UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Optimización en el sistema de control de producción en una fábrica de hielo industrial en bloques utilizando las herramientas ciclo Deming y Smed

TESIS

Para optar el título profesional de Ingeniería Industrial

AUTOR

Relayze Elescano, Alberto Julio ([0000-0001-9003-7904](#))

ASESOR

Chichizola Porras, Víctor Augusto ([0000-0003-3683-1765](#))

Lima, 22 de abril de 2019

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de tesis principalmente a Dios, por haber proveído de su inmenso amor, salud, sabiduría, dinero, entre otros; para poder llevar a cabo este proyecto académico en mi vida y tener resiliencia en cada obstáculo que se me presentaron en ese tiempo.

A mis padres Alberto Relayze y Dalila Aurora por su apoyo incondicional, sus consejos, valores y motivaciones en forma permanente para poder llegar a ser un profesional.

A mi esposa Andrea Espinoza y a mis hijos Lía, Jassiel, Luzmia y Fabio por su amor, comprensión y brindarme el tiempo necesario para lograr las metas y objetivos propuestos.

A mis hermanos Rosemary y Alfonso por sus palabras y estar siempre conmigo en los buenos y malos momentos que atravese en esta etapa académica.

A mis amigos Augusto, Roberto, Enrique, Yulian por ser parte de mi vida y estar siempre conmigo en aquellos momentos que los necesite.

A mis compañeros y amigos de la UPC Roberto Pineda, Omar, Juan Carlos, Kenneth, Martha, Alexandra, entre otros. Por aportar a que pueda lograr esta meta académica.

A mi hermano en cristo Guillermo Arredondo y a mis hnos. de comunidad por rezar siempre por mi y estar en mis momentos difíciles y alegrías compartidas.

Alberto Relayze Elescano

AGRADECIMIENTOS

Primeramente agradezco a Dios por proveerme de sabiduría y sapiencia para poder lograr esta profesión como parte de mi historia.

También expresar mi gratitud a mis padres por apoyarme en completar mis sueños y creer en mí en cada cosa que me trajo en la vida.

Agradezco a la empresa INREVIG su personal y en especial a Nahum Guevara por apostar en mi proyecto académico y otorgarme las facilidades para desarrollar este plan de estudios.

Agradecer a mi tío Javier Elescano por apoyarme en los últimos momentos de la universidad con su apoyo en los momentos difíciles.

Agradecer a la UPC por darme la oportunidad de ser parte de esta comunidad universitaria y formarme como ingeniero industrial. Asimismo, a mis profesores que hicieron parte de este proceso integral de formación, que deja como resultado este trabajo de investigación para conocimiento y desarrollo de las generaciones que están por llegar.

Finalmente agradecer a quien lee este apartado y más de mi tesis, por permitir a través de mis experiencias, investigaciones y conocimiento, incurrir dentro de su repertorio de información mental.

Alberto Relayze Elescano

RESUMEN

La presente investigación, se llevará a cabo en la fábrica de hielo “Ingeniería en refrigeración industrial Virgen de Guadalupe S.A.C.”, cuya actividad es la producción y comercialización de hielo principalmente utilizados en la industria pesquera, los cuales tienen una presentación de 50 kilos cada uno. El problema en la empresa está la falta de control en el procesamiento, seguimiento y análisis de la información de los registros e inspecciones en el proceso de fabricación de hielo industrial en bloques.

Para evaluar el sistema de producción y diseñar las mejoras necesarias hacia la mejora de la productividad en la fábrica de hielo ingeniería en refrigeración industrial Virgen de Guadalupe S.A.C se realizará un diagnóstico de la línea de producción para mejorar los tiempos del proceso de producción de bloques de hielo. Posteriormente, se hará un diseño de las modificaciones necesarias para incrementar la capacidad de producción, y finalmente, se realizará un análisis costo-beneficio de dicho diseño que permita analizar a la empresa la conveniencia en estudio, mediante la reducción de sus costos de producción usando de forma eficiente sus procesos productivos, brindando productos de calidad, y siendo competitiva en el mercado

Palabras clave: Hielo; mejora de procesos; Smed; optimización; refrigeración; comprensión a vapor; ciclo Deming.

OPTIMIZATION IN THE PRODUCTION CONTROL SYSTEM IN AN INDUSTRIAL ICE FACTORY IN BLOCKS USING TOOLS CYCLE DEMING & SMED

ABSTRACT

This research will be carried out in the industrial refrigeration engineering factory Virgen de Guadalupe SAC, whose activity is the production and commercialization of ice mainly used in the fishing industry, which have a presentation of 50 kilos each. The problem in the company is the lack of control in the processing, tracking and analysis of the information of the registries and inspections in the industrial block ice manufacturing process.

In order to evaluate the production system and design the necessary improvements towards the improvement of productivity in the factory of industrial refrigeration engineering Virgen de Guadalupe SAC a diagnosis of the production line will be realized to improve the times of the production process of blocks of ice. Subsequently, a design of the necessary modifications will be made to increase the production capacity, and finally, a cost-benefit analysis of said design will be made that allows to analyze to the company the suitability in study, by means of the reduction of its costs of production using Efficiently its production processes, providing quality products, and being competitive in the market.

Keywords: Ice; process improvement; smed; optimization; refrigeration;
steam understanding; Deming cycle.

INDICE

CAPITULO I: MARCO TEÓRICO	3
1 CONCEPTOS GENERALES	3
1.1 Procesos	3
1.1.1 Definición	3
1.2 Tipos de procesos	4
1.2.1 Proceso por lotes	4
1.2.2 Proceso en línea	5
1.2.3 Proceso de flujo continuo	6
1.3 Fundamentos teóricos.....	7
1.3.1 Mejora de procesos	7
1.3.2 Enfoques para el mejoramiento de procesos	8
1.3.3 Mejora continua con enfoque incremental o kaizen	11
1.3.4 Reingeniería de Procesos de Negocios	15
1.3.5 Mejora continua de procesos con enfoque de rediseño de procesos	18
1.4 Herramientas de ingeniería industrial y calidad	20
1.4.1 Diagrama de Pareto	20
1.4.2 Diagrama Causa-Efecto.....	22
1.4.3 Diagrama de Operaciones	24
1.4.4 Diagrama de actividades.....	25
1.4.5 Diagrama de flujo	26
1.5 Herramientas para el control estadístico de procesos	27
1.5.1 Histograma	27
1.5.2 Cartas de control	29
1.5.2.1 Tipos de cartas de control	30
1.5.3 Diagrama de dispersión	31
1.6 PRODUCCIÓN DEL HIELO	33
1.7 Hielo	33
1.8 Tipos de producción de hielo	35
1.8.1 Hielo en bloques	35
1.8.2 Hielo en tubos	36
1.8.3 Hielo en escamas	38

1.8.4	Hielo en placas.....	39
1.9	COMPONENTES SECUNDARIOS PARA LA FABRICACIÓN DEL HIELO.....	40
1.9.1	Salmuera.....	40
1.9.2	Ciclo de refrigeración por compresión de vapor.....	40
1.10	METODOLOGÍAS POR EXPONERSE	44
1.11	Método de proceso de análisis jerárquico (AHP).....	44
1.12	Lean Manufacturing	46
1.12.1	Definición	46
1.12.2	Principios del lean manufacturing	46
1.12.3	Desperdicios del lean manufacturing	50
1.13	Herramientas Lean	52
1.13.1	Trabajo Estándar.....	52
1.13.1.1	Técnicas de trabajo estándar	54
1.13.2	TPM	58
1.13.3	SMED	61
1.13.3.1	Definición del SMED	61
1.13.4	Ciclo Deming (PHVA).....	66
1.13.5	LAS 5'S	68
1.14	Caso de éxito 1	70
1.15	Caso de éxito 2	77
1.15.1	Evaluación de un recuperador de calor en una industria frigorífica	77
2	CAPITULO II: ANALISIS del sector industrial.....	81
2.1	Entorno.....	81
2.2	Análisis FODA del sector pesquero	81
2.2.1	Análisis interno	81
2.2.2	Análisis externo	82
2.3	Crecimiento	83
2.4	Descripción de la empresa	88
2.5	Mapa de proceso.....	92
2.6	Nivel de ventas	93
2.7	Descripción del proceso	94
2.8	Problema y cuantificación	105
2.9	Identificación causa-raíz	112
3	CAPITULO III: IMPLEMENTACION DE METODOLOGIA	128

3.1	Propuesta de solución 1: mejorar el sistema de refrigeración	132
3.1.1	Ciclo Deming (PHVA).....	132
3.2	Propuesta 2: Adquisición e instalación de un sensor de nivel	138
3.3	Propuesta de solución 3: mejorar tiempos en el acarreo de producto terminado	141
3.4	Análisis productivo	147
4	CAPÍTULO V: VALIDACIÓN DE LA SOLUCIÓN DE INGENIERÍA.....	152
5	CAPITULO IV: ENVALUACIÓN ECONÓMICA – FINANCIERIA DEL PROYECTO	160
5.1	Análisis económico	160
6	CAPÍTULO VI: DESARROLLO DE CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	167
6.1	Conclusiones.....	167
6.2	Recomendaciones	168
7	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	168
8	ANEXOS	177

INDICE DE TABLAS

Tabla1 Propiedades del hielo.....	33
Tabla2 Hoja de trabajo estandarizado	55
Tabla3 Tabla de combinación de trabajo con un robot	57
Tabla4 Mejoras obtenidas en el tiempo de configuración	75
Tabla5 Las mejoras obtenidas en la distancia recorrida	75
Tabla6 Mejoras obtenidas en el trabajo en proceso (WIP).....	75
Tabla7 Mejoras obtenidas por la implementación del SMED.....	76
Tabla8 Muestra de los parámetros comparativos evaluados en el sistema	79
Tabla9 Desembarque de Recursos Marítimos para consumo humano.....	84
Tabla10 Desembarque de Recursos Marítimos para consumo humano directo según puertos Lima.....	86
Tabla11 Pedidos Vs Ventas Vs Producción 2016	93
Tabla12 Características del hielo en bloque	94
Tabla13 Cuadro de resumen DAP actual	103
Tabla14 Cuadro de resumen DAP actual	104
Tabla15 Perdidas producto terminado (TNS).....	109
Tabla16 Pérdidas por desbordamiento de agua	110
Tabla17 Tiempo de pérdida en el acarreo de producto terminado	111
Tabla18 pérdidas de agua en litros	124
Tabla19 Matriz de priorización	127
Tabla20 Comparativo de metodologías	129
Tabla21 Tabla de criterios para ponderación	130
Tabla22 Tabla de análisis de comparación de pares metodológicas	131
Tabla23 Resultado final de análisis cualitativos AHP de metodologías	131

Tabla24	Tabla de datos de producción	133
Tabla25	parámetros del compresor sin la mejora	133
Tabla26	Resultados del compresor	135
Tabla27	Datos de línea de producción	142
Tabla28	Resumen de actividades del DAP propuesto	145
Tabla29	Datos propuesto de la producción	147
Tabla30	Indicadores comparativos	151
Tabla31	Costos de inversión de la propuesta de mejora	160
Tabla32	Costos de inversión de la propuesta de mejora 2	161
Tabla33	Costos de inversión de la propuesta de mejora 2	162

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Características del proceso	4
Figura 2: Procesamiento por lote.....	5
Figura 3 Procesamiento por línea	6
Figura 4. Procesamiento por flujo continuo	7
Figura 5 Enfoque para el mejoramiento de proceso	11
Figura 6 Diagrama de Pareto	22
Figura 7. Diagrama de Causa-efecto	23
Figura 8 Diagrama de Operaciones de Proceso.....	24
Figura 9 Diagrama de Operaciones de Proceso.....	26
Figura 10 Diagrama de Flujo.....	27
Figura 11 Histograma	28
Figura 12 Gráfica de una Carta de Control.....	29
Figura 13 Gráfica de Control X-S	31
Figura 14 Diagrama de dispersión.....	32
Figura 15 Patrones de diagramas de dispersión.....	32
Figura 16 Hielo funde a 0° C.....	34
Figura 17 Cantidad de calor para que se funda el Hielo.....	35
Figura 18 fabricación del hielo en bloques.....	36
Figura 19 Fabricación de hielo en tubos.....	38
Figura 20 Fabricación de hielo en escamas	39
Figura 21 Fabricación de hielo en placas	40
Figura 22 Ciclo de refrigeración por compresión de vapor	41
Figura 23 Escala de comparación Saaty	46

Figura 24 Desperdicios del Lean	52
Figura 25 Relación entre trabajo estándar y otras normas.....	53
Figura 26 : 8 técnicas de TPM.....	58
Figura 27 Muestra de dos bases para el proceso de instalación	72
Figura 28 Placa metálica.....	73
Figura 29 Nuevo bastidor y rodillos en los gabinetes	74
Figura 30 Placas y etiquetas de color y delimitación de espacio de trabajo.....	74
Figura 31 Ubicación del recuperador de calor en el sistema de refrigeración	77
Figura 32 Esquema del equipo recuperador de calor instalado y sección tubular de uno de los tubos del intercambiador.....	78
Figura 33 Comparativo del COP	80
Figura 34 Desembarque de Recursos Marítimos a Nivel Nacional.....	85
Figura 35 Desembarques marítimos en Ancón.....	87
Figura 36 Ubicación de la empresa	88
Figura 37 Ventas de hielo industrial en bloques (TNS) 2016	89
Figura 38 Organigrama.....	90
Figura 39 Mapa de procesos del hielo en bloques.....	92
Figura 40 Canastillas para Moldes	95
Figura 41 Diagrama de flujo de la producción de hielo en bloques	98
Figura 42 llenado de cubetas	100
Figura 43 DOP de la producción de hielo	101
Figura 44 DAP producción en bloques.....	102
Figura 45 Actividades del Proceso	104
Figura 46 Producción de Hielo en bloques.....	106
Figura 47 Pedidos de hielo en bloques x TNS. 2016.....	107

Figura 48 pedidos vs ventas vs producción de hielo en bloque 2016.....	108
Figura 49 Comportamiento de presión de succión a vapor saturado.....	113
Figura 50 Comportamiento de presión de descarga a vapor sobrecalentado	114
Figura 51 Ciclo de refrigeración por compresión a vapor	115
Figura 52 Diagrama causa – efecto falta de seguimiento al sistema de refrigeración.....	119
Figura 54 Diagrama Ishikawa de exceso de tiempo de acarreo	122
Figura 55 Dispersión de la temperatura poza vs tiempo	123
Figura 56 diagrama Ishikawa de exceso de H ₂ O por rebose el llenado de cubetas	126
Figura 57 esquema de flujo del agua	140
Figura 58 DAP Propuesto.....	144
Figura 59 Flujo de propuesta de sensor en la producción	146
Figura 60 Comparativo de producción 2016 Vs propuesta	149
Figura 61 variación del COP en el sistema de refrigeración a partir de la incorporación del recuperador de calor	150
Figura 62 Diagrama de flujo actual de la fabricación del Hielo industrial en bloque.....	153
Figura 63 Resultados de la simulación del escenario actual	155
Figura 64 Diagrama de flujo propuesto de la fabricación del Hielo industrial en bloque	157
Figura 65 Resultados de la simulación del escenario propuesto	159
Figura 66 Flujo de caja de INREVIG / OPTIMISTA	163
Figura 67 Flujo de caja de INREVIG / REAL	164
Figura 68 Flujo de caja de INREVIG / PESIMISTA	165

INTRODUCCIÓN

El sector productivo en la industria Pesquera en los últimos años ha evolucionado aceleradamente. En el año 2010 el desembarco marítimo de consumo directo en Lima fue de 72,975 toneladas métricas (TM), ya para el 2016 fue de 1, 252,761 TM por lo que la demanda de conservación de estas especies va en aumento.

Actualmente el Mercado de hielo está en crecimiento debido a la alta demanda que genera por la importancia para la preservación de los alimentos y para el preparado en licores, jugos etc.

El Mercado que apunta “Ingeniería en refrigeración industrial Virgen de Guadalupe” (INREVIG) S.A.C es la industria de pesca artesanal. El empleo del hielo es requerido a bordo de las embarcaciones, específicamente en las bóvedas insuladas para la preservación del pescado u otras especies; y así evitando la descomposición de lo recolectado, debido a los microorganismos que aparecen luego de la muerte del pescado.

En el caso de la fábrica de hielo “INREVIG S.A.C.” ubicada en Ancón, utiliza un sistema de fabricación de hielo de forma tradicional con baño de salmuera. Este último actúa como un refrigerante secundario, ya que de sus características y propiedades depende en gran parte la eficiencia de la planta en lo que se refiere a tiempo de congelación del agua y conservación de equipo y material en contacto con la salmuera. Este refrigerante, es aquel que rodea a los moldes para la congelación del agua y obtención del hielo. En cuanto, al proceso de refrigeración, se utiliza como refrigerante al amoníaco en un sistema por compresión de vapor, para lo cual cuenta con una serie de maquinarias.

Durante el proceso de producción de hielo, se observa que el tiempo de ciclo necesario para el proceso de congelamiento es un problema a diario, ya que siempre se deja 5 toneladas de hielo en la poza, porque lo que el ciclo de refrigeración que genera el frío no es suficiente,

además de que tiene tiempos excesos en el llenado de cubetas con agua y en el acarreo de material.

Por tanto, en la presente investigación, se pretende proponer las mejoras necesarias para incrementar el rendimiento de la fábrica de hielo “INREVIG S.A.C.”, se realizará un diagnóstico del proceso de producción para en base a ello disminuir el tiempo de ciclo de la etapa de congelamiento del proceso de producción de bloques de hielo, luego se diseñarán las modificaciones necesarias para incrementar la capacidad de producción de la empresa y finalmente un análisis costo-beneficio de dicha propuesta de mejora, para determinar si la empresa en estudio se beneficia o no con la nueva propuesta.

CAPITULO I: MARCO TEÓRICO

1 CONCEPTOS GENERALES

1.1 Procesos

1.1.1 Definición

Un proceso está definido como un conjunto de tareas repetitivas, realizadas en un orden específico. Estos procesos deben ser definidos como tareas repetibles en serie, de lo contrario, se tendría múltiples procesos efectuándose descontrolados en efecto, inclusive en un número infinito, o tendríamos que concluir que se trata de la falta de un proceso bien definido¹

“Tal como un proceso de servicio puede reposicionarse en la matriz de contacto con el cliente, un proceso de manufactura puede moverse en la matriz de productos y procesos. Es posible realizar cambios ya sea en dirección horizontal en la figura 1 para modificar el grado de personalización y volumen, o bien, en dirección vertical para modificar la complejidad o divergencia del proceso.” (L. Krajewski; L. Ritzman y M. Malhotra 2008: 132)

¹ Cfr: T. Pyzdek; Paul A. Keller 2010

Figura 1 Características del proceso

Fuente: L. Krajewski; L. Ritzman y M. Malhotra 2008

Como podemos apreciar en la figura #1 los procesos pueden estar relacionados al cliente o sus requerimientos, logrando que sea modificado de acuerdo con su dificultad o variedad por ello, es que se puede afirmar que los procesos pueden ser reposicionados.²

1.2 Tipos de procesos

1.2.1 Proceso por lotes

Este proceso se caracteriza por el volumen, la variedad y la cantidad que se produce. Aquí los volúmenes son altos, debido a que sus partes o los mismos son producidos repetidamente. Algunas veces sus componentes son procesados con anterioridad. Sin embargo, la variedad de los productos es menor, además porque se produce en cantidades establecidas (lotes). Una vez procesado un producto, se cambia la producción al siguiente lote de componente. Su

² Cfr: T. Pyzdek; Paul A. Keller 2010

flujo es flexible y no tiene una secuencia estándar de pasos, pero si hay rutas que predominan en el proceso y algunos procesos tienen flujos en línea.³

Figura 2: Procesamiento por lote

Fuente: L. Krajewski; L. Ritzman y M. Malhotra 2008

elaboración Propia

1.2.2 Proceso en línea

El proceso en línea se desarrolla como un proceso continuo después del proceso por lotes y el proceso de flujo continuo; siendo sus volúmenes altos y los productos estandarizados, permitiendo organizar sus recursos. Tienen poca divergencia y sus inventarios son pocos en cada procesamiento. Realiza los mismos procesos y su variabilidad es escasa, sin embargo, requiere de equipos y materiales especializados. La producción es estándar en base a necesidades generales y son almacenados para cuando el cliente realice sus pedidos. La variedad de productos es alta.⁴

³ Cfr. L. Krajewski; L. Ritzman y M. Malhotra 2008: 130

⁴ Cfr. L. Krajewski; L. Ritzman y M. Malhotra 2008: 130

Figura 3 Procesamiento por línea

Fuente: L. Krajewski; L. Ritzman y M. Malhotra

elaboración Propia

1.2.3 Proceso de flujo continuo

Se refiere a una producción de alto volumen y flujos rígidos, siendo en muchos casos considerados como producción estandarizada. El capital que se invierte es alto, ya que deben funcionar las 24 horas del día sin para para aprovechar y maximizar su utilización; evitando de esta forma las paradas y puestas en marcha que representan enormes costos en estos procesos. Debido que el uso de los materiales fluye en el proceso sin detenerse hasta finalizar la producción de todo el lote. Se diferencian porque los materiales fluyen a través del proceso sin detenerse y hasta que el lote haya terminado. Respecto al material que se emplea es uno primario (líquido, gas o polvo) que no se detiene en todo el proceso. El capital empleado es grande y funciona las 24 horas del día para maximizar la utilidad y evitar paradas y puestas en marcha. Los materiales deben ser utilizados o fluir a través del proceso hasta terminar todo el lote; es decir que puede abarcar varios turnos o meses. Así mismo, los procesos pueden iniciar o terminar en cada turno o día, así no esté terminado el lote.⁵

⁵ Cfr. L. Krajewski; L. Ritzman y M. Malhotra 2008: 130-131

Figura 4. Procesamiento por flujo continuo

Fuente: L. Krajewski; L. Ritzman y M. Malhotra

Elaboración Propia

1.3 Fundamentos teóricos

1.3.1 Mejora de procesos

La mejora de los procesos, Implica entender la cadena de valor para optimizar la efectividad y la eficiencia, mejorando también los controles, reforzando los mecanismos internos para responder a las contingencias y las demandas de nuevos y futuros clientes. La mejora de procesos es un reto para toda empresa de estructura tradicional y para sistemas jerárquicos convencionales.

“Algunos autores (Davenport, 1990; Galloway, 2002; Harrington,1993) han definido el mejoramiento de procesos como el análisis sistemático del conjunto de actividades interrelacionadas en sus flujos, con el fin de cambiar para hacerlos más efectivos, eficientes y adaptables y así lograr aumentar la capacidad de cumplir los requisitos de los clientes, buscando, que, durante la transformación de las entradas, se analicen los procesos para optimizarlos con el propósito de obtener salidas que creen o agreguen valor a la organización” (Gómez, L. S., & Pimiento, N. (2012). Una revisión de los modelos de mejoramiento de procesos con enfoque en el rediseño. Estudios Gerenciales, 28(125), 13-22)

Se debe tener en cuenta que la mejora de proceso se enfoca a nivel de mercado y de forma interna, ya que se mapeara el proceso productivo buscando identificar los defectos que retrasan la producción y las pérdidas que estos generan a la empresa.

1.3.2 Enfoques para el mejoramiento de procesos

La mejora continua de procesos (MCP) presenta en la literatura diversas variantes, esquemas y modalidades de cambio de los procesos de una organización. Diversos autores han descrito diferentes aproximaciones y perspectivas que giran entorno a una idea central, entendida de manera simple, como el análisis sistemático de las actividades y los flujos de los procesos a fin de mejorarlos. A pesar de esta gran variedad, algunos autores han hecho el esfuerzo por agrupar todas estas aproximaciones en grupos que poseen características propias, que les permiten ser analizadas de manera independiente. Este tipo de agrupaciones nos permiten visualizar además la identificación de cada una de ellas, las técnicas, metodologías y herramientas asociadas con ellas. Asimismo, nos permite observar su nivel de aplicación o de grado evolutivo de mejora entre una y otra.

Asimismo, el mejoramiento de procesos tiene como finalidad actuar de manera dinámica ante otros enfoques, para esto es fundamental que en su etapa inicial se realice la identificación de puntos críticos y problemas que conlleve a tener un panorama más amplio de la situación con una necesidad de obtener soluciones para mejoras en la empresa. Luego, de obtener el diagnóstico se procede a la siguiente etapa, que consiste en hallar los posibles planes de acción para luego implementar las propuestas de mejora y realizar su seguimiento, medición y evaluación.

También Imai (1986) expone otra forma de hacer dinámica para la mejora de procesos.

“Todo proceso de mejora debe enfatizar el reconocimiento del problema y proporcionar pistas para su identificación. Una vez identificados los problemas, se debe llevar a cabo una estrategia para su resolución, buscando el mejoramiento de los procesos para alcanzar nuevos niveles de desarrollo y, por ende, de estandarización con cada problema que se resuelve en la organización” (Gómez, L. S., & Pimiento, 2012 p. 17)

Para efectos del mejoramiento de procesos se ha tomado la dinámica de trabajo de Childe, Maull y Bennet (1994), la cual visualiza tres enfoques para llevarla a cabo: el incremental, el rediseño y el de reingeniería. En estos 3 niveles que proponen los autores se observan lo siguiente

- El grado de cambio o tipo de mejora que se busca lograr en el rendimiento de los procesos y de la organización: incremental o radical, ya sea en las actividades de los procesos, en los procesos mismos o en la organización.
- Los recursos (financieros, humanos y materiales) y la infraestructura tecnología requerida (incluyendo el uso de la tecnología de información TI), valorada en función de su magnitud alto, medio o bajo.
- El riesgo potencial por asumir la introducción de la aproximación de mejora ya sea alto, medio o bajo. Este factor también incluye aspectos tales como: la resistencia al cambio, el involucramiento y compromiso tanto por los directivos como por los empleados, así como la influencia del entorno cultural de la organización.
- El alcance de la mejora, centrada de manera interna en las actividades del proceso (procesos de tipo funcional), o de procesos completos (procesos de tipo horizontal), mejoras en uno o varios procesos, o bien en toda la red de procesos de toda la organización, también incluir la mejora de los procesos de fuera de la organización (distribución y proveedores). Así como, los procesos del tipo de comportamiento de las personas y el mismo proceso de cambio.

- La expectativa de los resultados o potenciales beneficios, es decir, pequeños cambios como pueden ser la solución de problemas específicos de calidad (del producto o servicio), la resolución de quejas e insatisfacción de los clientes, la reducción de costes o de tiempos de ciclo de los procesos; hasta cambios más radicales y bruscos como mejoras en la estructura organizacional, en la red de procesos, en la tecnología de la empresa, en ineficiencias e ineficacias del diseño, producción, distribución y ventas, e incluso se puede pensar en nuevas orientaciones estratégicas, etc.

- El tiempo y el coste de la mejora, factores que van en función de la magnitud de su impacto, alto, medio o bajo para el coste, y corto, medio y largo para el tiempo.⁶

⁶ Cfr. Newitt, 1996

Figura 5 Enfoque para el mejoramiento de proceso

Fuente: Gómez, L. S., & Pimiento

1.3.3 Mejora continua con enfoque incremental o kaizen

La palabra Kaizen es una derivación de dos ideogramas japoneses: KAI que significa cambio y ZEN que significa El bien, para mejora. Para Imai acuñador del término el Kaizen se puede entender como: Mejoramiento; por otra parte, significa mejoramiento continuo en la vida personal, familiar, social y de trabajo. Cuando se aplica al lugar de trabajo como un mejoramiento continuo progresivo que involucra a todos gerentes y trabajadores por igual; Además, esta mejora constante e incremental puede abarcar los ámbitos personales, familiares, sociales y por supuesto del trabajo⁷. En otros términos, el Kaizen es definido como una filosofía que requiere que todas las personas, todos los días, en todos los lugares puedan y deban mejorar⁸. En este sentido, su práctica les permite a las personas trabajar y vivir bajo un contexto de respeto, ética, honor y armonía por el entorno que le rodea⁹.

⁷ Cfr. Imai 1989, p. 39

⁸ Cfr. Imai, 2006

⁹ Cfr. Styhre, 2001

Este enfoque se apoya en el Kaizen donde se requiere la participación de todo el personal, en todas las áreas y todos los días con el fin de lograr establecer estrategias para el mejoramiento de procesos productivos y el incremento de la productividad empresarial. Se basa en 2 pilares: el personal y la estandarización de procesos, el primero que busca la integración de personal de distintas áreas, por ejemplo, producción, ventas, mantenimiento, etc. El segundo para mejorar los procesos de manufactura, por ejemplo, la reducción de tiempos de ciclo, la estandarización de criterios de calidad y de los métodos de trabajo por operación, el análisis del layout y la eliminación del desperdicio. Sin embargo, esta filosofía es criticada, ya que tiene lineamientos limitados, lentos e incluso arriesgados porque se puede generar un riesgo de estancamiento en los procesos de la empresa ¹⁰

Por otro lado, la práctica de esta dimensión en el mundo empresarial occidental también ha generado dos metodologías de aplicación de la misma. La primera se conoce como Kaizen Blitz, entendida como un bombardeo de mejoras, la cual intenta atacar rápidamente un problema a través de pequeñas y acumulables mejoras en los procesos de trabajo ¹¹. Esto se asocia a una semana de intenso trabajo para la resolución de dichos problemas, lo que ha llevado a otros autores a denominarlo como: Gemba Kaizen workshop ¹². La segunda metodología, es la que se conoce como Kaizen Teian, referido a los mecanismos de propuestas o sugerencias de ideas de mejora por parte de los empleados con el fin de solventar problemas de los procesos ¹³. A pesar de esta variedad, la mejora continua de procesos (MCP) enfocada al Kaizen presenta ciertas características comunes que la delimitan a continuación, se describen:

¹⁰ Cfr. Gómez, L. S., & Pimiento, N.2012 : 17-18

¹¹ Cfr. Sheridan, 1997

¹² Cfr. Wittenberg, 1994

¹³ Cfr. Asociación de Relaciones Humanas del Japón, 1992

- Se orienta a pequeños cambios, graduales e incrementales que pueden implantarse inmediatamente en el sitio de trabajo (en el gemba)¹⁴.
- En todas las mejoras participan todos los empleados, los cuales tienen la responsabilidad directa de mejorar. En ocasiones se emplean pequeños grupos de trabajo (conocidos como equipos de mejora) los cuales trabajan bajo una perspectiva bottom-up, es decir, de abajo hacia arriba (de los empleados a la dirección) circulan las iniciativas de mejora¹⁵.
- Las mejoras se realizan sobre uno varios problemas de los procesos de trabajo¹⁶.
- Se centran en mejorar los métodos y estándares de trabajo a través de la búsqueda de gastos o despilfarros (mudas)
- El riesgo que se asume es bajo al igual que su coste.
- Se utilizan técnicas y herramientas estadísticas básicas y sencillas de aplicar por parte de los empleados.
- El resultado o impacto esperado de las mejoras es bajo, entre sólo el 5% y el 15% del rendimiento del proceso de manera anual¹⁷.
- Se sustenta en la voluntariedad, por lo que el nivel de recursos (financieros, materiales y de personas) es mínimo.

¹⁴ Cfr. Imai, 1998

¹⁵ Cfr. Zairi y Letza, 1994

¹⁶ Cfr. MacDonald, 1995

¹⁷ Cfr. Harrington, 1995, pp. 37-40

Todas estas características Ayudan a reducir problemas o desperdicios (Mudas) de los procesos. Conduciendo a la organización a una innovación incremental. Estas características están enfocadas a 2 técnicas elementales: La aplicación de ciclo de mejora Deming PDCA y la resolución de problemas a través de la historia de la calidad. El ciclo de mejora Planear, hacer, verificar y actuar (PDCA) representa la base conceptual del MCP y de los modelos del TQM, también permite aplicar mejoras en las rutinas, comportamientos de cambios dentro de la organización. La historia de la calidad aplica 7 pasos para la resolución de problemas que son

1. Identificación del problema: se identifica un problema o grupo de problemas a mejorar dentro de un área de trabajo.
2. Observación: Se clarifican las razones del problema a través de determinar cómo y por qué ocurre el problema. Durante este paso se reúne la información y datos del problema desde diferentes puntos de vista (tiempo, lugar, tipo, síntomas o efectos).
3. Análisis: Conocimiento de la magnitud del problema, causas principales, motivos que conllevaron a tener el problema.
4. Establecimiento de acciones correctivas: Búsqueda y planteamiento de soluciones de problemas. Se requiere un plan de acción de mejora, que determine quienes llevarán las diferentes acciones y responsabilidades.
5. Verificación: Después de terminado el plazo asignado para su evaluación, se procede a evaluar los resultados.
6. Estandarización: Todas las acciones de mejora que eliminaron aquellas acciones que generaban esos problemas, se convertirán en la nueva forma de trabajo (estándar), en el peor de los casos corregir aquellas desviaciones encontradas.
7. Conclusión: Establecer un resumen de los logrado y una reflexión de lo aprendido.

1.3.4 Reingeniería de Procesos de Negocios

La reingeniería de procesos de negocios (Business Process Reengineering -BPR) artículo introducido por Hammer en 1990 en la Harvard Business Review donde manifiesta mejoras radicales en el rendimiento de los procesos. Otros Autores afirman que el interés de la reingeniería surgió en década de los 80', debido a las fuertes presiones competitivas y las recesiones corporativas que existían. Estas organizaciones necesitaban una iniciativa de mejorar más radicalmente sus procesos y estos le permitirán competir y sobrevivir a los aspectos externos que se vivían.¹⁸ A pesar de que ya se contaba con técnicas clásicas como el portafolios de negocios y la reestructuración financiera. En 1993 Hammer amplía su explicación de esta técnica, ya que era un poco complicado en su discernimiento de aplicación con el libro Reengineering the corporation que es el rediseño radical de los procesos enfocada a los costos, calidad, servicio y rapidez.¹⁹

Otros autores definen el BPR como

“El pensamiento fundamental, el rediseño de los procesos operativos y de la estructura organizacional., enfocadas a las competencias claves de la organización que busca asegurar, mejorara de manera drástica el rendimiento organizacional” (Lowenthal 1994 pp.62)

“Reestructuración del Negocio, entendida como: La revisión fundamental y el rediseño radical de los procesos del negocio para alcanzar mejoras espectaculares utilizando una medición crítica y contemporánea del rendimiento organizacional, tales como el coste, la calidad, el servicio y la rapidez” (Talwar 1993, pp. 23)

En base a estas definiciones el BPR tiene como principio Pensamiento discontinuo, dicho de otra manera, otorga un nuevo significado a actividades pasadas, cotidianas y también a los

¹⁸ Cfr. Hammer: 1990

¹⁹ Cfr. Hammer & Champy : 1993 pp 32

paradigmas que creen que saben el funcionamiento de la organización. A continuación, se describen sus siguientes características:²⁰

- Centra íntegramente las mejoras en los procesos (todos los procesos de la organización), ya que los mismos son la vía a través de la que la meta de poner a los clientes primero se operacionaliza y logra consecuencias prácticas.²¹
- El esfuerzo es inter-departamental e inter-funcional (romper las barreras) y se caracterizan por mejoras de corte radical, con alto riesgo y altos costes y uso de recursos.²²
- Se orienta a resultados y a la creación de valor, lo que permitirá crear una distinción competitiva como organización.²³
- El esfuerzo de BPR se centra en la Tecnología de Información. Integra las fases de generación, tratamiento e interpretación de la información en un ciclo completo.²⁴
- El rediseño de los procesos debe ser total (borrar lo que se tiene y empezar de nuevo). Los procesos son nuevamente diseñados para operar en todas las situaciones desde las más simples a las más complejas.²⁵

Las definiciones de BPR mencionas no contemplan específicamente que metodologías, técnicas y herramientas se usan a través de ellas.

²⁰ Cfr. Hammer & Champy : 1993

²¹ Cfr. Hammer & Champy : 1993

²² Cfr. Hammer & Champy : 1993

²³ Cfr. Hammer & Champy : 1993

²⁴ Cfr. Hammer & Champy : 1993

²⁵ Cfr. Hammer & Champy : 1993

Para Zairi y Sinclair (1995 pp.23) manifiesta lo siguiente

- a) La visualización de los procesos es una técnica enfocada a encontrar una visión de los procesos que se requieren en la organización, es decir una fotografía del futuro.
- b) El Benchmarking, misma aplicabilidad que en el rediseño de procesos y MCP.
- c) Tecnología de la información (TI), Misma aplicabilidad que en la mejora y rediseño de procesos, pero a una escala y nivel de aplicación más amplia que abarca a toda la organización.
- d) Rediseño de procesos enfocado a satisfacción del cliente, se trata de rediseñar los procesos para mejoramiento de su eficiencia desde la perspectiva y requisitos del cliente.
- e) Gestión de cambio, se evalúan aspectos humanos, alta dirección y cultural. El modelo de Lewin se sustenta en tres grandes etapas: unfreezing (descongelación), moving or changing (cambio), y refreezing (recongelación). En la primera etapa se crea y se posibilita un clima de cambio, es decir, existe una insatisfacción en el entorno actual y comienza a existir un deseo potencial de cambio; la segunda (moving) envuelve el análisis, el diseño y la instalación del esfuerzo de cambio. Por último, la tercera etapa de Lewin (refreezing), institucionaliza el esfuerzo de cambio, reforzando el equilibrio de los elementos organizacionales al nuevo nivel en el que ahora se encuentra la organización después del cambio.²⁶

Por último, este enfoque otorga expectativas de cambios radicales a un alto cambio desde la raíz. Esto hace que se genere un riesgo en el costo y tiempo, debido a que pueden ser muy altos y de largo periodo en reponer el ritmo de productividad. No obstante, este pensamiento

²⁶ Cfr. Gómez, L. S., & Pimiento, N.2012 : 18

radical es cuestionado porque se enfoca a lo táctico y operacional, no tomando en cuenta los planes estratégicos, por lo que puede generar problemas de éxito.²⁷

1.3.5 Mejora continua de procesos con enfoque de rediseño de procesos

En la década de los 90`, las ideas tradicionales del TQM y la Mejora continua de procesos de corte incremental tuvo cambios técnicos, metodológicos o combinación de estos con evolución en los pensamientos de procesos, lo que originó un desarrollo de un nuevo concepto MCP con enfoque de Rediseño de Procesos, identificando la importancia estratégica y operativa que está tenía. La importancia que tiene se centra en mejorar o rediseñar los procesos del negocio con el objetivo de llegar a la satisfacción del cliente y la eficacia, eficiencia de la organización.²⁸

Otros autores la definen como el análisis y diseño de los flujos del trabajo y los procesos dentro y fuera de la organización. A continuación, se presentan las características de o pautas elementales:

- a) Las mejoras que se impulsan son de corte radical, pero con un riesgo intermedio, no alto. De la misma manera ocurre con los recursos requeridos (MacDonald,1995).
- b) La mayoría de las actividades de los procesos tienen que ser propiamente documentadas, graficadas y mapeadas a través de herramientas específicas (Zairi, 1997; Babicz, 2000).
- c) Crea un enfoca e impacto directo con el cliente a través del flujo horizontal⁴⁶ de los procesos y actividades claves de la organización (el proceso comienza y termina con el cliente), reduciendo y minimizando en este sentido las limitaciones de la gestión por funciones departamentales o vertical (Spector, 1999).

²⁷ Cfr. Gómez, L. S., & Pimiento, N.2012 : 18

²⁸ Cfr. Harrington: 1991

d) Fomenta una perspectiva más estratégica vinculada a la operación a través de la gestión y mejora de los procesos críticos, permitiendo así, que las decisiones operacionales sean más fáciles y consistentes. Desde el establecimiento de objetivos y metas estratégicas (marketing, distribución, comercial y producción) por parte de la dirección hasta el despliegue y difusión de estas, la gestión y el Rediseño se convierte en una guía eficaz para alinear la estrategia a la operación (Zairi, 1997)

e) Esta perspectiva es facilitada por la Tecnología de Información (TI). El TI se convierte en un poderoso conductor que se utiliza comúnmente en las iniciativas de Rediseño de Procesos, ya que facilita la integración de la información a través de la estructura organizacional. Para algunos autores, el TI vinculado a la gestión y el Rediseño de Procesos puede minimizar y eliminar los problemas de coordinación y mejorar el rendimiento de los procesos con un impacto inter-funcional, inter-divisional e incluso inter-organizacional (Venkatram, 1994).

f) El Rediseño de Procesos debe incluir el involucramiento total del personal. Su orientación siempre debe estar sustentada en los empleados que participan directamente en el proceso, ya sea de manera individual o a través de equipos (De Toro y McCabe, 1997).

g) El Rediseño de Procesos debe incluir el involucramiento total del personal (Yu-Yuang Hung, 2006). Su orientación siempre debe estar sustentada en los empleados que participan directamente en el proceso, ya sea de manera individual o a través de equipos (De Toro y McCabe, 1997).

Bajo este contexto de características se ha considerado 3 alternativas metodológicas que son en primer lugar, **Procesos de Benchmarking**, entendido como la comparación del proceso a mejorar con respecto a procesos similares en el mundo que realizan mejores prácticas o que tienen mejores rendimientos. Esta comparación permite establecer objetivos y metas específicas para llevar al proceso a los niveles que la organización busca. En segundo lugar, **Rediseño de procesos** (sigue las características previamente señaladas), y, por último, **Diseño de nuevos procesos**, también denominado innovación de procesos o análisis global de la organización. Este enfoque se sustenta en la creación de una visión de cómo deben funcionar los procesos de la organización de manera ideal, busca apoyo en la TI para rediseñarlos por completo (olvidando lo existente referente a procesos, prácticas e incluso

estructura organización), y lo implementa a través de un mecanismo de participación de los empleados denominado: Equipos de Mejora de Procesos.²⁹

Estas metodologías se usan con herramientas que son los diagramas de flujos y mapas de procesos. El primero sirve para comprender los procesos, las operaciones de trabajo y registrar los tiempos que consume cada operación. El segundo sirve para identificar de manera gráfica los eventos, secuencias e interrelaciones de las actividades de un proceso.

En conclusión, el rediseño de procesos está orientado a la satisfacción al cliente garantizando que los procesos cumplan las expectativas planteadas. Asimismo, que los procesos ayuden a agregar valor a la cadena de valor y productividad, reduciendo los tiempos de ciclo, optimización de recursos, estandarización de actividades, entre otros. Estos ayudaran a rediseñar procesos que no agreguen valor al sistema organizacional. Este sistema es utilizado debido a la flexibilidad de repuesta que tiene en cada evento productivo sencillo o complejo.

30

Por otro lado, acuerdo a lo analizados en las teorías planteadas, centraremos este proceso de investigación aplicada desde las dimensiones del PDCA y Rediseño de proceso, sin considerar la Reingeniería de procesos.

1.4 Herramientas de ingeniería industrial y calidad

1.4.1 Diagrama de Pareto

Fue creado por el economista Wilfredo Pareto con el propósito de determinar que los problemas de las actividades o elementos se agrupan en un 20% que estos a su vez representa

²⁹ Cfr. Harrington : 1995

³⁰ Cfr. Gómez, L. S., & Pimiento, N.2012 : 18-19

el 80%.³¹ Con el tiempo esta relación se aplicó a varias situaciones con el objetivo de priorizar sus actividades.

“Son un método empleado para organizar errores, problemas o defectos, con el propósito de ayudar a enfocar los esfuerzos para encontrar la solución de problemas. Tienen como base el trabajo de Wilfredo Pareto, un economista del siglo XIX. Joseph M. Juran popularizó el trabajo de Pareto cuando sugirió que el 80% de los problemas de una empresa son resultado de sólo un 20% de causas” (Heizer & Render 2009:206)

Por último, el diagrama de Pareto nos ayuda a establecer cuáles son los problemas principales de cualquier actividad que genere problemas. El diagrama de Pareto es una representación gráfica de los datos obtenidos sobre un problema, que ayuda a identificar cuáles son los aspectos prioritarios que hay que tratar. Los pasos para realizarlo son:

1. Determinar el problema o efecto a estudiar (Mancini Marc: 2003)
2. Investigar los factores o causas que provocan ese problema y cómo recoger los datos referentes a ellos (Mancini Marc: 2003)
3. Recolectar datos (anotando magnitudes de cada factor) (Mancini Marc: 2003)
4. Ordenar los factores de mayor a menor en función de la magnitud de cada uno de ellos (Mancini Marc: 2003)
5. Calcular la magnitud total del conjunto de factores (Mancini Marc: 2003)
6. Calcular el porcentaje total que representa cada factor, así como el porcentaje acumulado (Mancini Marc: 2003)
7. Graficar³²

Un análisis de Pareto cumple con una serie de características principales, como lo son:

- Priorización: Identificar los elementos que más peso o importancia tienen dentro de un grupo.

³¹ Cfr. Niebel & Freivalds, 2009:18

³² Mancini Marc: 2003

- Unificación de criterios: Enfoca y dirige el esfuerzo de los componentes del grupo de trabajo hacia un objetivo prioritario común
- Carácter Objetivo: Su utilización fuerza al grupo de trabajo a tomar decisiones basadas en datos y hechos objetivos y no en ideas subjetivas
- Simplicidad: No requiere de cálculos complejos ni técnicas sofisticadas de representación gráfica
- Impacto visual: El diagrama de Pareto comunica de forma clara, evidente y de un “vistazo”, el resultado del análisis de comparación y priorización, como se muestra en la figura 6.³³

Figura 6 Diagrama de Pareto

Fuente: KRAJEWSKI, Lee; RITZMAN, Larry; MALHOTRA, Manoj

1.4.2 Diagrama Causa-Efecto

Es una herramienta de calidad creada por Kauro Ishikawa (1950) que permite analizar la relación que hay entre el efecto y las diversas causas que generan ese efecto. Para esto es

³³ Mancini Marc: 2003

necesario saber cómo se originan estos resultados para poder diseñar los procesos que lo generan.³⁴

“El diagrama de causa y efecto se conoce a veces como diagrama de espina de pescado. La principal brecha de desempeño se rotula como la “cabeza” del pescado; las categorías más importantes de las posibles causas se representan como las “espinas” estructurales; y las causas probables específicas aparecen como las “espinas menores”. Al elaborar y utilizar un diagrama de causa y efecto, el analista identifica todas las categorías importantes de las posibles causas del problema” (Krajewski, Ritzman & Malhotra 2008:165)

Figura 7. Diagrama de Causa-efecto

Fuente: Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma

³⁴ Simonassi, L. E. (2009):718

1.4.3 Diagrama de Operaciones

El DOP nos permite analizar las distribuciones de las operaciones y como mejorarlas para un mejor flujo de las actividades.

“El diagrama de proceso operativo ayuda a los analistas a visualizar el método en curso, con todos sus detalles, de tal forma que se pueden identificar nuevos y mejores procedimientos. Este diagrama muestra a los analistas qué efecto tendrá un cambio en una determinada operación en las operaciones precedentes y subsecuentes” (Niebel & Freivalds 2009: 25)

Figura 8 Diagrama de Operaciones de Proceso

Fuente: Niebel & Freivalds

1.4.4 Diagrama de actividades

El DAP es una herramienta que nos permite analizar de manera específica la actividad desde la entrada del elemento a evaluar hasta la salida del mismo

“el diagrama de flujo del proceso cuenta con mucho mayor detalle que el diagrama del proceso operativo. Como consecuencia, no se aplica generalmente a todos los ensambles, sino que a cada componente de un ensamble. El diagrama de flujo del proceso es particularmente útil para registrar los costos ocultos no productivos como, por ejemplo, las distancias recorridas, los retrasos y los almacenamientos temporales. Una vez que estos periodos no productivos se identifican, los analistas pueden tomar medidas para minimizarlos y, por ende, reducir sus costos... Dos tipos de diagramas de flujo se utilizan actualmente: de productos o materiales El diagrama de producto proporciona los detalles de los eventos que involucran un producto o un material, mientras que el diagrama de flujo operativo muestra a detalle cómo lleva a cabo una persona una secuencia de operaciones “(Niebel & Freivalds 2009: 26)

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL MATERIAL						
DIAGRAMA, 1 HOJA, 1	RESUMEN					
	ACTIVIDAD		ACTUAL	PROPUESTA		
OBJETO: Análisis del proceso de producción ACTIVIDAD: Elaboración de una charola de panadería(45-65Az24)	Operación	○				
	Transporte	⇒				
	Espera	D				
	Inspección	□				
MÉTODO ACTUAL	Almacenamiento	▽				
	DISTANCIA(metros)	13				
LUGAR: Área de producción	TIEMPO(minutos)	8				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	DISTANCIA (m)	TIEMPO (Min)	SIMBOLO		OBSERVACIONES
Almacenamiento provisional				○	⇒	
Inspección	1 hoja		0.2	□		
La lámina es cortada por la mitad	1 hoja		0.4	⇒		
Gillotinado de lámina en 10 partes iguales	1 hoja		0.5			El tiempo es por cada corte
Estandarización de cortes	1 sección		1.2	⇒		
Inspección	1 sección		0.2	□		
Embutido	1 charola		0.3	⇒		
Despunte	1 charola		0.4	⇒		
Pestañado	1 charola		0.5	⇒		
Colocación de anillo y prensado	1 charola		0.6	⇒		Aquí se junta el proceso de fabricación del anillo
Transporte a prensa	1 charola	4	0.9	⇒		
Prensado de puntas	1 charola		0.5	⇒		
Embutido de la marca	1 charola		0.5	⇒		
Inspección del producto terminado	1 charola		0.2	□		
Transporte a almacén de producto terminado	10 charolas	9	1.6	⇒		Hasta que se juntan 10 charolas
Almacén de producto terminado				▽		
Total		13	8			

Figura 9 Diagrama de Operaciones de Proceso

Fuente: Niebel & Freivalds / Elaboración propia

1.4.5 Diagrama de flujo

El diagrama de flujo ayuda a determinar las secuencias de las actividades, elementos, información que fluye a través de unas entradas y salidas en un proceso, procedimiento, entre otros.

“Un diagrama de flujo detalla el flujo de información, clientes, equipo o materiales a través de los distintos pasos de un proceso. Los diagramas de flujo también se conocen con los nombres de mapas de proceso, mapas de relaciones o planos. Los diagramas de flujo no tienen un formato preciso y por lo general se trazan con cuadros (que contienen una breve descripción del paso), y con líneas y flechas para indicar las secuencias” (Krajewski, Ritzman & Malhotra 2008:155-157)

Figura 10 Diagrama de Flujo

Fuente: Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma

1.5 Herramientas para el control estadístico de procesos

1.5.1 Histograma

En el histograma se puede obtener los rangos de variación que experimenta un proceso o variables que intervienen en dicho proceso a partir de una tabla de frecuencias, lo que permite visualizar la tendencia central, la dispersión y la forma de la distribución.

“El histograma es una representación gráfica, en forma de barras, de la distribución de un conjunto de datos o una variable, donde los datos se clasifican por su magnitud en cierto número de grupos o clases, y cada clase es representada por una barra, cuya longitud es proporcional a la frecuencia de los valores representados. Por lo general, el eje horizontal está formado por una escala numérica para mostrar la magnitud de los datos; mientras que en el eje vertical se representan las frecuencias. Comúnmente el histograma se obtiene a partir de la *tabla de frecuencias*. Para obtener esta, primero se divide el rango de variación de los datos en cierta cantidad de intervalos que cubren todo el rango, y después se determina cuantos datos caen en cada intervalo. Se recomienda que el número de intervalos o clases sea de 5 a 15. Para decidir un valor entre este rango existen varios criterios; por ejemplo, uno de ellos dice que el número de clases debe ser aproximadamente igual a la raíz cuadrada del número de datos. Otro criterio, conocido como la regla de *Sturges*, señala que el número de clases es igual a $1 + 3.3 \cdot \log_{10}(\text{número de datos})$.” (Gutierrez Pullido & De la Varra Salazar 2009: 23-24)

Figura 11 Histograma

Fuente: Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma

1.5.2 Cartas de control

La carta de control tiene por objeto analizar la variabilidad de los estadísticos a través del tiempo, tomando como referencia la línea central y basando en sus límites de control (superior e inferior) para determinar que el proceso está en control estadístico, es decir no salió de sus límites y caso contrario de encontrarse dentro, se puede afirmar que el proceso funciona de manera estable.

“El objetivo básico de una *carta de control* es observar y analizar el comportamiento de un proceso a través del tiempo. Así, es posible distinguir entre variaciones por causas comunes y especiales (atribuibles), lo que ayudará a caracterizar el funcionamiento del proceso y decidir las mejores acciones de control y de mejora. Cuando se habla de analizar el proceso nos referimos principalmente a las variables de salida (características de calidad), pero las cartas de control también pueden aplicarse para analizar la variabilidad de variables de entrada o de control del proceso mismo.” (Gutierrez Pullido & De la Varra Salazar 2009: 186)

Figura 12 Gráfica de una Carta de Control

Fuente: Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma 2009

1.5.2.1 Tipos de cartas de control

Debemos tener en claro ciertamente el tipo de datos que se van a medir, pueden ser variables, para medir características de calidad de tipo continuo (peso, volumen, longitud, etc.), o ser atributos, para medir características de calidad como número de no conformidades de los productos en estudio.

“Existen dos tipos generales de cartas de control: para variables y para atributos. Las cartas de control para variables se aplican a características de calidad de tipo continuo, que intuitivamente son aquellas que requieren un instrumento de medición (peso, volumen, voltaje, longitud, resistencia, temperatura, humedad, etc.). Las cartas para variables tipo Shewhart más usuales son:

- $\bar{X}$ (de medias).
- R (de rangos).
 - S (de desviaciones estándar).
- $\bar{X}$ (de medidas individuales).

Las distintas formas de llamarle a una carta de control se deben al correspondiente estadístico que se representa en la carta, y por medio de la cual se busca analizar una característica importante de un producto o proceso. Existen características de calidad de un producto que no son medidas con un instrumento de medición en una escala continua o al menos en una numérica. En estos casos, el producto se juzga como conforme o no conforme, dependiendo de si posee ciertos atributos; también, al producto se le podrá contar el número de defectos o no conformidades que tiene. Este tipo de características de calidad son monitoreadas a través de las *cartas de control para atributos*:

- p (proporción o fracción de artículos defectuosos).
- Np (número de unidades defectuosas).
- C (número de defectos).
- U (número de defectos por unidad).” (Gutiérrez Pullido & De la Varra Salazar 2009: 188)

Figura 13 Gráfica de Control X-S

Fuente: Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma

1.5.3 Diagrama de dispersión

El diagrama de dispersión tiene por objetivo mostrar un patrón de comportamiento definido que mostrará la tendencia que presentan las variables, pudiendo ser de tipo correlación positiva, correlación negativa, no correlación y relación parabólica.

“...el diagrama de dispersión es una gráfica del tipo X-Y, donde cada elemento de la muestra es representado mediante un par de valores (x_i, y_i) y el punto correspondiente en el plano cartesiano X-Y. El objetivo de esta gráfica es analizar la forma en que estas dos variables están relacionadas...” “...Al graficar todos los puntos, es decir, todas las parejas de valores (x_i, y_i) , si se observa que los puntos siguen algún patrón definido, esto será evidencia de una posible relación entre las dos variables.” (Gutierrez Pullido & De la Varra Salazar 2009: 160)

Figura 14 Diagrama de dispersión

Fuente: Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma

Figura 15 Patrones de diagramas de dispersión

Fuente: Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma

Se muestran los patrones de comportamiento más comunes que aparecen en un diagrama de dispersión como a) Correlación lineal positiva; b) Correlación lineal negativa; c) No correlación y d) Relación parabólica.

1.6 PRODUCCIÓN DEL HIELO

1.7 Hielo

El hielo se forma a partir del cambio de fase del agua. Para entender el hielo se mostrará una tabla con las propiedades que lo caracteriza.

Tabla1

Propiedades del hielo

PROPIEDADES	UNIDADES MÉTRICAS
Densidad de hielo en agua dulce a 0°C	0,92 kg/l ³
Calor específico a 0°C	0,49 kcal/kg°C
Calor específico a -20°C	0,46 kcal/kg°C
Calor latente de fusión	80 kcal/kg
Conductividad térmica a 0°C	1,91 kcal/mh°C
Conductividad térmica a -10°C	1,99 kcal/mh°C
Conductividad térmica a -20°C	2,08 kcal/mh°C
Punto de fusión	0°C

Nota Graham J., Johnston W. y Nicholson F. 1993.

“Cuando el agua se congela, a 0°C , experimenta una variación de fase, es decir, se transforma de un líquido en un sólido, conocido por todos con el nombre de hielo. Para convertir el agua en hielo es necesario quitarle una cierta cantidad de calor, y para que éste vuelva a fundirse hay que añadirle la misma cantidad de calor. La temperatura de una mezcla de hielo y agua no aumenta por encima de 0°C hasta que se haya derretido todo el hielo (Fig. 16). “(GRAHAN, J.; JOHNSTON W.A.; NICHOLSON F.J 1993)

Figura 16 Hielo funde a 0°C

Fuente: El hielo en las pesquerías

“...Una determinada cantidad de hielo requiere siempre la misma cantidad de calor para su fusión; un kg de hielo necesita 80 kcal para convertirse en agua. Así pues, el calor latente de fusión del hielo es de 80 kcal/kg (Fig. 17). Esta cantidad de calor es siempre igual para el hielo hecho de agua pura, y varía muy poco para el hielo fabricado con agua dulce de casi cualquier procedencia comercial. El hielo necesita, pues, una gran cantidad de calor para fundirse, o, dicho de otro modo, tiene una reserva considerable de frío.” (GRAHAN, J.; JOHNSTON W.A.; NICHOLSON F.J 1993)

Figura 17 Cantidad de calor para que se funda el Hielo

Fuente: El hielo en las pesquerías

1.8 Tipos de producción de hielo

1.8.1 Hielo en bloques

La producción consiste en llenar moldes con agua, para luego sumergirlos a un tanque con salmuera refrigerada con temperatura menor a la del congelado del agua. Por esto, se utiliza cloruro sódico o cálcico. Para que la fase del agua de líquido a sólido se efectúe en bloques de hielo tiene que pasar como mínimo 8 horas y un máximo de 24, esto dependerá de las dimensiones de los moldes y la temperatura de salmuera. Si la producción se realiza fuera de los rangos permisibles, puede suceder del que el hielo se resquebraje. El peso del bloque puede oscilar entre 12 y 150 kg, con arreglo a las necesidades; se considera que el bloque de 150 kg es el mayor que un hombre puede manipular adecuadamente. Cuanto más grueso sea el bloque de hielo, tanto más largo será el tiempo de congelación. Los bloques de menos de 150 mm de espesor se rompen con facilidad, y es preferible un espesor de 150 a 170 mm para evitar que se quiebren.³⁵

Figura 18 fabricación del hielo en bloques

Fuente: El hielo en las pesquerías

1.8.2 Hielo en tubos

³⁵ GRAHAN, J.; JOHNSTON W.A.; NICHOLSON F.J 1993

Es un hielo utilizado para preparar tragos, jugos etc. que se caracterizan de esta manera El ambiente en la planta deber estar bajo una temperatura que oscile entre -8°C y -10°C . Asimismo, para transportar el hielo al almacen en el caso no exista venta directa se debe mantener a -5°C . Para se mantenga en su forma y tamaño y sea fácil de descargar.³⁶ Una forma de fabricar hielo en tubos es cuando:

“El hielo en tubos se forma en la superficie interna de unos tubos verticales y tiene la forma de pequeños cilindros huecos de un 50×50 mm, con paredes de 10 a 12 mm de espesor. La disposición de una planta de hielo en tubos es semejante a la de un condensador acorazado y tubular, con agua dentro de los tubos y el refrigerante afuera, en el espacio circundante. La máquina funciona automáticamente según un ciclo de tiempo y los tubos de hielo se desprenden mediante un proceso de desescarchado con gas caliente. A medida que el hielo sale del tubo, una cuchilla lo corta en trozos de la longitud adecuada, normalmente de 50 mm, pero esta dimensión es ajustable.” (GRAHAN, J.; JOHNSTON W.A.; NICHOLSON F.J 1993)

³⁶ GRAHAN, J.; JOHNSTON W.A.; NICHOLSON F.J 1993

Figura 19 Fabricación de hielo en tubos

Fuente: El hielo en las pesquerías

1.8.3 Hielo en escamas

El hielo en escama es un hielo híbrido que puede ser explicado de la siguiente manera

“El hielo en escamas se puede definir como un hielo seco y subenfriado en fragmentos pequeños planos con forma de oblea irregular. Este tipo de hielo pequeño se fabrica rociando o vertiendo agua sobre una superficie refrigerada, que habitualmente tiene forma de cilindro o tambor. El agua se congela sobre la superficie formando capas delgadas de hielo (de 2 a 3 mm de espesor). Una cuchilla retira el hielo subenfriado, que se fragmenta en pequeños trozos semejantes a esquirlas de cristal. Normalmente, estos trozos de hielo caen desde el tambor directamente a un compartimento refrigerado para su almacenamiento. Una variante del hielo en escamas se conoce como hielo fragmentado.” (GRAHAN, J.; JOHNSTON W.A.; NICHOLSON F.J 1993)

Figura 20 Fabricación de hielo en escamas

Fuente: El hielo en las pesquerías

1.8.4 Hielo en placas

Son láminas de hielo que tiene características con mencionan sus autores.

“El hielo en placas se forma en una de las caras de una placa vertical refrigerada y se desprende haciendo circular agua por la otra cara para desescarcharlo. Otros sistemas forman hielo en ambas superficies y utilizan un procedimiento de desescarchado interno. Una máquina de hacer hielo comprende múltiples placas, que con frecuencia son unidades autónomas situadas encima de la maquinaria de refrigeración. El espesor óptimo del hielo suele ser de 10 a 12 mm y el tamaño de las partículas es variable. Un triturador de hielo rompe las placas en trozos del tamaño adecuado para su almacenamiento y uso (Fig. 21). El agua para el desescarchado debe calentarse si su temperatura es inferior a 25°C aproximadamente; por debajo de este valor el período de desescarchado es demasiado largo y provoca una pérdida de capacidad y un aumento del costo.” (GRAHAN, J.; JOHNSTON W.A.; NICHOLSON F.J 1993)

Figura 21 Fabricación de hielo en placas

Fuente: Fuente: El hielo en las pesquerías

1.9 COMPONENTES SECUNDARIOS PARA LA FABRICACIÓN DEL HIELO

1.9.1 Salmuera

Es una poza llena de agua con sal donde se colocan las cubetas llenas de agua para que después de un periodo de tiempo estas cubetas llenas de agua sufren una transformación de estado líquido a sólido y se forme hielo. En la poza circulan las tuberías de frío para que congelen el agua que está en la poza. A su vez existen bombas sumergibles recirculan el agua que está en la poza para que no se congele. Es llamada también como refrigerante secundario que es enfriado por el sistema primario (amoníaco) que absorbe el calor del agua que se encuentra en la poza y eleva su temperatura.

1.9.2 Ciclo de refrigeración por compresión de vapor

Para que el agua se transforme en hielo, la empresa utiliza un ciclo de refrigeración para generar el frío y este puede congelar las cubetas. Este ciclo está compuesto por 4 partes básicas que son: Compresor, Condensador, Evaporador, Dispositivo de Expansión. Además, utiliza el refrigerante (amoníaco) que pasa por unas tuberías que enfría las aguas que están en la poza salmuera. El vapor sale del evaporador, con una presión y temperatura baja y el refrigerante regresa a la succión del compresor para nuevamente ser comprimido y

recalentado. Todas las comunicaciones de los equipos se realizan mediante conductos de tuberías, que cuentan con aislante térmico.³⁷

Figura 22 Ciclo de refrigeración por compresión de vapor

Fuente: York International

- Compresor: También llamado como corazón del sistema, porque gestiona el flujo del refrigerante, y tiene como principal función comprimir el vapor que llega del evaporador a alta presión para ser convertido a fase líquida en el condensador.³⁸

³⁷ Cfr. Ruano, R 2012: 17

³⁸ Cfr. Ruano, R 2012: 17

- Condensador: componente que absorbe el calor y lleva el vapor de refrigerante a alta presión y lo envía al aire forzado que viene de los ventiladores, o hacia el agua de enfriamiento, dependiendo si el enfriamiento es por aire o por agua. El vapor de refrigerante se condensa y se convierte a la fase líquida.³⁹
- Dispositivo de Expansión. El refrigerante se almacena y luego pasa por la válvula de expansión y el líquido que se encuentra a alta presión antes de llegar a la válvula, es estrangulado por este dispositivo y expandido, convirtiéndose finalmente en una mezcla líquida gaseosa a baja presión.⁴⁰
- Evaporador. aquí finaliza la evaporación del refrigerante-líquido-gas, y absorbe calor del medio que se encuentra enfriado. Pasando todo el refrigerante ha estado de vapor.⁴¹
- Refrigerante: El refrigerante que usa en el ciclo de refrigeración en el amoníaco. Su punto de ebullición es de -33°C . El amoníaco tiene un olor característico incluso en pequeñas concentraciones con el aire no arde, pero es explosivo cuando se mezcla con el aire en un porcentaje en volumen de 13-28.

“El Amoníaco NH₃. - Este compuesto inorgánico se obtiene a partir de la producción de ácido nítrico. Sus aplicaciones más comunes se encuentran en el monitoreo de emisiones de mezclas de gases y en analizadores de impurezas. También es utilizada para reemplazo de compuestos cloro flúor carbonados en algunos equipos de refrigeración.” (Salcedo V., Marcos H. et al. 2005: 5)

³⁹ Cfr. Ruano, R 2012: 17

⁴⁰ Cfr. Ruano, R 2012: 17

⁴¹ Cfr. Ruano, R 2012: 17

El amoníaco, es claramente uno de los principales reemplazos en los sistemas de refrigeración tal como se detalla, es por ello por lo que su utilización es muy importante para los procesos de enfriamiento en la obtención de hielo.

“El amoníaco es un compuesto común y que existe naturalmente en el ambiente, que se descompone naturalmente en moléculas de hidrógeno y nitrógeno (la atmósfera está formada en un 80% de nitrógeno e hidrógeno). Es un elemento clave en el ciclo del nitrógeno, y bajo condiciones normales, es esencial para muchos procesos biológicos, se puede encontrar en el agua, la tierra y el aire, y es fuente del nitrógeno esencial para plantas y animales.” (York International. 2005: 3)

Dado que el amoníaco como se menciona existe en el ambiente, se puede afirmar que dentro de sus ventajas está que no destruye la capa de ozono y no contribuye al efecto invernadero, por encontrarse en la naturaleza, es parte importante en el ciclo de nitrógeno de la tierra, siendo reciclada por la misma atmósfera; lo que lo constituye en un compuesto altamente requerido.

“La refrigeración con amoníaco es el método más económico y más eficiente energéticamente para el proceso y almacenaje de alimentos congelados y refrigerados. Es el caballo de batalla para el enfriamiento postcosecha de frutas y vegetales, el enfriamiento de carne, pollo, pescados y mariscos, refrigeración para la industria de bebidas, para leche y queso, y para la congelación del helado.” (York International. 2005: 3)

Siendo la refrigeración basada en el uso de amoníaco un método de menor costo y a la vez más eficiente en su uso, sobretodo como se indica para el enfriamiento y conservación de alimentos, podemos afirmar que los sistemas de refrigeración a base de amoníaco se constituyen en la mejor práctica para la generación de hielo que es el fin del presente estudio.

Ventajas Económicas:

Como refrigerante, podemos mencionar cuatro ventajas económicas con respecto a otros refrigerantes utilizados.

- El amoníaco no contribuye a destruir la capa de ozono y es compatible con el medio ambiente.
- El amoníaco consume menos energía eléctrica debido a que contiene propiedades termodinámicas.
- Posee un olor característico que representa una gran cualidad de seguridad y es mejor detectable en caso de fugas.
- Su costo es mucho más bajo que la mayoría de los refrigerantes hasta un 20% menos y no tiene fecha de caducidad por ser natural.⁴²

1.10 METODOLOGÍAS POR EXPONERSE

1.11 Método de proceso de análisis jerárquico (AHP)

Creada por Thomas Saaty en la década de los 60'. Sirve para estructurar, medir y sintetizar matrices que se construyen a través de variables ponderadas, diseñados por la experiencia y conocimiento de los creadores usando elementos algebraicos para generar prioridades entre las variables participantes en la matriz creada. Las 3 variables básicas que se componen son

⁴² Cfr. York International. 2005: 3

“Estructuración de la Complejidad; Saaty buscó una manera para resolver el problema de la complejidad, y utilizó la estructuración jerárquica de los problemas en sub-problemas homogéneos. De hecho, el uso de la descomposición jerárquica es una de las grandes virtudes del método, puesto que se descompone una meta u objetivo en factores más simples, es decir, un problema se descompone en sub-problemas, los cuales están relacionados directamente con el problema inicial, y al lograr la solución de los sub-problemas y manteniendo la relación existente entre ellos, se consigue la solución del problema inicial. (Osorio Gómez J.C & Orejuela Cabrera J.P (2008))

Medición en escalas; El AHP permite realizar mediciones de factores tanto subjetivos como objetivos a partir de estimaciones numéricas, verbales o gráficas, lo cual le provee una gran flexibilidad, permitiendo esto, gran variedad de aplicaciones en campos tan distintos unos de otros. El hecho de tener definida una escala general, aplicable a cualquier situación, permite la universalidad del método y lo hace sencillo de aplicar para quien toma la decisión. Además, la escala es clara y provee una gran amplitud para las comparaciones. En la tabla 2 se presenta la escala propuesta por Saaty. (Osorio Gómez J.C & Orejuela Cabrera J.P (2008))

Síntesis; Aunque el nombre incluya la palabra Análisis, el enfoque del AHP es totalmente sistémico, ya que, aunque analiza las decisiones a partir de la descomposición jerárquica, en ningún momento pierde de vista el objetivo general y las interdependencias existentes entre los conjuntos de factores, criterios y alternativas, por lo tanto, este método está enfocado en el sistema en general, y la Solución que presenta es para la totalidad, no para la particularidad.” (Osorio Gómez J.C & Orejuela Cabrera J.P (2008). El proceso de análisis jerárquico (AHP) y la toma de decisiones multicriterio. Revista Scientia et Technica año XIV, N°39 pp 247-252)

Escala	Definición	Explicación
1	Igualmente preferida	Los dos criterios contribuyen igual al objetivo
3	Moderadamente preferida	La experiencia y el juicio favorecen un poco a un criterio frente al otro
5	Fuertemente preferida	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente a un criterio frente al otro
7	Muy fuertemente preferida	Un criterio es favorecido muy fuertemente sobre el otro. En la práctica se puede demostrar su dominio
9	Extremadamente preferida	La evidencia favorece en la más alta medida a un factor frente al otro

Figura 23 Escala de comparación Saaty

Fuente: Osorio Gómez J.C & Orejuela Cabrera J.P

1.12 Lean Manufacturing

1.12.1 Definición

El lean se basa en añadir valor a los procesos y optimizar los desperdicios del tiempo, enfocando sus esfuerzos en calidad, recursos, clientes, entre otros.

Es un conjunto de herramientas que al mezclarse generan la ubicación del desperdicio(s) y permite eliminarlo mediante técnicas.⁴³

1.12.2 Principios del lean manufacturing

Los principios de lean se basan en lo siguiente:

1. El valor

⁴³ Lonnie Wilson:2015

Es una variable que el cliente otorga a un producto, donde evalúa los beneficios que agregan valor a sus necesidades y que está decidido a adquirirlo. Los atributos que no agregan valor a las necesidades del cliente serán rechazados y eliminados fuera del mercado.⁴⁴

El precio de los productos está en función al tiempo de fabricación, los recursos que emplea, entre otros. La productividad, organización deben estar por debajo del tiempo productivo de su competencia, debido a que eso permitirá una mejor participación en el mercado. Incluso, si se tiene procesos organizados y estandarizados, eficiencia en el control de las operaciones, calidad en la producción. Estos serán evaluados con la mejor performance por el cliente y así evitar que pague cualquier ineficiencia productiva reflejada en el producto.⁴⁵

Para que se genere un valor es bueno tener un conocimiento del perfil del cliente, ¿cuál es su estilo de vida, que hace? ¿A qué lugares asiste? ¿Qué costumbres tiene? ¿Cuál es su nivel socioeconómico? Etc. Mientras más se sepa del cliente mejor precisión se tendrá en agregarle valor al producto ofertado, por ejemplo:

” La adición de múltiples capas de embalaje podría no ser lo que quiere el cliente. Tal vez él tiene que pagar a alguien para desenvolver el producto y poner la envoltura en una papelería. También puede tener que pagar para disponer de la envoltura. Para el cliente, el envase no tiene ningún valor añadido. De hecho, le cuesta tiempo y dinero, por lo que ambos pierden porque usted está pagando por ello.” (BORRIS, Steve; Strategic Mapping magra, 2012)

⁴⁴ Borris, Steve:2012

⁴⁵ Borris, Steve:2012

2. Cadena de valor.

Se trata de definir todas las etapas que incurren en el sistema con el propósito de seleccionar las actividades que no agregan valor tanto en el proceso, como en las características del producto identificadas en el cliente.⁴⁶ Continuando con el ejemplo anterior:

“Si el cliente no quiere que el envase y el producto no lo necesita para la protección, entonces estos pasos en su proceso de fabricación no añaden valor para ninguno de los dos. Usted está pagando por materiales innecesarios y para alguien para hacer el trabajo. Además, si los operadores están trabajando en el envase, no están trabajando en los pasos que agregan valor” (BORRIS, Steve; Strategic Mapping magra, 2012)

3. Hacer la creación valor de pasos de flujo del producto hacia los clientes.

En esta etapa se centra que cada fase de la actividad que termina debe hacerlo, creando valor a la siguiente fase que recibe. Dicho de otra manera, que al término de cada actividad debe llegar bien a la primera sin generar interrupciones o cuellos de botellas para el inicio de la siguiente actividad, ya que esto producirá un tiempo y costo innecesario al flujo productivo. Es importante asegurar que se cumplan todas las actividades que agregan valor al sistema, evitando omitir alguna actividad y eliminando desperdicios.⁴⁷

⁴⁶ Cox, James; Schleier, Jhon & otros: 2010

⁴⁷ Cox, James; Schleier, Jhon & otros: 2010

“Un buen flujo es lo que le gustaría un viaje en coche perfecto para estar. No hay mal tiempo, no hay luces rojas de tráfico, sin trabajo en la carretera, no hay colas, no hay desfiles o camiones que bloquean calles. En pocas palabras, usted quiere sin interrupciones. Cualquier tiempo que pasa esperando o en desvíos no añade valor a su viaje. Si usted está viajando en un taxi, por ejemplo, el medidor sigue funcionando cuando se está parado, y que pagar por todos los retrasos y el conductor paga por el combustible adicional.” (BORRIS, Steve; Strategic Mapping magra, 2012)

4. Deja que los clientes Tire Valor de la siguiente Actividad

Hacer técnicas que permitan posicionarse en la mente de cliente con el objetivo de que adquiera nuestro producto. Para esto se necesita planificar de manera eficaz, para evitar tareas erróneas o dependencias que no suman valor y que por el contrario desacelera el cumplimiento de la actividad, requisitos de los clientes, entre otros. También, el manejo ineficiente de los recursos originara residuos que aumentaran los tiempos y costos en las operaciones del sistema productivo, ya que un minuto perdido en alguna actividad es un minuto perdido en el sistema.⁴⁸

5. Tender a la perfección.

Para el éxito de mejora en los procesos es necesario eliminar residuos que se generan en los esfuerzos, recursos, tiempo e ineficiencias. Estos implican 6 claves que nos permitirán obtener la perfección:

⁴⁸ Cox, James; Schleier, Jhon & otros: 2010

“Dirección variabilidad en el primer punto en el proyecto.

Planificar en base a las necesidades del cliente (no la manera de pensar se ajuste o que siempre lo ha hecho).

No se comprometa con una solución temporal hasta que vea si es necesaria (o pueda corregir las consecuencias negativas de la solución temporal).

las mejores prácticas de proyectos de plantilla en un diagrama PERT o red y utilizar para todos los proyectos similares.

Aplicar la gestión del riesgo basado en proyectos para el proyecto antes de comenzar el proyecto.

Monitor "real al plan" para lo que hace que el tiempo del ciclo del proyecto para expandirse o contraerse y reducir todas las fuentes de variación (en el orden correcto)” (COX, James; SCHLEIER, John.: Teoría de Restricciones Manual, Capítulo 6.4:2010)

1.12.3 Desperdicios del lean manufacturing

a) Desperdicios de los procesos

Se define como desperdicio a toda actividad del sistema que no agrega valor, pero si agrega costo, por lo que se pueden clasificar en siete desperdicios. Este último es igual a despilfarro o merma. (CORREDOR IVONNE: 2015)

b) Desperdicios de sobreproducción

La merma de sobreproducción se refiere a los productos y piezas que no son requeridas en el siguiente paso para su fabricación o por el cliente para la venta. Estas mermas hacen que las empresas tengan exceso de inventario, de transporte y también de mano de obra. Además, estas actividades generan costos innecesarios (costo de capital, mano de obra, etc.). Esto genera que se incremente en más del 50% los productos que forman parte del sistema.⁴⁹

⁴⁹ CORREDOR IVONNE: 2015

c) Desperdicios de espera

El desperdicio de espera es cuando el trabajador se encuentra ocioso frente a una máquina, ya sea porque solo esta como observador o porque las demás están funcionando y no puede hacer nada. Generalmente esto ocurre por falta de coordinación o fallas en los procesos que están vinculadas con la sobreproducción. (CORREDOR IVONNE: 2015)

d) Desperdicios de transporte

El desperdicio de transporte es cuando un material o pieza es movido una distancia de manera innecesaria para luego ser almacenada por lo tanto esta actividad no agrega ningún valor y consume recursos innecesarios para realizar esta actividad (personas, materiales, equipos, superficie de almacenaje temporal). (CORREDOR IVONNE: 2015)

e) Desperdicios de producción innecesaria

El desperdicio de producción se genera cuando los sistemas de trabajo no son administradores de forma eficiente y se generan actividades innecesarias para procesar los productos. (CORREDOR IVONNE: 2015)

f) Desperdicios de producción inventarios

Este desperdicio se refiere a mantener inventarios de productos en proceso entre cada operación para asegurar la continuidad del flujo a pesar de la ineficiencia que presenta. Además, este proceso trae como consecuencia lotes defectuosos por esperas, maquinas dañadas, las líneas de producción desbalanceadas, etc. Este desperdicio tiene como objetivo asegurar la continuidad de la producción y entrega es por eso, que mantiene inventario de seguridad. (CORREDOR IVONNE: 2015)

g) Desperdicios de movimiento

Este desperdicio es vinculada con los movimientos innecesarios que no agregan valor al producto y está relacionado principalmente con la ergonomía y las excesivas distancias de recorrido de trabajo y también con la disponibilidad de herramientas y suministro que no se generan de manera oportuna.

h) Desperdicios de defectuosos

Este desperdicio ocurre cuando un producto no cumple con el valor que especifica el cliente (materiales, tiempo, recursos, reprocesos, etc.)⁵⁰

Figura 24 Desperdicios del Lean

Fuente: CORREDOR IVONNE: 2015 /Elaboración propia

1.13 Herramientas Lean

1.13.1 Trabajo Estándar

El trabajo estándar implica en el flujo de las actividades en una operación. El objetivo es reducir la variación asegurando la productividad dentro de las especificaciones y tiempos planteados.⁵¹

⁵⁰ CORREDOR IVONNE: 2015

⁵¹ MYERSON, Paul

“...El trabajo estándar implica el uso de hojas de métodos. Hojas de métodos son instrucciones visuales situados en una estación de trabajo que muestra cómo el trabajo que hay que hacer, lo que comprueba la calidad son necesarias, qué herramientas se utilizan, y lo que se necesitan piezas. Las instrucciones muestran imágenes de cada paso a realizar. El objetivo es hacer hojas de métodos de manera clara e inequívoca que un operador nuevo en el trabajo puede entender inmediatamente. El trabajo estándar se encuentra en el corazón de Lean. La estandarización de la forma en que se realizan las tareas de ayuda a minimizar la variación, la cual, a su vez, permite a los trabajadores que experimentar para encontrar mejoras. Una vez que encuentran mejoras, el trabajo estándar permite que esas mejoras a institucionalizarse a través de turnos y en otras células” (SRINIVASAN, Mandyam; BOWERS, Melissa & Otros; mantenimiento, reparación y revisión de Lean, Capítulo 6.2.7:2014)

La relación entre el trabajo estandarizado y otras normas se bosquejará en la siguiente imagen.

Figura 25 Relación entre trabajo estándar y otras normas

Fuente: McGraw-Hill Professional, 2006

La estandarización de trabajo en su primer paso es usar las herramientas de análisis, para luego eliminar los residuos que no añaden valor, estableciendo un método básico parte en

primer lugar para la formación de instrucciones de empleo. Finalizando, con asociados altamente calificados. En segundo lugar, como línea base para para la mejora continua.⁵²

1.13.1.1 Técnicas de trabajo estándar

Existen 3 documentos utilizados para ejecutar el trabajo estándar.

1 Gráfico de trabajo estandarizado

En un principio se usaba un esquema del área de trabajo y un bosquejo del flujo de trabajo. Sin embargo, en los últimos tiempos fueron reemplazados por hoja de trabajo estandarizado o Tabla de trabajo estandarizado. La hoja de trabajo estandarizado es una herramienta para identificar y eliminar desperdicios⁵³. Asimismo, forma parte inicial en la creación de la línea base para la mejora que tiene los siguientes pasos:

- a) Grabar la secuencia de la tarea (los pasos de trabajo)
- b) Diagrama del movimiento de trabajo.
- c) identificar los residuos
- d) Determinar las mejoras necesarias para lograr los resultados deseados (que cumple con el tiempo de procesamiento es un objetivo que se explica a continuación)
- e) Incorporar el uso de material y el flujo (de serie en proceso de valores)
- f) método mejorado documento

A continuación, se proporcionará un ejemplo de una hoja de trabajo estandarizado que permita visualizar los elementos principales de esta técnica que son la secuencia de trabajo y el diagrama de movimiento del colaborador.

⁵² LIKER, Jeffrey & MEIER, David : 2006

⁵³ LIKER, Jeffrey & MEIER, David : 2006

Hoja de trabajo estandarizado

Nota: extraído de McGraw-Hill Professional, 2006

55

2. El trabajo estandarizado tabla de combinación

Esta herramienta nos ayuda a poder realizar un análisis al puesto de trabajo con el objetivo de presentar los tiempos de las actividades que se ejecutan al mismo tiempo. Se aplica a operaciones realizadas en combinación hombre-máquina. También, a operaciones donde se involucren en la manipulación de la actividad 2 o' más operadores de manera simultánea⁵⁴, por ejemplo,

“La aplicación para esta herramienta sería si un operario carga una estación de soldadura robótica y empuja el botón de inicio, y las soldaduras robot mientras el operador se descarga y carga otra estación” (LIKER, Jeffrey & MEIER, David; establecer procesos estandarizados y Procedimientos, Capítulo 6.11.2 (McGraw-Hill Professional, 2006)

A continuación, se proporcionará un ejemplo de una hoja de trabajo estandarizado que permita visualizar los elementos de trabajo, uno por uno de izquierda a derecha, y se puede ver en qué parte del ciclo el operador camina para llevar a cabo el siguiente.

⁵⁴ LIKER, Jeffrey & MEIER, David : 2006

Tabla3

Tabla de combinación de trabajo con un robot

Process Name		Date:		Standardized Work Combination Table	Takt Time	Manual	Automatic				
Part Name Part#		Group:			76	Walking
#	Work Elements	Time Elements			Operation Time (Seconds)						
		Manual	Auto	Walk	10	20	30	40	50	60	70
1	Pick up Bracket A	1		2
2	Load in fixture	6		2							
3	Pick up Bracket B	1		3							
4	Load in fixture	5		3							
5	Pick up Side Support	1		1							
6	Load in fixture	3		1							
7	Pick up Stiffener	1		2							
8	Load in fixture	8		2							
9	Pick up Brace	1		3							
10	Load in fixture	5		3							
11	Start Robot cycle	1	23	1							
12											
13											
14											
15											
Totals		33	21	23							

Nota: Fuente, McGraw-Hill Professional, 2006

“el operador recoge soporte A en un segundo, se dirige a la máquina en dos segundos, carga del soporte A en seis segundos, camina para obtener la siguiente parte en dos segundos, y así sucesivamente. Paso 11 Por todas las piezas se cargan en el robot soldador, y ves por la línea de puntos que los ciclos de la máquina durante 23 segundos” (LIKER, Jeffrey & MEIER, David; establecer procesos estandarizados y Procedimientos, Capítulo 6.11.2 (McGraw-Hill Professional, 2006)

3. Hoja de capacidad de producción

Es una herramienta que indica la productividad de la maquina con respecto a la fabricación. Permite identificar las restricciones operacionales, además tiene en cuenta los tiempos de ciclo de cada pieza. También, los tiempos inactivos y los de mantenimiento. El objetivo es saber si las maquinas tiene capacidad para las necesidades de la producción.⁵⁵

1.13.2 TPM

El TPM está basado en ocho pilares, para entender con mayor claridad el TPM citaremos lo siguiente:

“El TPM es una filosofía de mantenimiento que optimiza la eficiencia de los equipos, mejora el rendimiento de los procesos, reduce las pequeñas averías y promueve el mantenimiento autónomo, involucrando al todo el personal de la organización”. (Lema Calhuchi 2014:10)

Figura 26 : 8 técnicas de TPM

Fuente: Radajell: 2010

⁵⁵ LIKER, Jeffrey & MEIER, David : 2006

Los 8 pilares del TPM permiten lograr resultados eficaces y eficientes. Estos pilares tienen funciones cruzadas. A continuación, se desarrollarán cada pilar.

“mejora enfocada

El objetivo de esta actividad es adquirir la capacidad de descubrir y solucionar problemas de pérdidas de equipo, eliminación de 6 pérdidas crónicas importantes, la reducción del coste sustancial y mejora de las técnicas de gestión y técnicas de ingeniería. (Hwaiyu Geng : 2004)

mantenimiento autónomo

Su fin es restaurar el equipo deteriorado y establecer un sistema por el cual los operadores de pensar y actuar en términos de "Tomamos la responsabilidad de proteger nuestro propio equipo". Para ello tiene que establecer 2S' que son ordenar, eliminar la mercadería. Establecer ubicaciones permanentes para lo esencial, el desarrollo de los 7 pasos de mantenimiento autónomo, mejorar la habilidad de los técnicos de mantenimiento.⁵⁶

Mantenimiento planificado

Mejora de las capacidades de mantenimiento convencionales, evitando averías, y reduciendo los costes de mantenimiento. El apoyo a las actividades de mejora enfocadas mantenimiento autónomo y La realización de "no hay mal funcionamientos repentinos" de promoción de mantenimiento correctivo / mantenimiento periódico. Ejecución de mantenimiento predictivo mediante el desarrollo de la tecnología de diagnóstico.⁵⁷

⁵⁶ Hwaiyu Geng : 2004

⁵⁷ Hwaiyu Geng : 2004

Educación y formación

Use personas capacitadas para manejar los equipos y operaciones. Promoción de la formación de habilidades de mantenimiento y educación de habilidades de automatización de oficinas. El establecimiento y la promoción de un programa de desarrollo de habilidades. La actualización y mejora del sistema de educación y formación.

Tratamiento inicial

Sobre la base de la prevención de mantenimiento de diseño (MP), establecer un sistema altamente fiable, fácil de mantener, y económico. MP se define como "actividades para la aplicación de diseño que cuenta con un alto grado de fiabilidad, facilidad de mantenimiento, seguridad y flexibilidad, teniendo en cuenta la información de mantenimiento y las nuevas tecnologías, en la planificación o la construcción de nuevos equipos, y reducir así las pérdidas de costes de mantenimiento o deterioro" de TPM Enciclopedia publicado por JIPM. Recolección y uso de información de MP. Desarrollo de un sistema de "funcionamiento en paralelo". La promoción del desarrollo de equipos que considera plenamente coste del ciclo de vida.⁵⁸

Mantenimiento de la calidad

Adquirir la capacidad de control de un "sistema de causa", que es superior a la de un "sistema de resultados", y así lograr "cero defectos". Eliminación de las reclamaciones de los clientes. La realización de los defectos procedentes de los equipos o las personas. Establecimiento y mantenimiento de condiciones óptimas (4M hombre, máquina, materiales y métodos), incluyendo la selección de los ajustes.

⁵⁸ Hwaiyu Geng : 2004

TPM para trabajos de oficina indirecta

Reducción de trabajo indirecto y su coste. Mejora de la calidad del servicio a los clientes y la división o / producción. Aclarar propósito para la eliminación de las pérdidas de método y pérdidas humanas. La simplificación de las operaciones, y el intercambio de conocimientos. Mejora del servicio a los clientes y la división o / producción.

La gestión de la seguridad, salud y medio ambiente

Establecimiento de un entorno seguro e higiénico. El objetivo es el logro de un ambiente de trabajo que es seguro, brillante y fácil de trabajar en la realización de ningún accidente y sin contaminación. La reducción de ruido, la humedad, y similares. Lograr un entorno completo "lugar de trabajo saludable". (Hwaiyu Geng. Manual de ingeniería de fabricación. (2004) access engineering)

1.13.3 SMED

1.13.3.1 Definición del SMED

El concepto SMED fue desarrollado por el Ing. Shigeo Shingo quien realizó un estudio de mejora en la eficiencia de la producción en 1950. El término se refiere a la teoría y técnicas para llevar a cabo operaciones de configuraciones en menos de diez minutos. Aunque no todas las configuraciones realizadas se reducen a este tiempo del acrónimo; el objetivo es obtener mejoras en las reducciones de tiempos de configuración. Tipo de configuración: externa, este tipo de operación se realiza con la máquina en marcha; Interna, este tipo de configuración se realiza con la máquina apagada.⁵⁹

Cabe mencionar que esta cita engloba el concepto del Smed

⁵⁹ R.Mali,Yashwant;Inamdar,K.H : 2012:2441-2442

“El SMED hace posible responder rápidamente a las fluctuaciones de la demanda y crea las condiciones necesarias para las reducciones de los plazos de fabricación. Ha llegado el tiempo de despedirse de los mitos añejos de la producción anticipada y en grandes lotes. La producción flexible solamente es accesible a través del SMED.”

(Espin, Carbonell, Francisco 2013:5)

Se puede determinar mediante la cita que la herramienta del lean SMED tiene una respuesta de una producción flexible ante la una demanda variable.

Las fases SMED se dan de la siguiente manera

Fase 1: Separar las configuraciones internas de externas

Fase 2: Cambiar las configuraciones internas a externas

Fase 3: Mejorar todos los elementos operacionales ⁶⁰

Antes de empezar con la metodología de aplicación es necesario mencionar que en un cambio en el proceso se generan actividades antes y después de este. Estas actividades se conocen como externas e internas.

Actividades Internas

Son aquellos esfuerzos de cambio que se realizan cuando las máquinas están paradas, por ejemplo, en una prensa solo se podrá montar la matriz si ella está parada.

Actividades Externas

Son todas aquellas actividades que se realizan antes de empezar con algún cambio en la producción, por ejemplo, gestionar el cambio de una pieza en una máquina.

⁶⁰ REY francisco, 2009

Luego de presentar las actividades que se generan en un cambio, se explicaran los pasos del sistema SMED para llegar a beneficios en la aplicación:

a) Etapa Preliminar,

Esta etapa es de observar y analizar al detalle el proceso inicial de cambio con las siguientes actividades:

- Registrar los tiempos de cambio:
- Conocer la media y la variabilidad.
- Escribir las causas de la variabilidad y estudiarlas.
- Estudiar las condiciones actuales del cambio:

Análisis con cronómetro.

Entrevistas con operarios (y con el preparador)

Grabar en vídeo.

Mostrarlo después a los trabajadores.

Sacar fotografías.

En esta etapa es clave en el detalle de la actividad de cambio, ya que evitara modificaciones del método.

b) Primera Etapa: Separar las tareas internas y externas

En esta fase se identifican actividades rutinarias del trabajo de manera básica. Se realiza una lista de todos los pasos para la operación, en esta incluye especificaciones, nombre, parámetros de la máquina, entre otros. Los movimientos alrededor de la maquina o lugar a efectuar el cambio es considerada acciones internas.

c) Segunda etapa: Convertir tareas internas en externas

Se busca que se preparen las herramientas, matrices, gestiones documentarias, fuera de la maquina o ambiente de trabajo con la finalidad que cuando suceda se tomen acciones rápidas

para que el tiempo de cambio sea rápido. Dicho de otro modo, realizar un pre-reglaje de herramientas y lista a utilizar. Las operaciones de ajuste suelen representar del 50 al 70% del tiempo de preparación interna. Es muy importante reducir este tiempo de ajuste para acortar el tiempo total de preparación. Se llama ajuste en realidad a las no conformidades que a base de prueba y error van llegando hasta hacer el producto de acuerdo con las especificaciones (además se emplea una cantidad extra de material). Se busca recrear las mismas circunstancias que la de la última vez. Como muchos ajustes pueden ser hechos como trabajo externo se requiere fijar las herramientas. Los ajustes precisan espacio para acomodar los diferentes tipos de matrices, troqueles, punzones o utillajes por lo que requiere espacios estándar.

d) Tercera etapa: perfeccionar las tareas internas y externas.

La finalidad en esta etapa es afinar la preparación de la lista o gestión en las acciones a realizar, incluyendo todas y cada una de las operaciones elementales (tareas externas e internas). Algunas de las acciones orientadas a la mejora de las operaciones internas más utilizadas por el sistema SMED son:

- Implementación de operaciones en paralelo: En estas operaciones se necesita trabajo en equipo de manera simultánea y sincronizada, Por ejemplo, dos personas en una operación que llevaba 12 minutos no será completada en 6, sino quizás en 4, gracias a los ahorros de movimiento que se obtienen. El tema más importante al realizar operaciones en paralelo es la seguridad.

- Utilización de anclajes funcionales: Son dispositivos de sujeción que sirven para mantener objetos fijos en un sitio con un esfuerzo mínimo.

Todas estas etapas se centran en la creación de un procedimiento de cambio que pasa a formar parte de la dinámica de trabajo en mejora continua de la empresa y que opera de acuerdo con el siguiente esquema iterativo de trabajo:

1. Elegir la instalación sobre la que actuar.

2. Crear un equipo de trabajo (operarios, jefes de sección, otros).
3. Analizar el modo actual de cambio de utillaje. Filmar un cambio.
4. Reunión del equipo de trabajo para analizar en detalle el cambio actual.
5. Reunión del equipo de trabajo para determinar mejoras en el cambio:

Clasificar y transformar operaciones Internas en Externas.

Evitar desplazamientos, esperas y búsquedas, situando todo lo necesario al lado de máquina.

Secuenciar adecuadamente las operaciones de cambio.

Todas estas etapas generan unos beneficios que son:

Reducir el tiempo de preparación y volverlo tiempo productivo.

Reducir el tamaño del inventario

Reducir el tamaño de lotes de producción

Producir varios modelos o productos el mismo día en la misma máquina o línea de producción ⁶¹

TÉRMINOS CLAVES DEL SMED

- Cambio de serie: este término se refiere al periodo que transcurre desde la fabricación del último producto válido de una serie, hasta el primer producto correcto de la siguiente serie. Cabe mencionar que el cambio no termina hasta que se consigue sacar el primer producto correcto, sino que muchas veces el tiempo dedicado a las pruebas es superior al tiempo de preparación de máquina.

⁶¹ MEDINA, Pedro; RESTREPO, Jorge, otros 2009 :177-180

- Periodo de Setup: este se refiere al intervalo en el cual no se produce manufactura dentro del cambio de serie. Estas actividades corresponden al cambio de configuración de la máquina y el ajuste y calibración del herramental antes del inicio de la máquina.
- Periodo de baja (Run down period): esto periodo se da debido que en algunos procesos es necesario desacelerar el funcionamiento de la maquina previo a su detención total, lo cual origina una disminución de la producción previo al cambio de serie.
- Periodo de alta (Run UP period): este periodo se inicia cuando la producción del nuevo producto se ha puesto en marcha y se logra dentro de la línea de producción la capacidad deseada y una calidad aceptable.

1.13.4 Ciclo Deming (PHVA)

A partir del año 1950, y en repetidas oportunidades durante las dos décadas siguientes, Deming empleó el Ciclo PHVA como introducción a todas y cada una de las capacitaciones que brindó a la alta dirección de las empresas japonesas. De allí hasta la fecha, este ciclo (que fue desarrollado por Shewhart), ha recorrido

El mundo como símbolo indiscutido de la Mejora Continua. Las Normas NTP-ISO 9000:2001 basan en el Ciclo PHVA su esquema de la Mejora Continua del Sistema de Gestión de la Calidad. En la Figura 3 se podrá apreciar el Ciclo Deming.

El ciclo P.H.V.A. ha sido la base de la posterior norma internacional ISO 9001, que sentó la base de los principios de Calidad y Mejora Continua, para luego ser la madre de todas las familias de normas ISO (9000, 14000, 22000, etc.) y demás normas derivadas. El ciclo de Deming nos indica que para que se obtenga la Mejora Continua de cualquier proceso, se necesitan cuatro etapas muy precisas: Planificar u organizar (P), Hacer o ejecutar (H), Verificar o evaluar (V) y Actuar o corregir (A). Con el cumplimiento de estas etapas Deming nos indicó el camino que debemos seguir, si queremos mejorar el desempeño de cualquier actividad. El ciclo PHVA se explica de la siguiente forma:

a) Planificar:

- Involucrar a la gente correcta
- Recopilar los datos disponibles
- Comprender las necesidades de los clientes
- Estudiar exhaustivamente el/los procesos involucrados
- ¿Es el proceso capaz de cumplir las necesidades?
- Desarrollar el plan/entrenar al personal

b) Hacer:

- Implementar la mejora/verificar las causas de los problemas
- Recopilar los datos apropiados

c) Verificar:

- Analizar y desplegar los datos
- ¿Se han alcanzado los resultados deseados?
- Comprender y documentar las diferencias
- Revisar los problemas y errores
- ¿Qué se aprendió?
- ¿Qué queda aún por resolver?

d) actuar:

- Incorporar la mejora al proceso

1.13.5 LAS 5'S

Es una herramienta japonesa que se utiliza para tener de manera organizada, limpia y segura un área de trabajo.⁶²

Para aplicar las 5'S se utiliza unas técnicas que se menciona a continuación:

a) SEIRI (Clasificar)

Es separar los elementos que agregan valor y los desperdicios que generan obstáculos al flujo. Por ejemplo:

“...Un exceso de inventario, equipos, herramientas, muebles, etc., que no pertenecía a ese lugar..... ¿Por qué necesitas hacer esto? El rendimiento se incrementó como resultado de la mejora del flujo de trabajo, se mejora la comunicación entre los trabajadores, se aumenta la calidad del producto, espacio perdido se reduce, el tiempo pasado en busca de piezas o herramientas se reduce, y se evita el exceso de existencias” (MYERSON, Paul; cadena de suministro esbelta y Gestión Logística, 2012:5.4.1)

Asimismo, rotular los espacios ya clasificados con una etiqueta roja que ayude a identificar las áreas, ambiente, productos, etc. ya clasificados y evitar duplicidad.⁶³

b) SEITON (Ordenar)

En esta etapa se busca ordenar los materiales, productos, etc. de una manera organizada. El objetivo es poder ubicar los elementos de la manera más rápida en el lugar que corresponde su ubicación. Para esto es necesario crear ubicaciones de los elementos con la información deseada, ya que al generarse una solicitud de un elemento la búsqueda será de la manera más rápida eliminando desperdicios de tiempo y transporte.

⁶² WILSON, Lonnie : 2010

⁶³ MYERSON, Paul: 2015

c) SEISO (Limpiar)

Consiste el limpiar el área de trabajo, los equipos, maquinarias, herramientas. Es decir, todo recurso que se vuelva a utilizar debe estar en las mejores condiciones. Por ejemplo:

“mantener el área limpia reduce la posibilidad de defectos en el producto. Si las máquinas se mantienen limpias, fugas de aceite se descubrieron al instante antes de que falle el equipo” (Mandyam M. Srinivasan; Melissa R. Bowers; capítulo 6.2 McGraw-Hill Professional, 2014)

d) SEIKETSU (Estandarizar)

Consiste el establecer que los parámetros ejecutamos se realicen de la misma manera en cualquier parte de la organización interna o externamente⁶⁴. Por ejemplo

“Que un operador que se mueve a una nueva área no va a tener que aprender un nuevo sistema y el pueblo de reposición de material no tendrá que hacer frente a una multitud de sistemas” (Mandyam M. Srinivasan; Melissa R. Bowers; capítulo 6.2.10 McGraw-Hill Professional, 2014)

e) SHITSUKE (Feedback de las 4'S)

Consta en asegurar que se cumplan los instructivos y procedimientos establecidos. Para ello es necesario adoptar una disciplina para el cumplimiento de normas y procedimientos ya asimilados pueda generar resultados beneficiosos para la organización. El shitsuke es el canal entre las 5S y el mejoramiento continuo. Por ejemplo, Shitsuke implica control periódico, visitas sorpresa, autocontrol de los empleados, respeto por sí mismo y por lo demás y mejor calidad de vida laboral.

⁶⁴ KELLER, Paul :2011

En los últimos tiempos se está considerando la sexta S como seguridad dentro del programa de las 5'S que abarca desde el paso uno hasta el cinco donde la responsabilidad es de todos según la cultura de seguridad de la organización. Cada individuo es responsable cumplir con las normas de seguridad en cada actividad que realice.

1.14 Caso de éxito 1

Reducción en el tiempo de configuración de una prensa mecánica en el área de metalmecánica en una empresa de ascensores

En una empresa de ascensores se realizó un proyecto de configuración de una prensa mecánica en el área de metal mecánica. El proceso de configuración de la maquina tiene procesos altos debido a la gran cantidad de productos fue necesario realizar un ABC para elegir el producto representativo. Se requiere para esto 3 configuraciones representativas para elegir el producto: uno para llevar a cabo el corte del producto y los otros dos para llevar a cabo los procesos de flexión. Después de analizar se hallaron problemas en la configuración con alta demanda de tiempos; grandes cantidades de movimientos realizados por el operador; la falta de un proceso estandarizado; alta cantidad de existencias y de trabajo en curso; falta de espacio en la planta de producción; y la desorganización de los equipos y materiales. Por esta razón, se seleccionó la metodología SMED, junto con otras herramientas de Lean (5S, gestión visual y de trabajo estándar), con el fin de tratar de resolver estos problemas. Para este fin, se ha creado una metodología que consiste en nueve pasos:

- a) Observación inicial: Se busca identificar las herramientas a utilizar durante la configuración, el lugar en los que el operador se mueve alrededor y todos los demás aspectos que intervienen en el proceso;
- b) El diálogo con el operador: Identificar posibles problemas en la configuración;
- c) La grabación de vídeo: Para registrar todas las operaciones y movimientos durante la instalación;

d) Secuencia diagrama de la construcción (estado actual): describir cada operación de configuración, registrar su duración y la distancia recorrida por el operador, y para clasificar el tipo de la actividad (operación, transporte, inspección, a la espera o el inventario);

e) construcción diagrama de recorrido gráfico (estado actual): para representar los movimientos que el operador lleva a cabo durante el proceso de instalación y para identificar las áreas de mayor afluencia;

f) Etapa 1 aplicación SMED: separar la configuración interna y externa.

g) Etapa 2 aplicación SMED: para convertir el interior en la configuración externa.

h) Etapa 3 aplicación SMED: racionalizar la configuración interna y externa

i) Análisis de los resultados: analizar los resultados obtenidos y verificar el impacto de la metodología implementada

Los primeros cinco pasos pueden tomarse como etapas-preliminares a la metodología SMED. Luego de analizar la configuración inicial de la máquina de la prensa, en la etapa preliminar se percataron que todas las operaciones se realizaban como internas, ya que se ejecutaban con la máquina parada.

Etapa 1

La separación de las operaciones en la configuración interna y externa (etapa 1 SMED) ayudo de forma significativa que era posible mejorar el proceso de cambio. Las técnicas utilizadas en esta etapa fueron la creación de una lista de control, para indicar la información necesaria para la ejecución de configuración y la planificación del transporte de herramientas durante el periodo externo.

Etapa 2

Se utilizó la técnica de la preparación de las condiciones de funcionamiento de antemano por la duplicación de base superior de la matriz. La existencia de una sola base permitía que

el operador perdiera tiempo en la eliminación de la base de una matriz a otra. Mediante el uso de dos bases durante el proceso de instalación, el operador solo tiene que quitar el viejo molde y colocar el nuevo con la base superior ya montada.

Figura 27 Muestra de dos bases para el proceso de instalación

Fuente: Costa, Erick y otros: 2013

Etapas 3

Se analizaron los diversos aspectos de las configuraciones con el objetivo de distinguir las actividades internas de externas. En consecuencia, se percataron que las mejoras en las operaciones externas no actúan directamente sobre la reducción del tiempo de configuración, pero pueden ayudar al operador a mejorar sus actividades. En el caso de mejoras en operaciones internas, se aplicaron dos técnicas: la utilización de abrazaderas rápidas y eliminación de los ajustes funcionales. El sistema de centrado de la boquilla se mejoró con la inclusión de una placa metálica, en la parte trasera de la mesa de la máquina, lo que asegura un posicionamiento directo y rápido de la matriz.

Figura 28 Placa metálica

Fuente: Costa, Erick y otros: 2013

También se mejoró un aspecto crítico en el proceso de configuración de la máquina de prensa. El operador tarda demasiado tiempo en el cambio de instalación de una matriz vieja por una nueva. Esto debido a que los operarios no contaban con la capacitación y formación en la instalación de un nuevo troquel, por lo que era necesario ajustar manualmente los parámetros en el panel de control de la máquina. Estas operaciones tenían larga duración debido a varios movimientos que realizaba el operador con el fin de validar la información. Por esta razón, se solicitó al fabricante capacitación a operador de cambio de matriz. Además, se tomaron acciones como asignar un número a cada boquilla grabando cada botón en su panel de control con el fin de identificar y tener mejor lectura en el control de máquina. Esto conlleva a que proceso sea más rápido sólo en cuanto a introducir el número de la matriz en la máquina.

Por otro lado, en las mejoras externas, se mejoraron aspectos que influyen en el almacenamiento y transporte de materiales. Para resolver el problema de la falta de espacio para el almacenamiento de troqueles, se introdujo un nuevo bastidor, que permite una mejor organización y la identificación de los troqueles. Otra mejora fue la introducción de una herramienta de rodillos gabinete, en la que se colocaron las herramientas necesarias para el operador. Las 5S técnica también se aplicaron para mejorar la organización de la estación de trabajo. Con esta solución era eliminado un bastidor donde se encuentran las herramientas de una manera desarreglada y lejos de la estación de trabajo, que permite aumentar el espacio de trabajo y reducir los movimientos innecesarios.

Figura 29 Nuevo bastidor y rodillos en los gabinetes

Fuente: Costa, Erick y otros: 2013

Gestión Visual se aplicó también para facilitar el proceso de identificación de los troqueles, mediante la creación de placas de identificación y etiquetas de color. También, el espacio de trabajo se delimitó mediante la colocación de líneas amarillas en el suelo. Estas soluciones implican que el operador pasa menos tiempo en la búsqueda de matrices y las líneas amarillas evitar la obstrucción del área de trabajo.

Figura 30 Placas y etiquetas de color y delimitación de espacio de trabajo

Fuente: Costa, Erick y otros: 2013

Análisis de los resultados

A continuación, se muestra los resultados del proyecto

Tabla4

Mejoras obtenidas en el tiempo de configuración

Setup	Etapla Preliminar (min)	Etapla 1 (min)	Etapla 2 (min)	Etapla 3 (min)	Mejoras
1	21.65	17.5	16.28	7.57	65%
2	24.17	18.95	17.13	7.93	67%
3	19.1	17.38	15.45	9.05	53%

Nota: Fuente: Costa, Erick y otros: 2013

Se muestra la reducción de los tiempos en la preparación de cada etapa

Tabla5

Las mejoras obtenidas en la distancia recorrida

Setup	Etapla Preliminar (m)	Etapla 1 (m)	Etapla 2 (m)	Etapla 3 (m)	Mejoras
1	102	26.1	26.1	22.5	78%
2	87.3	42.5	42.5	38.9	55%
3	95.4	54.1	54.1	52.3	45%

Nota: Fuente: Costa, Erick y otros: 2013

Se muestran los resultados en la reducción en los movimientos del operador durante el proceso de instalación.

Tabla6

Mejoras obtenidas en el trabajo en proceso (WIP)

Partes por cajas	demada diaria	stock	Mejoras
800	62.5	12.8	50%
400	62.5	6.4	

Nota: Fuente: Costa, Erick y otros: 2013

Se obtuvo que, al reducir los tiempos de preparación, también se podía reducir los tiempos de lote. En el cambio de formato se estaba produciendo el doble (800 piezas), lo que origina la creación de una gran cantidad de trabajo en curso, espacios ocupados innecesarios.

A continuación, se muestra los beneficios del SMED para este proyecto

Tabla7

Mejoras obtenidas por la implementación del SMED

Configuración inicial promedio (min)	21.64
Configuración Final promedio (min)	8.18
Ganancias por configuración (min)	13.46
promedio de montajes al día	3
Ahorro de tiempo de producción por día (min)	40.38
días laborables del año	242
Ahorro de tiempo por año(min)	9771.96
Ahorro de tiempo por año(h) ⁵⁹	162.87
Costo por hora de la máquina de prensa	10
Ganancias por año	1628.7

Nota Fuente: Costa, Erick y otros: 2013

Los resultados obtenidos fueron reducciones que van del 53% al 67% en los tiempos de preparación, de 45% a 78% en distancias recorridas y el 50% en términos de WIP. También, los procesos de configuración se estandarizaron. Estas mejoras generaron obtener ganancias alrededor de 1628,70 € por año.⁶⁵

⁶⁵ COSTA, ERIC y otros : 2013

1.15 Caso de éxito 2

1.15.1 Evaluación de un recuperador de calor en una industria frigorífica

Este caso se realizó en una empresa de fabricación de helados. Se realizó un análisis a la instalación frigorífica. Este último está compuesto por un banco de compresores, un condensador evaporativo enfriado por agua, un tanque receptor de líquido, un tanque enfriador separador intermedio, un sistema de evaporadores a baja presión formado por las neveras, la máquina de paletas y el equipo congelador, así como un sistema de evaporación a presión intermedia donde están ubicados la nevera de saboreo, los tanques de guarda y el banco de hielo

Figura 31 Ubicación del recuperador de calor en el sistema de refrigeración

Fuente: Imbert-González, J., & Guillen-Gordín, R. (2014).

El proceso de recuperación de calor empieza con el enfriamiento de las camisas del compresor hasta la descarga del compresor del vapor refrigerante. En esta etapa los autores la consideran como la mejor oportunidad para recuperar calor en sistemas de refrigeración. En esta investigación el recuperador de calor se diseña a partir de los elementos expuestos por el profesor Fernando Brossard en la Conferencia Internacional del IIR “Natural Refrigerant” en Dinamarca en 1996, recomienda aprovechar las ventajas de un diseño económico, con una operación sencilla. Instalado en la descarga del compresor de la etapa de alta y antes del condensador. Este intercambiador de calor opera como recuperador de calor, calentando agua y permitiendo la condensación de parte de los vapores de lubricante

que son descargados junto al amoniaco, para ser purgados periódicamente por su parte inferior.⁶⁶

Se considera los elementos como el intercambiador de calor, que debe ser más compacto y de menor costo; el ahorro de combustible cuando se genera vapor de la instalación industrial. Esta evaluación permitirá poner evidencias cuantitativas sobre la aplicación de esta técnica en instalaciones industriales. (Imbert-González, J., & Guillen-Gordín, R. (2014)

En este intercambiador de calor instalado los flujos del NH₃ y H₂O circulan en espacios anulares contracorriente, con entrada axial tangencial para aumentar el tiempo de permanencia de los fluidos y elevar la turbulencia de su hidrodinámica. (Imbert-González, J., & Guillen-Gordín, R. (2014).)

Figura 32 Esquema del equipo recuperador de calor instalado y sección tubular de uno de los tubos del intercambiador

Fuente: Imbert-González, J., & Guillen-Gordín, R.:2014

⁶⁶ Imbert-González, J., & Guillen-Gordín, R. (2014)

Las medidas del diseño son importantes para la evaluación. El diámetro exterior e interior del anulo por el cual fluye el agua tiene medidas de 0.057 m, 0.050 m respectivamente. El diámetro exterior del tubo ciego que corresponde al diseño fue de 0.042 m, quedando el diámetro interior del ánulo por el cual circula el amoniaco en 0.068 m. La longitud de intercambio de calor fue de 2,7 m.

Para la evaluación del equipo se emplea el método NTU-efectividad. Este método fue desarrollado por primera vez en detalle por Kays M. y London A. en 1955 [10], y se basa en determinar la cantidad de calor transferida, respecto a la máxima cantidad de calor posible a transferir durante el proceso dado. (Imbert-González, J., & Guillen-Gordín, R. (2014).)

Se muestra unas tablas donde se aprecia el aumento de presión de succión de frio, asimismo una disminución de presión al descargar de calor. También la efectividad, eficiencia y el COP.

Tabla8

Muestra de los parámetros comparativos evaluados en el sistema

Presión de succión (kgf/cm ²)	Presión Intermedia (kgf/cm ²)	Presión de descarga (kgf/cm ²)	V (Volt)	I _p (Amp)	cos φ
Sin el empleo del recuperador de calor					
-0,11	2,1	12,7	440,3	123,3	0,78
-0.12	3,1	12,5	443.9	124,8	0.78
-0.10	2,8	12.3	439,2	121,5	0.79
Con el empleo del recuperador de calor					
-0,13	1,8	11,5	440,0	103,4	0,79
-0,18	1,6	12,2	442,1	103,6	0,78
-0,17	2,1	11,2	441,0	102,1	0,78

Nota: Josué Gonzales & Reinaldo Guillen

Los resultados determinar que el desempeño del recuperador de calor instalado se encuentra operando con índices adecuados de efectividad (67%), con una eficiencia superior al 35%, para 68,9 °C de temperatura de salida del agua.

La puesta en funcionamiento de la recuperación de calor permite el incremento de la eficiencia del sistema de refrigeración de doble etapa de compresión (COP) en un 0.43,

respecto a su explotación sin el sistema de recuperación de calor. Esto fue provocado por la disminución de la presión de condensación y el menor consumo de los motores eléctricos de los compresores de la instalación frigorífica. Esto permite el ahorro de recursos y la explotación más estable del sistema de refrigeración. (Imbert-González, J., & Guillen-Gordín, R. (2014).)

Figura 33 Comparativo del COP

Fuente: Josué Gonzales & Reinaldo Guillen

2 CAPITULO II: ANALISIS DEL SECTOR INDUSTRIAL

2.1 Entorno

La industria de producción de hielo actualmente se encuentra en un mercado en crecimiento, por consiguiente, es considerada una de las más importantes para la conservación de alimentos. El empleo del hielo es requerido a bordo de pequeñas embarcaciones de pesca artesanal para sus bóvedas insuladas con el objetivo de preservar el pescado, desde la captura hasta el desembarco en el puerto, para evitar su descomposición, debido a la acción de microorganismos que aparecen luego de la muerte del pescado, el mismo que es conservado en recipientes que contienen agua, hielo y sal. Asimismo, es requerido por terminales pesqueros para su abastecimiento, por lo que envían sus unidades con cabinas acondicionadas para el transporte y conservación de diversas clases de pescado a distintos puntos de la capital.

2.2 Análisis FODA del sector pesquero

2.2.1 Análisis interno

Fortalezas

F1: Mar territorial con alto nivel de productividad territorial.

F2: Diversidad de recursos hidrobiológicos.

F3: Actividad pesquera artesanal de carácter ancestral.

F4: Condiciones climáticas, oceanográficas y geográficas adecuadas para el desarrollo de la pesquería y acuicultura.

F5: Disponibilidad de desembarcaderos pesqueros artesanales.

F6: Instituciones de apoyo para investigación, capacitación y tecnificación

F7: Organizaciones sociales de pescadores y procesadores artesanales registrados en la DNPA y DIREPES.

F8: Actividad pesquera artesanal fuente generadora de empleo y alimentación

(Ministerio producción:2014)

F19: >Tienen buena imagen en el sector bancario

F10: Son únicos fabricantes de hielo en bloque industrial en el nicho de mercado de su localidad

F11: Cerca a los puertos de Ancón y terminal pesquero de Ventanilla

F12: Experiencia en el rubro

DEBILIDADES

D1: Falta de cumplimiento de normativa vigente

D2: Deficiente infraestructura portuaria

D3: Ineficiente gestión en el uso del canon pesquero.

D4: Explotación indiscriminada de especies que viven en ecosistemas frágiles que atentan contra la comunidad y el consumo humano.

D5: La pesca artesanal tiene alto grado de informalidad.

D6: Procesos no definidos

D7: Falta de control en las operaciones

D8: Ineficiencia en los procedimientos de las áreas

2.2.2 Análisis externo

Oportunidades

O1: Apertura de nuevos mercados.

O2: Posibilidad de desarrollo de nuevos productos con alto valor agregado.

O3: Mayor demanda por productos saludables como los hidrobiológicos.

O4: Creciente demanda de productos pesqueros en el mercado internacional.

O5: Gran riqueza ictiológica por las condiciones oceanográficas favorables.

O6: Poca competencia en el mercado

O7: Ubicación geográfica para acceder a mercados de EE. UU. y APEC

AMENAZAS

A3: El cambio climático y calentamiento global.

A2: Problemas fitosanitarios pueden cerrar temporalmente mercados.

A1: Los efectos negativos de los fenómenos oceanográficos.

A4: Efluentes en la industria harinera, minera, agraria y urbana

Finalmente, se puede decir que el sector pesquero al poseer fortalezas sólidas puede enfrentar las debilidades sin mayor problema en el ámbito interno; y a su vez aprovechar las oportunidades para enfrentar las amenazas, lo que le permite desarrollar nuevos productos que le permitan desarrollar una penetración en los mercados internacionales.

Asimismo, la participación del sector privado y los gobiernos regionales pueden lograr un desarrollo sostenible en conjunto con el medio ambiente y la pesca.

2.3 Crecimiento

El sector pesquero en el país está centrado básicamente en las actividades de extracción y transformación de los recursos hidrobiológicos como peces, moluscos y otras especies, para consumo humano y para la industria de la harina y aceite de pescado; llegando casi al 95% lo destinado para ese fin⁶⁷.

Se puede apreciar en la tabla # 9, los datos a nivel nacional y por departamento, que el crecimiento que ha experimentado la pesca y el desembarque de especies y recursos marinos desde el año 2010, llegando alcanzar los 4'589,848 TMB de desembarque hacia el año 2015, lo cual ubica esta actividad como una de las principales que se desarrollan en el país, contando además con un gran número de especies como:

⁶⁷ Cfr. PESEM 2011-2015: 37

La anchoveta, atún, bonito, caballa y jurel

La merluza y sardina

El bacalao, la corvina, el dorado, perico, etc.

Tabla9

Desembarque de Recursos Marítimos para consumo humano

DESEMBARQUE DE RECURSOS MARITIMOS PARA CONSUMO HUMANO DIRECTO, SEGÚN PUERTO, 2010-2015 (Tonelada Métrica Bruta)						
Puerto	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Total, Nacional	890,680	1,209,466	1,111,290	1,444,677	3,530,652	4,589,848
Tumbes	46,371	56,347	45,347	58,951	69,475	90,318
Piura	502,282	564,046	580,457	754,594	720,035	936,046
Lambayeque	8,875	9,066	7,243	9,416	13,862	18,021
La Libertad	4,770	9,414	9,902	12,873	356,323	463,220
Ancash	117,619	197,807	141,701	184,211	345,941	449,723
Lima	72,975	218,355	169,359	220,167	963,662	1,252,761
Ica	28,082	37,581	37,548	48,812	544,328	707,626
Arequipa	37,410	17,806	42,294	54,982	234,798	305,237
Moquegua	21,999	18,411	17,730	23,049	142,003	184,604
Tacna	65,000	3	1	1	13,489	17,536
Otros Puertos	50,232	80,630	59,708	77,620	126,736	164,757

Nota: Extracto en base a información Anuario Estadístico 2014/Produce

El crecimiento de esta actividad crea una necesidad de ser atendida para la conservación de la especie destinada al consumo humano, por ello es importante mencionar como se observa en la tabla # 9, la evolución del desembarco de recursos marítimos para el consumo es positiva. Es decir, tiene una pendiente creciente, en el año cerró con 1,252.761 toneladas métricas. Siendo un aspecto favorable para la conservación de pescado y por ende necesite más hielo ⁶⁸

Figura 34 Desembarque de Recursos Marítimos a Nivel Nacional

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Anuario Produce

Principalmente, se puede observar en la tabla # 9, que el mercado local en Lima, tiene una demanda considerable, siendo sectores en crecimiento de esta demanda los puertos de Ancón, Chorrillos y Pucusana, quienes al no ser puertos de mucha demanda carecen de infraestructura que les permita a las empresas dedicadas a la pesca contar con la infraestructura y logística necesaria para atender la conservación de los productos

⁶⁸ Ministerio de la producción: anuario 2014

hidrobiológicos, siendo necesario apoyarse en la industria del frío y generadora de hielo industrial que le permita la manipulación de los cardúmenes.⁶⁹

Tabla10

Desembarque de Recursos Marítimos para consumo humano directo según puertos Lima

TMB (Tonelada Métrica Bruta)						
Puerto	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Lima	72,975	218,355	169,359	220,167	963,662	1,252,761
Ancón	969	5,096	3,071	3,992	1,168	1,518
Callao	49,623	152,128	99,369	129,180	392,803	510,644
Chancay	1,334	2,060	2,077	2,700	210,889	274,156
Chorrillos	1,300	1,788	11,806	15,348	12,754	16,580
Huacho	7,739	30,404	21,588	28,064	99,037	128,748
Pucusana	10,195	14,753	22,992	29,890	15,479	20,123
Supe/Puerto Chico	1,170	4,239	2,889	3,756	113,831	147,980
Végueta	645	7,887	5,567	7,237	117,701	153,011

Nota: Extracto en base a información Anuario Estadístico 2014/Produce

⁶⁹ Ministerio de la producción: anuario 2014

En la tabla # 10, se puede apreciar que el puerto de Ancón tuvo un descenso en el desembarque de los recursos hidrobiológicos desde el 2012 al 2014, Sin embargo, se ha incrementado en 1,518 TMB en al año 2015.⁷⁰

Figura 35 Desembarques marítimos en Ancón

Fuente: ministerio de la producción datos de Anuario Produce 2014

En el puerto de Ancón el desembarco de recursos marítimos en el año 2015 tuvo un incremento de 30% con respecto al 2014.⁷¹

⁷⁰ Ministerio de la producción: anuario 2014

⁷¹ Ministerio de la producción: anuario 2014

2.4 Descripción de la empresa

La empresa Ingeniería en refrigeración industrial Virgen de Guadalupe SAC (INREVIG SAC), inicio sus actividades en el año 2008. Las actividades están enfocadas en la fabricación de hielo en bloques para su distribución y comercialización a las empresas del sector pesquero, quienes son sus principales clientes, debido a la gran demanda existen de escasos de hielo, convirtiéndose en su mercado objetivo. La fabricación de hielo en bloques se realiza en una cantidad de 50 kilos, por molde de congelado, distribuido por canastillas de 20 moldes que entregan 1 tonelada por línea producida, la cual toma un tiempo entre 20 a 24 horas

De producción, con una capacidad de 50 toneladas diarias que se fabrican en una poza de salmuera, la cual, una vez producido el hielo en bloques, requiere de un turno de trabajo de 12 horas para su desmolde y despacho (de 7 am a 7 pm). La venta del hielo en bloques se efectúa a razón de tonelada x precio de venta, siendo el monto establecido en S/.115 por tonelada.

La organización orienta su negocio de hielo hacia el mercado de la pesca artesanal. El hielo juega un papel clave en la preservación de la calidad para bóvedas insuladas en la pesca artesanal. Así como en su transporte interno y comercialización.

Figura 36 Ubicación de la empresa

Fuente: Google Maps

La ubicando la planta de fabricación de hielo en el departamento de Lima, provincia de Lima, distrito de Ancón, en calle Los Filtros esquina con los Compresores Nro. S/N Z.I. Parque Industrial de Ancón.

La producción del hielo en bloques depende mucho de la demanda que existe por temporadas, siendo su máximo pico de ventas en enero, marzo y octubre.

Figura 37 Ventas de hielo industrial en bloques (TNS) 2016

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de INREVIG

En la figura # 37, se puede observar que las ventas realizadas en el año 2016 ascendieron a casi 2,000 Toneladas en los meses de enero, marzo y octubre, y esto debido que las ventas son estacionarias en dichos meses ya que existe una gran demanda de hielo por la temporada de verano donde las empresas dedicadas a la pesca requieren conservar el producto tan fresco como sea posible.⁷²

⁷² Datos empresa INREVIG: 2016

Visión

La empresa no cuenta con una visión definida, debido que la puesta en marcha del negocio no se ha realizado de manera ordenada, además de no contar con una estructura organizativa definida.

Misión

Ocurre lo mismo que con la visión al no contar con una estructura organizativa, no se ha definido como tal la misión para la empresa.

Objetivos

La empresa no cuenta con objetivos claramente establecidos dentro de un marco organizacional, a pesar de que su principal actividad está relacionada con la venta de hielo en bloques hacia un mercado claramente identificado que es el de la pesca; sin embargo, no tiene un plan de crecimiento estructurado.

Figura 38 Organigrama

Fuente: Empresa INREVIG

La empresa está compuesta por el Gerente General, luego le sigues el Gerente de Finanza. En el área de Operaciones está el jefe de planta, el supervisor de producción, técnicos y operarios. En el área de facturación está el asistente y contador y por último en el área de planeamiento está un analista.

2.5 Mapa de proceso

Actualmente la empresa no cuenta con mapa de procesos. Sin embargo, se diseñó un mapa bajo método de observación y preguntas a la gerencia acerca del movimiento del negocio.

Figura 39 Mapa de procesos del hielo en bloques

Fuente: elaboración propia

2.6 Nivel de ventas

Se puede apreciar en la tabla # 11, que la empresa Ingeniería en refrigeración industrial Virgen de Guadalupe SAC – INREVIG SAC, tiene altos niveles de ventas y que sus ingresos están alrededor de los S/.1'798,716, considerando un promedio de 26 días de producción al mes; lo cual comparado con empresas dedicadas al mismo rubro, se encuentra por debajo éstas, ya que el mercado que atiende solamente es de un 20%, lo cual significa que existe un 80% del mercado objetivo que puede ser atendido, lo cual significaría un incremento en el nivel de ventas.

Tabla11

Pedidos Vs Ventas Vs Producción 2016

Mes	Pedidos	Ventas en Toneladas	Venta en S/.	DIAS	PRODUCCION
Enero	3,256	1,915	220,248	26	1170
Febrero	2,004	1,670	192,062	24	1080
Marzo	2,267	1,889	217,247	26	1170
Abril	1,523	952	109,469	26	1170
Mayo	1,872	1,337	153,778	26	1170
Junio	1,291	1,076	123,745	26	1170
Julio	1,160	828	95,266	25	1125
Agosto	1,010	561	64,515	26	1170
Septiembre	696	696	80,075	26	1170
Octubre	2,253	1,733	199,289	27	1215
Noviembre	2,377	1,251	143,862	25	1125
Diciembre	2,771	1,732	199,160	26	1170

Nota: Elaboración propia a partir de datos de INREVIG

2.7 Descripción del proceso

a) Descripción del producto

La empresa Ingeniería en refrigeración industrial Virgen de Guadalupe (INREVIG) SAC produce hielo en bloques, cuya materia prima es el agua, la cual es extraída de un pozo subterráneo y conducida hacia el tanque de tratamiento, para luego ser clorado en un tanque cisterna que bombea hacia tanque que abastece a los moldes.

El agua tratada ingresa a un molde rectangular de 20x40x100 cm, es transportada y sumergida en la poza de congelamiento, donde se congela a -12°C , esta contiene agua con salmuera (80% de salinidad), y serpentines por los que circula amoníaco a 99% de concentración, y luego de 20 a 24 horas (de acuerdo con la producción) es retirada para su desmolde y despacho.

Este producto es de forma rectangular, pero la empresa en estudio lo vende triturado, debido a que los clientes de la industria pesquera lo requieren de esta manera, por lo que la fábrica de hielo luego del desmolde de estos bloques los tritura para pasarlos directamente al camión frigorífico que transportará el hielo a su destino final, y de esta forma se pueda conservar el pescado desde el momento que es atrapado hasta que es vendido.

En la siguiente tabla, se muestran las características generales de los bloques de hielo que se producen en la empresa INREVIG

Tabla12

Características del hielo en bloque

Característica generales	
Peso	50 kg
Espesor	20 cm
Longitud	40 cm
Altura	95 cm
Forma	Rectangular
Color	Incoloro
Olor	Incoloro
Aspecto	Transparente

Nota: INREVIG elaboración propia

b) Materiales e insumos

Moldes

Los moldes que se utilizan para el llenado de agua para la fabricación de hielo son de hierro galvanizado, cuyas dimensiones son de 20x40x100 cm de altura con una solera en la parte superior, que va a permitir sujetarse a la canastilla para moldes, como se muestra en la siguiente figura.

Figura 40 Canastillas para Moldes

Fuente: Elaboración propia

Sal Industrial

Es utilizada para tratamiento de agua en general que no requiere de mayor pureza. En el caso de la empresa en estudio, la utilizan para elaborar piscinas con salmuera, lo que conlleva a un descenso del punto de congelamiento del agua.

Agua

Es su materia prima, ya que la utiliza para la elaboración de los bloques de hielo, para lo cual cuentan con un pozo subterráneo del cual extraen agua, que luego pasa por un proceso de tratamiento simple para ser utilizada en la producción. Es un líquido incoloro, inodoro e insípido, compuesto por dos volúmenes de hidrógeno y uno de oxígeno (H_2O). Se solidifica a $0^{\circ}C$ y hierve a $100^{\circ}C$.

Amoniaco

El amoniaco tiene participación como refrigerante en el sistema de refrigeración por compresión a vapor, el cual toma 4 etapas:

- Evaporador

El refrigerante va absorber el calor de los alrededores, por lo tanto, como el amoniaco se encuentra en su fase líquida pasa a la fase de vapor. Los evaporadores en forma de serpentín se encuentran en la poza de congelamiento (salmuera) y ayudan a que las toneladas de agua sumergidas en los moldes puedan convertirse en hielo mucho más rápido.

El amoniaco líquido cuando cambia de fase a vapor, se enciende la alarma indicando que los solenoides se cierran, porque ya se alcanzó su capacidad máxima. Al cerrarse los solenoides, el amoniaco convertido en vapor va a ingresar a un tanque trampa, el cual se encarga de retener las partículas de líquido, para luego el compresor succionar el vapor y este proceso se repite en ciclos continuos.

- Compresión

El compresor recibe el refrigerante en estado gaseoso del evaporador ingresando por la válvula de servicio del lado a baja presión, en esta condición entra al cilindro en donde es comprimido por el pistón y convertido a temperaturas altas, para luego salir por la válvula de servicio del lado a alta presión hacia el condensador. La temperatura del refrigerante también aumenta.

- Condensación

El refrigerante en estado gaseoso y a temperatura elevada sale del compresor rumbo hacia el condensador, que se encuentra en la parte alta de la planta. El condensador posee un tanque de agua en la parte baja, la cual es impulsada por un motor, generando una especie de lluvia, que baña los serpentines, y con la ayuda de unos ventiladores los cuales proporcionan el aire frío, este amoniaco en vapor se convierte en líquido y sale por la tubería de descarga, dirigiéndose hacia el tanque receptor de líquido para que el proceso siga su funcionamiento.

- Válvula de expansión

El amoníaco convertido en líquido pasa por la válvula de expansión con la finalidad de controlar su caudal para luego ingresar a los evaporadores. En el instante que el amoníaco

líquido pasa por esta válvula, se disponen de unos selenoides que se encargan de cerrar o abrir la válvula para así disminuir o aumentar el paso del refrigerante y su consecuente evaporación dentro de los evaporadores.

c) Flujo de fabricación del hielo en bloques

Para poder entender la obtención del producto terminado se presenta un diagrama de flujo y la explicación del flujograma.

Figura 41 Diagrama de flujo de la producción de hielo en bloques

Fuente: INREVIG / elaboración propia

En la figura 41 se muestra el flujo de fabricación de hielo industrial en bloque que comercializa la empresa, a continuación, se describe la secuencia actual de cada una:

- Materia Prima

La materia prima del proceso de producción de hielo es el agua, la cual se obtiene mediante la succión desde un pozo tubular subterráneo de aproximadamente 30 metros de profundidad con una bomba sumergible de 4", 10 HP y 3 impulsores de caudal para almacenarlo en el tanque # 1.

- Tratamiento del agua

El agua extraída del tanque 1 pasa a un ablandador que se encarga inyectar el flujo del agua con una solución de 400 gr de cloro por cada 60 litros de agua, para después ingresar a una cisterna principal con una capacidad de 246,40 m³. Finalmente, el agua es repartida para abastecer el proceso y la parte administrativa.

- Llenado de moldes

2 operarios sujetan una fila de moldes vacíos con unos ganchos, luego es elevada por un puente grúa guiada por un operario, para después transportarlos a un tanque dosificador donde son llenados con agua a temperatura de 17 °C y luego trasladados hacia la poza de congelamiento donde son depositados, por un tiempo de 20 a 24 horas.

Figura 42 llenado de cubetas

Fuente: elaboración propia

- Congelamiento del agua

Los moldes con agua que fueron llenados en la etapa anterior son sujetos, elevados, transportados e inmersos en la poza para que se congelen a -12°C por un periodo de 20 a 24 horas. Este congelamiento se realiza por la acción de amoníaco líquido que circula a través de serpentines adheridos a una de las paredes de la poza de salmuera. La poza de congelamiento también tiene un refrigerante secundario que es la salmuera (agua con sal industrial) la cual tiene un grado de salinidad (80 % de sal). Esta se mantiene homogenizada en el interior de la poza por medio de 3 agitadores instalados al nivel del piso.

- Desmoldado del Hielo

Cuando las cubetas llenas de agua se encuentran en estado sólido (Hielo). Estas son sujetadas, elevadas y transportadas a un sistema de descongelación denominado “baño maría”, es decir los bloques de hielo al estar a una temperatura de -12°C se exponen a temperatura ambiente,

con la finalidad de que el bloque de hielo se desprenda del molde por sí solo y se extraiga por gravedad, dicho de otra manera, se liberen rápidamente del molde

Actualmente la empresa no cuenta con flujograma, diagrama de operación (DOP), diagrama de actividad de procesos (DAP), entre otros. Sin embargo, se establece los diagramas según las herramientas de ingeniería adquiridas en la carrera.

Figura 43 DOP de la producción de hielo

Fuente: Datos de la empresa INREVIG / elaboración propia

La empresa cuenta con 8 operaciones en las actividades que se desarrollan en el proceso de fabricación de hielo industrial en bloques y 1 cuadro combinado en la actividad de llenado.⁷³

⁷³ INREVIG : 2016

CURSOGRAMA ANALÍTICO				OPERARIO / MATERIAL / EQUIPO												
DIAGRAMA núm: 1 Hoja num: 1				RESUMEN												
Objeto: Cuadernos Empastados.				ACTIVIDAD			ACTUAL			PROPUESTA			ECONOM			
Actividad: Proceso Completo				Operación			17									
				Transporte			4									
Método: ACTUAL /PROPUESTO				Espera			2									
				Inspección			2									
Lugar: INREVIG				Almacenamiento			-									
Operarios(s): Varios Ficha num:				Distancia			-									
				Tiempo			88346									
Compuesto por: Alberto Relayze Fecha:				Costo Mano de obra												
Aprobado por: Fecha:				Material												
DESCRIPCIÓN				C	D (s)	T (seg)	SIMBOLO					Observaciones				
							○	◻	D	□	▽					
1.Llenar con agua el tanque dispensador.				1		86	•									
2. Girar el tanque dispensador para llenar los moldes con agua.				1		3	↓									
3. . Llenar los moldes con agua				1		205	•									
4. Verificar que el molde esté lleno de agua.				1		3				◻						
5. Regresar a su lugar el tanque dispensador.				1		3				◻						
6. Bajar la grúa y engancharla con los moldes llenos.				1		7	↓									
7. Levantar la grúa con los moldes llenos.				1		8	•									
8.Transportar los moldes llenos hacia su lugar en la poza.				1		320	•									
9. Bajar la grúa con los moldes llenos y colocarlos en su respectivo lugar dentro la poza				1		11	↓									
10. Desenganchar la grúa de los moldes y subirla.				1		7	•									
11. Cubrir los moldes llenos con las tablas de madera.				1		7	↓									
12. Congelar el agua que está contenida en los moldes.				1		86400				◻						
13. Levantar las tablas de madera para destapar los moldes.				1		6	•									
14. Bajar la grúa y engancharla con los moldes.				1		7	↓									
15. Levantar la grúa con los moldes de agua congelada.				1		10	•									
16. Transportar los moldes de agua congelada hacia desmoldado.				1		59	•									
17. Sumergir los moldes de agua congelada en la piscina de desmolde.				1		6	↓									
18. Esperar que los bloques de hielo se desprendan de las paredes del molde.				1		200				◻						
19. Inspeccionar que los bloques de hielo estén desprendidos de las paredes del molde.				1		6				◻						
20. Levantar la grúa con los moldes.				1		9	•									
21. Transportar los moldes a una base para desmolde.				1		4	↓									
22. Colocar los moldes sobre una base.				1		4	•									
23. Girar la base con los moldes para que los bloques de hielo se desprendan totalmente del molde..				1		5	↓									
24. Transportar los bloques de hielo al triturador.				1		120	•									
25. Triturar bloques de hielo				1		850	•									
Total						88346	17	04	02	02						

Figura 44 DAP producción en bloques

Fuente: Datos de la empresa INREVIG / elaboración propia

Tabla13

Cuadro de resumen DAP actual

CUADRO DE RESUMEN	N°	TIEMPOS DEMANDADOS (MIN)
17	20.57
4	8.38
2	0.15
2	1440.1

Nota: Datos de la empresa INREVIG / elaboración propia

En el Diagrama de actividades del proceso (DAP) en la producción de hielo industrial en bloques se tiene como resultado que en el consolidado de las operaciones realizadas tienen una demanda de 17 operaciones con un tiempo de 20.57 minutos. También 4 transportes con un tiempo de 8.38 minutos, luego 2 inspecciones con un tiempo de 0.15 min, por último 2 demoras con 1440.1 minutos.⁷⁴

⁷⁴ INREVIG : 2016

Tabla 14

Tabla de resumen DAP actual

Tabla de frecuencia del DAP			
Variables	tiempos demandados del	% Acumulado	Frecuencia acumulada
Demora	1440.1	98.02%	1440.1
Operación	20.57	99.42%	1460.67
Transporte	8.38	99.99%	1469.05
Inspección	0.15	100.00%	1469.2

Nota: elaboración propia

Luego de mostrar en la tabla # 14, se ha pasado a analizar cada variable que genera tiempos con el objetivo de establecer una mejora a la que tiene mayor demanda de tiempo. En primer lugar, se observa que en las demoras tiene un 98% en las actividades que incurre la fabricación, luego 1.4% en operaciones, 0.57% en transporte y por último 0.03% en inspección.

Figura 45 Actividades del Proceso

Fuente: elaboración propia

En la figura # 45 nos representa que las demoras es la variable con mayor porcentaje 98.02% y en la que se otorgará las estrategias de solución para una mayor flexibilidad en la producción de hielo en bloques.

2.8 Problema y cuantificación

La fabricación del hielo industrial en bloques utiliza una poza de salmuera en el que circula agua a través de un sistema de refrigeración donde se sumergen moldes conteniendo agua a temperatura ambiente, que al congelarse en el rango de 20 a 24 hrs se produce hielo industrial en bloques por 50 kg. Sin embargo, desmoldan 45 tns. dejando las otras 5 tns. en la poza para ayudar a mantener la temperatura del agua fría que se encuentra circulando dentro de la poza salmuera. A esto se suma, el tiempo que demora en acarrear el producto terminado.

- Capacidad diseñada

La capacidad diseñada máxima en producir Hielo industrial en bloque de la planta a estudiar es de 50 toneladas por día.

- Capacidad real

La capacidad real de la producción es la cantidad de producto terminado que se produce el cual es 45 toneladas por día en promedio durante el 2016.

- Utilización

Es la cantidad de toneladas de hielo industrial en bloque que produjo la empresa en el 2016 como porcentaje con la capacidad diseñada, siendo esta de 90% de utilización en promedio.

$$\text{Utilización} = \frac{\text{Capacidad Real}}{\text{Capacidad Diseñada}}$$

$$\text{Utilización} = \frac{45 \text{ tns/día}}{50 \text{ tns/día}}$$

$$\text{Utilización} = 90\%$$

Figura 46 Producción de Hielo en bloques

Fuente: Empresa INREVIG/ elaboración Propia

La capacidad máxima de producción es de 1500 por mes, por lo que no se está llegando a su capacidad máxima. La productividad diaria asciende a 50 tns , sin embargo 5tns se dejan en la poza para ayudar a que la descendencia de la temperatura del agua sea mínima, lo que está generando producciones de 1170 y 1125 toneladas de hielo., como resultado no llega a satisfacer a la demanda. La organización no cuenta con planificación de la producción, solo producen llenando las cubetas con agua y dejándolas sumergidas en la salmuera para después de 20 -24 horas sacarlas, atenderlas y/o almacenarlas. Estos procesos no son controlados, solo se realizan actividades utilizando criterios personales asumiendo subjetivamente acciones empíricas. A continuación, se presenta un gráfico que representa la relación entre la producción con ventas y pedidos.⁷⁵

⁷⁵ INREVIG: 2016

Figura 47 Pedidos de hielo en bloques x TNS. 2016

Fuente: Empresa INREVIG / elaboración Propia

La demanda de bloque de hielo comienza con un alza en el primer mes de pedido de aproximadamente de 3,256 tns. de hielo, para luego tener un comportamiento descendente y a fin de año con una pendiente, esto debido a las temporadas altas en la demanda de hielo en bloque que tiene en el verano y bajas en el invierno.

A continuación, se presenta un gráfico que representa la relación entre la producción con ventas y pedidos.

Figura 48 pedidos vs ventas vs producción de hielo en bloque 2016

Fuente: Empresa INREVIC / elaboración Propia

Se aprecia que la producción tiene una línea recta constante esto a que la capacidad máxima es de 1500 tns y se están produciendo 1170 y 1125 tns de hielo en bloques. Los pedidos y ventas tienen variabilidad alta. La producción no se adapta a la demanda de pedidos, por lo que se tiene pérdidas en ventas. Los pedidos fueron de 22,480 tns de hielo en bloque, siendo las ventas de 15,641 toneladas, dejando ventas de 6,839 tns de bloques de hielo industrial que asciende a S/. 783,453 soles.

Tabla15

Perdidas producto terminado (TNS).

MESES	DIAS	LOTE DE PRODUCCION QUE SE QUEDA EN SALMUERA (TNS)	TOTAL X MES (TNS)
ENERO	26	5	130
FEBRERO	24	5	120
MARZO	26	5	130
ABRIL	26	5	130
MAYO	26	5	130
JUNIO	26	5	130
JULIO	25	5	125
AGOSTO	26	5	130
SEPTIEMBRE	26	5	130
OCTUBRE	27	5	135
NOVIEMBRE	25	5	125
DICIEMBRE	26	5	130
		TOTAL ANUAL	1545

Nota: Empresa INREVIG /elaboración Propia

La empresa tiene problemas en el enfriamiento del agua en la salmuera, ya que tiene que utilizar 5 líneas de cubetas de 1 tonelada. A pesar de, que cuenta con un sistema de refrigeración que hace que circule el agua a través de unos serpentines que tienen amoniaco. Esto genera un impacto económico de S/. 177,675 soles anuales.

Se muestra un cuadro de pérdidas de materia prima en el llenado de moldes

Tabla16

Pérdidas por desbordamiento de agua

MESES	DIAS	capacidad de cubeta kg	peso del bloque ofertado kg	TONELADAS H2O PERDIDAS
ENERO	26	70	50	520
FEBRERO	24	70	50	480
MARZO	26	70	50	520
ABRIL	26	70	50	520
MAYO	26	70	50	520
JUNIO	26	70	50	520
JULIO	25	70	50	500
AGOSTO	26	70	50	520
SEPTIEMBRE	26	70	50	520
OCTUBRE	27	70	50	540
NOVIEMBRE	25	70	50	500
DICIEMBRE	26	70	50	520
			Total	6180

Nota: Empresa INREVIG / elaboración propia

En la tabla #16 se aprecian desperdicios en el llenado de cubetas. Los moldes tienen capacidad de 70 kg. Los operadores llenan las cubetas hasta su totalidad para luego a través de acciones mecánicas inclinan por gravedad las cubetas hasta un punto colocado en la base que sirve como señal de que hay 50 kilos de agua, lo que hace que arrojen 20 kilos. Este tipo de actividad no tiene control, ni método, registro, etc. Esto hace un procedimiento artesanal y pérdida de aproximadamente 20 kg de agua. Se pierden aproximadamente 2 toneladas de agua diaria ascendiendo a 6, 180 toneladas de agua no utilizada.

Se presenta un cuadro donde se muestra el tiempo en el acarreo de producto terminado

Tabla17

Tiempo de pérdida en el acarreo de producto terminado

MESES	DIAS	HORAS EN ACTIVIDADES DE DESPACHO Y/O ALMACENAMIENTO HRS	HORAS DE PRODUCCION DIARIA	TONELADAS /MES
ENERO	26	4	19	274
FEBRERO	24	4	20	240
MARZO	26	4	21	248
ABRIL	26	4	22	236
MAYO	26	4	23	226
JUNIO	26	4	24	217
JULIO	25	4	25	200
AGOSTO	26	4	26	200
SEPTIEMBRE	26	4	27	193
OCTUBRE	27	4	28	193
NOVIEMBRE	25	4	29	172
DICIEMBRE	26	4	30	173
			TOTAL, ANUAL	2,572

Nota: Empresa INREVIG / elaboración Propia

En la tabla # 17 se producen tiempos de holgura en el despacho del hielo en bloque, debido que cada entrega se realiza directamente después del desmoldado de los bloques de hielo y a la diferencia de distancias entre cada línea genera tiempos mayores y un cuello de botella en la entrega del producto, generando tiempos de espera a la línea de camiones para ser atendidos.

Se muestra un cuadro donde se muestran los datos generados en el 2016. Esto puede generar un exceso de 1 hora aproximadamente generando un impacto anual de S/. 73, 945 soles.

2,572 tns-----4 hrs

643 tns-----1 hrs

Estos procesos no son controlados, solo se realizan actividades utilizando criterios personales asumiendo subjetivamente acciones empíricas, por lo que se concluye que el **problema está la falta de control en el procesamiento, seguimiento y análisis de la información de los registros & inspecciones en el proceso de fabricación de hielo industrial en bloques, es decir un problema de desperdicios**. Y estos tienen 3 efectos al problema que son la falta de seguimiento a los indicadores de información del ciclo de refrigeración que tiene un impacto de S7. 177,675 soles anuales, luego el exceso de agua utilizada en el dispensador con pérdidas de 5,686 soles anual y al exceso de tiempo en el acarreo manual del proceso de producto terminado con un impacto económico por hora de 73,945 soles anuales. En consecuencia, no se está atendiendo algunos pedidos, incluso solo se utilizando un 90% de su capacidad productiva. A continuación, se mostrarán las potenciales causas que generan dicho problema a la organización INREVIG.

2.9 Identificación causa-raíz

Para identificar las causas de los subproblemas que generan el problema se utilizan las herramientas de calidad que son las siguientes

a) Problema con relación al subproblema acerca de la inestabilidad de presiones en el proceso de refrigeración

Por un lado, se analizó que existen eventos inestables en las presiones de succión y descarga al compresor para esto se tomaron una muestra de 100 datos de los manómetros en cada ciclo. Véase la muestra los datos de muestra de la succión del refrigerante en el anexo 11

Figura 49 Comportamiento de presión de succión a vapor saturado

Fuente: INREVIG elaboración propia

Se puede observar en la figura # 49 el comportamiento de las presiones no tiene estabilidad, por ende, existe mucha variabilidad en el sistema de succión siendo LCI de 0.958 Kgf / cm² y el LCS de 1.950Kgf / cm² con una media de 1.45 Kgf / cm². y una desviación estándar de 0.3928

Asimismo, se tomaron muestras de la descarga de refrigerante tomando datos de las presiones en distintos ciclos (anexo 11) para esto se representó de manera gráfica para ver que tipo de comportamiento tiene el cual se muestra en el siguiente gráfico.

Figura 50 Comportamiento de presión de descarga a vapor sobrecalentado

Fuente: INREVIG elaboración propia

En la figura # 50 las presiones de descarga tienen variaciones en el proceso sobrecalentado por lo que la conducción en hacia el condensador, es decir, en el proceso isobárico hay mucha variabilidad hay menos calor que se transfiere en lo que se observa que hay más variación por debajo de la media con un LCI de 10.87 Kgf/cm² un LCS 12.87 Kgf/cm² y una media de 11.87 Kgf/Cm²

Esto genero analizar los procesos termodinámicos en el ciclo de refrigeración por compresión a vapor para poder hallar en rendimiento del ciclo de compresión el COP (coeficiente de performance)

Figura 51 Ciclo de refrigeración por compresión a vapor

Fuente: INREVIG elaboración propia

En este ciclo se puede observar en cada etapa procesos un ciclo irreversible que se mencionan a continuación de evaluará cada punto para establecer el COP

Hallando las entalpías (h) y entropías(s)

Punto #1

Presión (P_1) = 28 psi= 193kpa

$h_1 = h_g = 1418 \text{ kJ/kg}$

$S_1 = S_g = 5615 \text{ kJ/kg.k}$

En el punto 1 con una presión de 193 Kpa se puede determinar el vapor de amoníaco que entra al compresor a vapor saturado donde se genera un proceso isoentrópico registra datos entálpicos con una succión que son 1418 kilo joule / kilogramo y entropía de 5615 kilo joule / kilogramo* kelvin

Punto #2

Presión (P2) = 185 psi= 1275.5 Kpa

$S_1 = S_2 = 5615 \text{ kJ/kg.k}$

$S_2 > S_g$

$S_g = 4963 \text{ kJ/kg.k}$

$h_2 = 1713.3 \text{ kJ/kg}$

En el punto 2 sucede que el vapor sobrecalentado entra al condensador para generar un proceso isobárico donde su entalpia es 1713.3 kilo joule / kilogramo

Punto #3

Presión (cte) = 185 psi= 1275.5 Kpa

$h_3 = h_f = 327 \text{ kJ/kg}$

En el punto 3 el vapor que sale del condensador se genera un proceso isoentálpico con una salida de 327 kilo joule / kilogramo

Punto #4

$h_4 = h_3$

$h_4 = 327 \text{ kJ/kg}$

En el punto 4 se genera un proceso isobárico donde la presión constante genera la misma cantidad de kg/kJ en el punto 3.

Una vez hallados las entalpias se procede a hallar los rendimientos del sistema

$$Q_A = h_2 - h_3 \text{ el calor cedido al exterior} = 1386.3 \text{ kJ/kg}$$

$$Q_B = h_1 - h_4 \text{ calor extraído de la cámara} = 1091 \text{ kJ/kg}$$

$$W_C = h_2 - h_1 \text{ trabajo útil del compresor} = 295.3 \text{ kJ/kg}$$

$$\text{COP (r)} = W_B / W_C$$

$$\text{COP (r)} = 3.69$$

El coeficiente de operación (COP) es de 3.69 que nos dice que por cada 1 unidad de energía se produce 3.69 unidades de calor.

También se sabe, que actualmente la etapa de llenado de moldes se realiza con agua a 17°C, por lo que se ha procedido a elaborar un análisis de la cantidad de calor que se genera en la poza con el ingreso de agua a la temperatura antes mencionada.

Para esta primera parte se debe considerar que el cálculo está realizado para una poza, la temperatura del agua de ingreso es de 17°C.

$$Q = n \cdot \Delta T \cdot C_e \cdot T$$

Hallando el calor que representa en el llenado es del agua

$$Q_1 = 50,000 \cdot 1 \cdot (17-0)$$

$$Q_1 = 850000 \text{ cal}$$

Hallando el calor latente de fusión del hielo

$$Q_2 = 50,000 \text{ kg} \cdot 80 \text{ kg/cal}$$

$$Q_2 = 4\,000\,000 \text{ cal}$$

Hallando el calor que se necesita para que se congele las cubetas

$$Q3 = 50,000 \text{ kg} * 0.5 * (-12-0)$$

$$Q3 = - 300000 \text{ cal}$$

Reemplazando

$$Q1 + Q2 + Q3 = 4550000 \text{ cal}$$

QT= 4550000 cal representa al calor total de una poza de congelamiento

Por otro lado, se evaluó causas cualitativas que podrían apoyar en el análisis de esta causa al sistema de refrigeración

- Causas debido al personal

El trabajo que realiza el personal en sus actividades operativas está en función a sus experiencias adquiridas. A esto se suma la falta de motivación que tienen debido a que no tiene todas las herramientas de trabajo y su seguridad en las distintas operaciones.

- Causas debido al método

La organización no cuenta con manuales de trabajo, normas y procedimientos. Asimismo, no tiene un sistema de medición.

- Causas debido al sistema de información

No existe información que permita tomar decisiones en tiempo real, ya que no existen formatos que ayuden a ingresar los datos de los equipos que interactúan en el ciclo de refrigeración.

- Causas debido al control

No hay seguimiento en cada componente del ciclo de refrigeración, es decir no se analizan las variaciones de temperaturas y presiones y si estos se encuentran dentro del rango permisible para el ciclo de refrigeración ideal, además que no se aprovecha el mando de control que tiene. Este último muestra datos de temperatura del compresor y la poza que son tomados en cuenta solo para tener el control de seguridad del sistema.

Figura 52 Diagrama causa – efecto falta de seguimiento al sistema de refrigeración

Fuente: INREVIG/ elaboración propia

Después de mencionar las causas se procedió a ponderar las causas (ver anexo 7) con el staff de la empresa conformado gerencia, jefes, técnicos y operarios para extraer las causas más relevantes que conllevan al problema a través de criterios. Para eso se estableció que los criterios a evaluar tenían esta estructura de que el número uno como el menos beneficioso, 2 más o menos y 3 alto beneficio. Al término de estas se dio como prioridad en primer lugar a falta de control en las fases de cambio en el ciclo de refrigeración, en segundo lugar, las fallas técnicas en el balance de energía.

- Causas con relación al problema acerca del exceso de tiempo en el acarreo manual del producto terminado

En esta causa se pudo ver que no existen procesos, procedimientos, instructivos que indiquen la forma de actuar en los colaboradores. Para esto se realizó dos pruebas DAP para demostrar que no existen parámetros y congruencias en las actividades realizadas. A continuación, se presenta 2 DAP para el comparativo de actividades (véase en el anexo 12 cada tabla por separado)

Se puede observar en la figura # 53 que las operaciones de uno y otro operario son distintos, mientras un colaborador realiza 17 operaciones el 22. También, 4 actividades de transporte vs 6 actividades de transporte que realiza el otro operario, entre otros, eso debido a que no hay procedimientos estandarizados lo que genera que no haya un orden en la realización de actividades para el acarreo de materiales. Asimismo, se evaluó parte cualitativa para tener más alcances al análisis del proceso.

- Causas debido al personal

El personal en este proceso demanda alto esfuerzo físico. También realiza otras actividades que nos son designadas, por lo que genera un desinterés en el operario

- Causas debido al método

El acarreo de las cubetas que contienen hielo industrial en bloques en de manera manual y transportado por un puente grúa.

- Causas debido al entorno

No hay señalizaciones de seguridad o informativa que permita visualizar o guiar al personal. También, falta iluminación en el área de trabajo que permita realizar mejor las actividades y evitar incurrir en un potencial accidente. Por último, como el producto terminado sale en un solo lote el tiempo que generan los setup por cada línea hacen que la poza pierda calor alterando su proceso, incluso hace que se produzca variabilidad en las temperaturas. En el siguiente cuadro se muestra las pérdidas de calor en la poza de salmuera

- Causas debido a las máquinas

La organización no cuenta con un plan de mantenimiento de las máquinas. Toma acción cuando alguna pieza necesita ser cambiada o un equipo se avería.

Figura 54 Diagrama Ishikawa de exceso de tiempo de acarreo

Fuente: INREVIG / Elaboración Propia

En la figura # 54 se dio como prioridad al acarreo manual (ver anexo 8) donde se ejecutan en las actividades del proceso de fabricación, luego a las excesivas horas de trabajo y Pérdidas de calor en la poza salmuera.

Figura 55 Dispersión de la temperatura poza vs tiempo

Fuente: Elaboración propia con datos de Inrevig

En el acarreo de materiales en el ciclo de refrigeración genera que el frío que entra a la poza salmuera no es suficiente, ya que como se observa en la gráfica en punto máximo es a las 8 am con aproximadamente -17°C . Sin embargo, a las 14:00 desciende a -5°C tomando temperaturas de -10°C a las 00:00.

- Causas con relación al problema acerca del exceso de agua utilizada en el tanque dispensador.

Las cubetas tienen una capacidad de llenado de 70 litros, para determinar la causa de exceso de agua se tomaron muestras por cada ciclo de llenado con el fin de determinar las pérdidas de agua. A continuación, se muestra un cuadro con pérdidas de agua.

Tabla 18

pérdidas de agua en litros

Pérdida de agua				
	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	u.m
Cubeta 1	20	20	18	litros
Cubeta 2	18	19	20	litros
Cubeta 3	20	18	18	litros
Cubeta 4	19	18	20	litros
Cubeta 5	18	19	18	litros
Cubeta 6	19	18	18	litros
Cubeta 7	18	18	18	litros
Cubeta 8	20	18	18	litros
Cubeta 9	20	20	18	litros
Cubeta 10	18	18	20	litros
Cubeta 11	19	19	20	litros
Cubeta 12	18	20	18	litros
Cubeta 13	20	20	18	litros
Cubeta 14	18	18	20	litros
Cubeta 15	19	18	20	litros
Cubeta 16	18	20	20	litros
Cubeta 17	20	18	18	litros
Cubeta 18	18	19	19	litros
Cubeta 19	19	20	20	litros
Cubeta 20	20	18	20	litros
Total	20	20	19	

Nota: INREVIG / elaboración propia

Se puede ver en la tabla # 18 que las pérdidas de agua se deben al mal llenado y manipulación de las cubetas. El operario llena la cubeta de agua que proviene de los tanques, luego inclina los moldes hasta un punto artesanal hecho como referencia para 50 litros donde arroja el exceso al drenaje.

También, se muestra otros análisis con el fin de aportar a la investigación.

- Causas debido a la mano de obra

El exceso de agua utilizada en el tanque dispensador se produce principalmente porque el operario se encuentra otras actividades inherentes al proceso de producción, dicho de otra

manera, no se abastece en el control de rebose del agua del tanque. Asimismo, las actividades de los operarios no están estandarizadas o no llevan una secuencia generando incertidumbre en las responsabilidades y puede ocasionar evadir algunas actividades.

- Causa debido a la maquinaria

El tanque dispensador no ayuda a que las actividades sean más dinámicas, es decir a que si el operario se descuida no ayuda a que el rebose tenga un tope o evite el derrame de agua.

- Causa debido a los materiales

Por lo que no existe un sistema que permita evitar el rebose se pierde agua

- Causas debido al método

Los tiempos de rebose no son controlados. A esto se suma que las responsabilidades no están bien definidas, por lo que el problema subsiste.

Figura 56 diagrama Ishikawa de exceso de H2O por rebose el llenado de cubetas

Fuente: INREVIG / Elaboración propia

En la figura # 56 se estableció la prioridad a las causas más relevantes (ver anexo 9) que generan el problema. Estas son en primer lugar, la falta de control en el llenado de los moldes, luego, pérdidas de H₂O que se dan al nivelar el peso de las cubetas para la formación de hielo.

Luego de recopilar y extraer las causas más relevantes y prioritarias el staff procedió a plasmar las causas en una matriz de priorización para determinar la causa raíz del problema.

Tabla19

Matriz de priorización

MATRIZ DE PRIORIZACION	Falta de control en el ciclo de refrigeración	Trabajo no estandarizados	Exceso de agua utilizada	Registro no controlados	Excesivas horas de trabajo	Mantenimiento de equipos	Exceso de tiempo en el acarreo del producto terminado		
								TOTAL	ORDEN
Falta de control en las fases de cambio en el ciclo de refrigeración		1	0	1	1	1	1	5	1
Pérdidas de calor en la poza salmuera.	0		0.5	1	1	1	0	3.5	4
Acarreo manual	1	0.5		1	1	1	0	4.5	3
Pérdidas de H ₂ O	0	0	0		0.5	0	0	0.5	7
Excesivas horas de trabajo	0	0	0	0.5		0.5	0	1	6
Las fallas técnicas en el balance de energía.	0	0	0	1	0.5		1	2.5	5
La falta de control en el llenado de los moldes	0	1	1	1	1	1		5	2

Nota: Datos empresa / elaboración propia

Se puede observar que del total en el listado de la matriz de priorización se encuentra la falta de control en las fases de cambio en el ciclo de refrigeración siendo parte técnica la causa raíz del problema y genera un efecto en las pérdidas de calor que necesita la poza salmuera para poder congelar en su totalidad la producción del hielo en bloque y a la vez obtenerlo en menor tiempo, Además, se concentra un impacto de impacto económico anual de 177 mil 675 soles. La segunda es la falta de control en el llenado de cubetas esto genera rebose en las cubetas

generando mermas por 20 litros x cubeta. Genera un impacto de 5,686 soles. Y por último el exceso de tiempo en el acarreo producto terminado en las que actividades que se desarrollan también genera pérdidas de calor que afectan al sistema de refrigeración que tienen un impacto por 1 hora de acarreo es de 73,945 soles.

3 CAPITULO III: IMPLEMENTACION DE METODOLOGIA

Evaluada las causas que generan deficiencias en el control del proceso de producción de hielo industrial en bloque, se realizara una metodología enfocada a la optimización de procesos que den soporte a la propuesta de solución que se mencionara más adelante. Esta realización se desarrolló con la colaboración de un staff de la empresa que es el gerente general, gerente de finanzas y contabilidad, jefe de producción, técnico y operario del área. A continuación, se presenta un cuadro comparativo de metodologías.

Tabla20

Comparativo de metodologías

CUADRO DE METODOLOGIAS				
METODOLOGIA	DESCRIPCIÓN	VENTAJAS	DESVENTAJAS	EN COMUN CON LEAN
LEAN MANUFACTURING	Metodología que busca principalmente eliminar desperdicios en los procesos y esta forma hacerlos más eficientes, rápidos y ágiles a la hora de responder a las necesidades de los clientes. También busca llevar una mejora continua brindando calidad a bajo costo, lo que conlleva a realizar reformas de estructura o procesos y mantener las compañías en un nivel alto de competitividad	Su principal ventaja es la mejora rápida y sostenida del sistema productivo. Es por esto que permite producir de una forma más eficiente, y a la vez con un menor consumo de recursos. Busca la perfección de manera continua dando un nuevo rol al proceso operativo.	Se requiere tiempos suficientes y adecuados según la compañía en la que se desea aplicar y el éxito depende de la disciplina de los miembros del proyecto, por lo cual la toma de decisiones se debe hacer rápidamente.	
SMED	Es una metodología que hace posible la reducción del tiempo de alistamiento de una máquina. Identificando actividades internas y externas, y separándolas para perfeccionar y optimizar la operación al máximo	Se maneja bajo flexibilidad, maneja tiempos de entrega más rápidos, mejor calidad y garantiza alta productividad.	Puede ser que el volumen de producción sea bajo, la programación requiere mucha atención y claridad para evitar tiempos nulos y de desperdicio, los costos de mantenimiento de las máquinas aumentan y es necesario mantener un gran volumen de	Reduce los costos fijos, busca el mejoramiento continuo, aumentando la calidad, la productividad y la motivación del personal.
PHVA	Es un ciclo basado en planificar, hacer, verificar y actuar. Es una de las principales herramientas de mejoramiento continuo en las organizaciones y es utilizada por los sistemas de gestión de calidad, para permitir a las empresas una mejora integral de la competitividad con una mejor rentabilidad.	Puede ser utilizada en todos los procesos de la organización, su aplicación es simple, organizada y eficaz. Consigue mejoras a corto plazo y resultados visibles	Se puede volver un proceso largo y constante lo que a veces ocasiona cambios permanentes o frecuentes en la organización y pierde la perspectiva de la interdependencia entre los miembros de la empresa.	Reduce costos, incrementa la productividad, dirige la organización hacia la competitividad y elimina procesos repetitivos.
TRABAJO ESTANDARIZADO	La estandarización es la herramienta que permite definir un criterio óptimo y único en la ejecución de una determinada tarea u operación.	Permite crear una manera de documentar las actividades, para luego utilizar lo aprendido mejorando la eficiencia y la productividad optimizando los recursos de fabricación.	Puede generarse que al implementar la estandarización no se adapte a un ERP en el tiempo	Evita la duplicidad de tareas, reduce los tiempos en actividades del proceso optimizando
TPM	Es una técnica altamente eficaz en aquellas empresas que cuentan con muchas operaciones automáticas y secuenciales (empresas que hace uso intensivo de maquinaria), ya que combina un conjunto de actividades y técnicas específicas para lograr un mejor avance en la capacidad de producción, sin requerir grandes inversiones y logrando por ende un mejor aprovechamiento de las instalaciones existentes	uno de los más importantes es que los gastos de mantenimiento son planeados y controlados	se corre el riesgo de incurrir en las seis grandes pérdidas son las averías frecuentes en maquinaria, grandes tiempos en preparaciones entre un lote y otro, microparadas, velocidad de proceso menor y cuellos de botella, calidad reducida del producto y tiempos elevados de arranque	Eliminar los desperdicios en operación

Nota: Elaboración propia

Una vez presentado el cuadro de metodologías, se realizará un análisis cualitativo de las propuestas utilizando el método de gestión APH con la finalidad de seleccionar la metodología

que se ejecutará en esta investigación aplicada. Se desarrolló una tabla con los criterios a tomar en base a la lluvia de tormentas evaluadas por el equipo de trabajo.⁷⁶

Tabla21

Tabla de criterios para ponderación

ESCALA	DEFINICIÓN	EXPLICACIÓN
1	Igualmente preferida	Los dos criterios contribuyen igual al objetivo
3	Moderadamente preferida	La experiencia y el juicio favorecen un poco a un criterio frente al otro
5	Fuertemente preferida	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente a un criterio frente al otro
7	Muy fuertemente preferida	Un criterio es favorecido muy fuertemente sobre el otro. En la praxis se puede demostrar su dominio
9	Extremadamente preferida	La evidencia favorece en la más alta medida a un factor frente al otro

Nota: Elaboración propia

⁷⁶ Cfr Gómez OSORIO & CABRERA OREJUELA (2008)

Tabla22

Tabla de análisis de comparación de pares metodológicas

MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES : METODOLOGÍAS									
CRITERIOS	SMED	TRABAJO ESTANDAR	TPM	PHVA	MATRIZ NORMALIZADA				VECTOR PROMEDIO
SMED	1.00	0.20	5.00	0.33	0.11	0.09	0.25	0.13	0.14
PHVA	5.00	1.00	9.00	1.00	0.54	0.43	0.45	0.39	0.46
TPM	0.20	0.11	1.00	0.20	0.02	0.05	0.05	0.08	0.05
TRABAJO ESTANDAR	3.00	1.00	5.00	1.00	0.33	0.43	0.25	0.39	0.35
SUMA	9.20	2	20	2.53					

Nota: Elaboración propia

Tabla23

Resultado final de análisis cualitativos AHP de metodologías

CRITERIOS	COSTO DE IMPLEMENTACIÓN	TIEMPO DE IMPLEMENTACIÓN	PERSONAL	ENFOQUE SISTEMATICO	TOTAL
SMED	0.12	0.25	0.22	0.55	0.34
PHVA	0.53	0.55	0.04	0.04	0.35
TPM	0.31	0.10	0.62	0.15	0.17
TRABAJO ESTANDAR	0.04	0.10	0.12	0.26	0.15
PONDERADO	14.42%	45.52%	4.97%	35.09%	

Nota: Elaboración propia

En el análisis cualitativo del método AHP que la metodología del PHVA tiene el más alto puntaje con un 35%, luego se encuentra SMED con un 34%, así también TPM con un 17%, y por último Trabajo estándar con un 15%. En consecuencia, se determina utilizar las dos primeras metodologías (PVHA y SMED) para usarlas en las dos soluciones que dan respuesta a los dos sub-problemas que están en el sistema de refrigeración y en acarreo de materiales.

3.1 Propuesta de solución 1: mejorar el sistema de refrigeración

En esta parte se utilizará los pasos del PHVA para implementar la primera solución al sistema de refrigeración y para el exceso de agua en el dispensador. Luego se usarán los pasos del SMED para la solución en el acarreo de materiales.

3.1.1 Ciclo Deming (PHVA)

Los pasos en esta metodología son los siguientes

a) Planificar

En esta etapa el compresor succiona el calor del evaporador que pasa por la válvula de expansión, luego se procede a la descarga de vapor caliente. Este último que pase por un sistema de tuberías que se van a instalar en el tramo del proceso compresor-condensador donde circularan el refrigerante y el agua en el mismo sentido por unos tubos, con el objetivo de extraer y recuperar el calor. Esto permitirá tener un envío de descarga hacia el condensador optima lo que generara tener un mejor aumento de calor hacia la poza salmuera. Una vez obtenidos los datos o resultados de las nuevas presiones se procede al calcular las entalpías y el COP con el fin de evaluar cuanto calor ha aumentado en la poza y cuánto tiempo va a demandar el congelamiento del agua para producir hielo en bloque. Los parámetros analizan la situación del proceso a través de unos indicadores que son

Tabla24

Tabla de datos de producción

PERIODO DE EVALUACIÓN	2016	
U.M	ton	S/.
Producción de hielo	13,905	1,599,075
INSUMOS REQUERIDOS		
Sal	487	51,110
Amoniaco	417	19,114
Agua	20,858	19,189
Cloro	0.034	1,973
TOTAL	21,760	45,386

Nota: Elaboración propia

Se establecieron indicadores los que son como la eficiencia física que es de 64%. Este indicador nos muestra que, por cada tonelada de insumos requeridos para la producción de hielo, se procesa sólo el 64% y el 36% restante representa la pérdida de los insumos a utilizar. También, la eficiencia económica de 35.23, es decir que por cada S/ 1,00 invertido en la producción de hielo la empresa gana S/35.23. Asimismo, Las horas hombres al año son de 4320hrs. con esto se midió la productividad que es de 3.22, quiere decir que por cada hora trabajada el operario procesa 3.22 toneladas de hielo.

Tabla25

parámetros del compresor sin la mejora

Presión de succión (kgf/cm2)	Presión de descarga (kgf/cm2)	V (Volt)	I p (Amp)	cos
0.84	10.55	440.8	123.8	0.78
1.4	11.95	444.5	125	0.79
1.97	13	442	122	0.78

Nota: Datos de la empresa

Plan de gestión de mejora del compresor

Buscando optimizar los parámetros para poder establecer mejores tiempos de producción. Se plantea recuperar el calor desde la descarga del compresor hasta antes de la llegada al condensador. Analizar el sistema a través del método NTU

b) Hacer

Implementación de los planes de mejora

Se procederá a regular las presiones de los manómetros para tener las presiones ideales, por ende, nos dé un flujo óptimo. También se procederá a instalar un sistema de tuberías donde fluirán agua y amoníaco con el fin de recuperar el calor. Esta instalación se dará en el tramo del proceso desde la descarga de material en el compresor hasta la antes de la entrada del condensador.

Las dimensiones diámetros del tubo, por donde circularan ambos materiales en el mismo sentido es el diámetro exterior e interior del anulo por el cual fluye el agua tiene medidas de 0.057 m, 0.050 m respectivamente. El diámetro exterior del tubo ciego que corresponde al diseño fue de 0.042 m, quedando el diámetro interior del ánulo por el cual circula el amoníaco en 0.068 m. La longitud de intercambio de calor fue de 2,7 m.

- Realizar capacitación y charlas informativas, motivacionales, de seguridad y salud en el área de trabajo; talleres dinámicos sobre comunicación.

- Adquirir equipos de protección personal, los cuáles deben entregarse a todos los operarios. Capacitándolos en la importancia del uso de los EPP's, en cumplimiento con el PAAS 2013. También otorgarles uniformes de trabajo con el logo de la empresa.

- Adquirir e instalar recuperadores de calor tubos con las medidas mencionadas

c) Verificar

Se tiene que corroborar que los resultados de las tablas estén dentro de los parámetros establecidos.

Tabla26

Resultados del compresor

Datos actuales	
Presión de succión (kgf/cm ²)	Presión de descarga (kgf/cm ²)
0.84	10.55
1.40	11.95
1.97	13.00
con el empleo del recuperador de calor	
0.97	9.68
1.97	10.96
2.62	12.75

Nota: Datos de la empresa

Ahora se procederá a evaluar el COP y las cantidades de calor utilizando el máximo de succión, ya que en la descripción de la empresa se utilizaron los máximos permitidos para calcular el COP

Hallando las entalpías (h) y entropías(s)

Punto #1

Presión (P1) = 37.27 psi= 256,97 kpa

$h_1 = h_g = 1500.83 \text{ kJ/kg}$

$S_1 = S_g = 5,043 \text{ kJ/kg.k}$

En el punto 1 con una presión de 256.97 Kpa se puede determinar el vapor de amoníaco que entra al compresor a vapor saturado donde se genera un proceso isoentrópico registra datos entálpicos con una succión que son 1500.83 kJ/kg y entropía de 5615 kJ / kg* k

Punto #2

Presión (P2) = 181.35 psi= 1250.36 Kpa

$S_1 = S_2 = 5,043 \text{ kJ/kg.k}$

$$S_2 > S_g$$

$$S_g = 3,748 \text{ kJ/kg.k}$$

$$h_2 = 1787,83 \text{ kJ/kg}$$

En el punto 2 sucede que el vapor sobrecalentado entra al condensador para generar un proceso isobárico donde su entalpía es 1787.83 kJ/kg.

Punto #3

$$\text{Presión (cte)} = 181.35 \text{ psi} = 1250.36 \text{ Kpa}$$

$$h_3 = h_f = 327 \text{ kJ/kg}$$

En el punto 3 el vapor que sale del condensador se genera un proceso isoentálpico con una salida de 327 kJ/kg.

Punto #4

$$h_4 = h_3$$

$$h_4 = 327 \text{ kJ/kg}$$

En el punto 4 se genera un proceso isobárico donde la presión constante genera la misma cantidad de kg/kJ en el punto 3.

Una vez hallados las entalpías se procede a hallar los rendimientos del sistema

$$Q_A = h_2 - h_3 \text{ el calor cedido al exterior} = 1460,83 \text{ kJ/kg}$$

$$Q_B = h_1 - h_4 \text{ calor extraído de la cámara} = 1173,83 \text{ kJ/kg}$$

$$W_C = h_2 - h_1 \text{ trabajo útil del compresor} = 287 \text{ kJ/kg}$$

$$\text{COP (r)} = W_B / W_C$$

$$\text{COP (r)} = 4,09$$

El coeficiente de operación es de 4.09 que por cada 1 unidad de energía produce 4.09 unidades de calor. Es decir que es COP que se observa es mayor comparación al actual que tiene un COP de 3.69 ha aumentado en 10%

Ahora se procede a calcular las calorías que genera el sistema

$$Q = m * C_e * \Delta T$$

Hallando el calor que representa en el llenado es del agua

$$Q_1 = 50,000 * 1 * (12.2-0)$$

$$Q_1 = 610000 \text{ cal}$$

El calor que representa el agua para al ingresar a la poza es de 610000 calorías

Hallando el calor latente de fusión del hielo

$$Q_2 = 50,000 \text{ kg} * 80 \text{ cal/kg}$$

$$Q_2 = 4\,000\,000 \text{ cal}$$

El punto de fusión para que el Hielo se derrita es de 4 000 000 cal

Hallando el calor que se necesita para que se congele las cubetas

$$Q_3 = 50,000 \text{ kg} * 0.5 * (-12-0)$$

$$Q_3 = -300000 \text{ cal}$$

El calor que se necesita para que se convierta en hielo es de -300000 calorías

Reemplazando

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 4310000 \text{ cal}$$

$$Q_{T20} = 4310000 \text{ cal representa al calor total de una poza de congelamiento}$$

Si en la actualidad es de $Q_{T1} = 4550000$ el sistema demora 24 horas con la nueva transferencia de calor de 4310000 se busca hallar el tiempo en que finaliza el congelado del hielo.

$$4550000 \text{ cal} \text{ ----- } 24 \text{ hrs}$$

$$4310000 \text{ cal} \text{ ----- } 22.7 \text{ hrs}$$

Por otro lado, si con 20 horas de enfriamiento con $Q_{T1} = 4550000$ el tiempo nuevo será

$$4550000 \text{ cal} \text{ ----- } 20 \text{ hrs}$$

4310000 cal ----- 18,9 hrs

En conclusión, el nuevo rango de enfriamiento será de 18,9 a 22,7 horas.

- Establecer indicador del proceso de enfriamiento
- Hacer seguimiento a las temperaturas de la poza y el tiempo de fabricación
- Analizar los registros

d) Actuar

Se ha designado al asistente para preservar la metodología implementada y así establecerla como una aplicación continua para obtener resultados beneficiosos para la empresa. El ámbito directivo es directamente responsable y sobre él pesa el éxito o fracaso, de llevar a la compañía hacia la mejora continua. Se debe alentar a cada miembro a participar en sus lugares de trabajo.

3.2 Propuesta 2: Adquisición e instalación de un sensor de nivel

En esta propuesta se aplica la metodología P.H.V.A para una mejora en continua en el exceso de agua.

a) Planificar

Para el exceso de agua se plantea un plan de mejora continua para esto es necesario la planificación de la compra de un sistema de sensores de nivel con el objetivo de ahorrar el exceso de agua y genere una reducción en los costos a la empresa INREVIG para esto es necesario establecer algunos criterios de selección, conocimiento técnico y económico que se menciona a continuación

- Qué tipo de sensores existen en el mercado
- Características generales del proceso
- Ventajas e inconvenientes específicos
- Magnitud a medir

- Marca de procedencia
- Tipo de refrigerante
- Dimensiones según el área disponible en la empresa
- Vida útil del equipo
- Características de operación y mantenimiento
- Criterio económico
- Costo de inversión
- Tiempo de vida útil
- Costo de operación y mantenimiento

Asimismo, la empresa cuenta con un tanque principal que distribuye a otros tanques mediante el rebombeo y para algunas partes áreas administrativas, este tanque cuenta con una bomba 6HP de 220 v.

Se deben tener en cuenta algunos criterios para la selección como

- Conocer que tipos de instalaciones se realiza, por ejemplo, depósitos, lagos, canales de ríos, pozos, entre otros. En la empresa INREVIG se necesita instalar un sensor para un tanque dispensador abierto en la parte superior.
- Determinar la instrumentación necesaria para diferentes tipos de sensores como sensor de temperatura, desplazamiento, caudal, nivel, peso, etc. Para la empresa se utilizará un sensor de nivel para medir líquidos no viscosos. En el tanque dispensador que llena a las cubetas se plantea también instalar un sensor de pesaje para evitar el desbordamiento del agua y reducir los costos por pérdidas de agua.

a) Hacer

Para este caso, el sistema de control para llenado del tanque cisterna y este abastece al dispensador donde se llenan las cubetas se colocan dispositivos de control (PLC) hasta cierto nivel y está conformado por una válvula eléctrica, un sensor (PLC) dentro del tanque y un

interruptor remoto (ver figura # 57). Cuando se activa el interruptor donde la válvula eléctrica se abre y permite el paso de agua hasta que éste alcance un nivel óptimo determinado por el usuario y este no permita un desbordamiento una vez alcanzado el nivel máximo. Asimismo, cuando el nivel del agua llegue a un nivel mínimo el sensor se activa y ordena abrir la válvula eléctrica para el abastecimiento de agua y no permita dejar vacías las cisternas. Este sistema estará a su vez sincronizado con el tanque dispensador que surte agua a las cubetas donde se colocará una balanza que permita el llenado automático a los 50 kg de las cubetas y estas a su vez no generen rebose al llenarlos y evitar mermas.

Figura 57 esquema de flujo del agua

Fuente; INREVIG Elaboración propia

En esta figura # 57 el recorrido del agua empieza desde el suministro de agua extraído de la red y este fluye hasta la válvula eléctrica que es el primer filtro de control luego sigue su recorrido hasta el tanque cisterna que lleva por dentro un sensor de nivel y este cuando llega a su tope manda una señal al interruptor para que este active la válvula y la cierre o abra según el caso. Cada sensor (PLC) tiene un precio de S/. 6,000, que incluye costo de instalación y mano de obra.

b) Verificar

Para verificar el funcionamiento correcto del sistema de control se manejará indicadores que permitan tener registrado los datos y evitar las mermas en el rebose de llenado. Por un lado, para la primera fase se plantea medir el llenado de la cisterna y verificar que las válvulas no tengas paradas en el fallo de la válvula, interruptor o el sensor no este enviando correcta y a tiempo la señal, aquí se evaluara la cantidad de paradas que tienen los controles. Por otro lado, en el abastecimiento de las cubetas se medirán al azar el peso de cada cubeta por día como una muestra, con el fin de que este llenado 50 kilos no genere rebose o falta de peso.

c) Actuar

Se designará al área de control de procesos la función de velar el buen funcionamiento del sistema. Para esto tomara acciones de gestionar el mantenimiento preventivo o correctivo de los dispositivos con el fin de garantizar el buen funcionamiento del sistema ante cualquier anomalía que presente los resultados. Es necesario que estos estén siempre dispuestos para que al ver los resultados se tomen acciones rápidas y no generen demoras en la producción de hielo.

3.3 Propuesta de solución 3: mejorar tiempos en el acarreo de producto terminado

Mejorar los tiempos en el acarreo del producto terminado utilizando la herramienta SMED que se dan en las siguientes Etapas:

1. Preliminar (Observación)

En esta etapa la organización INREVIG A partir de la identificación del problema, se analizan y registran diariamente mediante la inspección visual y el historial del proceso de 2 meses a la fecha, las fallas de operación del sistema y recomendaciones hechas por la gerencia. En forma de lista se ponen las observaciones de las actividades de los operarios acarreo de materiales. Se observa que el tanque cisterna que abastece al tanque dispensador es a través de un tubo de 5". Se tomaron los tiempos de setup en cada ciclo con dos operarios los cuales se muestran a continuación

Tabla27

Datos de línea de producción

Linea de produccion	Promedio Tiempo de Setup	Linea de produccion	Promedio Tiempo de Setup
LINEA 1	5	LINEA 26	4
LINEA 2	4	LINEA 27	4
LINEA 3	6	LINEA 28	5
LINEA 4	4	LINEA 29	6
LINEA 5	5	LINEA 30	5
LINEA 6	6	LINEA 31	4
LINEA 7	6	LINEA 32	5
LINEA 8	4	LINEA 33	5
LINEA 9	5	LINEA 34	5
LINEA 10	5	LINEA 35	6
LINEA 11	5	LINEA 36	4
LINEA 12	4	LINEA 37	4
LINEA 13	5	LINEA 38	5
LINEA 14	4	LINEA 39	5
LINEA 15	4	LINEA 40	5
LINEA 16	5	LINEA 41	5
LINEA 17	5	LINEA 42	6
LINEA 18	6	LINEA 43	6
LINEA 19	4	LINEA 44	5
LINEA 20	6	LINEA 45	5
LINEA 21	6	LINEA 46	5
LINEA 22	5	LINEA 47	6
LINEA 23	5	LINEA 48	5
LINEA 24	5	LINEA 49	4
LINEA 25	5	LINEA 50	5
		TOTAL DE TIEMPO (min)	248
		PROMEDIO	4.96

Nota: Datos de la empresa

Se muestra que el tiempo total que demanda los setup es de 248 minuto y el promedio por cada ciclo es de 4.96 min. Asimismo, cada ciclo demanda 20 bloques de hielo x 50 kg que en total 1000 mil bloques.

2. Separar las tareas internas y externas

Se realizó listar las actividades internas y externas del proceso de acarreo

a) Actividades internas

Estas actividades están sujetas a las operaciones cuando el producto está congelado y cuando se introduce materia prima (H₂O)

Primera parte en el recojo de producto terminado suceden estas actividades

- Enganchar la línea de producto
- Levantar la línea de producto con puente grúa
- Movilizar las líneas con manos hasta la poza baño maría
- Levantarlos y dejarlos en base de desmolde

Segunda parte es en el llenado de cubetas con las siguientes actividades

- Trasladar los moldes después del llenado de cubetas
- Ubicar las líneas en sus compartimientos
- Descender las cubetas
- Desenganchar las líneas de producto

b) Actividades Externas

Estas actividades son aquellas que están alrededor del entorno

- Llenado de cubetas
- Desmoldado de bloques de hielo
- Despacho o almacenado del hielo

Se expone un DAP de las actividades para como método de cambio y reducir los tiempos en las actividades

CURSOGRAMA ANALÍTICO				OPERARIO / MATERIAL / EQUIPO													
DIAGRAMA núm: 1 Hoja num: 1				RESUMEN													
Objeto: Cuadernos Empastados.				ACTIVIDAD			ACTUAL		PROPUESTA		ECONOMÍA						
Actividad: Proceso Completo				Operación			17		11		6						
				Transporte			4		4		0						
				Espera			2		2		0						
				Inspección			2		0		2						
Lugar: INREVG				Almacenamiento			-										
Operarios(s): Varios Ficha num:				Distancia			-										
				Tiempo			88346		80508		7838						
Compuesto por: Alberto Relayze Fecha:				Costo Mano de obra													
Aprobado por: Fecha:				Material													
DESCRIPCIÓN				C	D (s)	T (seg)	SIMBOLO					Observaciones					
							○	◻	D	◻	▽						
1.Llenar con agua el tanque dispensador.				1		45	●										
2 Accionar boton y llenar cubetas				1		100	●										
3 Engancjar moldes y acxtivar boton de operación de grúa				1		4	●										
4 traslado de linea de cubetas al compartimiento				1		60	●										
5 Depositar linea en el compartimiento				1		1	●										
6 Cubrir los moldes llenos con las tablas de madera.				1		6	●										
7 congelamiento del agua				1		79200	●										
8 Levantar las tablas de madera para destapar los moldes.				1		6	●										
9 Enganchar y elevar la linea de produccion				1		2	●										
10 Transportar las llenas hacia desmoldador				1		60	●										
11 bajar la linea de produccion hacia desmoldador				1		1	●										
12 Esperar a que desmolde				1		60	●										
13 Elevar linea de produccion				1		1	●										
14 Transportar y dejar linea de produccion a base de moldes				1		3	●										
15 Enganchar linea produccion a base de molde				1		4	●										
16. Girar la base con los moldes para que los bloques de hielo se desprendan totalmente del molde..				1		5	●										
17. Transportar los bloques de hielo al triturador.				1		100	●										
18. Triturar bloques de hielo				1		850	●										
Total						80508	17	04	02	02							

Figura 58 DAP Propuesto

Elaboración propia

Tabla28

Resumen de actividades del DAP propuesto

RESUMEN			
ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTA	ECONOMÍA
Operación	17	11	6
Transporte	4	4	0
Espera	2	2	0
Inspección	2	0	2
Tiempo	88346	80508	7838

Nota: Elaboración propia

En la tabla # 28 de resumen se evalúa una reducción en los tiempos de las actividades. Se puede observar que los tiempos reducidos llegan al 9% aproximadamente. Esto se logrará en la siguiente etapa donde se desarrollará las acciones que se realizaran para llegar al estimado.

3. Convertir las actividades internas en externas

La propuesta de solución es convertir las actividades internas en externas con un método de desarrollo semiautomático. En la parte de transporte esto se desarrollará mediante un dispositivo colocado en el puente grúa que van a levantar la línea de producción. Eso tiene que sincronizar con sensores programados y colocados en cada Setup de línea e indique cuando debe recoger cada línea de producción y cuando dejarlas. Es decir, una secuencia de inicio de operación para luego llegar al punto de recojo de línea, así bajar líneas de enganche para elevarlas y llevarlas al punto donde se encuentra el operador. Esta secuencia se manifiesta de la siguiente manera. También el personal tendrá actividad en este proceso, ya que manipulara la base donde se llenan las cubetas con el objetivo de operar el procedimiento, voltear y liberar los bloques de hielo de las cubetas para ser después despachadas al camión o almacenadas. Por último, se propone para mejorar los tiempos en el llenado del tanque cisterna se coloque un sistema de tuberías 5" para reducir el 50% en el llenado de la cisterna y optimizar los tiempos en el llenado.

Figura 59 Flujo de propuesta de sensor en la producción

Fuente: elaboración propia

En esta secuencia se propone automatizar el traslado de las líneas de cubetas con el inicio de la grúa en la parte superior de la línea de producción donde por un sensor instalado debe proceder a recoger la línea y transportarla al punto de la poza de desmoldado, para luego elevar la línea y llevarlo a la base de llenado donde será recepcionado por el operador.

4. Perfeccionar las actividades

Para afinar esta propuesta es necesario establecer indicadores y formatos que permitan registrar los sucesos en el acarreo de materiales.

Plan de capacitación

Se instruirá al personal a través de unos instructivos con el fin de que pueda operar las actividades de llenado, volteado de cubetas, etc.

Plan de gestión de Seguridad

En las fotos analizadas se observa que el personal no cuenta con la seguridad del caso, se plantea actividades como:

- Charlas 5 minutos de seguridad
- Curso primeros auxilios
- Curso teórico de uso de Epps

- Charla de manipulación de productos peligrosos
- Inspección de uso de equipos de protección personal

3.4 Análisis productivo

Tabla29

Datos propuesto de la producción

PERIODO DE EVALUACIÓN	2017	
UNIDAD DE MEDIDA	Ton	S/.
Producción de hielo	15,450	1,776,750
INSUMOS REQUERIDOS		
Sal	541	5,678
Amoniaco	464	21,238
Agua	16,223	14,925
Cloro	0.038	2,192
TOTAL	17,227	44,032

Nota: INREVIG / Elaboración propia

En la siguiente tabla se muestran datos de la producción en valores de toneladas y unidades monetarias con respecto a los insumos de producción y producto terminado (bloques de hielo industrial)

Los datos mostrados en la tabla 9 reflejan rendimientos positivos que es favorable para la organización para esto se evaluarán a través de algunos indicadores como

$$\frac{\text{EFICIENCIA}^{\text{ECONÓMICA}}}{1,776,750} = \text{PEN}40.35$$

Este indicador nos indica que la eficiencia económica de 40.35 soles, es decir que por cada S/ 1,00 invertido en la producción de hielo la empresa gana S/.40.35.

PRODUCTIVIDAD	$\frac{15450}{4320}$	=	3.58	Und/H-H
---------------	----------------------	---	------	---------

la productividad que es de 3.58, quiere decir que por cada hora trabajada el operario procesa 3.57 toneladas de hielo.

EFICIENCIA FÍSICA	$\frac{15450}{16223}$	=	95%
-------------------	-----------------------	---	-----

La eficiencia física que es de 95%. Este indicador nos muestra que, por cada tonelada de insumos requeridos para la producción de hielo, se procesa sólo el 95% y el 5% restante representa la pérdida de los insumos a utilizar. Asimismo, las horas hombres al año son de 4320hrs.

Por otro lado también, la producción de hielo actual es del 2016 fue de 13905 tns de hielo en bloque y la propuesta es utilizar toda la capacidad máxima en la creación de fría para el recupero de las 5 toneladas que se quedan diariamente y poder tener una producción de 15450 tns hielo en bloques y esto sería un incremento de 10% en la producción.

Figura 60 Comparativo de producción 2016 Vs propuesta

Fuente: datos empresa INREVIG

Se puede apreciar en la figura # 60 como la producción del 2016 la demanda está por debajo de la producción propuesta que tiene un 10% más de producción anual generando una mayor atención en los pedidos desatendidos. Dicho de otra manera, la producción real es de 13905 tns de hielo industrial en bloques anual, con la implementación de la mejora la producción llega a su capacidad máxima de 15450 tns de hielo industrial en bloque.

Figura 61 variación del COP en el sistema de refrigeración a partir de la incorporación del recuperador de calor

Fuente: Datos de la empresa

En la figura # 61 se aprecia que la implementación del recuperador calor contrajo beneficios productivos, es decir que la producción de 5 toneladas que servía para apoyar en el mantenimiento de calor para la poza salmuera y perder un costo de oportunidad de 5 tns ya no seguirá perdiéndose y esto se deba a que el coeficiente de operación (COP) se incrementó en 0.40 lo que favorece en la generación de frío es decir que por cada 1 kw se va a producir 0.40 unidades de hielo más.

Se muestra un cuadro comparativo de indicadores de producción dentro del proceso del hielo antes y después de la propuesta de mejora.

Tabla30

Indicadores comparativos

ITEM	ANTES DE LA PROPUESTA DE MEJORA	DESPUES DE LA PROPUESTA DE MEJORA
Producción (ton/año)	13905	15450
Eficiencia Física (%)	64%	95%
Eficiencia Económica (S/.)	35.23	40.35
Productividad MO (ton hielo/h-H)	3.22	3.57
Tiempo de cuello de botella (horas)	24	22.7
Utilización (%)	90%	100%

Nota: datos de la empresa

Se observa que la utilización tiene una mejora del 10%, es decir que la producción de bloque de hielo estará a su capacidad máxima, por lo que esto es favorable para la empresa a fin de que se puedan atender un 10% más en lo pedidos. También, que los tiempos de congelamiento en la transformación del agua de estado líquido a estado sólido han reducido de 24 a 22.7 hrs. la eficiencia económica tiene un aumento de S/. 5.13, la eficiencia física con una mejora de 25%, la producción con un aumento de 1545 Tns/año. Por último, la productividad ha mejorado en 0.35 Tns/h-h

4 CAPÍTULO V: VALIDACIÓN DE LA SOLUCIÓN DE INGENIERÍA

Para validar el proceso de fabricación se utiliza el Software Bizagi Modeler (BPM). Además, los datos observados en cada actividad se toman del DAP actual y propuesto, y se procede a modelar estadísticamente cada actividad del proceso de fabricación (ver anexo 10). En esta primera parte se muestran el escenario de las actividades actuales y los tiempos que incurren en la fabricación del hielo industrial en bloque. El proceso empieza con el llenado del tanque dispensador, luego el operario gira el tanque de manera manual para llenar las cubetas. Después, verifica que las cubetas estén llenas para elevar el tanque dispensador y proceder a bajar las cadenas de la grúa y enganchar las cubetas llenas de agua. Una vez realizado la tarea eleva la línea de cubetas para transportarlas hacia la poza salmuera y ubicarlas en el compartimiento. Una vez situada se procede a bajar las líneas y desengancharlas para luego cubrir con tablas y dejar congelar. Una vez convertido en hielo en bloque se procede a retirar las tablas, enganchar y elevar el producto terminado transportándolos hacia un procedimiento de baño maría que se trata de descongelar el bloque de hielo de las cubetas. Una vez realizado la actividad se lleva a una base para desmoldar los bloques realizando un giro de 180° para que se desprenda los bloques de las cubetas y llevarlos a la trituradora para su despacho. Estas actividades suman 25 tareas para realizar la fabricación de hielo en bloque industrial.

Figura 62 Diagrama de flujo actual de la fabricación del Hielo industrial en bloque

Fuente: datos de la empresa / Elaboración propia

En esta figura se muestra el proceso de fabricación que está conformado por cuatro fases que son en primer lugar la obtención de la materia prima, luego la preparación del producto para su transformación, después la transformación del hielo, y por último el acarreo del producto terminado (APT). Se muestra el resultado obtenido en el proceso acerca de los tiempos que genera la producción del hielo industrial en bloques. Para esto se realizó una simulación que itinere cada actividad obteniendo los siguientes datos:

Figura 63 Resultados de la simulación del escenario actual

Fuente: datos empresa INREVIG

Se Muestra en la tabla que los tiempos de fabricación de Hielo industrial en bloque pueden llegar hasta tiempos de 21 horas aproximadamente. Esta simulación está basada a tiempos de 20 horas en espera de congelamiento del agua. Ya que, su pico puede de ser hasta 24 horas para la transformación de agua a hielo. Dicho de otra manera, la variación de transformación de estado líquido a estado sólido fluctúa de 20 a 24 horas. Asimismo,

Por otro lado, se plantea un diagrama con las mejoras ya presentadas a fin de simular los eventos de cada actividad y realizar el comparativo respectivo.

Figura 64 Diagrama de flujo propuesto de la fabricación del Hielo industrial en bloque

Fuente: Datos de la empresa / elaboración propia

En este flujo se observa 18 actividades que empiezan por la extracción del agua, para pasar por un tratamiento y dejar en depósito a una cisterna. Luego, se llena el dispensador que va a surtir a las cubetas de agua a través de un botón y evitar maniobras manuales. Una vez llena las cubetas se acciona a través de un mando para enganchar las cubetas para que sean transportadas automáticamente al compartimiento direccionado por el operador que se encargara de cubrir las líneas con las tablas y dejar hasta que se congelen. Una vez convertido en producto terminado se sacan las tablas y se procede a elevarlos con el puente grúa y trasladarlo de manera automática hacia el baño maría, para luego transportarlos hacia la base para desmoldar y llevarlos a despacho. En comparación de la actual que tiene 25 actividades existe una simplificación de 7 actividades que no agregan valor al sistema.

A continuación, se muestra la simulación de esta propuesta con el objetivo de validar las 3 propuestas otorgadas y plasmadas en estas actividades.

Figura 65 Resultados de la simulación del escenario propuesto

Fuente: Datos de la empresa / elaboración propia

Los resultados mostrados en la simulación muestran un valor mínimo de 19 horas con 20 minutos y un valor máximo de 21 horas. También un promedio de 20 horas aproximadamente en la fabricación de hielo industrial en bloque, lo que genera un ahorro de 1 hora en promedio en la Producción de Hielo industrial en bloque, en comparación al actual de 21-24 horas de tiempo en fabricación, por lo que es favorable para la organización. Esto permite demostrar que la implementación de la mejora está dentro del análisis que se plantea realizar que trae beneficios importantes para la organización, es decir un ahorro anual de 177 mil 675 soles en la propuesta 1, 618 toneladas de agua en la propuesta 2 y 73 mil 945 soles en la propuesta 3.

5 CAPITULO IV: ENVALUACIÓN ECONÓMICA – FINANCIERIA DEL PROYECTO

5.1 Análisis económico

A continuación, se muestran los costos de inversión para la puesta en marcha de las soluciones de las propuestas mencionadas.

Tabla31

Costos de inversión de la propuesta de mejora

INVERSIÓN PROPUESTA 1			
	COSTO UNITARIO S/.	CANTIDAD (GLB)	COSTO TOTAL S/.
TUBERIAS PARA LA RECUPERACIÓN DE CALOR	40,000	1	40,000
EPPS	8,000	1	8,000
CAPACITACIÓN DE PERSONAL	8,000	1	8,000
MATERIALES & EQUIPOS	10,000	1	10,000
MANO DE OBRA	10,000	1	10,000
			76,000

Nota: Datos de la empresa

Para la propuesta de mejora con la implementación del recuperador de calor se necesitan las tuberías que se instalarán en el proceso de condensación, es decir a la salida del compresor y antes de llegar al condensador para la recuperación de calor y el costo es de 40 mil soles.

Asimismo, se necesitan materiales como por ejemplo soldaduras, clavos, máquina de soldar, herramientas, etc; esto con un valor de 10 mil soles. Además, se tienen equipos de protección personal (EPPS) para la seguridad en la implementación del trabajo con un valor de 8 mil soles. También, está la mano de obra que asciende a 10 mil soles y la capacitación del personal de 8 mil soles. Estos costos tienen una suma total de 76 mil soles para la puesta en marcha de la propuesta del recuperador de calor. Con esto la empresa llega a ahorrar 177, 675 soles anuales en costo de oportunidad al dejar 5 toneladas en la poza salmueran

Tabla32

Costos de inversión de la propuesta de mejora 2

INVERSIÓN PROPUESTA 2			
	COSTO UNITARIO S/.	CANTIDAD	COSTO TOTAL S/.
SENSOR DE NIVEL	6,000	1	6,000
VALVULA ELÉCTRICA	5,000	1	5,000
INTERRUPTOR	2,000	2	4,000
MANO DE OBRA	10,000	1	10,000
SENSOR DE PESAJE	5,000	1	5,000
MATERIALES	10,000	1	10,000
BALANZA ELECTRONICA	10,000	1	10,000
			50,000

Nota: Datos de la empresa

Los costos en esta propuesta de adquisición de sensor de nivel para la reducción de mermas en el rebose de agua a la hora de llenar las cubetas son en primer lugar los sensores de nivel con un costo de 6 mil soles y sensor de pesaje de 5 mil soles. El primero para controlar el llenado o vaceado del agua en la cisterna que almacena el agua. El segundo para controlar el peso de las cubetas y no llegar al rebose que genera mermas de 20 kg. En segundo lugar, la válvula eléctrica que es la que abre y cierra el paso del agua apenas reciba la señal de los sensores y tiene un valor de 5 mil soles. Luego, está el interruptor que sirve como botón de seguridad en caso fallen las señales que emiten los sensores y tienen un costo de 2 mil soles, es necesario tener uno de repuesto para evitar retrasos en la producción. También, está la balanza electrónica que es la que avisa al sensor de pesaje la cantidad exacta que se llenan las cubetas y tiene un valor de 10 mil soles. Asimismo, los materiales, por ejemplo, soldadura, epps, cables, herramientas, etc. Con un valor de 10 mil soles. Por último, la mano de obra con un costo de 10 mil soles. La inversión total para que se evite el derramamiento de agua y este se convierta

en merma asciende a 50mil soles. Con esto la empresa llega a ahorrar 618 toneladas anuales de merma de agua.

Tabla33

Costos de inversión de la propuesta de mejora 2

	COSTO UNITARIO S/.	CANTIDAD	COSTO TOTAL S/.
SENSOR DE MOVIMIENTO	2,500	50	125,000
SOFTWARE SCADA PARA CONTROL DE SENSORES PARA EL PUENTE GRÚA	30,000	1	30,000
EQUIPOS DE COMPUTO	15,000	3	45,000
MANO DE OBRA	20,000	1	20,000
			220,000

Nota: Datos de la empresa

En esta etapa de mejora es necesaria para la puesta en marcha los sensores de movimiento en cada línea con un costo de 2 mil 500 soles por cada sensor, para esto es necesario 50 sensores que suman un total de 125 mil soles. Luego el software Scada para el control de los sensores que se instalaran en las líneas de producción y puente grúa con 30 mil soles. También los equipos de cómputo que serán las PC`S y el servidor con un monto de 45 mil soles. Por último, la mano de obra con un valor de 20 mil soles para la instalación de sensores y equipos de cómputo. Esto costos asciende a 220 mil soles. Esto permitirá un ahorro anual de 73, 945 soles que equivalen a 643 toneladas anuales en pérdidas de acarreo de materiales.

Todos los costos para la mejora presentadas tienen una inversión total de 346 mil soles. A continuación, se presenta 3 escenarios que permitan evaluar financieramente el proyecto de mejora a implementar. La organización ha optado por un escenario Optimista, real o pesimista para saber si la inversión es favorable para la organización.

MES	0	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
INVERSIÓN	-346000												
INGRESOS		241,662	212,630	238,571	127,559	173,198	142,264	112,930	81,257	97,284	220,074	162,984	219,941
VENTAS		226,855	197,824	223,764	112,753	158,391	127,457	98,124	66,450	82,477	205,268	148,178	205,135
INGRESOS ADICIONALES POR RECUPERACIÓN DE 5 TONELADAS		14,806	14,806	14,806	14,806	14,806	14,806	14,806	14,806	14,806	14,806	14,806	14,806
EGRESOS		77,000	79,000	81,000	77,500	77,000	107,000	78,500	76,500	79,500	79,000	81,500	117,000
PLANILLAS		50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	75,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	75,000
SERVICIOS BASICOS		20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000
OTROS GASTOS		5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	20,000
COMBUSTIBLES		2,000	4,000	6,000	2,500	2,000	7,000	3,500	1,500	4,500	4,000	6,500	2,000
FLUJO NETO	-346000	164,662	133,630	157,571	50,059	96,198	35,264	34,430	4,757	17,784	141,074	81,484	102,941
FLUJO ACUMULADO	-346000	-181,338	-47,708	109,862	159,922	256,119	291,383	325,813	330,570	348,353	489,427	570,911	673,852
COK	15%												
VAN	PEN576,435												
TIR	28%												
RELACION COSTO/ BENEFICIO	2.67												

Figura 66 Flujo de caja de INREVIG / OPTIMISTA

Fuente: Datos Empresa INREVIG / elaboración propia

MES	0	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
INVERSIÓN	-346000												
INGRESOS		235,054	206,868	232,053	124,275	168,584	138,551	110,072	79,321	94,881	214,095	158,668	213,966
VENTAS		220,248	192,062	217,247	109,469	153,778	123,745	95,266	64,515	80,075	199,289	143,862	199,160
INGRESOS ADICIONALES POR RECUPERACIÓN DE 5 TONELADAS		14,806	14,806	14,806	14,806	14,806	14,806	14,806	14,806	14,806	14,806	14,806	14,806
EGRESOS		77,000	79,000	81,000	77,500	77,000	107,000	78,500	76,500	79,500	79,000	81,500	117,000
PLANILLAS		50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	75,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	75,000
SERVICIOS BASICOS		20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000
OTROS GASTOS		5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	20,000
COMBUSTIBLES		2,000	4,000	6,000	2,500	2,000	7,000	3,500	1,500	4,500	4,000	6,500	2,000
FLUJO NETO	-346000	158,054	127,868	151,053	46,775	91,584	31,551	31,572	2,821	15,381	135,095	77,168	96,966
FLUJO ACUMULADO	-346000	-187,946	-60,078	90,976	137,751	229,335	260,887	292,459	295,280	310,661	445,757	522,925	619,891
COK	15%												
VAN	PEN443,756												
TIR	25%												
RELACION COSTO/ BENEF	2.28												

Figura 67 Flujo de caja de INREVIG / REAL

Fuente: Datos Empresa INREVIG / elaboración propia

MES	0	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
INVERSIÓN	-346000												
INGRESOS		224,566	197,722	221,708	119,062	161,261	132,659	105,536	76,249	91,068	204,605	151,818	204,482
VENTAS		209,760	182,916	206,902	104,256	146,455	117,852	90,730	61,443	76,262	189,799	137,011	189,676
INGRESOS ADICIONALES POR RECUPERACIÓN DE 5 TONELADAS		14,806	14,806	14,806	14,806	14,806	14,806	14,806	14,806	14,806	14,806	14,806	14,806
EGRESOS		77,000	79,000	81,000	77,500	77,000	107,000	78,500	76,500	79,500	79,000	81,500	117,000
PLANILLAS		50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	75,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	75,000
SERVICIOS BASICOS		20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000
OTROS GASTOS		5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	20,000
COMBUSTIBLES		2,000	4,000	6,000	2,500	2,000	7,000	3,500	1,500	4,500	4,000	6,500	2,000
FLUJO NETO	-346000	147,566	118,722	140,708	41,562	84,261	25,659	27,036	-251	11,568	125,605	70,318	87,482
FLUJO ACUMULADO	-346000	-198,434	-79,711	60,997	102,559	186,821	212,479	239,515	239,264	250,832	376,438	446,755	534,238
COK	15%												
VAN	PEN233,155												
TIR	20%												
RELACION COSTO/ BENEF	1.67												

Figura 68 Flujo de caja de INREVIG / PESIMISTA

Fuente: Datos Empresa INREVIG / elaboración propia

La organización apunta a un escenario con un 3% sobre las ventas actuales, es decir que la empresa apunta a un momento de crecimiento alto. Por esto se observa en el cuadro N° 23 un escenario Optimista donde se demuestra que el COK que la empresa tiene es de 15% COK, siendo menor que el TIR con un 28% por lo que es favorable para la organización. Asimismo, la relación de costo / beneficio es buena, ya que por cada costo de 1 sol invertido se obtiene como beneficio 2.67 soles por lo que este escenario es viable.

En la figura # 67 se muestra un escenario financiero realista que demuestra que el TIR real para este proyecto es de 25 % y este se encuentra por encima del 15% del COK que la organización apunta. También que su Costo / beneficio es de 2.28 soles que significa que por cada 1 sol que se gasta se gana 2.28 soles.

En la figura # 68, se presenta un escenario pesimista, La organización INREVIG tuvo una época con un 5% por debajo de las ventas actuales por lo que se toma como escenario Pesimista para medir el impacto de la inversión al proyecto, como resultado se tiene un TIR un 20% más del que pide la organización que es un 15% COK, por lo que sigue siendo favorable en este escenario. Asimismo, el costo / beneficio es de 1.67 soles por cada 1 que se invierte en el proyecto.

Por otro lado, el periodo de recupero se da en los 3 escenarios a partir del 2 mes una vez puesta en marcha el proyecto de mejora.

6 CAPÍTULO VI: DESARROLLO DE CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

1. A través de las herramientas de ingeniería se detectaron problemas en el control de proceso productivo en cuanto a las pérdidas de calor que generan 177,675 soles anuales, Además rebose de agua con mermas de 6,180 toneladas H₂O anuales y acarreo de producto terminado con pérdidas de 73,945 soles por 1 hora en el acarreo.

2. La implementación de mejora en la propuesta 3 en el acarreo de material se evidencia que los resultados son favorables, ya que la simulación de escenarios permite observar que los tiempos de fabricación se redujeron en 1 hora generando reducción de costos que asciende a 73 mil 945 soles.

3. La propuesta de solución en el ciclo de refrigeración a través del sistema de tuberías para la recuperación de calor nos deja un ahorro de 10%. Este sistema se implementará entre el compresor y el condensador y los resultados serán de un coeficiente de operación (COP) de 3,69 a un COP de 4,09.

4. Para el análisis financiero de este plan de mejora la empresa tiene un COK del 15%, Por el cual se plantearon 3 escenarios, el primer escenario optimista la empresa opta utilizar un 3% sobre las ventas actuales como dato del cual muestra un VAN de 576.435, un TIR 28% y una relación de costo- beneficio de 2.67 soles. El segundo escenario el real con un VAN 443.756 y su TIR es de 25% con una relación de costo/beneficio de 2.28 soles. Por último, la empresa en su peor época tuvo un 5% por debajo de las ventas actuales lo que se pone como escenario pesimista y los resultados son un VAN de 233.155 y 20% en el TIR y un costo / beneficio de 1.67 soles por lo que favorable para la empresa. Es importante mencionar que el escenario optimista es mayormente rentable si se realiza este escenario.

5. Las propuestas de mejoras fueron sometidas bajo criterios de expertos que validaron la calidad aportando ideas para su perfeccionamiento.

6.2 Recomendaciones

1. Se recomienda, adquirir sensores de calidad bajo pruebas piloto con el fin de verificar la eficiencia de estos equipos.
2. Se recomienda, desarrollar un plan de gestión de mantenimiento a los equipos que formen parte del plan de mejora y evitar retrasos en la producción.
3. Se recomienda, hacer una ampliación de planta y construcción de otras pozas para aumentar la capacidad de producción, debido a que el crecimiento de la demanda.
4. Se recomienda, establecer un plan de control en las operaciones a través de PLC para la fabricación de hielo, con el beneficio de mantener la sostenibilidad de la mejora propuestas.
5. Se recomienda, tener un plan de capacitación en el uso de las nuevas propuestas que se van a implementar para que se actuar de manera eficiente en sus actividades del proceso.
6. Se recomienda, a largo plazo implementar el lean manufacturing con el fin de continuar la mejora continúa y tener sostenibilidad en el tiempo para mantener los proyectos presentados.

7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

HEIZER, Jay; RENDER, Barry. (2009) Principios de administración de operaciones, 7ma. edición. México: Pearson educación.

KRAJEWSKI, Lee; RITZMAN, Larry; MALHOTRA, Manoj (2008) Administración de operaciones. 8va edición, México: Pearson Educación.

NIEBEL, Benjamín; FREIVALDS Andris (2009) Ingeniería Industrial: métodos, estándares y diseño de trabajo. 20va. edición. México D.F. Mc Graw Hill.

PYZDEK, Thomas; KELLER, Paul A. (2010) Seis Sigma Manual: Una guía completa para Green Belts, Black, y directivos de todos los niveles. 3ra. edición. (McGraw-Hill Professional, 2010).

GUTIERREZ, Humberto; DE LA VARA, Román (2009) Control estadístico de calidad y seis sigma. 2da. edición. México D.F.: The McGraw-Hill Companies.

GRAHAM J., JOHNSTON W. y NICHOLSON F. 1993. El hielo en las pesquerías: Equipo de Fabricación de Hielo. FAO Documento Técnico de Pesca. 331. Roma: FAO. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/003/T0713S/T0713S05.htm#ch5.2.1> (Acceso: 04 de octubre de 2012).

RUANO, R. 2012. Eficiencia Energética de los Sistemas de Refrigeración: Propiedades de los refrigerantes. Disponible en: (Acceso: 28 de mayo de 2014).

http://www.energianow.com/Articulos/sistema_refrigeracion.pdf

SALCEDO V., MARCOS H. et al. 2005. Estudio y aplicación de ciclos de refrigeración – Refrigerantes alternativos- Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente. 2(3): 28-33. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/2311/231117496005.pdf> (Acceso: 20 de abril de 2014).

York internacional. 2005. Refrigeración industrial con amoníaco para la industria alimenticia. Disponible en: <http://www.seafood-today.com/ediciones/SF%202-5/4-6.pdf> (Acceso: 28 de mayo de 2014).

PEREZ, A., BULNES, C., ROQUE, E., de la Noval, N., & Villoch, A. (2011). Mejoramiento del proceso de producción porcina como proveedor en la fabricación de medicamentos. Revista De Salud Animal, 33(2), 97-103.

[http://web.b.ebscohost.com/ehost/detail/detail?sid=5cb8a32c-be55-4a87-88b2-](http://web.b.ebscohost.com/ehost/detail/detail?sid=5cb8a32c-be55-4a87-88b2-7bfd5ec992%40sessionmgr107&vid=0&hid=106&bdata=Jmxhbmc9ZXNM%3d#db=fua&AN=73827385)

[7bfd5ec992%40sessionmgr107&vid=0&hid=106&bdata=Jmxhbmc9ZXNM%3d#db=fua&AN=73827385](http://web.b.ebscohost.com/ehost/detail/detail?sid=5cb8a32c-be55-4a87-88b2-7bfd5ec992%40sessionmgr107&vid=0&hid=106&bdata=Jmxhbmc9ZXNM%3d#db=fua&AN=73827385)

WILBERT F. STOECKER. Manual para la refrigeración industrial SECUNDARIA refrigerantes salmueras y anticongelantes, Capítulo (McGraw-Hill Professional, 1998), AccessEngineering
<http://accessengineeringlibrary.com.ezproxy.upc.edu.pe:2048/browse/industrial-refrigeration-andbook/p2000aed69970649001?s.num=1&q=brine#p2000aed69970649002>

Mandyam M. Srinivasan, Ph.D.; Melissa R. Bowers, Ph.D; Kenneth C. Gilbert, Ph.D: mantenimiento, reparación y revisión de Lean: Cambio de la forma de hacer negocios. El logro de un crecimiento sostenido del negocio MRO, Capítulo (McGraw-Hill Professional, 2014), AccessEngineering

<http://accessengineeringlibrary.com.ezproxy.upc.edu.pe:2048/browse/lean-maintenance-repair-and-overhaul-changing-the-way-you-do-business/c9780071789943ch03?q=TOC+&subject=%23DISCIPLINE%23Industrial+engineering#c9780071789943ch03lev1sec06>

Steve Borris: Strategic Mapping magra: Procesos de Mejora de fusión de la perfecta solución de Oportunidades de Mejora Finding, Capítulo (McGraw-Hill Professional, 2012), AccessEngineering

<http://accessengineeringlibrary.com.ezproxy.upc.edu.pe:2048/browse/strategic-lean-mapping-blending-improvement-processes-for-the-perfect-solution/c9780071788557ch02?s.num=4&q=principios+lean&subject=%23DISCIPLINE%23Operations+management#ch02lev1sec07>

Paul Myerson: cadena de suministro esbelta y Gestión Logística. Herramientas de Lean básicos: No se puede construir una casa sin una base sólida, Capítulo 5.1 (McGraw-Hill Professional, 2012), AccessEngineering

<http://accessengineeringlibrary.com.ezproxy.upc.edu.pe:2048/browse/lean-supply-chain-and-logistics-management/c9780071766265ch05?s.num=2&q=estandarizacion+lean#ch05lev1sec01>

Mandyam M. Srinivasan, Ph.D .; Melissa R. Bowers, Ph.D .; Kenneth C. Gilbert, Ph.D .: mantenimiento, reparación y revisión de Lean:. Cambio de la forma de hacer negocios El MRO de Lean Toolkit, Capítulo 6.2.7 (McGraw-Hill Professional, 2014), AccessEngineering

<http://accessengineeringlibrary.com.ezproxy.upc.edu.pe:2048/browse/lean-maintenance-repair-and-overhaul-changing-the-way-you-do-business/c9780071789943ch06?s.num=1&q=TRABAJO+STANDAR+LEAN&subject=%23DISCIPLINE%23Industrial+engineering#c9780071789943ch06lev1sec02>

Jeffrey K. Liker; David Meier: Toyota Way Libreta de Campo establecer procesos estandarizados y Procedimientos, Capítulo 6.11.1 (McGraw-Hill Professional, 2006), AccessEngineering

<http://accessengineeringlibrary.com.ezproxy.upc.edu.pe:2048/browse/toyota-way-fieldbook/c9780071448932ch06?q=estandarizacion+lean#ch06lev1sec11>

Jeffrey K. Liker; David Meier: Toyota Way Libreta de Campo establecer procesos estandarizados y Procedimientos, Capítulo 6.11.2 (McGraw-Hill Professional, 2006), AccessEngineering

<http://accessengineeringlibrary.com.ezproxy.upc.edu.pe:2048/browse/toyota-way-fieldbook/c9780071448932ch06?q=estandarizacion+lean#ch06lev1sec11>

Jeffrey K. Liker; David Meier: Toyota Way Libreta de Campo establecer procesos estandarizados y Procedimientos, Capítulo 6.11.3 (McGraw-Hill Professional, 2006), AccessEngineering

<http://accessengineeringlibrary.com.ezproxy.upc.edu.pe:2048/browse/toyota-way-fieldbook/c9780071448932ch06?q=estandarizacion+lean#ch06lev1sec11>

Paul Myerson: cadena de suministro esbelta y Gestión Logística. Herramientas de Lean básicos: No se puede construir una casa sin una base sólida, Capítulo 5.4.1 (McGraw-Hill Professional, 2012), AccessEngineering

<http://accessengineeringlibrary.com.ezproxy.upc.edu.pe:2048/browse/lean-supply-chain-and-logistics-management/c9780071766265ch05?s.num=2&q=estandarizacion+lean#ch05lev1sec01>

Mandyam M. Srinivasan, Ph.D .; Melissa R. Bowers, Ph.D .; Kenneth C. Gilbert, Ph.D .: mantenimiento, reparación y revisión de Lean: Cambio de la forma de hacer negocios. El logro de un crecimiento sostenido del negocio MRO , Capítulo 6.2.10 (McGraw-Hill Professional, 2014), AccessEngineering

<http://accessengineeringlibrary.com.ezproxy.upc.edu.pe:2048/browse/lean-maintenance-repair-and-overhaul-changing-the-way-you-do-business/c9780071789943ch03?q=TOC+&subject=%23DISCIPLINE%23Industrial+engineering#c9780071789943ch03lev1sec06>

Paul Keller: Seis Sigma Demystified®, segunda edición Seis Sigma Herramientas, Capítulo 9.19 (McGraw-Hill Professional, 2011), AccessEngineering

<http://accessengineeringlibrary.com.ezproxy.upc.edu.pe:2048/browse/six-sigma-demystified-second-edition/c9780071746793ch09?s.num=9&q=principios+lean&subject=%23DISCIPLINE%23Operations+management#c9780071746793ch09lev1sec47>

Gómez, L. S., & Pimiento, N. (2012). Una revisión de los modelos de mejoramiento de procesos con enfoque en el rediseño. Estudios Gerenciales, 28(125), 13-22
<http://search.proquest.com/docview/1372108790?accountid=43860>

Simonassi, L. E. (2009). Capacitación laboral en el análisis con el diagrama de Causa-Efecto. Temas De Management, 718-22.

<http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=71c61dc6-0486-4824-abd6-d422a1f390ce%40sessionmgr120&vid=0&hid=128>

La era de la automatización en almacenes frigoríficos. (2015). Industria Alimenticia, 26(6), 51-52.
<http://web.a.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=2372e49a-6f8b-4b05-86f0-369764d37594%40sessionmgr4007&vid=2&hid=4212>

Flores, J.C.D., & Rivas, R.S.D.P. (2012). ¿Control de gestión o gestión de control? */Management control or control management? Contabilidad y Negocios, 7(14), 69-80. Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/1318935649?accountid=43860>

LEMA CALLUCHI, Hilda Mariel, (2014) Propuesta de mejora del proceso productivo de la línea de productos de papel Tisú mediante el empleo de herramientas de manufactura esbelta (tesis de ingeniería) Lima: PUCP.

RAJADELL CARRERAS, Manuel; Sánchez GARCIA, José Luis; (2010) Lean manufacturing: la evidencia de una necesidad. Madrid: Díaz de Santo.

REY SACRISTAN, Francisco (2009) Reducción de los tiempos de cambios de utillaje en la producción, pp.66-70. En revista Técnica Industrial, No-284
<http://www.tecnicaindustrial.es/TIAdmin/Numeros/66/77/a77.pdf>

R.MAIL, YASHWANT; INAMDAR, K.H (2012) Changeover time reduction using SMED technique of lean manufacturing vol.2

ESPIN, CARBONEL, Francisco (2013) Técnica SMED. reducción del tiempo de preparación pp3-11. Revista de investigación

Medina V, Pedro Daniel; Restrepo Correa, Jorge Hernán; Cruz T, Eduardo Arturo; (2009). COMO REDUCIR EL TIEMPO DE PREPARACIÓN. Scientia Et Technica, Mayo-Sin mes, pp 177-180.
<http://www.redalyc.org/pdf/849/84916680031.pdf>

Molina-Mesías, Ó. A.; Benítez-Ramírez, L. y González, E. (2013). Aplicación del ciclo PHVA para el mejoramiento del Control de Piso en una empresa de productos médicos. *Memorias*, 11(19), 61-69.

COSTA, Eric; SOUSA, Rui; BRAGANCA, Sara; ALVES, Anabela (2013) An Industrial application of the SMED methodology and other lean production tools.

http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/25314/1/2013_Costa_et_al_SMED.pdf

Imbert-González, J., & Guillen-Gordín, R. (2014). Evaluación de un recuperador de calor en una industria frigorífica. *Ingeniería Mecánica*, 17(1), 12-21.

<http://web.a.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=3&sid=fe7570c9-fbe9-462f-84d2-aa21fcd09c59%40sessionmgr4009&hid=4207>

Newitt, D. J. (1996). "Beyond BPR & TQM - Managing through processes: Is kaizen enough?"

Institution of Electric Engineers (eds.), *Industrial Engineering*, London, U.K. [SEP]

Styhre, A. (2001). "Kaizen, ethics, and care of the operations: Management after empowerment". *Journal of Management Studies*, vol. 38, no. 6, pp. 795-810.

Imai, M. (1998). *Gemba Kaizen, Cómo Implementar el Kaizen en el sitio de trabajo*. México, D.F., Mc-Graw-Hill.

Imai, M. (2006). "¿Qué es el Total Flow Management bajo el enfoque Kaizen?" En *Kaizen Institute*, 3er. día Kaizen. Total Flow Management, 01 de diciembre, Barcelona.

Wittenberg, G. (1994). "Kaizen, The many ways of getting better". *Assembly Automation*, vol. 14, no. 4, pp. 12-17.

Asociación de Relaciones Humanas del Japón (1992). Kaizen Teian. Desarrollo de sistemas para la mejora continua a través de las propuestas de los empleados. Portland, Oregon, Productivity Press.

Zairi, M., Letza, S., Oakland, J., (1994). "Does TQM impact on bottom line results?" The TQM Magazine, vol. 6, no. 1, pp. 38-43.

MacDonald, J. (1995). "Together TQM and BPR are winners". TQM Magazine, vol. 7, no.3, pp. 21-25. [L]
[SEP]

Harrington, H. J. (1995). "Continuous versus Breakthrough improvement finding the right answer". Business Process Re-engineering & Management Journal, vol. 1, no. 3, pp. 31- 49.

Zairi, M. (1997). "Business Process Management: A boundaryless approach to modern competitiveness". Business Process Management Journal, vol. 3, no. 1, pp. 64-80.

Babicz, G. (2000). "Give your process the right flow". Quality, vol. 39, no.13, pp. 34-36. [L]
[SEP]

Spector, B. A. (1999). "The horizontal Organization: what the organization of the future actually looks like and how it delivers value to customers". Academy of Management Executive, vol. 13, no. 2, pp. 97-98.

Venkatraman, N. (1994). "IT-enabled business transformation: From automation to business scope redefinition". Sloan Management Review, vol. 35, no. 2, pp. 73-87.

De Toro, I., y McCabe, T., (1997). "How to stay flexible and elude fads". Quality Progress, vol. 30, no. 3, pp. 55-60.

Osorio Gómez J.C & Orejuela Cabrera J.P (2008). El proceso de análisis jerárquico (AHP) y la toma de decisiones multicriterio. Revista Scientia et Technica año XIV, N°39 pp 247-252

Corredor Gutiérrez, Ivonne Alexandra (2015) Sin identificación de los 7 desperdicios no hay Lean (tesis de ingeniería) México: UNAM

<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/7710/Tesis.pdf?sequence=1>

Serrano Gómez, Lupita; Ortiz Pimiento, Néstor Raúl; (2012). Una revisión de los modelos de mejoramiento de procesos con enfoque en el rediseño. Estudios Gerenciales, octubre-diciembre, 13-22. <http://www.redalyc.org/comocitar.oa?id=21226279002>

Hwaiyu Geng: Manual de Ingeniería de Fabricación. Mantenimiento Productivo Total, Capítulo (McGraw-Hill Professional, 2004), Access Engineering.

http://accessengineeringlibrary.com.ezproxy.upc.edu.pe:2048/browse/manufacturing-engineering-handbook/p2000ad2999759_1001?q=definicion+tpm#p2000ad2999759_3002

Marc Mancini, Ph.D .: Gestión del Tiempo. Alinear sus patos: Dar prioridad , Capítulo (McGraw-Hill Professional, 2003), AccessEngineering

<http://accessengineeringlibrary.com.ezproxy.upc.edu.pe:2048/browse/time-management/c9780071406109ch03?s.num=2&q=+pareto#c9780071406109ch03lev1sec06>

8 ANEXOS

Anexo 1. Tabla de criterios de ponderación para metodología SMED

METODOLOGIA : SMED									
CRITERIOS	COSTO DE IMPLEMENTACIÓN	TIEMPO DE IMPLEMENTACIÓN	PERSONAL	ENFOQUE SISTEMATICO	MATRIZ NORMALIZADA				VECTOR PROMEDIO
COSTO DE IMPLEMENTACIÓN	1.00	0.20	0.20	5.00	0.09	0.12	0.05	0.21	0.12
TIEMPO DE IMPLEMENTACIÓN	5.00	1.00	3.00	9.00	0.45	0.61	0.70	0.38	0.53
PERSONAL	5.00	0.33	1.00	9.00	0.45	0.20	0.23	0.38	0.31
ENFOQUE SISTEMATICO	0.20	0.11	0.11	1.00	0.02	0.07	0.03	0.04	0.04
SUMA	11.2	1.6	4.3	24					

Anexo 2. Tabla de criterios de ponderación para metodología Ciclo Deming (PHVA)

METODOLOGIA : PHVA									
CRITERIOS	COSTO DE IMPLEMENTACIÓN	TIEMPO DE IMPLEMENTACIÓN	PERSONAL	ENFOQUE SISTEMATICO	MATRIZ NORMALIZADA				VECTOR PROMEDIO
COSTO DE IMPLEMENTACIÓN	1.00	0.33	3.00	3.00	0.21	0.19	0.30	0.30	0.25
TIEMPO DE IMPLEMENTACIÓN	3.00	1.00	5.00	5.00	0.64	0.58	0.50	0.50	0.55
PERSONAL	0.33	0.20	1.00	1.00	0.07	0.12	0.10	0.10	0.10
ENFOQUE SISTEMATICO	0.33	0.20	1.00	1.00	0.07	0.12	0.10	0.10	0.10
SUMA	4.7	1.7	10	10					

Anexo 3. Tabla de criterios de ponderación para TPM

METODOLOGIA : TPM									
CRITERIOS	COSTO DE IMPLEMENTACIÓN	TIEMPO DE IMPLEMENTACIÓN	PERSONAL	ENFOQUE SISTEMATICO	MATRIZ NORMALIZADA				VECTOR PROMEDIO
COSTO DE IMPLEMENTACIÓN	1.00	7.00	0.20	3.00	0.15	0.32	0.14	0.27	0.22
TIEMPO DE IMPLEMENTACIÓN	0.14	1.00	0.11	0.20	0.02	0.05	0.08	0.02	0.04
PERSONAL	5.00	9.00	1.00	7.00	0.77	0.41	0.69	0.63	0.62
ENFOQUE SISTEMATICO	0.33	5.00	0.14	1.00	0.05	0.23	0.10	0.09	0.12
SUMA	6.48	22	1.45	11.20					

Anexo 4. Tabla de criterios de ponderación para metodología trabajo estándar

METODODLOGIA : TRABAJO ESTANDAR									
CRITERIOS	COSTO DE IMPLEMENTACIÓN	TIEMPO DE IMPLEMENTACIÓN	PERSONAL	ENFOQUE SISTEMATICO	MATRIZ NORMALIZADA				VECTOR PROMEDIO
COSTO DE IMPLEMENTACIÓN	1.00	9.00	5.00	3.00	0.61	0.38	0.55	0.67	0.55
TIEMPO DE IMPLEMENTACIÓN	0.11	1.00	0.14	0.14	0.07	0.04	0.02	0.03	0.04
PERSONAL	0.20	7.00	1.00	0.33	0.12	0.29	0.11	0.07	0.15
ENFOQUE SISTEMATICO	0.33	7.00	3.00	1.00	0.20	0.29	0.33	0.22	0.26
SUMA	1.64	24	9.14	4.48					

**FICHA TÉCNICA
AMONIACO ANHÍDRIDO**

Características

Fórmula molecular	NH ₃
Peso molecular	17,031
Punto de ebullición a 1 atmósfera	-33,43°C
Punto de congelación a 1 atmósfera	-77,74°C
Calor latente de vaporización a 33,2°C y 1,012 Atm.	588,2 BTU/Lb
Gravedad específica del vapor a 0°C y 1 Atm.	0,5970
Gravedad específica del líquido a 33,2° y 1,012 Atm.	0,6815
Volumen específico del vapor a 0°C y 1 Atm.	1,297 M ₃ /Kg.
Rango de inflamabilidad en el aire	16% a 25% por Volumen
Temperatura de Auto-ignición	651°C

Especificaciones

Pureza:	99,50% - 99,90%
Grado:	Industrial
Estado Físico:	Gas (licuado bajo presión)
Apariencia / color:	Gas incoloro y vapores de color blanco de olor penetrante

Uso Industrial

Como gas refrigerante (R-717) en refrigeración industrial
Fabricación de abonos nitrogenados (urea, sulfato, nitrato de amonio) para uso agrícola.
Fabricación de Nitrato de amonio para la producción de explosivos para la minería.
En tratamientos térmicos para endurecimiento superficial de aceros.

Presentación

Cilindros de capacidad de 50, 64, 68, 80 kg, tanques de 2ton, 5ton, y cisternas de hasta 20ton.

Fuente: INREVIG

Anexo 6: Imágenes de la planta

Anexo 7: Tabla de ponderación de causa-efecto 1

FALTA DE SEGUIMIENTO AL CICLO DE REFRIGERACIÓN						
CAUSAS	CRITERIOS					TOTALES
MÉTODOS	CAUSA DIRECTA	SOLUCIÓN	FACTIBLE	MEDIBLE	BAJO COSTO	
FALTA DE PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS	2	1	2	3	3	11
INEXISTENCIA DE NORMAS Y MANUALES DE TRABAJO	1	1	2	3	3	10
FALTA DE INSTRUMENTACIÓN	2	1	1	3	2	9
CONTROL						
EQUIPOS NO CONTROLADOS	1	2	2	2	3	10
FALTA DE CONTROL EN LAS FASES DE CAMBIO	3	3	3	3	2	14
VARIABILIDAD DE PRESIÓN	1	1	2	3	3	10
VARIABILIDAD DE TEMPERATURAS	1	1	2	3	3	10
FALLAS TÉCNICAS EN EL BALANCE DE ENERGÍA	3	2	2	3	3	13
SISTEMA DE INFORMACIÓN						
NO EXISTEN FORMATOS PARA REGISTRAR INFORMACIÓN	2	2	2	2	3	11
REGISTRO DE TEMPERATURA MANUAL	1	1	1	3	3	9
REGISTRO DE PRESIÓN MANUAL	1	1	1	3	3	9
TABLERO DE CONTROL NO APROVECHADO	1	3	2	3	1	10
PERSONAL						
TRABAJO EMPÍRICO	2	1	2	2	2	9
FALTA DE MOTIVACIÓN	2	1	2	2	1	8

Anexo 8: Tabla de ponderación de causa-efecto 2

EXCESO EN EL ACARREO MANUAL						
CAUSAS	CRITERIOS					TOTALES
MÉTODOS	CAUSA DIRECTA	SOLUCIÓN	FACTIBLE	MEDIBLE	BAJO COSTO	
ACARRERO MANUAL	3	2	3	2	3	13
ENTORNO						
POCA ILUMINACIÓN	1	1	2	2	1	7
NO HAY SEÑALIZACIÓN	1	1	2	2	2	8
PÉRDIDAS DE TRANSFERENCIA DE CALOR EN LA POZA SALMUERA	3	2	2	2	3	12
MÁQUINAS						
NO EXISTE PLAN DE MANTENIMIENTO	2	2	2	2	3	11
PERSONAL						
EXCESIVAS HORAS DE TRABAJO	2	3	2	2	2	11
ELEVADO ESFUERZO FÍSICO	2	3	2	3	2	12
OPERARIO REALIZA OTRAS ACTIVIDADES	1	1	2	2	3	9

Anexo 9: Tabla de ponderación de causa-efecto 3

EXCESO EN LA UTILIZACIÓN DEL AGUA						
CAUSAS	CRITERIOS					TOTALES
MÉTODOS	CAUSA DIRECTA	SOLUCIÓN	FACTIBLE	MEDIBLE	BAJO COSTO	
FALTA DE ESTANDARIZACIÓN	2	1	1	2	1	7
FALTA DE CONTROL LLENADO DE MOLDES	3	3	2	2	3	13
MANO DE OBRA						
OPERARIO NO CAPACITADO	3	2	3	1	2	11
OPERARIO REALIZA OTRAS ACTIVIDADES	3	2	1	2	2	10
FÁTIGA	2	1	2	1	2	8
MAQUINARIA						
USO DE EQUIPO TRADICIONAL	3	2	2	1	2	10
MATERIALES						
PÉRDIDAS DE H ₂ O	3	3	2	1	3	12

Anexo 10: Actividades del proceso de fabricación

Actividad 1

Actividad 2

Actividad 3

Actividad 4

Actividad 5

Actividad 6

Actividad 7

Actividad 8

Actividad 9

Actividad 10

Actividad 11

Actividad 12

Actividad 13

Actividad 14

Actividad 15

Actividad 16

Actividad 17

Actividad 18

Actividad 19

Actividad 20

Actividad 21

Actividad 22

Actividad 23

Actividad 24

Actividad 25

Anexo 11: muestra de datos recopilados de los manómetros

Presion de Succión	
kgf/ Cm2	PSI
1.04	14.77
1.72	24.42
1.91	27.12
1.93	27.41
1.89	26.84
1.26	17.89
1.97	27.97
0.84	11.93
1.79	25.42
0.84	11.93
1.85	26.27
1.64	23.29
1.23	17.47
1.65	23.43
1.97	27.97
1.97	27.97
1.71	24.28
1.75	24.85
0.92	13.06
1.84	26.13

Presion de descarga	
kgf/ Cm2	PSI
12.19	17.31
12.42	17.64
12.76	18.12
11.27	16.00
11.24	15.96
10.78	15.31
11.77	16.71
12.84	18.23
12.95	18.39
11.98	17.01
12.23	17.37
12.07	17.14
12.21	17.34
11.33	16.09
11.69	16.60
10.83	15.38
10.85	15.41
10.62	15.08
12.23	17.37
10.78	15.31

1.38	19.60
1.02	14.48
1.02	14.48
1.30	18.46
0.84	11.93
1.88	26.70
1.97	27.97
1.87	26.55
0.84	11.93
1.04	14.77
1.40	19.88
1.85	26.27
1.97	27.97
1.97	27.97
1.97	27.97
1.76	24.99
1.97	27.97
1.81	25.70
1.38	19.60
0.84	11.93
1.86	26.41

12.33	17.51
12.29	17.45
12.17	17.28
11.91	16.91
12.03	17.08
13	18.46
12.25	17.40
12.47	17.71
12.02	17.07
11.79	16.74
11.65	16.54
13	18.46
10.75	15.27
11.9	16.90
11.31	16.06
10.76	15.28
12.74	18.09
10.74	15.25
10.83	15.38
11.56	16.42

12.97

18.42

Presión de Succión	
kgf/ Cm2	PSI

Presión de Descarga	
kgf/ Cm2	PSI

1.96	27.83
1.79	25.42
1.93	27.41
1.40	19.88
1.54	21.87
0.84	11.93
1.18	16.76
0.95	13.49
1.03	14.63
1.29	18.32
1.42	20.16
0.84	11.93
1.40	19.88
0.99	14.06
1.97	27.97
1.88	26.70
1.26	17.89
0.87	12.35
0.84	11.93
0.86	12.21
1.74	24.71
0.97	13.77
1.32	18.74
1.49	21.16

10.77	15.29
12.19	17.31
11.2	15.90
12.72	18.06
12.98	18.43
11.1	15.76
12.66	17.98
11.19	15.89
12.25	17.40
11.51	16.34
10.73	15.24
11.1	15.76
11.81	16.77
12.89	18.30
12.16	17.27
10.59	15.04
11.02	15.65
10.98	15.59
12.21	17.34
12.26	17.41
12.79	18.16
11	15.62
12.27	17.42
10.55	14.98

1.61	22.86
1.25	17.75
0.89	12.64
0.97	13.77
1.97	27.97
1.72	24.42
1.36	19.31
0.84	11.93
1.40	19.88
1.73	24.57
1.51	21.44
1.71	24.28
1.36	19.31
1.49	21.16
1.44	20.45
1.97	27.97
1.09	15.48
0.84	11.93
Presión de Succión	
kgf/ Cm2	PSI
1.40	19.88
1.55	22.01
1.75	24.85

13.01	18.47
12.18	17.30
11.31	16.06
11.31	16.06
12.11	17.20
12.48	17.72
12.63	17.93
10.65	15.12
12.53	17.79
11.49	16.32
11.25	15.98
12.46	17.69
12.51	17.76
11.57	16.43
12.12	17.21
12.72	18.06
11.71	16.63
12.55	17.82
Presión de Descarga	
kgf/ Cm2	PSI
11.31	16.06
12.15	17.25
10.94	15.53

1.73	24.57
1.41	20.02
1.52	21.58
0.97	13.77
1.97	27.97
1.52	21.58
0.87	12.35
1.70	24.14
1.49	21.16
1.51	21.44
1.10	15.62
1.26	17.89
1.95	27.69
1.12	15.90

12.81	18.19
10.65	15.12
10.95	15.55
10.95	15.55
12.96	18.40
12.99	18.45
11.21	15.92
10.69	15.18
13.01	18.47
11.94	16.95
12.32	17.49
12.81	18.19
12.98	18.43
12.99	18.45