

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

FACULTAD DE INGENIERIA

PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**Desarrollo de manufactura esbelta en la empresa ITEMSA Perú
SAC, Chimbote – 2018.**

Tesis para obtener el título de Ingeniero Industrial

**Autores: Cecias Moreno, Jhoselyn Melany
Polo Meza, Daysi Karito**

Asesor: Barbarán Benites, Nelson

Chimbote – Perú

2019

INDICE

I.	PALABRAS CLAVE	i
II.	TITULO	ii
III.	RESUMEN	iii
IV.	ABSTRACT	iv
1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	METODOLOGÍA	15
3.	RESULTADOS	81
4.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN	88
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	89
6.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	91
7.	AGRADECIMIENTO	93
8.	ANEXOS	95

Lista de tablas

Tabla 1. Dimensiones y factores de Manufactura esbelta.....	4
Tabla 2. Dimensiones de manufactura esbelta y sus descripciones.....	5
Tabla 3. Resumen de las herramientas de la filosofía lean.....	9
Tabla 4. Técnicas e instrumentos.....	16
Tabla 5. Desperdicios del proceso productivo por área.....	20
Tabla 6. Desperdicios del proceso productivo.....	21
Tabla 7. Frecuencia de desperdicios en los proyectos de enero – junio del 2018.....	23
Tabla 8. Beneficios de las herramientas de manufactura esbelta.....	25
Tabla 9. Asignación de herramientas de Manufactura Esbelta.....	26
Tabla 10. Criterios de evaluación de la implementación de la propuesta.....	28
Tabla 11. Consecuencia de los desperdicios en el proceso productivo.....	29
Tabla 12. Objetivos aplicando Just in Time en los procesos críticos.....	30
Tabla 13. Criterios de evaluación de la implementación de Just in Time.....	31
Tabla 14. Beneficios de aplicación de Kanban.....	34
Tabla 15. Beneficios de aplicación de Jidoka.....	45
Tabla 16. Objetivos aplicando Andon en los procesos críticos.....	49
Tabla 17. Controles visuales necesarios.....	50
Tabla 18. Codificación de colores para la lámpara de Andon.....	51
Tabla 19. Indicadores del seguimiento de los desperdicios N°01 y N°04.....	54
Tabla 20. Beneficios de aplicación del TPM.....	59
Tabla 21. Indicadores del seguimiento de TPM.....	63
Tabla 22. Beneficios de aplicación de 5´S.....	69
Tabla 23. Impacto de herramientas de manufactura esbelta en los desperdicios prioritarios.....	77
Tabla 24. Evaluación del impacto de las herramientas en el periodo enero – junio del 2018.....	78
Tabla 25. Resumen de inversión de las propuestas de Manufactura Esbelta.....	79
Tabla 26. Resumen de beneficios de las propuestas de Manufactura Esbelta.....	80
Tabla 27. Flujo de caja anual proyectada y análisis económico de las propuestas.....	80
Tabla 28. Desperdicios a solucionarse de acuerdo a Pareto.....	82
Tabla 29. Procesos críticos de producción.....	82
Tabla 30. Resumen del rendimiento de mejora de las propuestas.....	83

Lista de figuras

Figura 1. Esquema de los 7 desperdicios según Taiichi Ohno.....	6
Figura 2. Procesos productivos de la empresa ITEMSA Perú SAC.	19
Figura 3. Flujo del proceso de producción utilizando Kanban.	36
Figura 4. Flujo de información y material entre producción y almacén utilizando Kanban.....	36
Figura 5. Tarjetas Kanban en estantes de almacén.	37
Figura 6. Modelo de tarjeta Kanban para el control de materiales en el Almacén.	38
Figura 7. Tarjetas Kanban en organizadores.....	39
Figura 8. Tarjeta Kanban para el flujo de materiales en la producción.	40
Figura 9. Tarjeta Kanban para el flujo de información en el proceso de producción.	42
Figura 10. Modelo de Tablero Kanban.	43
Figura 11. Modelo de Diagrama Ishikawa.....	46
Figura 12. Dispositivo Andon.....	51
Figura 13. Formato para lecciones de un punto.	52
Figura 14. Formato de tablero Andon.....	53
Figura 15. Formato de inspección de equipos y máquinas.	56
Figura 16. Pasos para mantenimiento autónomo.	61
Figura 17. Tarjeta TPM roja y verde.	62
Figura 18. Indicadores de OEE.....	64
Figura 19. Presencia de desorden en las áreas de producción.	65
Figura 20. Presencia de desorden en el almacén.....	66
Figura 21. Evaluación de implementación de 5'S en el área de producción.	67
Figura 22. Evaluación de implementación de 5'S en el almacén.	68
Figura 23. Evidencia fotográfica de clasificación en el almacén.....	70
Figura 24. Evidencia fotográfica de clasificación en las áreas de producción.....	70
Figura 25. Clasificación de elementos por naturaleza.	70
Figura 26. Diagrama de decisión para Seiri. Metodología de las 5'S.....	71
Figura 27. Evidencia fotográfica de equipos y herramientas en el piso en el almacén.....	71
Figura 28. Evidencia fotográfica de falta de señalización en el almacén.	72
Figura 29. Evidencia fotográfica del estado de señalización de producción.	73
Figura 30. Modelo de Tarjeta Roja.	75
Figura 31. Modelo de tablero de herramientas.	75
Figura 32. Pareto de desperdicios en el proceso de producción.	81
Figura 33. Retraso de entrega de material por Almacén.....	83
Figura 34. Retraso de entrega de planos por Dpto. Técnico al iniciar el proceso.....	84
Figura 35. Falta de comunicación en planos modificados.....	84

Figura 36. Desorden en las áreas del Dpto. de Producción.....	85
Figura 37. Falla en las máquinas y equipos.	85
Figura 38. Malas juntas en el Armado.	86
Figura 39. Problemas en el biselado.	86
Figura 40. Defectos de soldadura.....	87

Lista de anexos

Anexo 1. Conceptualización y operacionalización de variables de estudio.....	95
Anexo 2. Modelo de ficha de observación para la identificación de desperdicios del proceso.....	96
Anexo 3. Modelo de la guía de entrevista para la evaluación de manufactura esbelta.....	97
Anexo 4. Matriz de caracterización de los desperdicios detectados.....	98
Anexo 5. Modelo de encuesta para los colaboradores sobre los desperdicios.....	102
Anexo 6. Primera validación de la encuesta.....	103
Anexo 7. Segunda validación de la encuesta.....	105
Anexo 8. Confiabilidad de la encuesta.....	107
Anexo 9. Resultados de la encuesta con la aplicación del diagrama de Pareto.....	108
Anexo 10. Matriz de valoración - relación de los desperdicios con el proceso productivo.....	109
Anexo 11. Evaluación de aplicación de herramientas en los desperdicios prioritarios.....	110
Anexo 12. Diagrama de Ishikawa para el desperdicio 04.....	111
Anexo 13. Diagrama de Ishikawa para el desperdicio 09.....	111
Anexo 14. Diagrama de Ishikawa para el desperdicio 10.....	112
Anexo 15. Diagrama de Ishikawa para el desperdicio 12.....	112
Anexo 16. Distribución de lámparas Andon en el layout de la empresa.....	113
Anexo 17. Lección de un punto sobre las juntas.....	114
Anexo 18. Lección de un punto sobre Biselado.....	115
Anexo 19. Lección de un punto sobre operación correcta de la amoladora.....	116
Anexo 20. Check list del diagnóstico de implementación en el Dpto. de Mantenimiento.....	117
Anexo 21. Listado de máquinas y equipos.....	118
Anexo 22. Modelo de elaboración de plan presupuestal de mantenimiento preventivo.....	123
Anexo 23. Modelo del programa preventivo de mantenimiento anual por activo.....	124
Anexo 24. Modelo de Historial de mantenimiento del activo.....	125
Anexo 25. Formato de auditoría de TPM.....	127
Anexo 26. Check list de auditoria de implementación de 5'S en las áreas de producción.....	128
Anexo 27. Check list de auditoria de implementación de 5'S en el almacén.....	129
Anexo 28. Propuesta de delimitación del almacén.....	130
Anexo 29. Propuesta de delimitación de las áreas de producción.....	131
Anexo 30. Manual de orden y limpieza.....	132
Anexo 31. Detalle de costos de implementación de las herramientas.....	136
Anexo 32. Detalle de los costos del personal por hora.....	138
Anexo 33. Detalle de los beneficios por herramienta.....	138

I. PALABRAS CLAVE

Tema	Manufactura esbelta
Especialidad	Ingeniería Industrial

Topic	Lean manufacturing
Specialty	Industrial Engineer

Línea de investigación de la Facultad de Ingeniería - OCDE

- **Área:** Ingeniería y Tecnología
- **Sub – área:** Otras Ingenierías y Tecnologías
- **Disciplina:** Ingeniería Industrial

II. TITULO

**Desarrollo de manufactura esbelta en la empresa ITEMSA Perú SAC,
Chimbote – 2018.**

III. RESUMEN

El propósito de la presente investigación fue reducir los desperdicios de los recursos utilizados en los procesos productivos de fabricación de equipos y estructuras metálicas de la empresa ITEMSA Perú SAC.

La metodología de esta investigación fue descriptiva y propositiva, en el cual se desarrolló prácticas de manufactura esbelta, identificando las dimensiones y los desperdicios de la empresa. Para ello se realizó un estudio preliminar, donde se emplearon técnicas (encuestas, observaciones, entrevistas y revisión documentaria.) e instrumentos (cuestionarios, fichas de observación, guías de entrevista y procedimientos, planes y registros) que sirvieron para realizar el diagnóstico, con la finalidad de medir el nivel de esbeltez en la empresa.

El resultado que se obtuvo fue el desarrollo de prácticas propositivas de manufactura esbelta para la reducción o eliminación de los desperdicios que afectan al proceso productivo de la empresa, asegurando la competitividad de la misma en el mercado.

ABSTRACT

The purpose of the present investigation was to reduce the waste of the resources used in the production processes of equipment and metal structures of the ITEMSA Perú SAC Company.

The methodology of this research was descriptive and proactive, in which lean manufacturing practices were developed, identifying the dimensions and waste of the company. For this, a preliminary study was carried out, using techniques (surveys, observations, interviews and documentary review.) And instruments (questionnaires, observation forms, interview guides and procedures, plans and records) that served to make the diagnosis, with the purpose of measuring the level of slenderness in the company.

The result was the development of lean manufacturing practices for the reduction or elimination of waste that affect the production process of the company, ensuring the competitiveness of the same in the market.

1. INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo de tesis se estudió a la empresa ITEMSA Perú SAC, ubicada en la ciudad de Chimbote; con la finalidad de identificar y eliminar los desperdicios que afectan al proceso productivo. Para ello se desarrolló el pensamiento de manufactura esbelta, a través de herramientas que eliminen o reduzcan actividades que no agregan valor al proceso.

Los antecedentes de esta investigación se respaldaron de las siguientes tesis nacionales, que a continuación se describen:

Córdova (2012) en su tesis titulada “*Mejoras en el proceso de fabricación de spools en una empresa metalmecánica usando la Manufactura Esbelta*”, tuvo como objetivo principal el diseño de un modelo de aplicación de herramientas de manufactura esbelta para el sistema de fabricación de spools de una empresa metalmecánica, además de demostrar la factibilidad económica de su implementación. Tomando como población el proyecto spool AKER, dicho proyecto contempla la producción de spools, para una empresa minera, por un año y medio aproximadamente. Concluyendo que los procesos críticos son: habilitado, calderería y soldadura, los cuales tienen una participación del 27.18%, 23.44% y 28.13% del total de defectos detectados respectivamente. También se evidenció que con la aplicación de estas herramientas: 5S y Kanban se impacta en el 62.09% de defectos totales detectados y que se requiere esencialmente capacitación y una inversión en las tarjetas Kanban; con lo cual se pudo inferir que únicamente con la capacitación en dichas herramientas se estaría logrando un impacto alto de 62.07%, un impacto medio de 44.83% y un impacto leve de 20.69% en los 29 defectos detectados.

Rodríguez (2016) en su tesis titulada “*Implementación de las herramientas de manufactura esbelta para mejorar el proceso de fabricación de tanques para combustibles en la empresa FAMER y SA S.C.R.L.*”, presentó la implementación de las herramientas de manufactura esbelta para mejorar el proceso de fabricación de tanques estacionarios de 6000 galones para el almacenamiento de combustibles en la empresa FAMER y SA S.C.R.L., aplicando una metodología de tipo tecnológica aplicada de herramientas de manufactura esbelta. Concluyendo que con la implementación de las herramientas de manufactura esbelta se logró disminuir los tiempos de ciclos globales en la fabricación de los tanques estacionarios de 6000 galones de capacidad en 2.2 días. También, se logró incrementar el nivel de 5S de un 24% a 73%, con lo que se obtuvo una mayor disponibilidad de espacio, búsqueda rápida de herramientas, materiales y un mejor control visual del área de producción de la empresa. Y con

la implementación del mantenimiento autónomo y el mantenimiento preventivo se consiguió una mayor disponibilidad de la máquina Soldamax ARM-SA-01 en un 4.13%, la máquina Solandina ENS-SA-01 en un 4.41% y la máquina Soldamax SLD-SA-01 en un 3.61%.

Por otro lado Macedo (2016) en su tesis titulada “*Análisis y propuesta de mejora de procesos en una orfebrería (platería), mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta*”, estableció las bases de mejora para garantizar su sostenibilidad en el mercado actual; empleando una metodología de investigación descriptiva de los procesos de la empresa y aplicando el uso de herramientas de manufactura esbelta para lograr el diagnóstico de la situación actual de la empresa y desarrollar la propuesta de implementación de acuerdo a la evaluación del impacto económico de los costos y beneficios que se brindará a la empresa en estudio. Finalmente, concluyendo en: mediante las mejoras implementadas se puede conseguir reducir costos directos en un 80% por los tiempos de limpieza, ajuste y lubricación, así como una reducción del 60% por traslados, una disminución del 80% en paradas mayores y menores de los equipos y una disminución en 70% del tiempo en el cambio de producto, sin considerar el ahorro indirecto por horas extras del personal que actualmente se suma a los costos de operación; la implementación de Mantenimiento Productivo Total, los operarios son capacitados y se vuelven más autónomos, en el sentido de que se responsabilizan de una variable, se esfuerzan por mejorarla y la controlan, convirtiéndose así en dueños del proceso; y el flujo de caja proyectado muestra que la propuesta de mejora es viable, ya que generó utilidades desde el segundo año y los indicadores como el VAN y el TIR resultan favorables en los escenarios normales y optimistas.

Para la fundamentación científica del presente estudio se utilizaron bases y definiciones teóricas relacionadas al tema de manufactura esbelta, estas fundamentaciones se citan a continuación:

Para Morales, Rojas, Hernández y Jiménez (2015) la manufactura esbelta nació en Japón y fue concebido por los grandes gurús, entre ellos: Sakichi Toyoda, Kiichiro Toyoda, Eijy Toyoda, Taiichi Ohno, Shigeo Shingo y W. Edwards Deming. En 1990 James P. Womack, Daniel T. Jones y Daniel Roos, del Massachusetts Institute of Technology (MIT) analizaron la evolución de los sistemas de gestión de producción, y a través de esto definen un conjunto de principios y conceptualizan el paradigma de producción esbelta.

La manufactura esbelta definida por Rajadell y Sánchez (2010), es la mejora del sistema de producción mediante la eliminación de las acciones que no aportan valor al producto y por las cuales el cliente no está dispuesto a pagar. Reforzando este concepto, la esbeltez para Ibarra y

Ballesteros (2017) es hacer más con menos y con menos esfuerzo, (menos esfuerzo humano, menos equipamiento, menos tiempo y menos espacio), es un sistema integrado de principios y métodos, una filosofía de gestión de la empresa que lleva a la perfección de todo el sistema.

Si su implementación se lleva a cabo de manera correcta, la empresa tendrá como resultados la eliminación de todas las operaciones que no agreguen valor al producto, servicio y a procesos, el aumento del valor de cada actividad realizada, eliminando lo que no se requiere, la reducción de los desperdicios y mejorarán las operaciones, basándose siempre en el respeto al trabajador, al igual que se obtendrán mejoras tangibles, medibles y significativas de la competitividad.

Para Rajadell y Sánchez (2010), el principio fundamental del lean manufacturing es que el producto o servicio y sus atributos deben ajustarse a lo que el cliente quiere, y para satisfacer estas condiciones es necesario la eliminación de despilfarros. En general, las tareas que contribuyen a incrementar el valor del producto no superan el 1% del total del proceso productivo, o lo que es lo mismo 99% de las operaciones restantes no aportan valor. Tradicionalmente, los procesos de mejora se han centrado en el 1% del proceso que aporta valor al producto. Resulta evidente que, si se acepta el elevado porcentaje de desperdicio en el que se incurre en un proceso productivo, se deduce que existe una gran oportunidad de mejora.

Según Abdul et al. (2013) en su investigación conocida como “*Un modelo conceptual de las dimensiones de manufactura esbelta*”, concluyen que la producción esbelta ha sido uno de los paradigmas más populares en la eliminación de desperdicios en la industria manufacturera y de servicios. Así, muchas empresas han aprovechado los beneficios de practicar la manufactura esbelta para poder mejorar la calidad y la productividad. En esta investigación, se ha desarrollado un modelo conceptual para la medición de la esbeltez en la industria manufacturera y diseñada en dos niveles principales, las dimensiones y los factores. Hay siete dimensiones principales como se muestra en la tabla 1, identificadas para la medición de la esbeltez en prácticas de manufactura esbelta, resumidas en el desarrollo de la fuerza laboral y la gestión de la calidad total.

Tabla 1. Dimensiones y factores de Manufactura esbelta.

Ítem	Dimensión	Factor
1	Administración del personal	Desarrollo del trabajo Participación de los trabajadores Control Estadístico del Proceso (SPC) Gestión de la Calidad Total (TQM) Enfoque del proceso Halar Justo a tiempo (JIT) Eliminación de desperdicios (TPM) Reducción de tiempo de configuración
2	Procesos y equipos de producción	Control de procesos Estandarización del trabajo Mejora continua Suavizado de producción 5´S Nuevas tecnologías de procesos / equipos. Mejora de la seguridad, limpieza y orden. Reducción del tiempo de ciclo. Identificación de valor.
3	Proveedor	Desarrollo de proveedores. JIT entregas por proveedor.
4	Planificación y programación de producción	Organización / gestión de planta.
5	Cliente	Relación con el cliente. Involucramiento del cliente.
6	Sistema de información visual	Sistema de gestión visual. Sistema de información visual.
7	Desarrollo de producto y tecnología	Diseño para la fabricación (DFM) Diseño para la fabricación y montaje (DFMA)

Nota. Esta tabla ha sido recuperada de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212017313004817>.

Como se mencionó anteriormente, hay siete tipos de dimensiones que identificaron y en la tabla 2 se resumió la descripción para cada dimensión.

Tabla 2. Dimensiones de manufactura esbelta y sus descripciones.

Dimensión	Descripción
Proceso y equipos de producción	Tiene como objetivo garantizar que se respeten los estándares de calidad. Se hacen grandes esfuerzos para reducir el tiempo de las operaciones para obtener una producción de flujo continuo, rediseño del proceso de producción de acuerdo con producción celular y mantenimiento preventivo.
Planificación y programación de producción	Para sincronizar la producción y la demanda del mercado. El objetivo se puede alcanzar a través de la producción nivelada, el uso de pequeños lotes y control de flujos de producción.
Sistema de información visual	Un sistema de información simple que se basa en flujos de información directos a la toma de decisiones relevantes, que permite la retroalimentación rápida y acciones correctivas. Consiste en la información de rendimiento que se muestra en los tableros.
Desarrollo de producto y tecnología	Elecciones en cuanto a la estructura del producto, materiales y soluciones técnicas. La adopción de prácticas innovadoras en el diseño del(os) productos / metodologías avanzadas como QFD, revisión de diseño, FMEA o VRP y así sucesivamente.
Administración del personal	La participación de los trabajadores en programas de mejora continua de la calidad, la expansión de su autonomía y responsabilidad. Incluye reclutamiento y selección, educación y entrenamiento, evaluación y recompensa para promover la contribución de los empleados y aumentar el empoderamiento y la responsabilidad de los empleados.
Relación con proveedores	Incrementar el grado de “integración operativa” entre comprador y proveedor. Relacionados con la transferencia de materiales (relación logística).
Relación con el cliente	Se hacen esfuerzos para garantizar entregas confiables y rápidas, para desarrollar técnicas comerciales y de marketing para hacer demandas más predecibles y más estables. Y también para mejorar tanto la profesionalidad como la competencia del personal directamente involucrado en relaciones con clientes.

Nota. Esta tabla ha sido recuperada de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212017313004817>.

Por lo tanto para Morales et al. (2015), la producción o manufactura esbelta es un paradigma que tiene como base un proceso continuo y sistemático de identificación y eliminación de desperdicios.

Womack y Jones (1990) definen al desperdicio como cualquier actividad humana que absorbe recursos pero no crea valor.

Y según Rajadell y Sánchez (2010), un proceso consume recursos y los residuos aparecen cuando se consumen más recursos de los necesarios para producir los bienes o la prestación del servicio que el cliente realmente quiere. Reducir los desperdicios es una manera efectiva de aumentar la rentabilidad es por ello que es imprescindible hacer foco en su eliminación. Los siguientes “siete residuos” identifican los recursos que son comúnmente desperdiciados y fueron identificados por Taiichi Ohno como parte del Sistema de Producción Toyota.



Figura 1. Esquema de los 7 desperdicios según Taiichi Ohno. Recuperado de <https://www.iedge.eu/jose-manuel-yague-principios-del-lean-manufacturing>.

- *Sobre Producción:* el desperdicio se produce cuando se fabrica más cantidad de la requerida, o se invierte o diseñan equipos con mayor capacidad de la necesaria. Lo más perjudicial es que no incita a la mejora, ya que pareciera que todo funciona correctamente. Además, producir en exceso significa perder tiempo en fabricar un producto que no se necesita, representa un consumo inútil de material, se incrementan transportes internos y se llenan de Stock los almacenes.

La causa de este despilfarro radica en el exceso de capacidad, fabricando productos en exceso. En las empresas de servicios la sobreproducción se manifiesta en informes, proyectos y catálogos, para los cuales nadie tiene interés.

Las características de este desperdicio son:

- Gran cantidad de Stock.
 - Equipos sobredimensionados.
 - Flujo de producción no balanceado.
 - No hay prisa para atacar los problemas de calidad.
 - Tamaño grande de lotes de fabricación.
 - Excesivo material obsoleto.
- *Transporte y movimientos innecesarios*: el desperdicio por transporte es el resultado de un movimiento o manipulación del material innecesario. Las máquinas y las líneas de producción deben estar lo más cerca posible y los materiales deberían fluir directamente desde una estación de trabajo a la siguiente sin esperar en colas de inventario.

Por otro lado, mientras más veces se muevan los artículos de un lado a otro, mayores son las probabilidades de que resulten dañados.

Las características de este desperdicio son:

- Los contenedores son grandes, pesados, o en definitiva difíciles de manipular.
 - Exceso de operaciones de movimiento y manipulación de materiales dentro del proceso.
 - Las carretillas o pallets circulan vacíos por planta.
- *Inventario excesivo*: ya sea en forma de materias primas, productos en proceso o también conocido como WIP o productos terminados; estos representan un desembolso de capital que aún no ha producido un ingreso ya sea por el productor o para el consumidor.

Es importante destacar que un excesivo nivel de inventario oculta las verdaderas causas de los problemas que enfrenta la empresa, ya que frente a un desperfecto se recurre al inventario ocioso y al solucionar el problema se deja de lado la investigación de la causa raíz.

Las características de este desperdicio son:

- Pérdida de tiempo, recursos materiales y dinero.
- Planificación inconsistente.
- Calidad cuestionable.

- Flujo de proceso complejo.
 - Recurso humanos adicionales para inspección.
 - Maquinaria poco fiable.
 - Baja moral de los operarios.
- *Tiempo de espera:* el desperdicio por tiempo de espera es el tiempo perdido como resultado de una secuencia de trabajo o proceso ineficiente. Los procesos establecidos pueden provocar que algunos operarios permanezcan parados mientras otros están saturados de trabajo.

Un cliente nunca estará dispuesto a pagar el tiempo perdido durante la fabricación de su producto, así que es preciso estudiar cómo usar estos tiempos o bien como eliminarlos.

Las características de este desperdicio son:

- El operario espera a que la maquina termine.
 - La máquina espera a que el operario acabe una tarea pendiente.
 - Un operario espera a otro operario.
 - Exceso de colas de material dentro del proceso.
 - Paradas no planificadas.
- *Sobre Procesamiento o Procesos Inapropiados:* el desperdicio por sobre proceso es el resultado de poner más valor añadido en el producto que el esperado o valorado por el cliente; es decir, es la consecuencia de someter al producto a procesos inútiles (pintura, limpieza, entre otros). En las empresas de servicios los despilfarros se manifiestan en procesos administrativos burocráticos e innecesariamente complejos.

Las características de este desperdicio son:

- No existe estandarización de las mejores técnicas o procedimientos.
 - Maquinaria mal diseñada o de capacidad incorrecta.
 - Procesos burocráticos inútiles.
 - Excesiva información.
 - Falta de especificaciones y ejemplos claros del trabajo.
- *Re-trabajos:* cada vez que aparecen imperfecciones se incurre en costos adicionales reelaboración de la parte, reprogramación de producción, etc. Los defectos en la práctica a veces pueden duplicar el costo de un solo producto. Esto no debe ser transmitido al consumidor y debe ser tomado como una pérdida.

Otro desperdicio que se suma a los 7 desperdicios propuestos por Taiichi Ohno, es el “Desperdicio del talento humano”. Este tipo de desperdicio es complementario a los mencionados anteriormente y es la no utilización de la inteligencia, imaginación y creatividad de la personas. Como se menciona en la investigación de Abdul et al. (2013), quienes toman como referencia al libro de Liker titulado “The Toyota Way Fieldbook”. Para ellos, este desperdicio se define de la siguiente manera:

- *Desperdicio del talento humano:* se refiere a más personas involucradas en un trabajo que las necesarias, no involucrando a los asociados en la mejora de procesos, no aprovechar al máximo al potencial, no usar la capacidad intelectual creativa de los empleados, no dar la asignación correcta / trabajo, distribución desigual del trabajo / equilibrio de carga y pérdida de tiempo, ideas, habilidades, mejoras y aprender oportunidades al no involucrar o escuchar a sus empleado.

Algunas herramientas del Sistema de Producción Toyota.

De acuerdo a Müller (2014), no existe un criterio unificado entre los autores que estudian e implementan la filosofía lean, solo proponen herramientas que pueden contribuir a una exitosa implementación.

Estas herramientas han sido resumidas en la siguiente tabla.

Tabla 3. Resumen de las herramientas de la filosofía lean.

Herramienta	Principal Exponente	Principal Objetivo
Heijunka	Taiichi Ohno	Producción flexible en pequeños lotes.
Sistema de producción pull	Taiichi Ohno	Atar el proceso productivo a la demanda del cliente
Kanban	Taiichi Ohno	Control armónico de la producción
5S's	Taiichi Ohno	Crear la disciplina en los trabajadores
Kaizen	Masaki Imai	Mejora continua
Jidoka	Shingeo Shingo	Control autónomo de los defectos por parte de los operarios
Poka-Yoke	Shingeo Shingo	Prevenir los errores y eliminar los defectos
Andon	-	Alertar la presencia de una anomalía
Mantenimiento productivo Total	Seiichi Nakajima	Incrementar la efectividad total del equipo (OEE)
SMED	Shingeo Shingo	Permitir el cambio de un producto a otro lo más rápido posible

Nota. Esta tabla ha sido recuperada de <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/1830>.

Por su parte Tapia, Escobedo, Barron, Martínez y Estebané (2017) en su artículo publicado “*Marco de Referencia de la Aplicación de Manufactura Esbelta en la Industria*”, describen diferentes herramientas de manufactura esbelta.

- *5'S*: esta metodología está orientada a un sistema de limpieza, organización y estandarización del área de trabajo; es un método para involucrar a la gente y contribuir al cambio de cultura laboral. Fue desarrollada por Hiroyuki Hirano para mejorar la industria y prepararla para recibir otras filosofías para que sea de clase mundial y sus procesos de excelencia. El método de las 5's es un camino efectivo para crear compromiso en los operarios y contribuir a la cultura de cambio. La herramienta de las 5's es de origen japonés, y se denomina de tal manera porque la primera letra del nombre de cada una de sus etapas es la letra (s). Esta técnica se compone de cinco principios fundamentales, los cuales son: Seiri que significa clasificación u organización, Seiton que es orden, Seiso significa limpieza, Seiketsu que es estandarización y, por último, Shitsuke que significa disciplina.
- *Jidoka, Automatización inteligente*: según indica Ohno, en sus primeros años las máquinas tenían una gran capacidad productiva a expensas de que cualquier pequeña anomalía podía dañarlas de manera relativamente fácil. Cuando esto sucedía, se producían en poco tiempo decenas y centenas de piezas defectuosas. Con una máquina de este tipo la producción masiva de piezas no conformes era inevitable, al no tener ningún tipo de mecanismo para detectar cuándo sucedía algún problema. Por lo anterior, la empresa Toyota hizo énfasis en dicha herramienta, ya que las máquinas se diseñan para prevenir problemas de manera autónoma por delante de la automatización simple. La idea provino del sistema a prueba de errores creado por Sakichi Toyoda en 1896 para telares mecánicos, conocido por el término japonés Poka-Yoke. Dicha máquina, al tener un sistema que podía distinguir entre la condición normal de trabajo y una anormal, se detenía cuando detectaba un problema, evitando fabricar productos defectuosos, siendo esta una manera de dotar de inteligencia humana a las máquinas.
- *Kanban*: es una forma simple y sencilla de comunicación que hace que todo se encuentre en el sitio adecuado cuando se necesita; en la mayoría de los casos, es una pequeña tarjeta de papel insertada dentro de un recipiente rectangular de plástico en donde se escribe toda la información acerca de cuantas piezas se necesitan, cuándo y de qué manera, siendo éste la base del sistema de jalón dentro de los sistemas de producción esbeltos.

Ohno instauró el Kanban como un supermercado, utilizándolo después de que el cliente realizase su adquisición, para indicar al departamento de compras cuáles son los artículos que se habrían de reponer. La finalidad de usar esta técnica es para conseguir que los movimientos en la planta de producción se sistematicen. El Kanban es una manera de obtener una producción Justo a Tiempo, convirtiéndose en el sistema central de la producción que controla el flujo de los productos. Un caso de aplicación es el de la producción de café en Tailandia donde se redujo el número de operarios en un 13% en las actividades exclusivas de transporte de materiales.

- *TPM, Mantenimiento productivo total*: es una filosofía diseñada para integrar el mantenimiento del equipo en el proceso de fabricación. Es un sistema que mantiene y mejora la integridad de los sistemas de producción y de calidad a través de las máquinas, equipos y procesos que agreguen valor al producto. Este se centra en mantener todo el equipo en perfectas condiciones para evitar averías y retrasos, así como pequeñas paradas y defectos durante el proceso productivo proporcionando un entorno de trabajo seguro y una visión integral en toda la empresa para la gestión del mantenimiento, que puede dividirse en elementos a corto y largo plazo. A largo plazo, los esfuerzos se centran en el diseño de nuevos equipos y la eliminación de tiempos muertos donde se requiere la participación de las diferentes áreas de la organización. A corto plazo, las actividades de TPM incluyen programas de mantenimiento autónomo y planeado para los departamentos de producción y mantenimiento. El objetivo de TPM es mejorar continuamente la disponibilidad y evitar la degradación de los equipos logrando la máxima eficacia, requiriendo de un fuerte apoyo de gestión, así como el uso continuo de los equipos de trabajo y las actividades de grupos pequeños para lograr mejoras.
- *JIT, Justo a tiempo*: Ohno desarrolló una nueva manera de coordinar el flujo de componentes a través de la cadena de suministro en el día a día con el sistema justo a tiempo, que se ha hecho posible gracias al sistema Kanban. La idea fue convertir un gran grupo de suministradores y de componentes en una gran máquina, como la planta Highland Park de Ford, dictando que las piezas sólo serían producidas para satisfacer la demanda inmediata del siguiente paso del proceso.

El mecanismo se llevaba a cabo a través del sistema Kanban, donde había contenedores que llevaban las piezas al siguiente paso; según se vaciaba cada contenedor, se enviaba de nuevo hacia el paso anterior, y esto suponía automáticamente una señal para que se fabricarían más piezas. Lo anterior era complicado de implementar en la práctica debido

a que eliminaba todo el inventario y significaba que, si una sola pieza del sistema de producción fallaba, todo el sistema se vería paralizado, pero lo que se logró fue que se deshicieran todas las redes de seguridad y hacer que cada trabajador tuviera que concentrarse en prever los problemas antes de que fueran suficiente mente graves como para tener que parar toda la producción.

Continuando con la investigación de Müller (2014) en su tesis de grado titulado “SMED aplicado a matrices de conformado en frío en una autopartista”, define al sistema Andon de la siguiente manera:

- *Andon*: es una palabra japonesa utilizada para referirse a los farolillos o lámparas forrados de papel que todos asociamos al folclore japonés.

El sistema consta de una alarma o señalización visual (lámparas) y audible (chicharras o altavoces) accionada manualmente por un operador mediante un interruptor o un botón que el operario utiliza para indicar a sus compañeros o supervisores, una situación anormal en la línea de fabricación o montaje. Puede presentarse como un despliegue de luces o señales luminosas en un tablero que indica las condiciones de trabajo en el piso de producción o en general en el proceso dentro del área de trabajo; el color indica el tipo de situación o condición del proceso en ese momento.

Sirve como ayuda para alertar al personal de las anomalías que se presentan en una estación de trabajo, reduciendo el tiempo de respuesta ante las diferentes dificultades o problemas. Indica claramente las condiciones en los diferentes puntos del proceso. La detección visual del operador va acompañada inmediatamente del accionamiento manual por parte del operador de un interruptor que enciende la alarma visual o lámpara y en ocasiones del alarma audible, mostrándose adicionalmente un tablero general localizado en alto para que sea visible desde diferentes posiciones del proceso.

Las características de esta herramienta son:

- Permitir conocer con facilidad si las condiciones de funcionamiento de los equipos son o no las óptimas. (Y en algunos casos nos da información también sobre el tipo de anomalía)
- Es una señal destinada a desencadenar una reacción inmediata para la corrección de anomalías.

La justificación de esta investigación, se basó que en la actualidad las empresas de la industria metalmecánica nacional están en constante retos de competitividad, es por ello que optan en implementar diferentes soluciones. Como se muestra en el caso de estudio de la empresa ITEMSA Perú SAC, quienes realizan servicios de fabricación de equipos y estructuras metálicas, vienen presentando problemas de incumplimiento de entrega de los proyectos en el plazo acordado con el cliente; es por ello que se buscó obtener mejoras en el proceso productivo a través de implementación de herramientas de manufactura esbelta que nos permitió identificar y analizar los desperdicios del proceso productivo que han ocasionado que la empresa incumpla con el retraso de las entregas de los proyectos contratados.

La implementación de las herramientas de Manufactura Esbelta, también conocida como Lean Manufacturing, es una alternativa que tienen que seguir las organizaciones para poder competir en precio, calidad y tiempo de entrega, a través de la eliminación o reducción de los diferentes tipos de desperdicios (sobreproducción, tiempo de espera, transporte, exceso de procesado, inventario, movimiento y defectos, recursos humanos mal utilizados) que afectan a las empresas dentro de sus procesos productivos y así poder obtener mejoras en la calidad del producto o servicio, el tiempo de producción y reducción de los costos.

Los resultados de esta investigación poseen relevancia social porque se buscó que la empresa optimice el uso de los recursos de manufactura mediante la complementación de prácticas de gestión con el fin de conseguir un sistema con mayor eficiencia y sostenibilidad logrando competitividad y expansión en el mercado; acompañado de un mejor ambiente de trabajo adecuado para realizar las labores cotidianas de la manera más eficiente y así lograr la seguridad de los colaboradores.

El problema de esta investigación se planteó de acuerdo a la situación de la empresa ITEMSA Perú SAC; quienes realizan proyectos de fabricación de equipos industriales y estructuras metálicas en el taller; mediante los procesos de habilitado, maestranza, armado, soldeo, arenado y pintado.

Para el año 2018, la empresa se vio afectada por incumplimiento de los contratos, debido a retrasos en el proceso de fabricación causando insatisfacción de sus clientes y pérdidas económicas.

En el desarrollo del presente estudio se conoció el pensamiento de manufactura esbelta al aplicar herramientas de gestión dentro de la empresa, con la finalidad de cumplir con los

plazos programados por contrato, eliminar los re-procesos, optimizar recursos, agilizar inventarios y reducir los tiempos del proceso de fabricación.

Por lo tanto, el problema de la presente investigación lo enunciamos de la siguiente manera: ¿Cómo es el desarrollo de prácticas propositivas de manufactura esbelta para la empresa ITEMSA Perú SAC, Chimbote - 2018?

La conceptualización y operacionalización de la variable de esta investigación, se muestra en el anexo 1.

Siendo la variable, el desarrollo de manufactura esbelta en la empresa ITEMSA Perú SAC, Chimbote - 2018; con definición conceptual “Desarrollo de prácticas propositivas de manufactura esbelta para un proceso productivo de fabricación sin desperdicios”. Abarcando 04 dimensiones (desperdicios en la producción, procesos de producción, mejora de procesos e impacto económico); y cada dimensión con su respectivo indicador que apoya a los instrumentos de esta investigación.

Esta investigación no cuenta con una hipótesis, debido a que se trata de una investigación descriptiva - propositiva.

La presente investigación tiene como objetivo general desarrollar prácticas propositivas de manufactura esbelta para la empresa ITEMSA Perú SAC, Chimbote - 2018.

Y cuenta con cuatro objetivos específicos, estos son los siguientes:

- Identificar y priorizar los desperdicios que afectan al proceso productivo de la empresa ITEMSA Perú SAC.
- Identificar los procesos más críticos de producción de la empresa.
- Determinar el rendimiento de mejora mediante el desarrollo de herramientas de manufactura esbelta.
- Realizar una evaluación de un análisis costo-beneficio que justifiquen esta propuesta.

2. METODOLOGÍA

Para el tipo de investigación del presente estudio se ha considerado como referencia el libro “Metodología de investigación” de Hernández, Fernández y Baptista (2014); quienes definen que los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de las personas, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente. Teniendo como objetivo indagar la incidencia de las modalidades o niveles de una o más variables en una población.

Por lo tanto este trabajo de investigación de tesis es de tipo descriptivo según la referencia anterior. Porque realiza el diagnóstico a la empresa ITEMSA Perú SAC, analiza e interpreta la variable de estudio, y determina propuestas de mejora a los procesos de fabricación de equipos y estructuras metálicas aplicando los conocimientos y herramientas de manufactura esbelta.

De igual modo para el diseño de investigación del presente estudio, también se ha considerado a Hernández et al. (2014). Quienes definen que la investigación no experimental son estudios que se realizan sin la manipulación deliberada de la variable y en los que sólo se observan los fenómenos en su contexto natural para analizarlos. A su vez este diseño puede ser transeccional (conocidos también como transversales) porque son investigaciones que recopilan datos en un momento único.

Entonces según lo citado por Hernández et al. (2014), el diseño de esta investigación de tesis es no experimental transeccional, porque no se manipulo la variable independiente “desarrollo de manufactura esbelta en la empresa ITEMSA Perú SAC, Chimbote - 2018”. Porque se recopilieron datos ya existentes de la empresa para dar solución a la problemática actual.

La población está constituida por los procesos productivos de fabricación de equipos y estructuras metálicas de la empresa ITEMSA Perú SAC realizados en el taller. Debido al tipo de población, la muestra es la misma que la población.

Las técnicas e instrumentos de recolección de datos que se emplearon para el presente proyecto de investigación son:

Tabla 4. Técnicas e instrumentos.

Técnicas	Instrumentos
Observación	Ficha de observación
Entrevista	Guía de entrevista
Revisión documentaria	Procedimientos, planes y registros
Encuesta	Cuestionario

Nota. La tabla muestra las técnicas e instrumentos que se emplearon.

- Para la observación, se recolectaron los datos en coordinación con gerencia a través de visitas técnicas a la empresa ITEMSA Perú SAC, donde se consideraron los desperdicios encontrados en cada etapa del proceso de fabricación de los equipos y estructuras metálicas. Y se utilizó como instrumento las fichas de observación para anotar toda la información necesaria. (Ver anexo 2).
- Las entrevista, se aplicaron en simultáneo a más de una persona utilizando una guía de entrevista (Ver anexo 3), para la búsqueda de información necesaria acerca de los desperdicios y las preguntas eran directas y precisas evitando ambigüedades de información.
- Y la revisión documentaria, fue una fuente muy valiosa de datos cualitativos para esta investigación como guía para conocer el proceso. Estos documentos fueron: procedimientos, planes y registros propios de la empresa.

Estos 03 instrumentos sirvieron para la realización de la matriz de caracterización de desperdicios, como se muestra en el anexo 4.

- Por último, se encuestó a 20 trabajadores participantes del proceso productivo para priorizar los desperdicios encontrados en la empresa ITEMSA Perú SAC. Y se utilizó como instrumento el cuestionario “Evaluación del proceso productivo de la empresa ITEMSA Perú SAC para el desarrollo de manufactura esbelta” como se muestra en el anexo 5. Este cuestionario se guio de la metodología de Hernández et al. (2014), quienes sindicaron que un instrumento tiene que ser confiable (Grado en que un instrumento produce resultados consistentes y coherentes) y valido (Grado en que un instrumento en verdad mide la variable que se busca medir). Es por ello, que el cuestionario que aplicamos, fue:

- ✓ Validado por el contenido utilizando el método de Juicio de Expertos, que según Escobar y Cuervo (2008) definen este método como una opinión informada de personas con trayectoria en el tema y que pueden emitir juicios y valoración. (Ver anexo 6 y 7).
- ✓ Y también se calculó la confiabilidad del cuestionario utilizando el método Método de Kuder Richardson 20 (KR-20) que es la versión adaptada de Cronbach para reactivos dicotómicos como lo menciona Hernández et al. (2014). Como se muestra en el anexo 8, este instrumento tuvo una confiabilidad de 84%.

Para el presente estudio se ha considerado el siguiente procesamiento y análisis de la información.

Para el procesamiento, se tiene la descripción del proceso de fabricación y la identificación de desperdicios.

Descripción del proceso de fabricación.

A continuación se detalla la secuencia de actividades del proceso productivo de la empresa ITEMSA Perú SAC, como se muestra en la figura (2).

- *Planificación:* antes de iniciar el proceso, el Dpto. Comercial emite la OT (Orden de Trabajo) y lo envía a todas las áreas involucradas. Una vez recepcionada la OT en el Dpto. de Planeación, este se encarga de elaborar el cronograma de trabajo y hacer el seguimiento respectivo hasta el término del proyecto.
- *Ingeniería:* en esta segunda parte, el Dpto. Técnico se encarga de elaborar, actualizar y entregar al Dpto. de Producción. También se encarga de solicitar los materiales requeridos según los planos al Dpto. de Logística.
- *Habilitado:* luego de que el Dpto. de Logística entrega los materiales al Dpto. de Producción, éste realiza los trazos de acuerdo al plano para el corte de las planchas con equipo de oxicorte (técnica por oxidación) o con amoladoras. Culminando en esta área con el esmerilado de las piezas habilitadas.
- *Maestranza:* las piezas habilitadas y de acuerdo a los requerimientos del plano, se trasladan al área de Maestranza. Esta parte del proceso se refiere a los procesos mecanizados como: rolado, maquinado, plegado, etc.
- *Armado:* proceso que se encarga de unir las piezas metálicas cortadas a través del apuntalado con soldadura para dar forma al equipo industrial. El número de puntos

para cada junta depende de la longitud de la nueva pieza metálica que se arme, una vez armado la pieza se inspecciona para ver si cumple con los requerimientos del plano y de calidad.

- *Soldeo*: una vez pasado la primera inspección, se procede a unir las piezas del equipo o estructura metálica por un proceso de soldeo continuo y el tipo de soldadura dependerá del material a soldar.
 - *Soldeo por electrodos*: este tipo constará de pases de soldadura: (1) pase raíz, es el primer pase de la soldadura y dependerá del espesor de la plancha; y (2) pase relleno y acabado, se rellena la junta con soldadura designada en los planos, y finalmente se le da un pase de acabado con el mismo proceso de soldadura de relleno.
 - *Soldeo MIG(alambre sólido)*: es un proceso de soldeo semiautomático, (1) pase raíz, es el primer pase de la soldadura y dependerá del espesor de la plancha; y (2) pase relleno y acabado, se rellena la junta con soldadura designada en los planos, y finalmente se le da un pase de acabado con el mismo proceso de soldadura de relleno.

Una vez finalizado el proceso de soldadura, se realiza el laminado para retirar el óxido y las escorias de la soldadura por desbaste con la amoladora y/o escobillas de fierro.

Luego el Departamento de Control de Calidad realiza otra inspección para dar el visto bueno.

- *Arenado*: parte final del proceso donde el equipo o estructura metálica fabricada se arena para alisar la superficie y proceder a pintarlo.
- *Pintado*: primero se cubre con pintura base y luego con epóxica para evitar la oxidación. En este proceso se considera las especificaciones de pintura del cliente.
- *Almacén de PT*: esta es la última parte del proceso donde espera el producto terminado para ser embarcado.



Figura 2. Procesos productivos de la empresa ITEMSA Perú SAC.

Identificación de desperdicios.

Para identificar los desperdicios existentes, se observó detalladamente cada actividad del proceso productivo (habilitado, maestranza, armado, soldeo, arenado y pintado) y se complementó la información con entrevistas hechas al personal a cargo de cada área; durante el periodo enero – junio del 2018, siendo un total de 10 proyectos de fabricación.

Una vez organizada la información en la matriz de caracterización de desperdicios como se muestra en el anexo 4, se logró identificar los desperdicios (desviaciones y/o problemas) que afectan al proceso productivo como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 5. Desperdicios del proceso productivo por área.

Proceso	N°	Desperdicio
Habilitado	1	Retraso de entrega de material para habilitado por parte del Almacén.
	2	Materiales de baja calidad.
	3	Retraso de entrega de planos por el Dpto. Técnico al iniciar el proceso
	4	Falta de comunicación en planos modificados en el Habilitado.
	5	Desorden del área de corte
	6	Reprocesos por errores en el corte
	7	Falla en las máquinas y los equipos de corte
Maestranza	8	Falta de comunicación en planos modificados en Maestranza.
	9	Falla en los equipos de Maestranza
	10	Reprocesos por coordinación deficiente en los trabajos de Maestranza.
Armado	11	Retraso de entrega de material para el Armado por parte de Almacén.
	12	Materiales de baja calidad.
	13	Falta de comunicación en planos modificados en el Armado.
	14	Malas juntas en el armado.
	15	Biselado nulo o inadecuado
	16	Falla en las máquinas y en los equipos
	17	Desorden en el área de armado
Soldeo	18	Retraso de entrega de material por el Almacén para el proceso de soldadura
	19	Materiales de soldadura baja calidad
	20	Corrección de biselado
	21	Fallas en la penetración de soldadura
	22	Defectos de soldadura (Poros, Fisuras y Grietas)
	23	Falla en las máquinas de soldar
	24	Desorden del área de soldeo
	25	Limpieza inadecuada de las escorias
Arenado	26	Retraso de entrega de material para el Arenado
	27	Arenado inadecuado
	28	Fallas en la compresora de aire
Pintado-	29	Retraso de entrega de la pintura por el Almacén
	30	Insumos de pintura de baja calidad
	31	Pintado deficiente
	32	Fallas mecánicas en los equipos de pintura
	33	Traslado inadecuado

Nota. La tabla muestra los desperdicios que se encontraron de las áreas del proceso productivo.

Para el análisis de la información del presente estudio, se ha considerado lo siguiente: la priorización de los desperdicios, evaluación de los procesos críticos de producción, identificación de herramientas a utilizar, implementación de herramientas de manufactura esbelta, detalles de las propuestas de herramientas de manufactura esbelta, impacto de las herramientas de manufactura esbelta en los desperdicios y por último la evaluación del impacto económico.

Priorización de los desperdicios.

Con los desperdicios identificados por cada área, se procedió a agruparlos en la tabla 6 con la finalidad de hacer un listado general de los desperdicios del proceso productivo.

Tabla 6. Desperdicios del proceso productivo.

Proceso	Nº	Desperdicio
Producción	1	Retraso de entrega de material por Almacén
	2	Retraso de entrega de planos por el Dpto. Técnico al iniciar el proceso
	3	Materiales de baja calidad.
	4	Falta de comunicación en planos modificados
	5	Desorden en las áreas del Dpto. de Producción
	6	Falla en las máquinas y equipos
	7	Reprocesos por errores en el corte
	8	Reprocesos por coordinación deficiente en los trabajos de Maestranza
	9	Malas juntas en el Armado.
	10	Biselado nulo o inadecuado
	11	Fallas en la penetración de soldadura (pase raíz)
	12	Defectos de soldadura (Poros, Fisuras y Grietas)
	13	Limpieza inadecuada de las escorias
	14	Arenado inadecuado
	15	Pintado deficiente
	16	Traslado inadecuado

Nota. La tabla muestra la priorización de los desperdicios del proceso productivo.

Luego con la nueva lista de los desperdicios, se analizaron los resultados (Ver anexo 9) de la encuesta que se hizo al personal entrevistado para priorizar los que afectan más al proceso durante el periodo enero – junio del 2018, utilizando para ello el diagrama de Pareto y obteniendo 08 desperdicios prioritarios. Estos desperdicios son:

- Retraso de entrega de material por Almacén
- Retraso de entrega de planos por el Dpto. Técnico al iniciar el proceso
- Falta de comunicación en planos modificados
- Desorden en las áreas del Dpto. de producción
- Falla en las máquinas y equipos
- Malas juntas en el Armado
- Problemas en el biselado
- Defectos de soldadura

Finalmente se evaluó la frecuencia de estos desperdicios mencionados en la tabla 7, durante el periodo de fabricación de enero – junio del 2018, considerándose que hubo una totalidad de 10 proyectos de fabricación en el taller en ese periodo.

Tabla 7. Frecuencia de desperdicios en los proyectos de enero – junio del 2018.

Proyecto	Cliente	Retraso de entrega de material por Almacén	Retraso de entrega de planos por el Dpto. Técnico al iniciar el proceso	Falta de comunicación en planos modificados	Desorden en las áreas del Dpto. de producción	Falla en las máquinas y equipos	Malas juntas en el Armado	Problemas en el biselado	Defectos de soldadura
Fabricación de cocedor mixto de 10 M/H.	Roxmoll International	3	1	4	13	5	3	4	3
Confección de 02 mesas para envasado.	Agrolmos S.A.	2	0	1	5	2	1	2	0
Armado y soldeo de cajuelas de péndolas de tirantes y arcos Puente Echerati.	Sima Chimbote	1	1	0	4	4	2	2	3
Fabricación y montaje de accesos y plataformas de mantenimiento a valvulas y juntas flexibles nave conservas.	Hayduk	1	1	0	5	3	0	1	1
Fabricación de 100 cangilon para elevador de azúcar.	Agrolmos S.A.	2	0	2	11	4	2	3	2
Fabricación de estructura soporte cocedor y prestainer.	Roxmoll International	2	0	1	7	3	0	0	1
Fabricación de sinfín de salida prestainer.	Roxmoll International	1	1	2	4	1	0	0	0
Fabricación de estructura soporte de fluidizador.	Roxmoll International	3	1	1	2	2	1	1	2
Fabricación de estructura soporte de tolvas.	Roxmoll International	2	0	1	4	1	0	1	0
Fabricación de sinfín salida molino húmedo.	Roxmoll International	3	1	3	5	4	1	2	1
TOTAL		20	6	15	60	29	10	16	13

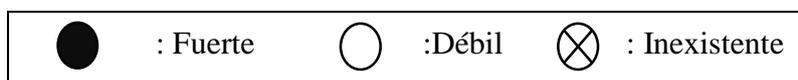
Nota. La tabla muestra la frecuencia de los desperdicios prioritarios durante los proyectos enero – junio del 2018 en el taller de la empresa. Extraído del área de Planificación de ITEMSA Perú SAC.

Evaluación de los procesos críticos de Producción.

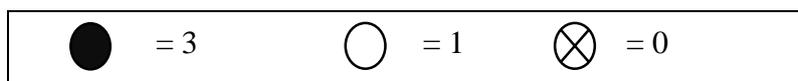
Luego de identificar los desperdicios que dificultan y retrasan el flujo normal del proceso productivo de la empresa ITEMSA Perú SAC de acuerdo al cronograma; se quiere conocer la relación de los desperdicios con el proceso productivo mediante la aplicación de la herramienta gráfica conocida como “diagrama – matriz”.

Para elaborar este diagrama-matriz, se necesita realizar los siguientes pasos:

1. Definir el objetivo de la matriz. “Determinar los procesos más críticos de Producción afectados por los desperdicios”.
2. Elaborar la matriz en “L”, colocando en las filas los desperdicios identificados en la tabla 5 y en las columnas los procesos productivos.
3. Asignar las relaciones que existentes entre desperdicio y proceso productivo, utilizando el siguiente criterio:



4. Evaluar las relaciones establecidas de acuerdo a la calificación que se ha otorgado a cada criterio:



Una vez dada la valoración a cada relación del diagrama – matriz como se muestra en el anexo 10 se obtiene los procesos productivos más afectados por los desperdicios encontrados, siendo estos: habilitado, armado y soldeo.

La finalidad de relacionar los desperdicios con cada proceso productivo es analizar la interacción de cada desperdicio como parte del proceso y no en forma individual, para encontrando así los procesos críticos de Producción.

Identificación de herramientas a utilizar.

Una vez identificados los desperdicios prioritarios y los procesos críticos de producción, se procede a identificar que herramientas de manufactura esbelta se van a utilizar.

Para esta designación, se da a conocer los beneficios que ofrecen estas herramientas dentro del proceso productivo como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 8. Beneficios de las herramientas de manufactura esbelta.

Herramienta	Beneficios
Just in Time	Reducción de costos.
	Reducir los tiempos de entrega.
	Compromiso de los proveedores.
Jidoka	Incrementa la calidad.
	Soluciones rápidas para el problema detectado.
	Personal comprometido con la calidad.
TPM	Eficiencia máxima de los equipos.
	Disponibilidad de los equipos.
	Reducción de costos de mantenimiento.
Poka Yoke	Minimiza el riesgo de cometer errores.
	Elimina la verificación constante.
	Mecanismos para detectar o prevenir errores.
Andon	Identificación de problemas.
	Comunicación rápida de los problemas.
	Disminución del tiempo de respuesta ante dificultades.
Kanban	Comunicación entre los procesos.
	Facilita el control del material.
	Estandarización de procesos.
5'S	Orden, limpieza y organización dentro de las áreas de trabajo.
	Tiempos de respuesta más cortos.
	Motivación y cultura organizacional.

Nota. La tabla muestra los beneficios encontrados para las herramientas de manufactura esbelta.

Conociendo los beneficios, se evalúa el impacto que tendrá cada herramienta con respecto a la reducción o eliminación de estos desperdicios. Para ello se dio la siguiente valoración:

0 = No Existe mejora.	5 = Existe una mejora.	10 = Se da la mejora
-----------------------	------------------------	----------------------

Entonces en base a los resultados la evaluación (Ver anexo 11), se ha decidido las herramientas que se van a utilizar de acuerdo a una puntuación mayor o igual a 20 por ser herramientas de mayor impacto al dar solución a los desperdicios más prioritarios. A partir de esa premisa, se presenta la siguiente tabla:

Tabla 9. Asignación de herramientas de Manufactura Esbelta.

N°	Desperdicio	Herramientas
1	Retraso de entrega de material por Almacén.	Just in Time, Andon, Kanban, 5´S
2	Retraso de entrega de planos por el Dpto. Técnico al iniciar el proceso.	Just in Time
4	Falta de comunicación en planos modificados.	Just in Time, Jidoka, Andon, Kanban
5	Desorden en las áreas del Dpto. de Producción.	5´S
6	Falla en las máquinas y equipos.	TPM, Andon
9	Malas juntas en el Armado.	Jidoka, Andon, Kanban
10	Problemas en el biselado.	Jidoka, Andon, Kanban
12	Defectos de soldadura (Poros, Fisuras y Grietas).	Jidoka

Nota. La tabla muestra las herramientas de manufactura esbelta que se aplicará a nuestros desperdicios prioritarios.

Implementación de herramientas de manufactura esbelta.

Para implementar cada uno de estas herramientas, se tiene que contar con las siguientes fases previas:

Primera fase: como poner el sistema en marcha.

En esta fase se establece las bases de aplicación de la herramienta a utilizar. Para ello es necesario que la Alta Gerencia de la empresa ITEMSA Perú SAC tenga en cuenta los siguientes pasos:

- Decisión de aplicación.
- Comprometerse con la aplicación.
- Establecer un equipo de trabajo.

Segunda fase: concientización.

Esta fase implica la educación de todo el personal. Para ello es importante que a empresa metalmecánica ITEMSA Perú SAC establezca un programa de educación acerca de la implementación, obteniendo como base los siguientes objetivos:

- Comprensión básica de la herramienta.
- Personal aplicando la herramienta en su propio trabajo.

Este programa de educación debe desarrollarse de la siguiente manera:

- a. Objetivo: Proporcionar al personal de la empresa la información referente a la herramienta que implementará para aplicarse al proceso de fabricación de equipos industriales y estructuras metálicas, eliminando los desperdicios encontrados.
- b. Metodología: La metodología debe desarrollarse en 03 etapas:
 - La capacitación teórica comprende: conceptos básicos, principios, características y beneficios de esta filosofía. Esta capacitación debe realizarse por personal competente, con conocimiento en la materia y utilizando material de apoyo visual.
 - Taller práctico, compartir con el personal las soluciones mencionadas anteriormente a los problemas detectados.
 - Evaluación, para conocer la comprensión de esta filosofía por parte del personal.

Tercera fase: aplicación de la propuesta.

En esta fase se lleva a cabo la implementación de la propuesta de la herramienta de manufactura esbelta seleccionada para obtener la mejora en los procesos.

Cuarta fase: seguimiento de la implementación.

En esta fase la empresa debe hacerle seguimiento a la herramienta implementada a través de indicadores y criterios de evaluación definidos en la siguiente tabla.

Tabla 10. Criterios de evaluación de la implementación de la propuesta.

Criterio	Descripción	Indicador
Eficiencia de técnicas	<p>Evaluar si se han reducido o eliminado los desperdicios, con la aplicación de la propuesta.</p> <p>%H: Eficiencia de la herramienta para solucionar desperdicios.</p>	$\% H = \frac{D}{TD} * 100\%$ <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> - D: Desperdicios reducidos o eliminados. - TD: Total de desperdicios.
	<p>Evaluar el nivel de cumplimiento de la herramienta propuesta.</p> <p>%C: Eficiencia de aplicación de la herramienta.</p>	$\% C = \frac{HA}{H} * 100\%$ <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> - HA: Herramientas aplicadas. - H: Total de herramientas propuestas.
Participación del personal	<p>Evaluar la participación activa del personal tras la implementación de la herramienta propuesta.</p> <p>%P: Participación</p>	$\% P = \frac{t}{T} * 100\%$ <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> - t: Cantidad de trabajadores que aplican la herramienta. - T: Cantidad total de trabajadores.

Nota. La tabla muestra los criterios e indicadores de evaluación para el seguimiento de la implementación de la herramienta de manufactura esbelta.

Este seguimiento debe ser realizado por el equipo Lean manufacturing designado por la Gerencia y cumplir con los periodos propuestos.

También será necesario que los resultados obtenidos de los indicadores se publiquen para el conocimiento de todos.

Detalles de las propuestas de herramientas de manufactura esbelta.

Herramienta Just in Time.

Diagnóstico de la necesidad de implementación.

De acuerdo al estudio realizado, esta herramienta se ha desarrollado para 03 desperdicios prioritarios del proceso productivo de fabricación de equipos industriales y estructuras metálicas, los cuales reducen las utilidades por costos innecesarios y retrasos de entrega del proyecto. A continuación se detallan los siguientes desperdicios:

- (1) Retraso de entrega de material por Almacén.
- (2) Retraso de entrega de planos por el Dpto. Técnico al iniciar el proceso.
- (4) Falta de comunicación en planos modificados.

Detalles de implementación de Just in Time.

Para eliminar o reducir estos desperdicios se utiliza la siguiente estrategia:

Primer paso: decisión de aplicación.

Una vez decidido la implementación de la herramienta “Just in Time”, la Gerencia convocará a una primera reunión a los responsables de cada departamento, con la intención de comunicar el compromiso de la Gerencia para implementar esta herramienta. Es necesario que una vez terminada la reunión, cada responsable comunique la decisión de implementación a su personal a cargo.

Segundo paso: concientización.

Todo el personal de la empresa ITEMSA Perú SAC deberá ser capacitado en temas de la herramienta JIT, para una adecuada comprensión de esta herramienta y poder eliminar los desperdicios encontrados de forma eficiente.

Tercer paso: mejora de los procesos.

Este paso se refiere a cambios en el proceso de fabricación de la empresa ITEMSA Perú SAC, para lograr mejoras en el flujo de trabajo.

Considerándose a los desperdicios que afectan directamente a los procesos críticos encontrados (habilitado, armado y soldeo), como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 11. Consecuencia de los desperdicios en el proceso productivo.

N°	Desperdicio	Consecuencia
1	Retraso de entrega de material por Almacén	No se da el inicio al proceso de habilitado sino se tiene la m.p. (planchas). No se da el inicio al proceso de habilitado, armado y/o soldeo, sino se tiene los insumos (soldadura, oxígeno, propano, discos, etc.). También pueden existir paradas en el habilitado, armado y soldeo, al agotarse los insumos (soldadura, oxígeno, propano, discos, pintura, etc.) y no haber stock en el almacén.
2	Retraso de entrega de planos por el Dpto. Técnico al iniciar el proceso	No se da el inicio al proceso de habilitado y/o armado sino se tiene los planos del diseño del proyecto.
4	Falta de comunicación en planos modificados	Uso de recursos no presupuestados al reprocesar el equipo industrial o estructura metálica por modificación del diseño en los planos del proyecto, en especial en el habilitado y soldeo. Personal desmotivado por los reprocesos. Personal parado en la espera de estos planos modificados.

Nota. La tabla muestra las consecuencias que generan los desperdicios en el proceso productivo.

Entonces en base a las consecuencias mencionadas, se buscará hacer cambios para eliminar o reducir estos desperdicios que generen retraso en la entrega del proyecto y costos innecesarios. Para ello, se deberá tener en cuenta cuales son los objetivos que se quieren conseguir para el flujo normal del proceso al aplicar la herramienta “Just in Time” como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 12. Objetivos aplicando Just in Time en los procesos críticos.

Proceso crítico	Objetivos
Habilitado	<ul style="list-style-type: none"> - Empezar el proceso en la fecha programada, sin haber retrasos por el material, ni por los planos. - No reprocesar piezas habilitadas por planos modificados.
Armado	<ul style="list-style-type: none"> - No hacer esperar al siguiente proceso por ausencia de material. - No reprocesar piezas armadas por planos modificados.
Soldeo	<ul style="list-style-type: none"> - Iniciar y acabar este proceso en la fecha programada.

Nota. La tabla muestra los objetivos a obtener aplicando Just in Time en los procesos críticos.

Cuarto paso: medición de la implementación de Just in Time.

En este paso, la empresa ITEMSA Perú SAC deberá evaluar si se está logrando una implementación eficiente de esta herramienta mediante mecanismos de control como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 13. Criterios de evaluación de la implementación de Just in Time.

Criterio	Descripción	Indicador	Desperdicio evaluado
Control desde el origen	<p>Evaluar si los materiales se están entregando a tiempo para dar inicio al proceso de producción de cada proyecto durante un periodo de tiempo por parte del Almacén.</p> <p>* Esto lo realiza el Dpto. de Logística.</p>	$\% MA_1 = \frac{P_{MA}}{P_T} * 100\%$ <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> - MA₁: Material a tiempo al inicio del proceso - P_{MA}: Proyectos iniciados en la fecha programada sin retrasos por material. - P_T: Total de proyectos. 	1
	<p>Evaluar si los planos se están entregando a tiempo antes de iniciar el proceso.</p> <p>* Esto lo realiza el Dpto. Técnico.</p>	$\% PA_1 = \frac{P_{PA}}{P_T} * 100\%$ <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> - PA₁: Planos a tiempo al inicio del proceso. - P_{PA}: Proyectos iniciados en la fecha programada sin retrasos por planos. - P_T: Total de proyectos. 	2
Control en el proceso	<p>Evaluar el cumplimiento del Dpto. Técnico al comunicar que los planos están en proceso de actualización al Dpto. de Producción, para que no existan reprocesos durante la realización del proyecto.</p> <p>* Esto lo realiza el Dpto. Calidad.</p>	$\% PA_2 = \frac{R_P}{R_T} * 100\%$ <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> - PA₂: Planos a tiempo durante el proceso. - R_P: Reprocesos por planos. - R_T: Total de reprocesos. 	4
	<p>Evaluar el cumplimiento sin retrasos de entrega de los materiales e insumos por el Almacén al Dpto. de Producción durante el proceso iniciado.</p> <p>* Esto lo realiza el Dpto. Logística.</p>	$\% MA_2 = \frac{P_{eR}}{P_{eT}} * 100\%$ <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> - MA₂: Materiales a tiempo durante el proceso. - P_{eR}: Cantidad de pedidos retrasados. - P_{eT}: Cantidad de total de pedidos. 	1

Nota. La tabla muestra los criterios e indicadores de evaluación de la implementación de Just in Time.

Como se muestra en la tabla anterior estos mecanismos son en base a indicadores de desempeño. Por lo consiguiente, se recomienda a la empresa hacer un seguimiento periódico para ver si se está obteniendo una mejora dentro del proceso productivo.

Quinto paso: relación cliente-proveedor.

Y finalmente en este paso, se deberá integrar al proceso a los proveedores externos y a los clientes externos. Es importante que este paso empiece de forma paralela con el segundo paso, para no generar más retrasos.

En caso de los proveedores, la empresa ITEMSA Perú SAC deberá establecer una relación de mutuo beneficio entre cliente – proveedor. Con la finalidad de obtener materiales (materia prima, insumos, etc.) de calidad y una atención rápida de estos.

En el caso del cliente externo, se debe considerar las especificaciones y/o requerimientos del cliente al solicitar el servicio de fabricación de equipos industriales y estructuras metálicas, logrando cumplir satisfactoriamente con éste.

Impacto de Just in Time en los desperdicios.

a) *Retraso de entrega de material por Almacén;* al aplicar esta herramienta se eliminará o reducirá éste desperdicio a través de las siguientes recomendaciones:

- Tener una orden de requerimiento de material por parte del Dpto. Técnico con anticipación no menor a 2 días hábiles para mercados nacionales.
- Tener una orden de requerimiento de material por parte del Dpto. Técnico con anticipación no menor a 3 días hábiles para mercados internacionales.
- Contar con un stock mínimo de insumos más utilizados en el área de Producción.
- Tener órdenes de requerimientos de material más detalladas.
- Contar con una cartera de proveedores más confiables.
- Derivación de la responsabilidad de compra, cuando el Gerente esté ausente.
- Realizar un adecuado seguimiento de la gestión de compra.

b) *Retraso de entrega de planos por el Dpto. Técnico al iniciar el proceso;* para eliminar este desperdicio la empresa debe tener en cuenta las siguientes alternativas:

- Priorización de proyectos de acuerdo a la fecha de solicitud.
- Menos carga laboral, al contratar a personal practicante calificado.
- Conformación de grupos de trabajo para un proyecto.
- Personal en constante capacitación.

- Seguimiento de cronograma.
- c) *Falta de comunicación en planos modificados*; para eliminar o reducir este desperdicio la empresa debe tener en cuenta las siguientes recomendaciones:
- Comunicación ipso facto mediante correos entre el Dpto. Técnico y el Dpto. de Producción.
 - Comunicación ipso facto a través de mecanismos audiovisuales de Andon dentro de las áreas de Producción.
 - Seguimiento constante.

Herramienta Kanban.

Diagnóstico de la necesidad de implementación.

Se procede a conocer la necesidad de esta herramienta Kanban al considerar que en el proceso de producción existen los siguientes desperdicios:

- (4) Falta de comunicación en planos modificados.
- (9) Malas juntas en el armado.
- (10) Problemas en el biselado.

Que originan que dentro del proceso sufra retrasos por reprocesos al ser modificados los planos, al corregir las juntas cuando han sido observadas por el jefe de producción o también cuando el soldador vuelve a biselar las piezas metálicas gastando innecesariamente recursos como mano de obra y materiales. Esto también causa demora en la entrega del proyecto dentro del plazo programado y reducción de la ganancia por costos de corrección.

Otro desperdicio que afecta al proceso proviene del almacén, siendo conocido como *(1) retrasos de entrega de material*, ya que si no está listo el material no se podrá iniciar el proceso o habrá paradas para esperar la reposición de estos materiales.

Detalles de implementación de Kanban.

Primer paso: establecimiento del objetivo y beneficios.

Para implementar esta técnica se necesita conocer el objetivo y los beneficios que se obtendrán para la mejora del proceso, en nuestro caso de estudio el objetivo será *“involucrar los procesos de habilitado, armado y soldeo para el flujo normal sin existir reprocesos”*.

Los beneficios que se obtendrán con respecto a los desperdicios mencionados que afectan en especial a cada proceso crítico, se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 14. Beneficios de aplicación de Kanban.

Proceso Crítico	Beneficio
Habilitado	<ul style="list-style-type: none"> - Contar con los planos modificados para realizar el corte de las planchas, evitando dañar el material. - Contar con el material al tiempo para dar inicio al proceso.
Armado	<ul style="list-style-type: none"> - Contar con los planos modificados para el armado correcto, evitando reprocesos. - Contar con material para continuar con el proceso cuando este se acabe. - Realizar juntas correctas para evitar reprocesos. - Realizar el biselado correcto para que cuando pase al soldador, este no pierda tiempo corrigiendo.
Soldeo	<ul style="list-style-type: none"> - Contar con material para continuar con el proceso cuando este se acabe. - No realizar reprocesos de biselado, ni esperar para que corrijan la pieza en el área de armado.

Nota. En la tabla se muestra los beneficios de los procesos críticos de producción en el taller.

Segundo paso: aplicación de la metodología.

Para llevar a cabo la implementación de esta técnica en la empresa ITEMSA Perú SAC, se ha establecido 04 etapas:

- *Primera etapa;* capacitar a todo el personal en temas referentes a la herramienta Kanban, generando concientizar al personal de la importancia de usarla. Hay que tener en cuenta que estas capacitaciones tienen que ser de forma continua.
- *Segunda etapa;* tener en cuenta que se implementará Kanban para los problemas que más afecten al proceso de producción, en nuestro caso será a los desperdicios que hemos encontrado con la finalidad de exponer problemas que aún no han sido posible detectarlos.
- *Tercera etapa;* se dará solución a los desperdicios detectados para enfocarse en otros problemas que afecten al flujo normal de la producción. Es importante tener en cuenta la ayuda de todo el personal de las áreas de producción, ya que ellos son los que mejor conocen el proceso.
- *Cuarta etapa;* en esta última etapa consistirá en hacer seguimiento a la implementación de Kanban en las diferentes áreas del proceso con la finalidad de detectar posibles problemas que afectaran al flujo normal del proceso de fabricación de proyectos de la empresa ITEMSA Perú SAC.

También se debe considerar que Kanban exige ciertas reglas para su implementación, las cuales son:

- 1) *No se debe mandar productos defectuosos a los procesos subsecuentes;* es decir, el equipo o estructura en proceso de fabricación con malas juntas o ausencia de biselado no deberá pasar al siguiente proceso (soldeo).
- 2) *Los procesos subsecuentes requerirán solo lo que es necesario;* es decir:
 - Se continuará con el proceso de habilitado y/o armado cuando en su tarjeta Kanban se observe que los planos modificados ya han sido entregados.
 - Solo pasarán al proceso de soldeo los equipos o estructuras que estén bien armadas o cuenten con el biselado de acuerdo a lo indicado en su tarjeta Kanban.
- 3) *Producir solamente la cantidad exacta requerida;* es decir:
 - Cada área requerirá la cantidad exacta de materiales para continuar con el proceso y no solicitar de más, para ello se debe actualizar las tarjetas Kanban del almacén.
 - Solo se contará con una tarjeta Kanban que será actualizada durante el proceso de fabricación del equipo o estructura metálica.
- 4) *Balancear la producción;* es decir, para no tener el personal parado en caso existan reprocesos, el jefe de producción tendrá que designar a dicho personal en otras actividades de valor para ganar tiempo.
- 5) *Kanban es un medio para evitar especulaciones;* es decir, las tarjetas Kanban son un medio de información que sirven para:
 - Conocer la vigencia de los planos que se están trabajando y no generar dudas al pensar que estos planos están desactualizados.
 - Conocer la aprobación del Jefe de Producción y el Supervisor de Calidad en el cumplimiento del proceso anterior, y que el personal pueda continuar con la secuencia de su trabajo.
 - Conocer la cantidad de stock de materiales que hay en el almacén.
- 6) *Estabilizar y racionalizar el proceso;* es decir, que Kanban exige cumplir con las reglas anteriores para dar continuidad al flujo del proceso.

Tercer paso: identificación del flujo de proceso.

En este paso se elaborará un diagrama indicando el flujo Kanban del proceso de producción en la fabricación de equipos y estructuras metálicas para una mejor comprensión.

Para nuestro caso de estudio se ha considerado 02 figuras de acuerdo a los desperdicios detectados y el uso de las tarjetas Kanban, en la figura (3) se muestra el flujo de información de una área a otra evitando que el personal siga trabajando con indicaciones erróneas cuando los planos están siendo modificados por el Dpto. Técnico y todavía no han sido comunicados, y en la figura (4) se muestra el flujo de información entre las áreas del proceso y el almacén cuando exista la necesidad de abastecer materiales al personal que está realizando el trabajo observando de igual manera que no se puede iniciar en otra área de proceso si primero no se ha abastecido el material requerido para el área anterior donde se ha quedado pendiente el trabajo.

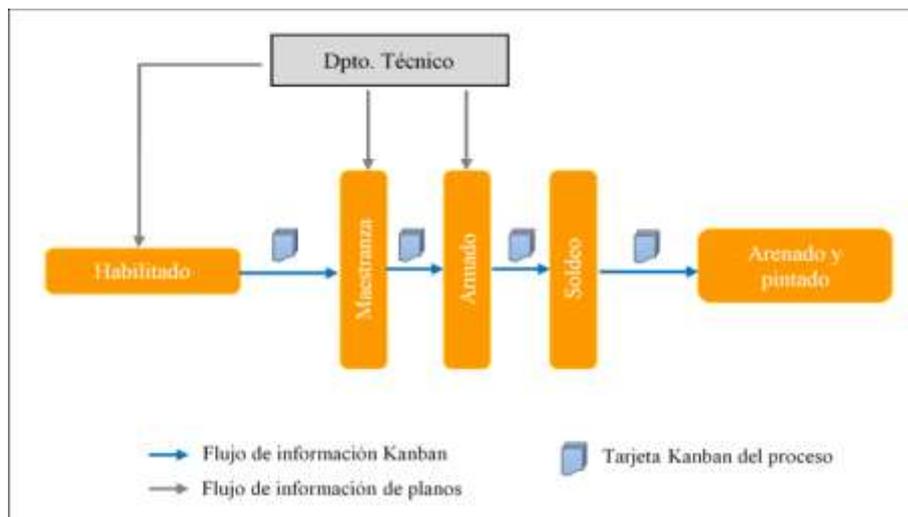


Figura 3. Flujo del proceso de producción utilizando Kanban.

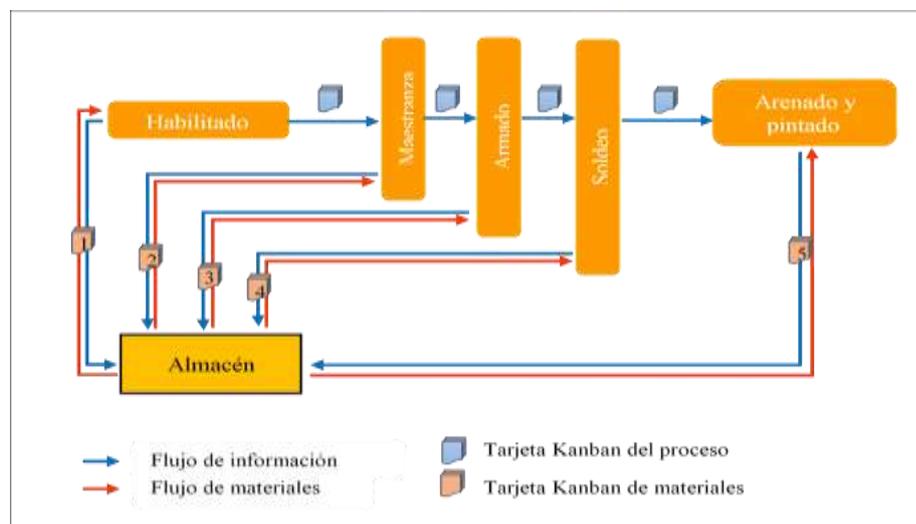


Figura 4. Flujo de información y material entre producción y almacén utilizando Kanban.

Cuarto paso: Controles de Kanban a utilizar.

Para la empresa ITEMSA Perú SAC se recomienda los siguientes controles de Kanban:

a) *Tarjetas Kanban*; es un sistema de información visual que servirá para los siguientes casos:

- ✓ Un control actualizado del stock de los materiales en el almacén, cabe mencionar que el almacén cuenta con estantes donde son colocados los materiales de una forma desordenada y se recomienda adquirir contenedores plásticos donde se van acopiar los materiales protegiéndolos de factores externos. Cada contenedor almacenará un tipo de material, y la tarjeta Kanban de control de materiales se colocará en la parte delantera del contenedor como se muestra en la siguiente figura.



Figura 5. Tarjetas Kanban en estantes de almacén.

La tarjeta Kanban como se muestra en la figura (6) cuenta con la siguiente información:

- *Número Kanban*, es la numeración de las tarjetas Kanban en el almacén.
- *Código de material*, es designado por el taller del almacén para la identificación del material.
- *Descripción*, se detalla la información del material.

- *Ubicación*, es el código de distribución que se le da a un contener por fila y columna dentro de un estante.
- *Cantidad mínima*, es el stock tolerable que se debe tener en el almacén.
- *Stock*, es la cantidad real con la que se cuenta en el almacén.
- *Fecha de actualización*, es la fecha de revisión que se registra en las tarjetas Kanban.
- *Indicador*, es para saber la necesidad de stock de material. Teniendo 3 colores de identificación: el color verde indica que es conforme, el color ámbar que ya está por llegar al límite y el color rojo que necesita abastecerse de manera urgente.

80 mm		
	KANBAN DE ALMACEN	N° KANBAN
Código de material:		
Descripción:		
Ubicación:		
Cantidad mínima:		
Stock:		
Fecha de actualización:		
Indicador	 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
140 mm		

Figura 6. Modelo de tarjeta Kanban para el control de materiales en el Almacén.

- ✓ Un control de la información de stock de los materiales que se necesitan durante el proceso de producción; es decir, que a medida que va avanzando el proceso se van consumiendo materiales y el abastecimiento no es inmediato por falta de comunicación entre a las áreas de producción y el almacén. Es por ello que al utilizar las tarjetas Kanban en el almacén, se tendrá conocimiento de los materiales que se necesita en cada área del proceso con respecto al proyecto que se esté trabajando.

Estas tarjetas estarán ubicadas en un organizador que se encontrará afuera del Dpto. de Producción como se muestra en la siguiente figura.

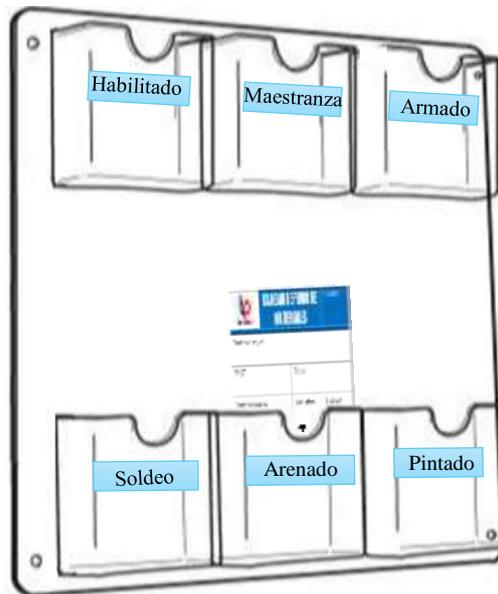


Figura 7. Tarjetas Kanban en organizadores.

La tarjeta Kanban como se muestra en la figura (8) cuenta con la siguiente información:

- *Número Kanban*, es la numeración de las tarjetas Kanban en el almacén.
- *Nombre del proyecto*, que se está trabajando.
- *N° OT*, número de Orden de Trabajo que se está realizando.
- *Proceso*, es el área del proceso que solicita el material.
- *Nombre del material*, es el material que se está solicitando.
- *Stock mínimo*, es la cantidad aceptable por parte del Jefe de Producción para el área del proyecto.
- *Stock real*, es la cantidad del stock de material con la que se está contando a la fecha.
- *Solicitante*, es el responsable del Dpto. de Producción que solicita el material. También se debe colocar el cargo y la firma.
- *Abastecedor*, es el responsable del almacén que abastece el material. También se debe colocar el cargo y la firma.
- *Fecha de actualización*, esta fecha puede ser actualizada por el solicitante cuando requiera material o por el abastecedor cuando entregue el material solicitado.

- *Indicador*, es para saber la necesidad de stock de material. Teniendo en cuenta lo siguiente: el color verde cuando no se necesite abastecer material, el color ámbar da aviso que ya está por llegar al límite y el color rojo que se necesita abastecerse de manera urgente.

80 mm		
	KANBAN DE FLUJO DE MATERIALES	N° KANBAN
<i>Nombre del proyecto</i>		
<i>N° OT</i>	<i>Proceso</i>	
<i>Nombre de material</i>	<i>Stock mínimo</i>	<i>Stock real</i>
<i>Solicitante</i>	<i>Cargo</i>	<i>Firma</i>
<i>Abastecedor</i>	<i>Cargo</i>	<i>Firma</i>
<i>Fecha de actualización</i>		
<i>Indicador</i>	 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
140 mm		

Figura 8. Tarjeta Kanban para el flujo de materiales en la producción.

- ✓ Un control del flujo de información en el proceso de producción para evitar realizar reprocesos si no existiera una comunicación eficiente en los procesos. Por ejemplo, ya sea por actualización de planos o por defectos en el armado, también esta tarjeta nos permitirá eliminar los reprocesos al controlar que no pases al siguiente proceso si es que primero no se han levantado las observaciones detectadas por el área de calidad, por ejemplo en el caso de biselado inadecuado o defectos de soldadura.

Estas tarjetas estarán ubicadas en un organizador que se encuentra afuera del Dpto. de Producción como se ha mostrado en la figura (7).

La tarjeta Kanban de la figura (9) cuenta con la siguiente información:

- *Número Kanban*, es la numeración de las tarjetas Kanban en el almacén.
- *Nombre del proyecto*, que se está trabajando.
- *N° OT*, número de Orden de Trabajo que se está realizando.
- *Plano vigente*, es el código de la última actualización del plano donde se indican los requerimientos del proyecto. El plano vigente

tiene que ser actualizado de forma inmediata por el Jefe de Producción.

- *Días programados*, es el plazo establecido de acuerdo al cronograma de trabajo en base a un proyecto.
- *Proceso*, es el área del proceso en donde se está trabajando.
- *Proceso posterior*, cuando el equipo industrial o estructura metálica hayan levantado las observaciones por reprocesos en su respectiva área podrá pasar al siguiente proceso.
- *Observaciones del proceso*, se considera a los problemas detectados por el Jefe de Producción o el Supervisor de Calidad durante el proceso.
- *Indicador de aprobación*, es para conocer en qué estado se encuentra ese proceso que se está trabajando antes de pasar al siguiente. Teniendo en cuenta que el color verde indica que no existen reprocesos, el color ámbar indica que existen reprocesos pero que están siendo solucionados sin aumentar días al cronograma y el color rojo son reprocesos que aumentan los días de programación.
- *Jefe de Producción/ Supervisor de Calidad*, es el responsable de aceptar que avance al siguiente proceso constando con su firma.
- *Fecha de actualización*, esta información es actualizada diariamente por el Jefe de Producción.

85 mm		
	KANBAN DE FLUJO DE INFORMACION	N° KANBAN
<i>Nombre del proyecto</i>		
<i>N° OT</i>	<i>Plano vigente</i>	<i>Días programados</i>
<i>Proceso</i>		<i>Proceso posterior</i>
<i>Observaciones del proceso</i>		
<i>Indicador de aprobación</i>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
<i>Jefe de producción</i>		<i>Firma</i>
<i>Supervisor de calidad</i>		<i>Firma</i>
<i>Fecha de actualización</i>		
110 mm		

Figura 9. Tarjeta Kanban para el flujo de información en el proceso de producción.

Se recomienda que las tarjetas Kanban sean plastificadas para evitar que se deterioren por la manipulación continua.

b) *Tablero Kanban*; es un sistema de información visual que servirá para conocer en qué estado se encuentra las actividades que se realizan en el proceso.

Estos tableros serán implementados mediante pizarras de material acrílico o corcho. Dentro de estos tableros se tendrá que considerar las siguientes fases del estado de las actividades:

- ✓ Pendientes; son las actividades que recién se han generado o han sido programadas pero todavía no se han trabajado.
- ✓ En proceso; son las actividades que se están trabajando en este momento.
- ✓ Terminado; son las actividades que ya se han finalizado, dando inicio a otras actividades.

También para las actividades programadas se deberán registrar a través de notas de colores, las cuales deberán ser colocadas dentro de cada fase de acuerdo al estado de la actividad.

Y se recomienda tener 02 colores para las notas, el color verde indicando la prioridad de la actividad y el color amarillo indicando que la actividad se está realizando con normalidad como se muestra en la siguiente figura.



Figura 10. Modelo de Tablero Kanban.

En nuestro caso de estudio, el tablero Kanban deberá ser utilizado por:

- ✓ El Dpto. de Producción; para conocer el avance de los proyectos.
- ✓ El Dpto. Técnico; para conocer el estado en que se encuentra los planos de los proyectos. Considerando que pasaran a la siguiente fase siempre y cuando estas actualizaciones sean comunicadas con el Jefe de Producción.
- ✓ Almacén; para conocer las actividades de abastecimiento de materiales que necesita para el proceso de producción de los diferentes proyectos.

Impacto de Kanban en los desperdicios.

- a) *Retrasos de entrega de material;* aplicando las propuestas Kanban se obtendrá un mejor control del inventario de materiales en el área de almacén, y también una mejor comunicación entre las áreas del proceso de producción y el almacén.
- b) *Falta de comunicación en planos modificados;* aplicando las propuestas Kanban se obtendrá que el Dpto. Técnico llevará un control eficiente de los planos programados. También existirá una información actualizada para las áreas del proceso de producción referente a los planos modificados por cambio de requerimiento del cliente.

- c) *Malas juntas en el armado*; aplicando la propuesta Kanban se eliminará este desperdicio a través de la información oportuna y una mejor supervisión durante el proceso de armado, evitando así reprocesar cuando se pase al siguiente proceso.
- d) *Problemas en el biselado*; Kanban exige cumplir al proveedor del proceso anterior en entregar el equipo o estructura metálica con biselados correctos; para que el soldador no se agote o gaste material al corregir los defectos por biselado.

Herramienta Jidoka.

Diagnóstico de la necesidad de implementación.

La necesidad de la aplicación de esta herramienta es explicada porque en la empresa existen reprocesos generados por los siguientes desperdicios:

- (4) Falta de comunicación en planos modificados.
- (9) Malas juntas en el Armado.
- (10) Problemas en el biselado.
- (12) Defectos de soldadura: poros, fisuras y grietas.

Estos reprocesos causan reducción en las utilidades de los proyectos porque se generan costos por los reprocesos en base a la mano de obra para la corrección de los defectos, costos de materiales dañados y los que se van a usar para la corrección. También genera que el cronograma no se cumpla a tiempo y personal insatisfecho.

Detalle de implementación de Jidoka.

Primer paso: establecimiento del objetivo y beneficios.

El objetivo principal de implementar esta herramienta es “*asegurar la calidad en los procesos y la eficiencia de los recursos utilizados*” para los desperdicios.

Para ello se define los beneficios que se quieren obtener al aplicar esta herramienta dentro de los procesos críticos tales como: habilitado, armado y soldeo como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 15. Beneficios de aplicación de Jidoka.

Proceso Crítico	Beneficio
Habilitado	<ul style="list-style-type: none"> • No realizar reprocesos de habilitado de planchas por modificación de planos. • Uso eficiente de las planchas y otros recursos.
Armado	<ul style="list-style-type: none"> • No realizar reprocesos de armado por modificación de planos. • Armado de juntas según plano. • Uso eficiente de insumos (Soldadura, discos, gas, oxígeno, etc.). • Presencia de bisel según estándar.
Soldeo	<ul style="list-style-type: none"> • Uso eficiente de los insumos de soldadura. • Ausencia de reprocesos por juntas y bisel. • Penetración adecuada de la soldadura. • Cero defectos en la soldadura.

Nota. En la tabla se muestra los beneficios en los procesos críticos con aplicación de Jidoka.

Segundo paso: detalles de la metodología.

Antes de conocer la metodología se deben tener en claro 02 aspectos importante del proceso con respecto a la calidad.

- a) *Especificaciones del cliente*; cada proyecto deberá contar con su plano indicando las especificaciones técnicas (medidas y tolerancias) para dar inicio al proceso.
- b) *Estándares del proceso*; los estándares son los procedimiento escritos de la secuencia de actividades para fabricar un equipo industrial o estructura metalmecánica considerando las tolerancias aceptables por el área de calidad.

Conociendo los aspectos anteriores, se ha establecido una metodología de implementación de la herramienta Jidoka para dar solución a las desviaciones del proceso. A continuación se detallan los pasos a seguir:

Durante el proceso:

- 1) *Identificación del problema*; mediante las supervisiones realizadas por el personal (operadores del proceso y/o supervisor de calidad) se detectará problemas generados por los equipos y/o personas (malas juntas, ausencia de bisel, bisel inadecuado o planos modificados) antes de finalizar con el proceso de soldadura. En otros casos el problema podría ser defectos en la soldadura.

- 2) *Parar el proceso*; cuando se detecte el problema durante el proceso se detendrá el flujo del trabajo, alertando de forma inmediata a los responsables. Estas paradas pueden ser: espera de la entrega de planos modificados por el Dpto. Técnico o reevaluación de corrección del armado (juntas y bisel) y pruebas de calidad para la soldadura.
- 3) *Acciones correctivas*; se dará soluciones rápidas para continuar con el flujo del proceso; por ejemplo, la recepción de los planos, reprocesos en el armado y soldeo, retroalimentación del personal en conceptos de calidad y cambio de máquinas o equipos.

Con la implementación de Jidoka se busca eliminar los desperdicios detectados y prevenir futuros problemas, es por ello que también se debe tener en cuenta los siguientes pasos:

- 4) *Investigar la causa raíz del problema*; para que no existan futuros reprocesos, se tiene que determinar la causa raíz de estos problemas.
- 5) *Acciones preventivas*; se dan las soluciones definitivas a las causas raíces encontradas.

Tercer paso: propuestas para la identificación de causas.

Para investigar las causas de los desperdicios identificados en la empresa ITEMSA Perú SAC, se ha propuesto utilizar la técnica Diagrama de Ishikawa. También conocido como diagrama de causa-efecto, esta técnica nos permitirá conocer las posibles causas que contribuyen a que exista el problema.

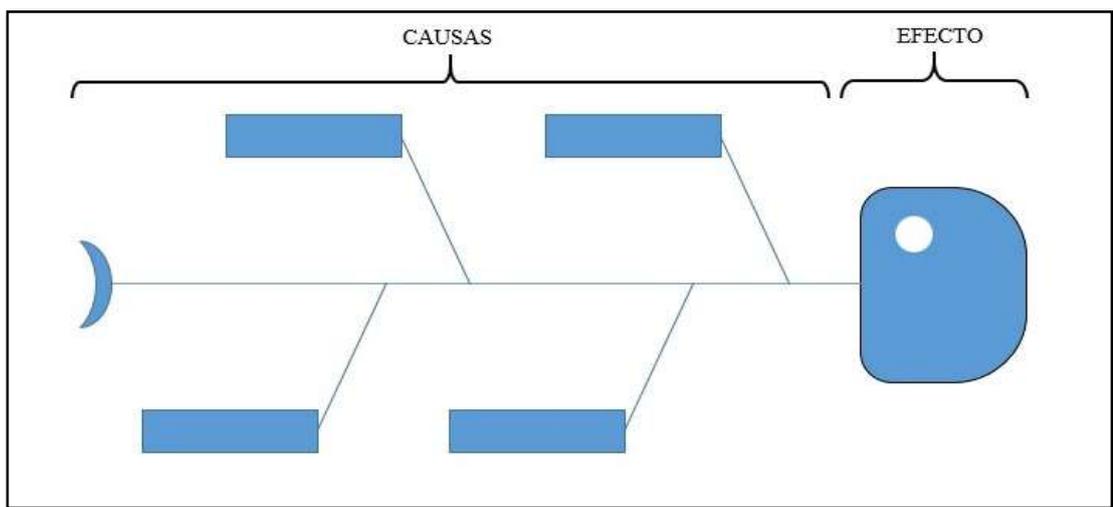


Figura 11. Modelo de Diagrama Ishikawa.

Para los desperdicios que buscamos eliminar, se utilizó el diagrama de la figura (11) para encontrar sus causas. Estas se detallan a continuación:

- a. *Para el desperdicio N°04*, las causas son por ejemplo: falta entendimiento en los requerimientos del cliente, falta de comunicación entre áreas, equipos sobrecargados por software de diseño, sobrecarga de tareas, etc. (Ver anexo 12).
- b. *Para el desperdicio N°09*, las causas son por ejemplo: falta de habilidad para lectura de planos, existe una supervisión insuficiente, falta de disponibilidad de equipos, trabajos paralelos, ausencia de materiales, etc. (Ver anexo 13).
- c. *Para el desperdicio N°10*, las causas son por ejemplo: falta de capacitación o entrenamiento, fallas en los equipos, falta de procedimiento documentado, ausencia de discos abrasivos, etc. (Ver anexo 14).
- d. *Para el desperdicio N°12*, las causas son por ejemplo: fatiga por trabajo continuo, existen fallas en máquinas de soldar, falta de bisel inadecuado, insumos de soldadura de baja calidad, etc. (Ver anexo 15).

Cuarto paso: automatización de Jidoka.

Finalmente, la empresa ITEMSA Perú SAC concluirá la implementación estableciendo la automatización “calidad – operador”. Es decir, el proceso no solo tendrá un punto de control de calidad (supervisor de calidad) sino varios puntos de autocontrol de la calidad realizado por los propios operadores de cada actividad. Para eso se necesita capacitar a todo el personal en temas de calidad y así se estará utilizando de forma efectiva la mano de obra.

Impacto de Jidoka en los desperdicios.

- a) *Falta de comunicación en planos modificados*; al aplicar la herramienta Jidoka permitirá que el personal del Dpto. Técnico y el Jefe de Producción hagan el seguimiento de los planos en caso cambien los requerimiento del cliente para no generar reprocesos. Para el Dpto. Técnico se recomienda lo siguiente:
 - Contratar personal con conocimiento y habilidad en el manejo del software de diseño.
 - El cumplimiento del plan de mantenimiento.
 - Adquisición de equipos para el Dpto.
 - Verificar la recepción del plano por el Dpto. de Producción.
 - Establecer procedimientos de trabajo.
 - Adecuación de la metodología de las 5’S para el Dpto.

- b) *Malas juntas en el armado*; con la implementación de capacitaciones específicas y procedimientos de trabajo que incluyen los parámetros y tolerancias de calidad para el armado de juntas se tendrá un personal más calificado asegurando la calidad de su trabajo y la confiabilidad del Jefe de Producción al contar con personal competente.
- c) *Problemas en el biselado*; este desperdicio será eliminado cuando el personal sea competente (capacitado), se establezcan procedimientos, se cumplan con el plan de mantenimiento, distribución de trabajos de acuerdo a la disponibilidad de equipos y realicen pausas ergonómicas.
- d) *Defectos de soldadura (poros, fisuras y grietas)*; se logra evitar estos reprocesos a través de lo siguiente:
- Personal capacitado en temas de calidad para la adecuada verificación de su trabajo, convirtiéndose en un filtro de defectos.
 - Establecimiento de procedimiento.
 - Implementación de barreras (biombos) para condiciones de viento.
 - Cumplimiento del plan de mantenimiento.
 - Insumos de calidad.
 - Parámetros de supervisión por líquidos penetrantes.
 - Máquinas de soldar eficientes.

Herramienta Andon.

Diagnóstico de la necesidad de implementación.

La necesidad de la aplicación de esta herramienta es porque en la empresa se ha detectado 05 desperdicios que afectan al proceso productivo, los cuales no son identificados ni comunicados a tiempo generando retrasos en el cronograma. Estos desperdicios son:

- (01) Retraso de entrega de material por Almacén.
- (04) Falta de comunicación en planos modificados.
- (06) Falla en las máquinas y equipos.
- (09) Malas juntas en el Armado.
- (10) Problemas en el biselado.

Detalle de implementación de Andon.

Primer paso: establecimiento de los objetivos.

Conociendo los desperdicios, se define los objetivos de mejora que se quieren obtener al aplicar la herramienta Andon como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 16. Objetivos aplicando Andon en los procesos críticos.

Proceso crítico	Objetivos
Habilitado	<ul style="list-style-type: none">- Identificar que faltan planchas para el Habilitado- Identificar planchas cortadas que no cumplen con las modificaciones del plano, evitando avanzar al siguiente proceso.- Identificar fallas en las máquinas y equipos de corte.
Armado	<ul style="list-style-type: none">- Identificar las malas juntas- Identificar la ausencia o el inadecuado biselado.- Identificar las piezas armadas que tienen que modificarse por actualización de planos.- Identificar fallas en las máquinas y equipos.
Soldeo	<ul style="list-style-type: none">- Identificar el abastecimiento de soldadura.- Identificar fallas en las máquinas de soldadura.- Tener menos tiempo de corrección de biselado.

Nota. En la tabla se muestra los objetivos a obtener aplicando Andon a los procesos críticos del taller.

Segundo paso: mejora de procesos.

En este paso se busca mejorar el proceso productivo de la empresa ITEMSA Perú SAC, a través de controles visuales que avisen sobre las situaciones anormales (desperdicios) en los procesos más críticos (habilitado, armado y soldeo) de producción.

Entonces en la tabla 17, se ha establecido la relación de los desperdicios con los controles que se van a utilizar para hacer visibles los problemas detectados, ayudando de esta manera a los trabajadores logren los objetivos mencionados.

Tabla 17. Controles visuales necesarios.

Controles	Descripción	Desperdicio atacado
Lámparas de colores	Control audio-visual para situaciones de desabastecimiento de material, fallas en las máquinas, comunicación de reprocesos y seguridad.	1,4,6,9,10
Lección de un punto	Control visual de pasos a seguir en la manipulación de equipos, procedimientos o información variada.	6,9,10
Tableros de información	Control visual para dar seguimiento a la producción.	1,4
Lista de verificación	Control visual para dar conformidad al procedimiento establecido. Se da mayormente para las áreas de seguridad y mantenimiento.	6

Nota. La tabla muestra los controles visuales necesarios para cada desperdicio.

Una vez identificado los controles que se van a utilizar, el equipo Lean Manufacturing deberá hacer lo siguiente:

- Designar los lugares adecuados que permita la visibilidad de estos controles por todo el personal en las áreas de trabajo.
- Hacer seguimiento a estos controles.
- Retroalimentar constantemente al personal acerca de estos controles.

Tercer paso: aplicación de los controles.

En este paso la empresa ITEMSA Perú SAC aplicará los controles recomendados.

- Lámparas de colores.** Son dispositivos de luces LED que actúan como semáforos de aviso (Ver Figura 12). Estos dispositivos también son sonoros y pueden llegar a un volumen de 100 dB, y están conectados de forma inalámbrica a un computador en el cual registran las situaciones anormales.



Figura 12. Dispositivo Andon.

El funcionamiento de este dispositivo se dará cuando el personal de aviso de la desviación del flujo normal del proceso, presionando el tablero para encender las luces de aviso. Para éste caso en particular se considera la siguiente interpretación de colores según la herramienta Andon como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 18. Codificación de colores para la lámpara de Andon.

Color de luz	Situación anormal	Medida de control
	Procesos o piezas defectuosas	Supervisión y reproceso con calidad
	Planos en proceso de modificación	Parar hasta que los planos estén actualizados
	Material agotado	Solicitar el abastecimiento de material al Almacén.
	Máquinas o equipos paradas por fallas	Llamar al responsable de Mantenimiento.
No Luz	Sistema operando normalmente	-

Nota. Se muestra en la tabla la codificación de colores para la lámpara Andon.

Para que este control funcione, el personal deberá reconocer de inmediato el significado de cada color cuando esta lámpara se encienda para actuar de forma inmediata en la desviación que se genere durante el flujo normal del proceso.

Caso contrario si el personal no sabe identificar cada color, seguirá generando retrasos en las soluciones de estas desviaciones.

También cabe mencionar que la implementación de estas lámparas será distribuida dentro de las áreas de los procesos críticos (habilitado, armado y soldeo), y también será necesario de acuerdo a la identificación de los desperdicios, colocar una lámpara adicional en el área de maestranza como se muestra en el anexo 16.

b) Lección de un punto. Es una herramienta de comunicación utilizada para transferir conocimientos y habilidades de una manera sencilla, clara y precisa. Estas lecciones deben estar impresas en formatos (Ver figura 13), conteniendo como información mínima los siguientes puntos:

- Quien lo ha elaborado.
- Logo de la empresa.
- Fecha de aprobación.
- El tipo de lección.
- El tema o título de la lección.
- Código de la lección.
- Revisión y aprobación de la lección.
- La descripción puede contener: textos, gráficos, imágenes, etc.

LECCIÓN DE UN PUNTO		
		
Tarea de la formación interna: Área involucrada:		
Tipo: <input type="checkbox"/> Proceso <input type="checkbox"/> Seguridad <input type="checkbox"/> Operatividad de Equipos <input type="checkbox"/> Conceptos Básicos		Código:
(Descripción de la lección)		
Elaborado por:	Revisado por:	Fecha de elaboración:
Aprobado por:		Fecha de revisión:
		Fecha de aprobación:

Figura 13. Formato para lecciones de un punto.

Una vez elaborado, se aconseja que estas lecciones estén disponibles para el personal dentro de las áreas de trabajo. Y no debe estar recargado de mucha información para su fácil comprensión.

Con respecto a los desperdicios que se quiere trabajar se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Secuencia de pasos a realizar o conocimiento para no generar reprocesos. Por ejemplo: juntas correctas en el armado y problemas en el biselado (Ver anexo 17 y anexo 18).
- Como operar las maquinas o los equipos para no provocar fallas en la manipulación (Ver anexo 19).

c) **Tableros de información.** Estos tableros son útiles para dar seguimiento a las metas u objetivos que se quieren conseguir para el flujo normal de la producción. En este caso, se recomienda a la empresa ITEMSA Perú SAC elaborar estos tableros de indicadores en pizarras de material acrílico o corcho.

La información que se puede incluir en estos tableros son:

- Estadísticas de desempeño.
- Reportes de tiempo activo.
- Reportes de calidad.
- Disponibilidad de recursos.

A continuación, se muestra un modelo de control en la figura (14), la cual servirá como guía para el seguimiento de los problemas detectados en las entregas de material a destiempo y hacer seguimiento a los planos.

Meta	Indicador	Rangos de alerta			Tiempo muerto	Frecuencia de control	Responsable
		Verde	Amarillo	Rojo			

Figura 14. Formato de tablero Andon.

De la figura anterior, se debe conocer lo siguiente:

- Meta: es el objetivo que se quiere cumplir para eliminar o reducir el desperdicio que afecta al proceso.
- Indicador: es una característica específica y medible para evaluar la meta trazada.

Para el caso de nuestros desperdicios, se propone los siguientes indicadores que se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 19. Indicadores del seguimiento de los desperdicios N°01 y N°04.

Desperdicio	Meta	Nombre del indicador	Evaluación del indicador
01	Abastecimiento de material a tiempo	Cumplimiento de abastecimiento de material antes de iniciar el proceso (AM ₁).	$\% AM_1 = \frac{OR_S}{OR} * 100\%$ <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> - OR_S: Órdenes de requerimiento de material satisfechas. - OR: Ordenes de requerimiento.
		Cumplimiento de pedidos de materiales durante el proceso (AM ₂).	$\% AM_2 = \frac{OR_S}{OR} * 100\%$ <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> - OR_S: Órdenes de requerimiento de material satisfechas. - OR: Ordenes de requerimiento.
	Confiabilidad de proveedores	Calidad de pedidos requeridos al proveedor (CP).	$\% CP = \frac{Pe_a}{Pe} * 100\%$ <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pe_a: Pedidos aceptados que cumplen con los requerimientos de compra. - Pe: Total de pedidos generados.
		Nivel de cumplimiento de proveedores (P).	$\% P = \frac{Pe_R}{Pe} * 100\%$ <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pe_R: Pedidos recepcionados con retraso. - Pe: Total de pedidos recibidos.
04	Información de planos actualizados antes de continuar con el proceso	Nivel de cumplimiento de la actualización de planos de acorde a los nuevos requerimientos del cliente en un tiempo determinado (PM ₁).	$\% PM_1 = \frac{P_R}{P_m} * 100\%$ <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> - P_R: Planos pendientes por actualizar. - P_m: Total de planos que requieren modificación.
		Comunicación efectiva de actualización de planos (PM ₂)	$\% PM_2 = \frac{P_C}{P_A} * 100\%$ <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> - P_C: Planos actualizados comunicados a tiempo. - P_A: Total de planos actualizados.

- Rangos de alerta: son los valores comprendidos de 0 al 100% para determinar el estado en el que se encuentra el cumplimiento del indicador. Como se ha mostrado en la figura (14), se tiene los siguientes conceptos:

-  Rango aceptable, entre 75 al 100%. No se necesita mucho esfuerzo para lograr el objetivo.
-  Rango en evaluación, entre 45 al 75%. Se va a trabajar sin mucho esfuerzo para lograr el objetivo.
-  Rango no aceptable, entre 0 al 45%. Se necesita trabajar con prioridad para lograr el objetivo.

- Tiempo muerto: es el tiempo perdido dentro de las actividades para lograr cumplir el objetivo.
- Frecuencia de control: es la elaboración periódica establecida para ver el cumplimiento de este objetivo.
- Responsable: son las personas encargadas de hacer este seguimiento y actualizarlos en el tablero.

d) Lista de verificación. Estas son herramientas de inspección a través de un formato conocido como “check list”, que permite comprobar de una forma rápida y sencilla el cumplimiento de los ítems mencionados dentro de esta lista.

En nuestro caso se sugiere a la empresa ITEMSA Perú SAC, implementar estos check list para las máquinas y equipos que se utilizan en el proceso de fabricación, con la finalidad de reducir futuras fallas al hacer este seguimiento. Para lo cual proponemos el siguiente modelo como se muestra en la figura (15).

	CHECK LIST DE MAQUINAS O EQUIPOS		Código:
			Versión:
			Fecha aprob.:
DATOS DE LA INSPECCION			
Descripción del equipo: <small>(Modelo, serie, marca, etc.)</small>		Código de equipo:	
Área inspeccionada:	Fecha de inspección:	Tipo de inspección: <input type="checkbox"/> Planeada <input type="checkbox"/> No planeada	
Puntos a inspeccionar	Cumple	No cumple	Imagen
OBSERVACIONES / RECOMENDACIONES			
RESPONSABLE DE INSPECCION			
Nombre / puesto trabajo:			Firma:

Figura 15. Formato de inspección de equipos y máquinas.

El seguimiento de estos registros estará a cargo del responsable de mantenimiento, y será realizada de acuerdo al plan de mantenimiento propuesto en la herramienta TPM.

Cuarto paso: medición de la implementación de la herramienta Andon.

En este paso la empresa ITEMSA Perú SAC tendrá que evaluar el nivel de implementación de esta herramienta a través de criterios de evaluación definidos por el equipo Lean, para ver si se logrará reducir o eliminar los desperdicios: 1, 4, 6, 9 y 10.

Impacto de Andon en los defectos.

- a) *Retraso de entrega de material para el Almacén;* para eliminar este desperdicio se deberá considerar dos puntos de implementación:

- *Lámpara de colores*; donde el color verde es la advertencia para que el almacén abastezca materiales que están por agotarse y así no parar la producción.
 - *Tablero de información*; para que el almacén pueda visualizar el nivel de abastecimiento de materiales al área de producción.
- b) *Falta de comunicación en planos modificados*; para eliminar este desperdicio la empresa debe considerar dos técnicas propuestas:
- *Lámpara de colores*; donde el color amarillo indica que el Dpto. Técnico está realizando actualizaciones en el plano por cambio de requerimiento del cliente. Para esto el jefe de producción debe hacer las coordinaciones para paralizar momentáneamente el flujo de trabajo de tal manera que no se genere reprocesos ni pérdidas de recursos. También el jefe de producción deberá distribuir al personal en tareas que agreguen valor al proceso hasta que el plano actualizado sea entregado.
 - *Tablero de información*; para que el Dpto. Técnico visualice el seguimiento de los planos modificados en un periodo de tiempo.
- c) *Fallas en las máquinas y equipos*; para controlar este desperdicio se sugieren tres técnicas de Andon:
- *Lámpara de colores*; donde el color azul advierte al Dpto. de Producción que existen paradas de máquinas o equipos en las diferentes áreas de proceso. Para ello el Jefe de Producción debe comunicarse de inmediato con el Dpto. de Mantenimiento para que estos den solución (cambiando los equipos o darle mantenimiento correctivo).
 - *Lección de un punto*; para conocer la operatividad de estos equipos y que se debe hacer cuando empiezan a fallar.
 - *Lista de verificación*; se emplearán estos formatos de inspección para tener conocimiento sobre el estado en el que se encuentran las máquinas y/o equipos durante el proceso. Previniendo así futuras paradas por fallas.
- d) *Malas juntas en el armado*; para eliminar este desperdicio se ha considerado dos técnicas a implementar:
- *Lámpara de colores*; donde el color rojo advierte al Dpto. de Producción que existen malas juntas encontradas por el Supervisor de Calidad. Para ello el Jefe de Producción deberá en conjunto con el Supervisor de Calidad, deberán

corregir el armado de las juntas para que cuando pase al siguiente proceso, el soldador no pierda tiempo en corregir el armado y se gaste en exceso los recursos.

- *Lección de un punto*; apoyo visual disponible para el personal de área de armado acerca de las juntas adecuadas.

e) *Problemas en el biselado*; para eliminar este desperdicio se ha considerado dos técnicas:

- *Lámpara de colores*; donde el color rojo advierte al Dpto. de Producción que el personal no está biselando o no lo está haciendo de una forma correcta, detectados estas desviaciones por el Supervisor de Calidad. Para ello el Jefe de Producción deberá indicar que personal corregirá el biselado, evitando así que pase al siguiente proceso para no darle más trabajo al soldador al momento de la penetración de la soldadura.
- *Lección de un punto*; apoyo visual disponible para el personal de área de armado y soldeo acerca del biselado de planchas.

Herramienta TPM.

Diagnóstico de la necesidad de implementación.

Antes de implementar esta herramienta, se procede a conocer como se encuentra el Dpto. de mantenimiento para ello se procede a describir cómo funciona la gestión de éste. Cabe mencionar que el Dpto. de Mantenimiento solo cuenta con 01 personal.

La planificación de mantenimiento empieza con la solicitud de requerimientos de equipos y/o máquinas que necesitará el Dpto. de Producción para realizar los proyectos de manera anual. Para ello la empresa considera 02 tipos de mantenimiento:

- a. *Mantenimiento preventivo*; se da a través de un programa anual realizado por el supervisor del Dpto. de Mantenimiento, donde planifica las actividades de mantenimiento para las máquinas y/o equipos con la finalidad de que éstos se encuentren operativos durante el proceso.
- b. *Mantenimiento correctivo*; son actividades que solucionan las fallas, averías o paradas de las máquinas y/o equipos en el momento en que éstos se encuentran operativos. Los operadores al detectar cualquier problema son los encargados de avisar al responsable del Dpto. de Producción, para que éste se comunique con el personal de mantenimiento. Cabe mencionar que la empresa no cuenta con un registro de los mantenimientos correctivos que se hacen.

Conociendo cómo funciona el Dpto. de Mantenimiento, se evalúa en qué estado se encuentra esta gestión mediante un lista de verificación, obteniendo un 38.9% de cumplimiento (Ver anexo 20). Según este resultado del diagnóstico, podemos decir que la empresa necesita mejorar gestión de mantenimiento.

También se observa que la empresa no toma conciencia de la importancia de realizar el mantenimiento de máquinas y equipos; es decir, los presupuestos de mantenimiento son reducidos por decisión de Gerencia al considerar que son costos innecesarios, y que sólo será necesario desembolsar en caso una máquina y/o equipo se necesite durante el proceso de producción y no haiga manera de reemplazarlo.

Detalle de implementación del TPM.

Para implementar esta filosofía, se requiere de los siguientes pasos a seguir:

Primer paso: establecimiento de objetivos y políticas.

En este paso se debe establecer políticas de TPM que se integren a la política general de la empresa. Como por ejemplo en nuestro caso de estudio, que la empresa cumpla con las actividades de mantenimiento programadas abasteciendo los recursos necesarios y fomentando al personal.

También deberá trazar objetivos que quieran conseguir al implementar esta herramienta, en nuestro caso de estudio el objetivo es “asegurar la eficiencia máxima de las máquinas y equipos de la empresa ITEMSA Perú SAC en un periodo anual de producción” con la finalidad de eliminar el desperdicio (6) “falta en las máquinas y equipos” que se viene dando actualmente en el proceso.

Considerando que al aplicar esta herramienta en la empresa, se quieren obtener beneficios en todas las áreas del proceso productivo (habilitado, maestranza, armado, soldeo, arenado y pintura) como se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 20. Beneficios de aplicación del TPM.

Procesos productivos	Beneficios
Habilitado, Maestranza, Armado, Soldeo, Arenado y Pintura.	Incremento de la capacidad de las máquinas y equipos.
	Reducción de costos correctivos.
	Extensión de vida útil de las máquinas y equipos.
	Máquinas y equipos en condiciones seguras para el operador.
	Disponibilidad de equipos.
	Incremento del nivel de calidad al producto final.

Nota. En la tabla se muestra los beneficios de los procesos productivos.

Segundo paso: diseñar el plan maestro.

Para mejorar la gestión de mantenimiento, se debe elaborar un plan maestro donde se indique las actividades a realizar. Este plan dese ser elaborado por el personal de mantenimiento, que en este caso de estudio se enfocara en las actividades para las máquinas y equipos del Dpto. de producción. Para ello las actividades del plan son las siguientes:

- Actualizar el inventario de las máquinas y equipos que se van a utilizar para los proyectos realizados en el taller (Ver anexo 21).
- Estimar los recursos necesarios para el mantenimiento. Pueden ser recursos de tipo: materiales (repuestos y consumibles), humanos (mano de obra empleada para el mantenimiento) y económicos (costos de los recursos materiales y humanos).
- Elaborar el presupuesto de acuerdo a los recursos que se van a necesitar. (Ver anexo 22).
- Elaborar el programa preventivo de mantenimiento anual por activo. (Ver anexo 23).
- Elaboración de hojas de historial para los activos del programa preventivo de mantenimiento. (Ver anexo 24).

Se recomienda a la empresa implementar un manual de TPM con la finalidad de establecer los lineamientos de los diferentes tipos de mantenimiento que se necesitan para los equipos y que todo el personal lo conozca.

Es importante mencionar que el TPM apoya la seguridad en el trabajo debido a que un equipo con fallas puede generar accidentes.

Tercer paso: primera auditoria de mantenimiento.

Después de la capacitación sobre TPM el equipo Lean deberá visitar al personal en sus respectivas áreas de trabajo con la finalidad de verificar si comprendieron plenamente los objetivos a ser alcanzados a través del TPM, también para inspeccionar las condiciones en que se encuentran las máquinas y/o equipos y como son operados. Estas inspecciones deberán ser registradas en un formato de auditoría. (Ver anexo 25). Después de estas auditorías, se realizarán retroalimentaciones al personal para un mejor entrenamiento en temas de mantenimiento autónomo de las máquinas y/o equipos que manipulan.

Cuarto paso: desarrollo del mantenimiento autónomo.

Se establecerán lineamientos donde se permitirá al operador de cada máquina y/o equipo revisar y controlar su buen funcionamiento.

Este lineamiento debe incluir los siguientes pasos:

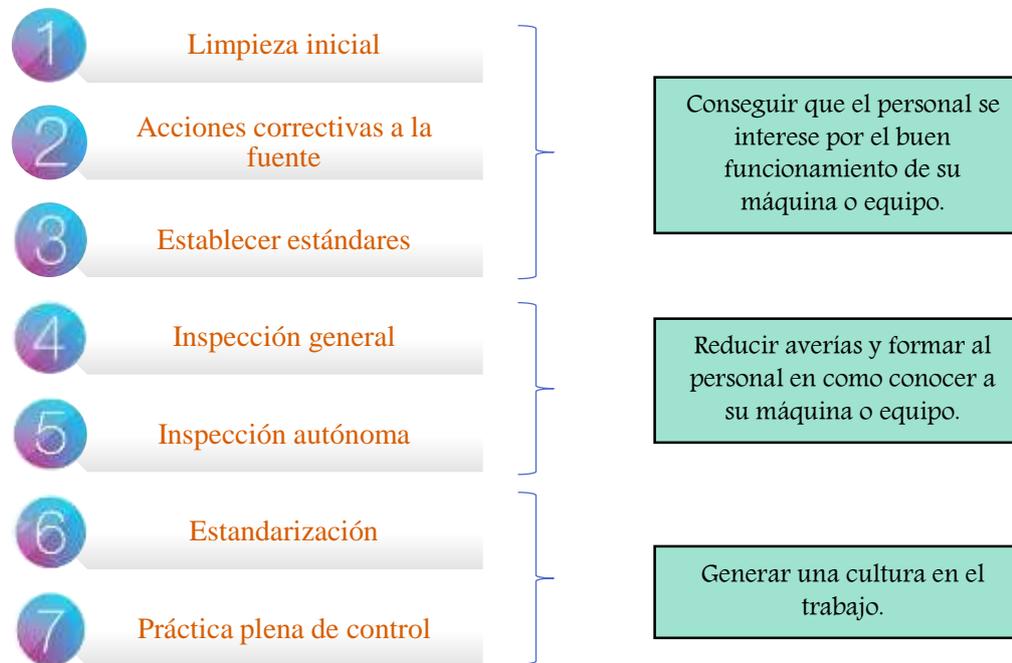


Figura 16. Pasos para mantenimiento autónomo.

- (1) La limpieza inicial se refiere a eliminar el polvo y la suciedad, y realizar ajustes menores.
- (2) Se toman medidas de control para eliminar las causas de la suciedad y mejorar el acceso a las áreas donde se dificulta la limpieza.
- (3) Se elaboraran estándares de trabajo relacionados al cuidado de las máquinas y equipos para prevenir el deterioro. Estos estándares serán elaborados por el operador del equipo y el personal de mantenimiento.
- (4) El personal será entrenado para inspeccionar la máquina o equipo que manipulará, para conocer cada componente.
- (5) El personal será entrenado para inspeccionar la máquina o equipo que manipula, detectando problemas y corregir pequeños fallos.
- (6) El control de mantenimiento autónomo será estandarizado con la finalidad de mantener en buen funcionamiento las máquinas y/o equipos de la empresa.
- (7) El mantenimiento se ha convertido en un control autónomo, por lo tanto se continúan con las actividades de una manera eficiente.

La finalidad de este paso, es que el personal detecte las anomalías o fallas de los equipos que manipulan para informar mediante tarjetas de TPM al responsable de mantenimiento sobre el estado en que se encuentran los equipos.

Estas tarjetas deberán señalar el número de control, el nombre del equipo, el área donde se encuentra el equipo, la fecha, quien es el responsable y la descripción del mantenimiento autónomo o la anomalía detectada. Para ello se propone dos tipos de tarjetas, una de color verde y la otra de color rojo. (Ver figura 17).

The image shows two TPM cards side-by-side. The left card is red and the right card is green. Both cards have a header with 'TARJETA TPM' and 'Mantenimiento autónomo'. Below the header, there are five rows of input fields labeled 'Nº Control', 'Equipo', 'Área', 'Fecha', and 'Encontrado por'. Below these fields is a section labeled 'Descripción' with three horizontal lines for text entry. At the bottom of each card, there is a red or green bar with the text 'INSTALE ESTA TARJETA EN EL EQUIPO'. In the center of each card, there is a logo consisting of the letters 'tp' in blue and red, with 'ItemsPeru' written below it.

Figura 17. Tarjeta TPM roja y verde.

- Tarjeta roja para comunicar que después del mantenimiento autónomo el equipo necesita ser inspeccionado por el área de mantenimiento para solucionar el problema detectado por el operador.
- Tarjeta verde para comunicar que al equipo se le ha realizado el mantenimiento autónomo y que los problemas detectados han sido detectados por el operador.

Quinto paso: seguimiento del TPM.

El equipo Lean deberá promover la comunicación entre los diferentes departamentos y el área de producción, con la finalidad de compartir la información necesaria para el mantenimiento. Por ejemplo; compras de repuestos, stock de repuestos, calibración, disponibilidad de personal de mantenimiento, etc.

También se recomienda llevar el control de la efectividad de las máquinas y/o equipos a través de indicadores, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 21. Indicadores del seguimiento de TPM.

Indicador	Evaluación del indicador
Tiempo disponible (Td)	$T_d = T_o - T_{pp}$ <p>Donde: T_o : tiempo total de operatividad de la máquina o equipo (hrs). T_{pp} : tiempo de paradas programadas (hrs).</p>
Tiempo productivo (Tp)	$T_p = T_d - T_{pnp}$ <p>Donde: T_d : tiempo disponible de la máquina o equipo (hrs). T_{pnp} : tiempo de paradas no programadas (hrs).</p>
Disponibilidad por máquina o equipo (D)	$\% D = \frac{T_p}{T_d} * 100\%$ <p>Donde: T_p : tiempo productivo de la máquina o equipo (hrs). T_d : tiempo disponible de la máquina o equipo (hrs).</p>
Disponibilidad total de la planta (DT)	$\% DT = \frac{\sum \text{Disponibilidad de equipos significativos}}{N^\circ \text{ equipos significativos}} * 100\%$ <p>Donde: Equipo significativo: equipos que serán utilizados en el proceso de producción.</p>
Índice de rendimiento (I _R)	$\% I_R = \frac{T_p * C_R}{T_o - (T_p + T_{pnp})}$ <p>Donde: C_R : Cantidad de proyectos realizados en un periodo de tiempo.</p>
Tasa de calidad (I _C)	$\% I_C = \frac{\text{Piezas producidas} - \text{Reprocesos}}{\text{Piezas producidas}}$ <p>Donde: Piezas producidas: Cantidad total de proyectos realizados en un periodo de tiempo.</p>
Eficiencia Global de los Equipos (OEE)	$OEE = D * I_R * I_C$
Tiempo medio entre fallos (MTBF)	$\% MTBF = \frac{T_p}{N^\circ \text{ fallos}} * 100\%$
Tiempo medio entre reparaciones (MTTR)	$\% MTTR = \frac{T_{pnp}}{N^\circ \text{ fallos}} * 100\%$

Al utilizar estos indicadores se debe tener en cuenta lo siguiente:

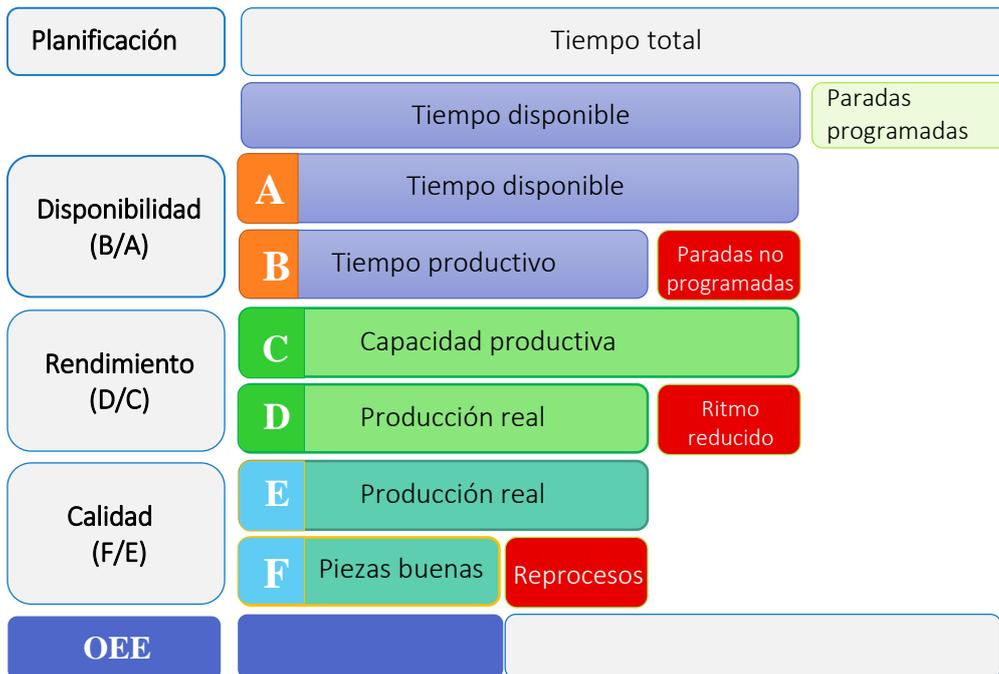


Figura 18. Indicadores de OEE.

Impacto del TPM en los desperdicios.

a) *Falla en las máquinas y equipos;* al aplicar la herramienta TPM se obtendrá lo siguiente:

- Personal del Dpto. de Producción habilitado para el mantenimiento de las máquinas o equipos frente a problemas sencillos.
- Implementación de un plan de mantenimiento.
- Cumplimiento con el programa de mantenimiento preventivo.
- Compromiso de la gerencia.
- Adquisición de nuevos equipos.
- Máquinas y/o equipos más eficientes.
- Ambientes de trabajo más agradables.

Herramienta 5'S

Diagnóstico de la necesidad de implementación.

Finalmente para la implementación de la cultura Lean Manufacturing en la empresa ITEMSA Perú SAC, es esencial la herramienta 5'S para los siguientes desperdicios:

- (5) *Desorden en las áreas del Dpto. de Producción;* se observó que en este desperdicio se encuentra presente en las diferentes áreas de producción como se muestra en la siguiente figura.

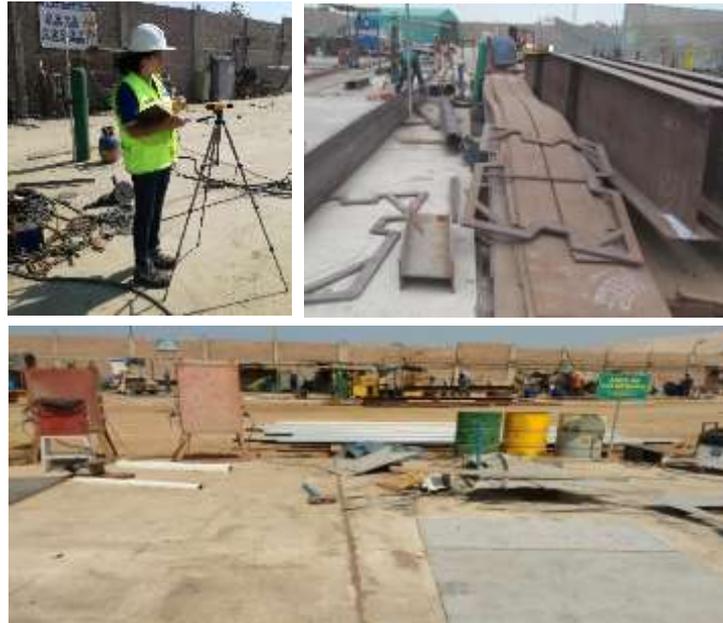


Figura 19. Presencia de desorden en las áreas de producción.

Este desperdicio ocasiona que el personal realice actividades que no agregan valor al proceso, aumento de tiempos muertos al cronograma de trabajo, condiciones inseguras y desmotivación al realizar el trabajo. Estas actividades para la empresa ITEMSA Perú SAC son: búsquedas innecesarias de herramientas y equipos que no se encuentran al alcance del operador, orden y limpieza innecesarias durante la producción (como por ejemplo: apilamiento inadecuado de planchas, desorden dentro del área de trabajo, mala distribución de cables eléctricos y de soldar, mala segregación de residuos, limpieza inadecuada realizada por el personal y retroalimentaciones constantes por el supervisor de seguridad) y desplazamiento innecesario por falta de orden y señalización. Cabe resaltar que los 60 desperdicios mencionados por la empresa tienen una relación de 3-1-3 con respecto a las actividades que no les agrega valor.

- (1) *Retraso de entrega de material por Almacén;* este desperdicio se da porque el personal del almacén pierde tiempo en ubicar lo que solicita el Dpto. de producción

por motivos como se muestra en la figura (20). En el almacén se evidencia desorden, falta de clasificación de los materiales en los estantes, falta de limpieza y una mala distribución de las herramientas, equipos y máquinas.



Figura 20. Presencia de desorden en el almacén.

Para la inspección de la necesidad de implementar esta herramienta no solo se tomaron fotos, también se elaboró un check list de verificación de 5'S de las condiciones en las que se encuentra las áreas de producción y el almacén (Ver anexo 26 y anexo 27). Este check list está conformado por criterios de evaluación de acuerdo a las etapas de implementación de las 5'S y se dio una valoración para la calificación de cada criterio. Esta calificación es la siguiente:

0 = No hay implementación	1 = Cumplimiento al 30%	2 = Cumplimiento al 65%	3 = Cumplimiento al 90%
---------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------

Es importante que para la evaluación de cada auditoría se ha considerado la excelencia de implementación al 90% ya que cuando se habla de manufactura esbelta es que cada herramienta se trabaje en base a la mejora continua.

Apreciando entonces los resultados de la evaluación de la implementación de la herramienta 5'S para el área de producción se ha obtenido un 43.50% como se muestra en la figura (21). Y que para el almacén resultó un 36.67% como se muestra en la figura (22), es decir en ambos casos se necesita mejorar la aplicación de esta herramienta para eliminar el desorden y falta de limpieza.

ETAPAS	PORCENTAJES	PUNTOS
General	43.50%	29
<i>Clasificación</i>	42.00%	7
<i>Orden</i>	42.00%	7
<i>Limpieza</i>	52.50%	7
<i>Estandarización</i>	60.00%	6
<i>Autodisciplina</i>	20.00%	2

Regular	Bien	Excelente
> 50 %	> 70 %	90%

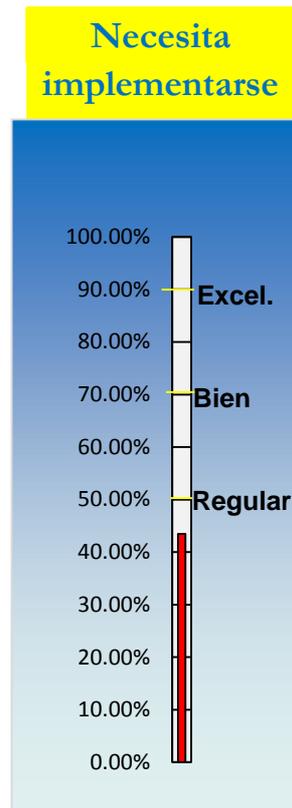
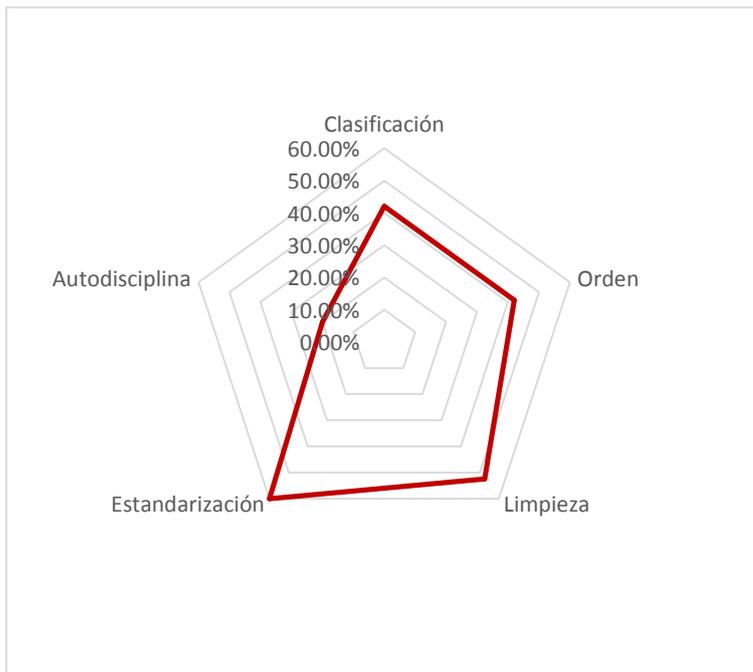


Figura 21. Evaluación de implementación de 5'S en el área de producción.

ETAPAS	PORCENTAJES	PUNTOS
General	36.67%	22
<i>Clasificación</i>	37.50%	5
<i>Orden</i>	45.00%	6
<i>Limpieza</i>	37.50%	5
<i>Estandarización</i>	40.00%	4
<i>Autodisciplina</i>	20.00%	2

Regular	Bien	Excelente
> 50 %	> 70 %	90%

Necesita implementarse

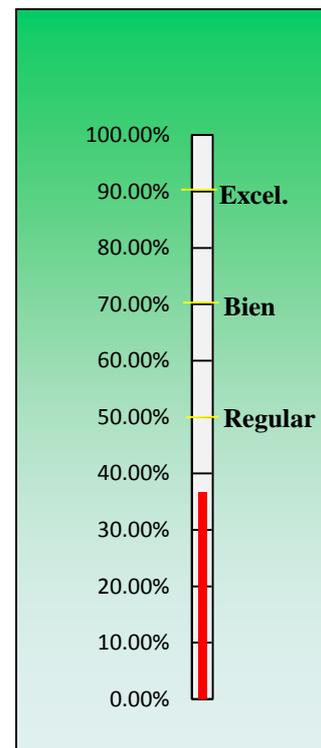
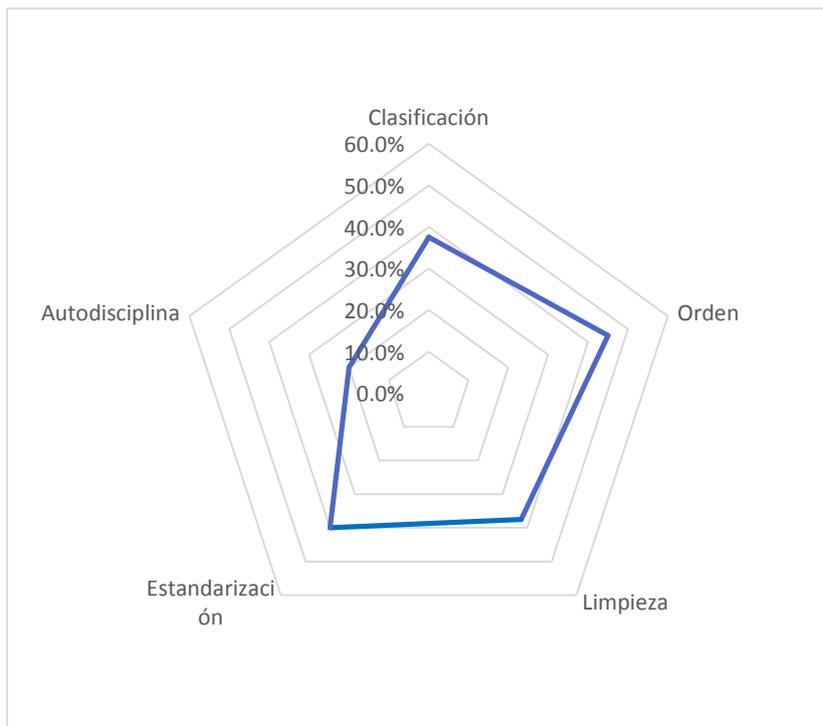


Figura 22. Evaluación de implementación de 5'S en el almacén.

Detalle de implementación de 5'S.

Primer paso: establecimiento del objetivo y beneficios.

De acuerdo al diagnóstico, el objetivo de implementar esta herramienta es “*crear una cultura de organización, orden y limpieza en las áreas de trabajo logrando procesos más eficientes*”.

Los beneficios de implementar 5'S a diferencia de las otras propuestas se considera en dos situaciones en las que se quiere trabajar para lograr el objetivo; la primera son las áreas de producción y la segunda es el taller de almacén, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 22. Beneficios de aplicación de 5'S.

Situación	Beneficio
Áreas de producción	<ul style="list-style-type: none">- Tiempo de repuesta más cortos para la manipulación de máquinas, equipos y/o herramientas.- Elimina movimientos innecesarios por áreas de trabajo más ordenadas.- Aumenta la calidad de los proyectos por personal motivado por las condiciones de trabajo.- Incrementa la vida útil de las máquinas, equipos y/o herramientas.- Reduce riesgos de accidentes.- Personal comprometido con el medio ambiente por la adecuada segregación de residuos.
Taller de almacén	<ul style="list-style-type: none">- Tiempos de abastecimiento de material más cortos.- Personal motivado a mantener su área de trabajo ordenada y limpia.- Libera espacio para el almacenamiento de las máquinas, equipos, herramientas y materiales.- Reduce riesgos de accidentes.

Nota. En la tabla se muestra los beneficios de aplicación de 5'S.

Segundo paso: detalles de la metodología.

La metodología de las 5'S está compuesta por cinco principios fundamentales, los cuales serán utilizados para implementar esta herramienta en la empresa ITEMSA Perú SAC, a continuación se detalla estas etapas:

- 1) *Desarrollo de Seiri (Clasificar)*; consiste en 03 pasos simples para eliminar los problemas de espacio y pérdida de tiempo en el almacén y en las áreas de producción.

➤ *Identificación de elementos innecesarios.*



Figura 23. Evidencia fotográfica de clasificación en el almacén.

En el almacén de la empresa se observa que las máquinas, equipos y herramientas se encuentran clasificados por cintas de colores de acuerdo a su operatividad, pero en el caso de materiales, insumos y repuestos no se tiene una clasificación de lo necesario e innecesario.



Figura 24. Evidencia fotográfica de clasificación en las áreas de producción.

En las áreas de producción se observa que solo algunos equipos y herramientas cuentan con códigos de colores de operatividad. Para lo cual se sugiere hacer una nueva clasificación de todos los elementos con la ayuda de todos los involucrados en las áreas de producción y para el almacén, utilizando el siguiente formato que se presenta a continuación.

CLASIFICACION DE ELEMENTOS				
Descripción del elemento	Cantidad	Naturaleza		Observaciones
		Necesario	Innecesario	

Figura 25. Clasificación de elementos por naturaleza.

- *Uso de tarjetas rojas;* una vez identificados los elementos como innecesarios se procede a colocar tarjetas rojas en estos para que cualquiera los pueda distinguir.
- *Establecer un plan de acción;* después de colocar las tarjetas se toma acciones de acuerdo al plan que se muestra en la siguiente figura.

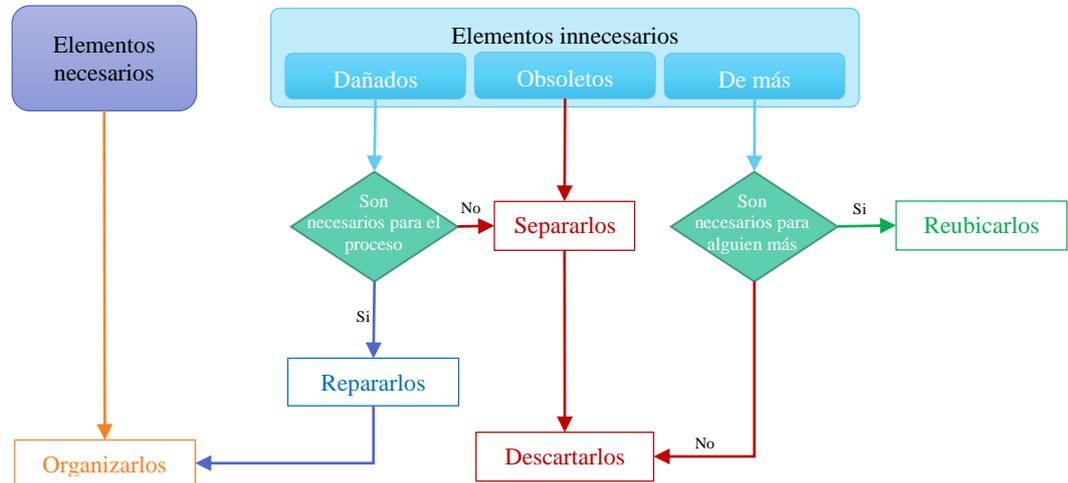


Figura 26. Diagrama de decisión para Seiri. Metodología de las 5'S.

- 2) *Desarrollo de Seiton (Ordenar);* después de la clasificación se debe colocar cada elemento necesario en lugares de fácil acceso para encontrar, ubicar y utilizar. Para ello se debe considerar 3 pasos para una buena organización:

- *Distribución de los elementos.*



Figura 27. Evidencia fotográfica de equipos y herramientas en el piso en el almacén.

De acuerdo a la figura (23) y la figura (27), el área de almacén debe mejorar la distribución de sus elementos dentro de los estantes y fuera de ello de acuerdo al criterio del almacenero.

Se recomienda utilizar tableros visuales para las herramientas, contenedores con tarjetas Kanban para acopiar equipos, herramientas y materiales de menor tamaño, usar pallet para las máquinas, equipos y piezas metálicas de mayor tamaño que se encuentran en el piso.

En el caso de las áreas de producción, se recomienda:

- Ubicar y apilar adecuadamente las planchas de acuerdo a su uso.
- Establecer un lugar para los equipos y herramientas que no se están usando, se recomienda contar con cajas metálicas en cada área para evitar el desorden.
- Mantenerse en la zona de trabajo designada para cada operador que se encuentra trabajando.
- Confeccionar carritos organizadores móviles para que el personal tenga a la mano la máquina, equipo y/o herramientas que necesitan para realizar sus actividades; y no perder el tiempo en ir a buscarlos porque lo dejaron en otro lugar, dañarlos por dejarlos tirados en el piso o causar accidentes.

➤ *Señalización de áreas.*



Figura 28. Evidencia fotográfica de falta de señalización en el almacén.

Como se observa en la figura (28) se recomienda para el almacén delimitar los pasillos, la ubicación de estantes y pallet (Ver anexo 29).



Figura 29. Evidencia fotográfica del estado de señalización de producción.

En la figura (29) se observa que solo el área de Maestranza esta implementado la delimitación de equipos y zonas transitorias, a diferencia del resto de las áreas de producción. Por lo que se recomienda delimitar y señalar los perímetros de las otras áreas y zonas peatonales, la ubicación de las máquinas y equipos, y la ubicación de los materiales (planchas o piezas metálicas) por temas de seguridad (Ver anexo 28).

3) *Desarrollo de Seiso (Limpieza)*; consiste en integrar al trabajo la limpieza de las áreas antes, durante y al finalizar las actividades para proteger las máquinas y equipos del polvo y mantener áreas seguras. Proponemos que para realizar esta etapa la empresa debe seguir las siguientes recomendaciones:

- *Jornada de limpieza*; el primer paso es programar una jornada de la limpieza donde todo el personal de la empresa se involucre en la limpieza de sus respectivas áreas. Esta limpieza también se deberá realizar a las máquinas y equipos para eliminar el polvo.
- *Planificación de la limpieza*; considerando que la empresa no cuenta con un programa de limpieza y es necesario mantener las áreas limpias durante las actividades, se recomienda implementar un plan. Este debe incluir:
 - Cronograma de actividades de limpieza.
 - Los utensilios de limpieza que se van a usar, estos de preferencia deben ser de colores de acuerdo a las áreas de trabajo.
 - Designar los lugares para guardar estos utensilios.

4) *Desarrollo de Seiketsu (Estandarización)*; esta cuarta etapa buscará conservar lo que se ha propuesto hasta el momento logrando buenas prácticas en el personal. Para ello se ha establecido los siguientes pasos:

- *Asignación de tareas y responsabilidades*; para mantener las buenas prácticas de las 3 primeras “S”, es necesario que el personal conozca las responsabilidades que tiene en relación a los trabajos de limpieza. Para ello la empresa debe implementar procedimientos, manuales o planes.
- *Promover la cultura 5’S*; la empresa debe mejorar la imagen de su infraestructura y motivar al personal en mantener las 5’S a través de medios visuales (carteles, periódico mural).

También la gerencia debe recompensar al personal por los hábitos adquiridos, promoviendo la cultura de 5’S y siendo de ejemplo para sus demás compañeros.

- 5) *Desarrollo de Shitsuke (Autodisciplina)*; la última etapa de la metodología de 5’S que tiene que ver con los hábitos del personal que se han generado a través de la implementación de las 4’S anteriores.

Se tiene que tener en claro que esta conducta no es visible a corto tiempo para ello es necesario educar constantemente al personal y también se necesita el compromiso de todos para no permitir desviaciones por presión en la producción. Es importante hacer seguimiento a la implementación, por ello se recomienda realizar inspecciones periódicas que proporcionen mejoras o evalúen el grado de implementación.

Tercer paso: herramientas de 5’S propuestos.

Para la implementación de las 5’S en la empresa ITEMSA Perú SAC se ha propuesto los siguientes controles:

- A. *Tarjetas Rojas*; de acuerdo a la implementación de Seiri se necesitan estas tarjetas para la identificación de los elementos innecesarios.

METODOLOGÍA 5S		N° Tarjeta: _____	
TARJETA ROJA			
Respons. Del área: _____			
Respons. De la Insp.: _____			
Área/ Dpto.: _____			
Categoría:	<input type="checkbox"/> REPUESTOS	<input type="checkbox"/> EQUIPOS	
	<input type="checkbox"/> HERRAMIENTAS	<input type="checkbox"/> EPP'S	
	<input type="checkbox"/> MATERIALES	<input type="checkbox"/> OTROS	
Descripción: Del artículo: _____			
Cantidad: _____			
Acción requerida:		Motivo:	
<input type="checkbox"/> Organizarlos	<input type="checkbox"/> Repararlos	<input type="checkbox"/> Separarlos	<input type="checkbox"/> Descartarlos
<input type="checkbox"/> Reubicarlos	<input type="checkbox"/> No se utiliza	<input type="checkbox"/> Defectuoso	<input type="checkbox"/> No sirve/descompuesto
		<input type="checkbox"/> Dañado/matratado	<input type="checkbox"/> Otros _____
Observación: _____			
Fecha de Identificación: ___/___/___			

Figura 30. Modelo de Tarjeta Roja.

B. *Tablero de herramientas*; de acuerdo a la implementación de Seiton se propuso utilizar tablero visual para las herramientas del almacén, la cual deberá ir empotrado en la pared. Esto ayudará a un mejor orden.



Figura 31. Modelo de tablero de herramientas.

- ✓ *Manual de orden y limpieza;* a la empresa se le propone que implemente procedimientos de limpieza, designación de responsabilidades y contar con un programa. Es por ello que se ha elaborado un modelo de manual de aplicación, como se muestra en el anexo 30. Este manual contiene:
 - Objetivos general y específicos
 - Responsabilidades desde la Gerencia hasta los trabajadores
 - Gestión de recursos, se ha definido los utensilios por color para la limpieza de diferentes áreas e artículos de limpieza.
 - Gestión de residuos sólidos donde se detalla las fuentes de contaminación, tipos de residuos y la segregación de éstos.
 - Programa de actividades de limpieza, capacitaciones e inspecciones.

Impacto de 5'S en los desperdicios.

- a) *Retraso de entrega de material por Almacén;* aplicando esta herramienta se podrá abastecer de forma más inmediata a los trabajadores que solicitan materiales, herramientas o equipos, ya que el almacén estará mejor distribuido y más ordenado.
- b) *Desorden en las áreas del Dpto. de Producción;* con la implementación de la metodología 5'S se va a obtener un ambiente de trabajo ordenado y seguro en todas las áreas. Esto generará una mejor imagen de la empresa, mayor motivación al personal y mayor seguridad dentro de la empresa.

Impacto de las herramientas de manufactura esbelta en los desperdicios.

Las herramientas propuestas lograrán disminuir o eliminar los 08 desperdicios prioritarios, pero también podemos decir que estas herramientas pueden ser utilizadas para dar solución a los otros desperdicios encontrados.

De acuerdo a lo enunciado es conveniente tener una visión generalizada del nivel de impacto que tiene cada herramienta sobre cada uno de los 08 desperdicios prioritarios a través de una matriz de valorización que se representa en la siguiente tabla.

Tabla 23. Impacto de herramientas de manufactura esbelta en los desperdicios prioritarios.

Herramientas	Desperdicios prioritarios							
	(1)	(2)	(4)	(5)	(6)	(9)	(10)	(12)
	Retraso de entrega de material por Almacén	Retraso de entrega de planos por Dpto. Técnico al iniciar el	Falta de comunicación en planos modificados	Desorden en las áreas del Dpto. de Producción	Falla en las máquinas y equipos	Malas juntas en el Armado	Problemas en el biselado	Defectos de soldadura
Just in Time	2	3	3	1	1	0	0	0
Kanban	2	0	3	1	1	3	3	0
Jidoka	1	0	3	1	1	3	3	3
Andon	2	0	3	1	2	3	3	1
TPM	0	1	0	1	3	1	1	1
5'S	2	0	0	3	1	0	0	1

Nota. La tabla tiene valoraciones para el nivel de impacto, estos se detallan a continuación:

- 3 = Tiene un impacto fuerte porque la herramienta actúa sobre el desperdicio y lo elimina.
- 2 = Tiene un impacto medio porque la herramienta actúa sobre el desperdicio y lo reduce.
- 1 = Tiene un impacto débil porque la herramienta reduce el desperdicio por medio de otro.
- 0 = No tiene ningún impacto.

Considerando que este estudio es propositivo se quiere conocer el rendimiento de mejora al implementar cada una de las herramientas de manufactura esbelta en el periodo enero – junio del 2018 en el caso que hayan sido implementadas.

Los criterios de impacto de la tabla 23 se presentan en valores porcentuales con respecto a la mejora obtenida sobre el desperdicio, estos valores son:

- 3 (Elimina el desperdicio) = 100%
- 2 (Reduce el desperdicio) = 55%
- 1 (Impacto débil) = 19%
- 0 (Sin impacto) = 0%

Finalmente se realizó una evaluación considerando los criterios anteriormente mencionados y los datos de la tabla 7 donde se han detallado la frecuencia de los desperdicios enero a junio del 2018 en la empresa ITEMSA Perú SAC, obteniendo los siguientes rendimientos de mejora que se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 24. Evaluación del impacto de las herramientas en el periodo enero – junio del 2018.

Proyecto	Desperdicio 1	Desperdicio 2	Desperdicio 4	Desperdicio 5	Desperdicio 6	Desperdicio 9	Desperdicio 10	Desperdicio 12	Total	Just in Time	Kanban	Jidoka	Andon	TPM	5'S	
Proyecto 1	3	1	4	13	5	3	4	3	36	25.93	19.93	18.01	17.56	26.44	19.83	
Proyecto 2	2	0	1	5	2	1	2	0	13	9.57	6.57	7.29	5.85	9.48	6.52	
Proyecto 3	1	1	0	4	4	2	2	3	17	13.93	10.93	8.29	8.92	10.72	11.12	
Proyecto 4	1	1	0	5	3	0	1	1	12	8.93	8.93	8.29	7.66	7.48	5.69	
Proyecto 5	2	0	2	11	4	2	3	2	26	20.05	15.05	13.77	13.23	18.58	12.76	
Proyecto 6	2	0	1	7	3	0	0	1	14	10.00	10.00	9.72	8.73	9.48	5.14	
Proyecto 7	1	1	2	4	1	0	0	0	9	4.50	5.50	5.86	5.14	7.05	4.26	
Proyecto 8	3	1	1	2	2	1	1	2	13	8.59	7.59	6.67	6.49	9.67	8.59	
Proyecto 9	2	0	1	4	1	0	1	0	9	5.95	4.95	5.67	4.59	7.05	3.71	
Proyecto 10	3	1	3	5	4	1	2	1	20	12.64	10.64	10.72	9.01	14.10	12.40	
TOTAL	20	6	15	60	29	10	16	13	169	120.09	100.09	94.29	87.18	120.05	90.02	
										% crecimiento	0.289	0.408	0.442	0.484	0.290	0.467

Evaluación de impacto económico.

Para el impacto económico de las herramientas propuestas se ha utilizado indicadores de evaluación de proyectos que permitieron medir la rentabilidad de cada propuesta, estos indicadores son: valor actual neto (VAN), beneficio – costo (B/C) y tasa interna de retorno (TIR). También para la presente evaluación de impacto económico, se ha considerado lo siguiente:

- El periodo de evaluación es de 2 años, considerando que el año de la inversión es conocido como el año cero.
- El costo de oportunidad (COK) será estimado al 8%, según la tasa de ahorro a plazo fijo para el año del estudio.

La metodología se ha llevado a cabo mediante los siguientes pasos:

1. Se determinó los costos de implementación de cada propuesta donde se ha incluido las capacitaciones, compra de materiales, seguimiento del equipo Lean Manufacturing y mantenimiento. A continuación, en la tabla 24 se muestra el resumen de la inversión para la implementación de cada herramienta de acuerdo al anexo 31.

Tabla 25. Resumen de inversión de las propuestas de Manufactura Esbelta.

N°	Herramienta	Inversión (S/.)
01	Just in Time	6,546.87
02	Kanban	8,531.08
03	Jidoka	6,168.83
04	Andon	6,418.47
05	TPM	5,536.83
05	5'S	6,088.02

2. Se ha identificado los beneficios de implementación de acuerdo al impacto de eliminación y reducción de los desperdicios prioritarios que tiene cada herramienta como se ha mostrado en la tabla 23.

A continuación en la siguiente tabla se muestra el resumen de los beneficios para la implementación de cada herramienta obtenidos del anexo 32 y anexo 33.

Tabla 26. Resumen de beneficios de las propuestas de Manufactura Esbelta.

N°	Herramienta	Beneficio (S/.)
01	Just in Time	4,790.46
02	Kanban	5,401.77
03	Jidoka	7,438.44
04	Andon	7,299.23
05	TPM	3,859.58
06	5'S	4,895.38

3. Se calculó el flujo de caja para los 02 años considerando un crecimiento fijo de acuerdo al rendimiento de mejora de cada herramienta propuesta.
4. Luego se calculó el VAN para la factibilidad económica de cada propuesta, considerando que los resultados tendrían que ser positivos.
5. También se calculó el ratio B/C para la factibilidad económica de cada propuesta, considerando que los resultados tendrían que ser mayor que 1.
6. Finalmente, se calculó el TIR para la factibilidad económica de cada propuesta, considerando que los resultados deberían ser mayor que la tasa del costo de oportunidad.

En la siguiente tabla se muestra el flujo de caja proyectada y el análisis económico de las propuestas.

Tabla 27. Flujo de caja anual proyectada y análisis económico de las propuestas.

Año	Flujo de caja (S/.)					
	Just in Time	Kanban	Jidoka	Andon	TPM	5'S
0	-6546.87	-8531.08	-6168.83	-6418.47	-5536.83	-6033.02
1	4,790.46	5,401.77	7,438.44	7,299.23	3,859.58	4,895.38
2	4,790.46	5,401.77	7,438.44	7,299.23	3,859.58	4,895.38
Total	3,034.06	2,272.46	8,708.04	8,179.98	2,182.33	3,701.83
VAN	1,995.80	1,101.70	7,095.87	6,597.98	1,345.83	2,640.82
VAN C	-6,546.87	-8,531.08	-6,168.83	-6,418.47	-5,536.83	-6,088.93
VAN B	8,542.67	9,632.79	13,264.70	13,016.46	6,882.66	8,729.76
RATIO B/C	1.30	1.13	2.15	2.03	1.24	1.43
TIR	29.6%	17.3%	85.6%	77.7%	25.3%	38.5%

La implementación de cada propuesta es económicamente factible porque en las 06 propuestas se tiene como resultado que el VAN es positivo, el ratio B/C es mayor a uno y el TIR es mayor a 8%.

3. RESULTADOS

La empresa ITEMSA Perú SAC está dedicada a la fabricación, reparación y montaje en general para la industria metal mecánica, agroindustrial, pesquera, naval, metalúrgica y otros relacionados. Cuenta con estándares de calidad, seguridad y medio ambiente, buscando como prioridad la satisfacción de sus clientes y mercado global, así mismo propicia la formación de su personal para alcanzar un mayor conocimiento técnico y de la calidad, velando por la seguridad y salud mediante la prevención y control de riesgos identificados en sus actividades.

La visión de la empresa, es ser reconocida como una empresa metal mecánica líder en la transformación del acero a través de la mejora tecnológica y continua, a nivel regional, nacional e internacional.

Y la misión de la empresa, es brindar productos y servicios a través del desarrollo de una gestión de calidad y empresarial, basado en los más altos estándares de calidad, brindando la satisfacción de las necesidades de nuestros clientes a nivel regional, nacional e internacional buscando el máximo desarrollo socio económico de la empresa, cumpliendo su responsabilidad social y contribuyendo al desarrollo del país y la sociedad.

Los resultados obtenidos en la presente investigación fueron:

- 1) Primero se encontraron 33 desperdicios dentro de las áreas del proceso productivo en la empresa ITEMSA Perú SAC, luego estos fueron agrupados en base a todo el proceso quedando 16 desperdicios y finalmente se priorizó utilizando el diagrama de Pareto obteniendo que 08 desperdicios son el 76.23% de los problemas que se deben trabajar, como se muestra en la figura 32 y tabla 28.

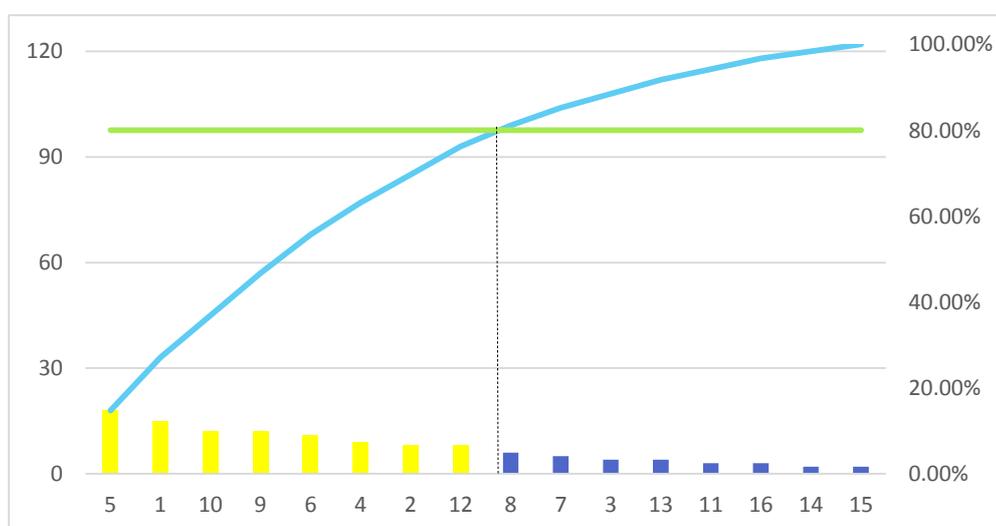


Figura 32. Pareto de desperdicios en el proceso de producción.

Tabla 28. Desperdicios a solucionarse de acuerdo a Pareto.

N°	Desperdicio
1	Retraso de entrega de material por Almacén
2	Retraso de entrega de planos por el Dpto. Técnico al iniciar el proceso
4	Falta de comunicación en planos modificados
5	Desorden en las áreas del Dpto. de Producción
6	Falla en las máquinas y equipos
9	Malas juntas en el Armado
10	Problemas en el biselado
12	Defectos de soldadura (Poros, Fisuras y Grietas)

Nota. La tabla muestra los desperdicios prioritarios en los cuáles se va a trabajar.

- 2) Para identificar los procesos críticos de producción se aplicó una matriz relacional, y los resultados obtenidos fueron:

Tabla 29. Procesos críticos de producción.

N°	Proceso	Total de Relaciones	Valoración Total de Relaciones	Participación de criticidad
01	Soldeo	11	27	24.32%
02	Armado	10	22	19.82%
03	Habilitado	8	22	19.82%

Nota. La tabla muestra los procesos críticos de producción en los cuáles se debe trabajar.

- 3) Se determinó el rendimiento de mejora mediante el desarrollo de implementación de la manufactura esbelta a través de 06 herramientas propuestas. Para ello primero se identificó la herramienta adecuada para cada desperdicio utilizando una matriz relacional de beneficio entre la herramienta y el desperdicio.

Una vez identificada la herramienta, se evaluó el impacto de aplicación de manufactura esbelta a través de una matriz de valorización y obteniendo como resultado lo que se muestra en la tabla 29.

Tabla 30. Resumen del rendimiento de mejora de las propuestas.

Herramienta	Rendimiento de mejora
Just in Time	28.9%
Kanban	40.8%
Jidoka	44.2%
Andon	48.4%
TPM	29.0%
5'S	46.7%

También, a continuación se visualiza figuras de resultados del impacto de la implementación que estas herramientas en cada uno de los 08 desperdicios prioritarios.

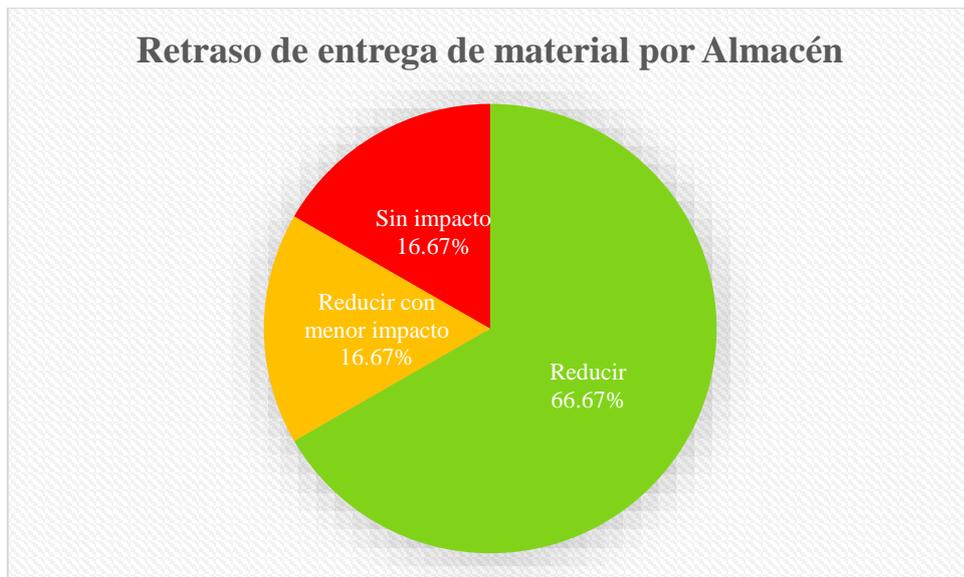


Figura 33. Retraso de entrega de material por Almacén.

- El 66.67% de las herramientas propuestas pueden reducir al desperdicio (1), estas son: Just in Time, Kanban, Andon y 5'S; el 16.67% es la herramienta Jidoka que podría reducir al desperdicio pero con resultados no tan favorables; y por último un 16.67% de las herramientas confirma que TPM no logra mejorar ni impactar en este desperdicio.

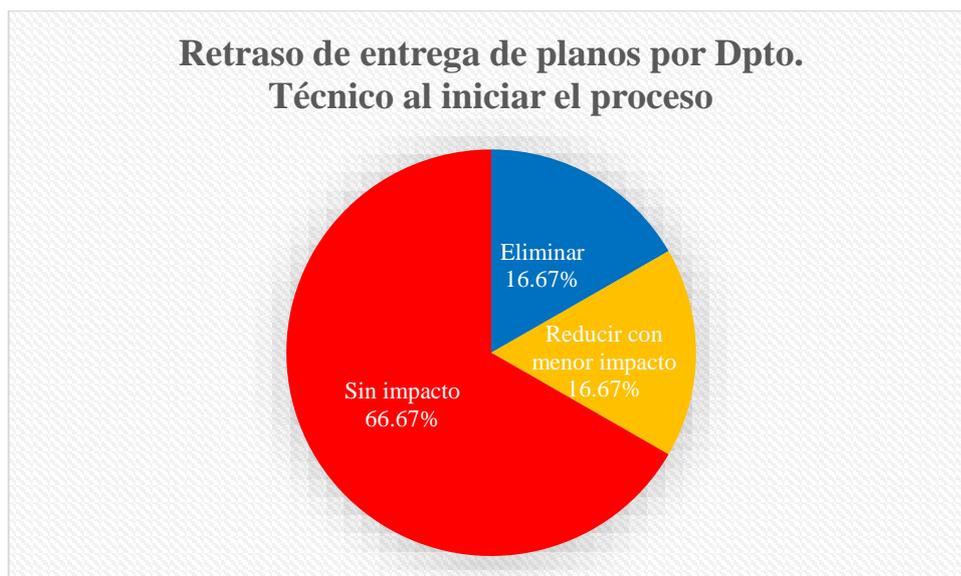


Figura 34. Retraso de entrega de planos por Dpto. Técnico al iniciar el proceso.

- El 16.67% de las herramientas propuestas pueden eliminar al desperdicio (2), esta única herramienta es “Just in Time”; la herramienta TPM es el 16.67% de las herramientas propuestas que podría reducir este desperdicio como consecuencia de trabajar en otro desperdicio prioritario; y un 66.67% de las herramientas propuestas confirma que 04 herramientas no logran solucionar este desperdicio.

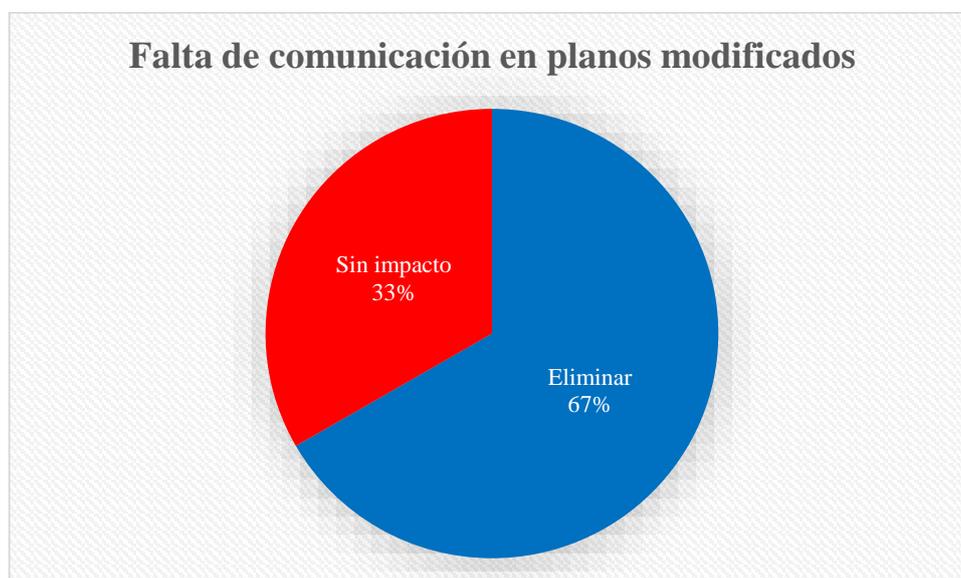


Figura 35. Falta de comunicación en planos modificados.

- Un 66.67% de las herramientas propuestas pueden eliminar al desperdicio (4), estas 04 herramientas son: Jidoka, Just in Time, Kanban y Andon; y el 33.33% de las herramientas como 5´S y TPM no logra actuar en este desperdicio.

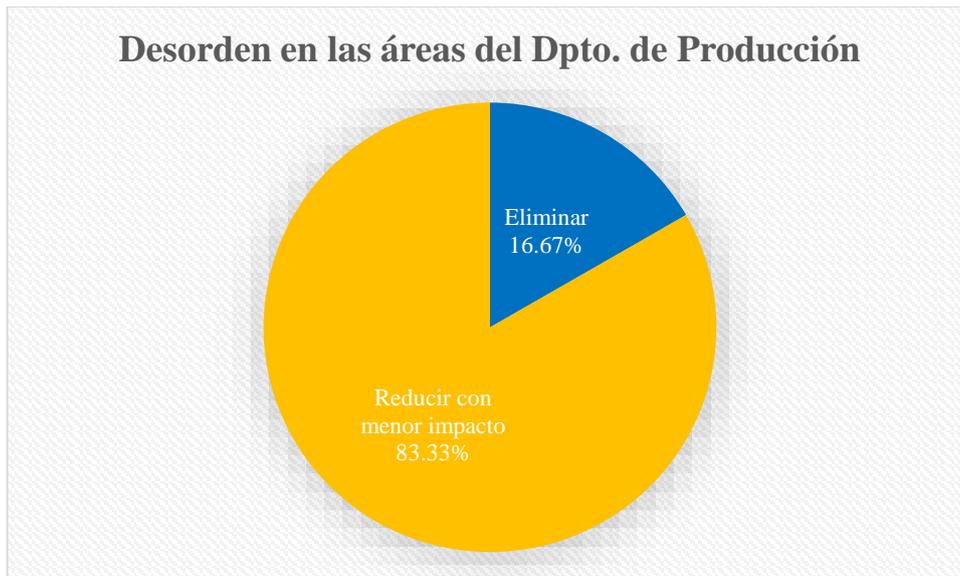


Figura 36. Desorden en las áreas del Dpto. de Producción.

- El desperdicio (5) puede eliminarse si se utiliza la herramienta 5S, siendo el 16.67% de las herramientas propuestas; y el 83.37% de éstas tienen poca probabilidad de reducir el desperdicio si se trabajan con las otras 05 herramientas.

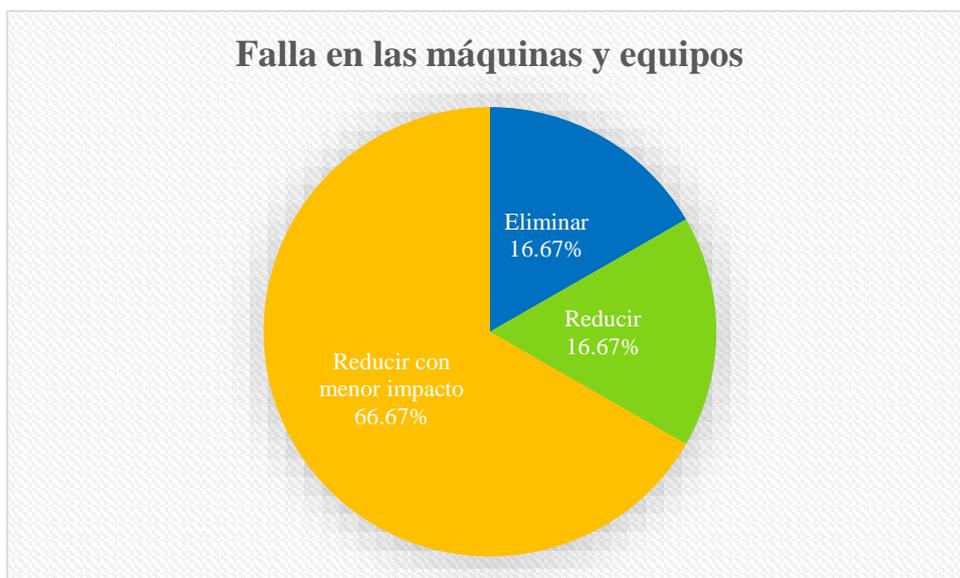


Figura 37. Falla en las máquinas y equipos.

- El desperdicio (6) puede eliminarse sólo si se utiliza la herramienta TPM o reducirse al implementarse la herramienta Andon; las otras 04 herramientas que son el 66.67% de las propuestas tienen menor impacto en este desperdicio.



Figura 38. Malas juntas en el Armado.



Figura 39. Problemas en el biselado.

- Para eliminar al desperdicio (9) y (10) se debe utilizar la herramienta Jidoka, Kanban y Andon; otra herramienta como TPM es el 16.67% de las propuestas que no tiene un mayor impacto estos desperdicios; y finalmente las herramientas no mencionadas no logran ningún resultado positivo al aplicarlas en estos desperdicios.

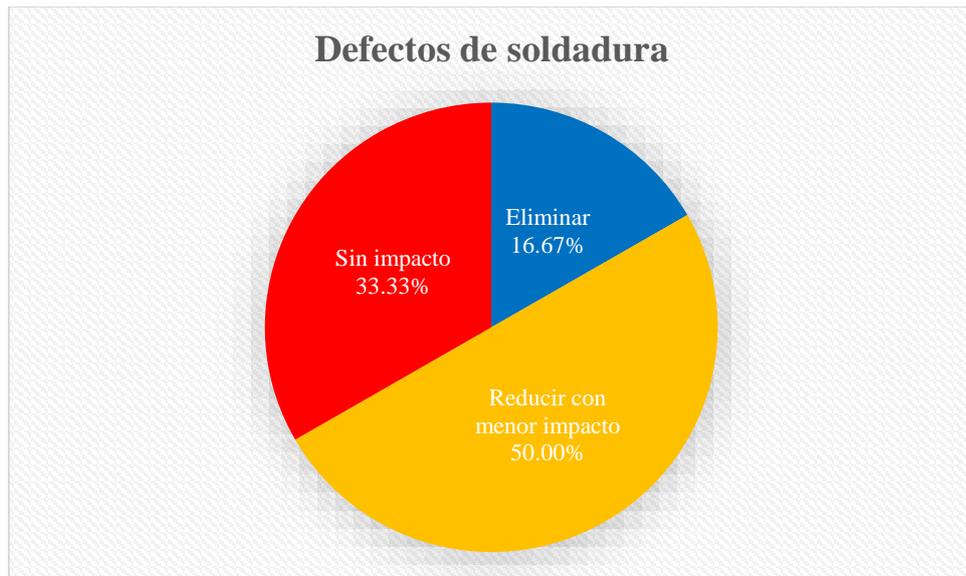


Figura 40. Defectos de soldadura.

- El desperdicio (12) se elimina si se implementa Jidoka ya que es el 16.67% de las herramientas propuestas; al implementar el otro 50.00% de las herramientas como Andon, TPM y 5´S se podría lograr reducir al desperdicio pero en un menor impacto; y un 33.33% confirma no es necesario utilizar las otras herramientas no mencionadas porque no existe relación de beneficio.
- 4) Finalmente, se evaluó el impacto económico para saber la rentabilidad de cada propuesta. Para ello, se usó los indicadores de valor actual neto (VAN), beneficio – costo (B/C) y tasa interna de retorno (TIR). Obteniendo los siguientes resultados para un periodo de 02 años: Just in Time (B/C 1.30 – TIR 29.6%), Kanban (B/C 1.13 – TIR 17.3%), Jidoka (B/C 2.15 – TIR 85.6%), Andon (B/C 2.03 – TIR 77.7%), TPM (B/C 1.24 – TIR 25.3%) y 5´S (B/C 1.43 – TIR 38.5%), que en promedio resulta un B/C de 1.55 y un TIR de 45.66%.

4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

- ✓ En la presente investigación se buscó desarrollar prácticas propositivas de manufactura esbelta para mejorar el comportamiento actual de los procesos, identificando primero los desperdicios que afectan al proceso productivo. Teniendo en cuenta lo definido por Rajadell y Sánchez (2010) para el periodo enero-Junio 2018 de la empresa ITEMSA Perú SAC.
- ✓ Posteriormente, se tomó como referencia al estudio de Córdova (2012) en el cual para desarrollar manufactura esbelta primero identifica los procesos críticos que se ven afectados por los desperdicios detectados. De igual modo, se puede decir que en nuestro estudio se encontraron 03 procesos críticos (habilitado, armado y soldeo) en los cuales trabajamos para dar solución a los desperdicios presentes en cada uno.
- ✓ Del mismo modo que Rodríguez (2016), logró disminuir el tiempo de fabricación de tanques de combustible implementando herramientas de manufactura esbelta en 2.2 días y que con el mantenimiento autónomo incremento la disponibilidad de las máquinas, para nuestro caso propositivo podemos decir que de acuerdo a nuestros resultados estas herramientas eliminan y reducen los desperdicios.
- ✓ Finalmente, se tomó como referencia a Macedo (2016) para evaluar el impacto económico mostrando que el flujo de caja de cada propuesta de mejora resultó ser viable, ya que se generó utilidades al segundo año y los indicadores de VAN y el TIR resultaron ser favorables. En algunos casos de implementación como el de Jidoka y Andon resultaron ser muy favorables, incluso se podría decir que la propuesta es viable al primer año.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las conclusiones del presente estudio son las siguientes:

- ✓ Se identificó un total de 33 desperdicios en las áreas del proceso de fabricación de equipos y estructuras metálicas en la empresa ITEMSA Perú SAC, empleando técnicas e instrumentos de recolección de datos. Debido a la repetitividad de estos desperdicios se procedió a agruparlos en base a todo el proceso productivo, finalmente se obtuvo 08 desperdicios prioritarios según el Diagrama de Pareto aplicado.
- ✓ Se evaluó la criticidad a las 06 áreas del proceso productivo, y se obtuvo 03 procesos críticos, estos fueron: Soldeo (24.32%), Armado (19.82%) y Habilitado (19.82%)..
- ✓ Se identificó la herramienta adecuada para reducir o eliminar los desperdicios que afectan al proceso, logrando desarrollar practicas propositivas de manufactura esbelta, y mejoras en el rendimiento del proceso. Estos rendimientos fueron: Just in Time (28.9%), Kanban (40.8%), Jidoka (44.2%), Andon (48.4%), TPM (29.0%) y 5'S (46.7%).
- ✓ Se concluye que las 06 herramientas son rentables y el retorno de inversión es para un periodo de 02 años.

Las recomendaciones del presente estudio son las siguientes:

- ✓ Con la implementación de una o varias herramientas, se debe continuar identificando los desperdicios que se presenten en el proceso productivo e incluso se debe ampliar la perspectiva a las otras áreas de la empresa. Por otro lado, se debe evaluar periódicamente el comportamiento de los desperdicios prioritarios en los cuales se está trabajando la mejora.
- ✓ El equipo Lean Manufacturing debe considerar que la producción es un flujo continuo de interacción de áreas, por lo cual es importante promover la comunicación efectiva y la participación de todos para una implementación eficiente de la(s) herramienta(s) de manufactura esbelta.
- ✓ Para una adecuada implementación de manufactura esbelta es necesario que todo el personal sea capacitado y evaluado para conocer el nivel de comprensión y es necesario que el equipo Lean Manufacturing realice seguimiento en los plazos sugeridos para evaluar el comportamiento de cada herramienta y actuar sobre posibles fallas de implementación.
- ✓ Para obtener la rentabilidad de la herramienta implementada, la gerencia debe comprometerse en abastecer los recursos necesarios para una eficiente implementación. Por otro lado el equipo Lean Manufacturing debe dar el mantenimiento a los sistemas visuales implementados.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdul, A., Mukhtara, M., y Sulaimanb, R. (2013). A Conceptual Model of Lean Manufacturing Dimensions. *Procedia Technology*, 11, 1292 – 1298. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212017313004817>
Traducido por tesistas: “*Un modelo conceptual de dimensiones de manufactura esbelta*”.
- Córdova, F. (2012). *Mejoras en el proceso de fabricación de spools en una empresa metalmeccánica usando la manufactura esbelta*. (Tesis para optar el título de Ingeniería Industrial). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- Escobar, J. y Cuervo, A. (2008). Validez de contenido y juicio de expertos: una aproximación a su utilización. *Avances en Medición*, 6, 27 – 36. Recuperado de http://www.humanas.unal.edu.co/psicometria/files/7113/8574/5708/Articulo3_Juicio_de_expertos_27-36.pdf
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. (6a ed.). México: McGraw Hill / Interamericana editores.
- Ibarra, V. y Ballesteros, L. (2017). Manufactura Esbelta. *Conciencia Tecnológica*, 53. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94453640004>
- Macedo, A. (2016). *Análisis y propuesta de mejora de procesos en una orfebrería (platería), mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta*. (Tesis para obtener el título profesional de Ingeniería Industrial). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- Morales, A., Rojas, J., Hernández, L., Morales, A. y Jiménez, M. (2015). Modelo de un sistema de producción esbelto con redes de Petri para apoyar la toma de decisiones. *Revista chilena de ingeniería*, 23 (2), 182-195. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/274514664_Modelo_de_un_sistema_de_produccion_esbelto_con_redes_de_Petri_para_apoyar_la_toma_de_decisiones
- Müller, J. (2014). *SMED aplicado a matrices de conformado en frío en una autopartista*. (Tesis de grado de Ingeniería Industrial). Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Recuperado de <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/1830>

- Rajadell, M. y Sánchez, J. (2010). *Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Rodríguez, I. (2016). *Implementación de las herramientas de manufactura esbelta para mejorar el proceso de fabricación de tanques para combustibles en la empresa FAMER y SA S.C.R.L.* (Tesis para obtener el título profesional de Ingeniería Mecánica). Universidad del Centro del Perú, Huancayo, Perú.
- Tapia, J., Escobedo, T., Barron, E., Martínez, G. y Estebané, V. (2017). Marco de referencia de la aplicación de manufactura esbelta en la industria. *Revista de Ciencia & Trabajo*, 19 (60), 171-178. Recuperado de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/cyt/v19n60/0718-2449-cyt-19-60-00171.pdf>
- Womack, J. y Jones, D. (1990). *Lean Thining*. New York: Simon & Shunter.

7. AGRADECIMIENTO

En la presente tesis quiero agradecer antes que nada a ti mi Dios por bendecirme y guiarme en cada momento de mi vida, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y porque pude hacer realidad esta meta tan anhelada.

A mi padre por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante por mí y mis hermanos, por su amor incondicional y por ser mi motor y motivo para ser una profesional de éxito.

A mi madre por haberme dado la vida y permitirme realizar mis sueños trazados. Ella es un ángel que me guía, cuida y protege en cada paso que doy.

A mis hermanos que con sus consejos me han ayudado a afrontar los retos que se me han presentado a lo largo de mi vida.

A mi enamorado Ronald, por su apoyo incondicional, por compartir momentos de alegría, tristeza y demostrarme que siempre podré contar con él.

A la Universidad San Pedro por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional, a mis profesores durante estos 5 años por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, su experiencia y su motivación ha logrado en mí que pueda terminar mis estudios con éxito.

Un especial agradecimiento a mi asesor de tesis, Ing. Nelson Barbarán Benites, por su tiempo y sus enseñanzas, por darnos a mí y a mi compañera Melany de crecer profesionalmente y concluir el presente trabajo de investigación.

Daysi Karito Polo Meza

Le agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por brindarme una vida llena de aprendizajes y sobre todo de felicidad. Por permitirme haber llegado a esta etapa de mi vida.

Le doy gracias a mi familia por apoyarme en todo momento, por los valores que me han inculcado, y por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida.

Gracias a mi asesor el Ing. Nelson Barbarán Benites por habernos brindado la oportunidad de desarrollar nuestra tesis profesional y por todo el apoyo.

A mi alma máter, la Universidad San Pedro, por permitirme ser parte de ella y poder formarme profesionalmente.

Jhoselyn Melany Cecias Moreno

8. ANEXOS

Anexo 1. Conceptualización y operacionalización de variables de estudio.

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Desarrollo de manufactura esbelta en la empresa ITEMSA Perú SAC, Chimbote – 2018.	Desarrollo de prácticas propositivas de manufactura esbelta para un proceso productivo de fabricación sin desperdicios. * Abdul (2013)	Eliminación de desperdicios a través de herramientas de manufactura esbelta para la mejora del proceso productivo en la empresa ITEMSA Perú SAC, Chimbote – 2018.	Desperdicios en la Producción	<ul style="list-style-type: none"> - Retrasos o demoras. - Reprocesos. - Movimientos innecesarios. - Procesos inapropiados. - Transporte. - Talento humano.
			Procesos productivos	<ul style="list-style-type: none"> - Criticidad de procesos. - Eficiencia de procesos de apoyo.
			Mejora de procesos	<ul style="list-style-type: none"> - Control de reprocesos. - Confiabilidad de proveedores. - Eficiencia de materiales e insumos utilizados. - Confiabilidad de la mano de obra. - Confiabilidad de la operatividad de las máquinas y equipos.
			Impacto económico	<ul style="list-style-type: none"> - Rentabilidad

Anexo 2. Modelo de ficha de observación para la identificación de desperdicios del proceso.

FICHA DE OBSERVACIÓN

Área observada:

Responsable de área:

Áreas afectadas:

Ítem	Desperdicio detectado	Causas	Consecuencias

Nota. Se debe tener en cuenta que la información llenada en esta ficha solo corresponde a la observación del proceso productivo.

GUIA DE ENTREVISTA PARA LA EVALUACIÓN DE MANUFACTURA ESBELTA

I. DATOS GENERALES:

Nombre del entrevistado:	
Puesto de trabajo:	
Actividades que realiza:	
Area del proceso en que trabaja:	Fecha y hora:

II. INTRODUCCIÓN

- **Motivo de la entrevista:** “Recolectar la información necesaria para la evaluación del nivel de manufactura esbelta en el proceso productivo de la empresa ITEMSA Perú SAC.
- **Descripción general del proyecto:** “Desarrollo de prácticas propositivas de manufactura esbelta para la mejora en el proceso productivo”

III. CARACTERISTICAS DE LA ENTREVISTA

- Esta entrevista es de grado confidencial, es decir que la información recolectada no será comunicada a sus superiores con intención de perjudicar al entrevistado.
- Son partícipes los jefes del departamento, supervisores de trabajo y de calidad.
- Esta entrevista será de 10 a 15 min.
- Saludar al entrevistado.
- Explicar que un desperdicio del proceso.

IV. PREGUNTAS

1. ¿Qué desperdicios afectan al proceso o al área del proceso donde te encuentras?
2. ¿Qué otras áreas se ven afectadas por el desperdicio que mencionaste?
3. ¿Cuáles son las causas del desperdicio que mencionaste?
4. ¿Qué consecuencias trae este desperdicio?
5. ¿Con que frecuencia se da este desperdicio?

V. OBSERVACIONES

- Dar las gracias e insistir en la confidencialidad y la posibilidad de participaciones futuras.

Anexo 4. Matriz de caracterización de los desperdicios detectados.

Proceso	N°	Nombre del desperdicio	Causas que origina el desperdicio	Consecuencia
Habilitado	1	Retraso de entrega de material para habilitado por parte del Almacén.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Retraso en la orden de requerimientos de material por parte del Dpto. Técnico. 2. Ausencia de stock en Almacén. 3. Demora en la gestión de compra por la firma del Gerente. 4. Materiales inadecuados por requerimientos no especificados en la gestión de compra. 5. Demora en las cotizaciones. 6. Los materiales requeridos no se encuentra en el mercado nacional. 7. Incumplimiento del proveedor en la fecha de entrega. 8. Pocos proveedores. 	Incumplimiento del cronograma.
	2	Retraso de entrega de planos por el Dpto. Técnico al iniciar el proceso.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dpto. Técnico no tiene a tiempo los planos con las indicaciones respectivas para el Dpto. de producción. 2. Falta de personal en el Dpto. Técnico. 3. Aglomeración de trabajo. 4. Falta de seguimiento de cronograma. 	Incumplimiento del cronograma.
	3	Materiales de baja calidad.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Decisión de compra por minimización de costos. 	Reprocesos, elevación de costos por exceso de uso de recursos.
	4	Reprocesos en habilitado por planos modificados	<ol style="list-style-type: none"> 1. Modificaciones del plano por nuevos requerimientos del cliente durante el proceso. 2. Planos actualizados y no comunicados. 	Reprocesos y uso innecesario de recursos.
	5	Desorden del área de corte	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reorientar al personal por falta de señalización. 2. Manipulación constante de las planchas por mala distribución dentro del área. 3. Falta de orden y organización en la ubicación de herramientas y equipos de corte. 4. Agarrar las herramientas que están en el piso 	Pérdida de tiempo productivo en ubicarse, recuperar y buscar herramientas y materiales de trabajo. Problemas ergonómicos.
	6	Reprocesos por errores en el corte	<ol style="list-style-type: none"> 1. Trazos incorrectos por desconocimiento. 2. Medidas incorrectas por herramientas de medición no contrastadas. 3. Incumplimiento de las tolerancias de corte por desconocimiento o por omisión. 4. Mala manipulación del equipo por falta de formación de los operadores. 5. Equipos con fallas mecánicas. 	Reprocesos y uso innecesario de recursos.
	7	Falla en las máquinas y los equipos de corte	<ol style="list-style-type: none"> 1. Incumplimiento del plan de mantenimiento preventivo. 2. Sobrecarga de trabajo de los equipos. 3. Desconocimiento de uso de equipos. 4. Personal de mantenimiento no competente. 	Paradas por mantenimiento que no están planificadas.
Maestranza	8	Reprocesos en Maestranza por planos modificados	<ol style="list-style-type: none"> 1. Modificaciones del plano por nuevos requerimientos del cliente durante el proceso. 2. Planos actualizados y no comunicados. 	Reprocesos y uso innecesario de recursos.

	9	Falla en los equipos de Maestranza	<ol style="list-style-type: none"> 1. Equipos antiguos en el área de Maestranza. 2. Personal no capacitado para mantenimiento de equipos de Maestranza. 3. Incumplimiento del plan de mantenimiento. 	Retrasos en el cumplimiento del cronograma.
	10	Reprocesos por coordinación deficiente en los trabajos de Maestranza.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mala coordinación entre el operador de los equipos con Dpto. Técnico. 2. Planos mal diseñados para los trabajos en Maestranza. 3. Planos modificados y no comunicados. 	Reprocesos
Armado	11	Retraso de entrega de material para el Armado por parte de Almacén.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ausencia del requerimiento de material en la orden emitida por Dpto. Técnico. 2. Ausencia de stock en Almacén. 3. Demora en la gestión de compra por la firma del Gerente. 4. Demora en las cotizaciones. 5. Requerimientos de compra no especificados. 6. Incumplimiento del proveedor en la fecha de entrega. 	Incumplimiento del cronograma.
	12	Materiales de baja calidad.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Decisión de compra por minimización de costos. 	Reprocesos, elevación de costos por exceso de uso de recursos.
	13	Reprocesos en el Armado por planos modificados	<ol style="list-style-type: none"> 1. Modificaciones del plano por nuevos requerimientos del cliente durante el proceso. 2. Planos actualizados y no comunicados. 	Reprocesos y uso innecesario de recursos.
	14	Malas juntas en el armado.	<ol style="list-style-type: none"> 1. No se consideran los espacios en las juntas. 2. Personal con desconocimiento en la lectura de los planos. 3. Puntos de soldadura débiles o en lugares inadecuados. 4. Falta de lineamientos por procedimientos no establecidos. 5. Poca importancia del personal al trabajo. 	Reprocesos y uso innecesario de recursos.
	15	Biselado nulo o inadecuado	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ausencia de esmeril por espera de la disponibilidad del equipo en uso, debido a la acumulación de trabajo. 2. Poca habilidad al operar la amoladora. 3. Personal con carga de trabajo. 4. Incumplimiento por desconocimiento o por omisión. 	Reprocesos y aumento de trabajo al soldador.
	16	Falla en las máquinas y en los equipos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Incumplimiento del plan de mantenimiento preventivo. 2. Sobrecarga de trabajo de los equipos. 3. Desconocimiento de uso de equipos. 	Paradas por mantenimiento que no están planificadas.
	17	Desorden en el área de armado	<ol style="list-style-type: none"> 1. Falta de orden de equipos y herramientas que se manipulan. 2. Falta de limpieza de los residuos generados. 3. Agarrar las herramientas del piso. 4. Mala distribución de las herramientas en la mesa de trabajo. 	Pérdida de tiempo productivo en ubicarse, recuperar y buscar herramientas y materiales de trabajo. Problemas ergonómicos.

Soldeo	18	Retraso de entrega de material por el Almacén para el proceso de soldadura	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ausencia del requerimiento de material en la orden emitida por Dpto. Técnico. 2. Ausencia de stock en Almacén. 3. Demora en la gestión de compra por la firma del Gerente. 4. Demora en las cotizaciones. 5. Requerimientos de compra no especificados. 6. Incumplimiento del proveedor en la fecha de entrega. 	Incumplimiento del cronograma.
	19	Materiales de soldadura baja calidad	<ol style="list-style-type: none"> 1. Decisión de compra por minimización de costos. 	Reprocesos y uso innecesario de recursos.
	20	Corrección de biselado	<ol style="list-style-type: none"> 1. Biselado nulo o inadecuado del proceso anterior. 	Reprocesos y retraso en el cronograma.
	21	Fallas en la penetración de soldadura	<ol style="list-style-type: none"> 1. Piezas mal alineadas en un mismo plano. 2. Intensidad de corriente inadecuada. 3. Velocidad excesiva al momento de soldar. 4. Máquina con fallas técnicas. 	Reprocesos y uso innecesario de recursos.
	22	Defectos de soldadura (Poros, Fisuras y Grietas)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Electrodos humedecidos, electrodos no adecuados. 2. Amperaje inadecuado. 3. Inclinación inadecuada del electrodo según la posición de la junta. 4. Demasiada distancia entre el electrodo y el material a soldar. 5. Cordón de soldadura afectado por el viento (enfriamiento rápido). 	Reprocesos y uso innecesario de recursos.
	23	Falla en las máquinas de soldar	<ol style="list-style-type: none"> 1. Incumplimiento del plan de mantenimiento preventivo. 2. Sobrecarga de trabajo de los equipos. 	Paradas por mantenimiento que no están planificadas.
	24	Desorden del área de soldeo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cables regados en el área. 	Condiciones sub estándar. Problemas ergonómicos.
	25	Limpieza inadecuada de las escorias	<ol style="list-style-type: none"> 1. Falta de limpieza de los residuos de soldadura (escorias) por personal agotado. 2. Falta de supervisión por parte de Calidad. 	Reprocesos
Arenado	26	Retraso de entrega de material para el Arenado	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ausencia del requerimiento de material en la orden emitida por Dpto. Técnico. 2. Ausencia de stock en Almacén. 3. Demora en la gestión de compra por la firma del Gerente. 4. Requerimientos de compra no especificados. 	Incumplimiento del cronograma.
	27	Arenado inadecuado	<ol style="list-style-type: none"> 1. Por falta de materiales (Abrasivos). 2. Operación realizada por personal inexperto. 3. Falta de supervisión de calidad. 4. Fallas mecánicas del equipo de presión. 	Arenado de baja calidad, que causará dificultad en la pintura.
	28	Fallas en la compresora de aire	<ol style="list-style-type: none"> 1. Incumplimiento del plan de mantenimiento preventivo. 	Paradas por mantenimiento que no están planificadas.

Pintado	29	Retraso de entrega de la pintura por el Almacén	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ausencia del requerimiento de material en la orden emitida por Dpto. Técnico. 2. Ausencia de stock en Almacén. 3. Demora en la gestión de compra por la firma del Gerente. 4. Requerimientos de compra no especificados. 	Incumplimiento del cronograma.
	30	Insumos de pintura de baja calidad	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mala coordinación con el proveedor. 2. Decisión de compra por minimización de costos. 	Reprocesos, elevación de costos por exceso de uso de recursos e insatisfacción del cliente.
	31	Pintado deficiente	<ol style="list-style-type: none"> 1. Combinación de insumos por personal inexperto 2. Pintado de equipo o estructura metálica realizado por personal con poca experiencia. 3. El pintor a veces no considera el espesor (Mills) que el cliente ha solicitado. 	Reprocesos y uso innecesario de recursos.
	32	Fallas mecánicas en los equipos de pintura	<ol style="list-style-type: none"> 1. Incumplimiento del plan de mantenimiento preventivo. 2. Sobrecarga de trabajo en el equipo. 	Paradas por mantenimiento que no están planificadas.
	33	Traslado inadecuado	<ol style="list-style-type: none"> 1. Traslado con montacargas o grúa del equipo o estructura metálica al área de producto terminado, sin considerar el riesgo de afectar la pintura. 	Pintura dañada.

Anexo 5. Modelo de encuesta para los colaboradores sobre los desperdicios.

EVALUACION DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA EMPRESA ITEMSA PERU SAC PARA EL DESARROLLO DE MANUFACTURA ESBELTA

Nombre del encuestado:	Área:
------------------------	-------

Marca con un (x) si tu respuesta es Sí o No.

Ítem	Criterio de la encuesta	Si	No
01	¿Los retrasos del proceso productivo se dan por entregas de material a destiempo?		
02	¿Considera que existen retrasos de entrega de planos por el Dpto. Técnico al iniciar el proceso productivo?		
03	¿Ud. cree que se trabaja con materiales de baja calidad para la fabricación de equipos industriales y estructuras metálicas?		
04	¿Existen reprocesos por planos modificados durante el proceso productivo?		
05	¿Dentro de las áreas producción de la empresa ITEMSA Perú SAC se encuentran desordenadas durante el proceso productivo?		
06	¿Existen fallas en las máquinas y equipos en el proceso productivo?		
07	¿En el proceso de habilitado se ha tenido que reprocesar por errores en el corte de planchas, ya sea por habilidad del calderero o por cambio de planos?		
08	¿Existen reprocesos por coordinaciones deficientes en los trabajos de Maestranza?		
09	¿En el proceso de armado se ha tenido que reprocesar por existir malas juntas entre planchas?		
10	¿Existen demoras en el proceso de soldadura por casos de biselado nulo o inadecuado?		
11	¿En el proceso de soldeo existen fallas en la penetración de soldadura (pase raíz)?		
12	¿Se presentan casos de defectos en la soldadura (poros, fisuras y grietas)?		
13	¿Antes del proceso de pintado, se ha tenido que reprocesar por la limpieza inadecuada de las escorias en los proyectos?		
14	¿Se han presentado casos de arenado inadecuado que han afectado la calidad del pintado?		
15	¿Existe pintado deficiente en los acabados de los equipos industriales o estructuras metálicas por habilidad del personal?		
16	¿La calidad de la pintura del proyecto culminado se ha visto afectado por el traslado inadecuado?		

Anexo 6. Primera validación de la encuesta.

FICHA DE VALIDACIÓN DE EXPERTOS SOBRE EL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES:

Nombre del Experto:	OSCAR A. ROBLES VILLANVEVA
Grado Académico:	DOCTOR EN ESTADÍSTICA
Nombre del instrumento:	EVALUACION DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA EMPRESA ITEMSA PERU SAC PARA EL DESARROLLO DE MANUFACTURA ESBELTA

II. CUESTIONARIO DE MANUFACTURA ESBELTA

(Estas preguntas son cerradas SI y NO)

1. ¿Los retrasos del proceso productivo se da por entregas de material a destiempo?
2. ¿Considera que existen retrasos de entrega de planos por el Dpto. Técnico al iniciar el proceso productivo?
3. ¿Ud. cree que se trabaja con materiales de baja calidad para la fabricación de equipos industriales y estructuras metálicas?
4. ¿Existen reprocesos por planos modificados durante el proceso productivo?
5. ¿Dentro de las áreas producción de la empresa ITEMSA Perú SAC se encuentran desordenadas durante el proceso productivo?
6. ¿Existen fallas en las máquinas y equipos en el proceso productivo?
7. ¿En el proceso de habilitado se ha tenido que reprocesar por errores en el corte de planchas, ya sea por habilidad del calderero o por cambio de planos?
8. ¿Existen reprocesos por coordinaciones deficientes en los trabajos de Maestranza?
9. ¿En el proceso de armado se ha tenido que reprocesar por existir malas juntas entre planchas?
10. ¿Existen demoras en el proceso de soldadura por casos de biselado nulo o inadecuado?
11. ¿En el proceso de soldeo existen fallas en la penetración de soldadura (pase raíz)?
12. ¿Se presentan casos de defectos en la soldadura (poros, fisuras y grietas)?
13. ¿Antes del proceso de pintado, se ha tenido que reprocesar por la limpieza inadecuada de las escorias en los proyectos?
14. ¿Se han presentado casos de arenado inadecuado que han afectado la calidad del pintado?
15. ¿Existe pintado deficiente en los acabados de los equipos industriales o estructuras metálicas por habilidad del personal?
16. ¿La calidad de la pintura del proyecto culminado se ha visto afectado por el traslado inadecuado?

III. ASPECTOS A EVALUAR DEL INSTRUMENTO

1. ¿El instrumento de recolección de datos está orientado al problema de investigación?
Si (✓) No ()
2. ¿En el instrumento de recolección de datos se aprecia la variable de investigación?
Si (✓) No ()
3. ¿El instrumento de la recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de investigación?
Si (✓) No ()
4. ¿El instrumento de recolección de datos se relacionan con la o las variables de estudio?
Si (✓) No ()
5. ¿El instrumento de recolección de datos presenta la cantidad de ítems apropiados?
Si (✓) No ()
6. ¿La redacción del instrumento de recolección de datos es coherente?
Si (✓) No ()
7. ¿El diseño del instrumento de recolección de datos facilitará el análisis y procesamiento de los datos?
Si (✓) No ()
8. ¿Del instrumento de recolección de datos, Ud. eliminaría algún ítem?
Si () No (✓)
9. ¿En el instrumento de recolección de datos, Ud. agregaría algún ítem?
Si () No (✓)
10. ¿El diseño del instrumento de recolección de datos será accesible a la población de estudio?
Si (✓) No ()

IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

Este instrumento puede ser aplicado.

Lugar y Fecha:	20/07/18
D.NI. del Experto:	3276 2171
Teléfono del Experto:	943481514


Firma del Experto Informante

Anexo 7. Segunda validación de la encuesta.

FICHA DE VALIDACIÓN DE EXPERTOS SOBRE EL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES:

Nombre del Experto:	PEDRO LUIS VILLÓN MACEDO
Grado Académico:	MG. EN GESTION AMBIENTAL. (T)
Nombre del instrumento:	EVALUACION DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA EMPRESA ITEMSA PERU SAC PARA EL DESARROLLO DE MANUFACTURA ESBELTA

II. CUESTIONARIO DE MANUFACTURA ESBELTA

(Estas preguntas son cerradas SI y NO)

1. ¿Los retrasos del proceso productivo se da por entregas de material a destiempo?
2. ¿Considera que existen retrasos de entrega de planos por el Dpto. Técnico al iniciar el proceso productivo?
3. ¿Ud. cree que se trabaja con materiales de baja calidad para la fabricación de equipos industriales y estructuras metálicas?
4. ¿Existen reprocesos por planos modificados durante el proceso productivo?
5. ¿Dentro de las áreas producción de la empresa ITEMSA Perú SAC se encuentran desordenadas durante el proceso productivo?
6. ¿Existen fallas en las máquinas y equipos en el proceso productivo?
7. ¿En el proceso de habilitado se ha tenido que reprocesar por errores en el corte de planchas, ya sea por habilidad del calderero o por cambio de planos?
8. ¿Existen reprocesos por coordinaciones deficientes en los trabajos de Maestranza?
9. ¿En el proceso de armado se ha tenido que reprocesar por existir malas juntas entre planchas?
10. ¿Existen demoras en el proceso de soldadura por casos de biselado nulo o inadecuado?
11. ¿En el proceso de soldeo existen fallas en la penetración de soldadura (pase raíz)?
12. ¿Se presentan casos de defectos en la soldadura (poros, fisuras y grietas)?
13. ¿Antes del proceso de pintado, se ha tenido que reprocesar por la limpieza inadecuada de las escorias en los proyectos?
14. ¿Se han presentado casos de arenado inadecuado que han afectado la calidad del pintado?
15. ¿Existe pintado deficiente en los acabados de los equipos industriales o estructuras metálicas por habilidad del personal?
16. ¿La calidad de la pintura del proyecto culminado se ha visto afectado por el traslado inadecuado?

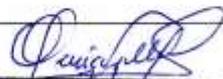
III. ASPECTOS A EVALUAR DEL INSTRUMENTO

1. ¿El instrumento de recolección de datos está orientado al problema de investigación?
Si (✓) No ()
2. ¿En el instrumento de recolección de datos se aprecia la variable de investigación?
Si (✓) No ()
3. ¿El instrumento de la recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de investigación?
Si (✓) No ()
4. ¿El instrumento de recolección de datos se relacionan con la o las variables de estudio?
Si (✓) No ()
5. ¿El instrumento de recolección de datos presenta la cantidad de ítems apropiados?
Si (✓) No ()
6. ¿La redacción del instrumento de recolección de datos es coherente?
Si (✓) No ()
7. ¿El diseño del instrumento de recolección de datos facilitará el análisis y procesamiento de los datos?
Si (✓) No ()
8. ¿Del instrumento de recolección de datos, Ud. eliminaría algún ítem?
Si () No (✓)
9. ¿En el instrumento de recolección de datos, Ud. agregaría algún ítem?
Si () No (✓)
10. ¿El diseño del instrumento de recolección de datos será accesible a la población de estudio?
Si (✓) No ()

IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

Si ES APLICABLE PARA LOS FINES DEL PROCESO
 PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA ITEMSA. PERU SAC
 PARA EL DESARROLLO DE MANUFACTURA ESBELTA.

Lugar y Fecha:	23/07/18
D.NI. del Experto:	32845247
Teléfono del Experto:	943 231 613


 Ing. CIP PEDRO LUIS VILLON MACEDO
 AUDITOR EN SISTEMAS DE GSST - REG. MYPE
 INSPECTOR - REGISTRO ITSE - MUTC
 CIP Nº 36326
 Firma del Experto Informante

Anexo 8. Confiabilidad de la encuesta.

Método Kuder Richardson

El KR20 es un indicador de la fidelidad (consistencia interna). Es decir, se trata de la misma fórmula que el Alfa de Cronbach solo que esta última es expresada para ítems continuos y Kuder Richardson para ítems dicotómicos.

EVALUACION DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA EMPRESA ITEMSA PERU SAC PARA EL DESARROLLO DE MANUFACTURA ESBELTA

Para determinar la confiabilidad del cuestionario, se aplicó el cuestionario a una muestra de 10 personas de una empresa de similar rubro.

Personas encuestadas	Preguntas del Cuestionario																Total
	Ítem 1	Ítem 2	Ítem 3	Ítem 4	Ítem 5	Ítem 6	Ítem 7	Ítem 8	Ítem 9	Ítem 10	Ítem 11	Ítem 12	Ítem 13	Ítem 14	Ítem 15	Ítem 16	
Jefe producción	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15
Sup. de calidad	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15
Calderero 01	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	11
Calderero 02	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	14
Op. Maestranza	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Operario 01	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	12
Operario 02	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	13
Soldador 01	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	8
Soldador 02	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	7
Pintor 01	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	6

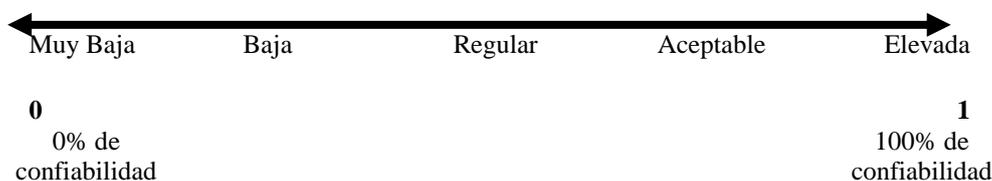
p	0.60	0.70	0.50	0.70	0.70	0.80	0.60	0.60	0.70	0.70	0.70	0.70	0.90	0.50	0.30	0.80
q	0.40	0.30	0.50	0.30	0.30	0.20	0.40	0.40	0.30	0.30	0.30	0.30	0.10	0.50	0.70	0.20
p*q	0.24	0.21	0.25	0.21	0.21	0.16	0.24	0.24	0.21	0.21	0.21	0.21	0.09	0.25	0.21	0.16

$$KR - 20 = \frac{k}{k - 1} * \frac{St^2 - \sum pq}{St^2}$$

- p:** personas que responden afirmativamente a cada ítem
- q:** personas que responden negativamente a cada ítem
- k:** El número de ítems del cuestionario
- St²:** Varianza de la suma de los Ítems
- Σ pq:** Sumatoria de las Varianzas de los Ítems
- KR:** Coeficiente de KR-20

16
15.83
3.31
0.84

CONFIABILIDAD



Anexo 9. Resultados de la encuesta con la aplicación del diagrama de Pareto.

N = 20 personas.

SIN PARETO

<i>N°</i>	<i>DESPERDICIO</i>	<i>FRECUENCIA</i>
1	Retraso de entrega de material por Almacén	15
2	Retraso de entrega de planos por el Dpto. Técnico al iniciar el proceso	8
3	Materiales de baja calidad.	4
4	Reprocesos por planos modificados	9
5	Desorden en las áreas del Dpto. de Producción	18
6	Falla en las máquinas y equipos	11
7	Reprocesos por errores en el corte	5
8	Reprocesos por coordinación deficiente en los trabajos de Maestranza	6
9	Malas juntas en el Armado.	12
10	Biselado nulo o inadecuado	12
11	Fallas en la penetración de soldadura (pase raíz)	3
12	Defectos de soldadura (Poros, Fisuras y Grietas)	8
13	Limpieza inadecuada de las escorias	4
14	Arenado inadecuado	2
15	Pintado deficiente	2
16	Traslado inadecuado	3

CON PARETO

<i>N°</i>	<i>Desperdicio</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% Frecuencia</i>	<i>Frecuencia acumulada</i>	<i>% frecuencia acumulada</i>
5	Desorden en las áreas del Dpto. de Producción	18	14.75%	18	14.75%
1	Retraso de entrega de material por Almacén	15	12.30%	33	27.05%
10	Biselado nulo o inadecuado	12	9.84%	45	36.89%
9	Malas juntas en el Armado.	12	9.84%	57	46.72%
6	Falla en las máquinas y equipos	11	9.02%	68	55.74%
4	Reprocesos por planos modificados	9	7.38%	77	63.11%
2	Retraso de entrega de planos por el Dpto. Técnico al iniciar el proceso	8	6.56%	85	69.67%
12	Defectos de soldadura (Poros, Fisuras y Grietas)	8	6.56%	93	76.23%
8	Reprocesos por coordinación deficiente en los trabajos de Maestranza	6	4.92%	99	81.15%
7	Reprocesos por errores en el corte	5	4.10%	104	85.25%
3	Materiales de baja calidad.	4	3.28%	108	88.52%
13	Limpieza inadecuada de las escorias	4	3.28%	112	91.80%
11	Fallas en la penetración de soldadura (pase raíz)	3	2.46%	115	94.26%
16	Traslado inadecuado	3	2.46%	118	96.72%
14	Arenado inadecuado	2	1.64%	120	98.36%
15	Pintado deficiente	2	1.64%	122	100.00%
Total		122	100.00%		

Anexo 10. Matriz de valoración - relación de los desperdicios con el proceso productivo.

N°	Desperdicios	Procesos de producción					
		Habilitado	Maestranza	Armado	Soldeo	Arenado	Pintado
01	Retraso de entrega de material por Almacén	●	○	●	●	●	●
02	Retraso de entrega de planos por el Dpto. Técnico al iniciar el proceso	●	○	○	○	⊗	⊗
03	Materiales de baja calidad	●	⊗	●	●	○	●
04	Falta de comunicación en los planos modificados	●	●	●	○	⊗	⊗
05	Desorden en las áreas del Dpto. de Producción	●	⊗	●	○	⊗	⊗
06	Falla en las máquinas y equipos	●	●	○	●	●	●
07	Reprocesos por errores en el corte	●	○	●	⊗	⊗	⊗
08	Reprocesos por coordinación deficiente en los trabajos de Maestranza	⊗	●	○	⊗	⊗	⊗
09	Malas juntas en el Armado	⊗	⊗	●	●	⊗	⊗
10	Problemas en el biselado	⊗	⊗	○	●	⊗	⊗
11	Fallas en la penetración de soldadura (pase raíz)	⊗	⊗	⊗	●	⊗	⊗
12	Defectos de soldadura (Poros, Fisuras y Grietas)	⊗	⊗	⊗	●	⊗	⊗
13	Limpieza inadecuada de las escorias	⊗	⊗	⊗	●	⊗	○
14	Arenado inadecuado	⊗	⊗	⊗	⊗	●	●
15	Pintado deficiente	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	●
16	Traslado inadecuado	○	○	⊗	⊗	⊗	○
Total de Relación Fuerte		7	3	6	8	3	5
Total de Relación Débil		1	4	4	3	1	2
Total de Relaciones en el Proceso		8	7	10	11	4	7
Total de Relación Inexistente		8	9	6	5	12	9
Total de valoración en el Proceso		22	13	22	27	10	17

Detalle:

●	Fuerte = 3	○	Débil = 1	⊗	Inexistente = 0
---	------------	---	-----------	---	-----------------

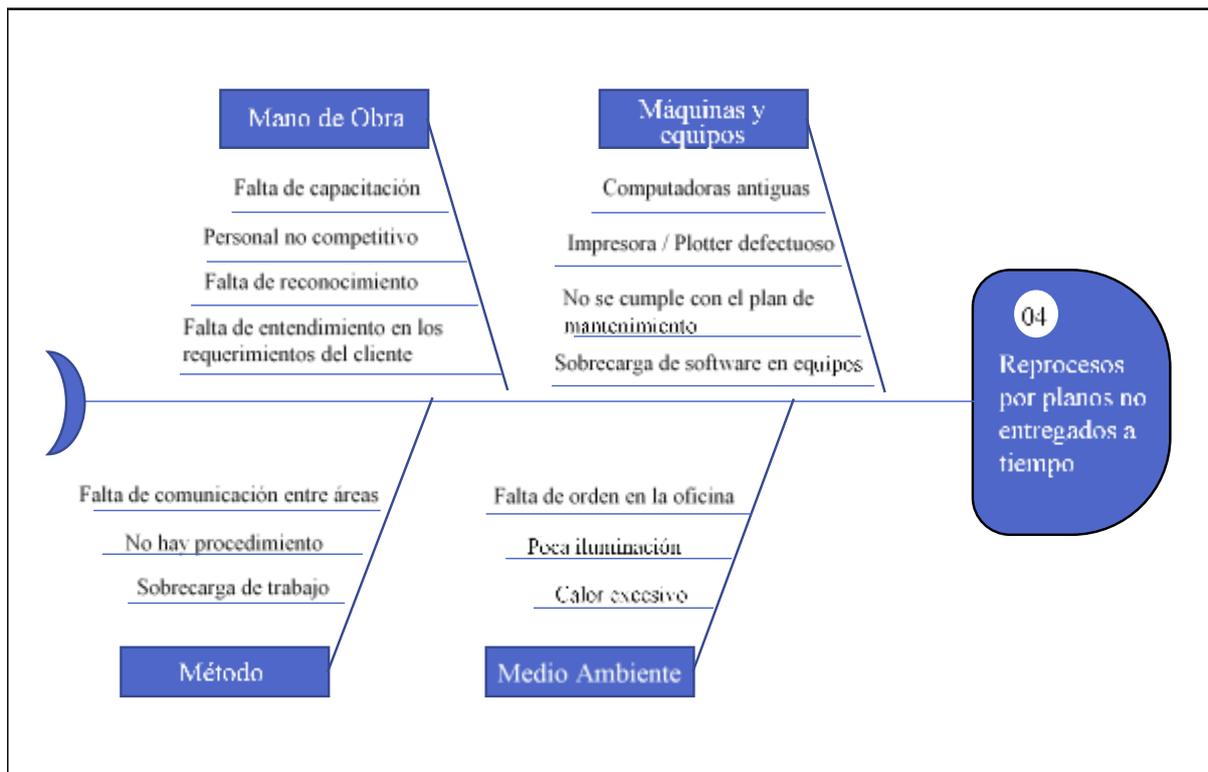
Anexo 11. Evaluación de aplicación de herramientas en los desperdicios prioritarios.

		Beneficios de cada herramienta														
		Total 5s	25	0	0	30	5	5	5	5						
Desperdicio	5'S	Motivación y cultura organizacional	10	0	0	10	0	5	5	0						
		Tiempos de respuesta más cortos	5	0	0	10	0	0	0	5						
		Orden, limpieza y organización dentro de las áreas de trabajo	10	0	0	10	5	0	0	0						
			Total Kanban	25	10	25	10	15	20	20	15					
	Kanban	Facilita el control del material	10	0	5	5	0	0	0	0						
		Comunicación entre los procesos	10	5	10	0	10	10	10	5						
		Estandarización de procesos	5	5	10	5	5	10	10	10						
			Total Andon	20	10	30	0	30	30	30	15					
	Andon	Disminución del tiempo de respuesta ante dificultades	10	0	10	0	10	10	10	0						
		Comunicación rápida de los problemas	5	5	10	0	10	10	10	10						
		Identificación de problemas	5	5	10	0	10	10	10	5						
			Total TPM	0	0	0	0	30	15	15	15					
	TPM	Reducción de costos de mantenimiento	0	0	0	0	10	5	0	5						
		Disponibilidad de los equipos	0	0	0	0	10	5	10	5						
		Eficiencia máxima de los equipos	0	0	0	0	10	5	5	5						
			Total Jidoka	15	0	25	15	15	30	30	30					
	Jidoka	Personal comprometido con la calidad	5	0	10	5	5	10	10	10						
		Soluciones rápidas para el problema detectado	10	0	5	5	5	10	10	10						
		Incrementa la calidad	0	0	10	5	5	10	10	10						
			Total Just in Time	25	20	20	15	15	10	10	15					
Just in time	Compromiso de los proveedores	10	0	0	0	0	0	0	5							
	Reducir los tiempos de entrega	10	10	10	10	10	5	5	5							
	Reducción de costos	5	10	10	5	5	5	5	5							
:N*		<i>Retraso de entrega de material por Almacén</i>		<i>Retraso de entrega de planos por el Dpto. Técnico al iniciar</i>		<i>Falta de comunicación en planos modificados</i>		<i>Desorden en las áreas del Dpto. de Producción</i>		<i>Falla en las máquinas y equipos</i>		<i>Malas juntas en el Armado.</i>		<i>Problemas en el biselado</i>		<i>Defectos de soldadura (Poros, Fisuras y Grietas)</i>
	1		2	4	5	6	9	10	12							

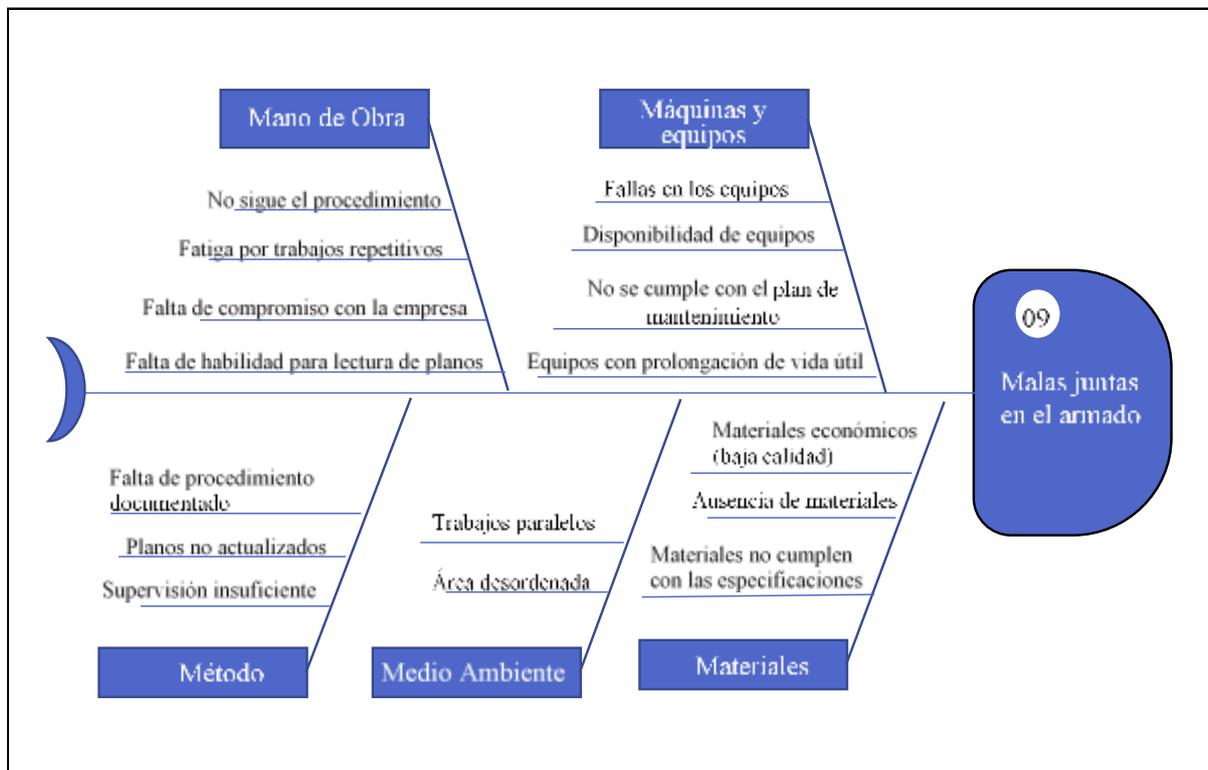
Detalle:

0 = No Existe mejora. 5 = Existe una mejora. 10 = Se da la mejora

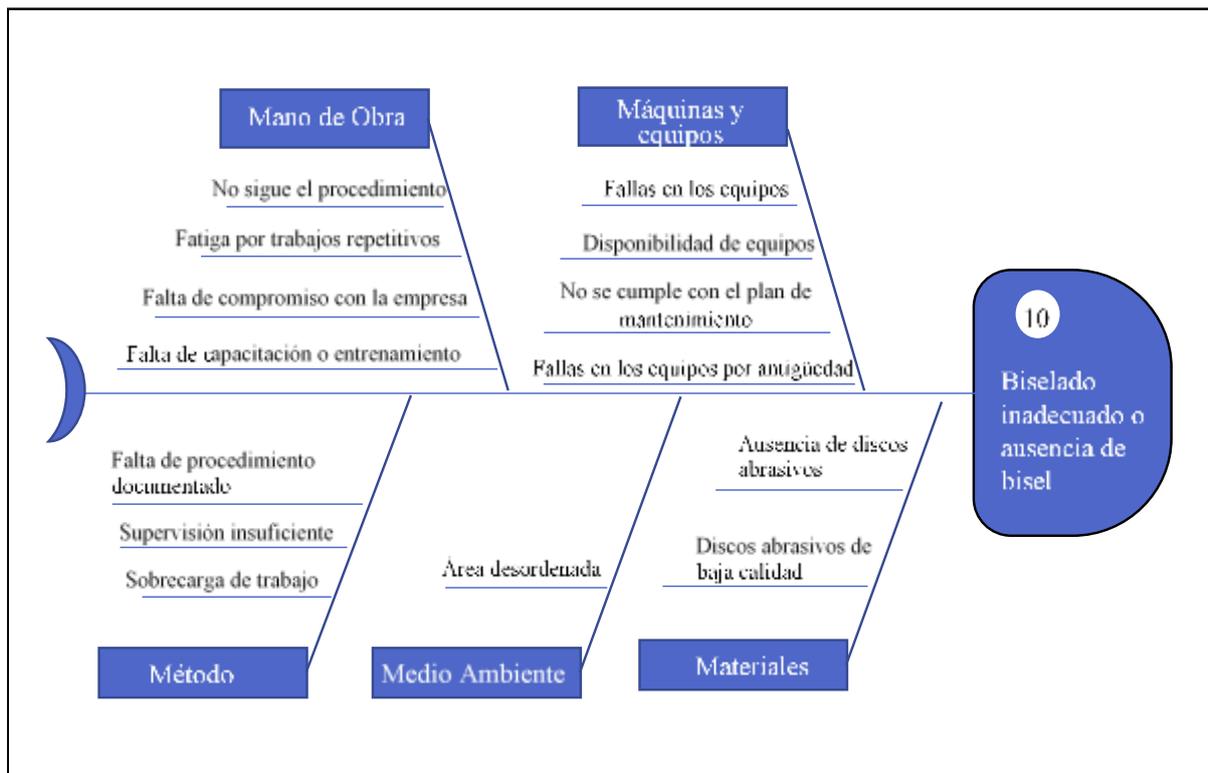
Anexo 12. Diagrama de Ishikawa para el desperdicio 04.



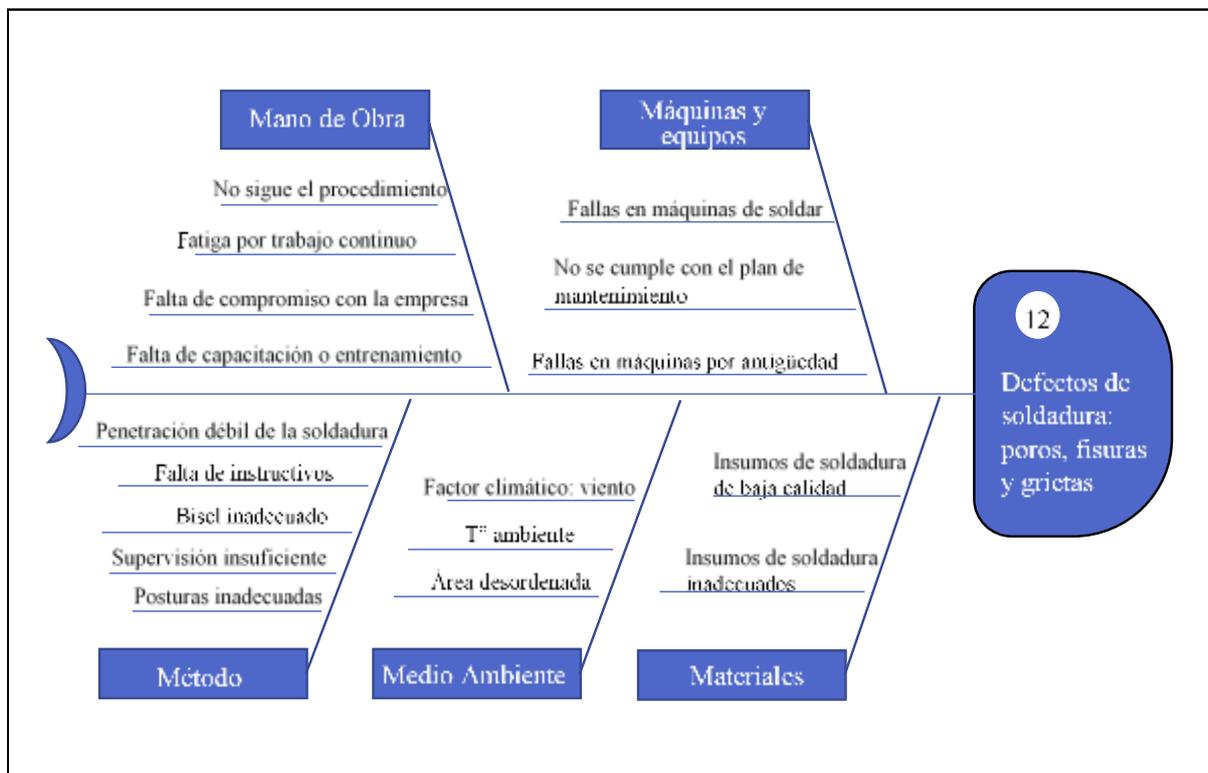
Anexo 13. Diagrama de Ishikawa para el desperdicio 09.



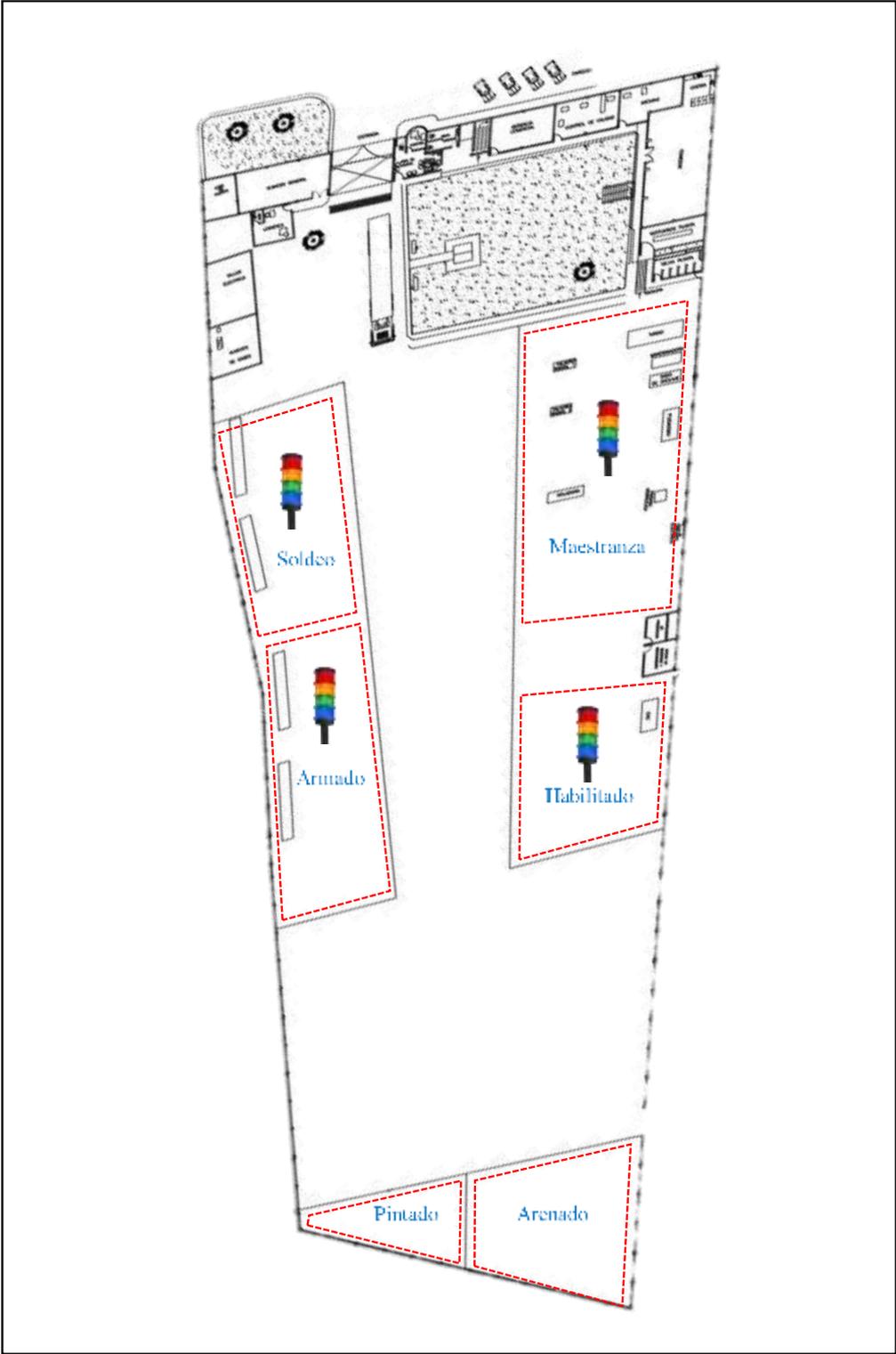
Anexo 14. Diagrama de Ishikawa para el desperdicio 10.



Anexo 15. Diagrama de Ishikawa para el desperdicio 12.



Anexo 16. Distribución de lámparas Andon en el layout de la empresa.



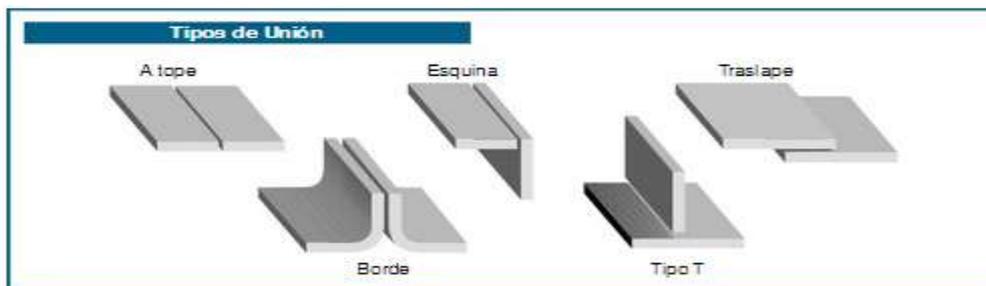
Anexo 17. Lección de un punto sobre las juntas.

	LECCIÓN DE UN PUNTO	
	Tema de la formación interna: <i>Juntas correctas en el proceso de armado.</i>	
	Áreas involucradas: <i>Producción (armado) y calidad.</i>	
	Tipo:	Código:
<input checked="" type="checkbox"/> Proceso <input type="checkbox"/> Operatividad de Equipos	<input type="checkbox"/> Seguridad <input type="checkbox"/> Conceptos básicos	

UNIONES Y TIPOS DE JUNTAS

Estas juntas son la unión por dos bordes o superficies o de las partes que han sido unidas por puntos de soldadura.

La preparación de las piezas a soldar hace parte fundamental de este proceso y depende básicamente del espesor del material y la posición de los elementos a unir.

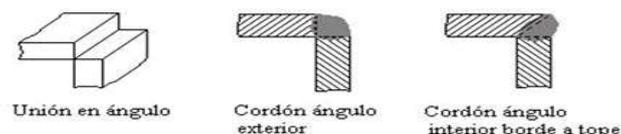


1. Unión a tope: Las piezas a unir están colocadas una a continuación de la otra.

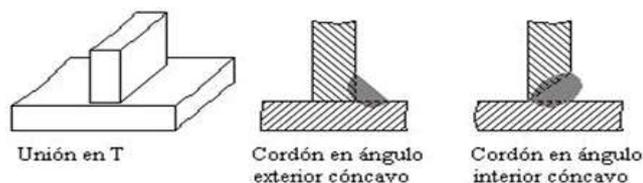


2. Unión Superpuesta: Las piezas a unir están superpuestas.

3. Unión en ángulo: las piezas se unen formando un ángulo recto.



4. Unión en T: una parte es perpendicular a la otra parecido a la letra T.



5. Unión de Borde: Las partes de unión de bordes están paralelas con al menos uno de sus bordes en común, u la unión se hace por el borde paralelo.

Elaborado por:	Fecha de elaboración:
Revisado por:	Fecha de revisión:
Aprobado por:	Fecha de aprobación:

Anexo 18. Lección de un punto sobre Biselado.

	LECCIÓN DE UN PUNTO	
	Tema de la formación interna: <i>Biselado en planchas.</i>	
	Áreas involucradas: <i>Producción (armado) y calidad.</i>	
	Tipo:	Código:
<input checked="" type="checkbox"/> Proceso <input type="checkbox"/> Seguridad		
<input type="checkbox"/> Operatividad de Equipos <input type="checkbox"/> Conceptos básicos		

BISELADO EN PLANCHAS

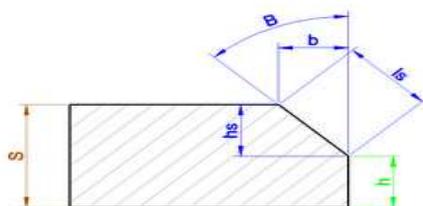
Conviene hacer un chaflán o bisel para soldar aceros con un espesor mayor de 6 mm. Esto garantiza una mejor penetración de la soldadura en la unión de las piezas metálicas, aportando una mayor calidad y eliminando los reprocesos en la soldadura.



La principal función de los bordes biselados es producir soldadura más robusta en las uniones para que puedan soportar el peso masivo y las cargas de máquinas y estructuras.

Tipos de chaflán					
Tipo	Forma	Vista	Tipo	Forma	Vista
VDS	<i>Bisel simple</i>		VAS	<i>Bisel simple</i>	
YDS	<i>Bisel y talón</i>		YAS	<i>Bisel y talón</i>	
X	<i>Doble bisel</i>		K	<i>Doble bisel y talón</i>	

Las partes que constituyen un chaflán son:



Chaflán	
S	Espesor del material
h	Altura de talón
hs	Altura de bisel
ls	Longitud de bisel
b	Anchura de bisel
B	Ángulo de bisel

Es muy importante saber:

- El ángulo apropiado de la suma de los dos chaflanes, oscila entre los 45° y los 60°, tendrás que calcular sacar a cada cara entre 22 y 30°.
- La pieza que se va a chaflanar o biselar debe estar **bien inmovilizada**.
- Usar los epp's recomendados para esta actividad.

Elaborado por:	Fecha de elaboración:
Revisado por:	Fecha de revisión:
Aprobado por:	Fecha de aprobación:

Anexo 19. Lección de un punto sobre operación correcta de la amoladora.

	LECCIÓN DE UN PUNTO	
	Tema de la formación interna: <i>Operación correcta de la amoladora.</i>	
	Áreas involucradas: <i>Producción (habilitado, armado y soldeo) y mantenimiento.</i>	
	Tipo:	Código:
<input type="checkbox"/> Proceso <input checked="" type="checkbox"/> Operatividad de Equipos	<input type="checkbox"/> Seguridad <input type="checkbox"/> Conceptos básicos	

USO CORRECTO DE LA AMOLADORA

Para el resguardo del trabajador y de la herramienta, existen una serie de precauciones a tomar (*instrucciones de uso*), las cuales detallaremos a continuación:

- 1) Verificar el área de trabajo.
- 2) Verificar cables y conexiones eléctricas.
- 3) Verificar interruptor de la amoladora.
- 4) Utilizar la guarda del disco.
- 5) Utilizar mango sujetador.
- 6) Inspeccionar y utilizar los elementos de protección personal.
- 7) Verificar que el accesorio sea el adecuado.
- 8) Asegurar las revoluciones por Minutos (RPM) del accesorio sea la adecuada.
- 9) Inspeccionar el disco a utilizar.
- 10) Inspeccionar bridas y tuercas de apoyo.

Es importante que durante la ejecución del trabajo con la amoladora se tome en cuenta los siguientes puntos: *postura del operador y sujetar piezas de trabajo.*

Elementos de protección personal



Partes de la Amoladora



Elaborado por:	Fecha de elaboración:
Revisado por:	Fecha de revisión:
Aprobado por:	Fecha de aprobación:

Anexo 20. Check list del diagnóstico de implementación en el Dpto. de Mantenimiento.

CHECK LIST

DIAGNÓSTICO DE IMPLEMENTACION EN EL DPTO. DE MANTENIMIENTO

Nombre de la empresa: ITEMSA Perú SAC	Fecha:
--	--------

Marcar con un aspa (x) en la columna “SI” en caso cumpla o cuente con lo mencionado, caso contrario marcar la columna “NO”.

N°	DESCRIPCION	SI	NO
1.	La empresa cuenta con un Dpto. de Mantenimiento.	X	
2.	El personal de mantenimiento se encuentra capacitado para realizar el mantenimiento eficaz.	X	
3.	El personal del Dpto. de Mantenimiento es suficiente.		X
4.	El personal de mantenimiento conoce como realizar un plan anual y hacer el seguimiento.	X	
5.	La empresa cuenta con un plan de mantenimiento escrito.		X
6.	Se ha definidos los lineamientos de acuerdo al tipo de mantenimiento que se va a realizar durante el año.		X
7.	El responsable del Dpto. de Mantenimiento elabora y gestiona los planes presupuestales de mantenimiento preventivo.	X	
8.	La empresa cuenta con un programa anual de mantenimiento preventivo.	X	
9.	Se cumple con el mantenimiento preventivo dentro de las fechas establecidas en el programa.		X
10.	La empresa abastece los recursos necesarios de acuerdo a lo solicitado por el Dpto. de Mantenimiento.		X
11.	Las máquinas y equipos cuentan con historial de mantenimiento.	X	
12.	Las máquinas y equipos cuentan con instructivos o manuales de cómo realizar el mantenimiento.		X
13.	Las máquinas y equipos cuentan con formatos de mantenimiento.		X
14.	Todas las máquinas y equipos se encuentran en buen estado, están operativos y son seguros.		X
15.	La empresa cuenta con un área donde se realiza el mantenimiento.	X	
16.	El lugar donde se encuentra ubicado las máquinas y equipos son los adecuados de acuerdo a la distribución actual dentro de la empresa.		X
17.	El personal conoce que epp´s debe utilizar para realizar el mantenimiento.		X
18.	Todo el personal que opera las máquinas y equipos están capacitados.		X
Total		7	11
% Total		38.9%	61.1 %

Anexo 21. Listado de máquinas y equipos.

ÁREA	MAQUINARIA	DESCRIPCION	CANTIDAD
<i>Habilitado</i>		<p>*Amoladora angular Bosch 4.5": modelo 1375, potencia 670 W y una velocidad 10.000 RPM.</p> <p>*Amoladora angular Bosch 9": modelo 1850, potencia 2000 W y una velocidad 6.000 RPM.</p>	15
		<p>* Maquina de Corte por plasma CNC Esab 3000 x 1500</p> <p>Dimensiones de corte 3000 x 1500 mm.</p> <p>Con plasma convencional de aire Powermax600, con control de altura mediante platillo para chapa fina. Capacidad de corte en producción hasta 3 mm 100%. Capacidad de corte en producción hasta 6 mm 50%. Sistema de funcionamiento método electrónico, basado en 7m, computador insertado en la máquina, la cual recibe programación a un patrón o por medio de USB.</p>	01
<i>Maestranza</i>		<p>* Torno 1: marca TOS, serie 45673.</p> <p>Torno 2: marca TOS, serie 47896.</p> <p>Es una máquina compuesta por un cilindro que gira alrededor de su eje por la acción de ruedas o palancas, y que actúa sobre la resistencia a través de una cuerda que se va enrollando en el cilindro. En la industria metalúrgica, el torno es la herramienta que permite mecanizar piezas de forma geométrica. Estos dispositivos se encargan de hacer girar la pieza mientras otras herramientas de corte son empujadas contra su superficie, lo que permite cortar la viruta según las condiciones requeridas.</p>	02
<i>Maestranza</i>		<p>*Prensa Hidráulica tipo "Bomba", capacidad de bomba es de 10 GAL, cuenta con motor de 1450 RPM, serie B50410-206381, potencia 4 KW, amperaje de 15 / 8.7 y tensión de 220 / 440.</p> <p>La prensa hidráulica es un mecanismo conformado por vasos comunicantes impulsados por pistones de diferentes áreas que, mediante una pequeña fuerza sobre el pistón de menor área, permite obtener una fuerza mayor en el pistón de mayor área. Los pistones son llamados pistones de agua, ya que son hidráulicos. Estos hacen funcionar conjuntamente a las prensas hidráulicas por medio de motores.</p>	01

<i>Maestranza</i>		<p>*Taladro radial 1: marca RAKOSI MATIAS, serie 56147.</p> <p>Taladro radial 2: tipo taladro radial de columna con embrague, serie matrícula 360.</p> <p>Se usa para crear agujeros redondos o cilíndricos en una pieza de trabajo o cilíndricos en una pieza de trabajo. Que se destacan por la sencillez de su manejo Taladros Radiales que tienen un brazo radial que permite la colocación de la cabeza a distintas distancias de la columna y además la rotación de la cabeza alrededor de la columna. Con la combinación de movimiento de la cabeza, se puede colocar y sujetar el husillo para taladrar en cualquier lugar dentro del alcance de la máquina, al contrario de la operación de los taladros de columna, los cuales tienen una posición fija del husillo.</p>	02
		<p>*Roladora marca HOLLAND MACHINERY SA, con tablero de mando y mesa de alimentación.</p> <p>Una máquina roladora de láminas es una herramienta que permite el enrollado de una hoja de metal. Ésta adopta una tecnología de laminación única y provee alta precisión en el pre-plegado. La interfaz digital hombre-máquina hace de ésta una operación sencilla, confiable y eficiente. La máquina roladora de láminas permite dar al material diferentes formas. Se caracteriza por su estructura compacta y de fácil mantenimiento.</p>	01
		<p>*Cizalla marca EPART, serie 43876.</p> <p>La cizalla hidráulica también es conocida como cortadora hidráulica de acero. El ajuste de la distancia de la cuchilla es conveniente y se puede realizar rápidamente. La presión puede ser ajustada en un amplio rango de acuerdo los requerimientos de cada proceso. Adoptando un botón centralizado, en general la máquina es muy fácil de operar. La cizalla hidráulica posee funciones de doble acción en el deslizamiento del bloque superior y el amortiguamiento hidráulico inferior. La presión puede ser ajustada en un amplio rango de acuerdo los requerimientos de cada proceso.</p>	01
		<p>*Cepillo Hidráulico marca STANKO, serie 47865.</p> <p>La cepilladora realiza la operación mecánica de cepillado. Dicha operación consiste en la elaboración de superficies planas, acanalamientos y otras formas geométricas en las piezas. La única restricción es que las superficies han de ser planas. La cepilladora arranca el material haciendo pasar una herramienta de una punta por la pieza a trabajar. Además de este movimiento, la pieza también se mueve de tal forma que la herramienta siempre tenga material que quitar, quitándolo de manera milimétrica.</p>	01

Maestranza		*Mandriladora marca SORALUCE, serie 47569. La mandriladora tiene como función la operación de mecanizado que se realiza en los agujeros de las piezas cuando es necesario conseguir unas medidas o tolerancias muy estrechas que con operaciones de taladrado no es posible conseguir.	01
Habilitado / Armado		*Equipo de Oxicorte Cutting Acetileno de Marca INFRA SILVER STAR, modelo 4521 EQP 49-2-C2, contiene: Equipo para cortar trabajo extra pesado. Capacidad de corte: 14" (356mm). Conexión Oxígeno: Americana (CGA-540). Conexión Combustible: Estándar (2018). Regulador de acetileno y oxígeno con diafragma de acero inoxidable. *Botellas de Oxígeno y Acetileno marca PRAXAIR, capacidad 10 M3.	06
Armado		*Rectificador o Butil de 650 W # 1221marca BOSCH, con una potencia de 650W, velocidad: 10,000-28,000 RPM, un máximo diámetro de puntas montadas de 50 mm, pinzas de 6-8 mm y 1/4"-5/16". Parte frontal (cuello) extendido, ideal para trabajos en lugares estrechos. Rodamientos blindados y carbones con autodesconexión. Sistema soft-start (arranque suave) y selector de velocidad variable.	06
		*Máquina de Soldar Inverter Esab Lhn 220i Plus 200 Amp. Marca Conarco, modelo LHN 220i Plus, tipo de soldadora Inverter, amperaje mínimo 10 A, amperaje máximo 200 A, peso de la soldadora 5 kg y fases eléctricas monofásicas.	05
Armado / Soldeo		*Amoladora marca DeWalt, con una potencia de 2000 W, peso 4.6 Kg, medidas de 9 ", alimentación eléctrica, velocidad de 6500 rpm y rosca del eje de M14.	05
		*Amoladora angular marca DeWalt, con una potencia de 900W, peso 1.85 Kg, medidas 4 1/2 ", alimentación eléctrica, velocidad de 12000 rpm. *Amoladora angular Bosch 4.5": modelo 1375, potencia 670 W y una velocidad 10.000 RPM.	06

<i>Soldado</i>		*Equipo de Soldar Multiproceso Miller XMT 450. Marca: Miller, peso de 53.5 Kg, amperaje 450v, alimentación trifásica, ideal para aplicaciones industriales pesadas. Trabaja con los procesos MIG (GMAW), Pulsed MIG (GMAW-P), Stick (SMAW), TIG (GTAW), Flux-cored (FCAW).	05
		*Bomba de aire ambiental A-750, esta bomba de aire ambiente Allegro A750 cuenta con un motor eléctrico de 3/4 HP y la capacidad de conducir 2 máscaras o 1 capucha. Sencillo de usar, este compresor está diseñado para mover el aire limpio a través de una manguera a su zona de respiración. Se coloca la unidad fuera del área de trabajo (aire limpio), se conecta la manguera y se conecta la conexión rápida para su máscara o capucha. La empuñadura de acero facilita el transporte y ofrece protección en caso de que la unidad se vuelque.	01
		*Compresor TIGER 265M, compresor pistón, con una potencia de 2 C.V., aspiración de 250 l / m, depósito de 24 l, una presión de 10 bar, R.p.m. de 2800 Ud.	01
<i>Arenado</i>		*Detector de Monóxido de Carbono / Gas CMS-2, portátil, robusto, con alarma sonora, para máscara respiratoria. El CMS-2 es un monitor y una alarma portables del monóxido de carbono del campo para el suministro de aire del respirador. Si el CO excede 10 PPM, acciona un piloto, y una alarma audible del alto-decibelio. El caso rugoso con la manija que lleva cómoda, protege el monitor contra impactos de menor importancia. Utilizado arruinando y pintando los contratistas para las operaciones de campo.	01
		*Filtro CPF - 20, suministra el filtrado de aire respirable del operador. Los filtros de aire CPF-20 suministran un aire grado D al casco Apoyo, son eficientes en la remoción de contaminantes como polvo, aceite, olores y otras partículas superiores a 0.5 micras que haya en el ambiente de trabajo, pero no remueven el monóxido de Carbono producido por el funcionamiento de los equipos.	01
		*Detector de monóxido de Carbono / Gas CMS-3, con alarma sonora y digital. El monitor CMS-3 detecta el monóxido de carbono en la fuente del respirar-aire y los alarman de los disparadores audibles, visuales, y vibratorios cuando el CO se detecta en concentraciones por lo menos de 10 porciones por millón. Los alarman alertan a operador a una condición insegura.	01

		<p>*Compresor de aire para chorrear, con motores Diésel, móvil y de tornillo Mobilair M 250, lubricado, uso para industrial, con presión de 8,6 bar, 10 bar, 12 bar, 14 bar (124,73 psi).</p> <p>Caudal: Mín.: 18,5 m³/min (653,32 ft³/min) Máx.: 26,3 m³/min (928,78 ft³/min)</p> <p>Potencia: 202 kW, 210 kW (274,64 hp)</p>	<p>01</p>
<p><i>Arenado</i></p>		<p>*Máquina de chorro de arena, marca Conjunta, número de modelo Q500.</p> <p>Característica: Limpieza crítica / libre de residuos, Inhibidor de oxidación/corrosión</p> <p>Combustible: 0.7-0.8 MPa aire comprimido</p> <p>Certificación: CE, Testado en el laboratorio, OSHA, etc.</p> <p>Uso: Desincrustación / Decapado</p> <p>Industria usada: Descalcificación, desbarbado, desbarbado, granallado, etc.</p> <p>Material: Metal / bobina</p> <p>Boquilla: 3/8 pulgadas</p> <p>Longitud de la manguera: 10-15 m</p> <p>Presión: 0.7 MPa</p> <p>Tipo: Tipo seco</p>	<p>01</p>
		<p>*Pistola de arenado Marca POWER GUN.</p> <p>Es una herramienta portátil, perfecta para trabajos in situ. Es un sistema de chorro por succión. Este equipo de chorro ha sido proyectado para el uso industrial. Por consiguiente tiene una construcción robusta, sus componentes son fácil de llegar y por eso de intercambiar. Su longevidad y el manejo confortable se aprecian mucho. Con la pistola Power-Injection se arena la superficie de la pieza de trabajo con un chorro a alta velocidad de una mezcla de aire y de abrasivo. Con este chorro de aire y abrasivo se genera superficies tanto lisas como rudas.</p>	<p>02</p>
<p><i>Pintado</i></p>		<p>*Pulverizador Ultra Max II 795 sin aire eléctrico, ideal para la pulverización con una pistola, y ocasionalmente con dos, en trabajos residenciales, comerciales e industriales, la unidad de la ProContractor Series incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pistola Contractor - Boquilla de giro SwitchTip y porta boquillas RAC - Manguera sin aire BlueMax II de 1/4 in x 50 pies (6,4 mm x 15 m) <p>El pulverizador de la ProContractor Series posee que extienda y rebobine hasta 300 pies de manguera en segundos sin doblarla ni enredarla.</p>	<p>01</p>

Anexo 22. Modelo de elaboración de plan presupuestal de mantenimiento preventivo.

	PLAN PRESUPUESTAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		CODIGO	IP-F-25-02
			VERSION	02
			FECHA	10/01/2018
			HOJA	1 de 1
ITEM	TALLER ELÉCTRICO		N° PRESUPUESTO:	
	PERIODO 20...			
	ACTIVOS/EQUIPOS	MARCA/SERIE	UBICACIÓN	
1				
2				
:				
ACTIVIDADES Y MATERIALES		P / RELACION DE ACTIVOS	S/ x VEZ	S/ AÑO
Criterio de mantenimiento A		Frecuencia por año		
Detalle de la Mano de obra		Costo de MO		
-		S/.		
Detalles de materiales a usar:		Costo de material		
-		S/.		
-		S/.		
-		S/.		
Criterio de mantenimiento B		Frecuencia por año		
Detalle de la Mano de obra		Costo de MO		
-		S/.		
Detalles de materiales a usar:		Costo de material		
-		S/.		
-		S/.		
-		S/.		
Criterio de mantenimiento C		Frecuencia por año		
Detalle de la Mano de obra		Costo de MO		
-		S/.		
Detalles de materiales a usar:		Costo de material		
-		S/.		
-		S/.		
TOTAL S/.				

Anexo 23. Modelo del programa preventivo de mantenimiento anual por activo.

	FORMATO		CODIGO:	IP-F-25-03
			VERSION:	02
	PROGRAMA DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL POR ACTIVO 20...		FECHA:	13/01/2018
			HOJA:	1 de 1

ACTIVO		UBICACIÓN	
MARCA		PUESTA EN MARCHA	
SERIE		AÑO	

SEMANA		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	...	50	51	52	53		
ACTIVIDAD	A																																						
	B																																						
	C																																						

ACTIVIDAD		TIEMPO ESTIMADO
A		
B		
C		

TIPO DE ACTIVIDAD			
P	PROGRAMADO	R	REPROGRAMADO
E	EJECUTADO	N	NO EJECUTADO
TIEMPO ESTIMADO			

OBSERVACIONES

Elaboro	Aprobó

Anexo 24. Modelo de Historial de mantenimiento del activo.

	FORMATO		CÓDIGO:	IP-F-25-04
			VERSIÓN:	2
	HISTORIAL DEL ACTIVO		FECHA:	16/01/2018
			PÁGINA:	1 DE 2
NOMBRE DEL EQUIPO / MÁQUINA / HERRAMIENTA:				
CÓDIGO:				
MODELO:				
SERIE:				
MARCA:				
PROCEDENCIA:				
UBICACIÓN:				
PRECIO:				
P. SERVICIO:				
CARÁCTERÍSTICAS TÉCNICAS NOMINALES COMPLEMENTARIAS:				

Anexo 25. Formato de auditoría de TPM.

	<h2>AUDITORIA DE TPM</h2>	CÓDIGO:
		VERSIÓN:
		FECHA:
		PÁGINA:

DATOS DE LA AUDITORÍA

DPTO./ÁREA AUDITADA:	MÁQUINA/EQUIPO AUDITADO:
JEFE DPTO. AUDITADO:	PERSONAL AUDITADO:
AUDITOR:
FECHA AUDITORIA:

DATOS DE LA AUDITORÍA

1. Resumen de la auditoria

.....

.....

.....

.....

.....

2. No conformidades

N°	ASPECTO DE TPM	DESCRIPCIÓN

3. Observaciones

N°	ASPECTO DE TPM	DESCRIPCIÓN

4. Recomendaciones

N°	ASPECTO DE TPM	DESCRIPCIÓN

RESPONSABLES DE LA AUDITORIA

Auditado por:	Plazo levantamiento:
Responsable de levantamiento:	Fecha prox. auditoría:

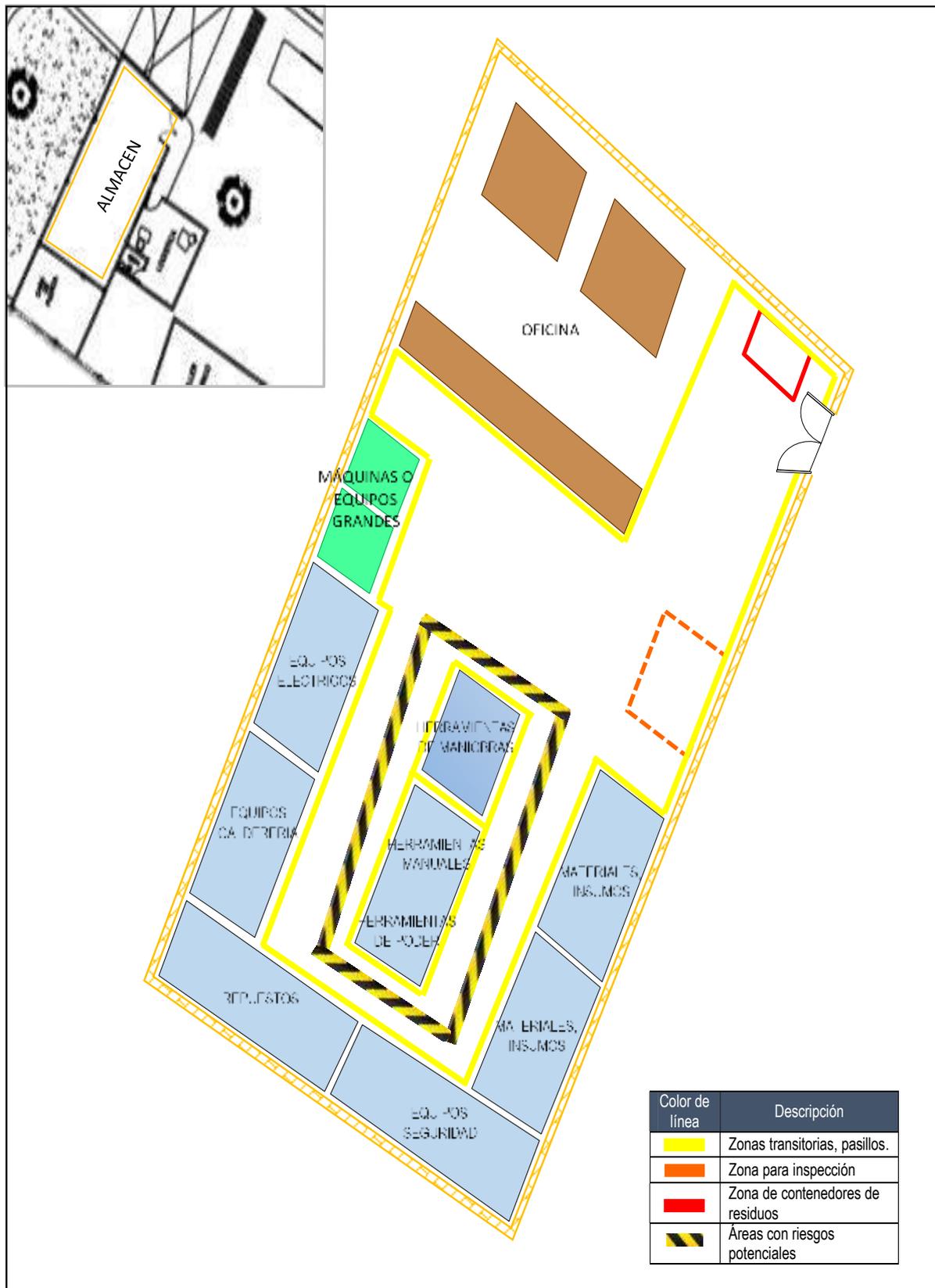
Anexo 26. Check list de auditoria de implementación de 5'S en las áreas de producción.

AUDITORÍA DE IMPLEMENTACION DE 5'S EN LAS ÁREAS DE PRODUCCIÓN			
Criterios de calificación			
0 = No hay implementación	1 = Cumplimiento al 30%	2 = Cumplimiento al 65%	3 = Cumplimiento al 90%
Fases	Criterio a verificar	Calificación	
Clasificación	Se observa que los objetos que se encuentran en las áreas de producción están debidamente identificados.	2	
	¿Se observan la presencia de objetos innecesarios en el desarrollo de las actividades dentro de las áreas de producción?	1	
	En caso de observarse máquinas, equipos o herramientas dañadas ¿Se encuentran identificadas? ¿Cuentan con un plan para la reparación?	1	
	En caso de observarse máquinas, equipos o herramientas obsoletas ¿Están debidamente identificados como operativos o inoperativos? ¿Existe un plan de acción para ser descartados?	1	
	Las áreas de trabajo y las zonas transitorias se encuentran señalizadas.	2	
Orden	¿Se ha dispuesto un lugar adecuado para cada elemento necesario (materiales, máquinas, equipos y herramientas) dentro de las áreas de producción?	2	
	¿Se ha dispuesto un lugar adecuado para cada elemento que se utiliza con poca frecuencia dentro de las áreas de producción?	1	
	¿La disposición de los elementos es acorde al grado de utilización de los mismos? Entre más frecuente más cercano.	2	
	¿Se vuelven a colocar los objetos en su lugar después de usarlas?	1	
	¿Utiliza la identificación visual para reconocer el lugar de cada objeto?	1	
Limpieza	¿Las áreas de trabajo se perciben limpias durante la producción?	1	
	¿El personal de las áreas de producción realiza la limpieza y segregación adecuada antes, durante y al finalizar su trabajo?	1	
	¿Los operarios del área y en su totalidad se encuentran limpios, de acuerdo a sus actividades y a sus posibilidades de asearse?	3	
	¿Existen espacios y elementos para disponer de la basura? ¿Estos se encuentran limpios y en buenas condiciones?	2	
Estandarización	¿Existen planes, procedimientos o estándares para mantener la clasificación, el orden y la limpieza en las áreas de producción?	2	
	¿Se utiliza evidencia visual respecto al mantenimiento de las condiciones de clasificación, orden y limpieza?	2	
	¿El personal se encuentra capacitado en temas de orden y limpieza?	2	
Autodisciplina	¿Se percibe una cultura de 5'S en las áreas de producción?	1	
	¿Existe controles e indicadores para el seguimiento del orden y la limpieza en las áreas de producción?	0	
	¿Se observa medios de reconocimiento para el personal que cumple con el orden y la limpieza dentro de las áreas de producción?	1	
TOTAL			29

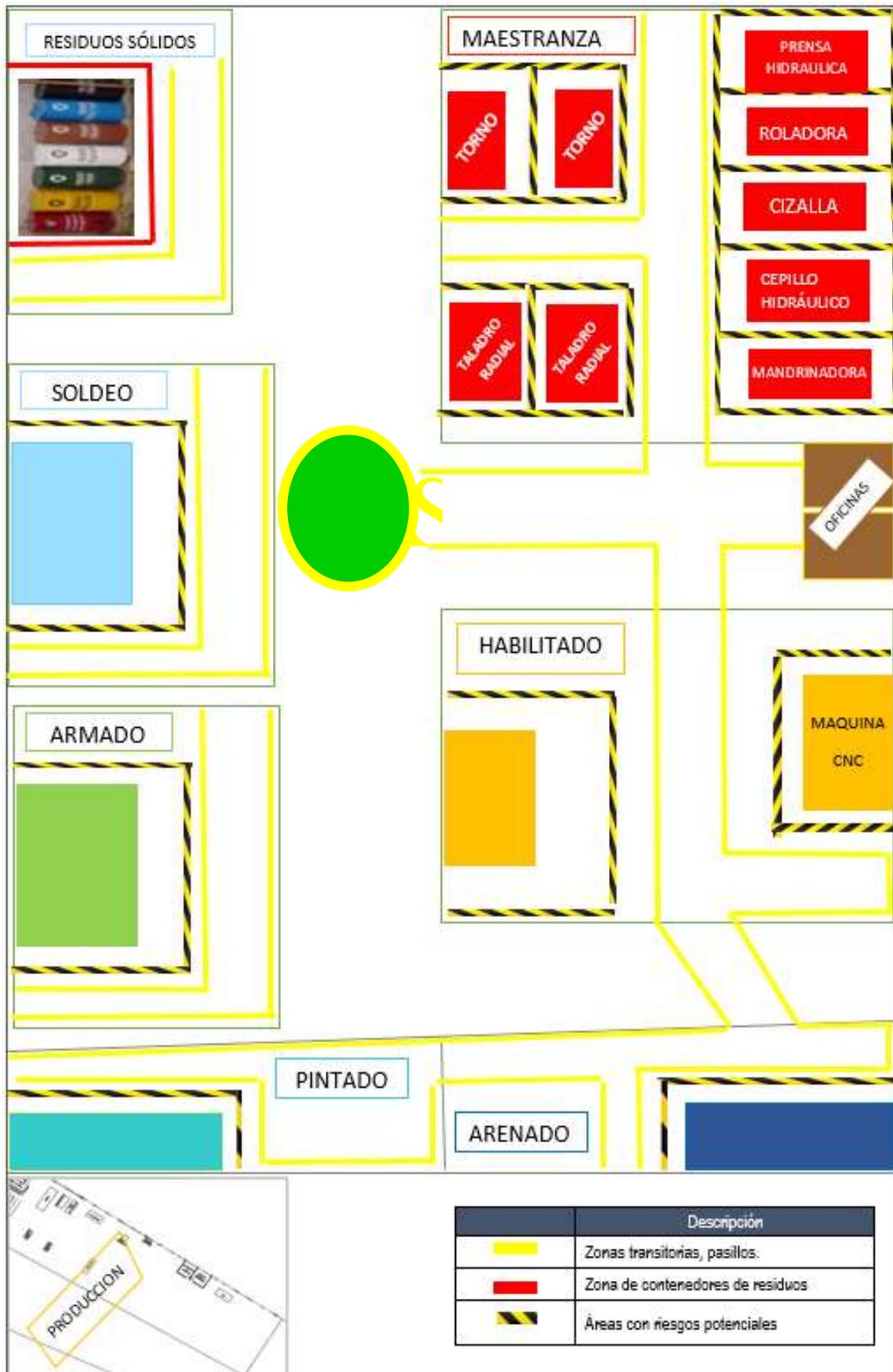
Anexo 27. Check list de auditoria de implementación de 5'S en el almacén.

AUDITORÍA DE IMPLEMENTACION DE 5'S EN EL ALMACÉN			
Criterios de calificación			
0 = No hay implementación	1 = Cumplimiento al 30%	2 = Cumplimiento al 65%	3 = Cumplimiento al 90%
Fases	Criterio a verificar	Calificación	
Clasificación	¿Se observa que los objetos que se encuentran en el almacén están debidamente codificados?	1	
	¿Se observa que los objetos en el almacén están distribuidos correctamente dentro de los estantes?	2	
	¿Los equipos y herramientas se encuentran identificados y ubicados correctamente?	2	
	¿Existe un plan de acción para disponer de los objetos obsoletos en el almacén?	0	
Orden	¿Se ha dispuesto un lugar adecuado para cada elemento (materiales, máquinas, equipos y herramientas) dentro del almacén?	2	
	¿Se encuentra cada elemento en su lugar indicado?	1	
	¿Los materiales están debidamente almacenados y ordenados?	2	
	¿Utiliza la identificación visual para que el personal del almacén ubique cada objeto?	1	
Limpieza	¿Los estantes del almacén se encuentran limpios?	1	
	¿Los materiales, equipos o herramientas se encuentran limpios y libre de polvo?	1	
	¿El personal del almacén mantiene el área limpia?	1	
	¿Existen espacios y elementos para disponer de la basura? ¿Estos se encuentran limpios y en buenas condiciones?	2	
Estandarización	¿Existen planes, procedimientos o estándares para mantener la clasificación, el orden y la limpieza para el área de almacén?	1	
	¿Se utiliza evidencia visual respecto al mantenimiento de las condiciones de clasificación, orden y limpieza?	1	
	¿El personal se encuentra capacitado en temas de orden y limpieza?	2	
Autodisciplina	¿Se percibe una cultura de 5'S con respecto a la clasificación, orden y limpieza?	1	
	¿Existe controles del seguimiento del orden y la limpieza en el almacén?	0	
	¿Se observa medios de reconocimiento para el personal que cumple con el orden y la limpieza dentro del almacén?	1	
Total			22

Anexo 28. Propuesta de delimitación del almacén.



Anexo 29. Propuesta de delimitación de las áreas de producción.





Manual de orden y limpieza

1. Objetivos

1.1. Objetivo general

Establecer una serie de actividades para el programa de orden y limpieza en las áreas de producción y los ambientes de la empresa ITEMSA Perú SAC, con la finalidad de mantener los lugares de trabajo en condiciones limpias, saludables y seguras.

1.2. Objetivos específicos

- Segregación adecuada de residuos producidos en el trabajo.
- Reducir pérdidas por la calidad y tiempo de respuesta.
- Incremento de la motivación laboral.
- Aumentar la vida útil de los equipos y elementos de trabajo.
- Reducir las causas potenciales de accidentes.

2. Responsabilidades

- La gerencia debe promover las actividades de orden y limpieza dentro de la empresa y en las instalaciones del cliente donde se realiza el trabajo.
- La gerencia debe abastecer utensilios para las actividades de limpieza.
- Los jefes de cada departamento y los supervisores deben promover y participar con las actividades de orden y limpieza.
- El departamento de Seguridad debe capacitar al personal en temas de orden y limpieza.
- Los operadores de las áreas productivas y el personal de cada departamento deben participar de forma activa en el desarrollo de las actividades de orden y limpieza.
- El personal que utiliza los utensilios de limpieza al ya no usarlos, deben dejarlo en su lugar designado.
- Todos deben integrar la limpieza como un hábito de trabajo.

3. Actividades

- ✓ Eliminar lo innecesario y clasificar lo útil.
- ✓ Retirar el polvo o cualquier otra suciedad adherida a las superficies que se limpian (estantes, mesas de trabajo, escritorios, ventanas, máquinas, equipos, etc.)
- ✓ Retirar y limpiar la suciedad, polvo y grasa en las herramientas utilizadas.
- ✓ Remover el óxido, escorias, arena y pintura de los equipos utilizados y de las superficies de las áreas trabajadas.
- ✓ Para limpiar el piso de las diferentes áreas de la empresa se debe realizar el barrido.
- ✓ Dejar los utensilios de limpieza en su lugar.
- ✓ Segregar los residuos en los contenedores.

4. Utensilios de limpieza

Área	Color	Descripción
<i>Áreas productivas</i>		<p>Utensilios de limpieza de color azul.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Escobas. - Escobillones. - Recogedores metálicos. - Recogedores de mano. <p>Estos deben estar en un estante que se debe ubicar afuera del Dpto. de Producción.</p>
<i>Almacén</i>		<p>Utensilios de limpieza de color azul.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Escoba. - Escobillón de mano. - Recogedor. - Recogedor de mano. - Trapeador. - Balde para trapeador. <p>Estos deben estar designados en el almacén.</p>
<i>Oficinas</i>		<p>Utensilios de limpieza de color plomo.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Escoba. - Recogedor. - Trapeador. - Balde para trapeador. <p>Estos deben estar en un lugar designado dentro de cada oficina.</p>
<i>Comedor</i>		<p>Utensilios de limpieza de color plomo.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Escoba. - Recogedor. - Trapeador. - Balde para trapeador. - Guantes. - Esponjas <p>Estos deben estar en un lugar dentro la cocina.</p>
<i>SS.HH. y vestidores</i>		<p>Utensilios de limpieza de color rojo.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Escobas plásticos. - Recogedores de mano. - Trapeador, balde para trapeador. - Atomizador. - Esponjas. <p>Estos deben estar en un estante que se debe ubicar afuera de los SS.HH.</p>

5. Gestión de residuos

Se deben identificar y caracterizar el tipo de residuos sólidos generados en las diferentes actividades de la empresa para su segregación adecuada.

5.1. Fuentes de Generación.

Como principales fuentes de generación de residuos en la empresa encontramos:

- Oficinas: Gerencia Gerencial, Gerencia Comercial, Control de Calidad, Dpto. Producción, Dpto. Técnico, Administración, Dpto. Seguridad, Dpto. Logística. Dpto. Mantenimiento.
- Áreas de producción: Habilitado, Maestranza, Armado, Soldeo, Arenado y Pintado.
- Otras áreas: Almacén, Comedor, Sala de Reuniones
- Salas de Espera y Pasillos: Se encuentran 01 sala de espera, además de los pasillos entre las oficinas y tránsito de visitantes.
- Sanitarios: Baños y vestuarios.
- Zonas Verdes, Estacionamiento.

5.2. Clasificación de los residuos sólidos generados.

Área	Residuo
Oficinas, Sala de Reuniones.	Papel, planos, cartón, plástico, polvo y pequeñas cantidades de residuos de comida.
Áreas de producción	Chatarra, virutas metálicas, colillas, escorias, piezas abrasivos desgastados, trapos industriales contaminados o sucios, latas de pintura, vidrios rotos, papeles, polvo, epp's dañados, empaquetaduras de jebe.
Almacén	Polvo, trapos contaminados, papeles, plásticos, vidrios, piezas metálicas oxidadas, herramientas rotas, cables, pinturas, etc.
Salas de Espera y Pasillos	Residuos de comida, papel, cartón, envases de vidrio y plástico.
Comedor	Residuos de comida, cáscaras de frutas, residuos de vegetales de carne, latas de aluminio, envases de vidrio, plástico y pequeñas cantidades de cartón y papel.
Sanitarios y vestuarios	Papel higiénico contaminado, plásticos.
Estacionamiento	Envolturas y botellas plásticas.
Zonas Verdes	Hojas secas.

5.3. Segregación de residuos

Los residuos son colocados en contenedores de colores de acuerdo al tipo de residuo.

Color	Tipo	Residuos
	Metálicos	Chatarra, escorias, colillas, envases de metal y aluminio sin residuos oleosos, etc.
	Plásticos	Botellas, envases y empaques de plásticos, jebes, etc.
	Papel y cartón	Papeles de oficina, revistas, cartón, trapos no contaminados, etc.
	Vidrio	Botellas y envases de vidrio, lunas.
	Orgánicos	Residuos de comida, residuos del comedor.
	Generales	Residuos de los SS. HH., residuos de limpieza y cualquier otro residuo no catalogado.
	Peligrosos	Trapos contaminados, pilas, envases con residuos oleosos o residuos químicos, focos, fluorescentes, cartuchos de tinta.

6. Programa

6.1. Objetivo del programa: Mantener los puestos de trabajo, ordenados y limpios para garantizar mayor seguridad en la realización de todas las actividades.

6.2. Responsable del programa: Departamento de Seguridad y Medio Ambiente.

6.3. Periodo de vigencia del programa: Un año.

6.4. Cronograma:

N°	Actividad	Frecuencia	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Limpieza														
01	Áreas productivas	Diaria	x	x	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x
02	Otras áreas	Diaria	x	x	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x
03	Equipos y máquinas	Quincenal	x	x	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x
04	SS.HH.	Cada dos días	x	x	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Capacitaciones														
05	Charlas de 5S	Mensual	x	x	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x
06	Charlas de segregación	Trimestral			X			x			x			x
Inspecciones														
07	Áreas productivas	Mensual	x	x	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x
08	Almacén	Bimensual		x		x		x		x		x		x

7. Seguimiento

Este manual debe tener una revisión anual con el propósito de la mejora continua.

Anexo 31. Detalle de costos de implementación de las herramientas.

Herramienta	Descripcion	Cantidad (Unid.)	Costo unitario (S/.)	Costo total (S/.)
Just in Time	Reunión y capacitación introductoria	1 vez	-	659.67
	Capacitación del personal	1 vez	-	4,006.20
	Equipo de Just in Time y seguimiento	1 equipo	1,881.00	1,881.00
Kanban	Reunión y capacitación introductoria	1 vez	659.67	659.67
	Capacitación del personal	1 vez	3,517.25	3,517.25
	Equipo de Kanban y seguimiento	1 equipo	1,028.17	1,028.17
	Cajones plásticos para estante 400x300x220 en el almacén	36	60.00	2,160.00
	Tarjetas Kanban para almacén	100	1.80	180.00
	Organizador acrílico de tarjetas Kanban en el Dpto. Producción x 6 bolsillos	1	190.00	190.00
	Tarjetas plastificadas Kanban de flujo de materiales para el Dpto. Producción	30	3.00	90.00
	Tarjetas plastificadas Kanban de flujo de información para el Dpto. Producción	15	3.00	45.00
	Pizarra acrílica con marco de aluminio 600x800mm para tablero Kanban	2	45.00	90.00
	Pizarra de Corcho con marco de aluminio 600x900mm para tablero Kanban	1	40.00	40.00
	Notas adhesivas 3x3" 500H color verde	6	9.00	54.00
	Notas adhesivas 3x3" 500H color amarillo	6	9.00	54.00
	Mantenimiento Kanban (Tarjetas y notas adhesivas)	1 vez	423.00	423.00
Jidoka	Reunión y capacitación introductoria	1 vez	-	659.67
	Capacitación del personal	1 vez	-	3,991.67
	Pizarra acrílica con marco de aluminio 600x800mm para tablero Jidoka	1	45.00	45.00
	Equipo Jidoka y seguimiento	1 equipo	1,472.50	1,472.50
Andon	Reunión y capacitación introductoria	1 vez	-	659.67
	Capacitación del personal	1 vez	-	3,749.00
	Equipo Andon y seguimiento	1	1,278.17	1,278.17
	Kit de lámpara Andon LED 24V 4 colores	4	72.66	290.64
	Instalacion de lámparas Andon	1	204.00	204.00
	Lección de un punto	12	2.00	24.00
	Pizarra acrílica con marco de aluminio 600x800mm para tablero Andon	2	45.00	90.00
	Check list de verificación	50	0.50	25.00
	Mantenimiento Andon (Lecciones y Check list)	2 veces	49.00	98.00

TPM	Reunión y capacitación introductoria	1 vez	-	659.67
	Capacitación del personal	1 vez	-	3,424.00
	Equipo TPM y seguimiento	1 equipo	853.17	853.17
	Tarjetas plastificadas TPM color verde	50	3.00	150.00
	Tarjetas plastificadas TPM color rojo	50	3.00	150.00
	Mantenimiento de tarjetas	1	300.00	300.00
5S	Reunión y capacitación introductoria	1 vez	-	659.67
	Capacitación del personal	1 vez	-	1,485.87
	Pizarra acrílica con marco de aluminio 600x800mm para indicadores de 5S	1	45.00	45.00
	Tarjetas rojas para 5'S	50	1.20	60.00
	Panel metálico de herramientas de 500x500	1	499.00	499.00
	Latas de pintura amarilla	4	23.50	94.00
	Utensilios de limpieza	-	-	921.40
	Manual de limpieza por área	9	2.00	18.00
	Equipo de 5'S y seguimiento	1 equipo	-	2,134.00
	Mantenimiento de 5'S (Pintura, tarjetas, manual y utensilios)	1	172.00	172.00

Anexo 32. Detalle de los costos del personal por hora.

Puesto de trabajo	Cantidad	Precio x Hora
Jefe del Dpto. Comercial	1	12.50
Jefe de Dpto. Administrativo y financiero	1	12.50
Jefe de Dpto. Planificación	1	11.67
Jefe de Dpto. Técnico	1	11.67
Asistente de diseño	1	8.33
Jefe de Producción	1	10.75
Asistente de Producción	1	3.88
Calderero	1	8.13
Operario	1	6.25
Soldador	1	8.75
Arenador/Pintor	1	7.50
Operador de Maestranza	1	7.50
Jefe de Calidad	1	10.96
Supervisor de Calidad	1	7.50
Jefe de Logística	1	10.42
Almacenero	1	6.04
Jefe de Mantenimiento	1	9.17
Supervisor de Seguridad	1	6.46
Total		2.67

Anexo 33. Detalle de los beneficios por herramienta.

Detalles de los beneficios de la herramienta Just in Time

1.1. Abastecimiento de planos a tiempo antes de iniciar

Descripción	Cantidad de sucesos	Tiempo en minutos	Costo en minutos (S/.)	Costo total (S/.)
Sin la implementación	6	180	2.07	2,232.00
Asistente de diseño	3		0.42	
Jefe de Producción	1		0.18	
Asistente de Producción	1		0.06	
Calderero	5		0.68	
Operario	7		0.73	
Con la implementación	0	180	2.07	0.00
Beneficio				2,232.00

1.2. Abastecimiento de planos a tiempo durante el proceso

Descripción	Cantidad de sucesos	Tiempo en minutos	Costo en minutos (S/.)	Costo total (S/.)
Sin la implementación	15	-	-	2,315.00
Habilitado	3		134.38	
Calderero	1	60	8.13	
Operario	1	60	6.25	
Material dañado	-		120.00	
Maestranza	5		82.50	
Operador de Maestranza	1	20	2.50	
Material dañado	-	-	80.00	
Armado	5		214.38	
Calderero	1	60	8.13	
Operario	1	60	6.25	
Material dañado	-	-	200.00	
Soldeo	1		427.50	
Calderero	1	60	8.13	
Operario	1	60	6.25	
Soldador	1	90	13.13	
Material dañado	-	-	400.00	
Con la implementación	0	-	-	0.00
Beneficio				2,315.00

1.3 Abastecimiento de materiales.

Descripción	Cantidad de sucesos	Tiempo en minutos	Costo en minutos (S/.)	Costo total (S/.)
Sin la implementación	20	18	2.34	841.25
Almacenero	2		0.20	
Calderero	5		0.68	
Operario	7		0.73	
Soldador	5		0.73	
Con la implementación	14	18	2.34	597.79
Beneficio				243.46
Beneficio total				4,790.46

Detalles de los beneficios de la herramienta Kanban

1.1. Abastecimiento de planos a tiempo durante el proceso

Descripción	Cantidad de sucesos	Tiempo en minutos	Costo en minutos (S/.)	Costo total (S/.)
Sin la implementación	15	-	-	2,315.00
Habilitado	3		134.38	
Calderero	1	60	8.13	
Operario	1	60	6.25	
Material dañado	-	-	120.00	

Maestranza	5		82.50
Operador de Maestranza	1	20	2.50
Material dañado	-	-	80.00
Armado	5		214.38
Calderero	1	60	8.13
Operario	1	60	6.25
Material dañado	-	-	200.00
Soldeo	1		427.50
Calderero	1	60	8.13
Operario	1	60	6.25
Soldador	1	90	13.13
Material dañado	-	-	400.00
Con la implementación	0	-	-
Beneficio			2,315.00

1.2 Abastecimiento de materiales.

Descripción	Cantidad de sucesos	Tiempo en minutos	Costo en minutos (S/.)	Costo total (S/.)
Sin la implementación	20	18	2.34	841.25
Almacenero	2		0.20	
Calderero	5		0.68	
Operario	7		0.73	
Soldador	5		0.73	
Con la implementación	12	18	2.34	498.23
Beneficio				343.02

1.3. Reprocesos de armado de juntas

Descripción	Cantidad de sucesos	Tiempo en minutos	Costo en minutos (S/.)	Costo total (S/.)
Sin la implementación	10		134.38	1,343.75
MO calderero	1	60	8.13	
MO operario	1	60	6.25	
Material dañado	-	-	120.00	
Con la implementación	0		134.38	0.00
Beneficio				1,343.75

1.4. Reprocesos por problemas de biselado

Descripción	Cantidad de sucesos	Tiempo en minutos	Costo en minutos (S/.)	Costo total (S/.)
Sin la implementación	16		87.50	1,400.00
MO soldador	1	30	4.38	
MO operario	1	30	3.13	
Material dañado	-	-	80.00	
Con la implementación	0		87.50	0.00
Beneficio				1,400.00

Beneficio total				5,401.77
------------------------	--	--	--	-----------------

Detalles de los beneficios de la herramienta Jidoka

1.1. Abastecimiento de planos a tiempo durante el proceso

Descripción	Cantidad de sucesos	Tiempo en minutos	Costo en minutos (S/.)	Costo total (S/.)
Sin la implementación	15	-	-	2,529.38
Habilitado	3		134.38	
Calderero	1	60	8.13	
Operario	1	60	6.25	
Material dañado	-	-	120.00	
Maestranza	5		82.50	
Operador de Maestranza	1	20	2.50	
Material dañado	-	-	80.00	
Armado	6		214.38	
Calderero	1	60	8.13	
Operario	1	60	6.25	
Material dañado	-	-	200.00	
Soldeo	1		427.50	
Calderero	1	60	8.13	
Operario	1	60	6.25	
Soldador	1	90	13.13	
Material dañado	-	-	400.00	
Con la implementación	0	-	-	0.00
Beneficio				2,529.38

1.2. Reprocesos de armado de juntas

Descripción	Cantidad de sucesos	Tiempo en minutos	Costo en minutos (S/.)	Costo total (S/.)
Sin la implementación	10		134.38	1,343.75
MO calderero	1	60	8.13	
MO operario	1	60	6.25	
Material dañado	-	-	120.00	
Con la implementación	0		134.38	0.00
Beneficio				1,343.75

1.3. Reprocesos por problemas de biselado

Descripción	Cantidad de sucesos	Tiempo en minutos	Costo en minutos (S/.)	Costo total (S/.)
Sin la implementación	16		87.50	1,400.00
MO soldador	1	30	4.38	
MO operario	1	30	3.13	
Material dañado	-	-	80.00	
Con la implementación	0		87.50	0.00
Beneficio				1,400.00

1.4. Defectos de soldadura

Descripción	Cantidad de sucesos	Tiempo en minutos	Costo en minutos (S/.)	Costo total (S/.)
Sin la implementación	13		166.56	2,165.31
MO soldador	1	45	6.56	
Material dañado	-	-	160.00	
Con la implementación	0		166.56	0.00
Beneficio				2,165.31
Beneficio total				7,438.44

Detalles de los beneficios de la herramienta Andon

1.1 Abastecimiento de materiales.

Descripción	Cantidad de sucesos	Tiempo en minutos	Costo en minutos (S/.)	Costo total (S/.)
Sin la implementación	20	18	2.34	841.25
Almacenero	2		0.20	
Calderero	5		0.68	
Operario	7		0.73	
Soldador	5		0.73	
Con la implementación	11	18	2.34	469.36
Beneficio				371.89

1.2. Abastecimiento de planos a tiempo durante el proceso

Descripción	Cantidad de sucesos	Tiempo en minutos	Costo en minutos (S/.)	Costo total (S/.)
Sin la implementación	15	-	-	2,315.00
Habilitado	3		134.38	
Calderero	1	60	8.13	
Operario	1	60	6.25	
Material dañado	-	-	120.00	
Maestranza	5		82.50	
Operador de Maestranza	1	20	2.50	
Material dañado	-	-	80.00	
Armado	5		214.38	
Calderero	1	60	8.13	
Operario	1	60	6.25	
Material dañado	-	-	200.00	
Soldeo	1		427.50	
Calderero	1	60	8.13	
Operario	1	60	6.25	
Soldador	1	60	13.13	
Material dañado	-	-	400.00	
Con la implementación	0	-	-	0.00
Beneficio				2,315.00

1.3. Fallas en las máquinas y equipos

Descripción	Cantidad de sucesos	Tiempo en minutos	Costo en minutos (S/.)	Costo total (S/.)
Sin la implementación	29	-	-	3,859.58
Habilitado	4		174.58	
Calderero	3	120	48.75	
Operario	3	120	37.50	
Jefe de Mantenimiento	1	120	18.33	
Mantenimiento	1	-	70.00	
Maestranza	11		168.33	
Operador de Maestranza	2	120	30.00	
Jefe de Mantenimiento	1	120	18.33	
Mantenimiento	1	-	120.00	
Armado	8		83.54	
Calderero	1	60	8.13	
Operario	1	60	6.25	
Jefe de Mantenimiento	1	60	9.17	
Mantenimiento	1	-	60.00	
Soldeo	6		106.88	
Soldador	1	90	13.13	
Jefe de Mantenimiento	1	90	13.75	
Mantenimiento	1	-	80.00	
Con la implementación	15	-	-	1,991.00
Habilitado	2		174.58	
Calderero	3	120	48.75	
Operario	3	120	37.50	
Jefe de Mantenimiento	1	120	18.33	
Mantenimiento	1	-	70.00	
Maestranza	6		168.33	
Operador de Maestranza	2	120	30.00	
Jefe de Mantenimiento	1	120	18.33	
Mantenimiento	1	-	120.00	
Armado	4		83.54	
Calderero	1	60	8.13	
Operario	1	60	6.25	
Jefe de Mantenimiento	1	60	9.17	
Mantenimiento	1	-	60.00	
Soldeo	3		106.88	
Soldador	1	90	13.13	
Jefe de Mantenimiento	1	90	13.75	
Mantenimiento	1	-	80.00	
Beneficio				1,868.59

1.4. Reprocesos por malas juntas

Descripción	Cantidad de sucesos	Tiempo en minutos	Costo en minutos (S/.)	Costo total (S/.)
Sin la implementación	10		134.38	1,343.75
MO calderero	1	60	8.13	
MO operario	1	60	6.25	
Material dañado	1	-	120.00	
Con la implementación	0		134.38	0.00
Beneficio				1,343.75

1.5. Reprocesos por problemas de biselado

Descripción	Cantidad de sucesos	Tiempo en minutos	Costo en minutos (S/.)	Costo total (S/.)
Sin la implementación	16		87.50	1,400.00
MO soldador	1	30	4.38	
MO operario	1	30	3.13	
Material dañado	1	-	80.00	
Con la implementación	0		87.50	0.00
Beneficio				1,400.00
Beneficio total				7,299.23

Detalles de los beneficios de la herramienta TPM

1.1. Fallas en las máquinas y equipos

Descripción	Cantidad de sucesos	Tiempo en minutos	Costo en minutos (S/.)	Costo total (S/.)
Sin la implementación	29	-	-	3,859.58
Habilitado	4		174.58	
Calderero	3	120	48.75	
Operario	3	120	37.50	
Jefe de Mantenimiento	1	120	18.33	
Mantenimiento	1	-	70.00	
Maestranza	11		168.33	
Operador de Maestranza	2	120	30.00	
Jefe de Mantenimiento	1	120	18.33	
Mantenimiento	1	-	120.00	
Armado	8		83.54	
Calderero	1	60	8.13	
Operario	1	60	6.25	
Jefe de Mantenimiento	1	60	9.17	
Mantenimiento	1	-	60.00	
Soldeo	6		106.88	
Soldador	1	90	13.13	
Jefe de Mantenimiento	1	90	13.75	
Mantenimiento	1	-	80.00	
Con la implementación	0	-	-	0.00
Beneficio				3,859.58

Detalles de los beneficios de la herramienta 5S

1.1. Búsqueda de herramientas por personal de las áreas productivas.

Descripción	Cantidad de sucesos	Tiempo en minutos	Costo en minutos (S/.)	Costo total (S/.)
Sin la implementación	26	25	2.64	1,694.20
Calderero	5		0.68	
Operario	7		0.73	
Soldador	5		0.73	
Arenador/Pintor	1		0.13	
Operador de Maestranza	3		0.38	
Con la implementación	0	25	2.64	0.00
Beneficio				1,694.20

1.2. Ordenar y limpiar el área de trabajo.

Descripción	Cantidad de sucesos	Tiempo en minutos	Costo en minutos (S/.)	Costo total (S/.)
Sin la implementación	9	40	2.26	775.00
Calderero	5		0.68	
Operario	7		0.73	
Soldador	5		0.73	
Arenador/Pintor	1		0.13	
Con la implementación	0	40	2.26	0.00
Beneficio				775.00

1.3 Desplazamiento innecesario por falta de orden o falta de señalización.

Descripción	Cantidad de sucesos	Tiempo en minutos	Costo en minutos (S/.)	Costo total (S/.)
Sin la implementación	26	30	2.64	2,033.04
Calderero	5		0.68	
Operario	7		0.73	
Soldador	5		0.73	
Arenador/Pintor	1		0.13	
Operador de Maestranza	3		0.38	
Con la implementación	0	30	2.64	0.00
Beneficio				2,033.04

1.4. Abastecimiento de materiales.

Descripción	Cantidad de sucesos	Tiempo en minutos	Costo en minutos (S/.)	Costo total (S/.)
Sin la implementación	20	18	2.34	841.25
Almacenero	2		0.20	
Calderero	5		0.68	
Operario	7		0.73	
Soldador	5		0.73	
Con la implementación	11	18	2.34	448.10
Beneficio				393.15
Beneficio total				4,895.38