

Para representar los valores obtenidos en las autoevaluaciones se elaboró un gráfico radar (ver anexo 18) que adopta la forma de pentágono regular donde cada radio representa cada “S”. Este radar nos indica que mejoran las 5S’s a medida que la figura lograda se acerca a la periferia.

4.1.3 Beneficios de implementar las 5S’s y Mantenimiento Autónomo

A continuación se muestra en la tabla 4.9 los beneficios que se obtienen luego de implementar las 5S’s y el mantenimiento autónomo.

Tabla 4.9: Beneficios

Beneficios cuantificables	Unidad de medida	Año 2014
Búsqueda de herramienta de trabajo más rápida	Minutos	5676
Limpieza de área, más rápida	Minutos	21408
Ahorro de gastos en mantenimiento correctivo	Soles	16500
Disminución de incidentes y/o accidentes	Minutos	3720

Elaboración propia

La información presentada, se obtuvo a partir de los tiempos mensuales brindados por la empresa de estudio, que se visualizarán a más detalle en el capítulo 5, y con los cuales se determinarán los ahorros generados por la implementación de las mejoras.

Asimismo, para el ahorro de gasto en mantenimiento correctivo, el detalle se mostró en la tabla 4.7.

4.2 Distribución de planta

En este punto se presentan los procedimientos a realizarse para determinar la ubicación en la planta nueva de las secciones de trabajo de los hornos rotativos y estacionarios. Una vez determinada la distribución de secciones, se procederá a elegir la alternativa adecuada en base a ponderación de factores.

4.2.1 Pronósticos

A continuación, mediante los distintos métodos de pronóstico se procede a determinar, el método más adecuado para la proyección de la demanda de los hornos estacionarios y rotativos para los próximos 4 años, teniendo en cuenta el porcentaje de error.

Tabla 4.10: Cálculo de errores para línea de horno estacionario

Línea de hornos estacionarios	Exponencial	Exponencial con tendencia	Regresión lineal
CFE	-244.58	205.05	33.00
MAD	48.9168	41.00922	8.6
MAPE	27.7429643	16.65637879	2.72899646

Elaboración propia

Tabla 4.11: Cálculo de errores para línea de horno rotativo

Línea de hornos rotativos	Exponencial	Exponencial con tendencia	Regresión lineal
CFE	-230.96	161.49	46.00
MAD	46.1928	40.37243025	16
MAPE	21.0760233	18.03934756	4.48352036

Elaboración propia

Según las tablas 4.10 y 4.11 el mejor método de pronóstico para las proyecciones para los próximos 4 años es la regresión lineal; este se asemeja a la demanda real que tiene actualmente la empresa, ya que esta tiene una tendencia creciente.

Los cálculos realizados para la determinación del método del pronóstico adecuado, se hizo en base a la data histórica proporcionado por la empresa, (ver anexos 19, 20, 21 y 22).

4.2.2 Balance de línea

Una vez determinado el método de pronóstico adecuado, se procede a calcular la proyección de la demanda a 4 años (ver tabla 4.12 y 4.13).

A partir de estos resultados, se procede con el cálculo del balance de línea para determinar la cantidad de máquinas necesarias, para alcanzar la proyección pronosticada. Este cálculo se hizo con la proyección hacia el año 2019. Previo a ello, se realizó unos estudios de tiempos para ambos hornos, los cuales se pueden visualizar en los anexos 23 y 24.

Luego de determinar los tiempos estándares a usarse en el cálculo del balance de línea (ver anexos 25 y 26), se llega a la siguiente conclusión (ver tabla 4.14)

Tabla 4.12: Proyección de la demanda del horno estacionario

HORNO ESTACIONARIO	
AÑO 2016	446
AÑO 2017	503
AÑO 2018	560
AÑO 2019	617

Elaboración propia

Tabla 4.13: Proyección de la demanda del horno rotativo

HORNO ROTATIVO	
AÑO 2016	480
AÑO 2017	535
AÑO 2018	589
AÑO 2019	643

Elaboración propia

Tabla 4.14: Cantidad de máquinas necesarias para las líneas de producción de hornos estacionarios y rotativos

Área	Máquinas	Suma N	N° Máquinas	Utilización
Soldado	Soldadora	1.48859141	2	74.43%
	Soldadora por plasma	0.31336029	1	31.34%
Taladrado	Taladro	0.21631273	1	21.63%
Trazado/Cortado	Banco de trabajo	4.71298467	5	94.26%
	Cizalla	2.88137917	3	96.05%
	Cierra Circular	1.56839245	2	78.42%
Doblado	Dobladora	2.98593109	3	99.53%
Rolado	Roladora	0.94393561	1	94.39%
Torneado	Torno	0.46003574	1	46.00%
Ensamble	Soldadora	1.20453623	2	60.23%
Pintado	Comprensora	0.72194944	1	72.19%

Elaboración Propia

Como se puede apreciar, en total se requiere utilizar 17 máquinas y 5 mesas de trabajo para satisfacer la demanda hasta el año 2019. Esto se debe a que la utilización de las máquinas en algunas de las secciones, no alcanzan el 50%, sin embargo se necesitará una mayor área de ensamble y montaje eléctrico, debido al crecimiento del 15 % de la producción.

4.2.3 Tabla de relaciones de actividades (TRA)

A continuación se muestran las tablas de relaciones de actividades de números y letras (ver figura 4.8 y 4.9) obtenidas a partir del diagrama de operación multiproducto.

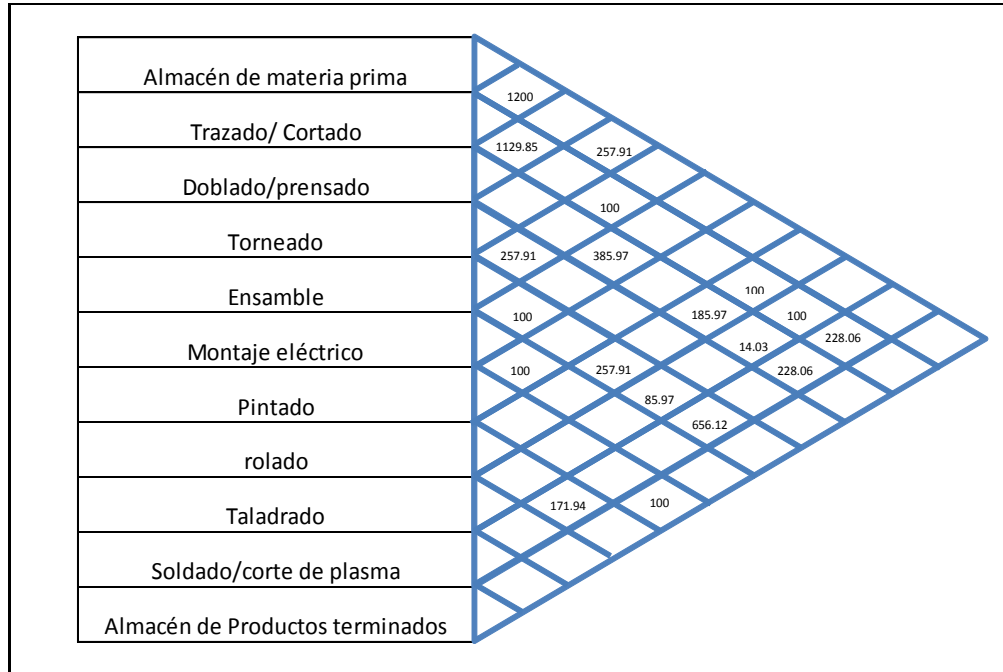


FIGURA 4.8: Tabla de relaciones de actividades de números
Elaboración propia

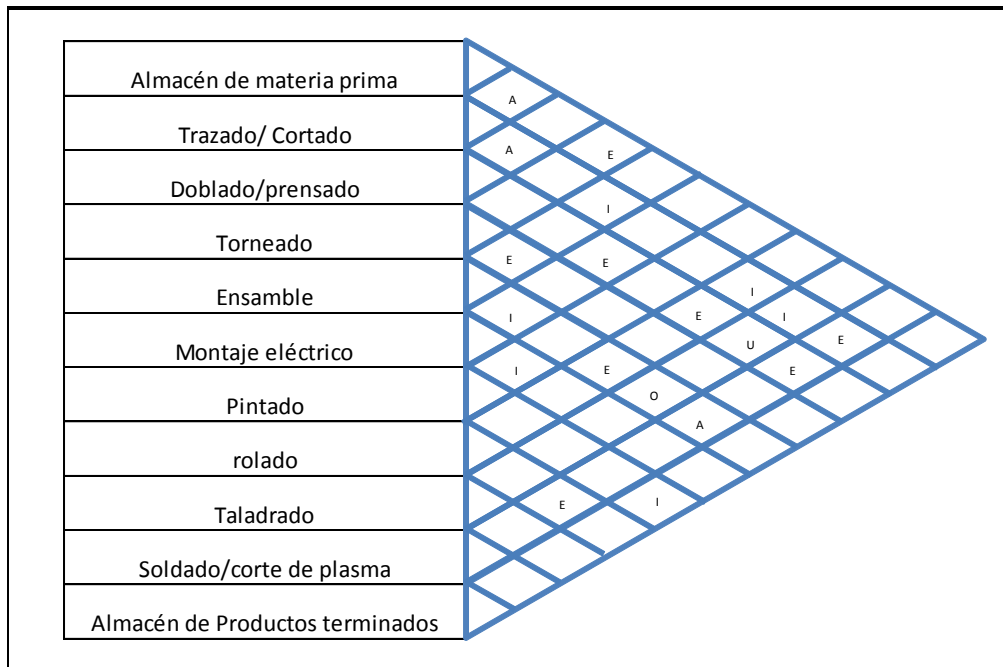


FIGURA 4.9: Tabla de relaciones de actividades de letras
Elaboración propia

4.2.4 Layout de bloques unitarios

Luego de haber obtenido la tabla de relaciones de actividades, se procede a aplicar el método Francis. A continuación se muestra el layout de bloques unitarios obtenido luego de la aplicación de este método.

	Rolado	Doblado	Trazado	Taladrado
	Soldado	Ensamble	Almacén MP	Torneado
Almacén PT	Pintado	Montaje Eléctrico		

FIGURA 4.10: Layout de bloques unitarios
Elaboración propia

Como se puede apreciar en la figura 4.10, la distribución de las áreas es la correcta, ya que el almacén de materia prima debe encontrarse cerca a las áreas de ensamble, doblado, trazado, taladrado y torneado, porque son unas de las primeras operaciones básicas para la producción de los hornos. Asimismo, se puede apreciar que las áreas de soldado, ensamble, montaje eléctrico y pintado, son continuas; ello se debe a que todos los hornos siguen este proceso secuencialmente antes de ser llevados finalmente al almacén de productos terminados, donde son embalados.

4.2.5 Requerimiento de espacios

En este punto se determinará cuál será el espacio total ocupado por las máquinas, áreas de trabajo, oficinas, servicios higiénicos, comedores, entre otros, y a partir de ello plantear alternativas para la distribución de la planta.

❖ Requerimiento de espacios de máquinas

Para este caso se utiliza el método de Guerchet, considerando solo como elementos móviles a los operarios y soldadoras; mientras que a las demás máquinas y mesas de trabajo, como elementos estáticos.

Para el cálculo del número de operarios, que se utiliza en el Método de Guerchet, se consideran 2 procedimientos:

En el primer procedimiento, se considera un número máximo de operarios, es decir que cada máquina o mesa de trabajo es atendida por uno de ellos, llegando a la siguiente conclusión (ver tabla 4.15):

Tabla 4.15: Cantidad de operarios necesarios en caso hipotético

Área	Suma N	N° Operarios
Soldado	1.801951707	3
Taladrado	0.216312733	1
Trazado/Cortado	9.255027069	10
Doblado	2.985931094	3
Rolado	0.943935605	1
Torneado	0.460035741	1
Ensamble	2.943680912	3
Pintado	0.721949436	1
Almacén PT	0.279130627	1
Montaje Eléctrico	2.129453745	3
	TOTAL	27

Elaboración propia

En el área de ensamble se necesitan 3 operarios y no 2 para que atiendan 2 soldadoras, ello se debe a que adicionalmente a las actividades de soldado, que se realizan en esta área, existen operaciones como empernado, pegado de luna, balanceo dinámico, entre otros, que también necesitan ser atendidas y por ello se requiere de un operario adicional. Asimismo, se observa que para el almacén de productos terminados se requiere 1 operario que realice la actividad de embalado; y 3 operarios para el área de montaje eléctrico.

Por lo tanto, en caso hipotético cada operario maneje una máquina o realice una actividad (como embalado en el área de almacén de productos terminados y la actividad de montaje eléctrico) se necesitan 27 operarios. Sin embargo como se observa en la tabla 4.14, no todas las máquinas están utilizándose al 100%, y por ende si se considera los 27 operarios trabajando en la producción de hornos, algunos de ellos tendrían tiempos muertos, como el caso del operario que realiza la actividad de embalado en el área de almacén de productos terminados, quien solo está ocupado un 27,91 %, por esto es que se decide realizar un segundo procedimiento.

En el segundo procedimiento, se agrupan funciones, es decir, observando la utilización de cada máquina detallada en la tabla 4.14 y considerando el layout de bloques unitarios mostrados en la figura 4.10, se decide compartir las actividades de las máquinas, que un operario pueda atender dos máquinas por un tema de ahorro en costo para la empresa, como se detalla a continuación:

Tabla 4.16: Cantidad real de operarios necesarios

Áreas	Máquinas	N° Máquinas	N° Operarios
Soldado	Soldadora	2	2
	Soldadora por plasma	1	
Taladrado	Taladro	1	2
Trazado/Cortado	Cierra Circular	2	
	Banco de trabajo	5	5
	Cizalla	3	3
Doblado	Dobladora	3	3
Rolado	Roladora	1	1
Torneado	Torno	1	1
Ensamble	Soldadora	2	3
Pintado	Comprensora	1	
Almacén PT	-	-	1
Montaje Eléctrico	-	-	3
		TOTAL	24

Elaboración propia

Se puede observar que para el área de soldado sólo se necesitan 2 operarios que manejen las 3 soldadoras, esto se debe a que el uso de la soldadora por plasma es mínimo. Asimismo, se observa que se necesitan solo 2 operarios para que manejen el taladro y dos cierras circulares, por ello, se decide juntar estas dos operaciones ya que tanto el área de taladrado como el de trazado se encuentran cercanas entre sí, por lo que cualquiera de los dos operarios no tendrá dificultad en ir de un área a otra; y además que el uso del taladro es mínimo (aproximadamente 22%). Por último, se necesita sólo 1 operario para que realice el pintado y luego el embalado, estas actividades también son compartidas, debido a que las áreas se encuentran juntas y además que las máquinas u operaciones no están al 100% de su utilización. Es por ello, que en vez de requerir de 27 operarios para las líneas de producción de hornos estacionarios o rotativos, sólo serán necesarios 24 operarios.

Sin embargo, en el cálculo del método de Guerchet, sólo se está considerando 17 operarios, ya que los otros 7 operarios son de las áreas de ensamble, pintado, montaje eléctrico y almacén de productos terminados, áreas cuyo espacio se calcularán más adelante.

Observando el método de Guerchet, que se muestra en el anexo 27, el área total es de $183 m^2$, considerando un 30% adicional por temas de pasillos, el área final requerida es de $238 m^2$.

❖ Requerimiento de espacios para áreas faltantes

En el punto anterior, se evaluó el requerimiento de espacio de las máquinas a usarse en la línea de producción de hornos rotativos y estacionarios; sin embargo, no se consideraron algunas áreas importantes para la fabricación de estos hornos, como el ensamble, el almacén de materia prima, el almacén de productos terminados, el montaje eléctrico y el pintado. A continuación se detallará el espacio requerido por cada área.

• Almacén de materia prima

Para hallar el espacio requerido por esta área, se necesita calcular la cantidad de estantes que son necesarios para almacenar los insumos o materias primas. Para la producción de hornos rotativos y estacionarios se requieren 3 estantes, un estante cantilever para almacenar los tubos y barras de 6 metros de longitud, otro estante para almacenar las planchas de acero inoxidable y de fierro negro de $1220mm \times 2440mm$ y otro para almacenar insumos como motores, quemadores, tableros, relays, entre otros o también fibras de vidrio que vienen en bolsas de 5Kg. En esta área se busca aprovechar el espacio cúbico para almacenar todo lo necesario para la producción de hornos. Por lo tanto, considerando el tipo de material que se almacena en esta área, el espacio requerido es de $35 m^2$, incluyendo pasillos.

• Ensamble

Para hallar el área requerida, se necesita un espacio donde puedan ingresar 3 hornos, 1 rotativo y 2 estacionarios. La cantidad de hornos, en el área de ensamble, se determina en base al N ajustado, calculado en el balance de línea.

Asimismo, es necesario calcular el área de las 2 soldadoras, una soldadora TIG, y una soldadora común, éstas no se consideraron dentro del cálculo del método de Guerchet, debido a que se quiere calcular el área total que necesita el ensamble, incluido las máquinas. Por otro lado, se requieren de 2 estantes para guardar herramientas varillas de soldadura, herramientas de agarre, herramientas de trazado, entre otros. Asimismo, según la tabla 4.16, son 3 operarios necesarios para esta área. El cálculo realizado se presenta en el anexo 27.

Según lo observado en el anexo 27, se necesita un espacio de $50.10 m^2$, considerando un 20% adicional por temas de pasillos, el área total requerida para la sección de ensamble es de $60.10 m^2$.

- Pintado

Para hallar el área requerida, se necesita un espacio donde puedan ingresar 2 hornos, uno rotativo y otro estacionario. Al igual que en el área de ensamble, la cantidad de hornos, en el área de pintado, se determina en base al N ajustado. Asimismo, se requiere un estante pequeño en donde se pueda guardar baldes de pintura, soplete, entre otros. También es necesario calcular el espacio que requiere la compresora. Por otro lado, según la tabla 4.16, es un solo operario que se necesita para esta área, quien también realizará la actividad de embalado en el área de productos terminados. El cálculo realizado se presenta en el anexo 27.

Por lo tanto, con todo lo mencionado anteriormente, se necesita un espacio de $31.4 m^2$, considerando un 30% adicional por temas de pasillos, el área total requerida para la sección de pintado es $40.78 m^2$.

- Montaje Eléctrico

Para hallar el área requerida, se necesita un espacio donde puedan ingresar 3 hornos, 1 rotativo y 2 estacionarios. En este punto también la cantidad de hornos, se determina en base al N ajustado. Además de determinar el espacio para los hornos, es necesario calcular el área para 2 estantes, en donde se guardan los contactores, el tablero, los transformadores, el pirómetro, los fusibles, el motor, entre otros elementos requeridos para el montaje eléctrico. Por otro lado, según la tabla 4.16, son 3 operarios que se necesitan para esta área. El cálculo realizado se muestra en el anexo 27.

Según lo mencionado anteriormente, se necesita un espacio de $31.5m^2$, considerando un 20% adicional por el tema de pasillos, el área total requerida para la sección de montaje eléctrico es $37.83m^2$.

- Almacén de Productos Terminados

Para hallar el espacio requerido, es necesario calcular el stock de hornos que se necesita almacenar, para poder dimensionar el área según los requerimientos. Para ello, se necesita calcular la producción mensual, este se realiza en base a la cadencia calculada en el balance de línea tanto como para los hornos rotativos como para los estacionarios; asimismo, la demanda mensual, y a partir de estos dos, calcular el stock de hornos a almacenar.

A continuación se muestran las cadencias halladas en el balance de línea para cada tipo de horno.

Tabla 4.17: Cadencias halladas por áreas

Área	Cadencia (Estacionario)	Cadencia (Rotativo)
Soldado	93.1640625	58.125
Taladrado	30	26.25
Trazado/Cortado	135.1171875	129.21875
Doblado	143.4375	121.953125
Rolado	131.7708333	112.7232143
Torneado	0	54.53125
Ensamble	148.53125	80
Pintado	106.25	82.5
Almacén PT	26.875	43.75
Montaje Eléctrico	140.625	64.58333333

Elaboración propia

Según la tabla 4.17, se observa que las cadencias críticas son de 148.5 minutos para los hornos estacionarios, en el área de ensamble y de 129.22 minutos para los hornos rotativos, en el área de trazado; esto debido a que las áreas de trazado y ensamble son las que requieren de más tiempo para ambos hornos.

Una vez halladas las cadencias críticas, se procede a calcular el stock por horno a almacenar.

Tabla 4.18: Cálculo de stock por horno a almacenar

	Rotativo	Estacionario
Horas de trabajo (minutos)	100800	100800
Cadencia	129.21875	148.531250000
Capacidad de Producción anual	780.0725514	678.6450663
Producción mensual	65	57
Demanda anual pronosticada	643	617
Utilización	82%	91%
Demanda mensual del mes pico	49	47
Stock	16	10

Elaboración propia

Según se observa en la tabla 4.18, las horas de trabajo son anuales y se encuentran en minutos, estas fueron calculadas y usadas en el balance de línea. La demanda anual se obtuvo del cálculo que se hizo en la proyección con el método de regresión lineal.

Por lo tanto, el almacén de productos terminados se dimensiona en base a los 16 hornos rotativos y 10 hornos estacionarios. Se asume que la separación entre hornos de una misma categoría es de 0.5 m y la medida del pasillo es de 2.5 m , por lo que se concluye que el espacio ocupado por un horno rotativo es de $1.85 \times 2.70\text{ m}$, y el de un horno estacionario es de $1.55 \times 2.85\text{ m}$. A continuación se muestra el área requerida por el almacén de productos terminados.

Tabla 4.19: Requerimiento de espacio de almacén de productos terminados

ALMACÉN PRODUCTOS TERMINADOS	Cantidad	Largo	Ancho	Área Total
Horno Rotativo	16	1.85	2.70	79.92
Horno Estacionario	10	1.55	2.85	44.18
Área Total				124.10

Elaboración Propia

Se requiere un espacio de 124.10 m^2 , considerando un 30% adicional por el tema de pasillos, se necesita un área total de 161.30 m^2 para el almacén de productos terminados.

❖ Requerimiento de espacios para oficinas y servicios

Además de establecer el espacio de las áreas necesarias para la producción de hornos estacionarios y rotativos, también se necesita determinar el área del personal administrativo. Para ello, es necesario saber cuál es el requerimiento mínimo de espacio que necesita el personal, ya sea un gerente, jefe o secretaria.

Tabla 4.20: Requerimientos mínimos de espacio de oficinas administrativas

AGENTES	ÁREA
Gerentes	15-20
Jefes	5-8
Oficinistas	3.35
Técnicos	3.75

Fuente: Cury (1991)

En base a la información proporcionada en la tabla 4.20, se procede a mostrar los requerimientos de oficinas según el personal.

Tabla 4.21: Requerimiento de oficinas para personal administrativo

Personal administrativo	Cantidad	Área	Total
Gerente	1	24	24
Ejecutivas del servicio al cliente	1	4.5	4.5
Ejecutivas de logística Integral	2	3.35	6.7
Jefe de Planta	1	8	8
Asistente de RRHH	2	3.35	6.7
ÁREA TOTAL OFICINAS			49.9

Elaboración propia

El área total de oficinas es de $49.90 m^2$, considerando un 30% adicional por tema de pasillos, el área total para el requerimiento de oficinas sería $64.87 m^2$. Si se observa en la tabla 4.21, el espacio requerido para la oficina del Gerente es de $24 m^2$, ello se debe a que se está considerando que esta área contará con un baño propio.

Por otro lado, también es necesario un espacio adicional para diversos servicios que pueda requerir el personal administrativo, como servicios higiénicos, comedor y sala de reuniones (ver tabla 4.22).

Tabla 4.22: Requerimiento de espacio de servicios

Servicios	Cantidad	Área	Total
Servicios higiénicos masculinos (planta)	1	36	36
Servicios higiénicos masculinos (oficina)	1	5	5
Servicios higiénicos femeninos	1	8	8
Comedor	1	30	30
Sala de Reunión/ Capacitación	1	20	20
Garaje	1	12	12
ÁREA TOTAL SERVICIOS			111

Elaboración propia

Se consideran dos servicios higiénicos masculinos, uno destinado a los operarios que trabajan en planta y uno para el personal administrativo, debido a que existe mayor cantidad de personas operando en planta. Asimismo, se observa que el área de los servicios higiénicos en planta es mayor al del personal administrativo, ya que en el primero se está incluyendo casilleros, duchas, urinarios y una pequeña zona donde los operarios puedan cambiarse. Al ser 24 los operarios, se considera 1 baño de $36 m^2$.

Por otro lado se considera sólo un servicio higiénico para mujeres debido a que la cantidad es mínima. Adicional a los servicios higiénicos, es necesario incluir un comedor y una sala de reunión, en donde se puedan reunir el jefe y los asistentes, y analizar los indicadores de las ventas de los hornos, como también se puedan realizar capacitaciones para los operarios. Por lo tanto el espacio para servicios es de $111 m^2$, considerando un 30% adicional por temas de pasillos, el área total requerida es $144 m^2$.

4.2.6 Análisis de alternativas

A continuación se muestra el resumen del total de área requerida para toda la planta (ver tabla 4.23), a partir de la cual se procede a realizar 3 posibles distribuciones de planta:

Tabla 4.23: Resumen del total de área requerida

ÁREAS	(m ²)
PLANTA	238.10
PINTADO	40.78
ENSAMBLE	60.11
MONTAJE ELÉCTRICO	37.83
ALMACÉN PRODUCTOS TERMINADOS	161.32
ALMACÉN MATERIA PRIMA	35.00
OFICINAS	64.87
SERVICIOS	144.30
ÁREA TOTAL	782.33

Elaboración propia

Se observa que el área total requerida es de 782.33 m^2 , por lo tanto, la distribución de planta nueva se realizará sobre un área de 630 m^2 , de 21 m de largo por 30 m de ancho, que ya ha sido adquirida por el dueño de la empresa de estudio. Actualmente este terreno está en construcción, y se prevé que ésta termine a fines de este año. Ya que el presupuesto es relativamente bajo para construir los dos pisos completos, se construirá sólo lo requerido y calculado por el método de Guerchet.

A continuación se presentan 3 posibles alternativas para la distribución de planta nueva:

❖ **Alternativa 1**

La alternativa 1 es considerar un garaje, en el cual sólo ingresen los clientes para poder atenderles su pedido, mas no los proveedores, quienes tendrán que descargar la materia prima de la calle hacia la puerta de almacén de materia prima (ver anexo 28).

✓ **Ventajas**

- Se cuenta con los siguientes servicios en el primer piso: oficina de atención a clientes, servicios higiénicos para los operarios, los cuales cuentan con duchas, casilleros y una pequeña área donde puedan cambiarse, también se encuentra una pequeña caseta de vigilante.
- Los servicios higiénicos están al costado de la puerta de ingreso, esto facilita un cambio rápido de vestimenta por parte de los operarios y que puedan iniciar rápido sus labores.

- El almacén de materia prima tiene puerta a la calle, lo que facilita a una mejor descarga de los insumos requeridos o materia prima por parte de los proveedores.
- Aprovechamiento del espacio cúbico en el almacén de materia prima.
- Todas las áreas de producción de los hornos, se encuentran ubicadas en el primer piso, lo que facilita tener un mejor flujo del material.
- Se ha asignado un área de trabajo para la operación de pintado.
- Se ha asignado un área de trabajo sólo para el montaje eléctrico de hornos rotativos y estacionarios.

✓ Desventajas

- El área de rolado se encuentra lejos del área de ensamble, por ende le tomará mucho tiempo al operario ir de un área a otra.
- La descarga de materia prima a la planta obstruye el paso peatonal.
- No existe pasillo para poder llegar al área de pintado, necesariamente se debe pasar por el área de montaje eléctrico.
- No existen muchos pasillos para poder ir de un área a otra.
- La caseta de vigilancia está escondido, por lo que no existe mucho control en el ingreso de personas, es decir, el control sólo se realiza al ingreso, mas no a la salida; ello se debe a que la caseta no está ubicada en la calle.
- No existe buen control ni supervisión de las líneas de producción, debido a los angostos pasillos.

❖ **Alternativa 2**

La alternativa 2 es considerar un garaje, en el cual ingresen proveedores o clientes, ya sea para descargar mercadería en el almacén de materia prima o para poder despachar los pedidos, respectivamente (ver anexo 29).

✓ Ventajas:

- Existen amplios pasillos, por los cuales se pueden transitar libremente de un área a otra.
- Se ha asignado un área de trabajo para la operación de pintado.
- Se ha asignado un área de trabajo sólo para el montaje eléctrico de hornos rotativos y estacionarios.
- El área de taladrado está cercana a las cierras circulares, ya que los dos operarios comparten estas funciones.

- Todas las áreas de producción de los hornos, se encuentran ubicadas en el primer piso, lo que facilita tener un mejor flujo del material.
- Se cuenta con los siguientes servicios en el primer piso: oficina de atención a clientes, servicios higiénicos para los operarios, los cuales cuentan con duchas, casilleros y una pequeña área donde puedan cambiarse, también se encuentra una pequeña caseta de vigilante.
- Existe un mejor control y supervisión de las líneas de producción.

✓ Desventajas:

- El área de torneado está relativamente alejado del almacén de materia prima, lo que causará un pequeño tiempo de demora.
- Los operarios demorarán en cambiarse, debido a que el baño se encuentra ubicado al fondo en el primer piso, lo que generará una pérdida de tiempo de producción.
- No se aprovecha espacio cúbico en el almacén de productos terminados.

❖ Alternativa 3

La alternativa 3 es considerar un garaje, en el cual ingresen proveedores o clientes, ya sea para descargar mercadería en el almacén de materia prima o para poder despachar los pedidos, respectivamente (ver anexo 30).

✓ Ventajas:

- Se ha asignado un área de trabajo para la operación de pintado.
- Se ha asignado un área de trabajo sólo para el montaje eléctrico de hornos rotativos y estacionarios.
- El área de taladrado está cercana a las cierras circulares, ya que los dos operarios comparten estas funciones.
- Todas las áreas de producción de los hornos, se encuentran ubicadas en el primer piso, lo que facilita tener un mejor flujo del material.
- Existe un largo pasillo por el cual los operarios podrían escapar en caso ocurra algún sismo.

✓ Desventajas:

- El almacén de materia prima se encuentra ubicado al fondo del primer piso, lo que ocasiona que pueda generarse un daño del material transportado desde la entrada a la planta hasta el mismo almacén.

- No existen pasillos entre las áreas, por lo que si se quiere ir de un área a otra, necesariamente se tendría que pasar por otras áreas, interrumpiendo las actividades de los trabajadores.
- La oficina de atención al cliente no se encuentra al lado de la calle, por lo que el cliente le tomará tiempo ingresar hasta la oficina, incluso se podría perder nuevos clientes, debido a que el trayecto que deben recorrer es un poco largo y deciden irse y no averiguar sobre los precios de los hornos.

Luego de mencionar las 3 posibles distribuciones de planta nueva, se procede a realizar un análisis de factores según su importancia. Se consideraron 10 factores: seguridad, flexibilidad de la planta, facilidad para trasladarse, utilización de la superficie, eficacia en la carga y descarga de materiales, condiciones de trabajo, facilidad para expandirse, mejora de supervisión y control, flujo de material y utilización de mano de obra y maquinaria.

En la tabla 4.24, se procede a determinar la ponderación de cada factor, considerando lo siguiente:

- Se colocará 0 cuando uno de los factores influya menos que el otro factor en la distribución de planta nueva (se lee de izquierda a derecha).
- Se colocará 1, cuando ambos factores influyan equitativamente en la distribución de planta nueva.
- Se colocará 2 cuando uno de los factores influya más que el otro factor en la distribución de planta nueva (se lee de izquierda a derecha).

Una vez determinada la ponderación de cada factor, se procede a asignar valores, a las 3 alternativas de distribución de planta nueva, con el fin de encontrar la alternativa adecuada y la más óptima (ver tabla 4.26). Se consideran valores del 1 al 5, que van de pésimo a excelente, como se puede apreciar en la tabla 4.25.

Tabla 4.24: Análisis de importancia de factores

FACTOR	Seguridad y vigilancia	Flexibilidad de la planta	Facilidad para trasladarse	Utilización de la superficie	Eficacia en la carga y descarga de materiales	Condiciones de trabajo	Facilidad para expandirse	Mejora de supervisión y control	Flujo del material	Utilización de mano de obra y maquinaria	Total	Ponderación
Seguridad y vigilancia	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	2	2.22%
Flexibilidad de la planta	2	1	1	1	0	2	1	1	0	0	8	8.89%
Facilidad para trasladarse	2	1	1	2	1	1	1	0	0	0	8	8.89%
Utilización de la superficie	1	1	0	1	2	2	2	2	1	1	12	13.33%
Eficacia en la carga y descarga de materiales	2	2	1	0	1	1	1	0	0	0	7	7.78%
Condiciones de trabajo	1	0	1	0	1	1	2	1	0	0	6	6.67%
Facilidad para expandirse	2	1	1	0	1	0	1	1	0	0	6	6.67%
Mejora de supervisión y control	2	1	2	0	2	1	1	1	0	0	9	10.00%
Flujo del material	2	2	2	1	2	2	2	2	0	0	15	16.67%
Utilización de mano de obra y maquinaria	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	17	18.89%

Elaboración propia

Tabla 4.25: Valores

Valor	Significación
5	Excelente
4	Bueno
3	Regular
2	Malo
1	Pésimo

Elaboración propia

Tabla 4.26: Puntuación por alternativas

FACTORES	Ponderación	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Seguridad y vigilancia	2.22%	3	5	1
Flexibilidad de la planta	8.89%	4	4	4
Facilidad para trasladarse	8.89%	2	4	1
Utilización de la superficie	13.33%	3	3	3
Eficacia en la carga y descarga de materiales	7.78%	3	5	2
Condiciones de trabajo	6.67%	3	4	3
Facilidad para expandirse	6.67%	3	3	3
Mejora de supervisión y control	10.00%	3	4	3
Flujo del material	16.67%	4	5	3
Utilización de mano de obra y maquinaria	18.89%	4	4	4
TOTAL	100.00%	3.36	4.07	2.98

Elaboración propia

Según se observa en la tabla 4.26, la alternativa 2 es la más adecuada para la distribución de planta nueva, debido a que hay facilidad para trasladarse por los amplios pasillos que posee, en comparación a las otras alternativas. Asimismo, el flujo de material es continuo, ya que las áreas se encuentran cercanas entre sí y además que todas las áreas de producción están ubicadas en el primer piso. Por otro lado, también se observa, eficacia en la carga y descarga de materiales, ya que tanto el almacén de materia prima como el de productos terminados, se encuentran cerca a la salida, a comparación de la alternativa 3. La seguridad y vigilancia es otro factor importante, ya que se observa que hay un mejor control en el ingreso y salida del personal, debido a que la caseta se encuentra a la salida, a comparación de la alternativa 3. Es por todo ello, que se elige la alternativa 2.

CAPÍTULO 5: EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA PROPUESTA

Una vez determinado las mejoras a realizarse en las líneas de producción de hornos rotativos y estacionarios, es necesario verificar qué ahorros generan estas mejoras identificados a partir de indicadores: ingreso por utilidades, incidentes, tiempo de traslado innecesario, tiempo de demora en limpieza a las áreas, tiempo de encontrar herramientas y tiempo de demora en despacho. Asimismo, se comprobará si el proyecto planteado es factible a partir de un flujo de caja elaborado para los próximos 4 años.

5.1 Ingresos

Se consideran principalmente los indicadores y otros ingresos como dejar de pagar alquileres.

5.1.1 Indicadores

Son 6 los indicadores que se verifican para analizar qué ahorros generan en cantidades monetarias, luego de la implementación de las mejoras.

➤ Ingresos por utilidades

Este indicador se determina en base a la utilidad promedio que genera cada tipo de horno (en el anexo 31 se puede visualizar el cálculo de la utilidad, elaborado a partir de un estado de ganancias y pérdidas a diciembre del 2014) y a la proyección hallada anteriormente. Su objetivo es cubrir con toda la demanda. En la tabla 5.1 se puede visualizar el ingreso generado año a año.

Tabla 5.1: Ingresos por utilidades

Tipo de horno	Estacionario		Rotativo	
Utilidad promedio	S/.	858.72	S/.	1,208.49
2015	S/.	334,043.82	S/.	514,816.18
2016	S/.	382,991.11	S/.	580,074.57
2017	S/.	431,938.41	S/.	646,541.44
2018	S/.	480,885.70	S/.	711,799.83
2019	S/.	529,833.00	S/.	777,058.22

Fuente: Empresa
Elaboración propia

➤ Incidentes

Este indicador tiene por objetivo, disminuir los incidentes y/o accidentes de trabajo. Se calcula en base al tiempo que toma retornar a las funciones productivas luego de ocurrido los incidentes (ver anexo 32). Los ahorros expresados en monedas monetarias, se detallan en la tabla 5.2, y perduran a través de los años, ya que no dependen de la producción.

Tabla 5.2: Ahorro por incidentes

Tiempo de retraso al mes (minutos)	310	
Tiempo de retraso anual (minutos)	3720	
Tiempo de retraso anual (horas)	62	
Costo H-H	S/.	12.26
Ahorro por incidentes	S/.	760.39

Fuente: Empresa
Elaboración propia

➤ Tiempo de traslado innecesario

Este indicador tiene por objetivo reducir el tiempo de traslado del material, con el fin de generar un flujo continuo. En el anexo 33, se pueden visualizar los tiempos de traslados, antes y después de la distribución para cada tipo de horno. A partir de ello, se calcula los ahorros generados año a año por este indicador (ver tabla 5.3).

Tabla 5.3: Ahorro por tiempo de traslado innecesario

Ahorro por tiempo de traslado innecesario	Horno Estacionario		Horno Rotativo		Cantidad de horas	Costo Horas - Hombre	Ahorro Total
	Proyección	Cantidad de horas	Proyección	Cantidad de horas			
2015	389	1135	426	1306	2441	S/. 12.26	S/. 29,936.92
2016	446	1301	480	1472	2773	S/. 12.26	S/. 34,006.82
2017	503	1467	535	1641	3108	S/. 12.26	S/. 38,114.33
2018	560	1633	589	1806	3440	S/. 12.26	S/. 42,184.24
2019	617	1800	643	1972	3771	S/. 12.26	S/. 46,254.14

Fuente: Empresa
Elaboración propia

➤ Tiempo de demora en limpieza a las áreas

Este indicador tiene por objetivo reducir el tiempo de limpieza de las áreas, ya que actualmente no se realiza un mantenimiento preventivo periódico a las máquinas. En el anexo 34 se pueden visualizar los tiempos; mientras que en la tabla 5.4, los ahorros generados, que perduran a través de los años, pues no dependen de la producción.

Tabla 5.4: Ahorros por tiempos de limpieza

Diferencia mensual (minutos)	1321.25
Diferencia anual (minutos)	15855
Diferencia anual (horas)	264.25
Costo H-H	S/. 12.26
Ahorro por tiempo de demora en limpieza	S/. 3,240.84

Fuente: Empresa
Elaboración propia

➤ Tiempo de demora en encontrar herramientas

Este indicador tiene por objetivo reducir el tiempo de demora en encontrar herramientas. En el anexo 35 se pueden visualizar los tiempos incurridos antes y después de realizar la distribución; mientras que en la tabla 5.5, los ahorros expresados en monedas monetarias que perduran a través de los años pues no dependen de la producción.

Tabla 5.5: Ahorros por tiempo de demora en encontrar herramientas

Diferencia mensual (minutos)	430
Diferencia anual (minutos)	5160
Diferencia anual (horas)	86
Costo H-H	S/. 12.26
Ahorro por tiempo de demora en encontrar herramientas	S/. 1,054.73

Fuente: Empresa
Elaboración propia

➤ Tiempo de demora en despacho

Este indicador tiene por objetivo reducir el tiempo que se demora en atender un horno del almacén de productos terminados al cliente. En la tabla 2.2, se observó que la planta 3, es la que produce los hornos rotativos y estacionarios; sin embargo, esta planta no posee un almacén de productos terminados definidos, sólo se almacena una baja cantidad de hornos por cada tipo, los cuales están apilados unos sobre otros, dificultando así su salida. Mientras que los demás hornos, se almacenan en las plantas 1 y 2, que contienen mayor espacio. En la tabla 5.6, se pueden visualizar los tiempos de demora en despacho antes y después de la distribución.

En la tabla 5.7, se pueden visualizar los ahorros generados año a año por este indicador, pues dependen de la producción.

Tabla 5.6: Tiempo de demora en despacho

Horno	Tiempo antes de la distribución para un horno (minutos)	Tiempo después de la distribución para un horno (minutos)	Diferencia (minutos)	Diferencia (horas)
Horno Estacionario	15	3	12	0.20
Horno Rotativo	20	4	16	0.27

Fuente: Empresa
Elaboración propia

Tabla 5.7: Ahorros por tiempo de demora en despacho

Ahorro por tiempo de traslado innecesario	Horno Estacionario		Horno Rotativo		Cantidad de horas	Costo Horas Hombre	Ahorro Total
	Proyección	Cantidad de horas	Proyección	Cantidad de horas			
2015	389	78	426	114	191	S/. 12.26	S/. 2,347.38
2016	446	89	480	128	217	S/. 12.26	S/. 2,663.80
2017	503	101	535	143	243	S/. 12.26	S/. 2,983.49
2018	560	112	589	157	269	S/. 12.26	S/. 3,299.91
2019	617	123	643	171	295	S/. 12.26	S/. 3,616.33

Elaboración propia

5.1.2 Otros ingresos

Además de los ahorros generados por los indicadores, también están los ahorros generados por el alquiler de las plantas 2 y 3, que se dejarían de pagar, pues se está comprando un terreno de mayor dimensión, en el cual también se podría producir algunas de las otras líneas restantes, pues hay espacio. El alquiler que se pagaba por la planta 2 era de S/. 4200 soles mensuales, mientras que el de la planta 3 era S/. 3550 soles; generando así un ahorro de S/. 93000 soles anuales.

5.2 Egresos

Se consideran la inversión del terreno y la construcción de este mismo; costos que generan las capacitaciones, luego de implementar las herramientas 5S's y mantenimiento autónomo; gastos en comprar algunos materiales de seguridad necesarios para el uso de los operarios; el costo de los operarios y el costo de comprar máquinas nuevas, con el fin de cumplir con la proyección de la demanda. En el anexo 36, se puede visualizar a más detalle el cálculo de cada uno de los egresos, necesarios para la elaboración del flujo de caja económico.

5.3 Flujo de caja económico

Luego de determinar los ingresos y egresos a considerarse luego de la implementación de las mejoras, se procede a elaborar el flujo de caja económico para los próximos 5 años (ver tabla 5.8). Para ello es necesario el cálculo del costo de costo de oportunidad (COK), el cual se puede visualizar a más detalle en el anexo 37.

Tabla 5.8: Flujo de caja económico

Flujo Caja económico	Inversión	2015	2016	2017	2018	2019
Ingresos						
Ingreso por utilidades		S/. 848,860.00	S/. 963,065.68	S/. 1,078,479.85	S/. 1,192,685.54	S/. 1,306,891.22
Ingreso por ahorro en tiempo de despacho		S/. 2,347.38	S/. 2,663.80	S/. 2,983.49	S/. 3,299.91	S/. 3,616.33
Ingreso por ahorro en Incidentes		S/. 760.39	S/. 760.39	S/. 760.39	S/. 760.39	S/. 760.39
Ingreso por ahorro generado por traslados innecesarios		S/. 29,936.92	S/. 34,006.82	S/. 38,114.33	S/. 42,184.24	S/. 46,254.14
Ahorro en limpieza		S/. 3,240.84	S/. 3,240.84	S/. 3,240.84	S/. 3,240.84	S/. 3,240.84
Ahorro de tiempo en búsqueda de herramienta		S/. 1,054.73	S/. 1,054.73	S/. 1,054.73	S/. 1,054.73	S/. 1,054.73
Ingreso por ahorro de alquiler de locales		S/. 93,000.00	S/. 93,000.00	S/. 93,000.00	S/. 93,000.00	S/. 93,000.00
Total de ingresos		S/. 979,200.25	S/. 1,097,792.26	S/. 1,217,633.63	S/. 1,336,225.64	S/. 1,454,817.64
Egresos						
Inversión del terreno (construcción, suministros, transporte)	S/. 1,213,428.40					
Costo por capacitaciones por SS's y Mantenimiento Autónomo	S/. 43,471.08	S/. 25,770.00	S/. 25,770.00	S/. 25,770.00	S/. 25,770.00	S/. 25,770.00
Gasto en Seguridad		S/. 36,000.00	S/. 36,000.00	S/. 36,000.00	S/. 36,000.00	S/. 36,000.00
Costo de operarios		S/. 370,872.00	S/. 432,684.00	S/. 432,684.00	S/. 453,288.00	S/. 494,496.00
Costo de maquinarias nuevas	S/. 15,900.00		S/. 21,800.00		S/. 4,700.00	
Total de Egresos	S/. 1,272,799.48	S/. 432,642.00	S/. 516,254.00	S/. 494,454.00	S/. 519,758.00	S/. 556,266.00
Flujo efectivo	S/. -1,272,799.48	S/. 546,558.25	S/. 581,538.26	S/. 723,179.63	S/. 816,467.64	S/. 898,551.64
Costo de capital propio	11.94%					
Valor actual neto	S/. 1,095,544.99					
Tasa interna de retorno (TIR)	42%					
VAN Beneficios	S/. 2,223,660.34					
VAN Costos	S/. 1,561,427.64					
B/C	1.42					
Período de recuperación	3 años					

Elaboración propia

Según se observa la VAN para los 5 años es de S/. 1,095,544.99 > 0 y la tasa de interés de retorno es de 42% > COK. Asimismo, el valor del ratio beneficio costo es de 1.42 > 1, por que el proyecto es apropiado. Por todo lo mencionado, se concluye que el proyecto es viable y factible, considerando un período de recuperación de la inversión en el tercer año.

CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A continuación se detallarán las conclusiones y recomendaciones de este proyecto.

6.1. Conclusiones

El proyecto resultó ser factible, debido a que se resolvió el punto crítico o cuellos de botellas, como el área de ensamble y trazado, asignándoles a estos últimos un área de mayor espacio para realizar las actividades, de tal manera que se observe un flujo rápido del material. Además que los ahorros generados por las propuestas de mejora, medidos a través de indicadores, resultaron ser favorables.

Para la implementación del mantenimiento autónomo fue importante la aplicación de la herramienta 5S's, ya que sin ella no hubiese sido posible obtener los beneficios esperados gracias a las propuestas de mejora.

Se logró aumentar la capacidad de producción, ya que las ventas hacia el año 2019, para el horno estacionario se calcula que aumentará, según las proyecciones en un 52%, mientras que para el rotativo en un 49%, logrando cubrir con la demanda insatisfecha.

El uso de estantería etiquetada o señalización del suelo y el uso de tarjetas de colores para la identificación y clasificación de los objetos encontrados por secciones, ayudaron a reducir la cantidad de incidentes y/o accidentes en un 100%.

Los amplios pasillos diseñados para el traslado del material y del operario, y la ubicación de las áreas obtenidas por la distribución de planta, ayudaron a disminuir los tiempos de traslados, lográndose una reducción del 203% en el caso de los hornos estacionarios y un 223% en el de los hornos rotativos.

La implementación del mantenimiento autónomo periódico a las máquinas, ayudó a reducir los tiempos de limpieza en la áreas en un 74%, obteniéndose un ahorro anual en monedas monetarias de S/. 3,240.84.

El uso de tableros para las herramientas, ayudó a reducir el tiempo para encontrar herramientas en un 90%, generándose un ahorro anual en monedas monetarias de S/. 1,054.73.

La distribución en planta nueva, permitió que todas las secciones de trabajo se encuentren en una sola planta (almacén de productos terminados con las áreas de producción), generando una reducción en el tiempo de despacho hacia el cliente de 80% para ambas líneas.

La implementación del mantenimiento autónomo y las 5S's conlleva a mejorar el ambiente de trabajo en las secciones de la empresa, ya que con la eliminación de las actividades que no generan valor dentro del proceso productivo, genera un cambio de actitud en los operarios hacia un lugar de trabajo más limpio, ordenado y seguro.

El proyecto resultó ser viable y factible, ya que su VAN fue de S/. 1,095,544.99 mayor que 0, la TIR de 42% mayor que el valor de 11.94% del COK. Asimismo, el ratio beneficio/costo del proyecto fue de 1.42 y el período de recuperación será en el tercer año.

6.2 Recomendaciones

El espacio no utilizado, ubicado en el segundo piso que es aproximadamente de $350 m^2$, podría aprovecharse para elaborar los otros productos que la empresa fabrica, como yoghis, licuadoras y batidoras industriales, rebanadoras de pan de molde, entre otros; ya que estos productos no requieren mucho espacio como los hornos.

Es importante promover la participación de los operarios, ya que son los que van a llevar al éxito de la implementación de las 5S's y el mantenimiento autónomo. Para ello es importante realizar reuniones entre los jefes de las líneas de producción y sus respectivos operarios para analizar si se está logrando una mejora en las condiciones laborales.

La limpieza y el orden que se logró luego de la implementación de la 5S's y mantenimiento autónomo dentro de las secciones de trabajo, deben ser respetadas por todas las personas con el fin de mantener un entorno de trabajo agradable y seguro.

Es recomendable documentar cada una de las etapas de las propuestas de mejoras y realizar retroalimentación al personal de todo el proyecto, con el fin de monitorear el avance y advertir de cualquier desviación que se produzca con lo pronosticado. Además se sugiere que se realicen auditorías externas e internas posteriores a la implementación de todo el proyecto, con el fin de mantener un estado óptimo.

Referencias Bibliográficas

ALVA, Daniel y Denisse PAREDES

2015 Diseño de la distribución de planta de una fábrica de muebles de madera y propuesta de nuevas políticas de gestión de inventarios. (Tesis para optar por el título de Ingeniero Industrial en la Pontificia Universidad Católica del Perú).

ÁLVAREZ TANAKA, Raúl

2009 Análisis y propuesta de implementación de pronósticos y gestión en una distribuidora de productos de consumo masivo. (Tesis para optar por el título de Ingeniero Industrial en la Pontificia Universidad Católica del Perú).

CÁRDENAS ZANABRIA, Ricardo

2013 Análisis y propuesta de mejora para la gestión de abastecimiento de una empresa comercializadora de luminaria. (Tesis para optar por el título de Ingeniero Industrial en la Pontificia Universidad Católica del Perú)

CORRALES, César

2010 Estudio de Métodos. [Diapositivas]. Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.

CUATRECASAS, L.

2010 *TPM en un entorno Lean management: estrategia competitiva.*
Barcelona: Profit.

CURY, Antonio.

1991 *Organizacao e metodos perspectiva comportamental e abordagem contingencial.* Sao Paulo: Fondo Editorial Atlas S.A.

DIAZ, Bertha y Benjamin JARUFE y Teresa NORIEGA

2007 *Disposición de planta.* Segunda edición. Lima: Fondo Editorial Universidad de Lima.

DORBESSAN, José

2006 *Las 5S, herramientas de cambio*. Primera edición. Buenos Aires:
Fondo Editorial Universidad Tecnológica Nacional.

Dirección general de estudios económicos, evaluación y competitividad territorial
.Perú

Disponible en: www.inei.gob.pe

[Consulta: 18 de septiembre 2013]

FUERTES VARA, Wilder

2012 Análisis y mejora de procesos de distribución de planta en una
empresa que brinda el servicios de revisiones técnicas vehiculares.(
Tesis para optar por el título de Ingeniero Industrial en la Pontificia
Universidad Católica del Perú)

Industria Panificadora. Diario Gestión

Disponible: www.gestion.pe

[Consulta: 19 de septiembre 2013]

Jidoka. Portal del Sistema Lean MDC

Disponible: www.leanmdc.com

[Consulta: 17 de septiembre 2013]

KRAJEWSKI, Lee y Larry RITZMAN y Manoj MALHOTRA

2008 *Administración de operaciones: procesos y cadenas de valor*.
Octava edición. Naucalpán de Juárez: Pearson Educación.

KRAJEWSKI, Lee y Larry RITZMAN

2000 *Administración de operaciones: estrategia y análisis*.

Quinta Edición. Naucalpán de Juárez: Pearson Educación.

Lean Manufacturing. Portal del Lean and 6 sigma.

Disponible: www.lean6sigma.com

[Consulta: 23 de septiembre 2013]

MEYERS, Fred y Matthew STEPHENS

2006 *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales*.
Tercera edición. Naucalpán de Juárez: Pearson Educación.

MUTHER, Richard

1977 *Distribución en planta.*
Barcelona: Hispano Europea.

NIEBEL W. Benjamin y Andris FREIVALDS

2004 *Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo.*
Onceava edición. México D.F.: Alfaomega.

Paredes Rodríguez Silver

2013 Lean Manufacturing [Diapositivas]. Lima, Perú: Pontificia Universidad
Católica del Perú.

RAMOS FLORES, José

2012 Análisis y propuesta de mejora del proceso productivo de una línea de
fideos en una empresa de consumo masivo mediante el uso de
herramientas de manufactura esbelta. (Tesis para optar por el título
de Ingeniero Industrial en la Pontificia Universidad Católica del Perú)

RAU ÁLVAREZ, José

2009 Rediseño de distribución de planta de las instalaciones de una
empresa que comercializa equipos de bombeo para agua de
procesos y residuales. (Tesis para optar por el título de Ingeniero
Industrial en la Pontificia Universidad Católica del Perú)

Sector panadero. Portal del diario Gestión. Perú

Disponible en: www.gestion.pe

[Consulta: 15 de septiembre 2013]

SHINGO, S.

1993 *El sistema de producción de Toyota: desde el punto de vista de la
ingeniería.* Tercera edición. Madrid: Tecnología de Gerencia y
Producción.

Tipos de almacenes. Blog Portafolio Eliana Mendoza

Disponible: portafolioelianamendozarecibo.blogspot.com

[Consulta: 19 de septiembre 2013]

TOMPKINS, James y John WHITE

2006 *Planeación de instalaciones*. Tercera edición. México D.F.:
Thomson.

VARGAS, Jorge y José RAU y Mery LEÓN

2010 *Planeamiento y control de operaciones*. Lima: Fondo Editorial
Pontificia Universidad Católica del Perú.

