



ANÁLISIS DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA ITALIAN PASTA L.T.D.A., HACIENDO USO DE HERRAMIENTAS Y TECNOLOGÍAS PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD



MONOGRAFÍA

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA DEPARTAMENTO DE
INGENIERÍAS MECÁNICA, MECATRÓNICA E INDUSTRIAL
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
PAMPLONA, COLOMBIA
2019



**ANÁLISIS DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA ITALIAN PASTA L.T.D.A.,
HACIENDO USO DE HERRAMIENTAS Y TECNOLOGÍAS PARA EL CONTROL DE
LA CALIDAD**

Autor:

JENNIFER CAROLINA COGOLLO ROMERO

Trabajo presentado para optar por el título de: Ingeniero Industrial

Director:

Ing. FERNANDO JOSÉ MORENO

Ingeniero Industrial

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍAS MECÁNICA, MECATRÓNICA E INDUSTRIAL
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
PAMPLONA, COLOMBIA
2019**

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	8
DEDICATORIA	9
RESUMEN	10
INTRODUCCIÓN	12
1. MARCO CONTEXTUAL	13
1.1. PRODUCTIVIDAD	13
1.1.1. Medición de la productividad	14
1.1.2. Ciclo de mejoramiento de la productividad	16
1.1.2.1. Siete técnicas de mejoramiento de la productividad	16
1.1.3. Limitantes de la productividad	19
1.1.3.1. Muri: sobrecarga	19
1.1.3.2. Mura: variabilidad	20
1.1.3.3. Mudras: desperdicios o despilfarros.....	20
1.2. TECNOLOGÍAS PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD: INTELIGENCIA ARTIFICIAL	22
1.2.1. DEFINICIÓN	22
1.2.2. RAMAS DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL.....	22
1.2.2.1. Visión artificial.....	22
1.2.2.2. Redes neuronales artificiales	24
1.2.2.3. Fabricación adaptativa.....	27
1.2.2.4. Mantenimiento condicionado y predictivo	28
1.2.2.5. Sistemas de control de proceso avanzado	29
1.2.2.6. Algoritmos genéticos.....	30
1.2.2.7. Sistemas de lógica difusa.....	31
1.2.2.8. Árboles de decisión	32



1.2.3.	APLICACIÓN DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS	32
1.2.4.	ASPECTOS NEGATIVOS DEL USO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL	34
1.3.	HERRAMIENTAS PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD	35
1.3.1.	Diagrama causa y efecto.....	35
1.3.2.	Planillas de inspección	36
1.3.3.	Gráficas de control	36
1.3.4.	Diagrama de flujo.....	38
1.3.5.	Histogramas	38
1.3.6.	Diagrama de Pareto	39
1.3.7.	Diagramas de dispersión	40
2.	ESTUDIO TÉCNICO DE LA EMPRESA.....	42
2.1.	ANTECEDENTES HISTÓRICOS	42
2.2.	INFORMACIÓN DE LA COMPAÑÍA	43
2.2.1.	Misión	44
2.2.2.	Visión.....	44
2.2.3.	Valores	44
2.2.4.	Objetivos estratégicos	44
2.2.6.	Organigrama de la empresa	46
2.3.	LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA	47
2.4.	PLANTA DE PRODUCCIÓN ACTUAL	47
2.4.1.	Maquinaria y equipos	48
2.4.2.	Características físicas del producto	50
2.4.3.	Descripción del proceso	50
2.4.4.	Producto terminado	51
2.4.5.	Diagrama de proceso	52
3.	DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN DE LA EMPRESA	53
3.1.	ANÁLISIS DE FACTORES INTERNOS Y EXTERNOS	53
3.1.1.	Factores externos.....	53



3.1.1.1.	Oportunidades	53
3.1.1.2.	Amenazas	54
3.1.2.	Factores internos	54
3.1.2.1.	Fortalezas	54
3.1.2.2.	Debilidades.....	54
3.2.	CINCO FUERZAS DE PORTER	55
3.3.	DIAGNÓSTICO ENCONTRADO EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN.....	56
3.3.1.	PRINCIPALES PROBLEMAS	56
3.3.2.	POSIBLES HERRAMIENTAS A UTILIZAR	57
3.3.2.1.	Diagrama de causa y efecto	57
3.3.2.2.	Diagrama de Pareto	58
3.3.3.	POSIBLES TECNOLOGÍAS A IMPLEMENTAR	61
3.3.3.1.	Visión artificial.....	61
3.3.3.2.	Mantenimiento predictivo	62
4.	ANÁLISIS DE LA PRODUCTIVIDAD	64
4.1.	PRODUCTIVIDAD TOTAL GENERAL DE LA EMPRESA	64
4.2.	PRODUCTIVIDAD TOTAL OBTENIDA EN LOS ÚLTIMOS MESES PARA LA EMPRESA 65	
4.3.	PRODUCTIVIDAD ESPERADA DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS Y TECNOLOGÍAS APLICADAS	67
4.3.1.	Objetivo del análisis	67
4.3.2.	Alcance a obtener	68
4.3.3.	Recursos necesarios.....	68
4.3.4.	Organización del área de producción	68
4.3.4.1.	Ingeniería de procesos	68
4.3.4.2.	Planificación y control.....	69
4.3.4.3.	Gestión de calidad	69
4.3.4.4.	Maquinaria	69
4.3.4.5.	Reglamentos y seguridad.....	69



4.3.5. Productividad esperada	70
4.3.6. Planta de producción futura	74
CONCLUSIÓN	75
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Aspectos que miden la productividad	15
Ilustración 2. Ciclo de la productividad	16
Ilustración 3. Técnicas de mejoramiento de la productividad	18
Ilustración 4. Limitantes de la productividad	19
Ilustración 5 Muri: Sobrecarga	20
Ilustración 6. Mura: desperdicio	21
Ilustración 7. Sistema de visión artificial	23
Ilustración 8. Componentes de un sistema de visión artificial	24
Ilustración 9. Neurona biológica	25
Ilustración 10. Estructura de una red	26
Ilustración 11. Fabricación con cobots	28
Ilustración 12. Mantenimiento predictivo	29
Ilustración 13. Control de la temperatura con PLC	30
Ilustración 14. PID	30
Ilustración 15. Ejemplo de lógica difusa	31
Ilustración 16. Ejemplo de árbol de decisión	32
Ilustración 17. Inteligencia artificial en la industria	33
Ilustración 18. La inteligencia artificial reemplaza al ser humano	34
Ilustración 19. Estructura del diagrama de causa-efecto	35
Ilustración 20. Estructura de la gráfica de control	37
Ilustración 21. Estructura de un diagrama de flujo	38
Ilustración 22. Estructura de un histograma	39
Ilustración 23. Estructura del diagrama de Pareto	40
Ilustración 24. Estructura del diagrama de dispersión	41
Ilustración 25. Las 7 herramientas de calidad	41
Ilustración 26. Localización de la planta	47
Ilustración 27. Planta de producción actual	48
Ilustración 28. Producto terminado	51



Ilustración 29. Aplicación del diagrama causa-efecto	57
Ilustración 30. Diagrama de Pareto para el análisis de la empresa	59
Ilustración 31. Análisis del diagrama de Pareto	60
Ilustración 32. Cámaras inteligentes para la visión artificial	62
Ilustración 33. Mantenimiento predictivo para la empresa.....	63
Ilustración 34. Índice de productividad en los últimos años.....	65
Ilustración 35. Productividad total obtenida en los últimos meses en la empresa	67
Ilustración 36. Índice de productividad total esperada para el primer año después de la inversión	70
Ilustración 37. Grupo cerámica italia S.A.	72
Ilustración 38. Semapi LTDA	74
Ilustración 39. Planta de producción futura.....	74

Índice de tablas

Tabla 1. Productos de Italian Pasta LTDA	45
Tabla 2. Valor nutricional de los productos	46
Tabla 3. Maquinaria y equipos.....	48
Tabla 4. Problemas encontrados en la empresa, durante 3 meses.....	58
Tabla 5. Entradas y salidas de la empresa en los últimos meses.	66



AGRADECIMIENTOS

Agradezco primeramente a Dios por la vida, la salud y el entendimiento. Infinitas gracias a mis padres por ser mi apoyo incondicional, y mí fuerza en los momentos difíciles.

A mi director Fernando Moreno por transmitirme las enseñanzas y conocimientos necesarios para formarme académicamente en un profesional. A mis jurados Liliana Cárdenas y América Ramírez por su gran aporte y ayuda para la culminación del trabajo.

A mis amigos y compañeros encontrados en este hermoso camino, que aportaron algo la obtención de este logro.



DEDICATORIA

A Dios por haberme dado una vida llena sabiduría, perseverancia, salud, carisma y sobre todo amor para alcanzar cualquier cosa que me proponga.

A mis padres YANETH y MILTON, por haberme formado en principios y valores, por el amor, dedicación, esfuerzo y apoyo incondicional, a ellos infinitas gracias, les amaré siempre.

A mis hermanos ADRIANA, CAMILO y ANDRÉS, por ser el aliciente para lograr lo que me propongo y ser cada día mejor, siendo así un buen ejemplo de hermana mayor.

ANÁLISIS DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA ITALIAN PASTA L.T.D.A., HACIENDO USO DE HERRAMIENTAS Y TECNOLOGÍAS PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD

RESUMEN

Este trabajo consiste en un análisis conciso de la productividad total en la empresa Italian Pasta LTDA, después de haber estudiado la posible aplicación de dos herramientas y dos tecnologías para el control de la calidad en la planta, partiendo de los problemas e inconvenientes que se detectaron y aprovechando el deseo de ampliación que se tiene. En primera instancia se contempla la revisión bibliográfica de todas las herramientas y tecnologías existentes para el control de la calidad, además de todo lo relacionado a la productividad en una empresa, es decir que es, como se construye, que la afecta, etc.; todo esto para obtener una base fundamentada y proceder a realizar el análisis completo del proyecto propuesto en la empresa.

Posteriormente se recolecta la información más relevante existente en la empresa, un estudio técnico y profesional, el comportamiento que ha tenido en los últimos meses, los principales problemas, el proceso implementado para el producto terminado, etc., luego se procede estudiar cuales herramientas y tecnologías para el control de la calidad del producto terminado podrían ayudar a solucionar o mitigar los problemas ya encontrados, considerando cualquier posibilidad existente para llegar a la mejor opción.



Por último, se analiza el comportamiento de la productividad y cuáles serían sus resultados en la empresa si se aplicaran las correcciones encontradas y si se invirtiera en alguna tecnología útil y necesaria para aumentar las utilidades y posicionamiento de la misma.

Palabras clave: Productividad, Herramientas, tecnologías, calidad, diagramas, proceso, pasta, competitividad, utilidades.

INTRODUCCIÓN

La globalización acelerada por los avances en tecnología y definida por la información es una realidad que está llevando a las empresas a replantearse el impacto en el bienestar social, la eficiencia en el uso de los recursos empresariales y el alcance de la economía en lo nacional y mundial.

Aumentar la productividad es un fin que buscan las empresas que desean permanecer activas en el mercado de bienes y servicios, que con el paso de los años han convertido esto en un objetivo estratégico debido a que “sin ella los productos o servicios no alcanzan los niveles de competitividad necesarios en el mundo globalizado” (Medina, 2010).

El éxito se puede alcanzar con una combinación de estrategias en costo, en precio, en mercadeo, en servicios y en productividad. Si se considera que la productividad es el arte de lograr más con lo mismo, las políticas encaminadas a elevar la productividad deberían ser las privilegiadas de todo sistema político.

1. MARCO TEÓRICO

1.1.PRODUCTIVIDAD

La productividad implica la mejora del proceso productivo. La mejora significa una comparación favorable entre la cantidad de recursos utilizados y la cantidad de bienes y servicios producidos. Por ende, la productividad es un índice que relaciona lo producido por un sistema (salidas o producto) y los recursos utilizados para generarlo (entradas e insumos). Es decir: (Carro Paz & Gonzalez Gómez, 2015)

$$Productividad = \frac{Salidas}{Entradas}$$

El crecimiento de la productividad, en las empresas es una de las bases del incremento de las rentas reales y de la mejora del bienestar. Un crecimiento lento de la productividad limita el crecimiento de la renta y aumenta los riesgos de conflictos en cuanto a la redistribución de la misma. Por lo tanto, las medidas del nivel e incremento de la productividad son indicadores económicos especialmente importantes. (Carro Paz & Gonzalez Gómez, 2015)

En principio, la productividad es un indicador más bien sencillo, que describe la relación entre la producción y los factores necesarios para obtenerla. A pesar de la aparente simplicidad

de este concepto, el cálculo de la productividad plantea una serie de problemas, que se vuelven cruciales en caso de pretender establecer una comparativa entre el nivel de productividad de las empresas de diversos sectores económicos o de una determinada área geográfica. Una parte de estos problemas están estrechamente vinculados al progreso técnico. Por ejemplo, para considerar el papel de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en el crecimiento de la productividad, es necesario construir para los bienes TIC índices de precio y volumen. (Carro Paz & Gonzalez Gómez, 2015)

1.1.1. Medición de la productividad

La medición de la productividad puede realizarse a diferentes niveles en la economía: a nivel macro de la nación; a nivel de la rama de actividad económica y, a nivel de la empresa. A su vez, a nivel de la empresa y de acuerdo a los objetivos perseguidos, se puede generar sistemas de medición que comprende a toda la organización, o bien, sistemas que se circunscriben a determinados procesos productivos. (Merterns, 2009)

Siendo la productividad en su definición básica una relación entre insumo y producto, se tiene que guardar particular cuidado que los universos a que se refieren el nominador y el denominador sean los mismos para no perder la congruencia y la pertenencia en el análisis, evitando así que se tomen decisiones equívocas. Por otra parte, existe la inquietud en las empresas de ligar todo en un solo sistema para no ‘perderse’. Esta conexión totalizadora si bien

se puede lograr teóricamente, en la práctica resulta muy difícil por la complejidad que esto implica y la dificultad que esto conlleva para que el personal lo entienda y lo use como insumo básico en la toma de las decisiones. (Merterns, 2009)

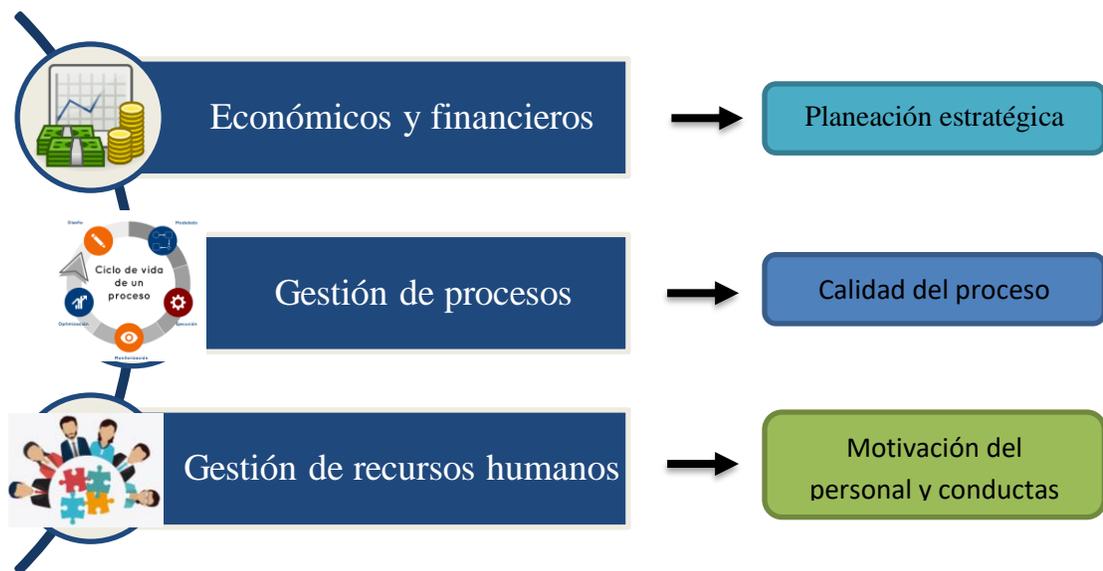


Ilustración 1. Aspectos que miden la productividad

El sistema de medición parte de tres ámbitos nucleares en la gestión de la productividad en la empresa: el económico financiero; el de la gestión del proceso productivo y, el de la gestión del recurso humano. Se parte del supuesto de que una adecuada gestión de la productividad descansa por lo menos en estos tres núcleos básicos, cada una con su lógica interna, pero donde el avance de cada uno depende y tendrá que encontrar su reflejo en la dinámica los otros dos. (Merterns, 2009)

1.1.2. Ciclo de mejoramiento de la productividad

El mejoramiento de la productividad depende de varios aspectos e indicadores los cuales son:

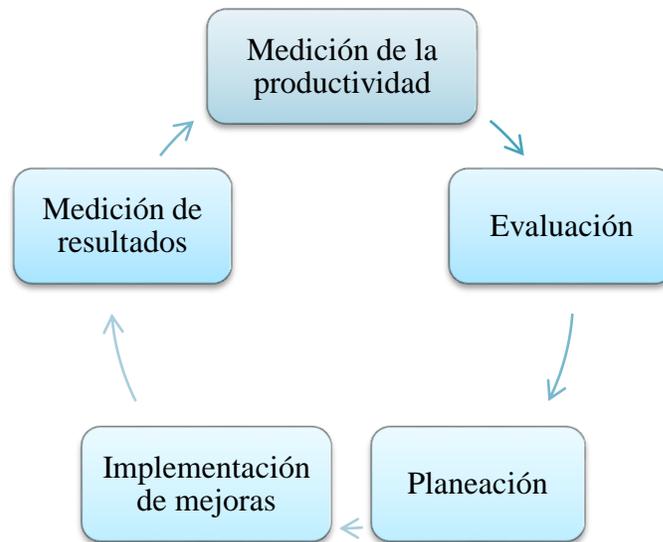


Ilustración 2. Ciclo de la productividad

1.1.2.1. Siete técnicas de mejoramiento de la productividad

Ingeniería de métodos / simplificación del trabajo: Este es el registro y la evaluación crítica de la metodología existente y proyectada que se lleva a cabo en determinado trabajo u operación de la organización. En él se eliminan, combinan y reducen el contenido de una tarea en el trabajo. Es la forma en la cual aplicamos métodos más sencillos y eficientes para aumentar la productividad de un sistema productivo. (Angel, 2012)

Medición del trabajo: Por medio de un cronómetro, se determina el tiempo que requiere realizar una operación con un método específico bajo las condiciones laborales actuales. Permite una mejor planeación de los empleados, un estudio de las tareas, una mejor programación de las tareas y un costeo estándar. (Angel, 2012)

Diseño del trabajo: Este proceso consiste en describir y registrar el fin de un puesto de trabajo, las principales tareas cometidas y las actividades, explicar bajo las condiciones en las que se llevan a cabo tales tareas y los conocimientos y habilidades necesarias. Implica la creación de una pieza completa de trabajo con decisiones y controles posibles, además de una retroalimentación directa y frecuente sobre el desempeño laboral. (Angel, 2012)

Evaluación del trabajo: Aquí se establece un valor relativo en cada trabajo de la organización, sirve para tomar decisiones sobre formación, remuneración, promoción, cambio de puesto de trabajo y despidos. Existen tres métodos de evaluación del trabajo: jerarquización (disponer los cargos en orden creciente o decreciente con relación a algún criterio de comparación), clasificación por categorías (clasificar los trabajos valorados en *categorías* o en niveles previamente establecidos) y comparación (valorar el bien que se va a tasar comparándolo con otros bienes similares cuyo valor sea conocido). (Angel, 2012)

Diseño de la seguridad en el trabajo: Toma en cuenta todos los factores que afectan el trabajo y organiza el contenido y las tareas de manera que sean menos riesgosas para el

empleado. Incluye áreas administrativas como: Rotación de trabajo, ampliación del trabajo, ritmo de la tarea o de la máquina, recesos de trabajo, horas trabajadas. (Angel, 2012)

Ingeniería de factores humanos: Son las prácticas que enriquecen y mejoran el desempeño de las personas tanto a nivel de productividad como de seguridad. Está centrado en entender y mejorar las relaciones que los empleados tienen con las máquinas, equipos y sistemas. Su objetivo consiste en conseguir la efectividad de cualquier equipamiento o ayuda física que utilice el hombre y en mantener su bienestar mediante un apropiado diseño de ayuda y entorno. (Angel, 2012)

Programación de la producción: Determina cuándo debe iniciar y terminar cada lote de producción, qué operaciones se utilizan, qué máquinas y con qué operarios. Gracias a esta programación, los pedidos se pueden entregar en las fechas exactas, se puede calcular la necesidad de mano de obra, maquinaria y equipo para así tener una mejor utilización de los recursos y, por consiguiente, disminuir los costos de fabricación. (Angel, 2012)

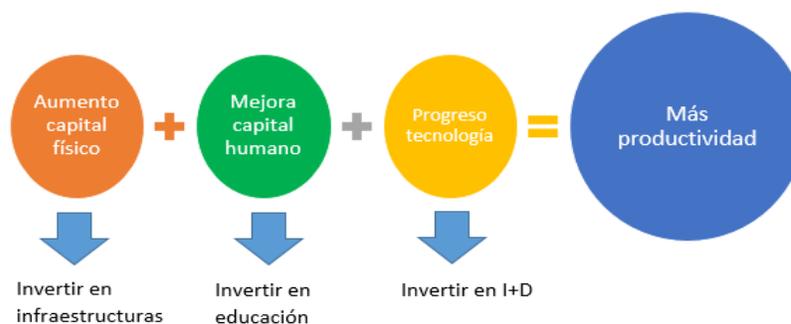


Ilustración 3. Técnicas de mejoramiento de la productividad

1.1.3. Limitantes de la productividad

La existencia de limitantes de la productividad en los procesos, radica principalmente en la cultura organizacional; la cultura japonesa ha clasificado los limitantes de la productividad en tres grandes grupos denominados: *Las 3 "Mu"*, Muri, Mura y Muda. (Alba, 2014)



Ilustración 4. Limitantes de la productividad

1.1.3.1.Muri: sobrecarga

Este limitante en particular nos exhorta a realizar una revisión conceptual de la productividad. "*Hacer más con menos*" puede, en muchos casos significar que las tareas que se asignan a tres operarios, en un momento dado sean asignadas a uno solo. Vale la pena considerar, que la productividad de los negocios, de las personas, e incluso de las máquinas, tiende a disminuir cuando les es impuesta una carga de trabajo que rebasa su capacidad.

Todos los recursos de un sistema de producción tienen límites normales de operación, de manera que, cuando se les exige a producir por encima de dichos niveles, se puede provocar un agotamiento del recurso, y, en consecuencia, una disminución de la productividad. (Alba, 2014)



Ilustración 5 Muri: Sobrecarga

1.1.3.2.Mura: variabilidad

La variabilidad hace referencia a la falta de uniformidad que puede percibirse desde los insumos del sistema, y que afecta de forma directa a la uniformidad de los procesos. En consecuencia, procesos no uniformes generan productos o servicios variables. Dicha variación puede, o no, afectar de forma negativa a los clientes, y puede, o no, considerarse como natural.

1.1.3.3.Mudas: desperdicios o despilfarros

Es preciso identificar el concepto de despilfarro, en aras de distinguirlo del costo, de tal forma que definimos un despilfarro o desperdicio como el gasto excesivo, superficial, que no agrega valor, y que por innecesario se debe eliminar. (Alba, 2014)

Las siete mudas son:

- i. *Muda de producción:* El exceso de producción se considera como la fabricación no ajustada a las cantidades demandadas.

- ii. *Muda de esperas*: Este despilfarro contempla tanto a personal pasivo, como a maquinaria inactiva.
- iii. *Muda de transportes*: Las manipulaciones y traslados de materiales o documentos que no agreguen valor, son consideradas como despilfarros.
- iv. *Muda de operación*: Realización de actividades innecesarias y/o haciendo uso de maquinaria o herramientas en mal estado.
- v. *Muda de inventario*: Unidades obsoletas (materiales, repuestos, producto), excesos de existencias, o almacenamientos intermedios.
- vi. *Muda de movimientos innecesarios*: Sean innecesarios o incómodos son considerados despilfarros.
- vii. *Muda de productos defectuosos*: Sean productos o servicios relacionados a reclamaciones, garantías o rechazos.



Ilustración 6. Mura: desperdicio

1.2.TECNOLOGÍAS PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD: INTELIGENCIA ARTIFICIAL

1.2.1. DEFINICIÓN

La inteligencia artificial es una tecnología que ha sido desarrollada con la finalidad de tratar de imitar la dinámica del pensamiento humano, y actualmente se busca en ella la posibilidad de resolver problemas de ingeniería. (Cáceres Cardenas, 2011)

Es considerada una rama de la computación y relaciona un fenómeno natural con una analogía artificial a través de programas de computador. La inteligencia artificial puede ser tomada como ciencia si se enfoca hacia la elaboración de programas basados en comparaciones con la eficiencia del hombre, contribuyendo a un mayor entendimiento del conocimiento humano. (Cáceres Cardenas, 2011)

1.2.2. RAMAS DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

1.2.2.1. Visión artificial

Se puede definir la “Visión Artificial” como un campo de la “Inteligencia Artificial” que, mediante la utilización de las técnicas adecuadas, permite la obtención, procesamiento y análisis de cualquier tipo de información especial obtenida a través de imágenes digitales. La visión industrial o Visión Artificial aplicada a la industria abarca la informática, la óptica, la ingeniería mecánica y la automatización industrial. (IES-SEP, y otros, 2015)

El objetivo de un sistema de inspección por Visión Artificial suele ser comprobar la conformidad de una pieza con ciertos requisitos, tales como las dimensiones, números de serie, la presencia de componentes, etc. (IES-SEP, y otros, 2015)

Aplicaciones de la visión artificial

La visión se aplica en distintos sectores de la industria como, industria alimentaria, automoción, electrónica, farmacia, packaging, etc. Las aplicaciones de Visión Artificial se dividen en tres grandes categorías: (IES-SEP, y otros, 2015) (Patoon, 2014)

- Control de procesos
- Control de calidad
- Aplicaciones no industriales (por ejemplo, control del tráfico)

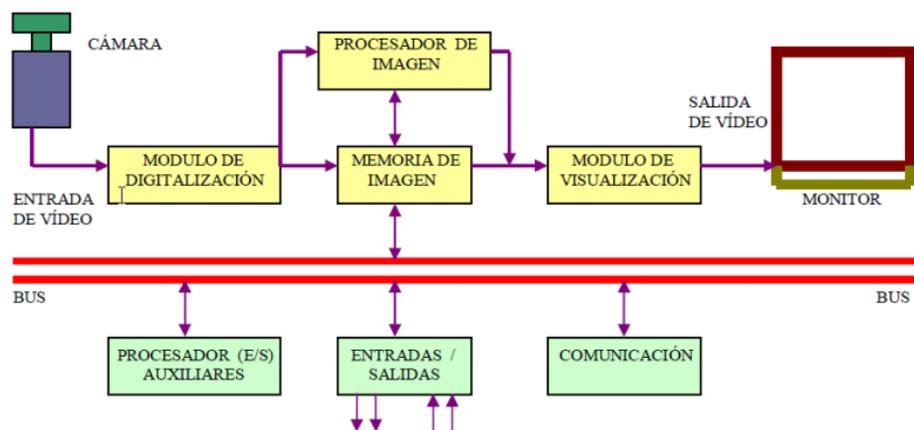


Ilustración 7. Sistema de visión artificial

Componentes/elementos de un sistema de visión artificial

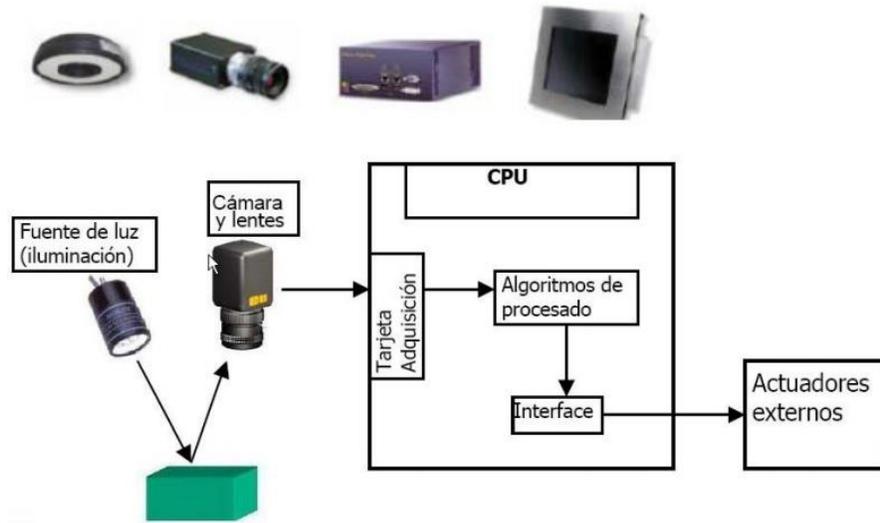


Ilustración 8. Componentes de un sistema de visión artificial

1.2.2.2. Redes neuronales artificiales

Neurona biológica

Una neurona típica recoge señales procedentes de otras neuronas a través de una pléyada de delicadas estructuras llamadas dendritas. La neurona emite impulsos de actividad eléctrica a lo largo de una fina y delgada capa denominada axón, que se escinde en millares de ramificaciones. (Patoon, 2014)

Las extremidades de estas ramificaciones llegan hasta las dendritas de otras neuronas y establecen conexión llamada sinapsis, que transforma el impulso eléctrico en un mensaje neuroquímico mediante liberación de unas sustancias llamadas neurotransmisores que excitan o

inhiben sobre la neurona, de esta manera la información se transmite de neuronas a otras y va siendo procesada a través de las conexiones sinápticas y el aprendizaje varía de acuerdo a la efectividad de la sinapsis. (Patoon, 2014)

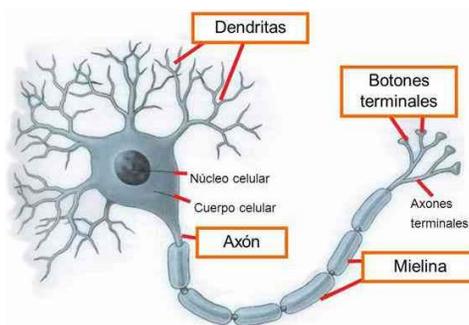


Ilustración 9. Neurona biológica

Modelo artificial

Las redes neuronales artificiales son modelos que con limitaciones, por necesaria simplificación, intentan reproducir el comportamiento cerebral. Tales modelos constan de dispositivos elementales, las neuronas, que posibilitan distintas representaciones específicas de información. (Matich, 2013)

La idealización de la estructura biológica permite distinguir al menos tres tipos de neuronas, las que reciben la información externa - neuronas de entrada- , las que representan internamente dicha información - neuronas ocultas - y las que hacen evidente las respuestas del sistema - neuronas de salida. (Matich, 2013)

La dinámica de la activación de las neuronas de una red puede evolucionar evaluando su estado continuamente según va llegando la información, o sea en forma independiente o asíncrona o por el contrario los cambios se realizan simultáneamente, forma síncrona. Al conjunto de las neuronas cuyas entradas provienen de una misma fuente y cuyas salidas se dirigen a un mismo destino, se lo denomina capa o nivel. (Matich, 2013)

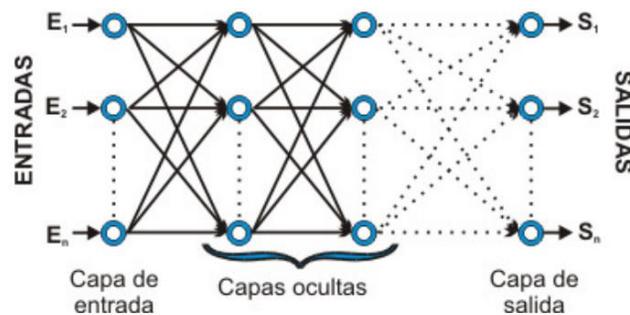


Ilustración 10. Estructura de una red

Aplicaciones de las redes neuronales artificiales

Las redes neuronales artificiales son una herramienta eficaz para el modelado de los procesos de control de producción, tanto partiendo de datos de la propia producción como de datos simulados o procedentes de diseños de experimentos. En general las redes neuronales artificiales se encuentran en: (Matich, 2013)

- Control de calidad
- Control de procesos industriales
- Obtención de modelos

- Optimización de procesos
- Modelado de sistemas para automatización y control.
- Identificación de falsificaciones, evolución de precios y valoración del riesgo de créditos
- Monitorización en cirugías
- Predicción de reacciones adversas en los medicamentos
- Entendimiento de la causa de los ataques cardíacos, etc.

1.2.2.3.Fabricación adaptativa

Cuando se piensa en inteligencia artificial muchos piensan en robots. Aunque se piense que han sido diseñados para realizar tareas muy específicas, hoy en día existen robots capaces de realizar acciones mucho más precisas y de tomar decisiones en tiempo real para adaptarse a cada tipo de proceso productivo. Ya están en funcionamiento en muchas fábricas los llamados cobots, que son robots colaborativos que trabajan codo con codo con los humanos para mejorar en eficiencia las líneas de producción. Dichos robots pueden aprender de una forma muy simple, tal y como lo hace un humano, lo que permite ahorrar costes al no necesitar personal especializado en programación de robots industriales, con el tiempo que comporta todo ello y lo poco flexibles que resultan. (Lauradó, 2016)

No son tan “sexis y brillantes” como los robots, pero la inteligencia artificial entra de pleno en la industria transformando datos de sensores y procesos en predicciones inteligentes para tomar mejores decisiones más rápidamente. Actualmente existen 15 mil millones de

máquinas conectadas a internet, y en 2020 Cisco predice que sobrepasará los 50 mil millones.

Conectar máquinas conjuntamente a un sistema de inteligencia automatizado es el mayor paso de la evolución de la fabricación y la industria en toda su historia. (Lauradó, 2016)



Ilustración 11. Fabricación con cobots

1.2.2.4. Mantenimiento condicionado y predictivo

El mantenimiento del equipamiento industrial típicamente está planificado en días fijos, no está referenciado a las condiciones de operación replanificadas por producción diariamente y por ello los tiempos de funcionamiento de los equipos no deberían fijarse por años de instalación, sino por tiempo y condiciones de funcionamiento. Todo ello causa un mayor coste de mantenimiento y riesgo inesperados en el equipo. Una vez instrumentalizado con sensores y conectado a la red junto con otras instalaciones, los equipos pueden ser monitorizados, analizados y modelados para mejorar el rendimiento y su ciclo de vida. Esta conectividad de los equipos permite, con el modelo de funcionamiento y un entrenamiento del proceso específico, crear patrones algorítmicos estadísticos con los que poder predecir paradas inesperadas, reducir

costes de mantenimiento, alargar la vida del equipo o incrementar la seguridad del equipo.

(Lauradó, 2016)

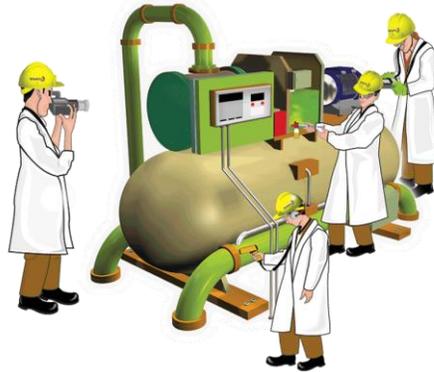


Ilustración 12. Mantenimiento predictivo

1.2.2.5. Sistemas de control de proceso avanzado

Los llamados APC (sistemas de control de proceso avanzado) son un método de control de proceso que usa modelos matemáticos del comportamiento de un proceso para predecir y controlar su variación. Su mayor uso se da para conducir el proceso a su punto óptimo de funcionamiento (máximo rendimiento con el mínimo consumo energético). En dichos procesos complejos, puede resolver problemas de calidad, productividad y flexibilidad que no pueden ser resueltos con herramientas de control tradicional (PID's de PLC's o DCS). Un ejemplo es su uso en las torres de secado o evaporizadores, donde la aplicación de estos sistemas mejora un 10 % la productividad del proceso, con una disminución de un 8% el consumo energético y manteniendo un 100% de calidad. (Lauradó, 2016)

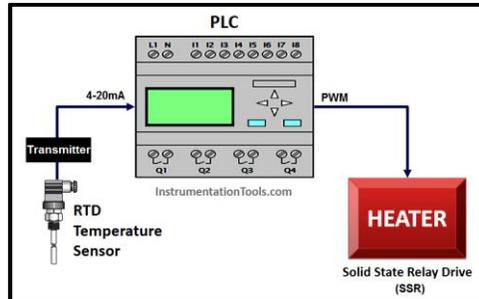


Ilustración 13. Control de la temperatura con PLC

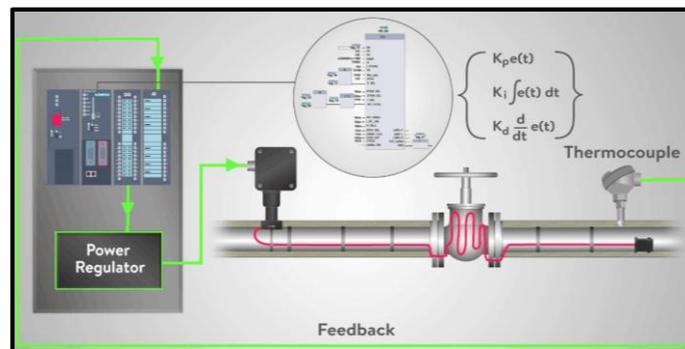


Ilustración 14. PID

1.2.2.6. Algoritmos genéticos

Los Algoritmos Genéticos (AGs) son métodos adaptativos que pueden usarse para resolver problemas de búsqueda y optimización. Están basados en el proceso genético de los organismos vivos. A lo largo de las generaciones, las poblaciones evolucionan en la naturaleza de acorde con los principios de la selección natural y la supervivencia de los más fuertes, postulados por Darwin (1859). Por imitación de este proceso, los Algoritmos Genéticos son capaces de ir creando soluciones para problemas del mundo real. La evolución de dichas soluciones hacia

valores óptimos del problema depende en buena medida de una adecuada codificación de las mismas. (Moujahid, Inza, & Larrañaga, 2012)

1.2.2.7. Sistemas de lógica difusa

Los sistemas de lógica difusa son una mejora a los sistemas experto tradicionales, en el sentido de que permiten utilizar lenguaje humano como nosotros razonamos. Ya hablando de sistemas expertos tradicionales, estos intentan reproducir el razonamiento humano de forma simbólica. Es un tipo de programa de aplicación informática que adopta decisiones o resuelve problemas de un determinado campo, como los sistemas de producción, las finanzas o la medicina, utilizando los conocimientos y las reglas analíticas definidas por los expertos en dicho campo. Los expertos solucionan los problemas utilizando una combinación de conocimientos basados en hechos y en su capacidad de razonamiento. (Moujahid, Inza, & Larrañaga, 2012)

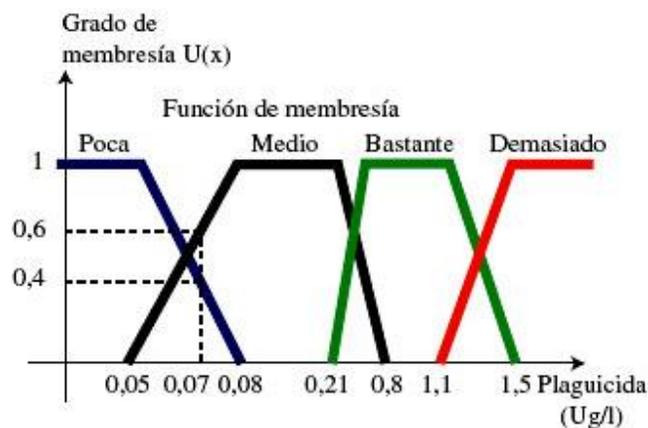


Ilustración 15. Ejemplo de lógica difusa

1.2.2.8. Árboles de decisión

Un árbol de decisión es, para quien va a tomar la decisión, un modelo esquemático de las alternativas disponibles y de las posibles consecuencias de cada una, su nombre proviene de la forma que adopta el modelo, parecido a la de un árbol. El modelo está conformado por múltiples de nodos cuadrados que representan puntos de decisión y de los cuales surgen ramas (que deben leerse de izquierda a derecha), que representan las distintas alternativas, las ramas que salen de los nodos circulares, o causales, representan los eventos. La probabilidad de cada evento, $P(E)$, se indica encima de cada rama, las posibilidades de todas las ramas deben sumar 1.0. (Maya Lopera, 2018)

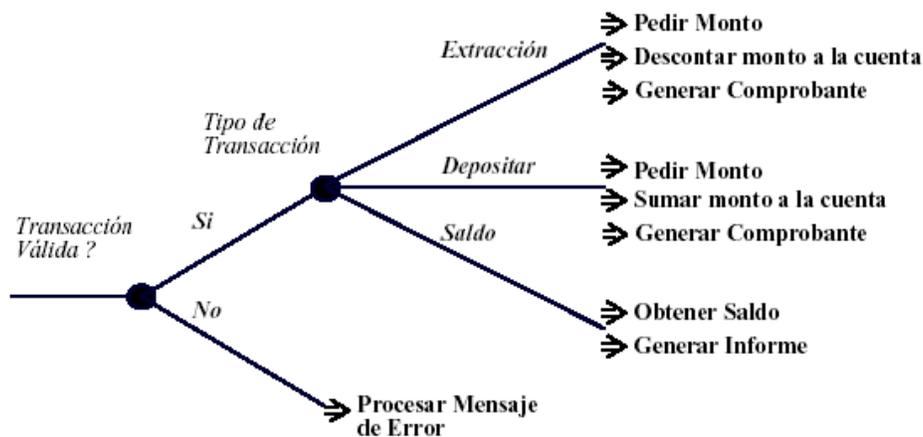


Ilustración 16. Ejemplo de árbol de decisión

1.2.3. APLICACIÓN DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS

La incorporación de agentes de decisión inteligente, redes neuronales, sistemas expertos, algoritmos genéticos y autómatas programables para optimización de sistemas de producción es

una tendencia activa en el ambiente industrial de países con alto desarrollo tecnológico y con una gran inversión en investigación y desarrollo. Dichos componentes de la Inteligencia Artificial tienen como función principal controlar de manera independiente, y en coordinación con otros agentes, componentes industriales tales como celdas de manufactura o ensamblaje, y operaciones de mantenimiento, entre otras. (Patoon, 2014)



Ilustración 17. Inteligencia artificial en la industria

Existe una tendencia creciente a la implementación de sistemas de manufactura/ensamblaje más autónomos e inteligentes, debido a las exigencias del mercado por obtener productos con niveles muy altos de calidad; lo cual con operaciones manuales se hace complicada y hace que los países subdesarrollados como el nuestro no alcance niveles competitivos a nivel mundial. Al diseñar un sistema de producción integrado por computadora se debe dar importancia a la supervisión, planificación, secuenciación cooperación y ejecución de las tareas de operación en centros de trabajo, agregado al control de los niveles de inventario y características de calidad y confiabilidad del sistema. Los factores mencionados determinan la estructura del sistema y su

coordinación representa una de las funciones más importantes en el manejo y control de la producción. (Patoon, 2014)

1.2.4. ASPECTOS NEGATIVOS DEL USO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Hasta ahora se ha planteado los beneficios de aplicar inteligencia artificial en los negocios y las organizaciones, pero no todo es positivo. Las organizaciones buscan siempre la rentabilidad y el uso de mano de obra es muy costoso para las empresas, además de presentar mayor riesgo en cuanto a precisión y eficiencia se refiere. (Galindo Ramirez, 2016)

El ser humano es más propenso a cometer errores pero también puede generar mejores resultados o valor agregado cuando trabaja en equipo y en un ambiente laboral adecuado. El hombre ha sentido cierto recelo con las máquinas ya que las ha percibido como una amenaza para la vida laboral y que puede desplazarlo en cualquier momento. Actualmente a través de la Inteligencia Artificial varios empleos han desaparecido y otros más tienen a desaparecer. (Galindo Ramirez, 2016)

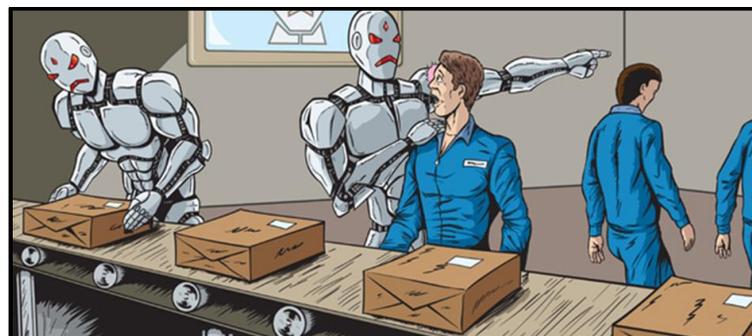


Ilustración 18. La inteligencia artificial reemplaza al ser humano

1.3.HERRAMIENTAS PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD

1.3.1. Diagrama causa y efecto

El diagrama causa-efecto es una herramienta de análisis que nos permite obtener un cuadro, detallado y de fácil visualización, de las diversas causas que pueden originar un determinado efecto o problema. (industriales, 2015)

Suele aplicarse a la investigación de las causas de un problema, mediante la incorporación de opiniones de un grupo de personas directa o indirectamente relacionadas con el mismo. Por ello, está considerada como una de las 7 herramientas básicas de la calidad, siendo una de las más utilizadas, sencillas y que ofrecen mejores resultados. El diagrama causa-efecto se conoce también con el nombre de su creador, el profesor japonés Kaoru Ishikawa (diagrama de Ishikawa), o como el “diagrama de espina de pescado”. (industriales, 2015)

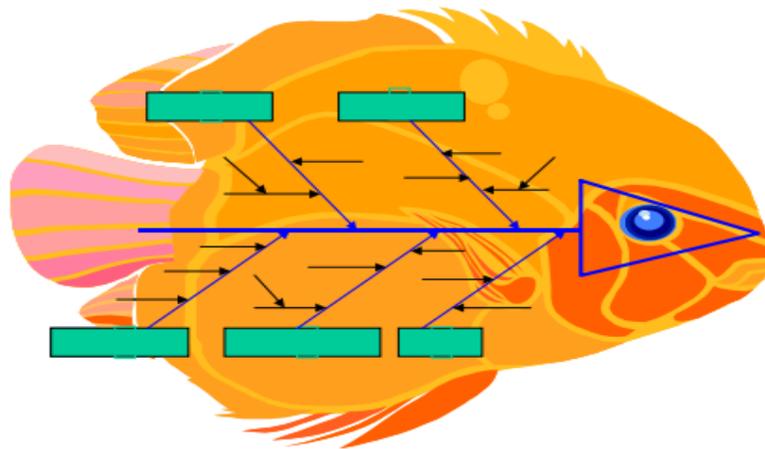


Ilustración 19. Estructura del diagrama de causa-efecto

1.3.2. Planillas de inspección

Los datos que se obtienen al medir una característica de calidad pueden recolectarse utilizando Planillas de Inspección. Las Planillas de Inspección sirven para anotar los resultados a medida que se obtienen y al mismo tiempo observar cual es la tendencia central y la dispersión de los mismos. (De Anda Medina, 2012)

Lo esencial de los datos es que el propósito este claro y que los datos reflejen la verdad. Estas hojas de recopilación tienen muchas funciones, pero la principal es hacer fácil la recopilación de datos y realizarla de forma que puedan ser usadas fácilmente y analizarlos automáticamente. De modo general las hojas de recogida de datos tienen las siguientes funciones: (De Anda Medina, 2012)

1. De distribución de variaciones de variables de los artículos producidos
2. De clasificación de artículos defectuosos
3. De localización de defectos en las piezas
4. De causas de los defectos
5. De verificación de chequeo o tareas de mantenimiento.

1.3.3. Gráficas de control

Una de las herramientas de análisis y solución de problemas es la gráfica de control. Es un diagrama que muestra los valores producto de la medición de una característica de calidad, ubicados en una serie cronológica. En él establecemos una línea central o valor nominal,

que suele ser el objetivo del proceso o el promedio histórico, junto a uno o más límites de control, tanto superior como inferior, usados para determinar cuándo es necesario analizar una eventualidad. (Alvarado, 2016)

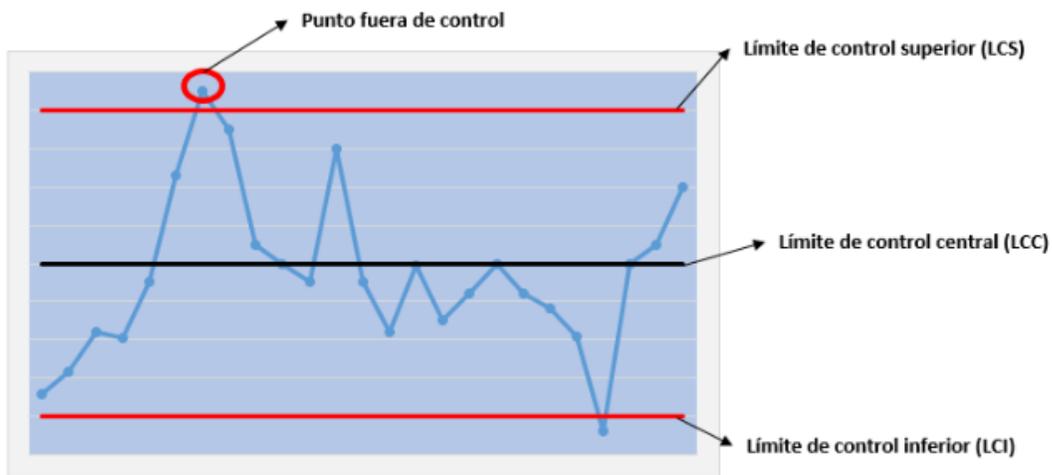


Ilustración 20. Estructura de la gráfica de control

Con base en la información obtenida en intervalos determinados de tiempo, las **gráficas de control** definen un intervalo de confianza: Si un proceso es estadísticamente estable, el 99.73% de las veces el resultado se mantendrá dentro de ese intervalo. (Alvarado, 2016)

La estructura de las gráficas contiene una “línea central” (LCC), una línea superior que marca el “límite superior de control” (LCS), y una línea inferior que marca el “límite inferior de control” (LCI). Los puntos contienen información sobre las lecturas hechas; pueden ser promedios de grupos de lecturas, o sus rangos, o bien las lecturas individuales mismas. Los límites de control marcan el intervalo de confianza en el cual se espera que caigan los puntos.

1.3.4. Diagrama de flujo

Un diagrama de flujo es un diagrama que describe un proceso, sistema o algoritmo informático. Se usan ampliamente en numerosos campos para documentar, estudiar, planificar, mejorar y comunicar procesos que suelen ser complejos en diagramas claros y fáciles de comprender. Los diagramas de flujo emplean rectángulos, óvalos, diamantes y otras numerosas figuras para definir el tipo de paso, junto con flechas conectoras que establecen el flujo y la secuencia. Pueden variar desde diagramas simples y dibujados a mano hasta diagramas exhaustivos creados por computadora que describen múltiples pasos y rutas. (LucidChart, 2012)

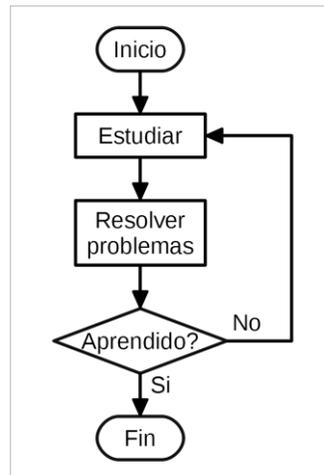


Ilustración 21. Estructura de un diagrama de flujo

1.3.5. Histogramas

Es una gráfica de la distribución de un conjunto de datos. Es un tipo especial de gráfica de barras, en la cual una barra va pegada a la otra, es decir no hay espacio entre las barras. Cada

barra representa un subconjunto de los datos. Un histograma muestra la acumulación ó tendencia, la variabilidad o dispersión y la forma de la distribución. (México, s.f.)

Un histograma es una gráfica adecuada para representar variables continuas, aunque también se puede usar para variables discretas. Es decir, mediante un histograma se puede mostrar gráficamente la distribución de una variable cuantitativa o numérica. Los datos se deben agrupar en intervalos de igual tamaño, llamados clases. (México, s.f.)

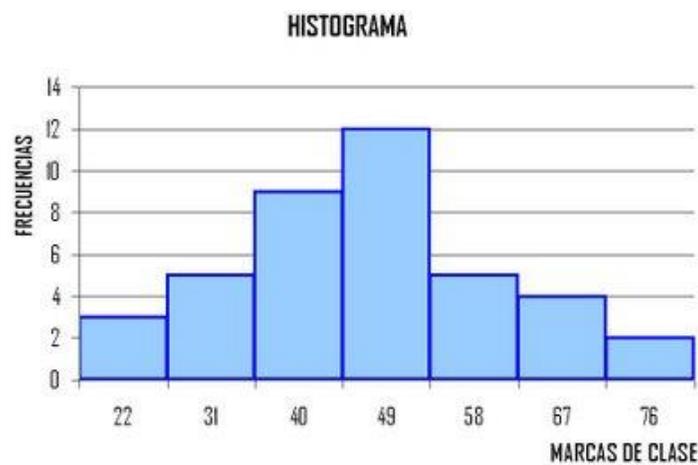


Ilustración 22. Estructura de un histograma

1.3.6. Diagrama de Pareto

El principio de Pareto se enuncia diciendo que el 80% de los problemas están producidos por un 20% de las causas. Entonces lo lógico es concentrar los esfuerzos en localizar y eliminar esas pocas causas que producen la mayor parte de los problemas. (Falcó Rojas, 2015)

El diagrama de Pareto no es más que un histograma en el que se han ordenado cada una de las "clases" o elementos por orden de mayor a menor frecuencia de aparición. A veces sobre este diagrama se superpone un diagrama de frecuencias acumuladas. (Falcó Rojas, 2015)

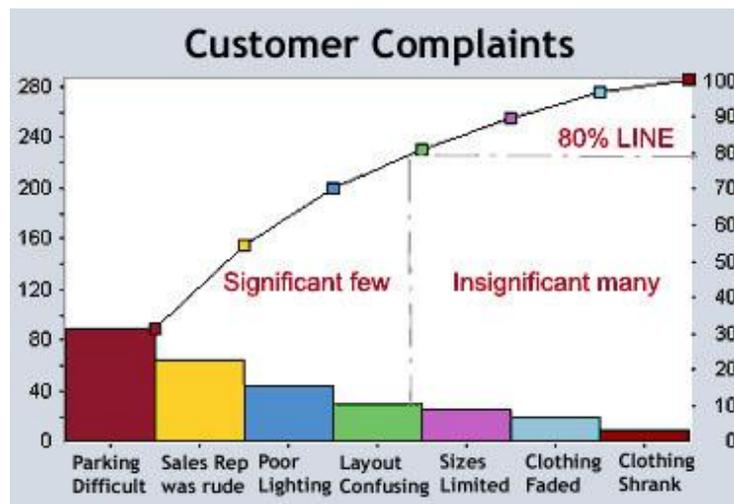


Ilustración 23. Estructura del diagrama de Pareto

Mediante el Diagrama de Pareto se pueden detectar los problemas que tienen más relevancia mediante la aplicación del principio de Pareto (pocos vitales, muchos triviales) que dice que hay muchos problemas sin importancia frente a solo unos graves. Ya que por lo general, el 80% de los resultados totales se originan en el 20% de los elementos. (Falcó Rojas, 2015)

1.3.7. Diagramas de dispersión

Los diagramas de dispersión usan una colección de puntos colocados usando coordenadas cartesianas para mostrar valores de dos variables. Al mostrar una variable en cada eje, se puede detectar si existe una relación o correlación entre las dos variables. (Xcoins, 2014)

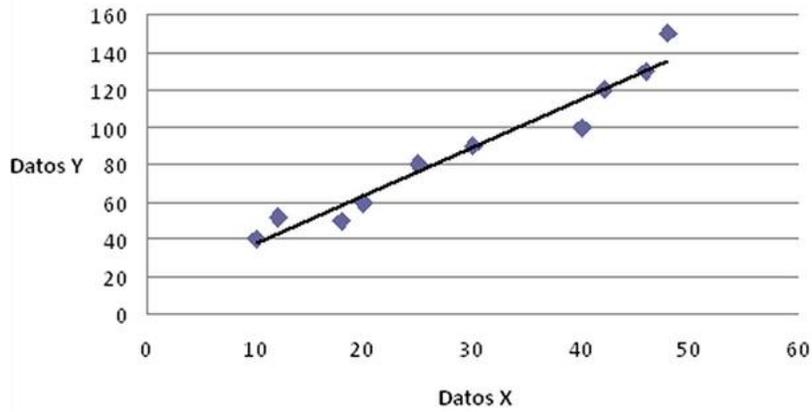


Ilustración 24. Estructura del diagrama de dispersión

DIAGRAMA DE CAUSA Y EFECTO

Establece la relación entre el atributo estudiado y las variables del proceso.

PLANILLAS DE INSPECCIÓN

Sirven tanto para registrar resultados, como para observar tendencias y dispersiones.

7 HERRAMIENTAS DE LA CALIDAD

GRÁFICAS DE CONTROL

Muestra los valores específicos que se van registrando sobre una característica de la calidad.

DIAGRAMA DE FLUJO.

Sirven para entender y calcular el costo de la calidad de un proceso.

HISTOGRAMAS

Es un diagrama a barras que muestra la frecuencia de cada uno de los resultados en mediciones sucesivas.

DIAGRAMA DE PARETO

Es un método coordinado para identificar, calificar y tratar de eliminar de manera permanente los defectos.

DIAGRAMAS DE DISPERSIÓN

Es una gráfica del valor de una característica frente a otra.

Ilustración 25. Las 7 herramientas de calidad

2. ESTUDIO TÉCNICO DE LA EMPRESA

2.1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS

Italian Pastas Ltda fue creada en el año 2000 por emprendimiento del señor Pablo de la Cruz Burgos en Pamplona - Norte de Santander, quién en ese entonces trabajaba en una empresa de pizza llamada piero's donde se elaboran las pastas que allí se venden; él decidió formar su propia empresa familiar, para luego constituir una pequeña planta para la producción de la pasta tradicional, donde se comercializaba sin marca o registro alguno.

A medida que pasaba el tiempo y considerando las necesidades del mercado se decide crear una marca comercial bajo el nombre de “Pasta Burgos”, donde se logró permanecer y subsistir en un medio cada vez más competitivo, cambiante y riesgoso. En el año 2007, la empresa se constituyó legalmente y la marca pasó a llamarse “Italian Pasta Ltda” y con la misma tomó un giro renovado en cuanto a imagen, logotipo, empaques y etiquetas; todo esto por las exigencias que había en el mercado. Por último en 2012, se incluyó en el proceso de producción dos productos más, haciendo que la planta tomara más fuerza en el mercado debido a su variedad y excelente calidad. Actualmente sigue optando por la misma estrategia de venta, con el mismo proceso para su producción y cuenta con buenos ingresos.

2.2. INFORMACIÓN DE LA COMPAÑÍA

Es una empresa dedicada especialmente a la elaboración de pastas de calidad artesanal.

Instalada en el mercado regional desde hace ya más de 15 años, se caracteriza por fabricar pastas frescas de tipo casera. Es una empresa fundada por el señor Pablo de la Cruz Burgos; debido a su larga experiencia en el sector de los alimentos siendo el empleado de piero's pizza donde se elaboraban pastas, decidió formar su propia empresa familiar la cual lleva funcionando desde el año 2000 con 9 empleados fijos y algunos ocasionales. Quienes son los encargados de elaborar los siguientes tipos de pasta: tallarín, tallarín de espinaca, pasta para lasaña y raviolis de pollo y carne.

El capital social de la empresa es de \$58'000.000 aportado por dos accionistas:

- Pablo de la Cruz Burgos: Aporte del 83%
- Marcela Burgos: Aporte del 17%

Los administradores de la compañía son:

- Pablo de la Cruz Burgos Presidente
- Belinda Santamaría Gerente general
- Antonia Burgos Administrador

2.2.1. Misión

“Italian pasta Ltda” es una fábrica de pastas especializada en la manufacturación de diferentes tipos de pastas elaboradas artesanalmente, nuestro objetivo es proporcionar alimentos de calidad sin conservantes de fácil preparación y asequibles a todos los consumidores. Día a día ofrecemos nuestras más exquisitas especialidades, en pastas frescas.

2.2.2. Visión

A partir del año 2020 seremos una microempresa capaz de competir en el mercado nacional ganando el reconocimiento de nuestros consumidores por la excelente calidad de nuestros productos y lograr satisfacer todas sus necesidades. Nos interesa ser referentes en el mercado por nuestros exclusivos productos sin químicos ni conservantes y 100% naturales.

2.2.3. Valores

- Ética
- Compromiso
- Respeto

2.2.4. Objetivos estratégicos

Tener un desarrollo sostenible, estar en constante innovación y que esta sea efectiva, para lograr obtener:

- Crecimiento rentable

- Expansión nacional
- Crecimiento y liderazgo en el mercado
- Satisfacción de nuestros clientes y consumidores

2.2.5. Nuestros productos

Nuestros productos son totalmente frescos y sin conservantes, son elaborados con productos naturales como huevos, espinacas frescas y harina de trigo para su mejor cocción y manipulación.

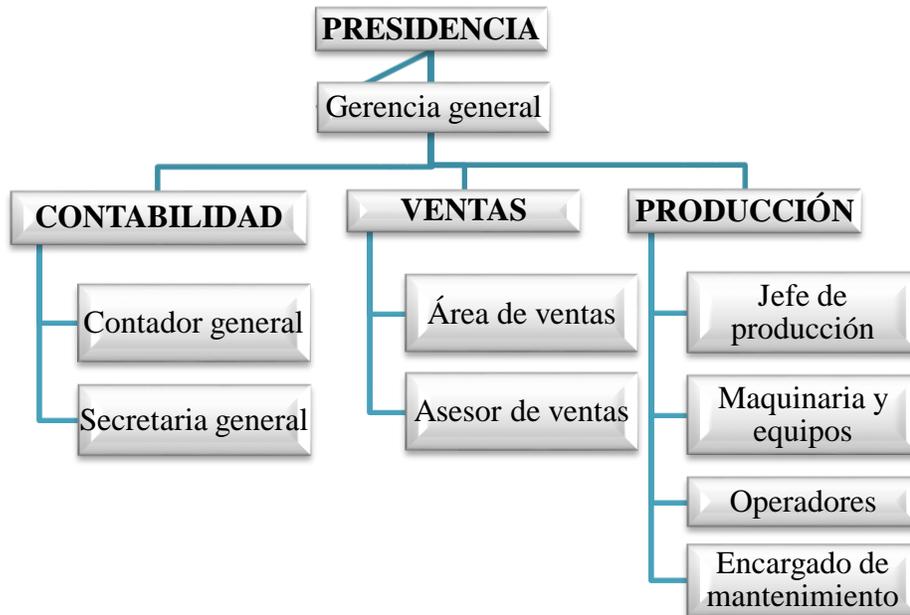
Tabla 1. Productos de Italian Pasta LTDA

PRODUCTO	PRESENTACIÓN
Tallarín	
Pasta para lasaña	
Ravioli	

Tabla 2. Valor nutricional de los productos

VALOR NUTRICIONAL POR CADA 100 GRAMOS DE PASTA AL HUEVO O DE ESPINACA	
HUMEDAD	13%
GRASA	0.63%
PROTEINAS	11%
CENIZA	1.08%
FIBRA	0.04%
CARBOHIDRATOS	73%
VALOR ENERGÉTICO	342.92%

2.2.6. Organigrama de la empresa



2.3.LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA

La planta de producción de Italian Pasta LTDA, es en Pamplona – Norte de Santander, Colombia, en la calle 10 N° 14-20.

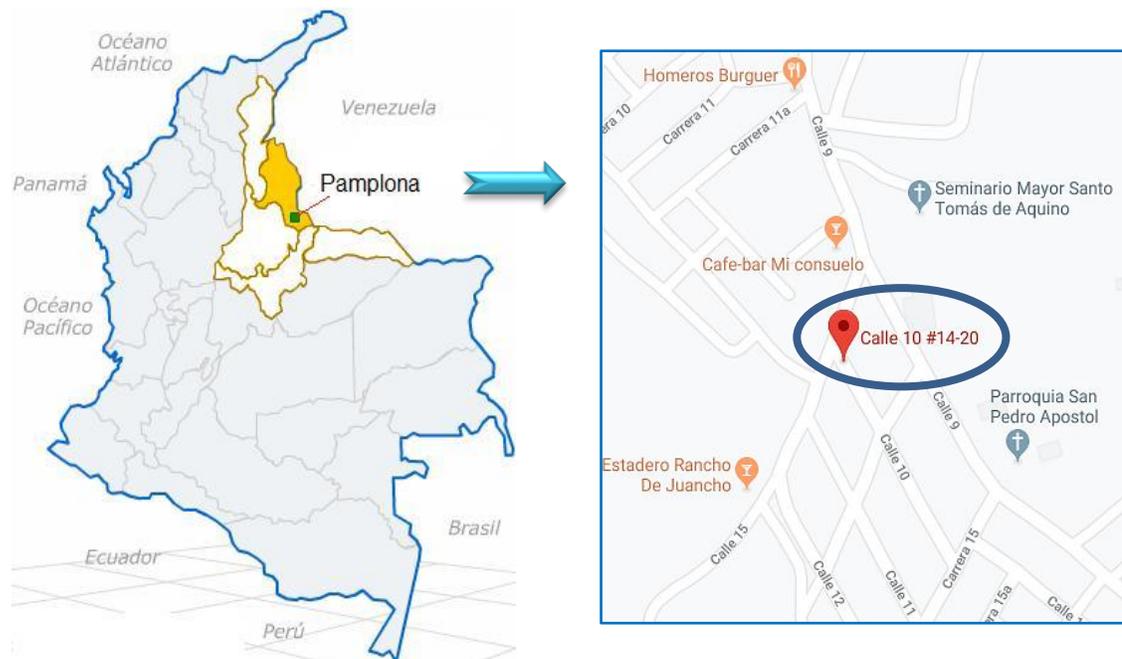


Ilustración 26. Localización de la planta

2.4.PLANTA DE PRODUCCIÓN ACTUAL

La planta de producción actual de Italian Pasta Ltda tiene 240 metros cuadrados y esto corresponde al área edificada dedicada al área productiva de la empresa.

Consta de ocho áreas: Recepción de materia prima, área de pesado, área de mezclado, área de amasado, área de corte, secado, área de sellado y empaquetado y el área de almacenamiento.

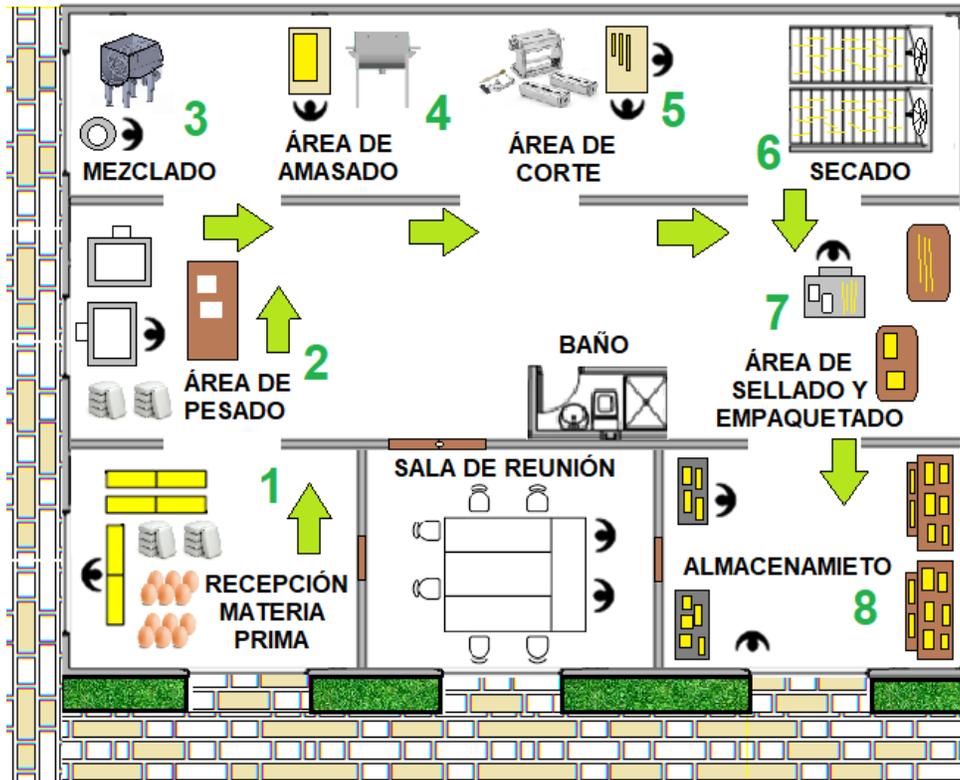


Ilustración 27. Planta de producción actual

2.4.1. Maquinaria y equipos

Tabla 3. Maquinaria y equipos

MAQUINARIA Y EQUIPOS		
Mezcladora	Capacidad: Desde 5 hasta 10 Kg Tiempo mezclado: 15 a 20 minutos Descarga: Por medio de válvula de mariposa	

<p>Cilindradora</p>	<p>1. Máquina laminadora de acero inoxidable para hacer pasta fresca. 2. Lámina hasta 14,5 cm. de ancho con 6 posiciones distintas, para preparar pasta en distintas medidas de 3 a 0,2 mm, hacer tallarín, lasaña y ravioli. 3. Fácil limpieza.</p>	
<p>Cortadora</p>	<p>Esta cortadora vertical es usada para cortar todo tipo de tejidos una vez se encuentren sobre la mesa de corte, estos tejidos puede ser extendidos manualmente o mediante carro de extender tejidos.</p>	
<p>Secado</p>	<p>Cuarto se secado consta de los tubos de acero, ventiladores y rejillas de protección. Medidas de los tubos: 2mtr de largo * 2 cm de diámetro.</p>	
<p>Selladora</p>	<p>Ésta máquina sella y empaca el producto terminado, tiene una altura de 1,5 m; y de ancho 45 cm.</p>	

2.4.2. Características físicas del producto

Las pastas alimenticias deben presentar aspecto uniforme, vítreo, translucido y frágil. Su aspecto es ser prácticamente uniforme en cuanto: apariencia, tamaño y forma: debe ser libre de olor mohoso, rancio o de cualquier otro olor extraño.

Además, luego de ser cocinado en las condiciones que aparecen descritas en el empaque, así mismo debe conservar su forma, tener cierta firmeza, haber desarrollado el olor y sabor característico del producto.

2.4.3. Descripción del proceso

1. Recepción de la materia prima: sémola de trigo, huevos.
2. Seleccionar y pesar los ingredientes
3. Se incorporan los ingredientes a la mezcladora para empezar a batir durante 15 minutos
4. Compactar la masa batida anteriormente a través de la cilindadora para hacer láminas de pasta
5. Se pasan varias veces las láminas de masa hasta obtener su tamaño adecuado y grosor
6. Se pasan las láminas de pasta ya delgadas para el área de corte y se realizan los moldes que serán cortados para su respectiva forma. (lasaña)
7. Luego se pasa por la máquina de prensa manual la cual le dará su forma final ya sea tallarín o ravioli.
8. Se cuelgan las pastas en un tubo de acero el cual le su molde final en el caso del tallarín.

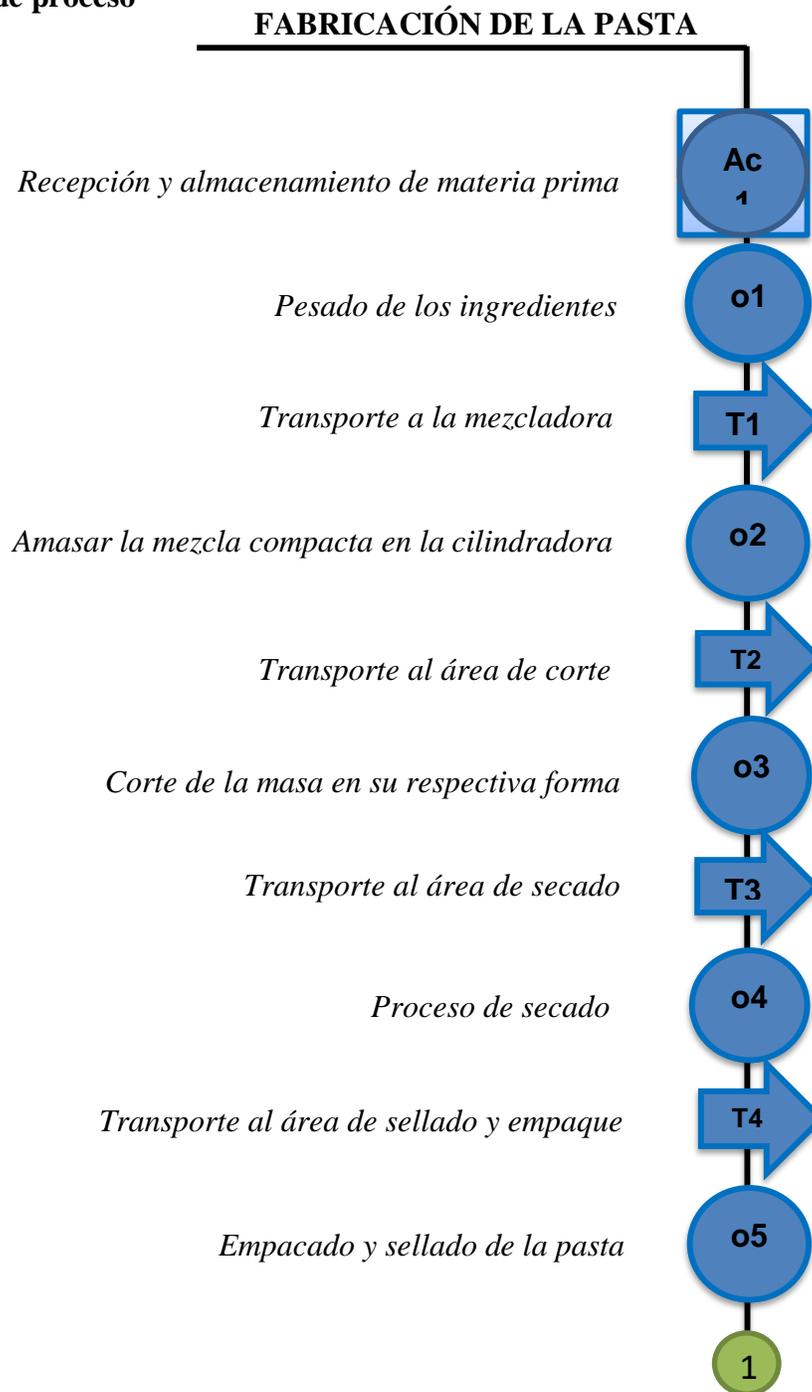
9. Para los raviolis se trabaja con la maquina manual pero con un diferente molde.
10. Por último la pasta se somete al proceso de secado por medio de ventiladores por un día.
11. Es empacada en sus respectivas bolsas para el tallarín con su peso 250 gr, la lasaña en bolsas y luego en cajas por una cantidad de 12 láminas por caja; y el ravioli en bandejas de icopor por 250gr.

2.4.4. Producto terminado



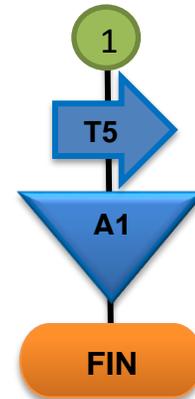
Ilustración 28. Producto terminado

2.4.5. Diagrama de proceso



Transporte al área almacenamiento

Almacenaje para venta



3. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN DE LA EMPRESA

3.1. ANÁLISIS DE FACTORES INTERNOS Y EXTERNOS

Para este análisis de factores se optó por la herramienta DOFA, para formular y evaluar estrategias, en este caso en los factores internos o de la empresa se analizan las fortalezas y debilidades, y en los factores externos o del ambiente las oportunidades y amenazas.

3.1.1. Factores externos

3.1.1.1. Oportunidades

- Posibilidad de crecimiento en el mercado
- Demanda del producto ya que es de primera necesidad en la canasta familiar
- Posibles créditos para la parte productiva

- Altos precios en los productos competidores

3.1.1.2.Amenazas

- Existencia de grandes empresas con un mayor posicionamiento en el mercado
- Existen productos sustitutos
- Poder adquisitivo del consumidor

3.1.2. Factores internos

3.1.2.1.Fortalezas

- El precio es accesible
- Excelente calidad
- Variedad de referencias
- Existen procesos de mejora continua, optimizando la planta y los perfiles profesionales de los operarios.

3.1.2.2.Debilidades

- Falta de control interno
- No se capacita regularmente al personal
- La infraestructura de la planta es limitada
- Dependencia de un solo producto

3.2.CINCO FUERZAS DE PORTER

Amenaza de competidores entrantes

No es alta ya que regionalmente la única que ha entrado es la que se vende en Justo y Bueno, además ninguna pasta que se encuentre en el mercado cuenta con las características naturales sin contar los nutrientes y vitaminas con las que cuenta ITALIAN PASTAS.

Poder de negociación de los clientes

Alto ya que, existen marcas conocidas como la Muñeca y Doria, incluso a más bajo precio

Competidores actuales

No es alta porque ellos buscan hacer el mismo producto a un menor precio para obtener fidelidad de la clientela. Nosotros nos basamos principalmente en ofrecer calidad y salud al cliente.

Poder de negociación de los proveedores

El poder de negociación está a nuestro favor ya que los insumos necesarios para la elaboración de esta pasta se consiguen en cualquier bodega. Entonces podemos escoger el mejor precio e incluso negociar con el vendedor.

Amenaza de los productos sustitutos

La amenaza es alta porque hay bastantes marcas con este producto, pero ninguna que contenga las características de ITALIAN PASTAS. Además este producto está dirigido a personas que quieran cuidar su salud sin afectar el sabor del mismo.

3.3. DIAGNÓSTICO ENCONTRADO EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN

Actualmente la planta se encuentra en un proceso de expansión o crecimiento, ya que se requiere comprar nuevas máquinas y ampliar el área de producción; debido a esto se debe contar con varios puntos como lo son:

- Nueva distribución de la planta
- Maquinaria nueva y con mejor tecnología
- Herramientas para el control de la calidad
- Tecnologías nuevas para el control de la calidad del producto final
- Búsqueda de una mejor productividad y competitividad para la empresa
- Capacitación de operarios para adaptarse a los cambios y manejo de la maquinaria
- Rentabilidad

3.3.1. PRINCIPALES PROBLEMAS

En los últimos meses la empresa ha venido registrando algunas quejas y reclamos en cuanto a la calidad del producto terminado, donde se evidencia que la planta está registrando fallas, ya sea por su falta de actualización o errores en el proceso, lo que ha conllevado a un descenso contundente en la productividad total de la empresa, preocupando a los socios, y obligándolos a realizar un cambio en la planta.

3.3.2. POSIBLES HERRAMIENTAS A UTILIZAR

Una vez identificado los problemas más críticos, se procede a mirar que herramientas pueden ayudar a atacar esos síntomas y brindar una solución factible al problema.

3.3.2.1. Diagrama de causa y efecto

En los últimos meses se presentaron quejas y reclamos por la calidad del producto final en la empresa, por lo que se aplicó la herramienta del diagrama de causa – efecto, el cual se presenta en la siguiente ilustración (22).

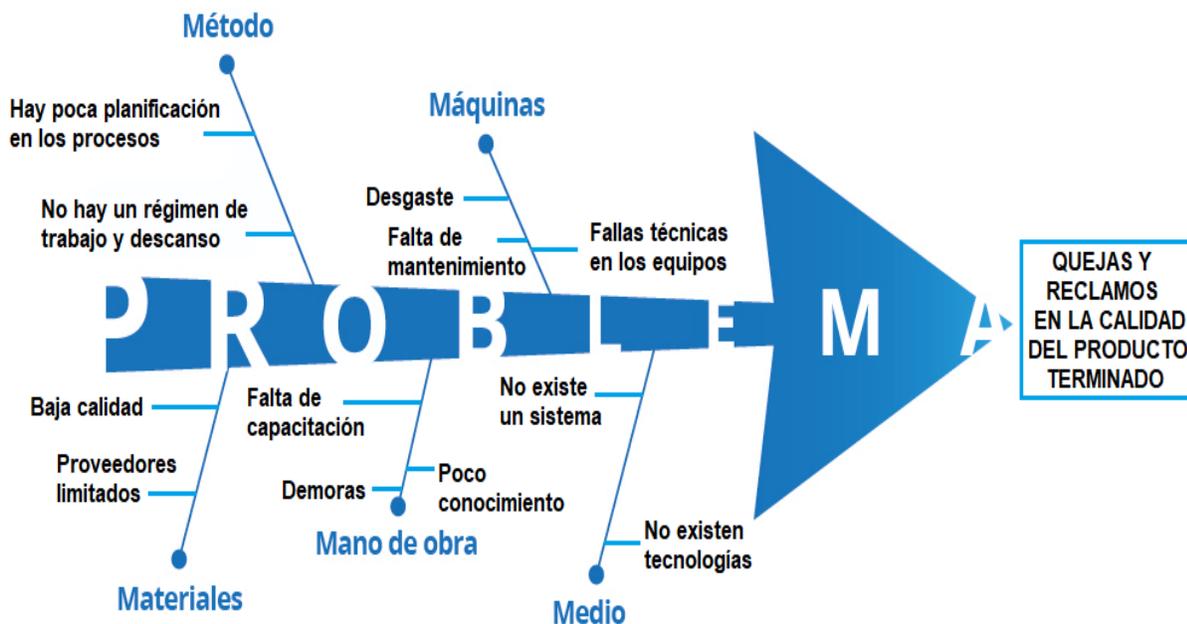


Ilustración 29. Aplicación del diagrama causa-efecto

Conclusión obtenida con la aplicación del diagrama causa – efecto

Con el diagrama de causa y efecto o espina de pescado se organizó y representó las diferentes causas encontradas que ocasionan el problema, generando un diagnóstico para la solución de éste. Se analizan los problemas en las máquinas, en el método, la mano de obra, los materiales y el medio. En este caso el problema son las quejas y reclamos que se han venido teniendo en los últimos meses.

Debe quedar claro que con el diagrama causa-efecto no se buscó resolver el problema, sino únicamente explicarlo, esto es, analizar sus causas y obtener información para saber por dónde empezar, por donde atacarlo y saber cómo obtener la solución final.

3.3.2.2. Diagrama de Pareto

Se realizó un análisis en la planta de producción de todos los posibles problemas que estarían ocasionando las pérdidas de clientes por la calidad del producto terminado.

Tabla 4. Problemas encontrados en la empresa, durante 3 meses

PROBLEMAS ENCONTRADOS	FRECUENCIA	%	ACUMULADO	% ACUMULADO
Error en la medición del tiempo de secado	42	30,22%	42	30,22%
Error en la medición del tiempo de amasado	39	28,06%	81	58,27%
Desgaste de los equipos	22	15,83%	103	74,10%
Falta de publicidad y estrategia de ventas	9	6,47%	112	80,58%

Inestabilidad de la maquinaria	8	5,76%	120	86,33%
Dependencia de un solo producto	7	5,04%	127	91,37%
Capacitación de los operarios	6	4,32%	133	95,68%
Ausencia de mantenimiento	6	4,32%	139	100,00%
TOTAL	139	100%		

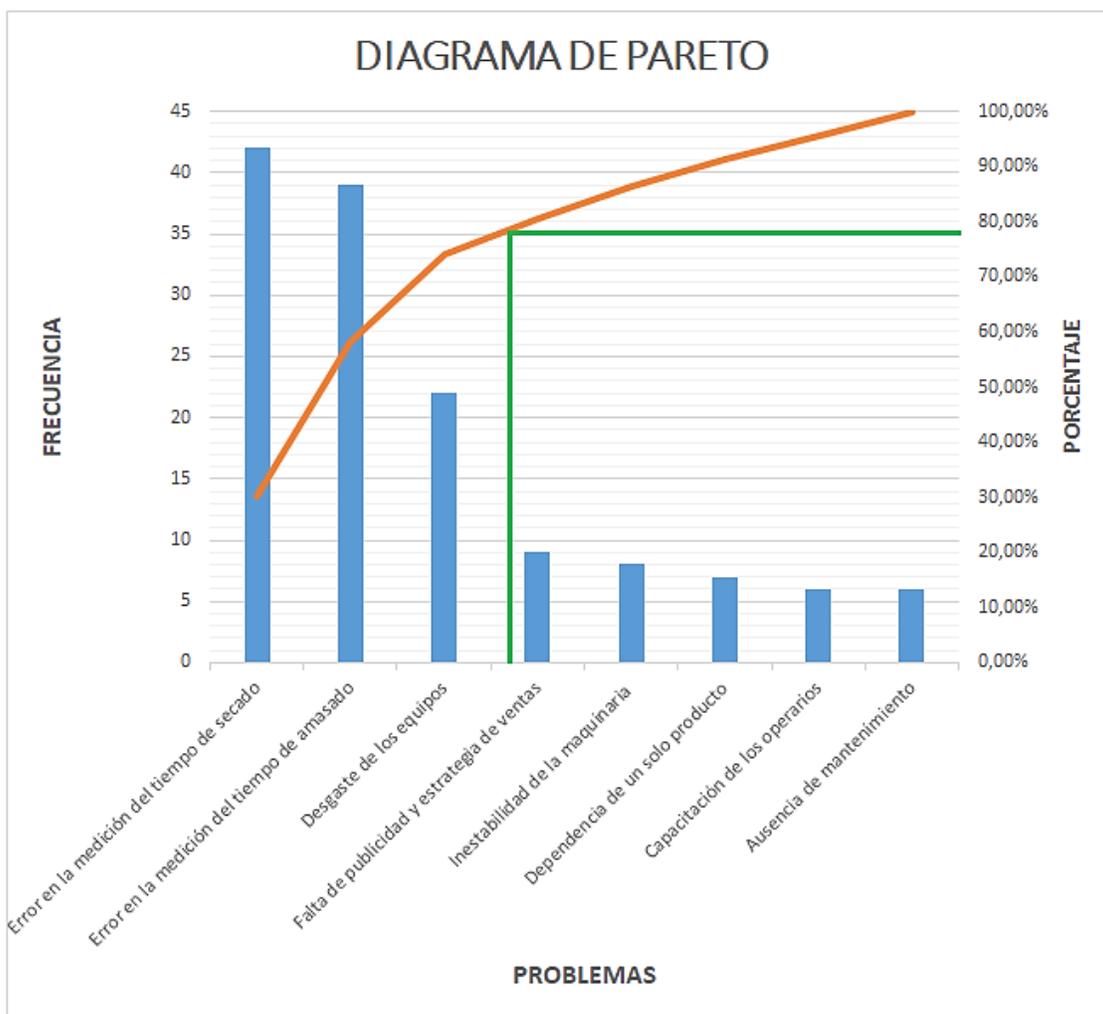


Ilustración 30. Diagrama de Pareto para el análisis de la empresa

Conclusión obtenida con la aplicación del diagrama de Pareto

Con el diagrama de Pareto se puede determinar la causa o las causas principales para la resolución de problemas, estableciendo prioridades. En este caso el 20% de las causas son el error en la medición del tiempo de secado, error en la medición del tiempo de amasado y el desgaste de los equipos; con esto se puede determinar que son los responsables del impacto negativo en la calidad del producto terminado de la empresa. Por lo tanto si enfocamos nuestra atención en estos pocos vitales, podemos obtener la mayor ganancia potencial de nuestros esfuerzos por mejorar la calidad, con lo que al mismo tiempo se espera aumentar la rentabilidad y las utilidades de la empresa.

Con una sola revisión a la gráfica se puede ver que estas minorías son a las que hay que prestar atención, utilizar todos los recursos necesarios para llevar a cabo una acción correctiva sin malgastar esfuerzos.

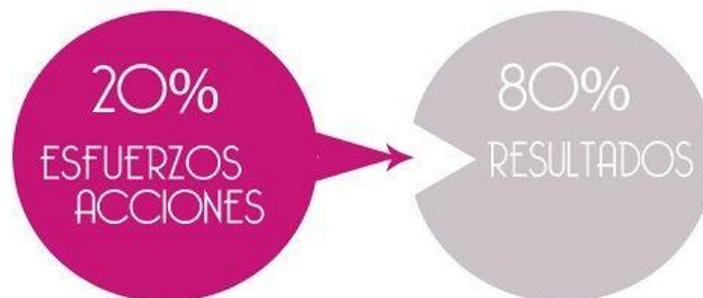


Ilustración 31. Análisis del diagrama de Pareto

3.3.3. POSIBLES TECNOLOGÍAS A IMPLEMENTAR

Al analizar cada elemento, se concluye que la empresa además de la expansión que quiere realizar, tiene la capacidad de invertir en nuevas tecnologías y maquinaria para el control de la calidad. A continuación se muestran las dos tecnologías seleccionadas de acuerdo a los problemas que requieren rápida solución y que están afectando la productividad total, esto tomado de la conclusión obtenida en la aplicación de las herramientas.

3.3.3.1. Visión artificial

Después de aplicar las herramientas para el control de la calidad, se organizaron las principales causas del problema, las cuales hay que atacar y solucionar inmediatamente, es por eso que para la causa principal que es “error en la medición del tiempo de secado” se optó por una tecnología innovadora y actualizada que es la VISIÓN ARTIFICIAL, con esto se mantendrá inspeccionado el tiempo de secado y las imágenes del producto en el procedimiento.

Esta tecnología no necesita mucha inversión, ya que en este caso solo se requerirían de 4 cámaras especializadas y dos monitores donde se registren los datos.



Ilustración 32. Cámaras inteligentes para la visión artificial

Al implementar esta tecnología se podrá evidenciar con imágenes y con tiempo el estado de la pasta, se mantendrá inspeccionado el proceso, evitando desperdicios y demoras, por ende aumentando la productividad.

3.3.3.2. Mantenimiento predictivo

Analizando la segunda causa encontrada, “error en la medición del tiempo de amasado”, se puede solucionar con mantenimiento predictivo, ya que según los empleados de la empresa, esto se debe a que en ciertas ocasiones la maquina laminadora no trabaja correctamente, impidiendo la buena calidad del amasado. Este procedimiento es sencillo pero de vital importancia para cualquier máquina, permitiéndole a esta la mejor eficiencia y eficacia en el proceso que realice.



Ilustración 33. Mantenimiento predictivo para la empresa

Esta tecnología no requiere mucha inversión, ya que se ejecutaría cada determinado lapso de tiempo, aunque la planta necesitaría una oficina que se encargue de éste ámbito, para que se mantenga informado del comportamiento de la maquinaria.

4. ANÁLISIS DE LA PRODUCTIVIDAD

4.1. PRODUCTIVIDAD TOTAL GENERAL DE LA EMPRESA

La empresa desde sus inicios ha sido guiada y manejada por su dueño, el señor Pablo de la Cruz Burgos, el cual era riguroso y perfeccionista en la realización del producto final, nunca optó por adquirir alguna tecnología o maquinaria innovadora que le ayudara en el control de calidad o en la optimización del proceso, porque el mismo llevaba a cabo todo, manejaba los tiempos de medición, inspeccionaba cada etapa y se encargaba de la compra de materia prima y la venta del producto final.

Por este motivo la empresa nunca se vio obligada a implementar estrategias, adquirir tecnologías o máquinas innovadoras, ya que generaba ganancias para mantenerse a flote, para los socios y para continuar con el proceso.

En la siguiente figura (32) se observa la productividad total que normalmente se presentaba en la empresa.



Ilustración 34. Índice de productividad en los últimos años

Se puede percibir que la productividad total que presenta la empresa en los últimos años es buena (>1), obteniéndose ganancias y retorno del capital, lo que mantenía a flote la empresa, sin tener ningún inconveniente o problema.

4.2.PRODUCTIVIDAD TOTAL OBTENIDA EN LOS ÚLTIMOS MESES PARA LA EMPRESA

Luego de analizar la productividad total que venía teniendo la empresa hasta el año 2018, se analiza la productividad total de los meses del 2019, su decaimiento a través de este tiempo.

En la siguiente figura (33), se puede observar que la productividad ha venido disminuyendo, hasta el punto de prácticamente solo recuperar lo que se está invirtiendo, y de seguir así en un futuro no se podrá solventar y tendrá que cerrar.

En la siguiente tabla se presentan las entradas, las salidas y el índice de productividad total que ha venido teniendo la empresa en los últimos meses, donde se evidencia el decaimiento por el cual se hace el análisis. Los datos son suministrados por la empresa.

Tabla 5. Entradas y salidas de la empresa en los últimos meses.

	Entrada	Salida	Índice de productividad total
Enero	18'200.000	34'580.000	1,9
Febrero	18'484.000	35'120.000	1,9
Marzo	18'455.000	33'219.000	1,8
Abril	18'210.000	30'958.000	1,7
Mayo	18'150.000	31'400.000	1,73
Junio	18'190.000	27'285.000	1,5
Julio	18'195.000	23'655.000	1,3
Agosto	18'150.000	23'595.000	1,3
Septiembre	14'610.000	17'240.000	1,18
Octubre	14'150.000	14'720.000	1,04



Ilustración 35. Productividad total obtenida en los últimos meses en la empresa

Este precisamente es el inconveniente más grande, por lo que se realizó el presente proyecto, donde se analizaron las posibles herramientas y tecnologías que podría solucionar el problema.

4.3.PRODUCTIVIDAD ESPERADA DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS Y TECNOLOGÍAS APLICADAS

4.3.1. Objetivo del análisis

El objetivo principal de este análisis es estudiar la productividad obtenida si se optara por adquirir las nuevas tecnologías ya estudiadas y las herramientas para el control de calidad, con esto eliminar los aspectos negativos con los que cuenta la empresa actualmente, que ya han sido

identificados. El problema general es que se han venido presentando en los últimos meses quejas y reclamos de los clientes fijos debido a la calidad del producto, y por ende la productividad total de la empresa ha venido decayendo, lo que preocupa enormemente a los socios de la empresa.

4.3.2. Alcance a obtener

El alcance que se desea obtener con este plan de mejoramiento, es acabar con el problema actual de la empresa, demostrar que la productividad aumenta con la aplicación de las herramientas y las tecnologías ya estudiadas.

4.3.3. Recursos necesarios

Los recursos que se necesitan para la implementación de este estudio son:

- Tiempo
- Capacitación
- Inversión

4.3.4. Organización del área de producción

La organización del área de producción es una de las áreas primordiales para lograr lo que se requiere dentro de la planta de fabricación de la empresa.

4.3.4.1. Ingeniería de procesos

En este aspecto, se define el nuevo sistema de producción del producto final, más efectivo, eficiente y mejorando la calidad.

4.3.4.2. Planificación y control

Se debe generar una planificación para la producción de la planta, evitar los paros en la producción por desgaste de la maquinaria o por interrupciones en los equipos, y ejercer un mejor control en el procedimiento final.

4.3.4.3. Gestión de calidad

Se debe establecer un sistema de gestión de calidad para todos los productos, donde los empleados aprendan y se capaciten, para implementar de la mejor manera los cambios que tendrá la empresa.

4.3.4.4. Maquinaria

Después del análisis en el área de la maquinaria se identificaron anomalías en algunas máquinas dentro de la planta de producción por lo que es necesario desarrollar actividades urgentes que mejoren la situación de éstas, para que de esta manera se pueda trabajar en mejores condiciones, con la utilización de las mismas, además de la implementación de las tecnologías ya estudiadas.

4.3.4.5. Reglamentos y seguridad

Establecer un nuevo reglamento y algunas directrices para que la empresa pueda identificar los que está permitido y lo que no, aumentar la seguridad, ya que la empresa actualmente no

cuenta con un control en éste ámbito, y con la implementación de las tecnologías que se requieren, es necesario contar con una seguridad dentro de la empresa.

4.3.5. Productividad esperada

Luego de tener claro todos los aspectos relevantes de la empresa, se contempla la productividad esperada con estos cambios, además del nuevo diseño de la planta de producción, adaptándola a los cambios y aprovechando la expansión que el socio mayoritario y fundador requiere.

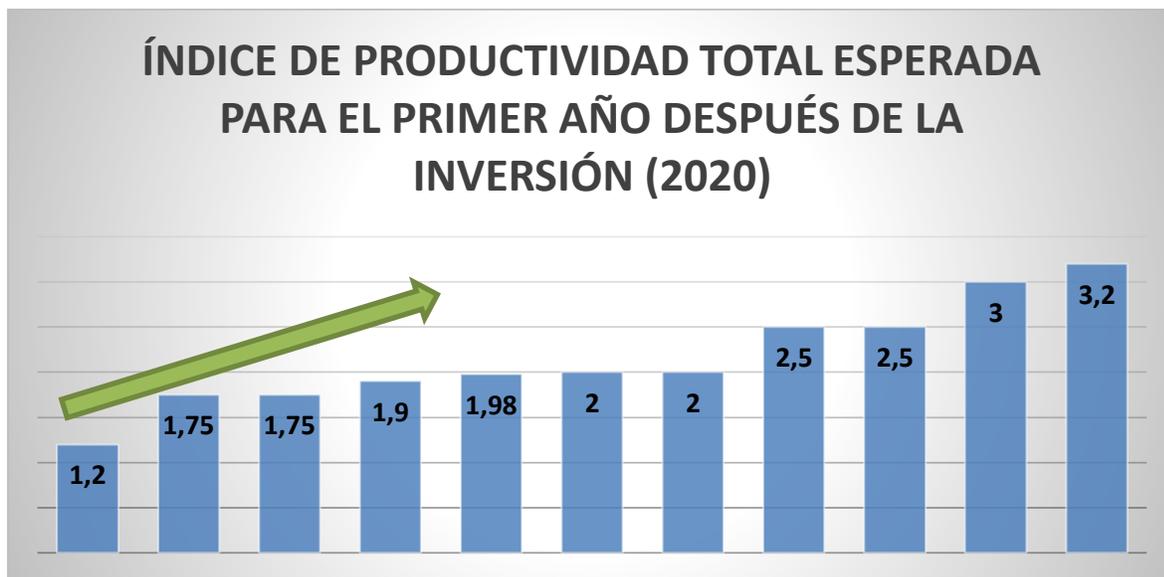


Ilustración 36. Índice de productividad total esperada para el primer año después de la inversión

En el primer mes no se espera un aumento considerable de la productividad, ya que se debe tener en cuenta el tiempo de acoplamiento de los empleados con las tecnologías que se implementarán, las capacitaciones constantes con la nueva maquinaria, y el cambio en los procesos.

A partir del segundo mes se supone que los empleados ya tienen más acoplamiento con la nueva distribución, maquinaria y procesos. Y a finales del año se esperaría un aumento considerable de la productividad, lo que se traduciría a mayor utilidad y rentabilidad de la empresa.

En cuanto a la inversión, se espera que se recupere antes del segundo año después de los cambios, gracias a los buenos índices de productividad que se esperan.

Todo esto basado en empresas donde se optó por utilizar este tipo de tecnologías, y donde gracias a esto se aumentaron las utilidades, la calidad y claro está la productividad, dos ejemplos pueden ser:

- **CERÁMICA ITALIA S.A. Y SU VISIÓN ARTIFICIAL** (Pérez, 2019)

Con el fin de lograr un crecimiento de 10% al cierre de 2019, Cerámica Italia invirtió cerca de \$13.000 millones en innovación, desarrollo y remodelación de su planta física. Así lo confirmó a LR el presidente de la compañía, David Ararat, quien resaltó que en total 30% de su planta de producción estará 100% renovada en su equipamiento.

¿A qué se debió ese comportamiento?: Porque actualmente estamos cambiando tecnologías, estamos en el montaje de una nueva maquinaria que reemplazará casi el 30% de la producción que tenemos y esto será la inversión más importante que se tiene prevista este año.

¿Qué ventajas tendrá esta nueva maquinaria?: Con esta inversión tecnológica se obtiene una mejor calidad en procesos, un menor impacto al medio ambiente, mayor facilidad en la operación en capital o fuerza de trabajo y un aumento de la productividad.

¿Cuánto se aspira crecer este año con esta renovación?: La idea es que tengamos un crecimiento de 10% al cierre de 2019.

¿Cuál fue la inversión que se hizo para esto?: En total, el monto de la inversión suma alrededor de \$13.000 millones.



Ilustración 37. Grupo cerámica italia S.A.

Con esta tecnología Cerámica Italia S.A. mejoró sus procesos, cumpliendo los objetivos de aumento de productividad, competitividad, calidad y cuidado con el medio ambiente, posicionándose aún más en el mercado nacional en internacional.

- **SEMAPI Y SU MANTENIMIENTO PREDICTIVO** (Martínez, 2016)

SEMAPI, una empresa que desarrolla tecnologías, equipos de medición y software para el diagnóstico de máquinas industriales. Su permanente evolución ha permitido llegar a un primer nivel tecnológico mundial. En América es líder en ventas de estos equipos de medición y análisis de vibraciones, con una gran presencia en todo Latinoamérica con una extensa red de distribuidores.

SEMAPI ha innovado durante 30 años sobre esta técnica, cuando en el país unas pocas empresas recién empezaban a adoptar los controles rutinarios junto con nuestros ingenieros. Nuestra experiencia y evolución técnica en Mantenimiento Predictivo nos permite ser una de las pocas empresas certificadas ISO 9001-2000 y además renovar cada año esa certificación evolucionando sobre los procedimientos para mejorar nuestra efectividad.

Ingeniería de mantenimiento predictivo

Todos los sectores, capacitados, deben trabajar en conjunto y con los mismos objetivos, para lograr el siguiente resultado:

- a) Evitar la emergencia.
- b) Aumentar la vida útil de los rodamientos, optimizando la calidad del montaje y la lubricación. Para lograr eficiencia en la tarea global de Mantenimiento Predictivo tenemos que capacitar y hacer ingeniería, con una gran interacción entre los actores. Si no

logramos eficiencia en los tres sectores, por más que se consiga en uno o dos, no habrá un resultado satisfactorio global.



Ilustración 38. Semapi LTDA

4.3.6. Planta de producción futura



Ilustración 39. Planta de producción futura

CONCLUSIÓN

Gracias a la implementación de herramientas para el control de la calidad utilizadas como lo fue el diagrama de Pareto se pudieron determinar los problemas de la empresa y cuales se deberían atacar de manera inmediata para lograr una mejora interna, también se utilizó la herramienta denominada diagrama de causa y efecto, esta nos facilitó el análisis de los problemas más relevantes de la empresa y la manera en que se deberían atacar para contribuir con el desarrollo productivo de la empresa.

La utilización de las nuevas tecnologías es un requisito indispensable para lograr ser altamente competitivo y poder competir en un mercado cada vez más rígido, dentro del estudio y análisis se proponen hacer uso de estas tecnologías para aumentar la productividad de la empresa. La visión artificial permitirá la medición y control del estado de la pasta, aumentando la calidad, eficiencia y haciendo el proceso más seguro, aparte de establecer condiciones de fabricación, también se hará uso de un plan de mantenimiento predictivo para mantener en óptimas condiciones las máquinas con el fin de reducir al mínimo el paro del proceso y garantizar el producto en las mejores condiciones y tiempo.



Este análisis estimó un crecimiento de la productividad de la empresa Italian pasta LTDA, luego de la implementación de las tecnologías y herramientas para el control de calidad se prevé un aumento la diferenciación de sus productos con altos estándares de calidad y gusto, conservación de las características propias de la empresa, sus clientes y evitando el desperdicio en la producción, que generan costo operacionales y gasto adicional en la producción.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alba, M. (2014). *Limitantes de la productividad*. Obtenido de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/lean-manufacturing/limitantes-de-la-productividad-muri-mura-muda/>
- Alvarado, C. (2016). *Gráfico de control* . Obtenido de <https://ingenioempresa.com/grafico-de-control/>
- Angel, S. (2012). *7 técnicas de mejoramiento de la productividad basadas en las tareas y procesos*. Obtenido de <http://mdc.org.co/tecnicas-mejoramiento-productividad-basadas-tareas-procesos/>
- Cáceres Cardenas, J. P. (2011). *Sistema de visión artificial para inspección del nivel de llenado de bebidas embotelladas*. Ambato - Ecuador.
- Carro Paz, R., & Gonzalez Gómez, D. (2015). *Productividad y competitividad*.
- De Anda Medina, V. H. (2012). *Diseño y fabricación de planillas de inspección*.
- Falcó Rojas. (2015). *Herramientas de la calidad*. Obtenido de <https://web.cortland.edu/matresearch/HerraCalidad.pdf>
- Galindo Ramirez, N. (2016). *Inteligencia artificial aplicada a las organizaciones*.
- IES-SEP, CENTRE INTEGRAL, MIGUEL ALTUNA INSTITUTUA, OMRON, INGenING, INTEPLAST, . . . Generalitat de Catalunya. (2015). *Vision Artificial* . Obtenido de http://visionartificial.fpcat.cat/wp-content/uploads/UD_1_didac_Conceptos_previos.pdf
- industriales, E. t. (2015). *El diagrama Causa - efecto*.
- Lauradó, L. (2016). *La inteligencia artificial* . Obtenido de <https://www.iagua.es/blogs/lluis-llaurado/inteligencia-artificial-llega-fabricas>
- LucidChart. (2012). *Diagrama de flujo*. Obtenido de https://www.lucidchart.com/pages/es/que-es-un-diagrama-de-flujo#section_5
- Martínez, C. (9 de Agosto de 2016). *Semapi*. Obtenido de Semapi: http://www.semapi.com/es/quienes_somos.php

Matich, D. (2013). *Redes neuronales: conceptos básicos y aplicaciones*.

Maya Lopera, E. (2018). *Los árboles de decisión como herramienta para el análisis de riesgos de los proyectos*.

Merterns, L. (2009). *La medición de la productividad*.

México, U. N. (s.f.). *Histograma*. Obtenido de <http://asesorias.cuautitlan2.unam.mx/Laboratoriovirtualdeestadistica/DOCUMENTOS/TEMA%201/7.%20HISTOGRAMAS.pdf>

Moujahid, A., Inza, I., & Larrañaga, P. (2012). *Algoritmos Genéticos*.

Paton, A. (2014). *Aplicaciones de la inteligencia artificial en problemas de producción*. Obtenido de http://files.uladech.edu.pe/docente/02659781/IA/S01/04_APLICACIONES_EN_LA_PRODUCCION.pdf

Pérez, M. Á. (16 de Mayo de 2019). *Revista La República*. Obtenido de Con inversión de \$13.000 millones, Cerámica Italia quiere crecer 10% en 2019: <https://www.larepublica.co/empresas/con-inversion-de-13000-millones-ceramica-italia-quiere-crecer-10-en-2019-2862588>

Xcoins. (2014). *Diagrama de dispersión*. Obtenido de https://datavizcatalogue.com/ES/metodos/diagrama_de_dispersion.html