

Cd. Juarez, Chihuahua 14 de Mayo de 2020

C. Dr. Roberto Romero Lopez
Coordinador de Maestría en Ingeniero Industrial
P r e s e n t e.-

Por medio de la presente hago de su conocimiento que Guadalupe Ramos Olivas estudiante de la maestría en ingeniería industrial de la Universidad Autónoma de Ciudad Juarez, con numero de control 171752.

Realizo en esta empresa su proyecto de "Reducción de discrepancias de inventario en proceso de una empresa maquiladora a través de un sistema de rastreo y disposición de ordenes canceladas" con la asesoría del Dr. Jesus Andrés Hernandez Gomez en el periodo comprendido del 30 de enero al 30 de abril del 2020.

Sin mas por el momento agradeciendo las atenciones brindadas a la presente quedo de usted.

Atentamente



Lic. Rafael de la Torre Oropeza
Supervisor de Recursos Humanos.

COMPONENTES DE
ILUMINACIÓN, S. DE R.L. DE C.V.
CALLE MAGNETO 1935
PARQUE INDUSTRIAL GEMA
C.P. 32648 CD. JUAREZ CHIH.
TEL. 656 - 146-9000
R.F.C CIL-770926-3Y1



**Título del Proyecto
de Investigación a que corresponde el Reporte Técnico:**

Reducción de discrepancias de inventario en proceso de una empresa maquiladora a través de un sistema de rastreo y disposición de ordenes canceladas.

Tipo de financiamiento

Sin financiamiento

TÍTULO DEL REPORTE TÉCNICO

Reducción de discrepancias de inventario en proceso de una empresa maquiladora a través de un sistema de rastreo y disposición de ordenes canceladas.

Autores del reporte técnico:

María Guadalupe Ramos Olivas
Jesús Andrés Hernández Gómez
María Teresa Escobedo Portillo
Roberto Romero López

Reducción de discrepancias de inventario en proceso de una empresa maquiladora a través de un sistema de rastreo y disposición de ordenes canceladas.

Resumen

En la época actual las empresas están en la búsqueda constante de oportunidades de mejora para aumentar su productividad y competitividad. Se adoptan diversas filosofías o herramientas para lograr expandir su mercado. Sin embargo, a través de las actividades diarias de las empresas se van generando algunas complicaciones que la cotidianidad de las operaciones no permite detectar. Estas complicaciones provocan desperdicios como discrepancias, retrabajos, defectos, sobreproducción, etc. Todos estos factores generan costos extra que la empresa debe pagar. Estas complicaciones se convierten en oportunidades de mejora que la empresa puede atacar para optimizar sus procesos. En este proyecto se presenta el caso de la empresa Cooper Lighting Solutions donde existen ordenes que el cliente cancela y que no se pueden detectar, provocando que las piezas se queden almacenadas en el área de embarques. Las piezas canceladas han provocado que el área de embarques ya no tenga espacio disponible para mantener las piezas ahí. Además, se presentan discrepancias en el inventario en proceso, ya que al no capturarse las piezas no se refleja el descuento de los materiales en el sistema. A pesar de tener estos desperdicios no se les ha dado disposición a las piezas desde finales del 2018, provocando la obsolescencia de los materiales. Este proyecto resalta la aplicación de la metodología del PDCA como una herramienta eficaz para atacar este tipo de situaciones. Se ha demostrado a través de diferentes casos que esta metodología es muy versátil. Se aplicaron las 4 fases del ciclo y se obtuvieron resultados positivos. En primer lugar, se formó un equipo multifuncional, se aplicaron herramientas de resolución de problemas y se fijaron 2 objetivos: Desarrollar una herramienta electrónica para detectar ordenes canceladas y crear un procedimiento para disponer de las ordenes que ya se han producido. En la fase 2 se ejecutaron las tareas propuestas por el equipo multifuncional en el periodo de enero a mayo. Se generó el procedimiento de disposición de órdenes y también se creó un archivo de seguimiento para las ordenes canceladas. En la tercera fase se pudieron evaluar las actividades propuestas. Se lograron disponer 146 piezas

equivalentes a \$17,085 dólares de producción, probando que el nuevo procedimiento es efectivo. Desgraciadamente uno de los objetivos no se logró cumplir en totalidad debido a la contingencia ocurrida en la ciudad por el Covid-19. Además, quedaron pendientes algunas actividades para iniciar otro ciclo de mejora como crear una herramienta para que el equipo de Ingeniería pueda realizar las desviaciones más rápido. A pesar de esto, durante el tiempo que se pudo trabajar de manera constante se pudo demostrar que la herramienta del PDCA permite atacar costos ocultos y optimizar los procesos de la empresa.

Abstract

Nowadays companies look for improvement opportunities to increase their productivity and competitiveness. They adopt several philosophies or tools to keep expanding their market. However, through their daily activities can create complications that everyday routine does not allow to detect. These complications can cause wastes as discrepancies, reworks, defects, overproduction, etc. All these factors can generate extra cost that the company must afford. These complications can turn into improvement opportunities that the company can attack to optimize her processes. This paper shows the situation of the company Cooper Lighting Solutions where exist orders that the customers decide to cancel and cannot be detected, this cause that the fixtures produced must be stored in the shipment area. These canceled fixtures have caused that shipment area has no longer enough space to keep the pieces there. Also, there are WIP discrepancies because when these fixtures are not captured the system cannot discount the materials. Even though the company has these wastes, fixtures have not been processed since 2018, this caused that materials used to build fixtures became obsolete. This project highlights the application of PDCA methodology as an effective tool to attack this kind of situations. It has been shown trough several cases of study that this is a versatile methodology. The 4 phases of the cycle were applied and got positive results. First, a multifunctional team was created, problem solving tools were used and came up with 2 objectives: develop an electronic tool that can detect canceled orders before they are produced and create a procedure to dispose this fixtures once they were produced. In phase 2 activities proposed for the multifunctional team were implemented during the period between January and May. The procedure to dispose canceled orders and a tracker file was created to follow up them. In the third phase proposed activities were evaluated. 146 fixtures could be recovered with a value of \$17,085 dollars,

proving that the new procedure is effective. Unfortunately, one of the objectives could not be completed due to Covid-19 contingency in the city. Also, some activities were pending to start a new PDCA cycle like create a tool for the engineering team to help them create faster deviations. Despite this, during the time that the company could work constantly was shown that the PDCA tool can attack hidden costs and improve processes in the company.

Palabras clave: Inventario en proceso, discrepancia, PDCA, procesamiento de órdenes, ordenes canceladas.

Usuarios potenciales:

Operadores de producción
Equipo multifuncional
Inspectores de calidad
Gerencia

Reconocimientos:

Quiero reconocer el esfuerzo de:

1. Al Dr. Andrés Hernández por el apoyo constante en las revisiones, observaciones y recomendaciones sobre este trabajo.
2. Al equipo multifuncional de la planta Cooper Lighting Solutions por su atención y disponibilidad con este proyecto. Por sus ideas y propuestas para mantener esa cultura de mejora.
3. A Iván Morales por el apoyo con el desarrollo de la herramienta para detectar ordenes canceladas en las celdas de producción. Su conocimiento en Visual Basic fue de gran ayuda.
4. A la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez por brindar una educación de calidad en esta maestría. Mi estancia durante estos 3 años me permitió ampliar mi visión sobre las aplicaciones de la Ingeniería.

1. INTRODUCCIÓN

La empresa Cooper Lighting Solutions se dedica a la venta de lámparas: interior/externo, además de accesorios relacionados con la iluminación. Esta empresa consta de una matriz, un centro de diseño y 6 plantas de manufactura localizados en distintas ciudades de Estados Unidos y México. Una de sus plantas se ubica en Ciudad Juárez y se encarga de manufacturar 20 diferentes modelos de lámparas, específicamente para uso exterior. Produciendo aproximadamente 3,300 órdenes que equivalen a 83 mil lámparas al mes que van destinadas para la venta a clientes directos o centros de distribución. El proceso de venta inicia con una orden que se traduce a una orden de manufactura siguiendo los pasos que se muestran en la figura 1:



Figura 1. Diagrama de flujo: Flujo del procesamiento de órdenes de ventas en la planta Cooper Lighting Solutions.

En primer término, el departamento de planeación recibe las órdenes de venta por medio del software SAP (Sistemas, Aplicaciones y Productos), el cual la transforma en una orden de manufactura donde se especifica el día y la cantidad de piezas a producir.

De manera simultánea el departamento de materiales se encarga del análisis de las diversas órdenes de manufactura generadas por el departamento de planeación para asegurarse que los materiales requeridos estén disponibles el día y la hora especificadas. Cabe mencionar que esta desincronización en proceso de planeación y materiales no provoca discrepancia en los inventarios.

Después el departamento de producción procesa las órdenes de manufactura para convertirlas en producto terminado contando con el soporte del departamento de Ingeniería y Calidad para asegurar que el producto cumpla con los requerimientos del cliente.

Finalmente, el departamento de embarques terminada la orden, la recibe y procede a realizar la captura en el sistema para que los materiales se descuenten del inventario en proceso. Seguido de esto se genera la orden de envíos para hacer la entrega del producto al cliente. En este momento el inventario en proceso se actualiza y debiera de coincidir con el conteo físico de artículos.

Es decir, este proceso tiene el propósito de mantener el inventario libre de artículos obsoletos o en exceso.

2. PLANTEAMIENTO

Antecedentes

A pesar de la cotidianidad de la operación del sistema de órdenes, procesamiento y entrega es relativamente frecuente que el cliente decida cancelar su pedido sin repercusión alguna para él. Los motivos de la cancelación son tan diversos como que el cliente ya no quiere el producto o porque se cometió un error al momento de ingresar la orden.

Cuando se presenta la cancelación, no existe manera de rastrear en qué etapa del proceso está dicha orden. Es hasta que llega al área de embarques cuando se recibe la alerta que ese producto no se puede enviar debido a que ya no existe una orden de ventas y por lo tanto esas piezas son innecesarias.

Derivado de esto las piezas se detienen temporalmente en el área de embarques, mas no existe suficiente espacio para mantenerlas ahí y se envían a una bodega externa. En los últimos 12 meses se han acumulado 294 piezas en la bodega y 241 piezas en el área de embarques, cuyo costo de producción fue de \$61,692 dólares. Las piezas se van acumulando por tiempo indefinido ya que no existe una indicación de cómo darles disposición. El registro de las piezas que se quedaron detenidas debido a la cancelación de una orden se muestra en la figura 2.

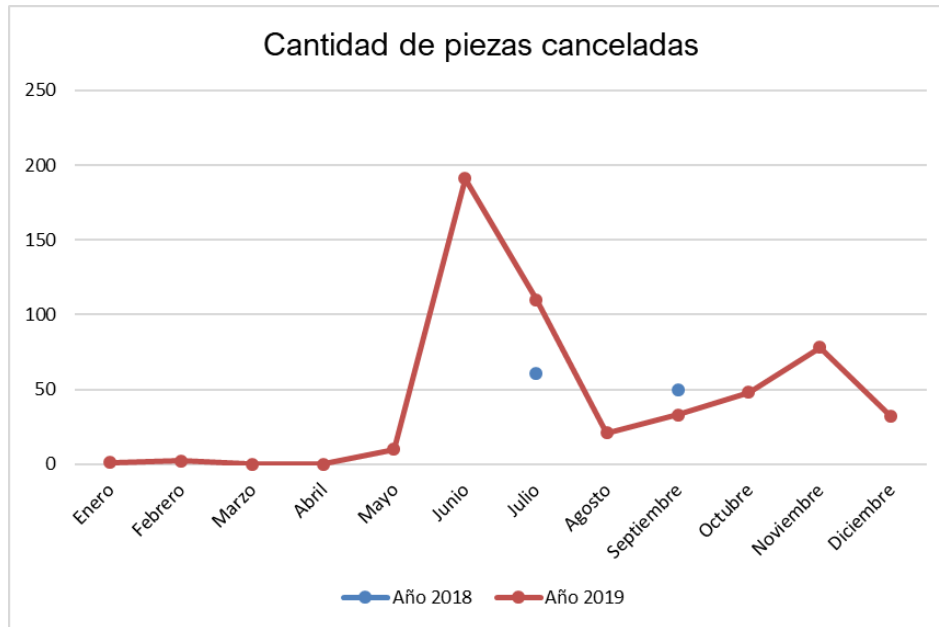


Figura 2. Gráfica de piezas detenidas: Registro en piezas de ordenes canceladas entre 2018-2019. En la gráfica se muestra que el incremento de ordenes canceladas se da entre los meses de mayo y agosto.

Tal como lo muestra la gráfica no existe un patrón sobre el comportamiento de cuando el cliente decide cancelar una orden, pero se pueden observar incrementos durante los meses de mayo a agosto. Sin embargo, aunque se conoce este comportamiento cíclico, no existe sentido de urgencia para la oportuna disposición de esas piezas. El no procesar esas piezas provoca discrepancias del inventario en proceso. Porque hay un déficit entre lo que existe en el inventario en sistema (SAP) y lo que en realidad está físicamente en los anaqueles. Para resolver los faltantes reales de artículos el equipo de materiales debe expeditar material, muchas veces a un mayor costo de envío por la urgencia para cumplir con los requerimientos. Además, la disposición de las piezas provoca que se deban realizar retrabajos repentinos quitando capacidad de producción a las celdas. Finalmente, 192 piezas de ordenes canceladas ya tienen componentes obsoletos por lo que se deben disponer como desperdicio. Estas piezas equivalen a un costo de producción de \$11,314 dólares

Si no se toman acciones en este momento para minimizar o eliminar el problema la cifra de ordenes no detectadas oportunamente ira aumentando significativamente. Si suponemos que durante este año se cancelan solo el 50% de las piezas canceladas en

2019, en diciembre se tendrían 900 piezas sin disponer equivalentes a un costo de producción de 90,000 dólares. En la figura 3 la línea en color verde representa la estimación proyectada de la cantidad de piezas canceladas.

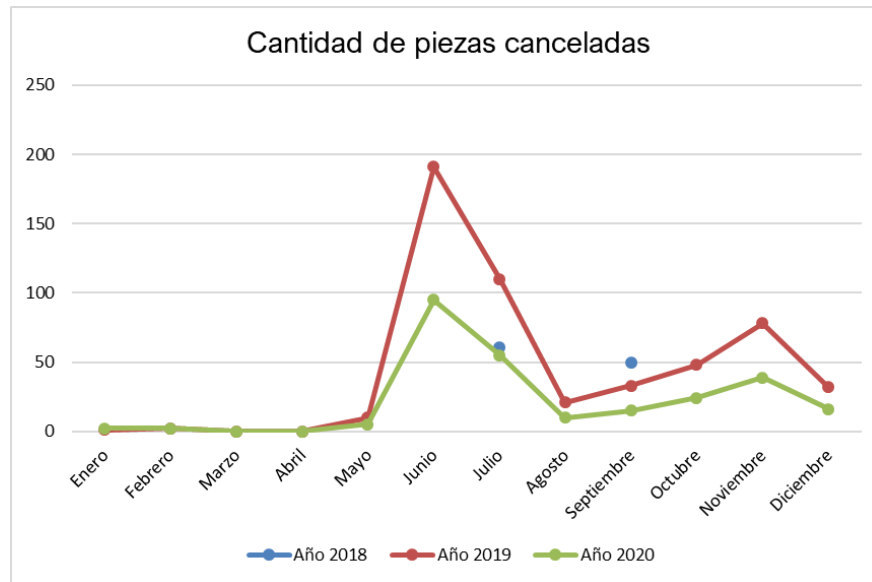


Figura 3. Grafica de pronóstico: Suponiendo que en el año 2020 la cantidad de piezas es el 50% de las del año 2019, el costo total de producción de ordenes detenidas incrementaría a 90 mil dólares.

Objetivo General

Reducir en al menos 13% las discrepancias de inventario en proceso de la planta de manufactura al disponer de las piezas de ordenes canceladas y evitar la producción de estas.

Objetivos Específicos

- Eliminar la cantidad de ordenes canceladas que se producen a través de una herramienta electrónica que detecte la orden en el momento del evento.
- Definir un procedimiento de disposición de ordenes canceladas de modo que estas ordenes se dispongan en un máximo de 30 días posteriores a la cancelación.

Justificación

Los motivos que llevaron al desarrollo del proyecto de disposición de ordenes canceladas se derivan de los efectos negativos que se han presentado en distintas áreas de la empresa: discrepancia del inventario en proceso debido a que no se descuenta el material del sistema, expedición de materiales, falta de espacio para almacenar las piezas, retrabajos y desecho de piezas. Por eso se pretende generar herramientas electrónicas y administrativas que permitan detectar y disponer estas órdenes de manera eficiente para evitar los gastos adicionales que se están realizando por dichos efectos. El ahorro por la reducción de un 13% en el inventario en proceso al disponer de las ordenes canceladas se estima en poco más de \$39 550 dólares.

Marco Teórico

Inventario

Durante el desarrollo de este proyecto se aborda en repetidas veces el termino inventario. Tal como lo establece (Caurin, 2017), el inventario es el conjunto de artículos o materias primas de la que es dueña la empresa y que al transformar ese material obtiene una ganancia. Tener una buena administración de los inventarios es de suma importancia ya que este elemento se utiliza en la mayoría de las empresas como un indicador de su eficiencia y existen variaciones como la obsolescencia o discrepancia que pueden provocar pérdidas económicas. Tal como lo menciona (Nahmias, 2009) la inversión que las empresas de manufactura realizan en sus inventarios es del 29%, por lo tanto, si se tiene un buen control de ellos resulta en un beneficio económico a la empresa y además le otorga una ventaja competitiva en el mercado.

Los análisis y controles de los inventarios dependen de varios factores y uno de ellos es la estrategia de manufactura que la empresa utiliza. Las 4 estrategias más comunes son: Fabricar para inventario (Make-To-Stock), Fabricar a la medida (Make-To-Order) y Diseñar a la medida (Engineer-To-Order). En la estrategia de Fabricar para inventario la empresa se enfoca en tener disponible producto terminado para cuando el cliente decida realizar un pedido. Se debe tener un control minucioso del inventario ya que la inversión que se realiza es muy grande. Para Fabricar a la medida la producción de los productos inician hasta que una orden de venta es colocada. La inversión de inventario en este caso es menor pero los controles deben ser igual de rigurosos que

en la estrategia anterior. Finalmente, en Diseñar a la medida la manufactura se deriva de los requerimientos específicos del cliente. Ya que todo depende del diseño que especificó el cliente, el inventario que se requiere depende del proveedor y la inversión en el mismo es mínima.

Aun teniendo diferentes estrategias de manufactura las fases por las que atraviesa el inventario son muy similares y a cada fase se le asigna un nombre para poder clasificar el movimiento que tiene ese inventario. Retomando un segmento de la investigación de (Parada, 2006), las clasificaciones son las siguientes:

- **Inventarios de materia prima:** Es el conjunto de artículos que están a la espera de transformarse mediante el proceso de producción, además se tiene para reaccionar ante una variabilidad de la cadena de suministro.
- **Inventario en proceso:** Se le dice así al inventario que ya se está transformando pero que aún no está terminando, puede incluir sub-ensambles.
- **Inventario de producto terminado:** Es el inventario de los productos terminados que ya están destinados al cliente final.

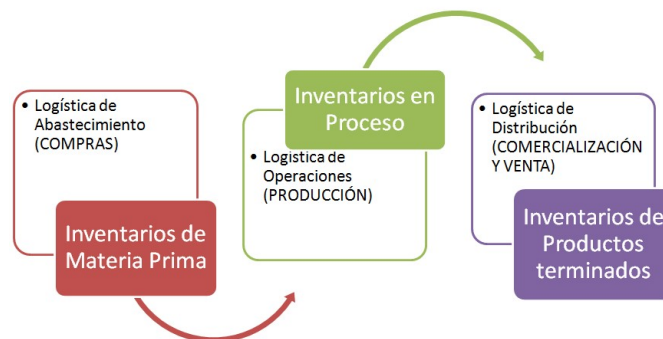


Figura 4: Fases del inventario. En la figura se muestra el flujo que tiene el inventario a lo largo del proceso productivo.

Inventario en proceso WIP

De acuerdo con el planteamiento del problema que se muestra en este documento, uno de los temas principales es el Inventario en Proceso (WIP). Por lo tanto, se debe tener en claro a que se refiere y su importancia.

El WIP según (Trabajo en proceso (WIP), s.f.) es el conjunto de componentes que han salido del almacén para ser transformados por el proceso productivo, pero que aun no se han convertido en producto terminado. Esta fase del inventario es considerada como crítica para cualquier empresa. En (Muñoz Gil, 2012) establece que las empresas modernas buscan constantemente la mejora y reducción de costos para mantener la competitividad con el propósito de ser atractivos ante los clientes; y que el control de inventarios es una actividad que contribuye a este fin. Tener un buen control del WIP permite mejorar indicadores que incluyen: ventas, ciclo de producción, calidad, costos de almacenamiento y satisfacción del cliente.

Teniendo en cuenta la información anterior se puede establecer que el control del WIP es un punto crítico para cualquier empresa, ya que si no es eficiente puede provocar varios problemas y no se lograría el objetivo de la reducción de costos.

Discrepancia

La forma en que se manifiestan estos problemas es a través de las discrepancias. De acuerdo a la definición de (Definición de discrepancia, 2010), este término se refiere a una diferencia entre 2 cosas que se comparan; en este caso de estudio se compara el inventario en SAP y el inventario físico. Estas diferencias provocan problemas de contabilidad y pérdidas financieras. Retomando el listado que propone (Vermorel, 2013) las causas de estas discrepancias son las siguientes:

- Registros de operaciones inexistentes
- Operaciones no registradas
- Códigos de producto que no se corresponden con los productos en cuestión
- Cantidades erróneas

Sistema ERP (Enterprise Resource Planning)

A lo largo de este documento se habla de “lo que dice el sistema”, esto hace referencia a la herramienta que utiliza la empresa para verificar y administrar su inventario. La empresa que se menciona en esta investigación utiliza un software tipo ERP. De acuerdo con (¿Qué es ERP?, s.f.), un sistema ERP es aquel que le permite a la organización interconectar diversa información en tiempo real del funcionamiento de la empresa, en temas relacionados con: operaciones, finanzas, ingeniería, entre otras, y así poder tomar decisiones. Es decir, es el que facilita el enlace entre las personas, procesos y tecnologías. Este sistema tiene varias ventajas: (¿Qué es un sistema ERP y para qué sirve?, s.f.)

- Automatización de procesos de la empresa.
- Disponibilidad de la información de la empresa en una misma plataforma.
- Integración de las distintas bases de datos de una compañía en un solo programa.
- Ahorro de tiempo y costes.

SAP (Sistemas, Aplicaciones y Productos)

El sistema ERP que utiliza la empresa de esta investigación es SAP. Este software es de origen alemán y en la actualidad está posicionado como uno de los mejores en su tipo. Lo que lo hace destacar ante la competencia es su eficiencia en la ejecución de las tareas a través de módulos, la velocidad con la que analiza datos y la variedad de soluciones que ofrece. Este software se puede encontrar como un paquete universal ya establecido o se puede diseñar de acuerdo con necesidades específicas de la empresa. Cabe mencionar que esta herramienta es costosa ya que para su instalación se requiere de una infraestructura informática eficiente además de personal capacitado para su uso (SidV, 2014). Según (Galiana, 2020) los módulos que conforman este software son los siguientes:

- Módulo de SD, Sales and distribution: ventas y distribución al cliente
- Módulo de MM, materials management: stocks, facturas y todo lo relacionado con el producto de venta.
- Módulo PP, production planning: todo lo relacionado con fabricación.
- Módulo de HR, human resources: encargado de la gestión de recursos humanos
- Módulo CO: encargado de la gestión de costes y beneficios.

Modelo de Mejora Continua PDCA (Plan-Do-Check-Act)

PDCA es una metodología que fue impulsada por Edwards Deming y que hoy en día se utiliza globalmente para lograr la implantación de sistemas de mejora (Bernal, 2013). Esta metodología se interpreta como un ciclo de 4 fases, las cuales se mencionan a continuación:

La primera fase se compone del Planear, esta implica la formación de un equipo de trabajo para determinar posibles oportunidades de mejora que se presenten en la organización. Determinar objetivos y establecer actividades.

En segundo lugar, está el Hacer, en el cual se ejecutan las tareas determinadas en la primera fase. Es recomendable aplicar estos cambios en un proceso controlado a pequeña escala para verificar sus resultados.

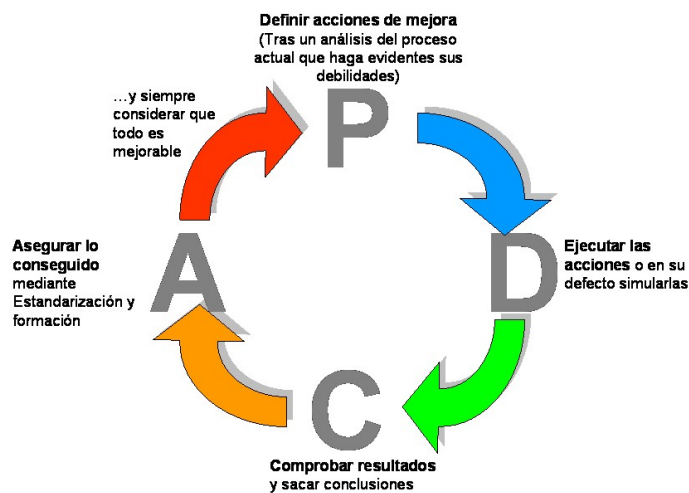


Figura 5. Ciclo PDCA: Aunque existen variaciones de la metodología, la de 4 fases es la más popular.

Verificar está posicionada como la tercera fase. Aquí es donde se recolecta la información proporcionada por el Hacer y se analizan los resultados para evaluar si se obtuvo la mejora esperada.

Como última fase está el Actuar, lo cual quiere decir que si los resultados son los esperados es momento de implantar la mejora al proceso en general. En caso contrario se deben determinar correcciones necesarias e iniciar de nuevo un ciclo PDCA para continuar con la mejora.

El modelo de mejora PDCA es una metodología de solución de problemas muy versátil ya que se puede aplicar a prácticamente cualquier situación. A continuación, se exponen varios ejemplos:

#	Autor	Título	Año	Contexto de Aplicación	Resultado Obtenidos
1	JingFeng Ningl Zhiyu Chen Gang Liu	PDCA Process Application in the Continuous Improvement of Software Quality	2010	Calidad en Software	La empresa realizó un análisis de los defectos al momento de desarrollar un software. Encontraron 28 defectos en diferentes aspectos que ellos establecieron. Después de la aplicación del PDCA los 28 defectos se redujeron a 11.
2	Sue Ellen Abney-Roberts	FOCUS-PDCA: One Hospital's Initiative to Improve HIV Testing Rates in Pregnant Women	2011	Aplicación de pruebas de VIH a pacientes embarazadas en última etapa del embarazo.	En Enero de 2008 al 72% de las pacientes no se les aplicaba la prueba de sangre de VIH al final de su embarazo. Después de aplicar FOCUS-PDCA se cambiaron las pruebas de sangre a pruebas orales y se les dio entrenamiento al personal médico sobre el tema. El cumplimiento de la aplicación de la prueba en la última etapa del embarazo subió de 79% a 93% en el periodo de septiembre de 2009 a febrero de 2010.
3	Meng-meng Ren Xia Wei Ning Ling Shu-hai Fan	The Application of PDCA Cycle Management in Project Management	2015	El rol del PDCA en diferentes rubros.	Se establece el rol del PDCA en los temas de Administración de calidad, Administración de itinerario y Administración de costo.
4	Akram A. Ebeid Ingy A. El-Khouly Aziz E. El-Sayed	Lean Maintenance Excellence in the Container Handling Industry: A Case Study	2016	Administración de mantenimiento	La flota de gruas y tractores realizaron un análisis para detectar oportunidades de mejora. Después de aplicar PDCA identificaron que podían utilizar aceite sintético para la operación de la flota de tractores. Con este cambio lograron un ahorro anual de \$14,842 dólares.
5	Wang Cui Sun Xiangqun Song Shiyin	C Programming Language Education Reform Concept Based on PDCA Circulation Management	2018	Reforma educativa para la materia de programación en lenguaje C.	El plan de estudios para la materia de programación en lenguaje C no permitía que todos los estudiantes obtuvieran los mismos conocimientos a final de curso ya que eran de diferentes carreras. Al aplicar PDCA se realizó un nuevo plan de estudios donde incluyeron un modelo educativo para poder nivelar los conocimientos de los alumnos y crear una plataforma educativa en línea para impulsar el aprendizaje autónomo en los mismos.

Tabla 1. Beneficios del PDCA: En esta tabla se muestran 5 casos en los cuales la aplicación del PDCA brindó beneficios cuantitativos y cualitativos para las organizaciones que lo utilizaron.

En estos estudios de aplicación del PDCA se muestran ahorros significativos tanto cualitativos como cuantitativos para las organizaciones que lo utilizaron, por lo que se puede comprobar que el PDCA es una herramienta capaz de atacar costos ocultos.

3. METODOLOGÍA

Como se ha mencionado a lo largo del texto, los clientes pueden cancelar ordenes en cualquier momento, provocando que las piezas que ya se han producido se queden temporalmente almacenadas en el área de embarques. Esto genera costos ocultos como: aumento de costo en la expedición de materiales, costo adicional para almacenar piezas en la bodega externa, realizar retrabajos o desecho de materiales que se hacen obsoletos con el tiempo. A pesar de esto no

existe un procedimiento para evitar que se produzcan esas órdenes canceladas o para disponer las piezas ya almacenadas. Esta es una gran oportunidad de mejora y puede aplicarse la metodología del PDCA.

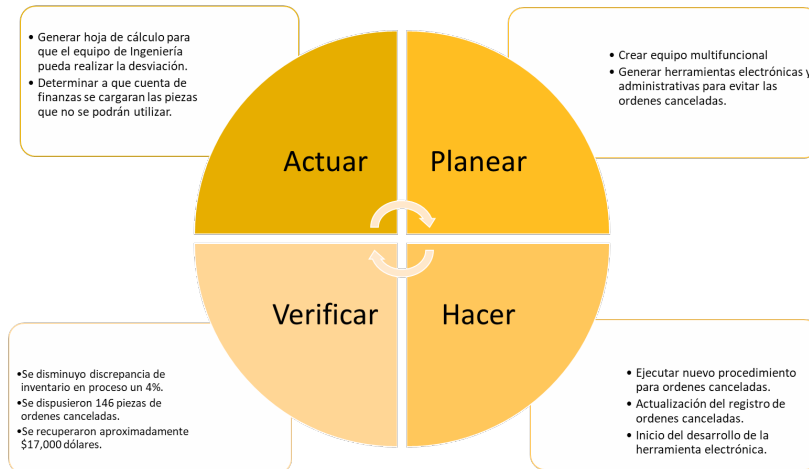


Figura 6. Ciclo PDCA: Aplicación del ciclo de mejora a la falta de disposición de órdenes canceladas.

Planear (Plan)

En la primera fase del ciclo se establecen los objetivos y las actividades que se realizarán para lograrlos.

Después de que el representante del área de embarques manifestara su inquietud por la falta de espacio para almacenar piezas de órdenes canceladas, se formó un equipo multifuncional para atender el caso. Este equipo incluyó a 2 representantes de los departamentos de Planeación, Ingeniería, Calidad, Producción y Embarques. Se realizaron un par de juntas con el equipo para realizar un 5 porqué (Anexo 1) y determinar la causa raíz además de tener una lluvia de ideas sobre las posibles actividades para desarrollar esta oportunidad de mejora.

Los objetivos resultantes fueron: desarrollar una herramienta electrónica para evitar producir órdenes canceladas y definir un procedimiento para disponer de dichas órdenes si ya se han producido. Estos objetivos lograrían una oportunidad de ahorro de \$39 550 dólares.

Se generó una minuta de seguimiento de actividades (Anexo 2) y se acordó tener reuniones semanales para verificar el avance en las actividades.

Hacer (Do)

En esta fase se llevan a cabo las tareas establecidas en la fase anterior en una pequeña escala.

La revisión de la minuta se llevó a cabo cada jueves durante 3 meses. Entre las actividades que se realizaron están:

- Actualización de la instrucción de trabajo con el nuevo procedimiento propuesto por el equipo multifuncional.
- Se definieron los representantes encargados de ejecutar el procedimiento en cada área.
- Ejecución del procedimiento para empezar a disponer de las piezas detenidas por cancelaciones.
- Actualización del registro del estatus de ordenes canceladas agregando: costo de producción, días en embarques desde la cancelación, nueva orden en que se van a disponer las piezas, fecha de disposición de las piezas. (Anexo 3).
- Inicio del desarrollo de una herramienta en lenguaje de programación Visual Basic para detectar una orden cancelada antes de iniciar su producción a través de los monitores instalados en las líneas de producción.

Verificar (Check)

En esta fase se revisa la efectividad de las acciones tomadas.

- Después de aplicar el procedimiento propuesto se han logrado recuperar 146 piezas hasta el mes de abril que estaban detenidas del periodo 2019, equivalentes a un costo de producción de \$17,085 dólares. Logrando disminuir la discrepancia del inventario en proceso en un 4%. Dado que en el 2020 no se han presentado ordenes canceladas durante el periodo de evaluación, la verificación del tiempo para disponer las ordenes no se ha realizado y se ha dado prioridad a las piezas de ordenes canceladas de 2018-2019.
- La herramienta para verificar si existen ordenes canceladas antes de producirse sigue en desarrollo debido a retrasos causados por la contingencia del Covid-19. Se tuvieron algunos avances en la elaboración del código y pequeñas pruebas de ejecución.

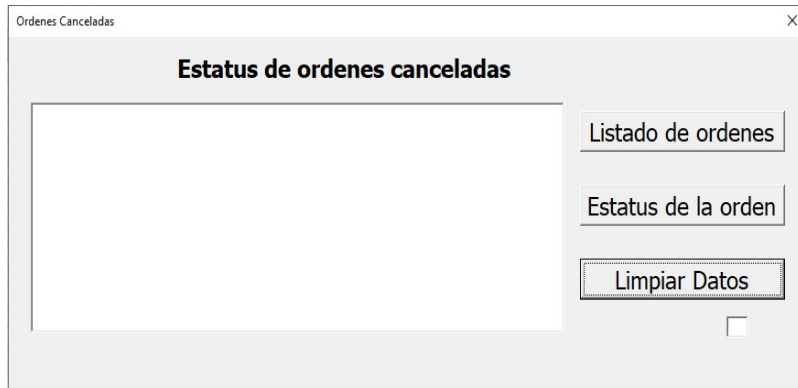


Figura 7. Interfaz: Esta es la pantalla que se mostrará en los monitores de la celda de producción.

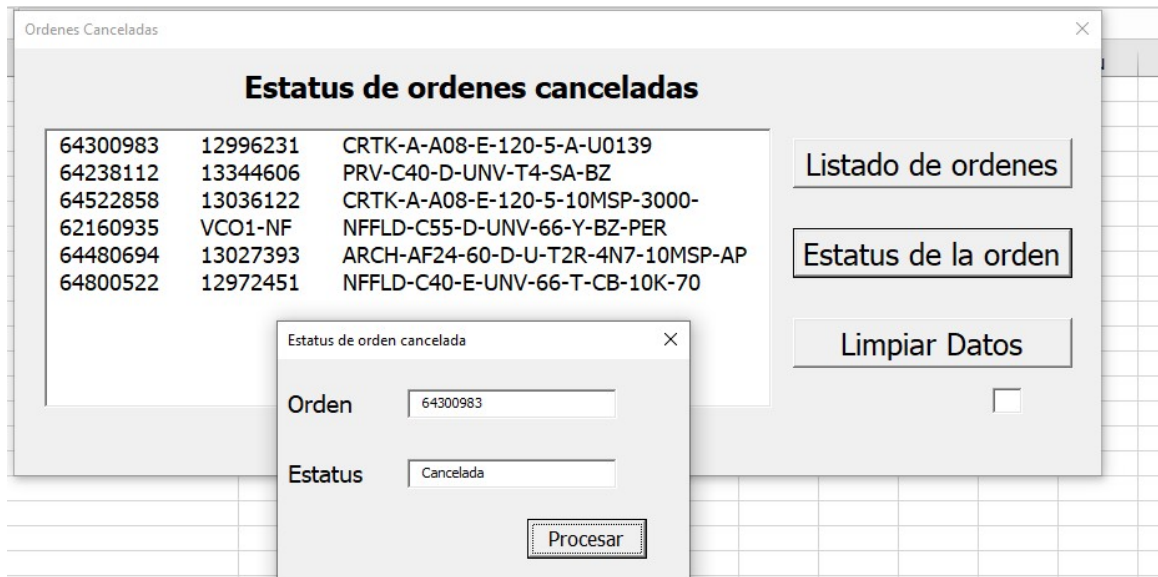


Figura 8. Funcionamiento: En esta pantalla se muestra que al capturar el numero de orden muestra si esta cancelada o no.

Controlar (Act)

Ya que se verifico el proceso y pudo demostrarse que es efectivo, se publicará la instrucción de trabajo de manera oficial en el mes de junio para ejecutarse de manera permanente.

Las oportunidades de mejora que quedaron pendientes para un nuevo ciclo PDCA son:

1. Generar una hoja de cálculo para que el personal de Ingeniería pueda proporcionar la información necesaria al departamento de Planeación en 30 minutos.
2. Definir la cuenta de finanzas en la que se cargarán los costos de las piezas que no se podrán reutilizar para no afectar las cuentas de producción o calidad.

4. RESULTADOS

Los resultados obtenidos hasta el momento después de la mejora son:

1. Disposición de 146 piezas de ordenes detenidas.

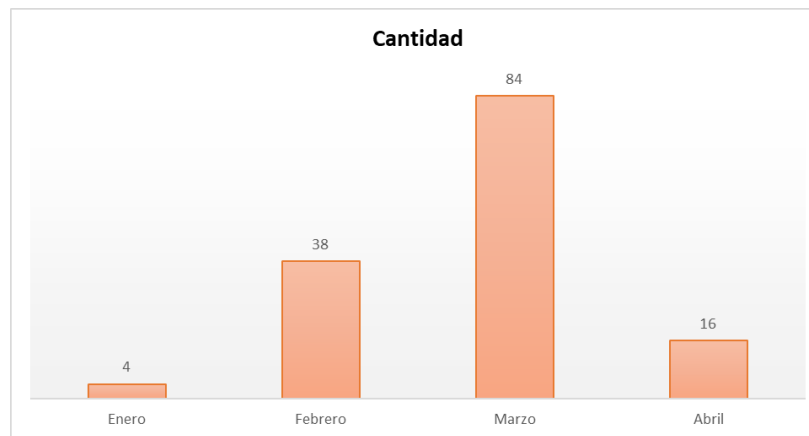


Figura 9. Grafica de piezas recuperadas: Como se puede apreciar en la gráfica durante los 4 meses que se ha podido realizar la evaluación del procedimiento se han logrado recuperar 146 piezas de ordenes canceladas.

2. Recuperación de \$17,085 dólares de piezas que ya se habían producido.
3. Reducción de la discrepancia del inventario en proceso en un 4%.
4. Liberación de espacio en el área de embarques.

4.1 LIMITACIONES

Al inicio se estimo que este proyecto tendría una duración de 5 meses iniciando en enero y terminando en mayo. Durante este tiempo se podrían observar los resultados y se implementarían las herramientas propuestas sin ningún problema. Sin embargo, a mitad del mes de marzo se decreto la pandemia por Covid-19, por lo que la empresa tuvo que adoptar diversas maneras de prevención para evitar contagios. Derivado de esto la mitad del personal de la planta permaneció

en sus hogares y la otra mitad ha estado en una rotación constante. Por esta razón se vieron afectadas actividades del proyecto como el desarrollo de la herramienta electrónica y la disposición de mas ordenes, ya que no se tenia la disponibilidad del equipo.

5. CONCLUSIONES

Como se puede apreciar, los resultados obtenidos fueron favorables y se puede afirmar que al aplicar la metodología PDCA se logró una mejora en la empresa mencionada. Permitted atacar costos ocultos que no se habían analizado con anterioridad. El porcentaje de la discrepancia del inventario en proceso disminuyo como se planteó. Adicionalmente se generó un procedimiento para la disposición de ordenes canceladas ya producidas. Desgraciadamente el desarrollo y validación de la herramienta electrónica se vio retrasado debido a la contingencia del Covid-19 en la ciudad.

6. REFERENCIAS (bibliografía)

- ¿Qué es ERP? (s.f.). Recuperado el 27 de Abril de 2020, de Oracle:
<https://www.oracle.com/mx/applications/erp/what-is-erp.html>
- ¿Qué es un sistema ERP y para qué sirve? (s.f.). Recuperado el 27 de Abril de 2020, de tic.PORTAL: <https://www.ticportal.es/temas/enterprise-resource-planning/que-es-sistema-erp>
- Abney-Roberts, S. (2011). FOCUS-PDCA: One Hospital's Initiative to Improve. *Proceedings of the 2011AWHONN Convention*, 38-39.
- Bernal, J. J. (23 de Agosto de 2013). *Ciclo PDCA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar): El círculo de Deming de mejora continua*. Recuperado el 28 de Abril de 2020, de PDCA Home: <https://www.pdcahome.com/5202/ciclo-pdca/>
- Caurin, J. (21 de Marzo de 2017). *emprendepyme.net*. Recuperado el 21 de Abril de 2020, de El inventario en la empresa: <https://www.emprendepyme.net/inventario>
- CICLO PDCA - ESTRATEGIA PARA LA MEJORA CONTINUA*. (s.f.). Recuperado el 28 de Abril de 2020, de Calidad & Gestión: http://www.calidad-gestion.com.ar/boletin/58_ciclo_pdca_estrategia_para_mejora_continua.html
- Cui, W., Xiangqun, S., & Shiyin, S. (2018). C Programming Language Education Reform Concept Based on PDCA Circulation. *3rd International Conference on Smart City and Systems Engineering (ICSCSE)*, 567-570.
- Definición de discrepancia*. (27 de Junio de 2010). Recuperado el 26 de Abril de 2020, de Definiciones-de.com: <https://www.definiciones-de.com/Definicion/de/discrepancia.php>
- Ebeid, A. A., El-Khouly, I. A., & El-Sayed, A. E. (2016). Lean Maintenance Excellence in the Container Handling Industry: A Case Study. *Proceedings of the 2016 IEEE IEEM*, 1646-1650.
- Galiana, P. (21 de Enero de 2020). ¿Qué es SAP y para qué sirve? Recuperado el 27 de Abril de 2020, de IEBS: <https://www.iebschool.com/blog/que-es-para-que-sirve-sap-management/>
- Muñoz Gil, J. F. (19 de Noviembre de 2012). *Control de trabajo en proceso (WIP) para el aumento de productividad*. Recuperado el 26 de Abril de 2020, de gestiopolis: <https://www.gestiopolis.com/control-trabajo-proceso-wip-aumento-productividad/>
- Nahmias, S. (2009). Análisis de la producción y de las operaciones. En S. Nahmias, *Análisis de la producción y de las operaciones* (págs. 165-170). The McGraw-Hill Companies.

- Ning, J., Chen, Z., & Liu, G. (2010). PDCA Process Application in the Continuous Improvement of Software. *International Conference on Computer, Mechatronics, Control and Electronic Engineering (CMCE)*, 61-65.
- Parada, J. E. (2006). *Sistema de Inventario*.
- Ren, M.-m., Ling, N., Wei, X., & Fan, S.-h. (2015). The Application of PDCA Cycle Management in Project Management. *International Conference on Computer Science and Applications*, 268-272.
- SidV. (2014). *¿Qué es SAP y para qué sirve?* Recuperado el 27 de Abril de 2020, de Consultoría SAP: <https://www.consultoria-sap.com/2014/03/que-es-sap-y-para-que-sirve.html>
- Trabajo en proceso (WIP)*. (s.f.). Recuperado el 26 de Abril de 2020, de Manufacturing Terms: https://www.manufacturingterms.com/Spanish/Work_In_Process_WIP.html
- Vermorel, J. (Febrero de 2013). *Precisión del inventario*. Recuperado el 26 de Abril de 2020, de LOKAD: <https://www.lokad.com/es/definicion-precision-inventario>

7. ANEXOS

Anexo 1

5 Why's				
Fecha: 06-feb-20 Equipo: Adrián Jiménez Área: Planeación Diana González Embarques Ricardo Flores Producción Miguel Vidales Calidad Guadalupe Ramos Ingeniería Iván Morales Ingeniería Ivonne García Ingeniería				
Problema	No hay espacio para almacenar las ordenes canceladas en el área de embarques			
W1	¿Por qué no existe espacio para almacenar las piezas?	Porque se producen sin saber que estan canceladas.	¿Por qué no existe espacio para almacenar las piezas?	Porque las ordenes se quedan almacenadas por tiempo indefinido.
W2	¿Porque se producen sin saber que estan canceladas?	Porque el sistema no detecta que la orden esta cancelada.	¿Porque las ordenes se quedan almacenadas por tiempo indefinido?	Porque no existe un procedimiento para disponer las ordenes.
W3	¿Porque el sistema no detecta que la orden esta cancelada?	Porque no existe un medio para rastrear las ordenes canceladas.	¿Porque no existe un procedimiento para disponer las ordenes?	Porque no se tenia información de que el problema se presentaba.
W4				
W5				

Anexo 2

HOJA DE MEJORA CONTINUA					
Fecha (Origen)	Actividad / Accion (De acuerdo a la Causa Raíz)	Responsable	Fecha Promesa	Fecha de terminación	Status
1/16	Proveer listado de material detenido	Diana G.	1/16	1/16	done
1/23	Informar al grupo de planeacion del Nuevo proceso de ordenes Cnanceladas	Adrian J	1/24	1/24	done
1/23	Confirmar inventario de Impulso en Archivo	Jaime G.	1/23	1/23	done
1/23	Se enviara listado de Estilos iguales con demanda para iniciar con proceso de reetiquetado	Adrian J.	1/23	1/23	done
1/23	generacion ed WRA y desviacion para estilos identificados en VL10i	Equipo de Ingenieria	1/28	1/28	done
1/30	Revison de IT de ordenes Canceladas	Equipo multifuncional	2/6	2/6	done
1/30	Invitacion a finanzas a la proxima junta para aclarar hrs stnd.	Adrian J.	2/4	2/4	done
1/30	Revison de IT punto 5.6 con Finanzas / Se acuerdo seguir el procedimiento agregando horas de trabajo y FG para el BF.	Equipo multifuncional	2/6	2/6	done
2/6	Revison del costo de desensamble de lampas.	Produccion/ Finanzas	2/13	2/13	done
2/6	Revison de ticket de scrap a que cuenta se le dara disposicion / Se asigno cuenta especial para no afectar produccion	Produccion/ Finanzas	2/13	2/13	done
2/13	Revisar si podemos mover junta a 11.30 am / Se envio invitacion de nuevo horario.	Adrian J.	2/27	2/27	done
2/20	Despues de un retrabajo, produccion revisara que el BF sea el correcto/ revision de COGI	Jaime R.	2/27	2/27	done
2/20	Iniciar con el proceso de ordenes que no esten en VL10i para convertir a ordenes similares top 10 \$\$, marcados en amarillo / con el nuevo archivo actualizar informacion	Ingenieria.	2/27	3/12	done
2/20	Planeacion, realizar proceso de reetiquetado para ordenes que tienen ordenes similares en VL10i / con el nuevo archivo actualizar informacion.	Adrian J	2/27	3/12	done
2/20	Embarques regresara a celda empaques marcados en color azul, para que produccion pueda realizar devolucion a embarques.	Miriam	2/27	2/27	done
2/20	Produccion realizara proceso de desensamble o scrap para ordenes en color rojo.	Jorge Pizana	2/27	3/6	done
2/27	Enviar archivo de ordenes de SCRAP para disposicion final / solo se entregaron 3 pallet.	Adrian J / Jorge R.	2/27	3/6	done
2/27	Revisar si se actualizara rutina de proceso por Finanzas/ Se continua proceso conforme a IT.	Antonio M.	3/5	3/5	done
3/5	Planeacion realizara requerimiento de Desviacion Ing. Sutainig (Lupita, Ivone, Ivan,) HID (Pablo, Luis)	Adrian J.	3/5	3/5	done
3/5	Realizar conteo en caja de trailer y actualizar listado	Diana G.	3/12	3/12	done
3/9	Modificar IT, incluyendo la verificacion de Storage Location y special Stock por planeacion / Se realizo revision 2 en IT	Adrian J./ Diana	3/11	3/19	done

Anexo 3

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
Orden	Material	QTY	Costo total	Usada	Balanci	MRP	Catalogo	Fecha de Cancelacion	Costo u	Costo total	Dias en es	Retorno a produccion	Fecha dis	Dias fin
43667255	VCE2-WS	1	\$ 121.80			1	TT	LSMP45W9030DL3SL	11/07/2018	\$ 121.80	\$ 121.80	667		
47828409	VCK1-TT	7	\$ 645.59			7	TT	TT-C5-LED-E1-WQ-BZ	11/07/2018	\$ 92.23	\$ 645.59	667		
55123080	VCK1-TT	24	\$ 2,213.46			24	TT	TT-C5-LED-E1-RW-AP-8030-30L	17/09/2018	\$ 92.23	\$ 2,213.46	599		
54431086	VCO1-NF	1	\$ 111.37			1	NF	NFFLD-C40-E-UNV-66-SBZ-7050	11/01/2019	\$ 111.37	\$ 111.37	483		
58418606	VCS2-1800	4	\$ 880.97			4	TT	1800-DOME-90-L30-1-W-UNV-STD-SWL-TWL	19/02/2019	\$ 220.24	\$ 880.97	444		
62538045	12665051	4	\$ 757.03	4		0	LXF	LXF-E02-LED-E-U-ASYM-BK	10/03/2019	\$ 189.26	\$ -	65243155	24/04/2020	411
60082790	12824660	6	\$ 1,178.83			6	LXF	LXF-E02-LED-D-U-ASYM-4N7-S-BK	15/05/2019	\$ 196.47	\$ 1,178.83	359		
60239359	VCO1-NF	4	\$ 445.48			4	NF	NFFLD-C70-E-UNV-66-S-BK	10/06/2019	\$ 111.37	\$ 445.48	333		
55315946	VCK1-TT	4	\$ 368.91			4	TT	TT-C3-LED-E1-RW-8030-MS/DIM-220	12/06/2019	\$ 92.23	\$ 368.91	331		
55344628	VON1-ARCH-MEDIUN	12	\$ 1,584.99			12	ARCH	ARC-M-AF48-160-D-U-T3-4-10K-AP	12/06/2019	\$ 132.08	\$ 1,584.99	331		
55413702	VCK1-TT	6	\$ 553.37			6	TT	TT-C4-LED-120-WQ-GM-IBP	12/06/2019	\$ 92.23	\$ 553.37	331		
56451073	VCK1-TT	6	\$ 553.37			6	TT	TT-C3-LED-E1-CQ-BZ	12/06/2019	\$ 92.23	\$ 553.37	331		
57249662	VON1-CT	2	\$ 166.71			2	CRTK	CRTK-A-A12-E-U-5-UL-SR-TH-AP	12/06/2019	\$ 83.36	\$ 166.71	331		
57576670	VCO1-NF	3	\$ 334.11			3	NF	NFFLD-C25-E-UNV-33-S-BZ	12/06/2019	\$ 111.37	\$ 334.11	331		
57780641	VCK1-TT	24	\$ 2,213.46			24	TT	TT-C5-LED-E1-5WQ-PM-BZ	12/06/2019	\$ 92.23	\$ 2,213.46	331		
58720215	VCK1-TT	16	\$ 1,475.64			16	TT	TT-C4-LED-E1-WQ-DP	12/06/2019	\$ 92.23	\$ 1,475.64	331		
59367460	VCO1-NF	8	\$ 890.95			8	NF	NFFLD-C40-E-480-66-T-CB-7030-PER	12/06/2019	\$ 111.37	\$ 890.95	331		
60797210	12697328	1	\$ 88.28	1		0	NF	NFFLD-S-C15-D-UNV-33-KNC-CB	14/06/2019	\$ 88.28	\$ -	64719889	09/03/2020	269
60173014	13121317	9	\$ 2,310.09	9		0	ARCH	ARCH-L-AF72-210-SLTD-U-T3-4N7-	21/06/2019	\$ 256.68	\$ -	64899159, 65025374, 6509505	29/03/2020	282
60833783	13324426	4	\$ 414.27			4	VERD	VERD-C02-SLTD-U-T5-4N7-10K-AP-	12/07/2019	\$ 103.57	\$ 414.27	301		
61204810	13110830	8	\$ 1,224.64	8		0	ARCH	ARCH-M-AF48-120-SLTD-U-T3-7030	12/07/2019	\$ 153.08	\$ -	64169719	06/02/2020	209
61138157	13285171	36	\$ 4,859.98			36	ARCH	ARCH-M-AF48-100-D-U-T3-7030-4N	15/07/2019	\$ 135.00	\$ 4,859.98	298		
60834092	11704274	20	\$ 1,884.85	20		0	OVH	OVH20SWW3DH4	19/07/2019	\$ 94.24	\$ -	64525951	04/03/2020	229
62565184	12396117	1	\$ 51.50			1	CRTK	CRTK-A-A08-E-120-S-SR-A	10/08/2019	\$ 51.50	\$ 51.50	272		
61507257	13127853	6	\$ 1,566.08			6	ARCH	ARCH-L-AF72-250-SLTD-U-T4W-4N7-10MSP-BK-U90	11/08/2019	\$ 261.01	\$ 1,566.08	271		
61824592	VCO1-NF	3	\$ 334.11			3	NF	NFFLD-C25-E-UNV-66-S-BK-7060	22/08/2019	\$ 111.37	\$ 334.11	260		
61724270	12822572	4	\$ 447.38	4		0	FL4	CFB40PWW76U0412	11/09/2019	\$ 111.85	\$ -	ORDEN OK	06/02/2020	148
62883333	13022558	3	\$ 334.11	3		0	NF	NFFLD-C25-E-UNV-66-S-BZ	10/06/2019	\$ 111.37	\$ -	65102203	25/02/2020	180