

CENTRO DE ENSEÑANZA TÉCNICA Y SUPERIOR



Colegio de Ingeniería
Dirección de Posgrado
Campus Mexicali

Tesis / Proyecto de Ingeniería e Innovación

Mejora y agilización del flujo del proceso en centro de distribución.

para obtener el grado de

Maestro en Ingeniería e Innovación

Presenta

Arturo Mascote Hernández

Director de proyecto: M.C. Marco Antonio Jiménez Pérez

Codirector de proyecto: Dra. Dania Licea Verduzco

Asesor Industria: M.C. Oscar Daniel Hinojos López

Mexicali, Baja California. Septiembre de 2020

CENTRO DE ENSEÑANZA TÉCNICA Y SUPERIOR



Colegio de Ingeniería
Dirección de Posgrado
Campus Mexicali

Tesis / Proyecto de Ingeniería e Innovación

Mejora y agilización del flujo del proceso en centro de distribución.

para obtener el grado de

Maestro en Ingeniería e Innovación

Presenta

Arturo Mascote Hernández

Director de proyecto: M.C. Marco Antonio Jiménez Pérez

Codirectora de proyecto: Dra. Dania Licea Verduzco

Asesor Industria: M.C. Oscar Daniel Hinojos López

Comité evaluador:

Dr. Jorge Manuel Jauregui Sesma Dra. Karla Garduño Palomino Dr. Miguel Angel Ponce Camacho

Mexicali, Baja California. Septiembre de 2020



Del Éxito #2734, PIMSA IV Industrial Park, Mexicali, BC México 21210. Tel. (686) 454-3249
230 Weakley Street, Calexico CA. 92231. Tel. (619) 400-0763

Mexicali, B.C. a 4 de septiembre de 2020

*CETYS UNIVERSIDAD
Colegio de Ingeniería
Dirección de Posgrado
Campus Mexicali*

A quien corresponda:

Por medio de la presente hacemos de su conocimiento que el C. **Mascote Hernandez, Arturo** con matrícula 037168 de la maestría en ingeniería e innovación, desarrollo y aplico el proyecto:

“Mejora y agilización del flujo del proceso en centro de distribución”

Este proyecto es considerado de relevancia y está alineado a las metas de la compañía, por lo que los conocimientos adquiridos fueron aplicados satisfactoriamente en nuestro centro de distribución en la ciudad de Calexico, CA. EUA.

Sin más por el momento agradezco de antemano su atención a la presente quedando a sus órdenes para cualquier información adicional.

Atentamente

Oscar Hinojos Lopez

Gerente General Mexicali/Calexico

expoportes, s.a. de c.v
AV. CIRCULO DE LA AMISTAD # 134 TEL. 954-8787
PARQUE INDUSTRIAL MEXICALI IV MEXICALI B.
R.F.C. EXP-848731-454

Índice General.

Índice de figuras.	vi
Índice de tablas.	viii
Lista de abreviaturas.	ix
Resumen.	x
Capítulo I: Introducción.	1
1.1 Contexto general.....	1
1.1.1 Entorno: Introducción a la empresa.	1
1.1.2 Proceso general.....	2
1.1.3 Antecedentes.	2
1.2 Justificación.....	3
1.3 Planteamiento del problema.	3
1.4 Pregunta de investigación.....	4
1.5 Objetivo general.....	4
1.6 Objetivos específicos.	4
1.7 Hipótesis.....	5
Capítulo 2: Marco teórico/referencial	6
2.1 Introducción. Flujo de procesos y materiales.	6
2.2 Proceso de recibo.....	6
2.3 Cruzado de muelle o surtido de trasbordo (Crossdocking) o acomodo de materiales.	7
2.4 Recolección y despacho de materiales.	8
2.5 Métricos o Indicadores (Key Performance Indicators).	8
2.5.1 Indicadores asociados con la calidad del inventario:.....	9
2.5.2 Indicadores asociados a la productividad:.....	9
2.5.3 Indicadores asociados al tiempo:.....	10
2.5.4 Indicadores asociados al costo:	10
2.6 Almacén o centro de distribución de clase mundial.....	11
2.7 Manufactura esbelta: Los ocho desperdicios.	12
2.8 Benchmarking (Evaluación comparativa).	14
Capítulo 3: Metodología	18
3.1 Bosquejo metodológico.	18
3.2 Fase 1.	19

3.2.1 Recibos.....	19
3.2.2 Acomodo de materiales.....	21
3.2.3 Surtido de órdenes de venta.....	22
3.2.4 conteos cíclicos.....	23
3.3 Fase 2.....	24
3.4 Fase 3.....	25
3.5 Fase 4.....	25
Capítulo 4: Resultados.....	26
4.1 Resultados Fase 1.....	27
4.1.1 Resultados en recibos.....	27
4.1.2 Resultados en acomodo de materiales.....	30
4.1.3 Resultados en surtido de órdenes de venta.....	32
4.1.4 Resultados en conteos cíclicos.....	35
4.1.5 Resultados monetarios del ahorro en tiempo en las operaciones.....	36
4.2 Resultados Fase 2.....	37
4.2.1. Reactivación de escáneres Oracle móvil.....	37
4.2.2. Creación de secuencia de surtido en ubicaciones.....	38
4.3 Resultados Fase 3.....	39
4.3.1 Desperdicios.....	39
4.4 Resultados Fase 4.....	41
4.4.1 Métricos existentes.....	41
4.4.2 Nuevos métricos implementados.....	43
4.4.3 Capacidad de almacenamiento.....	43
4.4.4 Recibos a tiempo, menor a 24 horas.....	44
4.4.5 Envíos a tiempo, menor a 24 horas.....	46
Capítulo 5: Conclusiones y recomendaciones.....	48
5.1 Conclusiones.....	48
5.2 Resultados más destacados.....	49
5.3 Recomendaciones.....	49
Anexos.....	50
Tabla de tiempos de muestras.....	50
Prueba de hipótesis.....	51
Bibliografía.....	56

Índice de figuras.

Figura 1. Distribución original y flujo del proceso de recibo de materiales.....	20
Figura 2. Distribución original y flujo del proceso de acomodo de materiales.....	21
Figura 3. Distribución original y flujo del proceso de surtido de órdenes de venta.....	23
Figura 4. Distribución original y flujo del proceso de conteos cíclicos.....	24
Figura 5. Nueva distribución y flujo de recibo de materiales.....	29
Figura 6. Recibo de órdenes de compra con escáner Oracle móvil.....	29
Figura 7. Código de barras en material y ubicaciones.....	30
Figura 8. Nueva distribución y flujo de acomodo de materiales.....	31
Figura 9. Acomodo de materiales con escáner Oracle móvil.....	31
Figura 10. Nueva distribución y flujo de surtido de órdenes de venta.....	33
Figura 11. Hoja de surtido de órdenes de venta.....	34
Figura 12. Surtido de órdenes de venta con escáner Oracle móvil.....	34
Figura 13. Nueva distribución y flujo de conteos cíclicos.....	35
Figura 14. Conteos cíclicos con escáner Oracle móvil.....	36
Figura 15. Escáner de Oracle móvil.....	37
Figura 16. Secuencia de surtido en ubicaciones.....	38
Figura 17. Factura por 50 tarimas.....	40
Figura 18. Factura por 25 tarimas.....	40
Figura 19. Nivel de inventario en dólares.....	41

Figura 20. Conteos cíclicos en dólares.....	42
Figura 21. Conteos cíclicos en ubicaciones.....	42
Figura 22. Conteos cíclicos, veracidad.....	43
Figura 23. Capacidad de almacenamiento.....	44
Figura 24. Gráfica de recibos a tiempo.....	45
Figura 25. Gráfica de surtido y envíos a tiempo.....	47

Índice de tablas.

Tabla 1. Código de colores para estatus visual de materiales.....	28
Tabla 2. Ahorro en tiempos de operación.....	28
Tabla 3. Ahorro en tiempos de operación en dólares.....	36
Tabla 4. Tipo de desperdicio reducido y ahorro.....	40
Tabla 5. Comparativo de fechas de recibo.....	45
Tabla 6. Reporte comparativo entre reservación y envío.....	47

Lista de abreviaturas.

ERP	Enterprise Resource Planning
IT	Information Technology
MRP	Material Requirement Planning
NOV	National Oilwell Varco
PIMSA III	Parque Industrial Mexicali III

Resumen.

National Oilwell Varco (NOV) es una empresa mundial dedicada a la fabricación de herramientas para la extracción de petróleo y gas natural, cuenta con un centro de distribución en la ciudad de Calexico California que alimenta con materia prima tres plantas en la ciudad de Mexicali B.C., este centro a su vez recibe de regreso el producto terminado para ser distribuido mundialmente.

Actualmente y desde su inicio de operaciones, este centro de distribución no cuenta con los métricos, referencias, y organización de un almacén de clase mundial entre los que compiten en su mismo ramo, creando así altos inventarios, costosos desperdicios, además de afectar la calidad de los materiales y la eficiencia de las operaciones.

Es por esto por lo que se busca desarrollar e implementar un flujo estructurado estratégicamente para agilizarlo y reducir los tiempos de las operaciones en el proceso, así como rediseñarlo para evitar al máximo posible los diferentes tipos de desperdicios que resultan de no tenerlo.

Si se analiza detalladamente el proceso y cada una de las operaciones, se podrán visualizar todos los cambios necesarios, así como las mejoras y sus posibilidades de implementación. También se podrán lograr los objetivos de mejorar y agilizar el flujo de cada una de las operaciones afectando positivamente el proceso por completo, así como la reducción de varios desperdicios con un enfoque hacia la manufactura esbelta que nos lleve a un nivel operacional de almacén de clase mundial

Capítulo I: Introducción.

1.1 Contexto general.

1.1.1 Entorno: Introducción a la empresa.

National Oilwell Varco (NOV) es una empresa mundial dedicada a la fabricación de herramientas para la extracción de petróleo y gas natural; la sede de su corporativo se encuentra en Houston Texas y cuenta con más de 150 años como líder en su ramo. NOV Mexicali fue fundada hace 36 años y da empleo a más de 450 personas. Actualmente NOV Mexicali cuenta con 3 plantas ubicadas en el parque industrial Mexicali III (PIMSA III), de entre las cuales destacan sus habilidades de fabricación, soldadura, maquinados, ensambles, pintura, reparaciones y procesos especiales, así como un centro de distribución en la ciudad de Calexico California.



Fuente: www.nov.com (mayo 2020)

1.1.2 Proceso general.

En el centro de distribución de Calxico California se lleva a cabo el recibo de materias primas mediante una orden de compra, así como su respectiva revisión física, posteriormente estas materias primas son importadas a México para ser procesadas y convertidas en un producto final o de refacción, después se reciben de regreso en Calxico para ser distribuidos en Estados Unidos y clientes de todo el mundo mediante una orden de venta. Además de recibos y envíos también se lleva a cabo la administración y control de los inventarios que por la naturaleza de la instalación se almacenan temporalmente, esto se lleva a cabo por medio de un sistema de control de inventarios (Oracle), manejo de materiales, conteos cíclicos, así como procesos de control de entrada, salida y resguardo de mercancías entre otros.

1.1.3 Antecedentes.

Desde sus inicios en 2014, el centro de distribución en Calxico California no cuenta con las herramientas adecuadas para mantener un movimiento fluido de materiales en sus procesos y cada de una de sus operaciones ya que estas se han llevado a cabo a como se van presentando las necesidades, no se tiene un mapa o un análisis objetivo de todo el proceso en sí y de cada una de sus operaciones para medir el flujo y detectar las mejoras que posiblemente se puedan implementar. Todo esto ocasiona no tener información detallada para el control del flujo en los procesos y tener métricos pertinentes.

1.2 Justificación.

Esta investigación está enfocada al análisis de las diferentes posibles causas que dan como resultado un pobre e ineficiente flujo en los procesos de las diferentes operaciones en el centro de distribución de NOV en Calexico California. Se pretende buscar resultados que satisfagan o superen las expectativas de la empresa en cuanto a eficiencia, así como varios tipos de ahorros que pueden ser, monetarios, en tiempos, inventarios innecesarios, transporte excesivo y cualquier otro desperdicio que se pudiera estar generando a causa de la problemática actual. Cabe destacar que también se pretende buscar formas más simples de efectuar las operaciones y así ayudar al personal a llevar a cabo cada una ellas con más facilidad. Todo esto también será parte de un aprendizaje profundo sobre la eliminación de las operaciones que no agregan valor, agilización de las operaciones, uso eficiente de los activos de la empresa y satisfacción de los clientes.

1.3 Planteamiento del problema.

Actualmente y desde su inicio de operaciones, la empresa National Oilwell Varco se ve afectada en sus finanzas y la operación de su personal, ya que su centro de distribución en Calexico California no cuenta con los métricos, referencias, y organización de un almacén de la clase de entre los que compiten en su mismo ramo, creando así altos inventarios, costosos desperdicios, además de afectar la calidad de los materiales y la eficiencia de las operaciones.

1.4 Pregunta de investigación.

¿Cómo se puede mejorar y agilizar el flujo del proceso de los materiales, además de obtener los métricos y una buena organización en el centro de distribución de NOV en Calxico California?

1.5 Objetivo general.

Desarrollar e implementar un flujo estructurado estratégicamente para agilizarlo y reducir los tiempos de las operaciones en el proceso, así como rediseñarlo para evitar al máximo posible los diferentes tipos de desperdicios que resultan de no tenerlo, así como obtener los métricos pertinentes necesarios.

1.6 Objetivos específicos.

- Mejorar y agilizar el flujo del proceso por medio del análisis de cada una de sus operaciones.
- Minimizar los costos de operación como son transporte, tiempo extra, de espera, por movimientos innecesarios o por sobre procesamiento.
- Mantener una elevada rotación de inventarios.
- Mantener una buena veracidad en inventarios y exactitud en las transacciones diarias.
- Maximizar el uso de las tecnologías ya existentes en la empresa o implementar nuevas para agilizar y hacer más eficientes los tiempos de operación.
- Obtener a través de benchmarking los parámetros de operación de un almacén de este tipo de industria.
- Desarrollar los métricos adecuados y pertinentes.

1.7 Hipótesis.

Si se analiza detalladamente el proceso y cada una de las operaciones, se podrán visualizar todos los cambios necesarios, así como las mejoras y sus posibilidades de implementación. También se podrán lograr los objetivos de mejorar y agilizar el flujo de cada una de las operaciones afectando positivamente el proceso por completo, así como la reducción de varios desperdicios con un enfoque hacia la manufactura esbelta que nos lleve a un muy buen nivel operacional.

Capítulo 2: Marco teórico/referencial

2.1 Introducción. Flujo de procesos y materiales.

El flujo de material son recursos materiales que se encuentran en estado de movimiento, trabajo en progreso y productos terminados, a los que se aplican las operaciones logísticas relacionadas con su movimiento físico en el espacio: carga, descarga, embalaje, transporte, clasificación y consolidación. Agilizar el flujo de los procesos en almacenes o centros de distribución es una tarea muy importante ya que de esto depende la movilidad de las materias primas y productos terminados que dan como resultado un tiempo de ciclo menor y a su misma vez una rapidez al flujo de efectivo monetario que resulta en tener mejores ganancias. “En la actualidad, los almacenes no sólo operan como centros de almacenamiento, sino también como centros de adición de valor” (Koster, Johnson, & Roy, 2017). “Las operaciones de almacén necesitan cambiar debido al incremento de la complejidad y variedad de las ordenes de los clientes” (Lee, L, Ng, Ho, & Choy, 2018).

2.2 Proceso de recibo.

“El recibo de bienes en un almacén necesita ser una actividad cuidadosamente planeada” (Alan Rushton, 2010). En efecto, el proceso entero consiste en tener una serie de actividades guiadas por varios pasos y sus secuencias que no pueden ser omitidas ya que esto resultaría en errores o pérdidas de tiempo y dinero. En la mayoría de los casos, este proceso comienza cuando una entrega ya fue previamente agendada y esto viene a causa de que una orden de compra al proveedor fue puesta con anticipación.

Posteriormente, el transporte llega al almacén o centro de distribución que debe contar con su área de descarga y recibo, el chofer por lo general se reporta con el personal del lugar y comienza el proceso con la entrega de la documentación de viaje del material a entregar, el cual cuenta con varios datos que se deben corroborar contra el material que se estará descargando de la unidad del transportista. Por lo general se aplica una verificación rápida antes de llevar el material al área de recibo donde se revisará el material para poder ser recibido en sistema.

Después de verificar el listado de empaque contra el material físicamente se procede a recibir cada uno de los materiales en el sistema MRP o ERP que se maneje en la organización.

2.3 Cruzado de muelle o surtido de trasbordo (Crossdocking) o acomodo de materiales.

El objetivo de la mayoría de los almacenes es aumentar la cantidad y velocidad de salidas de materiales para reducir el almacenamiento. El cruzado de muelle es un proceso donde los materiales se mueven directamente de recibo a embarques (Richards, 2018). Esta actividad por supuesto que acorta y agiliza el proceso de recibo a embarques ya que el material no se almacena y se procesa de inmediato.

Caso contrario al cruzado de muelle, el material se mueve de recibo a ubicaciones de almacén, donde lo más conveniente es acomodar cada tipo de material en un lugar específico, pueden ser materiales peligrosos que necesitan estar en un lugar apropiado para ellos o en el caso de materiales de alto valor, necesitan ser resguardados en un lugar seguro y con acceso restringido. Otras características que necesitan ser tomadas en consideración, es que los materiales también pueden ser acomodados en grupos por sus similitudes o grupos de familia de productos ya que esto ayudara considerablemente al momento de surtir ordenes de envío o venta (Richards, 2018).

2.4 Recolección y despacho de materiales.

Uno de los principales costos en la operación de recolección es el movimiento de la gente y equipo entre las ubicaciones, esto puede llegar a ser hasta el 50 por ciento del tiempo de recolección. Por ello es la actividad más costosa en la administración de un almacén (Sinha, 2020). Para incrementar la productividad y eficiencia, el objetivo es reducir significativamente el tiempo de traslado, además cualquier congestión puede llegar a convertir un tiempo de traslado a un tiempo de espera (Richards, 2018).

Es por eso por lo que el proceso de recolección de materiales debe considerar como se manejan o presentan las órdenes, como se almacenan los artículos, como se recolectan y que equipo se utiliza.

Después de que una orden ha sido recolectada, los artículos para esta en particular necesitan consolidarse y prepararse para el despacho. Esto envuelve agregar actividades adicionales como etiquetado, ensamble, pruebas y empaque. Estos materiales después necesitan ser puestos en unidades para transporte como son tarimas o cajas de madera para poder ser cargadas por medio de montacargas o en algunos casos bandas transportadoras en vehículos previamente agendados para recolectar la orden (Alan Rushton, 2010).

2.5 Métricos o Indicadores (Key Performance Indicators).

“A medida que las cadenas de suministro se vuelven más complejas, la variedad de indicadores y herramientas para medir el rendimiento del almacén también ha aumentado” (Staudt, 2015). Aun así, un modelo de proceso de cadena de suministro estandarizado puede dar bastantes beneficios, ya que da a las empresas la oportunidad de comparar su desempeño y descubrir mejores prácticas competitivas, también pueden comunicarse más fácil con cualquier socio dentro de la cadena (Stefanović, 2011).

Los siguientes indicadores permiten evaluar que tan bien se está controlando no sólo la calidad de los productos en el almacén, sino el servicio que se está ofreciendo a los clientes (Posada, Aspectos a considerar para una buena gestión en los almacenes, 2011). Dentro de los indicadores más importantes están los siguientes.

2.5.1 Indicadores asociados con la calidad del inventario:

- Confiabilidad del inventario.
Diferencia en unidades entre unidades totales en inventario.
- Porcentaje de error en órdenes despachadas.
Cantidad de ordenes despachadas erróneamente entre cantidad de ordenes despachadas.
- Porcentaje de cumplimiento en embarques.
Número de embarques incumplidos entre número de embarques totales.
- Número o porcentaje de órdenes perfectas.
Cantidad de ordenes despachadas completas y a tiempo entre cantidad total de ordenes despachadas.
- Número o porcentaje de órdenes completas.
Cantidad de ordenes despachadas completas entre cantidad total de ordenes despachadas.

2.5.2 Indicadores asociados a la productividad:

- Capacidad de almacén.
Área utilizada para almacenamiento entre área total de almacén.
- Cantidad de estibas despachadas por persona.
Número de estibas despachadas entre número de trabajadores.
- Unidades despachadas por empleado.
Número de unidades despachadas entre número de trabajadores.

- Rotación de la mercancía.

Valor de las ventas de mercancía a fin de periodo entre el valor del inventario promedio a fin de periodo.

2.5.3 Indicadores asociados al tiempo:

- Tiempo de surtido.

Tiempo que se tarda un producto desde recibo hasta su almacenamiento.

- Tiempo de orden.

Tiempo que se tarda el producto desde la liberación de la orden de despacho, hasta su llegada a la puerta de envío o vehículo de transporte.

2.5.4 Indicadores asociados al costo:

- Costo de la unidad almacenada.

Es el costo de almacenamiento entre el número de unidades almacenadas.

- Costo por metro cuadrado.

Es el costo de almacenamiento entre el área del almacén.

2.6 Almacén o centro de distribución de clase mundial.

“Para una buena gestión en la administración y control de un centro de distribución, la alta gerencia de las empresas debe buscar constantemente aplicar estándares, procesos y tecnología de clase mundial en sus almacenes. Se debe evaluar continuamente los indicadores de gestión del almacén” (Marín Vasquez, 2008).

Al evaluar continuamente los indicadores, se puede determinar en qué situación se encuentra un almacén y que planes de mejora se pueden desarrollar. Es necesario revisar si este cuenta con la estructura física, operativa y administrativa para ser un almacén o centro de distribución de clase mundial (Posada, Aspectos a considerar para una buena gestión en los almacenes, 2011).

Los principales puntos para revisar son los siguientes:

- Revisar si se pueden hacer sin papel los tramites entre cada una de las áreas para ver si se puede implementar en su lugar un sistema de información.
- Verificar si se cuenta con los indicadores necesarios y apropiados para la gestión de cada una de las operaciones que ayuden a obtener un registro en tiempo real.
- Si se cuenta con programas de capacitación para el personal que ayuden en la mejora de las operaciones del almacén.
- Si se tienen programas de incentivos para el personal.
- Si se tienen programas de mantenimiento preventivo para los equipos de manejo de materiales.
- Si el almacén está bien demarcado, señalado y delimitado y si se respetan los controles visuales.
- Si existe algún sistema de información que permita agilizar las operaciones que se realizan en el almacén.

Evaluar cada uno de los puntos anteriores faculta a hacer un diagnóstico sobre cómo se encuentra el almacén y si se tiene establecido algún tipo de plan de trabajo para la mejora en su gestión. Esto significa que a cada punto se le debe señalar alguna acción correctiva y un responsable, así como una fecha de desarrollo e implementación (Marín Vasquez, 2008).

2.7 Manufactura esbelta: Los ocho desperdicios.

Fabricantes alrededor del mundo entero están adaptando la manufactura esbelta para minimizar o eliminar desperdicios y maximizar el valor en sus procesos. “Implementar los principios de manufactura esbelta resultan en una mejor productividad y ayudan a cumplir las demandas del cliente” (Baby, N, & Jebadurai, 2018). La manufactura esbelta se enfoca principalmente en eliminar pérdidas de tiempo y dinero que comúnmente son conocidos como los ocho desperdicios a continuación los primeros 7 según (Hill, 2018).

1.- Transporte. Este tipo de desperdicio se refiere a los movimientos innecesarios de materia prima, producto terminado u ordenes en proceso. Este puede ser eliminado diseñando un secuenciado y continuo proceso desde la materia prima hasta el producto terminado, asegurando que los trabajos en proceso nunca se tengan que poner en inventario, manteniendo continuidad y consistencia en la asignación de prioridades de trabajo y utilizando equipo de alta precisión.

2.- Inventarios. El exceso de productos incluyendo materia prima, trabajos en proceso o producto terminado los cuales exceden su necesidad inmediata se conocen como desperdicio de inventario. Este puede ser reducido comprando sólo las materias primas necesarias sólo cuando sean necesarias, también reduciendo el almacenamiento temporal entre operaciones.

3.- *Movimientos*. Este tipo de desperdicio se refiere a los movimientos innecesarios de la gente, que no agregan valor. Pueden ser controlados con un diseño más inteligente y lógicamente organizado de las áreas de trabajo, considerando cambios en la distribución de los equipos si esta requiere movimientos extra de la gente involucrada en los procesos y usando equipos de alta eficiencia que reduzcan movimientos innecesarios.

4.- *Espera*. Cuando hay trabajos en proceso esperando ser movidos al siguiente paso en producción el tiempo está siendo desperdiciado. Para reducir este tiempo de espera se pueden hacer procesos tan continuos como sea posible que los almacenamientos temporales entre los procesos sean mínimos o no existan, también incorporar instrucciones estandarizadas que mantengan consistencia en el método y tiempo requerido para cada operación.

5.- *Sobreproducción*. Esta es una de las formas más serias de desperdicio ya que resulta en excesos de inventario que muy a menudo se utilizan para disfrazar otras deficiencias o problemas y puede envolver producir algo antes de que se necesite. Para manejar este tipo de desperdicio se pueden reducir los tiempos de preparación y así hacer lotes más pequeños y económicos de producir, emplear un sistema de jalar para controlar la capacidad de manufactura, así como ajustar el paso de la producción al paso de la demanda del cliente.

6.- *Sobre procesamiento*. Este tipo de desperdicio es más difícil de detectar y eliminar. Este es creado cuando hay más procesamiento del necesario para cumplir la demanda del cliente. Puede ser eliminado identificando potenciales simplificaciones en los procesos de manufactura y comparando los requerimientos del cliente con las especificaciones de manufactura.

7.- *Defectos*. La producción que requiere ser retrabajada o desechada es considerada un defecto. Estos pueden ser manejados transformando los procesos de diseño para producir menos defectos, haciendo procesos lo suficientemente inteligentes para detectar anomalías que puedan ser rectificadas inmediatamente, identificando las fallas más frecuentes y determinar la razón detrás de su ocurrencia.

8.- *Sub utilización del talento humano.* Ocurre cuando el potencial del recurso humano en una organización no es aprovechado en su totalidad por falta de una buena administración. Esto resulta en empleados asignados a tareas que no son apropiadas para ellos o donde no han sido debidamente entrenados, esto puede impactar directamente la motivación del empleado y la productividad en general (News, 2019).

2.8 Benchmarking (Evaluación comparativa).

El benchmarking o evaluación comparativa puede ser crucial para una compañía ya que muestra medidas de desempeño para desarrollar, basadas en las buenas prácticas que han sido exitosas por las mejores compañías en su clase a nivel mundial (Alan Rushton, 2010).

A continuación, se muestra una guía donde paso a paso se conduce un ejercicio de benchmarking, naturalmente cada compañía tiene sus propias necesidades y circunstancias de cómo llevarlo a cabo para sus propios proyectos. Por lo tanto, esto es sólo un ejemplo de cómo se puede llevar a cabo según (Alan Rushton, 2010).

Paso 1.- Compromiso de la administración.

Como en todo proyecto, el compromiso de la administración debe estar asegurado desde el comienzo, ya que es muy importante no sólo para que los recursos que se puedan necesitar estén disponibles, sino para también apoyar en el progreso de cualquier mejora potencial que sea identificada por el equipo. En el panorama ideal se debe asignar una persona de soporte en la administración para que de representación al más alto nivel administrativo.

Paso 2.- Establecer objetivos.

Se necesitan establecer objetivos para el proyecto ya que es un error tratar de hacer demasiado inmediatamente. Este tipo de proyectos pueden generar montos enormes de datos, la clave está en identificar la información más útil entre todos los datos. Es mucho más fácil identificar un proceso o actividad específica y concentrarse en esa área antes de moverse a la siguiente. Por lo tanto, se debe preparar un listado de los procesos específicos que y su criterio de prioridad que la compañía desee comparar primero.

Paso 3.- Escoger socios de benchmarking.

En este siguiente paso decidiremos contra quien haremos nuestro benchmarking, hay diferentes opciones:

Puede ser con colegas internos, de la misma compañía, pero diferentes divisiones, la ventaja es que la información es más fácil y rápida de conseguir, pero si la compañía en general tiene un pobre desempeño, entonces ningún proyecto de este tipo ayudaría a mejorar el desempeño competitivo.

Industria que este dentro del benchmarking. Algunas compañías no comparten su información con otras y menos si esto las pudiera llevar a una desventaja competitiva, aun así, hay algunas otras que si comparten e intercambian conocimientos y estrategias.

Benchmarking no competitivo. Este caso envuelve compañías de diferentes industrias que tienen procesos en común y pueden compartirlos para examinar a detalle las áreas de oportunidad de mejora.

Otras actividades de benchmarking. Obtener productos o servicios de la competencia y desmantelarlos es una forma de comparar la compañía con sus competidores directos. Conferencias publicadas, artículos y el reclutamiento de empleados del competidor son también fuentes de información útil. Otra fuente muy importante para obtener información son los clientes de la competencia.

Paso 4.- Seleccionar un equipo multidisciplinario.

Teniendo decididos los objetivos y los socios de benchmarking, es necesario identificar que disciplinas son requeridas en el equipo. Claramente, uno de los miembros del equipo debe de estar muy familiarizado con el proceso que se va a evaluar comparativamente. Otras diciplinas útiles pueden incluir un contador para información financiera o un experto en sistemas, si es que es lo apropiado para el proyecto, además también sería valioso incluir a personas que conocen muy bien el proceso a evaluar.

Paso 5.- Familiarizarse con los socios.

Es muy probable que se requieran visitas y juntas para recabar información de ambos lados. Esto incluye visitas a las plantas que dan mayor visibilidad a los equipos y ayudan a establecer mejor los términos y referencias.

Paso 6.- Análisis.

No toda la información obtenida de un ejercicio será útil, pero sería muy inusual si absolutamente ningún beneficio es obtenido. La mayoría de las veces las compañías realmente no saben lo que sucede dentro de su organización aun con procedimiento establecidos en las operaciones, la administración tiende a asumir que así es como se deben hacer las cosas. En el punto donde se comienza a recolectar y analizar información para un posible mapeo del proceso antes del benchmarking, es donde las anomalías normalmente quedan expuestas.

Cuando mejores formas de trabajar u objetivos específicos son identificados a través del benchmarking como alcanzables, entonces se deben hacer planes para la implementación de los cambios necesarios.

Paso 7.- Continuidad del proceso.

Existen diferentes formas de dar continuidad al proceso:

- Colocar personal permanentemente en continuas actividades de benchmarking.
- Identificar socios de largo plazo en benchmarking, así como unirse a asociaciones donde se congreguen las mejores organizaciones en su clase.
- Utilizar el benchmarking como parte de la cultura de mejora continua, así como medir y comunicar las mejoras de desempeño en la organización.

Capítulo 3: Metodología.

3.1 Bosquejo metodológico.

La metodología tentativa en la elaboración de este proyecto busca desarrollar e implementar un flujo estructurado estratégicamente para agilizarlo y reducir los tiempos de las operaciones en el proceso, así como rediseñarlo para evitar al máximo posible los diferentes tipos de desperdicios que resultan de no tenerlo, además, se buscara como obtener mediante benchmarking los métricos necesarios para medir las operaciones.

La metodología utilizada será cuantitativa y será dividida en las siguientes fases:

Fase 1.- Se analizarán cada una de las operaciones en el centro de distribución, desde la llegada de los materiales, hasta su salida en embarques. Con este análisis se observarán y se medirán la veracidad y exactitud de las transacciones involucradas en cada uno de los procesos.

Fase 2.- Analizar el uso de las tecnologías ya existentes en la empresa y la viabilidad de implementar otras para agilizar y hacer más eficientes los tiempos de operación lo cual impacta directamente al flujo.

Fase 3.- Minimizar los costos de operación utilizando las herramientas de manufactura esbelta que más se adecuen a cada una de las operaciones, esto con el fin de minimizar o en algunos casos eliminar cada uno de los 8 desperdicios que se estén presentando en el centro de distribución de Calxico California.

Fase 4.- Realizar benchmarking para verificar que métricos son los ideales y aplican para este centro de distribución, esto con el fin de saber que se hace y que se mide en otras compañías de clase mundial o en otras plantas de la compañía para poder aplicarlo en la organización.

3.2 Fase 1.

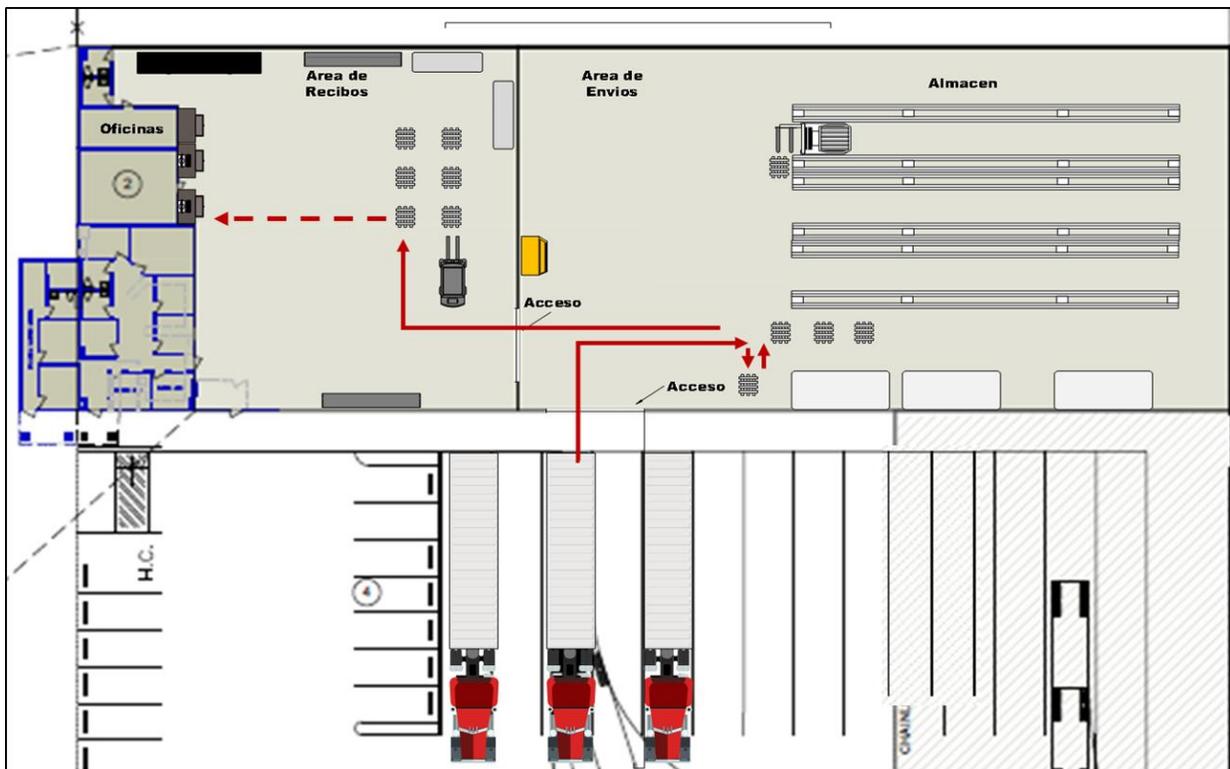
Se analizaron cada una de las operaciones del centro de distribución para detectar que tan efectivas son, se obtuvieron los tiempos y movimientos que se llevan a cabo en cada una de ellas. Se cronometró cada operación para medir que tanto tiempo se consume desde su principio a fin y ver que movimientos o traslados se podían eliminar para consecuentemente reducir dichos tiempos. También se analizó si todas las transacciones dentro de cada operación eran necesarias o se podían llevar a cabo de una forma más fácil para el operador y hacerlas más eficientes, además, se rediseñaron las rutas de cada una de estas operaciones utilizando un diagrama de espagueti. Entre las operaciones más importantes o clave en el centro de distribución se analizaron las siguientes: Recibo de materiales, acomodo de materiales, conteos cíclicos, surtido de órdenes de compra y embarques o envíos.

3.2.1 Recibos.

En esta operación se reciben las órdenes de compra de los proveedores de materia prima, después de descargar el material del camión se lleva el material al área de recibo, donde se lleva a cabo una revisión física del material y del listado de empaque del proveedor, después, se procede a la captura de los datos en la computadora de escritorio, se introducen los datos manualmente en el sistema MRP Oracle, tales datos son el número de orden de compra y línea, al obtener la información de la orden se confirma el número de parte y cantidad para después asignar una locación de recibo para los materiales y se salva la transacción para terminar automáticamente obteniendo una etiqueta que contiene número de parte, lote y serie según sea el caso del producto, dicha información contiene su código de barras.

Se tomaron los tiempos que eran un promedio de 7 minutos con 10 segundos para cada número de parte en una orden de compra regular utilizando la ruta habitual desde el área de descarga hasta finalizar el recibo de la transacción en el sistema, cabe destacar que no se tenía una ruta bien establecida y el material se colocaba en diferentes partes del área de recibo o incluso en el área de almacén y de envíos generando más distancias innecesarias a recorrer y por ende, más tiempos en el proceso (**figura 1**).

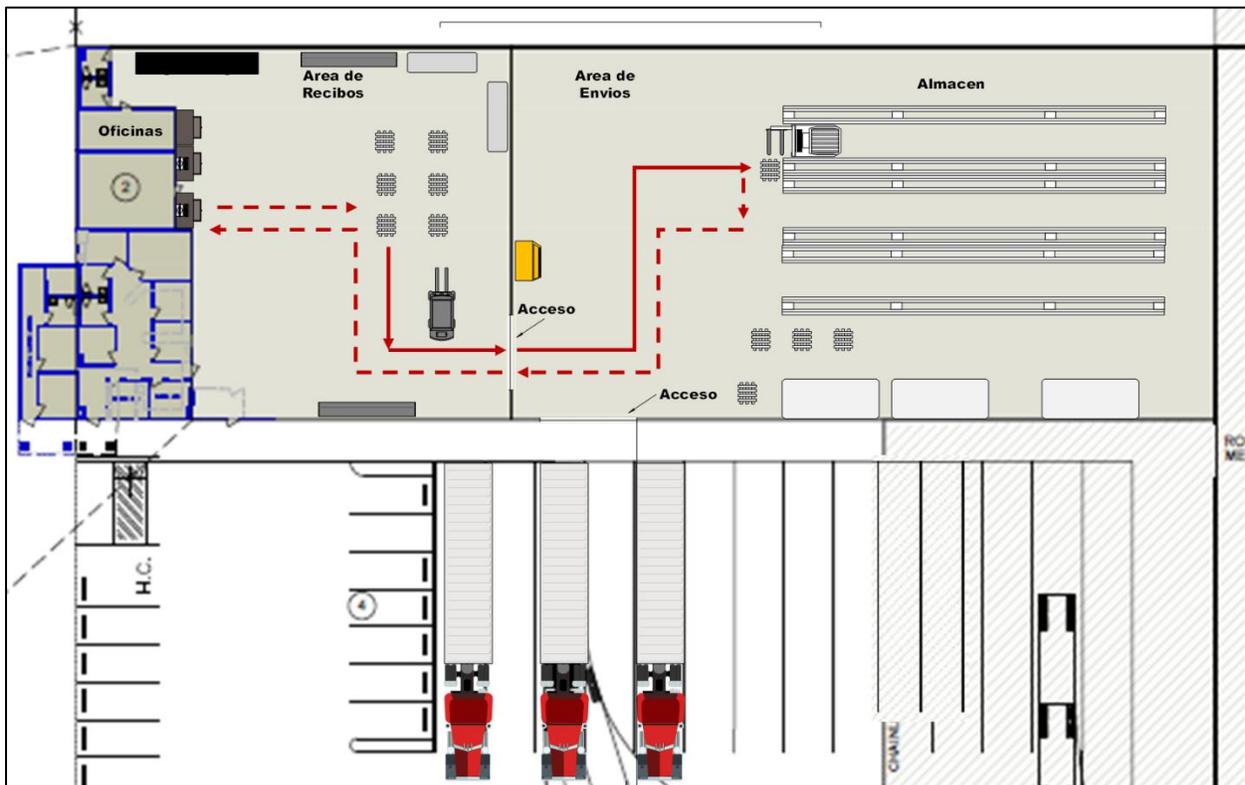
Figura 1. Distribución original y flujo del proceso de recibo de materiales.



3.2.2 Acomodo de materiales.

Después de haber recibido el material se procede a revisar si tiene demanda de venta a producción que se encuentra en la planta de Mexicali o si tiene alguna orden de venta directa el cliente, de no ser así, se almacena en las ubicaciones hasta que se aproxime la fecha de venta para cualquiera de las dos opciones antes mencionadas. El proceso de almacenamiento comienza en el área de recibo donde se recoge el material para ser transportado al área de almacén en racas, se selecciona una locación disponible para el tipo y tamaño de material y se coloca en ella, se apunta la locación en el listado de empaque del proveedor para después llevar esta información a las computadoras de escritorio y hacer la transferencia de inventario en el sistema MRP Oracle, se introduce manualmente el número de parte, locación, cantidad, lote y serie según sea el caso, se salva la transacción y se archiva la documentación. Se tomaron los tiempos que mostraron un promedio de 6 minutos con 3 segundos para cada número de parte acomodado (**figura 2**).

Figura 2. Distribución original y flujo del proceso de acomodo de materiales.

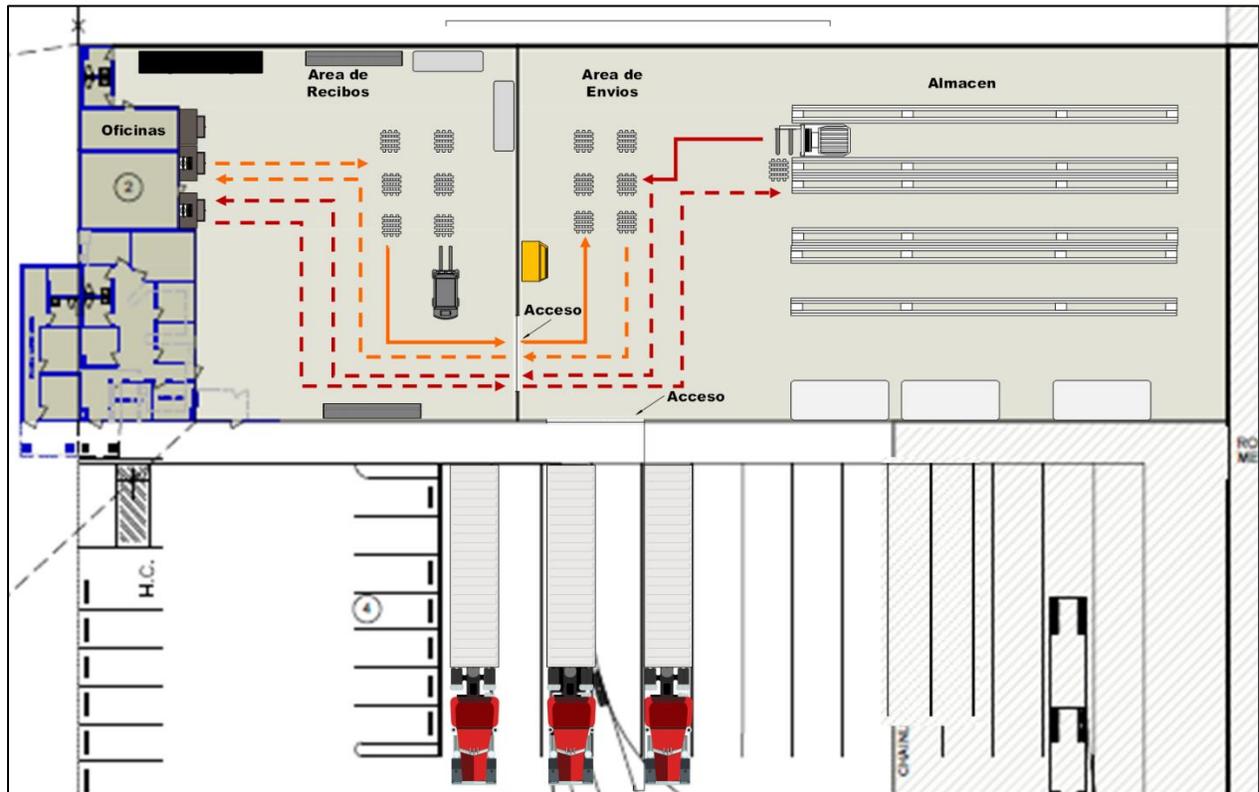


3.2.3 Surtido de órdenes de venta.

En este proceso, se surten los materiales para las órdenes de venta a producción en la planta de Mexicali o bien, para las órdenes de venta directas al cliente, hay dos diferentes procesos, el primero es cuando se surte una orden de venta utilizando un listado de recolección o pick slip tomando el material del almacén y llevando a cabo las transacciones de los materiales que se encuentren en dicho documento para concretar la venta interna o al cliente en las computadoras de escritorio utilizando el sistema Oracle, posteriormente, se traslada el material al área de envíos para su preparación y empaque. Se tomaron los tiempos y se mostró un promedio de 4 minutos con 35 segundos para cada línea o número de parte surtida, recorrido en rojo **(figura 3)**.

El segundo proceso de envío es el de cruzado de muelle, donde el material que apenas fue recibido será movido directamente al área de envíos utilizando el mismo listado de recolección de orden de venta, pero esta vez, no se surte del almacén, sino que la transacción se lleva a cabo directamente de la locación de recibo por medio del sistema MRP Oracle. En este caso se tomaron tiempos y se mostró un tiempo promedio de transacción de 3 minutos con 25 segundos por línea o número de parte procesada, recorrido en naranja **(figura 3)**.

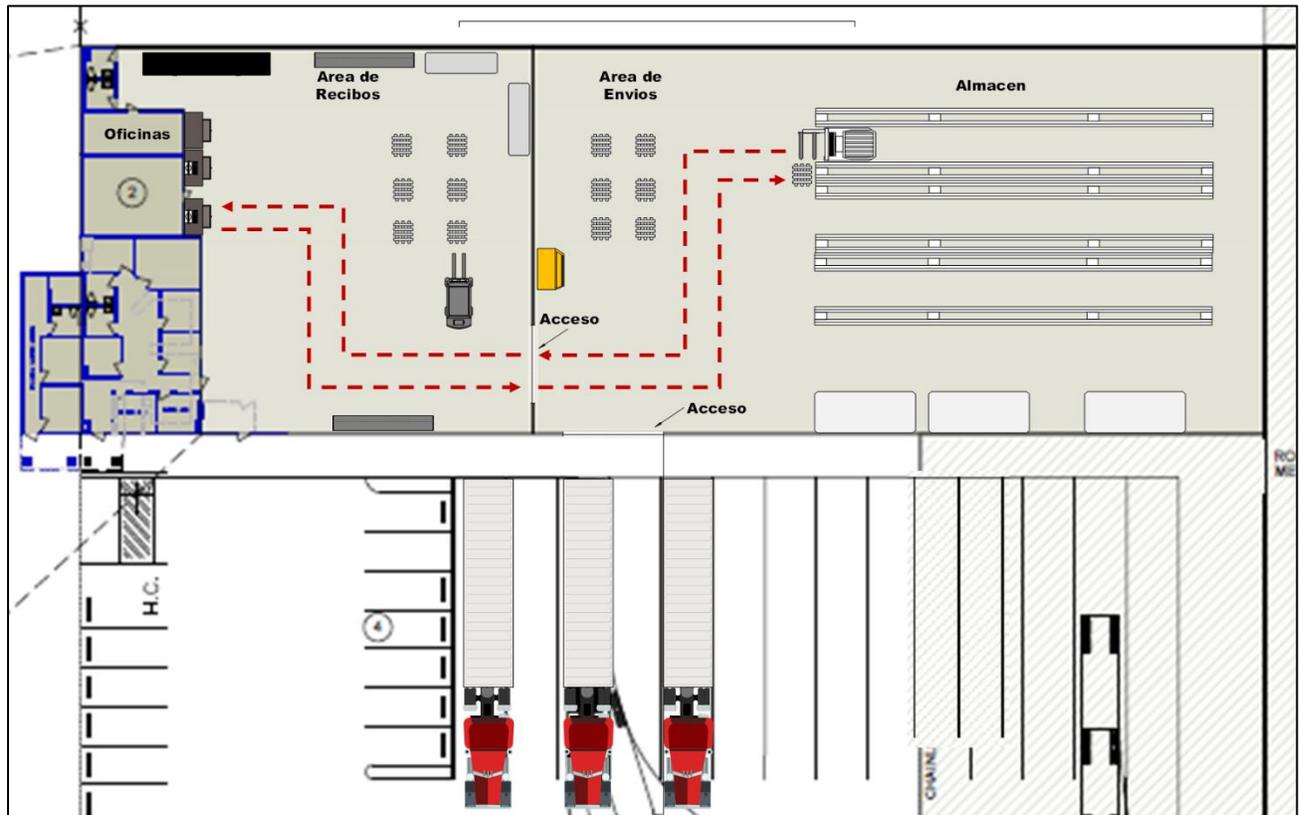
Figura 3. Distribución original y flujo del proceso de surtido de órdenes de venta.



3.2.4 Conteos cíclicos.

En esta empresa el conteo cíclico se debe efectuar dos veces al año y se deben contar todas las ubicaciones de la organización, así como el valor total del inventario existente para obtener también la veracidad del mismo y darnos un panorama de que tan exactas son las transacciones de los materiales. Después de programado el conteo y entregado al personal de almacén se mostró un tiempo promedio de 5 min con 8 segundos por articulo contado y capturado en la computadora de escritorio en el sistema MRP Oracle (**figura 4**).

Figura 4. Distribución original y flujo del proceso de conteos cíclicos.



3.3 Fase 2.

Se analizó la existencia de recursos y tecnologías ya existentes en la compañía para verificar si ya estaban disponibles sin ser utilizadas o si era viable implementar recursos y tecnologías adicionales. Esto se verificó por medio del estudio de cada operación y sus necesidades de simplificar, facilitar y hacer más eficiente cada uno de sus pasos, se hizo la comparación de los equipos físicos tanto como las oportunidades de mejora que se tenían en cuanto a la programación de los sistemas de cómputo y el programa MRP que se utiliza en la compañía Oracle.

3.4 Fase 3.

Para minimizar los costos se verificó que en las operaciones se maximicen los recursos y no se desperdicie ninguno, esto basado en el enfoque de manufactura esbelta y los 8 desperdicios que se pueden reducir o evitar en la operación que principalmente se traducen en pérdidas de tiempo y dinero en la mayoría de los casos.

3.5 Fase 4.

Se estudiaron los métricos dentro de la misma compañía en diferentes sucursales para saber cuáles aplican a este centro de distribución y así comenzar a medir y aplicar dichos métricos, cabe destacar que algunos ya se llevaban a cabo y se analizó si se conservarían, se modificarían o se eliminarían por no proveer información relevante para la operación en sí. Además de los métricos también se analizaron los diseños y estrategias que se utilizan dentro de la compañía y en otras de clase mundial.

Capítulo 4: Resultados.

Después de analizar cada una de las principales operaciones que se llevan a cabo en el centro de distribución, se logró reducir los tiempos y movimientos haciendo cambios estratégicos en cada una de ellas como son los cambios en las rutas y estaciones de trabajo para mejorar el flujo de los materiales. También se encontró que se tenían varios recursos a la mano si ser utilizados entre ellos escáneres que son dispositivos móviles del mismo sistema Oracle y que se implementaron en cada una de las operaciones para hacer las transacciones más rápidas, veraces y sobre todo en tiempo real, eliminando así las transacciones en las computadoras de escritorio. Otro recurso muy valioso fue la mejora en el mismo sistema, dando un número de prioridad a cada locación que se empieza a utilizar en el orden de surtido y evita que se hagan movimientos innecesarios ya que sigue un flujo ordenado, esta prioridad de locación se ve reflejada en cada orden de surtido para las órdenes de venta donde el surtidor jamás se regresa en su ruta. Se logró reducir desperdicios en tiempo, distancias, movimientos, combustibles y energía de montacargas y del operador, así como el uso de tarimas utilizando el espacio disponible en otras que vienen del proveedor poniendo material surtido de almacén en ellas, disminuyendo así la compra de tarimas nuevas. También se agregaron métricos a los que ya existían para así medir los factores claves de la operación.

4.1 Resultados Fase 1.

Después de analizar cada una de las operaciones más importantes que se llevan a cabo en el centro de distribución, se logró reducir las distancias, operaciones innecesarias o incorrectas, además de sustituir las transacciones en la computadora de escritorio por transacciones con escáneres móviles del mismo sistema que ya se tenían, pero no se utilizaban ya que no estaban debidamente programados debido a una actualización no instalada. Por otra parte, se marcaron y delimitaron las áreas de trabajo para que sean más visuales. Estas acciones nos dieron como resultado disminuciones en tiempos y esfuerzos bastante satisfactorias. A continuación, se describen cada una de ellas:

4.1.1 Resultados en recibos.

Se redujeron los tiempos de esta operación gracias al rediseño de la ruta de descarga que no en todos los casos terminaba en el área de recibo donde debe ser, de esta manera se evitó que el material se colocara en las otras áreas que no corresponden a la operación en sí, se delimitaron y marcaron las áreas en recibo para definir un sentido al flujo y el acomodo de las tarimas con el principio de primeras entradas, primeras salidas, donde se implementó un código de colores en conos para las tarimas donde el color azul significa que el material está en proceso de recibo, el color amarillo que tiene algún problema para poder ser recibido y el color verde que significa que el material de esa tarima está listo para ser movido al área de envíos o bien, para ser transferido a almacén y ser ubicado en racas (**tabla 1**). Otra acción llevada a cabo fue el uso de escáneres para la transacción en sistema MRP Oracle móvil, con este escáner se recibe la orden de compra leyendo códigos de barra directamente del listado de empaque del proveedor, así, la transacción se lleva completamente en tiempo real y con más exactitud, ya que se evitan errores de captura al introducir manualmente la información en la computadora de escritorio (**figura 6**).

Se tomaron los tiempos nuevamente después de los cambios y se obtuvo un promedio de 5 minutos con 20 segundos para cada número de parte en una orden de compra regular utilizando la nueva ruta, flujo y acomodo de tarimas desde el área de descarga hasta finalizar en el área de recibo (**figura 5**), donde después se procede con la transacción utilizando el escáner de Oracle móvil (**figura 6**). El ahorro en tiempos es de 1.83 minutos que representa el 25% del tiempo promedio que tomaba procesar un número de parte de una orden de compra (**tabla 2**).

Tabla 1. Código de colores para estatus visual de materiales.

Código de colores para estatus visual de materiales.	
Situación del material en tarima	Color de cono
En proceso de recibo	Azul
Problema de recibo	Amarillo
Listo para embarque o acomodo en racas	Verde

Tabla 2. Ahorro en tiempos de operación.

Operacion	Tiempo original promedio	Tiempo mejorado	Tiempo original en Decimal	Tiempo mejorado en decimal	Ahorro de tiempo en %	Ahorro de tiempo en decimal
Recibo de materiales	0:07:10	0:05:20	7.16	5.33	25%	1.83
Transferencia de inventarios	0:06:03	0:03:47	6.12	3.78	38%	2.34
Surtido de ordenes de almacen	0:04:35	0:03:45	4.58	3.75	18%	0.83
Surtido de ordenes de recibo	0:03:25	0:02:40	3.41	2.66	22%	0.75
Conteos ciclicos	0:05:08	0:04:10	5.13	4.16	19%	0.97

Figura 5. Nueva distribución y flujo de recibo de materiales.

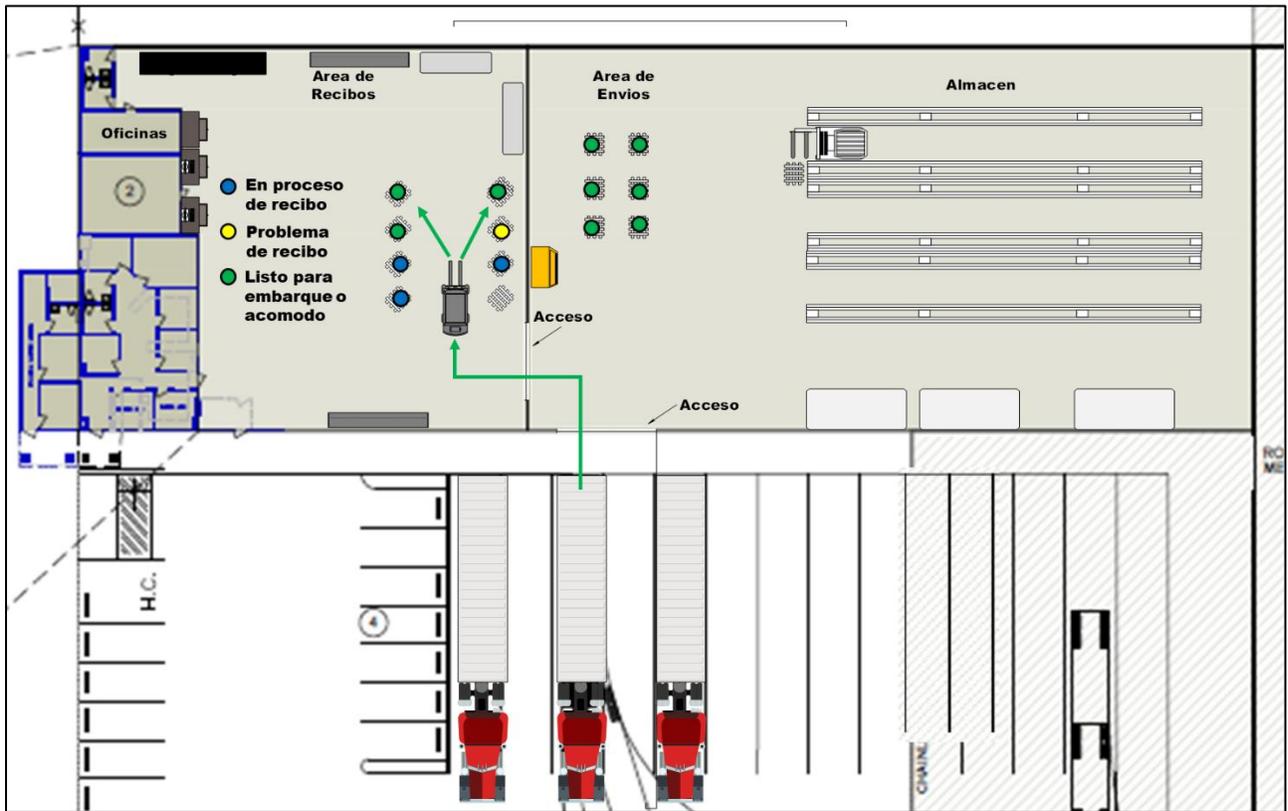
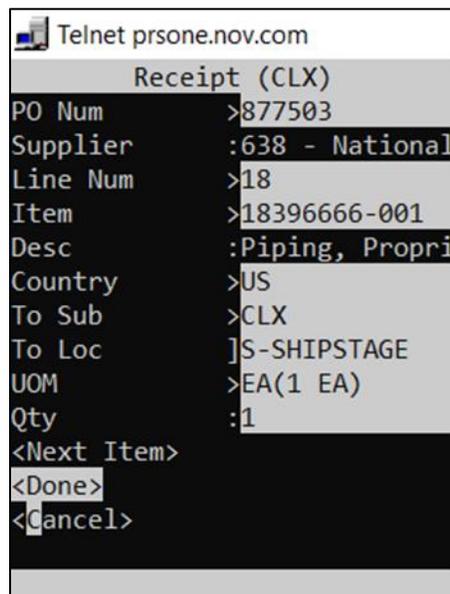


Figura 6. Recibo de órdenes de compra con escáner Oracle móvil.



4.1.2 Resultados en acomodo de materiales.

En este proceso es donde más se logró reducir el tiempo de acomodo de materiales gracias al rediseño de la ruta y sobre todo al uso del escáner de Oracle móvil, ya que el personal de almacén no tiene que regresar a transactar el material en la computadora de escritorio haciendo la transacción en el momento ya que el escáner pide leer el código de barras que se generó para el material y que ya se encuentra en cada uno de los materiales, después, pide leer la locación de donde se transfiere el material que en este caso es la locación de recibo (**figura 7**), cabe destacar que la etiqueta con el código de barras de esta locación se encuentra disponible en cada uno de los montacargas para poder tomar el material virtualmente, a continuación el escáner pide leer la nueva locación donde ya se ha colocado el material que cuenta cada una de ellas con su etiqueta de código de barras, seguido de esto, pide confirmar la cantidad que se desea transferir ya que en algunos casos se transfieren cantidades parciales, por ultimo después de confirmar la cantidad se salva la transacción y se obtiene un mensaje de transacción exitosa (**figura 9**). Se tomaron los tiempos que mostraron un promedio de 3 minutos con 47 segundos para cada número de parte acomodado con esta nueva modalidad (**figura 8**). El ahorro en tiempos es de 2.32 minutos que representa el 38% del tiempo promedio que tomaba procesar el acomodo de un número de parte (**tabla 2**).

Figura 7. Código de barras en material y ubicaciones.



Figura 8. Nueva distribución y flujo de acomodo de materiales.

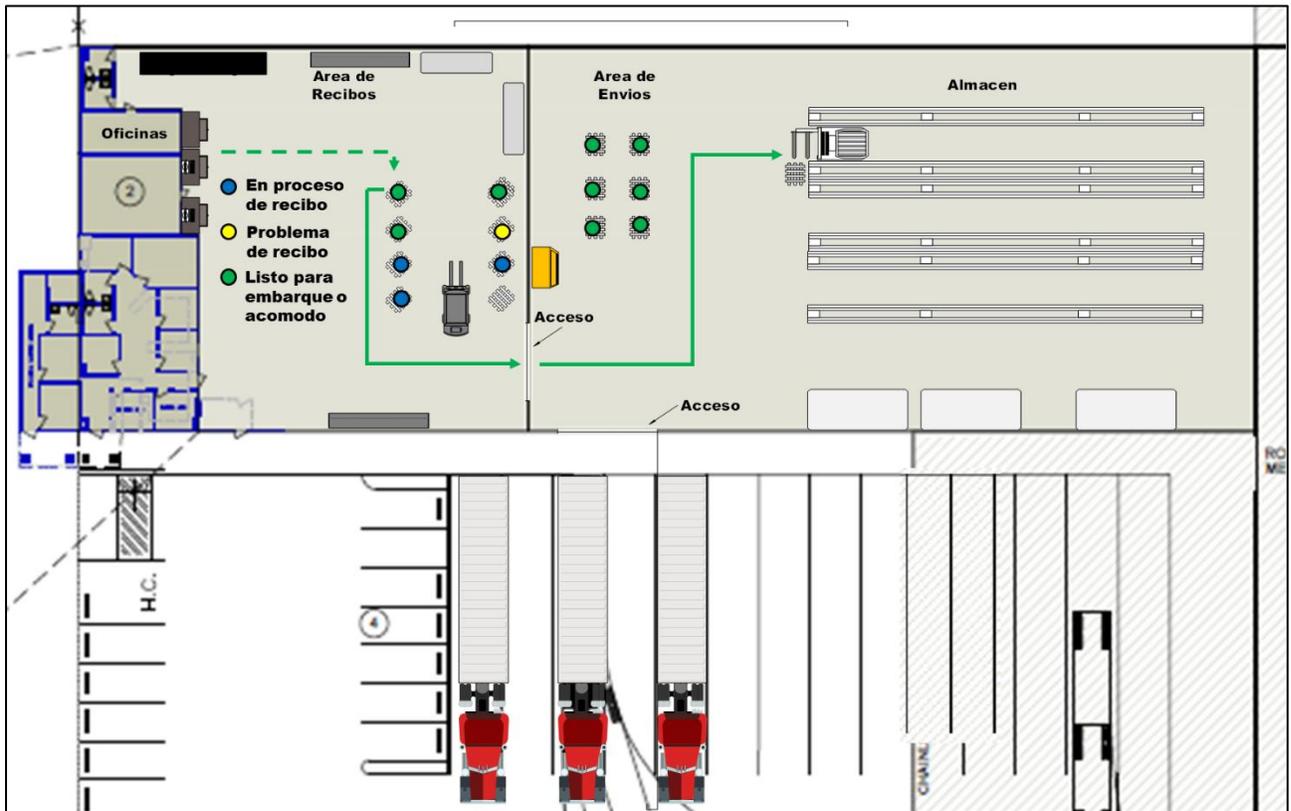


Figura 9. Acomodo de materiales con escáner Oracle móvil.

```
Telnet prsone.nov.com
Sub Transfer (CLX)
Item >10377877-001
Desc :Bearing, Roller El
From Sub >CLX
Loc ]S-SHIPSTAGE
UOM >EA(1 EA)
On Hand :3
Avail Qty :2
Qty :1
To Sub >CLX
To Loc ]S1A2-A
Reason >0100 - Material
<Save/Next>
<Done>
<Cancel>
```

4.1.3 Resultados en surtido de órdenes de venta.

Otro proceso más donde se redujo el tiempo de operación fue el de surtido de órdenes de venta, como se mencionó anteriormente existen dos diferentes rutas, la primera es donde se surte material del inventario existente en racas de almacén, para esto se procesa una orden de surtido, aquí también se implementó el escáner de Oracle móvil para transactar los materiales sistemáticamente (**figura 12**), el escáner pide la lectura del código de barras de la orden de surtido y con ello despliega los componentes a surtir, como son, cantidades, ubicaciones de donde tomar el material e indica la serie o lote que específicamente se tiene que surtir (**figura 11**), ya que Oracle toma los materiales como primeras entradas, primeras salidas y así vender los lotes o series con más tiempo en almacén.

Con esto se logró reducir los tiempos y evitar que el personal regrese a las computadoras de escritorio para introducir información manualmente, ya que el escáner es mucho más rápido y preciso al escanear la información desplegada de la orden de surtido. Además, se le dio un número de prioridad a las ubicaciones en la configuración de Oracle para asegurar una ruta de surtido con un flujo continuo de principio a fin del surtido del material para ser llevado al área de envíos (**figura 16**). Se tomaron los tiempos y se mostró un promedio de 3 minutos con 45 segundos para cada línea o número de parte surtida, recorrido en verde (**figura 10**). El ahorro en tiempos es de .83 minutos que representa un 18% del tiempo promedio que tomaba procesar el surtido de un número de parte (**tabla 2**).

En el segundo proceso o ruta de envío que es el de cruzado de muelle o surtido de trasbordo, se logró reducir un poco más el porcentaje de tiempo que en la primera ruta, ya que se procesa la orden de surtido de material directamente del área de recibo, entonces el material ya no se almacena y se lleva directo al área de envíos, se utiliza el escáner de Oracle móvil para procesar el surtido de una manera más rápida y eficaz. En este caso se tomaron tiempos y se mostró un tiempo promedio de transacción de 2 minutos con 40 segundos por línea o número de parte procesada, recorrido en color purpura (**figura 10**). El ahorro en tiempos es de .75 minutos que representa un 22% del tiempo promedio que tomaba procesar el surtido de un número de parte (**tabla 2**).

Figura 10. Nueva distribución y flujo de surtido de órdenes de venta.

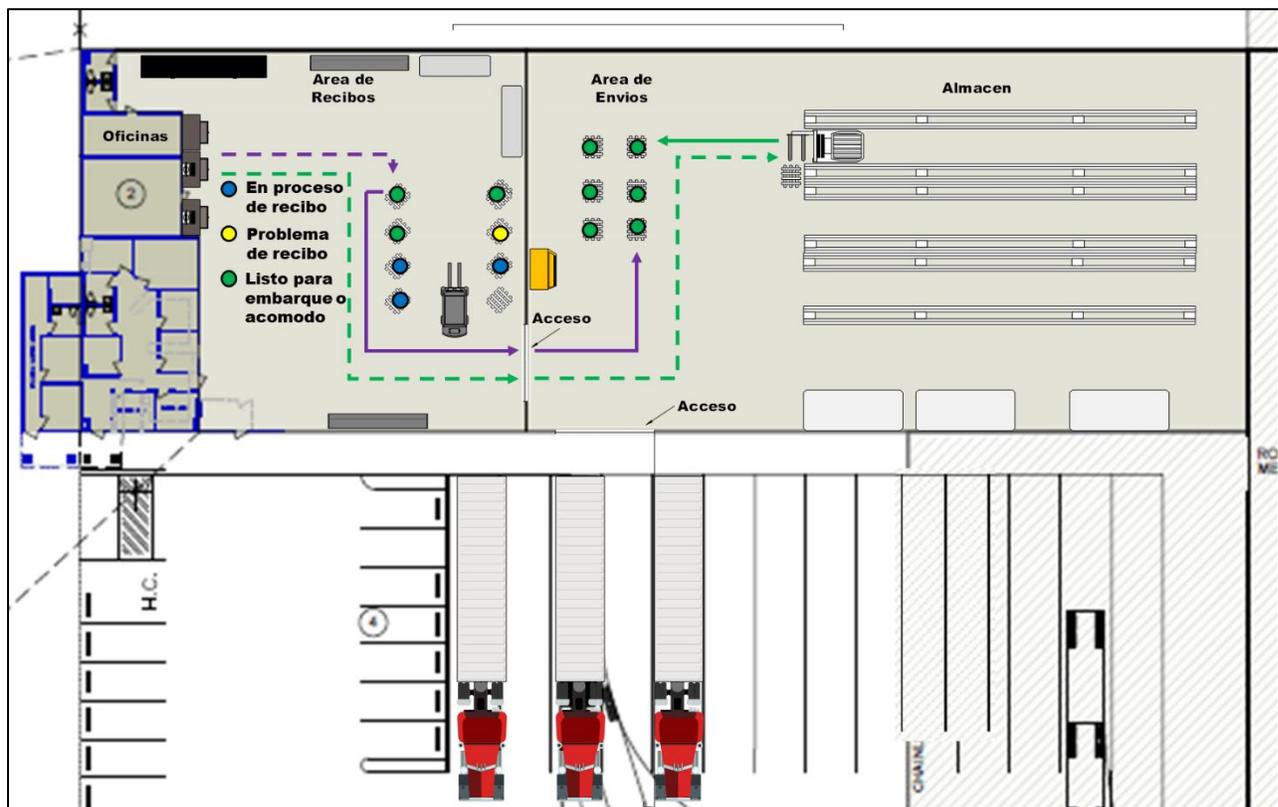


Figura 11. Hoja de surtido de órdenes de venta.

 National Oilwell Varco Norway AS 2270 Portico Blvd. Calexico, CA 92231 United States		<table border="1"> <tr><td>Pick Batch</td><td>54629213</td></tr> <tr><td>Date of Print</td><td>07-Sep-2020 15:26</td></tr> <tr><td>Page</td><td>1 of 1</td></tr> </table>	Pick Batch	54629213	Date of Print	07-Sep-2020 15:26	Page	1 of 1																													
Pick Batch	54629213																																				
Date of Print	07-Sep-2020 15:26																																				
Page	1 of 1																																				
Sales Order Pick Slip																																					
Consignee BP Exploration (Caspian Sea) Limited Customer Number: 5014081 Final Destination AZ Azerbaijan	Organization	Calexico																																			
	Pick Slip Number	63120811																																			
	Delivery Number	40379925																																			
	Sales Order	378829																																			
	Order Manager	Philip Kamphuis																																			
	Ship Method	WILL_ADVISE																																			
Customer PO#	MULTIPLE																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Line</th> <th>Move Order/Line</th> <th>Item Number/ Item Description</th> <th>Pick Qty</th> <th>Qty Bckdrd</th> <th>Ship Set</th> <th>Inventory Destination</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>319.1</td> <td>54629213/1</td> <td>16647421-003 Slip;30";CP- 500;Assembly;Rating 500 sTon / 453.6 tonne;PSL API 7K Latest Edition;CB 30" + 30" HCS + SB 36"x30"</td> <td>1.00 ST</td> <td>0.00 ST</td> <td></td> <td>STAGE</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Actual Picked</td> <td>Actual Bckdrd</td> <td></td> <td>Destination Locator STG 16409 134-6000</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Sub-inventory CLX</td> <td>Locator S-STAGE </td> <td>Allocated Qty. 1.00</td> <td>Lot Number</td> <td>Serial Number(s) XK-20-1030949-XK-20-1030949</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Prj:16409 Task:134-6000</td> <td></td> <td>COO:Mexico</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Line	Move Order/Line	Item Number/ Item Description	Pick Qty	Qty Bckdrd	Ship Set	Inventory Destination	319.1	54629213/1	16647421-003 Slip;30";CP- 500;Assembly;Rating 500 sTon / 453.6 tonne;PSL API 7K Latest Edition;CB 30" + 30" HCS + SB 36"x30"	1.00 ST	0.00 ST		STAGE				Actual Picked	Actual Bckdrd		Destination Locator STG 16409 134-6000		Sub-inventory CLX	Locator S-STAGE	Allocated Qty. 1.00	Lot Number	Serial Number(s) XK-20-1030949-XK-20-1030949				Prj: 16409 Task: 134-6000		COO: Mexico		
Line	Move Order/Line	Item Number/ Item Description	Pick Qty	Qty Bckdrd	Ship Set	Inventory Destination																															
319.1	54629213/1	16647421-003 Slip;30";CP- 500;Assembly;Rating 500 sTon / 453.6 tonne;PSL API 7K Latest Edition;CB 30" + 30" HCS + SB 36"x30"	1.00 ST	0.00 ST		STAGE																															
			Actual Picked	Actual Bckdrd		Destination Locator STG 16409 134-6000																															
	Sub-inventory CLX	Locator S-STAGE	Allocated Qty. 1.00	Lot Number	Serial Number(s) XK-20-1030949-XK-20-1030949																																
		Prj: 16409 Task: 134-6000		COO: Mexico																																	

Figura 12. Surtido de órdenes de venta con escáner Oracle móvil.

```

Telnet prsone.nov.com
MO Allocation(CLX)
MO Num      :54629213
Line Num    :1
SO Num      :378829
Item        :16647421-003
Req Qty     :1
Confirm     :1
SN          >
From Sub    :CLX
From Loc    :S-STAGE||
To Sub      :STAGE
To Loc      :STG
Reason      >
<Save/Next>
<Cancel>
XK-20-1030949 Processed
    
```

4.1.4 Resultados en conteos cíclicos.

Al igual que en las otras transacciones, el uso del escáner de Oracle móvil ayudo muchísimo en los tiempos ya que con él se transactan las cantidades contadas en las ubicaciones programadas y así se evita el regreso del personal para la captura manual en las computadoras de escritorio (**figura 13**), además de que al escanear el código de barras de los materiales se asegura un conteo más confiable y en tiempo real para no interferir en las demás operaciones de almacén. Después de programado el conteo y entregado al personal de almacén se mostró un nuevo tiempo promedio de 4 min con 10 segundos por articulo contado y capturado en el escáner del sistema MRP Oracle (**figura 14**). El ahorro en tiempos es de .97 minutos que representa un 19% del tiempo promedio que tomaba procesar el conteo de un numero de parte (**tabla 2**).

Figura 13. Nueva distribución y flujo de conteos cíclicos.

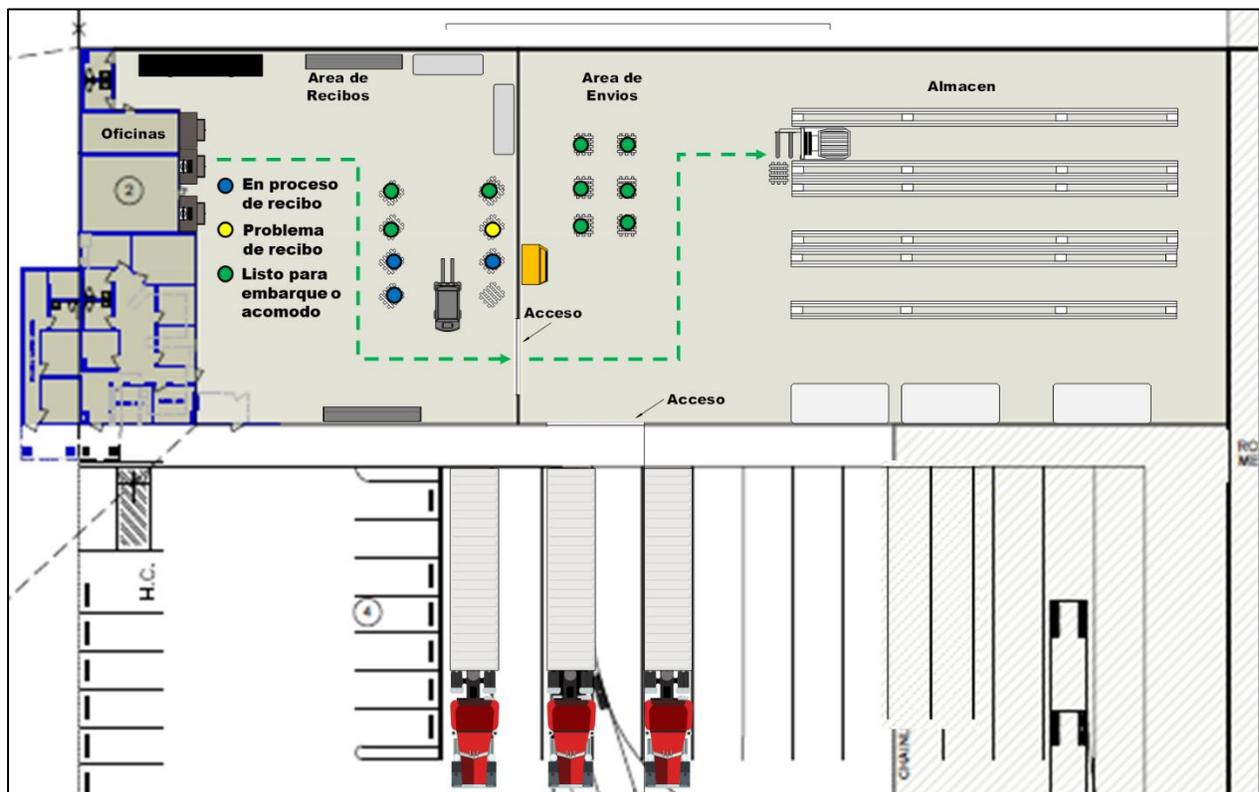
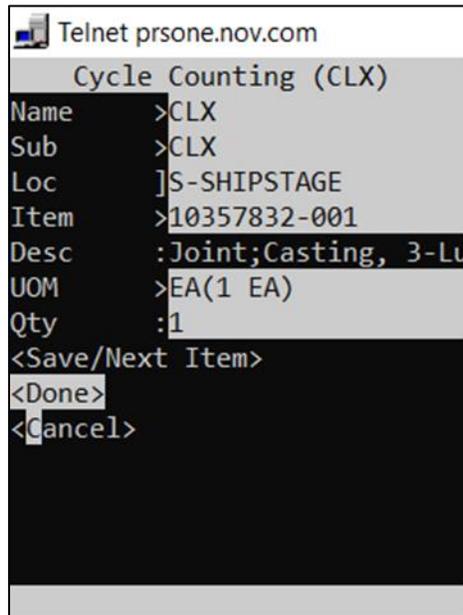


Figura 14. Conteos cíclicos con escáner Oracle móvil.



4.1.5 Resultados monetarios del ahorro en tiempo en las operaciones.

El ahorro en tiempos de cada operación se ve reflejada en dólares, ya que el costo de cada hora laboral más beneficios promedio por empleado es de \$20.35dlls lo cual quiere decir que el costo por minuto es de \$.34 centavos reflejando un ahorro anual en tiempo de 1065.87 horas laborales y de **21,692.76 dólares**, (tabla 3).

Tabla 3. Ahorro en tiempos de operación en dólares.

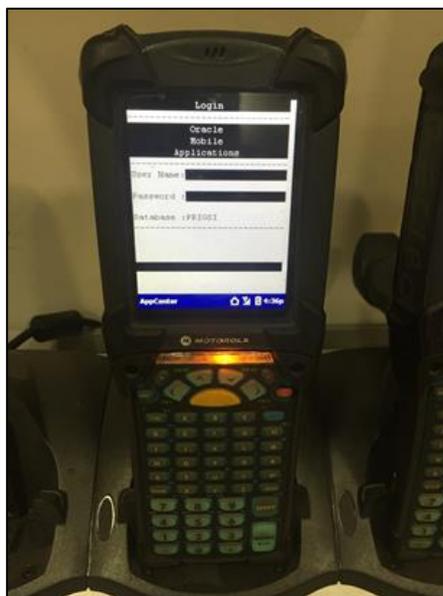
Operacion	Ahorro de tiempo en decimal	Ahorro en dolares	Transacciones semanales promedio	Ahorro en dolares semanalmente	Ahorro en dolares anualmente
Recibo de materiales	1.83	\$ 0.62	380	\$ 235.88	\$ 12,265.74
Transferencia de inventarios	2.34	\$ 0.79	128	\$ 101.60	\$ 5,283.05
Surtido de ordenes de almacen	0.83	\$ 0.28	58	\$ 16.33	\$ 849.11
Surtido de ordenes de recibo	0.75	\$ 0.25	165	\$ 41.98	\$ 2,182.75
Conteos ciclicos	0.97	\$ 0.33	65	\$ 21.39	\$ 1,112.10
				\$ 417.17	\$ 21,692.76

4.2 Resultados Fase 2.

4.2.1. Reactivación de escáneres Oracle móvil.

En esta fase se trabajó para reactivar una de las tecnologías de más impacto en cada una de las operaciones diarias, estos son los escáneres del MRP Oracle móvil (**figura 15**), ya que estos como su nombre lo indica, son móviles o portátiles y dan el mismo servicio que el sistema Oracle en las computadoras de escritorio pero de una manera más rápida, en el lugar de la transacción y con una probabilidad de error muy baja ya que se escanea por medio de código de barras cada uno de los campos que se requieren para las transacciones y que cada código esta ya sea en los materiales o en las ubicaciones que son parte de dichas transacciones. La reactivación se llevó a cabo ya que estos escáneres no estaban actualizados y no se estaban utilizando, desperdiciando así una oportunidad de ahorro bastante significativa, sin dejar de mencionar otros beneficios como las transacciones en tiempo real sin desfases entre otras operaciones y los errores de captura manual por el personal de la empresa. Reactivarlos con la actualización no tuvo ningún costo ya que los equipos y accesos del personal ya se tenían y sólo se tuvo que contactar al equipo de IT en el corporativo para llevar esta tarea a cabo.

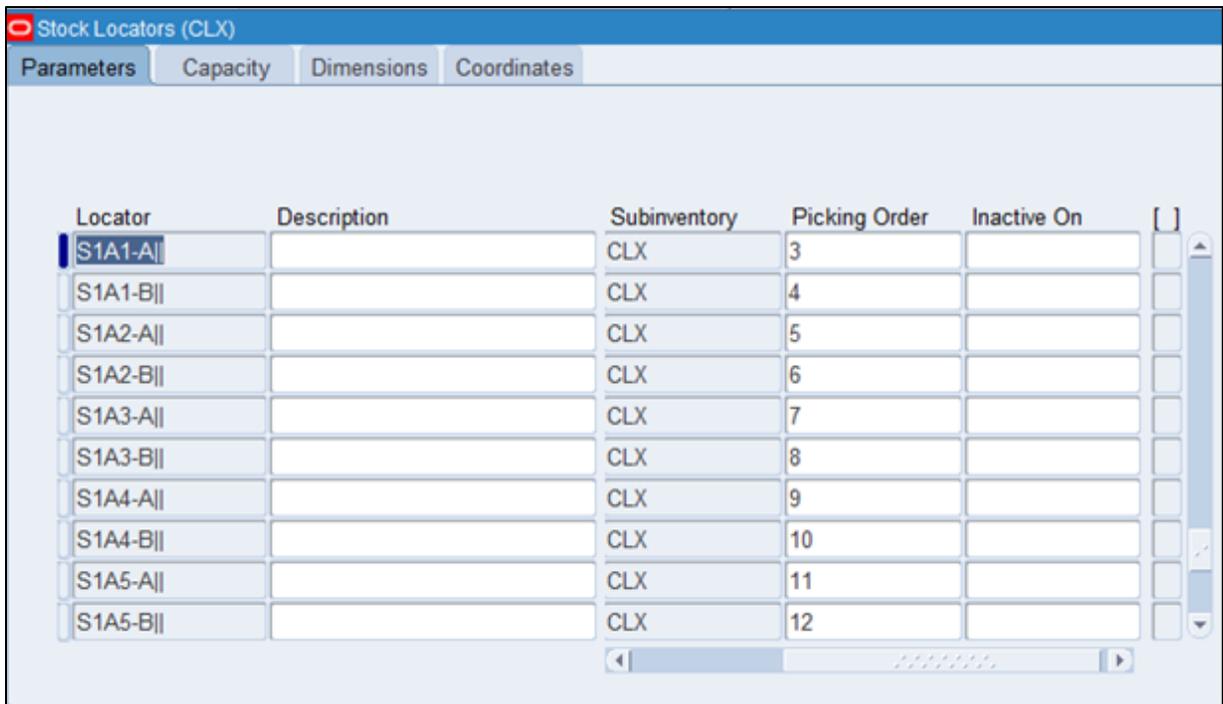
Figura 15. Escáner de Oracle móvil.



4.2.2. Creación de secuencia de surtido en ubicaciones.

Se descubrió que se puede asignar un orden de surtido secuenciado en el sistema a las ubicaciones del almacén (**figura 16**), esto permite que se surta de manera ordenada y secuenciada reduciendo el tiempo de surtido debido a la eliminación de movimientos repetitivos o regresivos además de una importante reducción de energía en las herramientas utilizadas como por ejemplo los mismos escáneres y montacargas. La hoja de surtido se genera con prioridad a las ubicaciones con los números más bajos siguiendo así una ruta efectiva y continua de principio a fin.

Figura 16. Secuencia de surtido en ubicaciones.



The screenshot shows a software window titled "Stock Locators (CLX)" with a tabbed interface. The "Parameters" tab is active. Below the tabs is a table with the following columns: "Locator", "Description", "Subinventory", "Picking Order", "Inactive On", and a small icon column. The table contains 12 rows of data, with the first row highlighted. The "Picking Order" column shows a sequential list from 3 to 12.

Locator	Description	Subinventory	Picking Order	Inactive On	[]
S1A1-A		CLX	3		
S1A1-B		CLX	4		
S1A2-A		CLX	5		
S1A2-B		CLX	6		
S1A3-A		CLX	7		
S1A3-B		CLX	8		
S1A4-A		CLX	9		
S1A4-B		CLX	10		
S1A5-A		CLX	11		
S1A5-B		CLX	12		

4.3 Resultados Fase 3.

4.3.1 Desperdicios.

Enfocados en la manufactura esbelta, especialmente en los 8 desperdicios, se logró minimizar varios de ellos dentro de las operaciones diarias (**tabla 4**). Como ya se explicó en los resultados de la fase 1, se obtuvo un ahorro sólo minimizando los tiempos y movimientos de cada operación de más de 21,692.76 dólares anuales. A continuación, se presentan otro ahorro adicional que se obtuvo durante el análisis de los procesos.

Las tarimas de madera son parte de las operaciones diarias ya que en ellas se transporta el material tanto internamente como externamente, normalmente se compraban 50 tarimas mensuales para los materiales que se surten de almacén y que representaban un costo de \$1,250 dólares ya que cada tarima tiene un costo de \$25 dólares (**figura 17**). Se implementó un tipo de consolidación al utilizar los espacios que se encuentren disponibles en tarimas que llegan con material de proveedores y que van al mismo destino, siempre y cuando no se afectara la integridad de los materiales. Se logró reducir al 50% el uso de tarimas nuevas y actualmente se ordenó la mitad que son 25 piezas (**figura 18**) y que son estrictamente utilizadas para casos no donde la consolidación es prácticamente imposible, con esto se obtuvo un ahorro de \$625 dólares mensuales que representan un ahorro de \$7,500 dólares anuales.

También se consolidaron materiales en almacén entre las tarimas que tenían uno o muy pocos artículos logrando liberar o dejar vacías y disponibles para reutilizar 60 tarimas que representan un ahorro adicional de \$1,500 dólares y que equivale a no ordenar tarimas nuevas durante 2 meses y medio.

Tabla 4. Tipo de desperdicio reducido y ahorro.

Ahorro o Beneficio	Desperdicios							
	Transporte	Inventarios	Movimientos	Espera	Sobreproducción	Sobre procesamiento	Defectos	Subutilización del talento humano
778.58 Hrs anuales de ahorro en tiempos	✓		✓	✓		✓		✓
21,692.76 Dolares anuales por ahorro en tiempos	✓		✓	✓		✓		✓
7,500 dolares anuales en tarifas por consolidacion en recibo		✓						
1,500 dolares en tarifas por consolidacion en almacén		✓						
Areas organizadas y delimitadas	✓		✓	✓		✓	✓	✓

Figura 17. Factura por 50 tarimas.

CAL-COAST PACKING & CRATING, INC. 2040 E. 220th Street Carson, California 90810 Phone (310) 518-7215 * Fax (310) 518-7225			Invoice <table border="1"> <tr> <th>Date</th> <th>Invoice #</th> </tr> <tr> <td>4/3/2020</td> <td>17128</td> </tr> </table>		Date	Invoice #	4/3/2020	17128
Date	Invoice #							
4/3/2020	17128							
Bill To National Oilwell Varco Attn: Accounts Payable PO Box 4638 Houston, TX. 77210 ref: NOV MEXICALI		Ship To ATTN: JUDITH BENITEZ						
P.O. Number		Terms 1% 10 Net 30		Ship Via				
Quantity	Item Code	Description	Price Each	Amount				
50	PALLETS	REF: PALLETS PALLETS	25.00	1,250.00				

Figura 18. Factura por 25 tarimas.

CAL-COAST PACKING & CRATING, INC. 2040 E. 220th Street Carson, California 90810 Phone (310) 518-7215 * Fax (310) 518-7225			Invoice <table border="1"> <tr> <th>Date</th> <th>Invoice #</th> </tr> <tr> <td>8/20/2020</td> <td>17880</td> </tr> </table>		Date	Invoice #	8/20/2020	17880
Date	Invoice #							
8/20/2020	17880							
Bill To National Oilwell Varco Attn: Accounts Payable PO Box 4638 Houston, TX. 77210 ref: NOV MEXICALI		Ship To ATTN: JUDITH BENITEZ						
P.O. Number		Terms 1% 10 Net 30		Ship Via HIGHWAY HAULERS				
Quantity	Item Code	Description	Price Each	Amount				
25	PALLETS	PALLETS - FABRICATION OF 25 PALLETS	25.00	625.00				

4.4 Resultados Fase 4.

4.4.1 Métricos existentes

Revisando los métricos que se llevaban, sólo se tenían los siguientes, nivel de inventarios en dólares (**figura 19**) y conteos cíclicos donde se mide la veracidad del inventario en ubicaciones y dólares (**figuras 20, 21 y 22**). Con esto se descubrió que hay varios métricos más que se pueden implementar conforme a las operaciones que se llevan a cabo debido a que ellos son de gran ayuda para medir las mejoras aplicadas y a tener la operación en si bajo control y bien medida para poder seguir en una mejora continua.

Figura 19. Nivel de inventario en dólares.

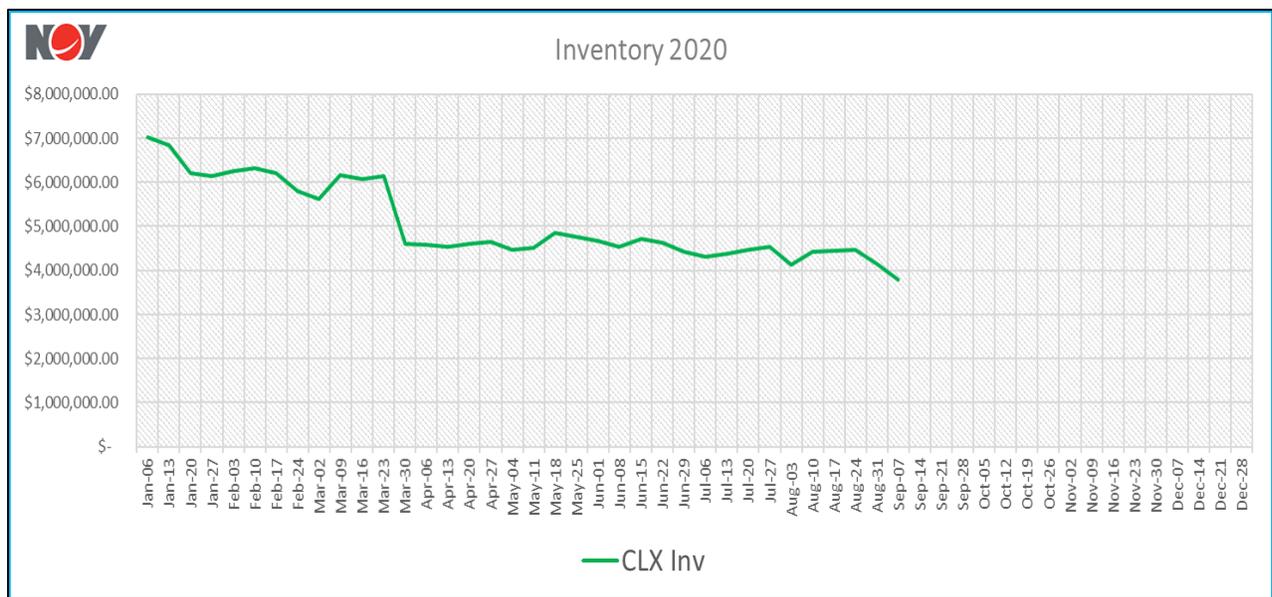


Figura 20. Conteos cíclicos en dólares.

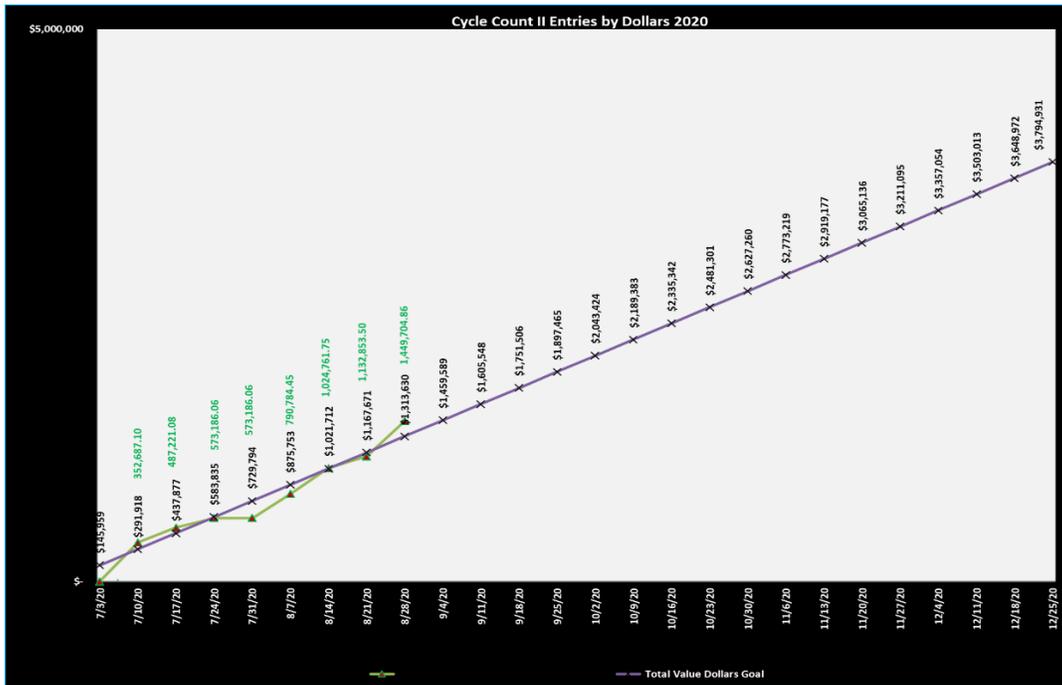


Figura 21. Conteos cíclicos en ubicaciones.

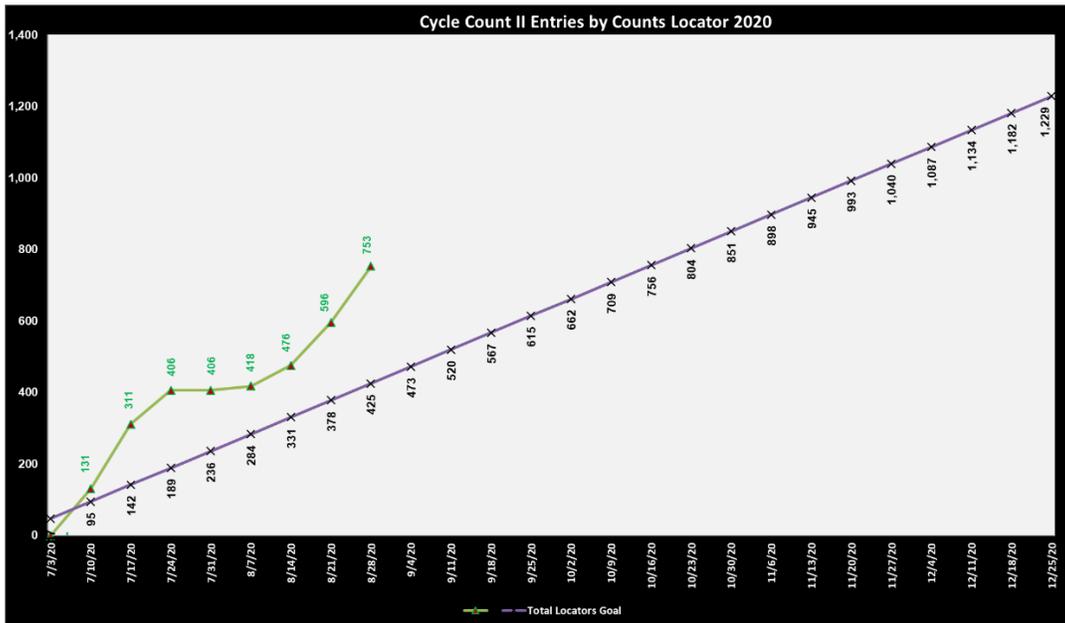
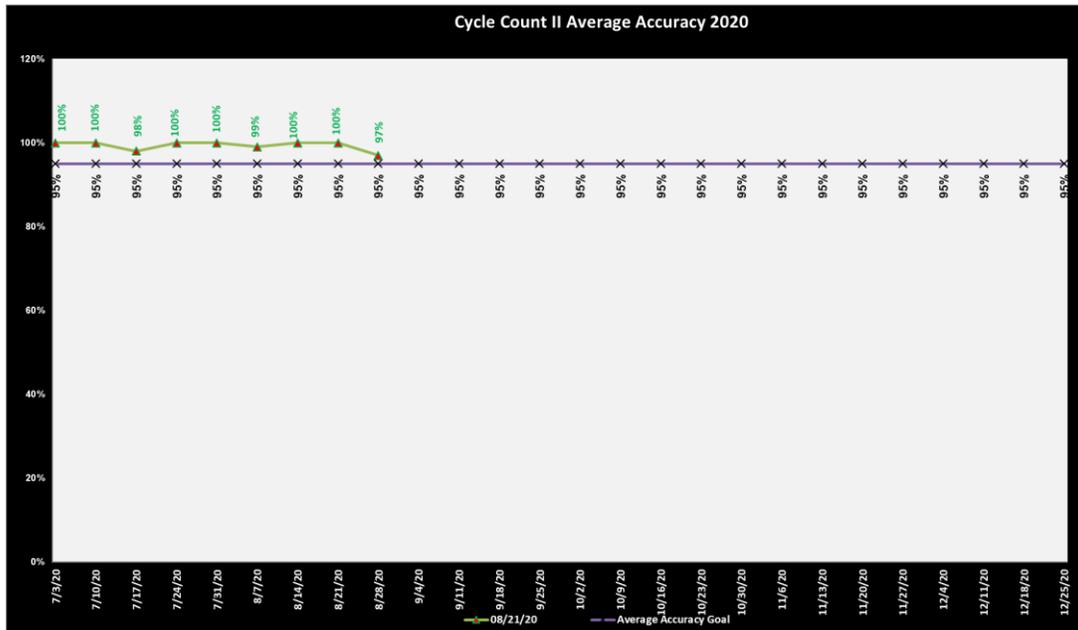


Figura 22. Conteos cíclicos, veracidad.



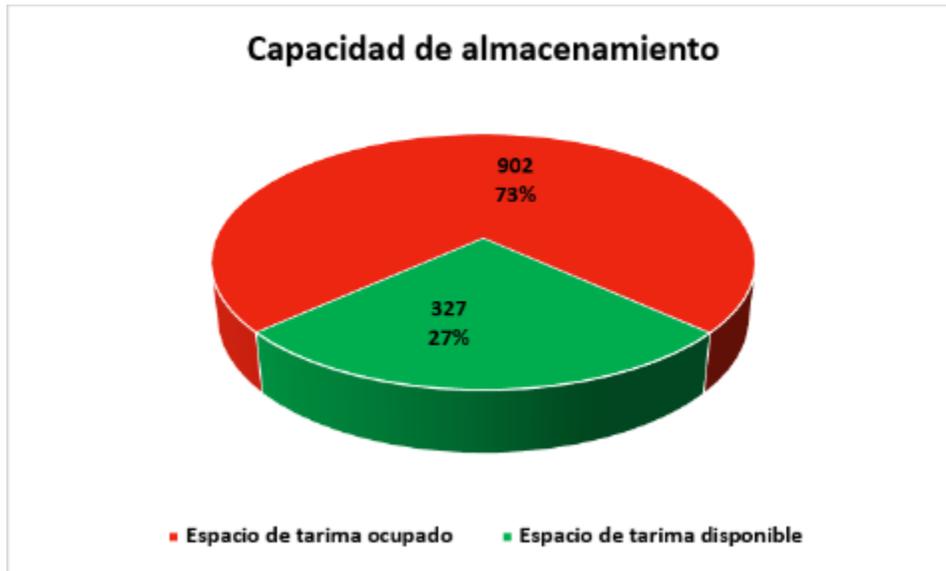
4.4.2 Nuevos métricos implementados.

Se implementaron nuevos métricos que nos ayuden a medir las operaciones clave en la operación:

4.4.3 Capacidad de almacenamiento.

Con este métrico se comenzó a medir la capacidad de almacenamiento ya que sirve para saber cuánto espacio ocupado y cuanto espacio disponible tenemos para poder almacenar en el almacén. Se implemento una gráfica de pie para mostrar en dos piezas ambos espacios (**figura 23**). Con esto podemos saber si tenemos la capacidad de recibir más productos para nuevos proyectos por poner un ejemplo o ver si nuestro inventario crece o disminuye en volumen.

Figura 23. Capacidad de almacenamiento.



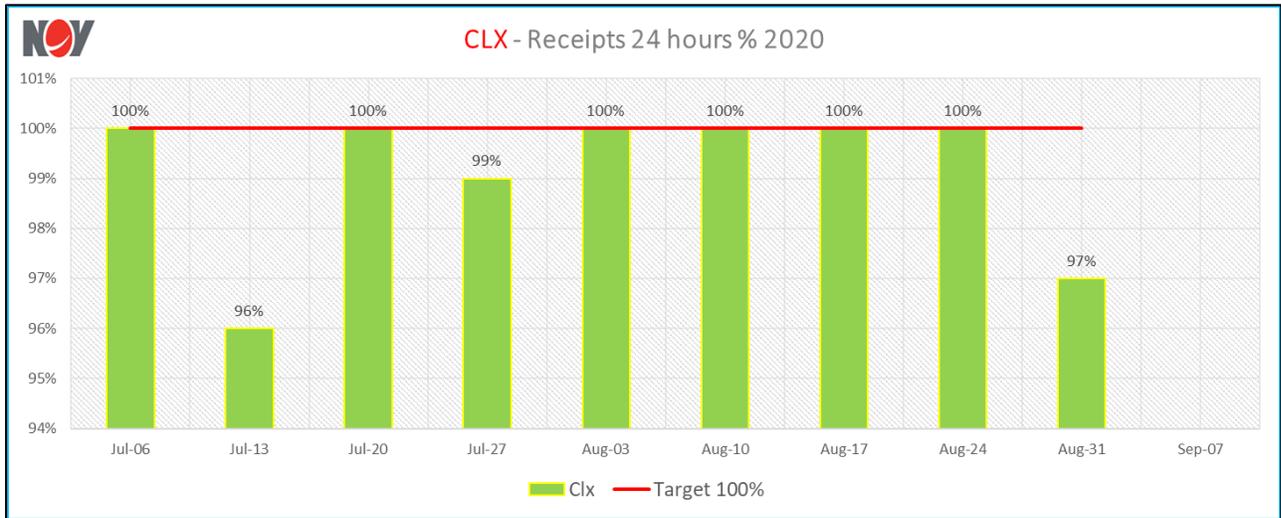
4.4.4 Recibos a tiempo, menor a 24 horas.

Se empezaron a medir los recibos de las órdenes de compra de proveedores, la meta establecida fue recibir cada una de estas órdenes en menos de 24 horas a partir de su llegada, la información del arribo se anota en el papeleo que entrega el transportista por cada tarima entregada (Bill of Lading). Se descubrió que se puede poner una fecha de recibo manualmente al efectuar el recibo en sistema y que Oracle registra otra fecha real de la transacción. Se pidió un reporte que nos mostrara estos resultados semanalmente y así hacer el comparativo de fechas (**tabla 4**), con esto podemos ver que ordenes o líneas han sido recibidas tarde, después de 24 horas o de un día completo desde su descarga. Este métrico nos permite analizar las causas de los recibos tarde y cuantos se tienen semanalmente mediante su respectiva gráfica representada en porcentajes del total (**figura 24**), entre las causas destacaron problemas con las órdenes de compra como rolado de costos de material, ordenes o líneas que requieren aprobación del comprador, así como por falta de documentación con la información del material requerida. Se comenzó a trabajar en estas causas tanto con el comprador como con el proveedor en algunos casos.

Tabla 5. Comparativo de fechas de recibo.

ITEMS\ITEM	ITEM DESCRIPTION	TRANSACTION TYPE	TRANSACTION DATE	RECEIPT CREATION DATE	On time?	UNIT OF
10377876-001	Seal;Seal ID 5.75 in;Seal OD 7 in;Lip;Lower Oil;Width 0.500 in S-120 Power Swivel	RECEIVE	Sep 4, 2020	Sep 4, 2020	On Time	Each
10490302-003	Quick Disconnect;Female NPTF -8;Female;Steel, Zinc Plated;Oper 4000 psi;Valved Coupler	RECEIVE	Sep 2, 2020	Sep 4, 2020	Time", "Late"	Each
18396685-001	Pipino, Proprietary;Water;MEX, TIMSA, MUI5226319 / 45 JAYP0750201;Land Rigs, Drilling;Matl Ster	RECEIVE	Sep 3, 2020	Sep 3, 2020	On Time	Each
H-7917	Fendall Flash Flood Eyewash Station	RECEIVE	Sep 1, 2020	Sep 1, 2020	On Time	Each
10379992-002	Handle;Knob;Ball;OD 1.000 in	RECEIVE	Sep 1, 2020	Sep 3, 2020	Late	Each
11042821-001	Bearing Accessory;LOCKNUT;TMKEN *TAN-24	RECEIVE	Sep 3, 2020	Sep 3, 2020	On Time	Each
10472396-001	Tubing, Round Structural;OD 7 in;Wall 1.25 in;MS00030;TBD;Plain;1015/1026	RECEIVE	Sep 2, 2020	Sep 2, 2020	On Time	Foot
10377867-001	Bearing, Roller Element;Tapered Roller;ID 5.5 in;OD 9 in;W 2.25 in;TMKEN;CUP 892 Cone 898	RECEIVE	Aug 31, 2020	Aug 31, 2020	On Time	Each
18310867-001	Plate, Proprietary;PLT, LIFT, FM, 6012, 7-3/8/10M 55 TON;BOP (Blow Out Preventer);6012;L 16.6 in	RECEIVE	Aug 31, 2020	Aug 31, 2020	On Time	Each
Wood pallets	48 x 40 (Invoice 17880)	RECEIVE	Sep 4, 2020	Sep 4, 2020	On Time	Each
18396696-001	Pipino, Proprietary;Water;MEX, TIMSA, MUI5226383 / 45 JAYP0743207;Land Rigs, Drilling;Matl Ster	RECEIVE	Aug 31, 2020	Aug 31, 2020	On Time	Each
S-2570LB	Blank Inventory Rectangle Labels - Roll with 1000 Light Blue, 3 x 5"	RECEIVE	Sep 1, 2020	Sep 1, 2020	On Time	Roll
S-15398L	Ansell Sol-Vex Chemical Resistant Nitrile Gloves - Flock-Lined, 13", 15 Mil, Large	RECEIVE	Sep 1, 2020	Sep 1, 2020	On Time	Box of 12
10136497-001	Pin, Proprietary;Investment Castino, Eccentric Pin, MSS-MSPC-MPCH;Dia 0.854 in;L 2.126	RECEIVE	Aug 31, 2020	Aug 31, 2020	On Time	Each
10377877-001	Bearing, Roller Element;Needle Roller;ID 5.75 in;OD 7.25 in;W 3 in;TORRINGTON;HJ-9211648 OUTE	RECEIVE	Sep 3, 2020	Sep 4, 2020	On Time	Each
11065199-2368	HOSE ASSY, HYD, MED PRES	RECEIVE	Sep 3, 2020	Sep 3, 2020	On Time	Each
10512530-001	Welding/Fabrication;SLEEVE, NYLON HOSE;Hose;Hose Fittings & Accessories;ID:2 in	RECEIVE	Sep 3, 2020	Sep 3, 2020	On Time	Foot
10162540-001	Beam;W 8.24 lbs/ft;ASTM A572 Grade 50 Steel;No Heat Treatment;Plain	RECEIVE	Sep 2, 2020	Sep 2, 2020	On Time	Foot
10959287-001	Clevis/Yoke;Castino;Matl Stainless Steel;Pin 2.625;Drive;Square;2.00" SQ DRV	RECEIVE	Sep 3, 2020	Sep 3, 2020	On Time	Each
10362630-001	Hose Assembly, General;-6;L 11 in;WP Max 125 psi;Air;Socketless;Conn 1 Straight Female NPSM	RECEIVE	Sep 1, 2020	Sep 1, 2020	On Time	Each
10362621-001	Ring, Proprietary;Combination;Power Swivel;S-120	RECEIVE	Aug 31, 2020	Aug 31, 2020	On Time	Each
10490074-114	O-Ring,-219, SAE AS568;Matl Viton (Fluorocarbon FKM);75 A;Min -0015 °F;Max 400 °F;Low Temp	RECEIVE	Sep 2, 2020	Sep 2, 2020	On Time	Each
11065199-228	Hose Assembly, SAE Hydraulic;-4;100R16;L 23 in;Crmp;Non-Slvice;Conn 1 Straight Female	RECEIVE	Sep 1, 2020	Sep 1, 2020	On Time	Each
11047379-001	Common Pipe;6.000 NPS;Sch 40;STD;Matl ASTM A53 Grade B;Type F;Plain;Cert/Test	RECEIVE	Sep 2, 2020	Sep 2, 2020	On Time	Foot

Figura 24. Gráfica de recibos a tiempo.



4.4.5 Envíos a tiempo, menor a 24 horas.

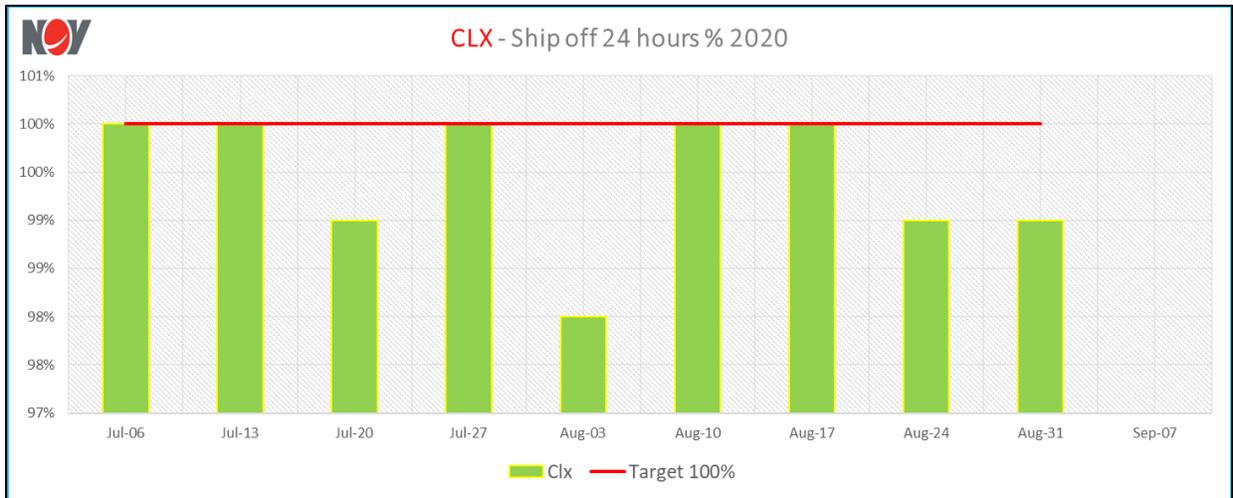
Otro métrico muy importante son las salidas de los materiales mediante las órdenes de venta, se tiene un sistema automatizado ya existente que imprime las ordenes de surtido para las órdenes de venta cada mañana y se le entregan al personal de almacén para procesarlas, como meta establecida, esto no debe pasar de 24 horas para tener surtida la orden y lista para el embarque. Al igual que en recibos, se pidió un reporte que nos mostrara estos resultados semanalmente y así poder monitorear el tiempo desde que se reservó la orden y se imprimió automáticamente para surtido, hasta que se concretó la venta en el sistema (**tabla 5**), con esto podemos ver que ordenes han sido concretadas o vendidas tarde, después de 24 horas o de un día completo desde su reservación. Este métrico nos permite analizar las causas del porque se procesan ordenes tarde y cuantas se tienen semanalmente en esa condición mediante su respectiva gráfica representada en porcentajes del total (**figura 25**), entre las causas destacaron problemas con materiales extraviados o materiales dañados ya sea por un mal manejo o por medio ambiente. Se comenzó a trabajar en estas causas principalmente con el personal de almacén para revisar con ellos el proceso de acomodo y preservación de los materiales.

Tabla 6. Reporte comparativo entre reservación y envío.

VLOOKUP X ✓ f =IF(H13<2,"On Time","Late")

Item#	Site#	Item Description	Order Num	Line Numbe	Orderd Qua	Pick Release Date	Ship Confirmed Date	Again	On Time	Picked Quanti	Picking Bat
10377876	001	Seal;Seal ID 5.75 in;Seal OD 7 in;Lip;Lower Oil;Width:0.500 in S-120 Power Swivel.	425904	72.1	1	Sep 1, 2020	Sep 1, 2020	0	On Time	1	54623954
11065199	2463	HOSE ASSY, HYD, MED PRES	427093	298.1	1	Aug 31, 2020	Aug 31, 2020	0	On Time	1	54623699
10378991	001	Plate, Proprietary,Connectino Rib;Iron Roughnecks	423451	1.2	1	Sep 4, 2020	Sep 4, 2020	0	On Time	1	54626404
10783113	001	Documentation Databook;Datasheet;Handing Tools;HT-55;English;Multiple Formats	429627	1.1	2	Sep 4, 2020	Sep 4, 2020	0	On Time	2	54626542
18058573	001	NOV;MEX, TIMSA, Heat Treatment Process for Chromi;Use On Land Rigs, Drilling;Pipe	432841	1.1	1	Aug 31, 2020	Aug 31, 2020	0	On Time	1	54623972
10377919	001	Battery;Lead Acid;20.75 in LG x 11 in Depth x 9.62 in;12 V	429439	1.1	12	Sep 1, 2020	Sep 4, 2020	3	[Late]	12	54625364
18396969	001	Pinna, Proprietary;Water;MEX, TIMSA, MU5226383 / 45 JAYP0743207;Land Rigs, Drilli	432322	56.1	1	Aug 31, 2020	Aug 31, 2020	0	On Time	1	54623952
18396959	001	Pinna, Proprietary;Water;MEX, TIMSA, MU5226320 / 45 JAYP0751203;Land Rigs, Drilli	432322	67.1	1	Aug 31, 2020	Aug 31, 2020	0	On Time	1	54620373
18396721	001	Pinna, Proprietary;Water;MEX, TIMSA, MU5227019 / 45 JAYP0751205;Land Rigs, Drilli	432322	69.1	1	Aug 31, 2020	Aug 31, 2020	0	On Time	1	54620373
10265801	001	Tubing, Rectangular Structural;4 x 4 in Wall 0.313 in;ASTM A500 Grade B Steel;TRD;Pik	434147	110.1	1,430	Sep 2, 2020	Sep 2, 2020	0	On Time	1,430	54625706

Figura 25. Gráfica de surtido y envíos a tiempo.



Capítulo 5: Conclusiones y recomendaciones.

5.1 Conclusiones.

En conclusión, este proyecto ayudo a entender la operación y sus procesos ya que no se tenían bien definidos cada uno de ellos, es muy importante saber como trabaja cada uno por separado y como afectan entre si uno al otro. Se verificó cada uno de los procesos principales y sus necesidades para lograr un flujo más ágil, logrando así el objetivo principal que es mejorar el flujo de los procesos con ahorros en tiempo y dinero para hacerlos mas eficientes, se midieron tiempos y se conoció mas a detalle cada uno de los movimientos para analizar que se podía mejorar. Además de las reducciones en tiempos y movimientos también se logró organizar las áreas de trabajo aplicando fundamentos de la metodología 5's y estrategias visuales que facilitaron el trabajo del personal.

En cuanto a tecnologías, se reactivaron los escáneres del sistema MRP y dieron un muy buen resultado ya que gracias a ellos se logró reducir bastante el tiempo de cada una de las operaciones, otro cambio que ayudo bastante a reducir tiempos fue la secuencia de surtido por locación ya que evito que se recorrieran innecesariamente las rutas con movimientos y traslados repetitivos.

En lo que a desperdicios se refiere se logró minimizar uno de los desperdicios mas importantes que es el talento humano y su tiempo al facilitar las operaciones al personal que además tiene un beneficio monetario bastante generoso, otro fue mas enfocado a la sustentabilidad ya que se compraran mucho menos tarimas y también se tendrá un costo menor para la empresa. También se desarrollaron nuevos métricos para medir la efectividad de las operaciones y encontrar la causa raíz de los problemas que los afectan.

5.2 Resultados más destacados.

- Áreas mas organizadas y delimitadas, uso de herramientas visuales.
- Reactivación de escáneres de MRP fuera de uso.
- Prioridad de ubicaciones para surtido secuenciado y organizado.
- Ahorro en disminución de tiempos de operación: \$417.17 dlls semanales, \$21,692.76 dlls anuales.
- Ahorro en tarimas nuevas por consolidación en envíos: \$7,500 dlls anuales.
- Ahorro en tarimas recicladas por consolidación en almacén: 1,500 dlls.
- Implementación de nuevos métricos de capacidad de almacenaje, recibos y surtido a tiempo.

5.3 Recomendaciones.

Es muy importante revisar a detalle cada proceso para verificar si cada uno de ellos se esta llevando a cabo de una manera eficiente, medir y mejorar continuamente con innovaciones donde sea posible. También es muy importante aprovechar las tecnologías que están a la mano, sobre todo como en este caso que ya se tenían y ayudaron en la mayoría de los casos a reducir los tiempos, movientes y esfuerzos innecesarios. Por último, comparar que se hace en otras empresas, del mismo ramo o al menos del mismo departamento para traer lo mejor a nuestro entorno.

Anexos.

Tabla de tiempos de muestras.

Recibo de materiales tiempo original	Recibo de materiales tiempo mejorado	Transferencia de inventarios tiempo original	Transferencia de inventarios tiempo mejorado	Surtido de ordenes de almacen tiempo original	Surtido de ordenes de almacen tiempo mejorado	Surtido de ordenes de recibo tiempo original	Surtido de ordenes de recibo tiempo mejorado	Conteos ciclicos tiempo original	Conteos ciclicos tiempo mejorado
0:07:06	0:05:33	0:06:04	0:03:52	0:04:47	0:03:26	0:03:35	0:02:50	0:05:01	0:04:01
0:06:13	0:05:10	0:06:14	0:03:23	0:04:02	0:03:28	0:03:23	0:02:32	0:05:18	0:04:12
0:07:02	0:06:07	0:06:23	0:03:45	0:04:21	0:03:55	0:03:38	0:02:46	0:05:16	0:04:02
0:06:50	0:05:18	0:06:40	0:03:50	0:04:45	0:03:59	0:03:17	0:02:48	0:05:03	0:04:06
0:07:01	0:04:57	0:05:46	0:04:09	0:04:52	0:04:01	0:03:48	0:02:16	0:05:18	0:03:56
0:07:08	0:05:38	0:06:10	0:03:46	0:04:38	0:03:25	0:03:28	0:02:48	0:05:21	0:04:05
0:06:24	0:06:24	0:05:43	0:03:38	0:04:11	0:03:42	0:03:27	0:02:30	0:05:06	0:04:11
0:07:05	0:06:02	0:06:50	0:04:06	0:03:58	0:03:32	0:03:11	0:02:21	0:05:10	0:04:01
0:07:18	0:04:42	0:06:33	0:03:27	0:04:18	0:03:25	0:02:56	0:02:36	0:05:01	0:04:22
0:06:47	0:05:12	0:06:59	0:04:12	0:04:36	0:03:45	0:03:21	0:02:35	0:05:05	0:03:59
0:08:07	0:05:18	0:06:22	0:03:58	0:04:55	0:03:38	0:03:48	0:02:50	0:05:02	0:04:08
0:06:33	0:05:07	0:05:28	0:03:40	0:05:01	0:03:27	0:03:45	0:02:23	0:05:18	0:04:12
0:06:59	0:04:50	0:06:01	0:03:57	0:04:44	0:03:39	0:03:19	0:02:19	0:05:00	0:04:18
0:08:03	0:05:12	0:05:18	0:03:48	0:04:15	0:03:58	0:03:35	0:02:36	0:05:07	0:04:27
0:07:15	0:05:25	0:06:04	0:03:28	0:04:30	0:03:46	0:03:07	0:02:47	0:05:03	0:04:16
0:06:32	0:05:32	0:05:56	0:04:03	0:04:41	0:03:54	0:02:54	0:02:48	0:05:08	0:04:24
0:08:06	0:05:14	0:05:12	0:03:32	0:04:59	0:04:03	0:03:06	0:02:56	0:05:01	0:04:16
0:07:14	0:04:51	0:05:21	0:03:27	0:04:52	0:03:56	0:03:52	0:02:59	0:05:11	0:03:53
0:07:23	0:05:03	0:05:52	0:03:41	0:04:56	0:03:59	0:03:36	0:02:50	0:05:09	0:04:31
0:08:18	0:04:57	0:06:02	0:03:49	0:04:12	0:03:55	0:03:12	0:02:41	0:05:06	0:04:03

Prueba de hipótesis.

Prueba de hipótesis t-student con diferentes medias para varianzas desconocidas con un 95% de confiabilidad para comprobar reducción de tiempos en recibo de materiales:

Media de tiempo muestral	Original 7.17	Mejorado 5.33
Desviación estándar muestral	Original 0.58	Mejorado 0.45

H₀ Tiempo original – Tiempo mejorado = 0

H₁ Tiempo original – Tiempo mejorado ≠ 0

$t_0 = 11.12872$

Grados de libertad = $v = 34.72$

t table 2.03011

Probabilidad (p-value) = 0.00000

$t_0 > 2.03011$ Rechazar H₀

Hipótesis nula rechazada

Se concluye que hubo reducción en los tiempos al 95% de confianza.

Prueba de hipótesis t-student con diferentes medias para varianzas desconocidas con un 95% de confiabilidad para comprobar reducción de tiempos en transferencia de inventarios:

Media de tiempo muestral Original 6.05 Mejorado 3.78

Desviación estándar muestral Original 0.50 Mejorado 0.25

H₀ Tiempo original – Tiempo mejorado = 0

H₁ Tiempo original – Tiempo mejorado ≠ 0

t₀ = 18.13333

Grados de libertad = v = 27.76

t table 2.04841

Probabilidad (p-value) = 0.00000

t₀ > 2.04841 Rechazar H₀

Hipótesis nula rechazada

Se concluye que hubo reducción en los tiempos al 95% de confianza.

Prueba de hipótesis t-student con diferentes medias para varianzas desconocidas con un 95% de confiabilidad para comprobar reducción de tiempos en surtido de ordenes de almacén:

Media de tiempo muestral Original 4.58 Mejorado 3.75

Desviación estándar muestral Original 0.33 Mejorado 0.23

Ho Tiempo original – Tiempo mejorado = 0

H1 Tiempo original – Tiempo mejorado \neq 0

$t_0 =$ 9.15929

Grados de libertad = $\nu =$ 33.32

t table 2.03452

Probabilidad (p-value) = 0.00000

$t_0 > 2.03452$ Rechazar H0

Hipótesis nula rechazada

Se concluye que hubo reducción en los tiempos al 95% de confianza.

Prueba de hipótesis t-student con diferentes medias para varianzas desconocidas con un 95% de confiabilidad para comprobar reducción de tiempos en surtido de ordenes de recibo:

Media de tiempo muestral Original 3.42 Mejorado 2.67

Desviación estándar muestral Original 0.28 Mejorado 0.22

Ho Tiempo original – Tiempo mejorado = 0

H1 Tiempo original – Tiempo mejorado \neq 0

$t_0 = 9.40361$

Grados de libertad = $v = 34.61$

t table 2.03011

Probabilidad (p value) = 0.00000

$t_0 > 2.03011$ Rechazar H0

Hipótesis nula rechazada

Se concluye que hubo reducción en los tiempos al 95% de confianza.

Prueba de hipótesis t-student con diferentes medias para varianzas desconocidas con un 95% de confiabilidad para comprobar reducción de tiempos en conteos cíclicos:

Media de tiempo muestral Original 5.13 Mejorado 4.17

Desviación estándar muestral Original 0.12 Mejorado 0.18

H₀ Tiempo original – Tiempo mejorado = 0

H₁ Tiempo original – Tiempo mejorado ≠ 0

t₀ = 19.89384

Grados de libertad = v = 29.48

t table 2.04523

Probabilidad (p-value) = 0.00000

t₀ > 2.04523 Rechazar H₀

Hipótesis nula rechazada

Se concluye que hubo reducción en los tiempos al 95% de confianza.

Bibliografía

- Alan Rushton, P. C. (2010). *The handbook of logistics & distribution management*. London: KoganPage.
- Baby, B., N, P., & Jebadurai, D. S. (2018). IMPLEMENTATION OF LEAN PRINCIPLES TO IMPROVE THE OPERATIONS OF. *International Journal of Technology*, 9(1), 46-54. Obtenido de <https://ebiblio.cetys.mx:4083/10.14716/ijtech.v9i1.1161>
- Battini, D. F. (2010). "Supermarket warehouses": stocking policies optimization in an assembly-to-order environment. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 50(5–8), 775–788. Obtenido de <https://ebiblio.cetys.mx:4083/10.1007/s00170-010-2555-0>
- Bertolini, M. B. (2013). Extending value stream mapping: the synchro-MRP case. *International Journal of Production Research*, 51(11), 5499-5519. Obtenido de <https://ebiblio.cetys.mx:4083/10.1080/00207543.2013.784415>
- Carabalí, V. J., Duque, D. F., & Garcia, R. M. (2013). Configuración De Pasillos en Centros De Distribución Basada en Modelos No Tradicionales: Modelo Espina De Pescado. *Revista Entramado*, 9(1), 214-225. Obtenido de <http://ebiblio.cetys.mx:2058/login.aspx?direct=true&db=fap&AN=90357607&site=ehost-live>.
- Correa E Alexander, G. M. (2010). Gestión De Almacenes Y Tecnologías De La Información v Comunicación (Tic). *Estudios Gerenciales*, 26(117), 145–171. Obtenido de [https://ebiblio.cetys.mx:4083/10.1016/S0123-5923\(10\)70139-X](https://ebiblio.cetys.mx:4083/10.1016/S0123-5923(10)70139-X)
- Dadashnejad, A.-A. &. (2019). Investigating the effect of value stream mapping on overall equipment effectiveness: a case study. *Total Quality Management & Business Excellence*, 26(4), 466-482. Obtenido de <https://ebiblio.cetys.mx:4083/10.1080/14783363.2017.1308821>
- Faccio, M. G. (2013). Kanban number optimisation in a supermarket warehouse feeding a mixed-model assembly system. *International Journal of Production Research*, 51(11), 2997–3017. Obtenido de <https://ebiblio.cetys.mx:4083/10.1080/00207543.2012.751516>
- Friedman, D. (May de 2020). Achieving a High-Performance Warehouse: Think outside of the Box. *Supply House Times*, 63(3), págs. 24-26. Obtenido de <http://ebiblio.cetys.mx:2058/login.aspx?direct=true&db=bth&AN=143075838&site=ehost-live>
- González, A. (2020). Un modelo de gestión de inventarios basado en estrategia competitiva. *INGENIARE - Revista Chilena de Ingeniería*, 26(1), 133-142. Obtenido de <http://ebiblio.cetys.mx:2058/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=143379497&site=ehost-live>.
- Goomas, D. T. (2010). Replacing Voice Input With Technology That Provided Immediate Visual and Audio Feedback to Reduce Employee Errors. *Journal of Organizational Behavior Management*, 30(1), 26-37. Obtenido de <https://ebiblio.cetys.mx:4083/10.1080/01608060903472478>
- Gray, P. B. (2007). Old Pallets, New Profits. 40–44. Obtenido de <http://ebiblio.cetys.mx:2058/login.aspx?direct=true&db=bth&AN=26366901&site=ehost-live>

- Hayya, J. C. (2006). Estimation in supply chain inventory management. *International Journal of Production Research*, 1313-1330. Obtenido de <https://ebiblio.cetys.mx:4083/10.1080/00207540500338039>
- Hill, K. (2018). Lean manufacturing: The seven deadly wastes. *Plant Engineering*, 72(2), 10-12. Obtenido de <http://ebiblio.cetys.mx:2122/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=4&sid=c33c4dff-cc8b-4dc9-af94-dfcdaca4679d%40sessionmgr101>
- Hou, H., Chaudhry, S., Chen, Y., & Hu, M. (28 de April de 2017). Physical distribution, logistics, supply chain management, and the material flow theory: a historical perspective. *Inf Technol Manag* 18, 107-117.
- Hung-Lung LIN, C.-C. C.-Y.-Q.-H. (2019). Optimization Plan for Excess Warehouse Storage in E-Commerce-Based Plant Shops. *Journal of Business Economics & Management*, 20(5), 897-919. Obtenido de <https://ebiblio.cetys.mx:4083/10.3846/jbem.2019.10188>
- Jia, M., Huihui, X., & Xiuzhi, Z. (2018). Design of Intelligent Warehouse Management System. *Wireless Personal Communications*, 102(2), 1355-1367. Obtenido de <https://ebiblio.cetys.mx:4083/10.1007/s11277-017-5199-7>
- Koster, R. B., Johnson, A. L., & Roy, D. (2017). Warehouse design and management. *International Journal of Production Research*, 55(21), 6327-6330. Obtenido de <http://ebiblio.cetys.mx:2122/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=11&sid=4b45c230-d367-4abb-9814-176fd35a7498%40pdc-v-sessmgr01>
- KOVÁCS, G. (2017). Warehouse Design - Determination of the Optimal Storage Structure. *Acta Technica Corviniensis - Bulletin of Engineering*, 54-57. Obtenido de <http://ebiblio.cetys.mx:2058/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=121771784&site=ehost-live>
- Lee, M.-K. (2005). Optimization of warehouse storage capacity under a dedicated storage policy. *International Journal of Production Research*, 43(9), 1785-1805. Obtenido de <https://ebiblio.cetys.mx:4083/10.1080/13528160412331326496>
- Lee, C., L, Y., Ng, K., Ho, W., & Choy, K. (2018). Design and application of Internet of things-based warehouse management system for smart logistics. *International Journal of Production Research*, 56(8), 2753-2768. Obtenido de <https://ebiblio.cetys.mx:4083/10.1080/00207543.2017.1394592>
- Leksic, I., Stefanic, N., & Veza, I. (2020). The impact of using different lean manufacturing tools on waste reduction. *Advances in Production Engineering & Management*, 15(1), 81-92. Obtenido de <https://ebiblio.cetys.mx:4083/10.14743/apem2020.1.351>
- LÓPEZ LEAL, R. M. (July de 2017). Optimización De Procesos Administrativos Aplicando Herramientas De Lean Six Sigma. 388-401. Obtenido de <http://ebiblio.cetys.mx:2058/login.aspx?direct=true&db=fap&AN=134418138&site=ehost-live>.
- Malindzakova, M. &. (2019). Design Supply Cycle for Inventory Management. *TEM Journal*, 894-899. Obtenido de <https://ebiblio.cetys.mx:4083/10.18421/TEM83-29>

- Marín Vasquez, R. (2008). *Almacén de clase mundial*. Caracas, Venezuela: Editorial Universidad Pontificia Bolivariana.
- Melendez, M. D. (2007). Using Central Receiving and Shipping Points to Manage Transportation. *Army Logistician*, 3-5. Obtenido de <http://ebiblio.cetys.mx:2058/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=27563488&site=ehost-live>.
- MICHEL, R. (2020). The FUTURE of INVENTORY MANAGEMENT. 75(1), 30–35. Obtenido de <http://ebiblio.cetys.mx:2058/login.aspx?direct=true&db=bth&AN=141261477&site=ehost-live>
- Millstein, M. A. (2014). Takt Time Grouping: implementing kanban-flow manufacturing in an unbalanced, high variation cycle-time process with moving constraints. *International Journal of Production Research*, 6863-6877. Obtenido de <https://ebiblio.cetys.mx:4083/10.1080/00207543.2014.910621>
- News, T. (2 de October de 2019). 8 Types of Waste in Lean Manufacturing. *ThomasNet News*, pág. N. PAG. Obtenido de <http://ebiblio.cetys.mx:2058/login.aspx?direct=true&db=bwh&AN=138922034&site=ehost-live>.
- Park, J. H. (2018). Life Cycle Inventory Analysis of the Wood Pallet Repair Process in the United States. . *Journal of Industrial Ecology*, 1117-1126. Obtenido de <https://ebiblio.cetys.mx:4083/10.1111/jiec.12652>
- Posada, J. G. (2011). Aspectos a considerar para una buena gestión en los almacenes. *Journal of Economics, Finance and Administrative Science*, 16(30), 89-91. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/6232241.pdf>
- Posada, J. G., & Herrera, V. E. (2010). Benchmarking sobre manufactura esbelta (lean manufacturing) en el sector de la confección en la ciudad de Medellín, Colombia. *Journal of Economics, Finance & Administrative Science*, 15(28), 141-171. Obtenido de <http://ebiblio.cetys.mx:2058/login.aspx?direct=true&db=bth&AN=51381545&site=ehost-live>
- Ricardo, A., Marco, B., Mauro, G., Ricardo, M., & Francesco, P. (2017). Multi-objective warehouse building design to optimize the cycle time, total cost, and carbon footprint. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 92(1-4), 839-854. Obtenido de <https://ebiblio.cetys.mx:4083/10.1007/s00170-017-0157-9>
- Richards, G. (2018). *Warehouse management*. London: KoganPage.
- Riva, A., & Pilotti, L. (2019). The strategy and the evolution of benchmarking methodology: the case of Rank Xerox-Fuji. *Economia Aziendale Online*, 10(2), 273-291. Obtenido de <https://ebiblio.cetys.mx:4083/10.13132/2038-5498/10.2.1960>
- Roy, D. K. (2012). Performance analysis and design trade-offs in warehouses with autonomous vehicle technology. . *IIE Transactions*, 44(12), 1045–1060. Obtenido de <https://ebiblio.cetys.mx:4083/10.1080/0740817X.2012.665201>
- Schwarz, L. B. (1985). Fill-Rate Optimization in a One-Warehouse N-Identical Retailer Distribution System. *Management Science*, 31(4), 488–498. Obtenido de <https://ebiblio.cetys.mx:4083/10.1287/mnsc.31.4.488>

- Shi, Y., Guo, X., & Yu, Y. (2018). Dynamic warehouse size planning with demand forecast and contract flexibility. *International Journal of Production Research*, 56(3), 1313-1325. Obtenido de <https://ebiblio.cetys.mx:4083/10.1080/00207543.2017.1336680>
- Shteren, H. &. (2017). The Value of Inventory Accuracy in Supply Chain Management - Case Study of the Yedioth Communication Press. *Journal of Theoretical & Applied Electronic Commerce Research*, 71-86. Obtenido de <https://ebiblio.cetys.mx:4083/10.4067/S0718-18762017000200006>
- Sinha, S. N. (2020). Order Picking: A Survey of Methods and Problems. *International Journal of Psychosocial Rehabilitation*, 1876-1885. Obtenido de <https://ebiblio.cetys.mx:4083/10.37200/ijpr/v24i1/pr200290>
- Skerlic, S., & Muha, R. (2013). Warehouse Site Selection in an International Environment. *Transport Problems: An International Scientific Journal*, 8(2), 95-106. Obtenido de <http://ebiblio.cetys.mx:2058/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=90613812&site=ehost-live>
- Snapshot, F. I. (2019). Amazon buys warehouse robotics startup Canvas Technology. *FRPT- Infrastructure Snapshot*, 5-6. Obtenido de <http://ebiblio.cetys.mx:2058/login.aspx?direct=true&db=bth&AN=136632685&site=ehost-live>.
- Stanislaw, L., Maciej, S., & Krystian, M. (2012). Modern Computer Tools in Warehouse Management. *Scientific Bulletin Series C: Fascicle Mechanics, Tribology, Machine Manufacturing Technology*, 26, 31-39. Obtenido de <http://ebiblio.cetys.mx:2058/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=95511193&site=ehost-live>.
- Staudt, F. H. (2015). Warehouse performance measurement: a literature review. *International Journal of Production*, 5524-5544. Obtenido de <https://ebiblio.cetys.mx:4083/10.1080/00207543.2015.1030466>
- Stefanović, N. &. (2011). Supply Chain Performance Measurement System Based on Scorecards and Web Portals. *Computer Science & Information Systems*, 8(1), 167-192. Obtenido de <https://ebiblio.cetys.mx:4083/10.2298/CSIS090608018S>
- Suárez, Y. T., Pérez, J. R., & Bequer, C. P. (2018). Procedimiento para modelar un Sistema de Información, asociado a la Gestión Logística de almacenes. *Revista El Directivo Al Día*, 4, 24-30. Obtenido de <http://ebiblio.cetys.mx:2058/login.aspx?direct=true&db=fap&AN=133729735&site=ehost-live>.
- Sunk, A. K. (2017). Developments of traditional value stream mapping to enhance personal and organisational system and methods competencies. *International Journal of Production Research*, 3732-3746. Obtenido de <https://ebiblio.cetys.mx:4083/10.1080/00207543.2016.1272764>
- Vanalle, R. M. (2012). Uso de la Simulación Monte Carlo para la Toma de Decisiones en una Línea de Montaje de una Fábrica. *Información Tecnológica*, 24(4), 33-44. Obtenido de <https://ebiblio.cetys.mx:4083/10.4067/S0718-07642012000400005>
- Velázquez, A. P. (2010). La importancia de los procesos de transporte de carga y almacenes en la Cadena de Suministros (Supply Chain). *Transporte Desarrollo y Medio Ambiente*, 30(1), 51-55. Obtenido de <http://ebiblio.cetys.mx:2058/login.aspx?direct=true&db=fap&AN=73353477&site=ehost-live>

Yan-cong Zhou, Y.-f. D.-m.-h. (2014). Routing Optimization of Intelligent Vehicle in Automated Warehouse. *Discrete Dynamics in Nature & Society*, 1-14. Obtenido de <https://ebiblio.cetys.mx:4083/10.1155/2014/789754>