DE BALANCEO DE LINEA

Amen [1] desarrolla el método exacto de ir hacia atrás o “Backtraking” con el fin de resolver el problema de balanceo de línea orientado a los costos. El método propuesto tiene las siguientes presunciones:

- La línea de ensamblaje produce un solo producto.
- Las unidades del producto se transportan con una velocidad constante a través de la línea (líneas de flujo continuo).
- La tasa de la producción es determinada por el tiempo de ciclo de la línea.
- El tiempo de ciclo limita la duración del trabajo para una sola unidad del producto en una estación de la línea de ensamblaje.

El método para el balanceo de línea consiste en aplicar la regla de la estación máximamente cargada. Esta regla dice que una estación tiene su carga máxima, si no tiene mas tareas asignables a ella. Una tarea es asignable a una estación si todas las tareas predecesoras han sido asignadas y cuando el tiempo de operación no excede al tiempo disponible de la estación que está en consideración.

El objetivo de esta investigación es minimizar el costo total por unidad. Amen considera que la tasa de pago efectiva de una estación es determinada por la tarea mas difícil que se realiza en dicha estación. El costo total de labor por unidad de producto consiste en la suma de las tasas de pago de las estaciones

multiplicado por el tiempo de ciclo. Por otro lado presume que el costo de capital depende del largo de la línea de ensamblaje (i.e. número de estaciones en serie) y que todas las estaciones tienen las mismas dimensiones. Además, presume que los demás costos, como por ejemplo el costo de material, son independientes de la labor y del largo de la línea de ensamblaje.

Los resultados de esta investigación experimental demuestran que el nuevo método encuentra las soluciones óptimas para problemas pequeños y medianos con tiempo computacional aceptable.

Amen [2] en el artículo "un método exacto para el balanceo de línea orientado a los costos" del mismo autor, presenta una metodología que logra mejorar los resultados obtenidos en Amen [1] desde el punto de vista de calidad y tiempo computacional. El resultado de una investigación experimental muestra que la nueva regla, "best change of the idle cost", logra mejorar significativamente la solución anterior. Presenta además un nuevo método, "exact solution of sliding problem windows", al cual consideran como el mejor método heurístico conocido hasta ahora para solucionar este tipo de problema.

ANEXO N° 08: TABLAS DE CODIGOS DE PRODUCTO, COLOR Y CALIDAD.

TABLA DE PRODUCTOS

CODIGO	PRODUCTO	FACTOR
0101	BIDET ANDES (3P)	16,3000
0102	BIDET LAVENO	14,3000
0122	BIDET SIFON JET	14,2000
0130	BIDET SAINT TROPEZ	17,6000
0131	BIDET CARIBE	17,6000
0134	BIDET ACQUAJET	15,6000
0160	BIDET TOP PIECE	15,7000
0204	TAZA TANQUE ALTO	15,8000
0206	TAZA INTEGRAL	16,0000
0208	INODORO LAVENO	15,0000
0210	TAZA MONTEBLANCO	15,0000
0211	TAZA MONTEBLANCO INTEGRAL	15,0000
0212	INODORO P. FLUXOMETRO	15,3000
0220	INODORO COLGANTE	20,6000
0222	INOD.NVO.SIFON JET	16,0000
0224	TAZA ANDES CAMPESINA	16,0000
0225	TAZA MODELO LAVENO LIVIANO	11,5000
0226	INODORO RAPID JET	15,0000
0228	INODORO SIFON JET P. FLUXOMETRO	15,8000
0230	INODORO MONTECARLO	19,0000
0231	INODORO TORNADO	21,0000
0232	INODORO BABY	13,0000
0233	INODORO TORNADO P.FLUXOMETRO	21,0000
0234	TAZA TORNADO FLUX	17,0000
0235	TAZA MONTECARLO FLUX	19,0000
0236	TAZA TURCA	6,5000
0237	TAZA TOP PIECE FLUX	18,5000
0239	INOD.NVO.TORNADO 8 LIT.	21,0000
0240	INODORO ONE PIECE	42,0000
0250	ONE PIECE ACQUAJET	35,0000
0260	INODORO NUEVO TOP PIECE	19,4000
0261	INODORO TOP PIECE MODIFICADO	18,5000
0299	INODORO DE MUESTRA	1,0000
0302	ESTANQUE BAJO LAVENO	13,5000
0312	ESTANQUE ALTO MODELO LIVIANO	5,5000
0322	ESTANQUE BAJO SIFON JET	15,2000
0323	ESTANQUE NUEVO SIFON JET	14,7000
0326	ESTANQUE RAPID JET	11,5000
0330	ESTANQUE BAJO MONTECARLO	13,0000
0331	ESTANQUE BAJO TORNADO	15,0000
0332	ESTANQUE BAJO BABY	12,0000
0335	ESTANQUE TORNADO	15,0000
0336	ESTANQUE BABY S/T	11,9000
0337	ESTANQUE NVO.TOP PIECE S/TAPA	11,7000

CODIGO	PRODUCTO	FACTOR
0405	LAVATORIO OVALIN CERALUX 4"	10,0000
0406	LAVATORIO OVALIN CERALUX 8"	10,0000
0407	LAVATORIO MANANTIAL	11,0000
0409	LAVATORIO MANANTIAL 4"	11,5000
0410	LAVATORIO LAVENO	14,5000
0411	LAVATORIO LAVENO	14,5000
0412	LAV.LAVENO C/JAB.	11,1000
0413	LAVATORIO LAVENO C/J 8"	11,1000
0414	LAVATORIO SAN MARINO 4"	8,0000
0417	LAVATORIO CERALUX 1H	10,0000
0419	LAVATORIO ACQUABELL 4"	12,1000
0420	LAVATORIO NVO.MANANTIAL	11,0000
0421	LAVATORIO MALIBU	9,5000
0433	LAVATORIO NASSAU	15,0000
0434	LAVATORIO PICCOLO	7,2000
0436	LAVATORIO OVALIN GR.S/J	7,6000
0438	LAVATORIO ANCON C/R	19,0000
0442	LAVATORIO OVALIN CH. C/J.	7,5000
0444	LAV.OVALIN GRANDE C/J.	10,0000
0446	LAVATORIO SONET	7,0000
0447	LAVATORIO NVO.SONET	6,5000
0450	LAVATORIO OVALIN S/JAB.	10,0000
0452	LAVATORIO OVALIN JUNIOR	3,9000
0453	LAVATORIO ANCON S/R	19,0000
0456	LAVATORIO OVALIN GEMINIS	10,2000
0458	LAVATORIO OVALIN ROMANO	12,8000
0460	LAVATORIO TUMI 19X22 (1P)	8,5000
0461	LAVADERO HOSPITALARIO	28,5000
0462	LAVATORIO NUEVO YAVARI	11,8000
0463	LAVATORIO FONTANA	6,6000
0464	LAVATORIO TULIPAN (1H)	11,0000
0471	LAVATORIO TULIPAN S/H	11,0000
0500	PEDESTAL ACQUABELL	7,9000
0502	PEDESTAL LAVENO	8,0000
0504	PEDESTAL TULIPAN	6,1000
0505	PEDESTAL FONTANA	6,1000
0507	PEDESTAL MANANTIAL	9,0000
0533	PEDESTAL NASSAU	8,5000
0606	URINARIO CRISTAL	7,0000
0632	URINARIO BAMBI	7,2000
0633	URINARIO CADET	10,0000
0634	URINARIO ACADEMY	19,8000
0635	URINARIO NVO.CADET	9,4000

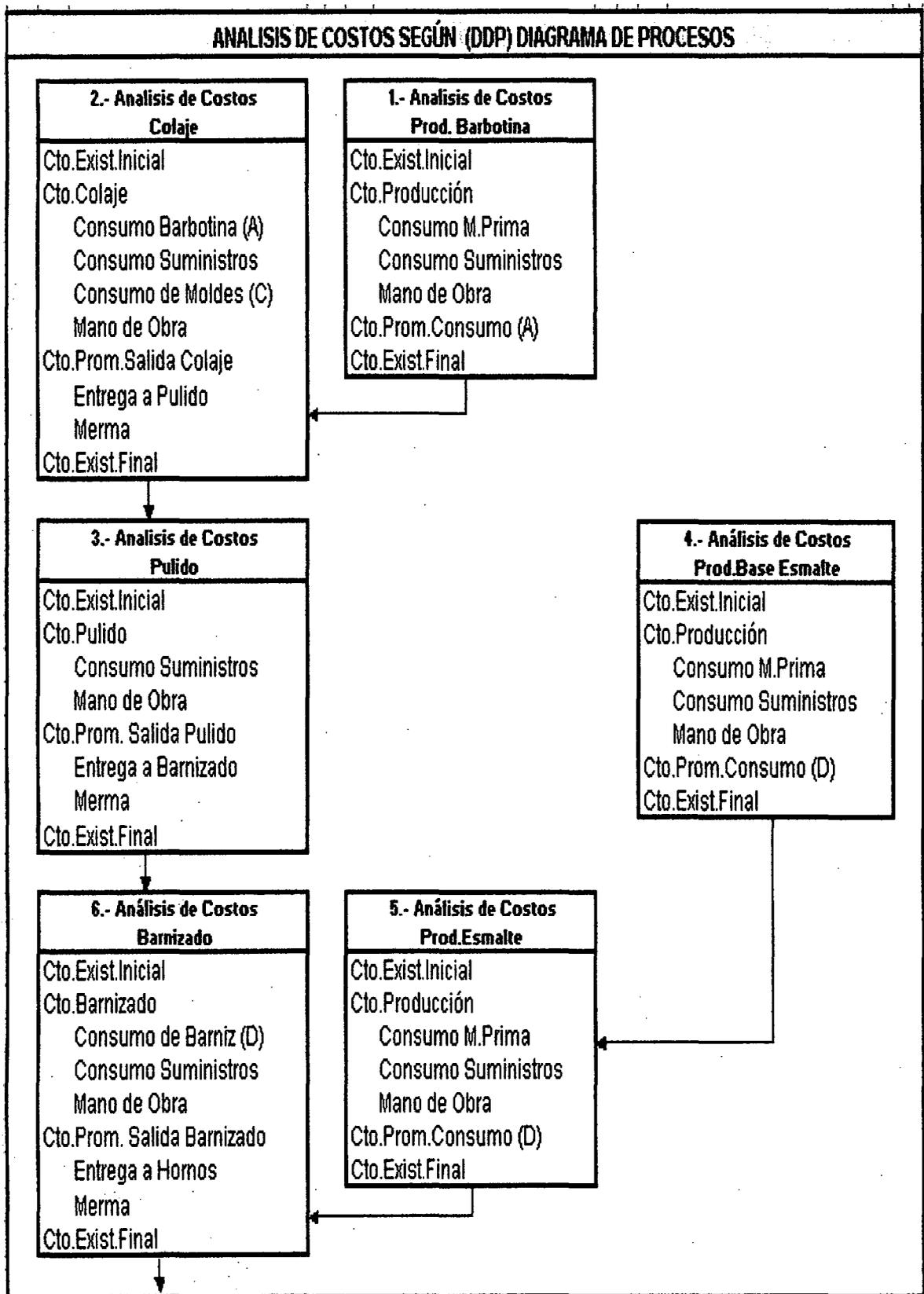
CUADRO DE COLORES.

CODIGO	COLOR
000	SIN COLOR
003	AGUA
006	AMARILLO
007	ARENA
008	AZUL
010	BEIGE
012	BLANCO
014	CELESTE
016	CORAL
017	AURORA
018	CUERO
019	CUPRITA
020	CREMA
021	CHAMPAGNE
022	GRIS
023	AZU.COBAIT
026	GUINDA
027	MARFIL
028	MARRON
029	MATE
030	NEGRO
032	PALO ROSA
034	ROJO
035	ROSADO
038	SALMON
039	SILVER
040	STERLING
043	VERDE
045	VDE.AGUA
052	MELON
053	VDE.PALMA
054	VDE.PASTEL
055	WHITE
056	OCRE
057	BONE
058	G.PLATA

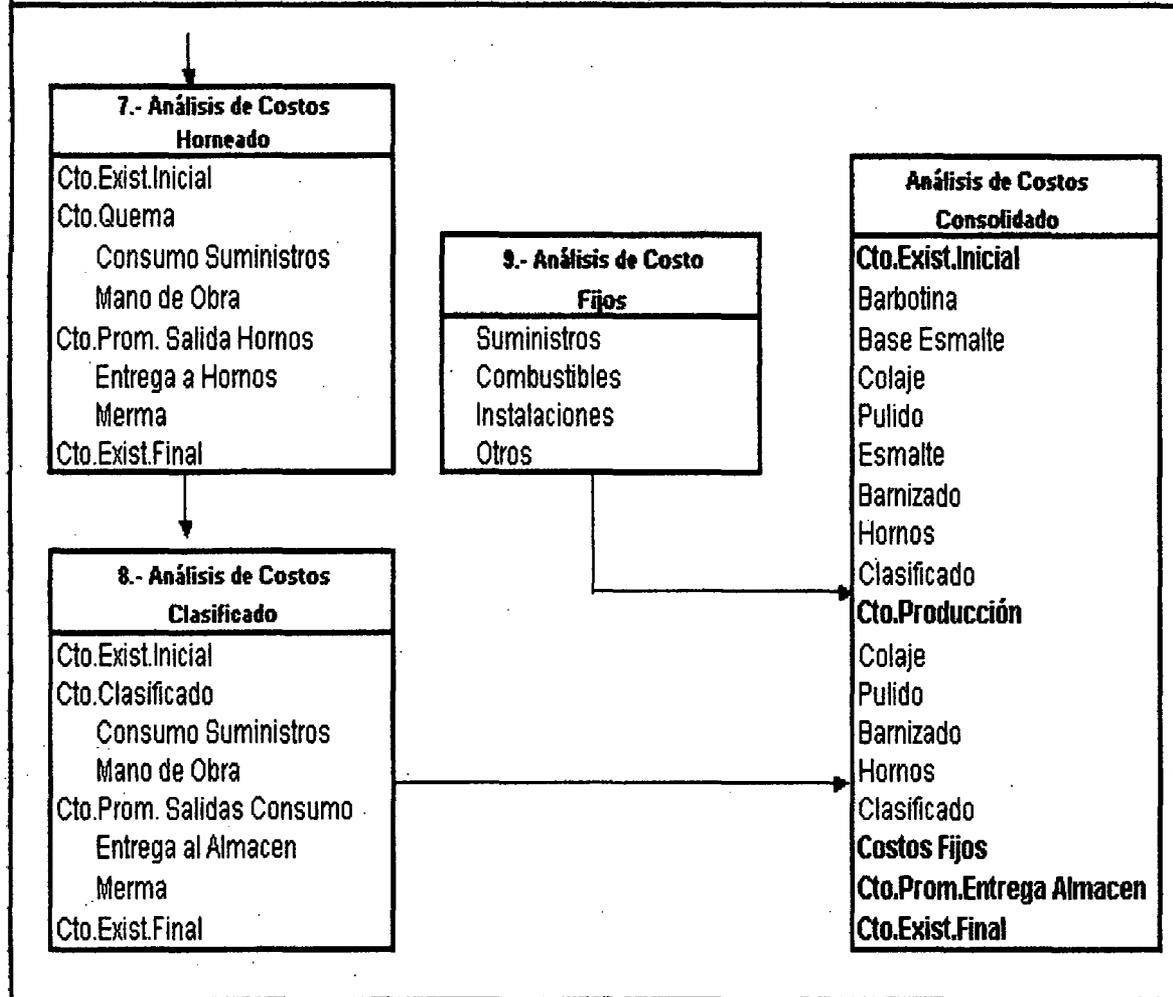
TABLA DE CALIDADES

CODIGO	CALIDAD
0	EXPORTACION
1	EXTRA
2	COMERCIAL
3	ECONOMICA

ANEXO N° 09: ANALISIS DE COSTOS POR PROCESOS.



ANALISIS DE COSTOS SEGÚN (DDP) DIAGRAMA DE PROCESOS



ANEXO N° 10: ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO TERMINADO.

Para ingresar en el contexto de esta investigación se considera conveniente citar con cierto nivel de detalle las especificaciones del producto terminado, en el cual gira el actual proceso productivo y por consiguiente viene a ser relevante para el presente estudio.

Esta industria agrupa sus productos de la siguiente manera:

Por el Tipo de Pieza: Esta industria tiene como la principal agrupación de sus productos al tipo de pieza, la cual determina los siguientes: Bidet, Taza, Inodoro, Lavatorio, Pedestal y Urinario. Adicionalmente se tiene los Accesorios de Baño y la línea de Maceteros.

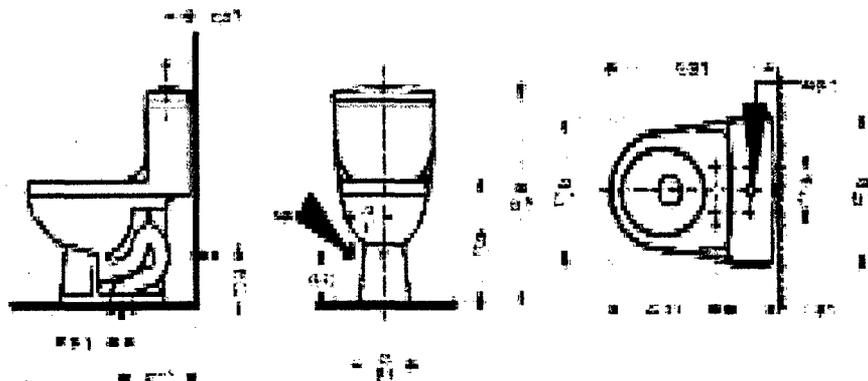
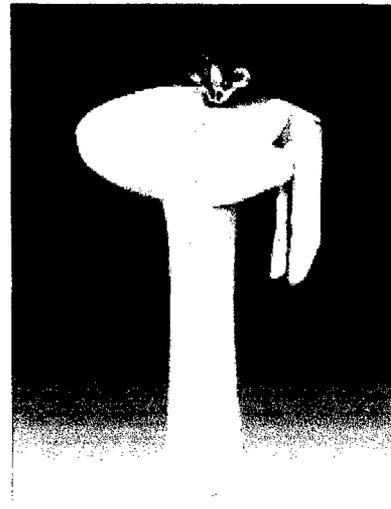


Cabe mencionar que desde hace tres años aproximadamente TREBOL incorporó dentro de su gama de productos a las Griferías y Cerámicos, situación que no ha sido considerada ni estudiada como parte del proceso de producción de estos ya que la producción de Griferías es tercerizada a una industria China y la producción de Cerámicos la hace la empresa CELIMA. Esto

obedece básicamente a una estrategia comercial para tener un mayor impacto en el mercado peruano.

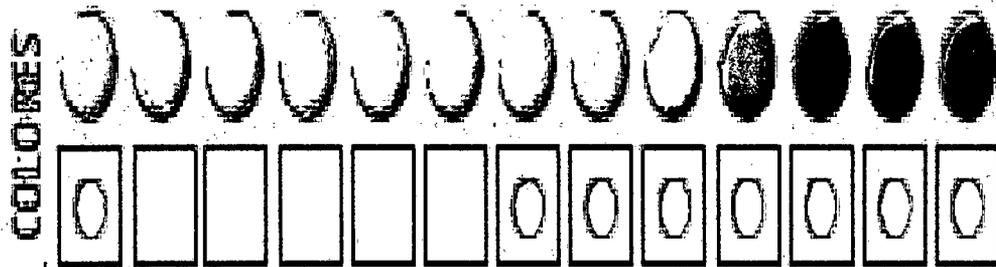
Por la Línea (Comercial): Por otro lado tenemos dentro de sus líneas de productos a la Línea Económica, Línea de Semi-Lujo y Línea de Lujo. Con el fin de segmentar los productos de acuerdo al mercado objetivo.

Por los Modelos: Como parte de cada una de sus líneas, TREBOL tiene una gran variedad de modelos de productos que hacen referencia generalmente a los medios baños, entre estos modelos tenemos: El Sifón Jet, Top Piece, One Piece, One Piece Advance, Ovalines, entre otros.



Por sus Colores: En esta industria se maneja una amplia gama de colores entre los cuales tenemos: Blanco, Amarillo, Beige, Celeste, Rosado, Gris

Planta, Azul Pastel, Negro, Guinda, Verde Olivo, Moka, Coral, Bone, entre otros.



Por su Calidad: Dentro de todas sus líneas y modelos de producción, TREBOL lanza productos clasificados por calidades, las cuales determinan su nivel de acabado. Entre estas calidades tenemos: Extra, Standard y Comercial

ANEXO N° 11: Maquinarias, Equipos, Mano de Obra y turnos de trabajo en Planta.

Matriceria

Planta 1			
1 balanza 1 agitador 1 trozadora		Personal 8 1 supervisor 3 modelistas 3 matriceros 1 ayudante general	1 turno Lunes a viernes 7:00am 3:30pm Sábado 7:30am 1:00pm

Moldeleria

Planta 1			
1 balanza 2 agitadores 8 Tecles (uno por módulo) 2 carretillas hidráulicas 1 montacargas	2 cámaras de secado Ciclo 76 horas Capacidad 4 columnas x secadero 7 torres x columna 3 Racks x torre 2 moldes aproximados x Rack	Personal 18 1 supervisor 11 coladores 2 preparadores yeso 1 Montacarguista 3 entrega de moldes	2 turnos Lunes a sábado 7:00am 3:00pm 3:00pm 11:00pm

Preparación Barbotina

Planta 1			
1 cargador frontal 3 montacargas 1 compartido con Preparación Esmaltes 2 chancadoras 8 silos 1 balanza de 1500 kilos 1 balanza de 16 kilos 4 pozas de dispersión 2 pozas de suspensión	1 dosificador 4 tamices 11 molinos 2 pozas intermedias 3 pozas finales 1 poza cero 2 camiones cisternas 1 camión volquete	Personal 17 1 supervisor 1 almacenero 1 laboratorio 3 choferes / maquinistas 10 ayudantes generales 1 ajuste Barbotina	2 turnos Lunes a sábado 7:00am 3:00pm 11:00am 7:00pm 1 turno Ajuste Barbotina Domingo a viernes 7:30am 4:00pm Descanso sábado
Planta 2 – Ajuste de Barbotina			
1 balsa de recepción 30,000 litros de Barbotina virgen 3 a 4 envíos diarios desde Planta 1 de 12,000 litros c/u	5 balsas de almacenamiento 52,000 litros c/u 2 balsas de recepción de recortes 36,000 litros c/u 2 tamices	Personal 1 1 ajustador Nota: también cumple la función de supervisor de preparación esmaltes.	1 turno lunes a domingo 6:30am 2:30pm

Preparación Esmaltes

Planta 1			
6 molinos 4 de 1000 Kg. 1 de 250 Kg. 1 de 50 Kg. 2 tamices 3 desferrizadores	13 balsas del 1 al 8 de 2000 Lts. del 9 al 11 de 2800 Lts. del 12 al 13 de 4000 Lts.) 4 agitadores (para ajuste de esmaltes) 1 balanza	Personal 4 1 carga de molinos 1 Desferrizado 1 ajuste esmalte 1 entrega esmalte	1 turno Lunes a domingo 6:00am 2:00pm descanso rotativo de miércoles a domingo
Planta 2			
5 molinos 1 de 2500 Kg. 3 de 1000 Kg. 1 de 500 Kg. 8 balsas de 7,000 litros c/u 2 tamices 1 balanza electrónica	4 agitadores (para ajuste de esmaltes) 1 desferrizador de línea 2 desferrizadores electromagnéticos 1 carretilla eléctrica 1 montacargas 2 bombas neumáticas de 1" 2 bombas neumáticas de 2"	Personal 4 1 Carga de Molinos 1 Desferrizado 1 Ajuste de esmalte 1 volante	1 turno Lunes a domingo 6:30am 2:30pm

Colaje

Planta 1			
<p>Piezas en bancas (cuadrillas) 8 de inodoro Top Piece 30 moldes por cuadrilla 240 unidades x día 2 de inodoro Rapid Jet 44 moldes por cuadrilla 88 unidades x día 1 de Bidets 22 moldes por cuadrilla 20 unidades x día 1 de urinario 30 moldes por cuadrilla 30 unidades x día 1 de Ovalín de sobreponer 70 moldes por cuadrilla 70 unidades x día 1 Ovalín de embutir 90 moldes por cuadrilla 90 unidades x día 1 de taza Top Piece Flux 30 moldes por cuadrilla 30 unidades x día 1 de inodoro Flamingo 24 moldes por cuadrilla 24 unidades x día 1 de inodoro Fontaine 24 moldes por cuadrilla 24 unidades x día 1 de estanque Top Piece 170 moldes por cuadrilla 170 unidades x día 1 de estanque Rapid Jet 170 moldes por cuadrilla 170 unidades x día 1 bomba neumática</p>	<p>Piezas en baterías 2 baterías para lavatorios (2 coladas) 38 moldes simples 152 unidades x día 2 baterías para tapas (3 coladas) 38 moldes de 3 huellas 684 unidades x día 4 baterías para pedestales (2 coladas) 38 moldes de 2 huellas 608 unidades x día 4 baterías One Piece Evolution 16 moldes simples 64 unidades x día 3 bombas neumáticas</p>	<p>Personal en banca 24 3 Supervisores 19 coladores 2 ayudantes generales 1 turno Lunes a sábado 7:00am 3:00pm</p>	<p>Personal en batería 15 2 supervisores 5 coladores (lavatorios, pedestal y tapas) 4 coladores 2 ayudantes (One Piece Evolution) 2 ayudantes generales 1 turno Lunes a sábado 7:00am 3:00pm</p>
Planta 2			
<p>Piezas en bancas (cuadrillas) 19 de inodoro Rapid Jet 44 unidades por cuadrilla 836 unidades x día 5 de inodoro Sifón Jet 44 unidades por cuadrilla 220 unidades x día 1 de taza turca 50 unidades por cuadrilla 50 unidades x día 4 de estanque Rapid Jet (2 coladas) 102 moldes en posiciones 816 unidades x día 1 de estanque Rapid Jet (2 coladas) 62 moldes en posiciones 124 unidades x día 1 de estanque Sifón Jet (2 coladas) 40 moldes en posiciones 80 unidades x día</p>	<p>Piezas en baterías 2 baterías lavatorios Fontana (2 coladas) 38 moldes de 2 huellas 304 unidades x día 2 baterías lavatorios Fontana (2 coladas) 44 moldes de 2 huellas 352 unidades x día 1 baterías lavatorios Malibu (2 coladas) 37 moldes de 2 huellas 148 unidades x día 4 baterías lavatorios Malibu (2 coladas) 43 moldes de 2 huellas 688 unidades x día 4 baterías para tapas (3 coladas) 38 moldes de 3 huellas 1368 unidades x día</p>	<p>Personal en banca 43 3 Supervisores 34 Coladores 1 Montacarguista 5 ayudantes generales 1 turno Lunes a sábado 7:00am 3:00pm</p>	<p>Personal en batería 13 1 Supervisor 10 Coladores 2 ayudantes generales 1 turno lunes a sábado 7:00am 4:30pm Descanso jueves y domingo</p>

Secado

Planta 1			
2 carretillas eléctricas 1 sala de Presecado 130 coches de capacidad promedio	2 cámaras de secado Secadero 1 Ciclo de 14 ½ horas 48 Coches de capacidad Secadero 2 Ciclo de 13 ½ horas 48 Coches de capacidad	Personal 6 1 líder 5 movilizadores	3 turnos Lunes a domingo 7:00am 3:00pm 3:00pm 11:00pm 11:00pm 7:00am
Planta 2			
3 cámaras de secado Secadero 1 y 2 Ciclo de 8½ horas 28 coches de capacidad	Secadero 3 Ciclo de 11½ horas 36 coches de capacidad	Personal 8 1 Líder / mov. 7 Movilizadores	3 turnos Lunes a domingo 7:00am 3:00pm 3:00pm 11:00pm 11:00pm 7:00am

Pulido

Planta 1			
14 cabinas de pulido Promedio x pulidor 150 piezas x día	1 cabinas de resane en crudo 1 cabina de soplado de coches	Personal 21 1 supervisor 18 pulidores 1 resanado 1 movilizado	1 turno Lunes a domingo 6:30am 3:00pm
Planta 2			
19 cabinas de pulido Promedio x pulidor 227 piezas x día	2 cabinas de cortina de agua 17 cabinas con extractores de aire 1 cabina de soplado de coches con sistema de extractor y mangas	Personal 20 1 Supervisor 1 Líder Pulidor 18 Pulidores	1 turno Lunes a domingo 7:00am 3:00pm

Esmaltado

Planta 1			
10 cabinas de barnizado Promedio x Barnizador: 280 piezas x día	1 cabina de muestras 3 aspiradoras 1 carretillas eléctricas	Personal 12 1 supervisor 10 Barnizadores 1 sellador / mov.	1 turno lunes a domingo 9:00am 5:00pm
Planta 2			
12 cabinas de barnizado Promedio x barnizador: 424 piezas x día	2 carretillas eléctricas 12 bombas neumáticas 4 desferrizadores de línea	Personal 14 1 Supervisor 1 Líder Barnizador 10 Barnizadores 1 sellador / mov. 1 Ayudante general	1 turno Lunes a domingo 8:00am 4:00pm

Horno

Planta 1			
1 equipo medidor CO ₂ y O ₂ 1 equipo de manómetros mide caudal de gases 1 anemómetro mide la velocidad del aire.	2 cabinas para limpieza de piezas 1 sistema de aspiración 1 Horno Túnel continuo TC-137 Ciclo 10 horas 35 minutos Vagonetas 79.29 por día 17 piezas por vagoneta	Personal 11 1 supervisor 4 horneros 5 cargadores 1 albañil	3 turnos lunes a domingo 7:00am 3:00pm 3:00pm 11:00pm 11:00pm 7:00am
Planta 2			
1 Horno Túnel (V2) Ciclo 10 horas Vagonetas 108 por día 16 – 17 piezas x vagoneta 1 equipo medidor O ₂	1 Horno a rodillos (POPPI) Ciclo 7 horas Placas 308 por 24 día 2.6 piezas por placa 2 cabinas para limpieza de piezas	Personal 18 1 Supervisor 7 Hornero 8 Cargador 1 Albañil 1 Ayudante general	3 turnos lunes a domingo 7:00am 3:00pm 3:00pm 11:00pm 11:00pm 7:00am

Preparación Accesorios

Planta 2			
3 baterías para accesorios (dos coladas)	1 cámara de secado Temperatura constante	Personal 21	1 turno lunes a sábado
44 moldes	50 coches promedio	3 Coladores Bateria	7:00am 3:00pm
264 unidades mixtas	2 cabinas de barnizado	2 ayudantes colado	
		10 Pulidores	
		3 Barnizadores cabina	
		2 Barnizadores inmersión	
		1 sellador / mov.	

Clasificado

Planta 1			
1 faja transportadora	1 esmeril	Personal 15	3 turnos
2 ensunchadoras	2 carretillas eléctricas	1 supervisores	lunes a domingo
1 paletizadora	1 engrapadora de cajas	7 clasificadores	7:00am 3:00pm
1 pistola de pintar	1 engrapadora de madera y cartón	7	3:00pm 11:00pm
1 computadora	1 cortadora de válvulas	ensambladores	11:00pm 7:00am
1 impresora	1 cortador manual		
Planta 2			
2 faja transportadora (una por homo)	1 esmeril	Personal 15	3 turnos
3 ensunchadoras	3 computadora	1 supervisores	lunes a domingo
1 paletizadora	1 impresora	7 clasificadores	7:00am 3:00pm
1 pistola de pintar	2 carretillas eléctricas (una de mástil)	7	3:00pm 11:00pm
	2 carretillas hidráulicas	ensambladores	11:00pm 7:00am

Control de Calidad

No se utilizan equipos en la labor. Se utilizan patrones para evaluar las piezas salidas de Clasificado.	Planta 1	Planta 2
	Personal 3 2 evaluadores 1 volante 1 turno lunes a sábado 7:00am – 3:00pm	Personal 1 1 evaluador 1 turno lunes a sábado 7:00am – 3:00pm

Laboratorio

Equipo variado para: Controles reológicos Controles de absorción Propiedades Físico Cerámico Ensayos Colorimetría Etc.	Planta 1	Planta 2
	Personal 4 1 supervisor 3 técnicos laboratoristas 1 turno Lunes a jueves 7:00am 3:30pm Viernes 7:00am 3:00pm Sábado 7:00am 1:00pm Controles de Barbotina y Esmalte de Producción ingresan una hora antes.	Personal 3 1 supervisor 2 técnicos laboratoristas 1 turno Lunes a jueves de 6:00am 2:30pm Viernes de 6:00am 2:00pm Sábado de 6:00am 12:00m

ANEXO N° 12: RELACION DE GRAFICAS

	PAG
GRAFICA 01: DIAGRAMA DE ISHIKAWA.	06
GRAFICA 02: REACCION EN CADENA.	17
GRAFICA 03: CICLO DE PDCA.	18
GRAFICA 04: EJEMPLO MODELO DE DATOS – ENTIDAD RELACION.	21
GRAFICA 05: INSUMOS DEL PLAN AGREGADO.	22
GRAFICA 06: EL PROCESO DE PLANIFICACION.	25
GRAFICA 07: ORGANIGRAMA DEL AREA DE PRODUCCION.	30
GRAFICA 08: VISION DEL PROCESO PRODUCTIVO.	31
GRAFICA 09: DIAGRAMA DE FLUJO DE LA METODOLOGIA APLICADA.	35
GRAFICA 10: ESQUEMA DEL SISTEMA DE GESTION PRODUCTIVO.	38
GRAFICA 11: DIAGRAMA DE CONTEXTO - SISTEMA DE GESTION PRODUCTIVO.	47
GRAFICA 12: ESQUEMA DEL CONTROL LOGISTICO.	48
GRAFICA 13: ESQUEMA FUNCIONAL DEL MRP.	50
GRAFICA 14: ESQUEMA FUNCIONAL DEL BALANCE DE LINEA.	51
GRAFICA 15: ESQUEMA GENERAL DEL SISTEMA DE GESTION PRODUCTIVO.	52
GRAFICA 16: ESQUEMA DE ALMACENES ENLAZADOS.	53

	PAG
GRAFICA 17: ESQUEMA OPERATIVO DEL CONTROL LOGISTICO.	54
GRAFICA 18: INTEGRACION DEL CONTROL LOGISTICO CON EL MRP.	55
GRAFICA 19: CONFIGURACION DEL PRODUCTO.	56
GRAFICA 20: INTREGACION DE LAS TRES HERRAMIENTAS.	57
GRAFICA 21: CONFIGURACION DEL PROCESO.	58
GRAFICA 22: PASOS PARA LA CONFIGURACION DEL SGP	61
GRAFICA 23: DIAGRAMA DEL PROCESO GENERAL DEL SGP	63
GRAFICA 24: MODELO LOGICO DEL SISTEMA DE INFORMACION	70
GRAFICA 25: MODELO LOGICO DETALLADO DEL SGP (ERWIN 4.1)	75
GRAFICA 26: ESQUEMA DEL ENSAMBLE ACTUAL DE LOS PROCESOS DE FABRICACION	97
GRAFICA 27: FOTO DE PLANTA SECCION HORNOS Y CLASIFICADO	102

ANEXO N° 13: RELACION DE CUADROS

	PAG
CUADRO 01: RELACION Y DESCRIPCION DE LAS TABLAS DEL SGP.	71
CUADRO 02: ¿QUE HACE? SGP COMPARADO CON HERRAMIENTAS.	79
CUADRO 03: ¿QUE VENTAJAS? SGP COMPARADO CON HERRAMIENTAS.	81
CUADRO 04: COMPARATIVO DE COSTOS DEL PROCESO PRODUCTIVO.	85
CUADRO 05: ANALISIS DE COSTOS DE DIVERSOS LOTES PRODUCIDOS.	86
CUADRO 06: CUADRO DE CONTINGENCIA CHI CUADRADO.	88
CUADRO 07: PROBABILIDAD DE FRECUENCIA.	90
CUADRO 08: FRECUENCIAS COMPARADAS.	90
CUADRO 09: CONTINGENCIA CON LAS FRECUENCIAS OBSERVADAS.	92
CUADRO 10: CONTINGENCIA FRECUENCIAS OBSERVADAS Y ESPERADAS.	92
CUADRO 11: LISTA DE MATERIAS PRIMAS VALORIZADAS.	115
CUADRO 12: COSTOS GENERALES DEL PROCESO.	116
CUADRO 13: ANALISIS DE RENTABILIDAD - CASO PRACTICO.	117
CUADRO 14: COMPARACION DEL SISTEMA ACTUAL Y NUEVO.	118