



## Informe Final Proyecto de Pasantía

***“Optimización en el ‘Cycle Time’ de la etapa de acabados de lienzos,  
pendones y planchas de soportes rígidos”***

Nombre: Julián Troncoso Rubín

Carrera: Ingeniería Civil Industrial

Empresa: Mr Print Servicios Gráficos LTDA

Fecha de entrega: 5 de diciembre del 2023

## **1. Resumen ejecutivo**

Mr Print Servicios Gráficos LTDA es una empresa que se dedica a la producción de gráficas publicitarias de gran formato. Dentro de sus productos más solicitados se encuentran la producción de lienzos, pendones y planchas en soportes rígidos, todas impresas mediante cuatricromía. Dentro de los clientes más reconocidos se encuentran empresas como: Coca-Cola, Nestlé, Carozzi e ICB. El proceso productivo de la empresa se estructura en 3 etapas: la primera corresponde a la etapa de Pre Prensa en donde se planifica en el material los diseños que se desean imprimir, la etapa de impresión y la etapa de acabados. En la última es donde se enfocará este informe, ya que es la etapa que significa un mayor retraso en la producción de la compañía.

Según los datos históricos con respecto a los tiempos de entrega de las órdenes, se realizó un trabajo de separación por etapa y se definió que en la etapa de acabados se tomaba más de un 80% del tiempo total de producción por orden. De esta forma, se define como objetivo el reducir los tiempos de producción en la fase de acabado de lienzo, pendones y soportes rígidos, considerando un "Cycle Time" de 7,5 días para alcanzar un 90% de productos acabados a tiempo en un horizonte de 3 meses. Asimismo, se define el KPI como el porcentaje de productos acabados a tiempo con respecto a los tiempos totales de producción. En este sentido, la primera solución a implementar es la contratación de personal para el rol de conector. Este se encargará de trasladar todos los trabajos del área de impresión hacia las diferentes estaciones en el área de acabados, ahorrando tiempos de desplazamiento correspondiente a 1,08 horas diarias a los operadores de las maquinarias de acabado y a los de montaje y corte. La segunda solución es la incorporación de una máquina de corte de tipo "X, Y" la cual posee las capacidades de cortar los rollos de impresión casi un 68% más rápido que cuando es cortado por el personal de forma manual, según las simulaciones realizadas con las capacidades de corte. Finalmente, la última solución corresponde a la actualización del sistema de ERP de la empresa al nuevo software de "Eikonsys". De esta forma, se puede actualizar e ingresar la fase en la que se encuentra una orden (Preprensa, Impresión o Acabados), con sus respectivos tiempos límites para poder ejercer presión para trabajar de forma más eficiente. Todas estas soluciones significan una alteración de forma positiva en el KPI, ponderando un total de 90% de tiempos de acabados realizados en la métrica objetivo.

## **2. Abstract**

Mr Print Servicios Gráficos LTDA is a company that specializes in the production of large-format advertising graphics. Among its most requested products are the production of canvases, banners, and trovicel plates, all printed in four colors. Some of the most recognized clients are companies like Coca-Cola, Nestlé, Carozzi, and ICB. The company's production process is structured into 3 stages: the first corresponds to the Pre-production stage where the designs to be printed are structured on the material, the printing stage, and the finishing stage. This report will focus on the final stage of manufacturing, as it is the stage that causes the greatest delay in the company's production.

According to historical data regarding order delivery times, the time on every order delay on each stage was exposed, and it was defined that this problem represented more than 80% of the total amount of production time per order. In this way, the goal is to reduce production times in the product finishing phase, considering a cycle time of 7,5 days, to achieve 90% on time delivery, over a 3-month time horizon. Likewise, the percentage of products finished on time to total production times is defined as a KPI. Under this premise, 3 solutions will be presented that align with the objectives and that will keep the finishing times per order to a minimum. In this sense, the first solution is the hiring of personnel for the connector role. This person will be responsible for moving all jobs from the printing area to the different stations in the finishing area. In this way, the operators of the different stages (assembly and cutting operators) will save travel time corresponding to 1.08 hours per day, based on the results obtained in November. The second solution is the incorporation of an "X, Y" type cutting machine, which has the ability to cut printed rolls almost 70% faster than being cut manually by personnel, according to simulations performed with cutting capabilities. Finally, the last solution corresponds to updating the company's ERP system to the new "Eykonsis" software. In this way, the phase in which an order is located (Pre-production, Printing, or Finishing) can be updated and entered, with their respective time limits, to exert pressure to work more efficiently. All these solutions mean a positive alteration in the KPI, weighing a total of 90% on time delivery achieved.

## **Índice**

|                            | Página |
|----------------------------|--------|
| 3. Contexto.....           | 5      |
| 4. Problema.....           | 12     |
| 5. Objetivo.....           | 14     |
| 6. Análisis de Causas..... | 16     |
| 7. Estado del Arte.....    | 19     |
| 8. Soluciones .....        | 20     |
| 9. Metodología .....       | 22     |
| 10. Implementación .....   | 29     |
| 11. Resultados.....        | 31     |
| 12. Conclusión.....        | 34     |
| 13. Referencias .....      | 35     |
| 14. Anexo.....             | 36     |

### 3. Contexto

Mr Print es una empresa que se dedica a la fabricación de productos relacionados al área publicitaria. Es una compañía que presta servicios gráficos y que se dedica a materializar las necesidades de producción ilustrativas de diferentes organizaciones. Estos servicios representan principalmente la impresión de propuestas de marketing de diversas empresas, donde las que más destacan son Coca-Cola, Nestlé, ICB y Carozzi. Las capacidades de servicios que Mr Print ofrece son las siguientes: Impresión, Visual Merchandising, Gráfica Exterior, Gráfica Interior, Instalaciones y Rotulado de vehículos.

*Ilustración 1 y 2: Lienzo Publicitario y Rotulación de vehículos*



Fuente: Sitio web <http://www.mrprint.cl/>

Ilustración 3 y 4: Soporte Rígido y Pendón

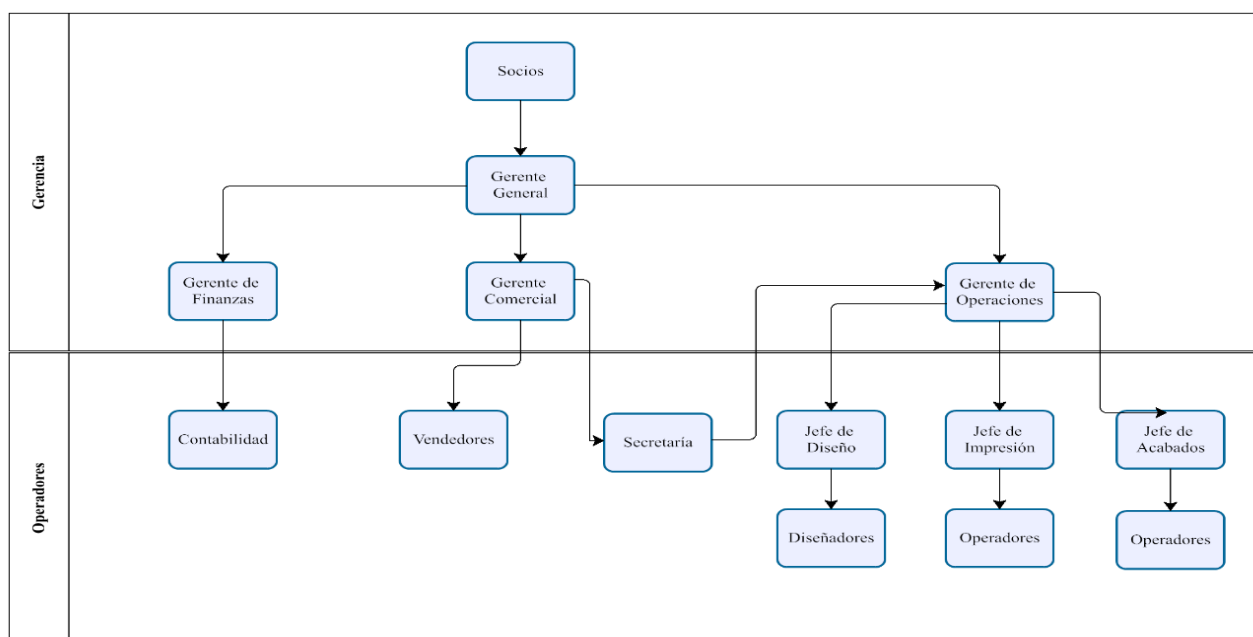


Mr Print nace de evidenciar la oportunidad y la escalabilidad del rubro de la producción gráfica e impresión digital. La creciente demanda de las grandes empresas en ámbitos publicitarios y la potencial penetración de mercado de la empresa, fue el motor principal de conformar Mr Print Servicios Gráficos LTDA. Su misión se establece bajo el siguiente concepto: *“Mr Print nace con la misión de entregar un servicio de excelencia, con materiales y maquinaria de última tecnología para el cambiante mundo del retail e industrial. En Mr. Print nos hemos preocupado de establecer una relación cercana con nuestros clientes, asesorándoles para convertirnos en parte de su crecimiento empresarial”*<sup>1</sup>. De esta forma, se demuestra cómo la empresa busca entregar productos de primera calidad, con servicios de atención al cliente diferenciadores de la competencia. En conjunto a esto, y a su capacidad de liderar en costos, Mr Print ha logrado posicionarse de buena forma en el mercado, obteniendo licitaciones importantes por parte de los municipios, y de fidelizar grandes empresas como lo son las 4 mencionadas anteriormente.

<sup>1</sup> Misión publicada en el sitio web: <http://www.mrprint.cl/>

Mr Print es considerada una mediana empresa, ya que posee alrededor de 40 trabajadores. En esta existe una gerencia compuesta por el Gerente General José Eduardo López Cubillos, una Gerencia Operacional/Comercial a cargo de José Eduardo López Coronel, mi supervisor, y una Gerencia de Finanzas a cargo de Jacqueline Coronel. Dentro del área operacional trabajan 4 diseñadores gráficos, los cuales realizan las labores de definir los diseños que se imprimirán, modelándolos y concretizándolos en las diferentes impresoras. Esta labor requiere las competencias de manejar los diversos softwares de diseño y estructurar los esquemas en los distintos materiales de impresión. Mi labor dentro del área de operaciones será evaluar los diferentes procesos actuales que tiene Mr Print y buscar las posibles causas de problemas en su producción. Asimismo, ser un apoyo constante y confiable del gerente de operaciones, cumpliendo con las diferentes tareas que me proponga.

Ilustración 5: Organigrama Mr Print



Ampliando con la información relevante de la empresa, resulta interesante exponer los volúmenes de producción para contemplar con que porcentajes de ventas e impresión de m<sup>2</sup> se enfrenta mes a mes Mr Print. En la tabla 1 podemos evidenciar las cantidades

totales de producción de lienzos, pendones e impresión en soportes rígidos del primer semestre del 2023, en donde un 70% de la producción de la compañía corresponde a los productos que se tratarán en este informe.

*Tabla 1: Volúmenes de producción de lienzo, pendones y planchas de Mr Print*

| Mes     | M <sup>2</sup> | N° Órdenes |
|---------|----------------|------------|
| Enero   | 11.788,12      | 171        |
| Febrero | 9.419,12       | 146        |
| Marzo   | 9.573,84       | 173        |
| Abril   | 14.340,31      | 164        |
| Mayo    | 11.070,36      | 137        |
| Junio   | 9.344,13       | 128        |
| Julio   | 6.992,10       | 139        |

*Fuente: Elaboración propia*

Luego de un análisis deliberado de las diferentes etapas de producción en la empresa, se encontró 2 grandes problemas en la eficiencia operacional. Tras evaluar las alternativas, tanto con mi supervisor, como con mi profesor guía, se encontró un potencial problema a estudiar, el cual cumple con las características necesarias para comenzar con el levantamiento de información que respalde cuantitativamente la definición del problema. De esta forma se puede definir el proyecto como: ***“Optimización en el ‘Cycle Time’ de la etapa de acabados de lienzos, pendones y planchas de soportes rígidos”***

Evaluar la relevancia que tiene la elección de este proyecto es fundamental para saber si es que realmente impactará de forma positiva a la productividad de Mr Print. Es por esto que se realizó un desglose de las órdenes recibidas en el primer semestre del año 2023, con la finalidad de rescatar las fechas de ingreso de órdenes, fechas de salida de órdenes, tiempo que duran los trabajos, estimación de la duración de trabajos, tiempos de retrasos en base a las estimaciones y el número total de órdenes efectuadas en el periodo establecido. Asimismo, en base al objetivo de realizar una estimación correcta de los tiempos que tardan la etapa de acabados, se tuvo que realizar un proceso de definición de las capacidades productivas de las máquinas impresoras. Para esto, se evaluó el rendimiento de los 3 tipos de maquinaria: Impresoras rollo grande, Impresoras rollo chicas e Impresora Cama Plana.



*Ilustración 6: Impresora Cama Plana*



*Ilustración 7: Impresoras Rollo Chico*



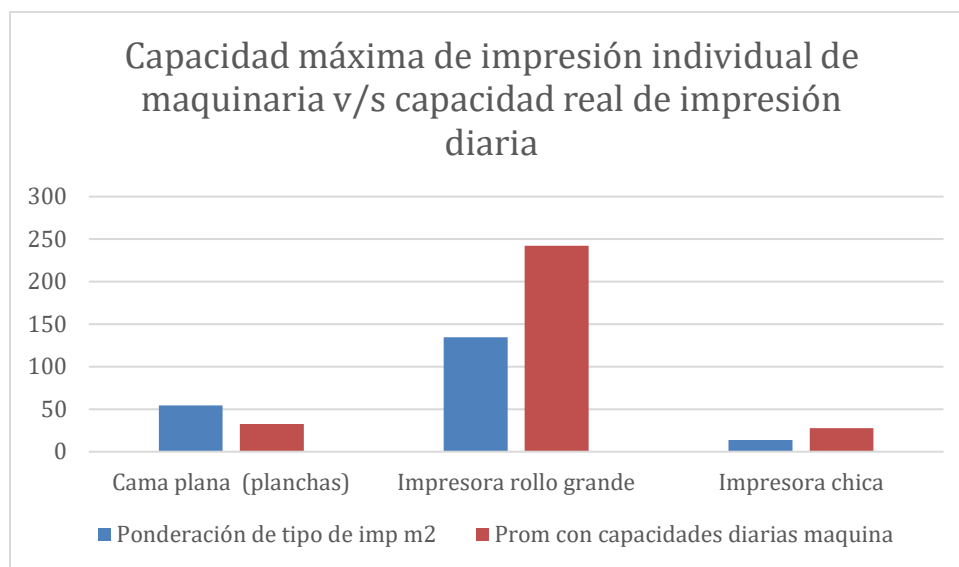
*Ilustración 8: Impresoras Rollo Grande*



Se estimó en base a ciclos productivos de 8 horas, con horas productivas del 60%, 40% y 60% respectivamente, debido a la cantidad de órdenes diarias que ingresan a las

máquinas en promedio. De esta forma, se pudo calcular los tiempos de impresión en 60 minutos.

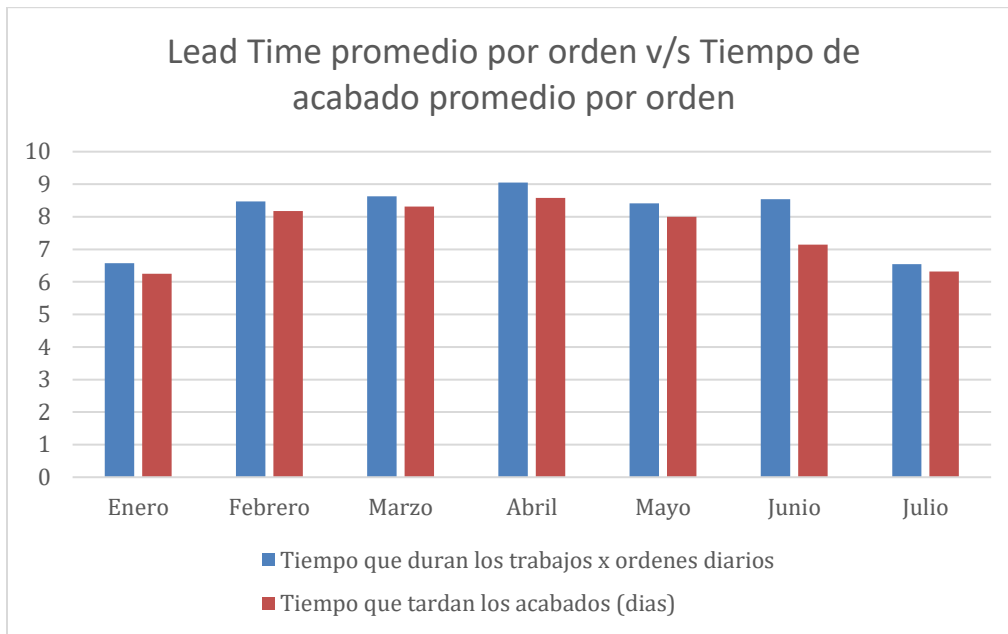
*Gráfico 1: m2 de impresión diario por máquina*



*Fuente: Elaboración Propia*

En base a esta información, se obtuvo que las capacidades de impresión en 60 minutos son de **302,42 m2**. El gráfico comparativo muestra las capacidades máximas productivas de cada una de las impresoras (barras azules), en comparación a las capacidades reales de producción considerando el tiempo de actividad y el número de máquinas. Con estos resultados y con el desglose de lo que vende cada máquina, se pudo estimar el metraje por órdenes y realizar el análisis del tiempo de impresión v/s el de acabados, por lo que se obtuvo la tendencia siguiente:

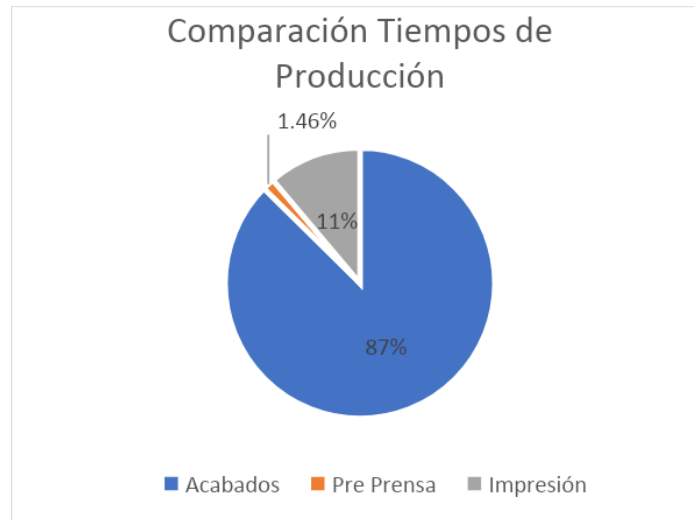
Gráfico 2: Tiempos que duran los acabados por orden



Fuente: Elaboración propia

Con esta ilustración queda claro que la diferencia de proceso de las dos etapas es significativa, enfocándose principalmente en los tiempos que toman los acabados. De esta forma se puede evidenciar como esto ha sido un problema históricamente para la empresa, ya que las capacidades de producción de sus impresoras son totalmente superiores a los tiempos que toma realizar las terminaciones de los productos, siendo esta identificada como el cuello de botella de la producción.

Gráfico 3: Gráfico de torta comparación tiempos de producción por etapas



Fuente: Elaboración Propia

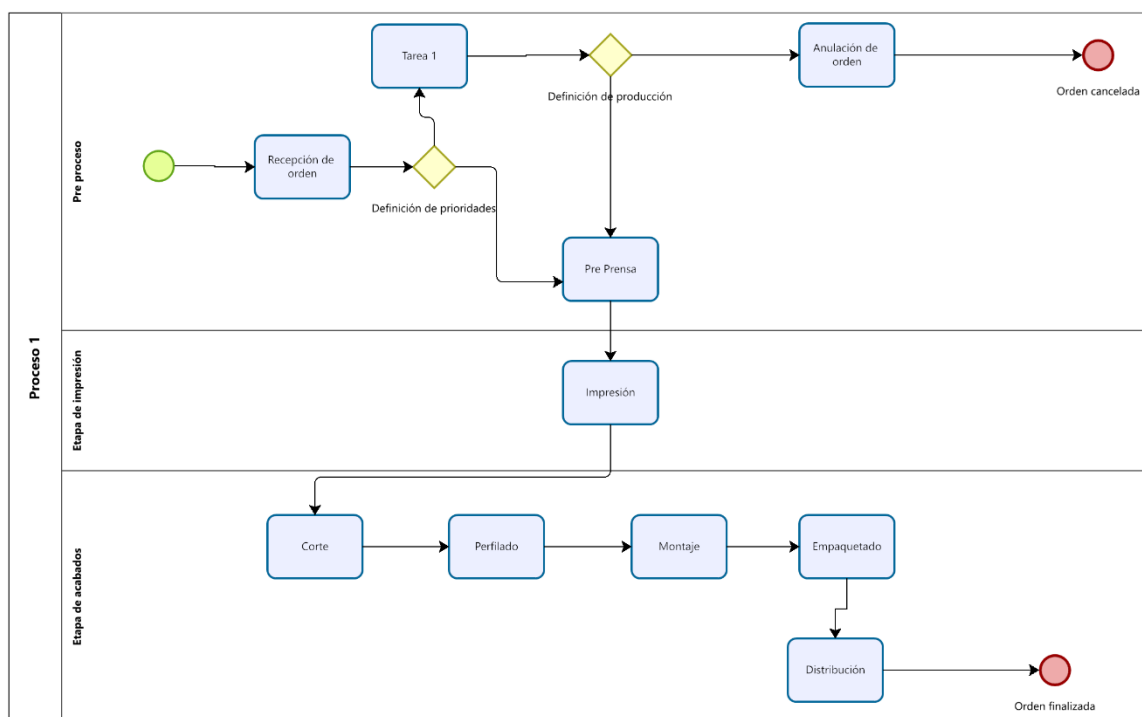
#### 4. Problema

En base a la información recopilada de la historia de la empresa en este primer semestre del año 2023, en conjunto a las percepciones e investigaciones pasadas realizadas por José Eduardo, se puede definir las métricas a evaluar. Con el desglose del problema ya presentado, se puede proponer el KPI que determine la métrica que se utilizará para estudiar el rendimiento en las operaciones de Mr Print LTDA. De esta forma, el KPI corresponde al porcentaje de productos terminados a tiempo, el cual permitirá evaluar como mejoran las entregas si se ajustan diferentes parámetros en las etapas de producción. Con este KPI, el análisis de la medida cuantitativa de la producción se hace posible, siendo esta equivalente a la reducción en los tiempos de acabados para lograr el porcentaje de productos terminados a tiempo. Con respecto a esta medida, se buscará optimizar los tiempos sobre todo en la etapa de los acabados como ya se menciona en la declaración del problema, debido a la condición de cuellos de botella de esta fase. Asimismo, esto permitirá realizar una medida cualitativa de la mejora significativa de los tiempos de producción, la cual corresponde a las percepciones de los clientes. En este sentido, se espera estudiar como los clientes perciben el rendimiento de Mr Print, si es que se cumplen las expectativas de tiempo y calidad, esta tendrá preferencia en el mercado por parte de los clientes, posicionándolo de mejor forma, si no, los clientes fidelizados buscarán nuevas alternativas. De esta forma el desafío que tiene Mr Print es

disminuir los tiempos en la fase de acabados para alcanzar un 90% de los acabados terminados a tiempo, ya que actualmente casi un 50% de las entregas están sobre la media de entregas atrasadas.

Para explicar de mejor forma las medidas a considerar, se debe detallar cual es el proceso productivo de Mr Print LTDA. En el siguiente diagrama se considera la producción desde que se recibe la orden, hasta que se realiza la distribución del producto.

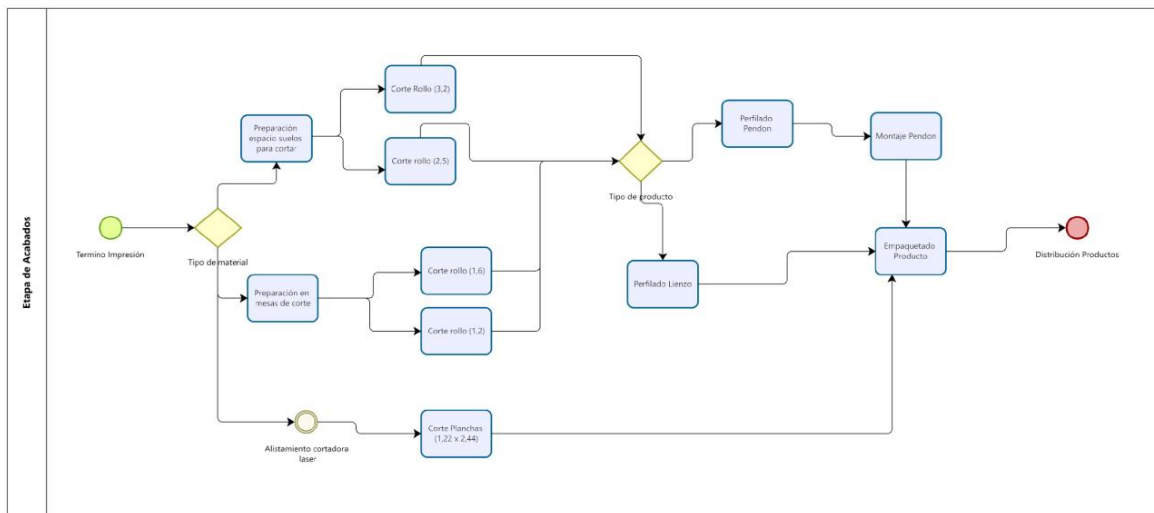
*Ilustración 9: Diagrama de Bizagi proceso Mr Print*



Powered by  
bizagi  
Modeler

*Fuente: Elaboración Propia*

Ilustración 10: Diagrama de Bizagi etapa de acabados



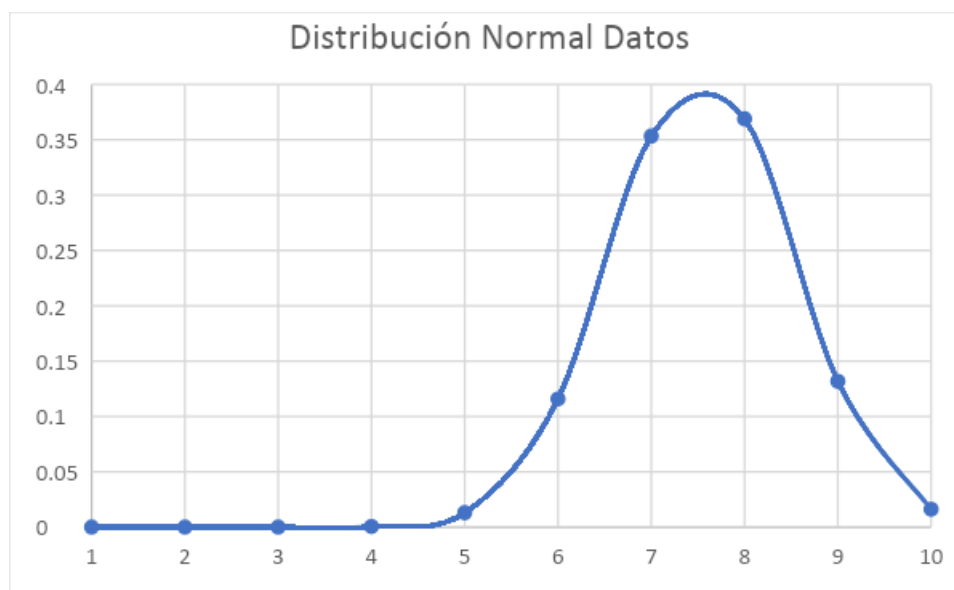
Bajo este principio, nace la preocupación de mejorar la fase de acabados, siendo esta compuesta principalmente por 3 partes, el corte y perfilado del material, el montaje (en el caso de los pendones donde se monta el tubo y cordel para colgarlo), el empaquetado y la distribución, la que en ciertos pedidos incluye la instalación. Como la producción de pendones es la que requiere de una etapa más de producción debido al montaje, toma más tiempo. En este sentido, en base al análisis de las órdenes, los pendones corresponden a casi un 70% de la demanda considerada en este informe de lienzos, pendones e impresión en planchas rígidas, por lo que para el estudio se consideró el peso de este indicador. De esta forma, se vuelve relevante analizar como influye el montaje en la producción total de Mr Print. En esta etapa de la producción es donde el KPI se va a mover, definiendo los tiempos totales del ciclo productivo y optimizando la producción total de la empresa.

## 5. Objetivo

Para la definición del objetivo, se analizó el problema considerando todas sus aristas. De este modo, comparando los tiempos de acabados de los meses anteriores, se realizó un estudio estadístico descriptivo de los datos. En base a esto, considerando el KPI

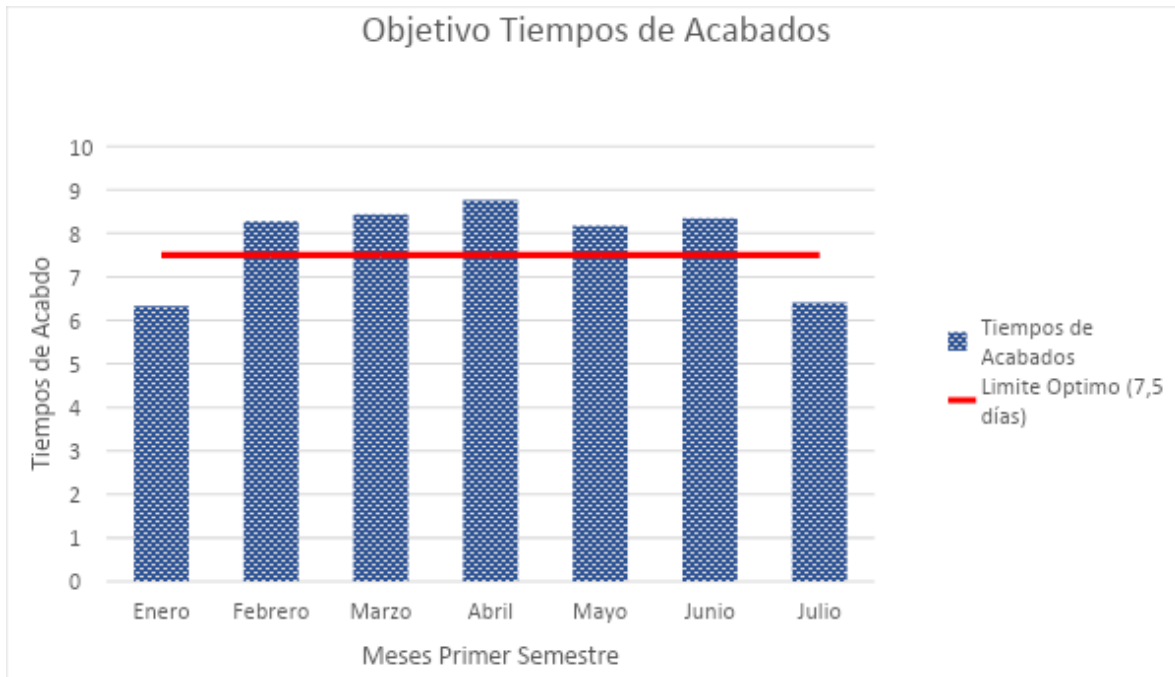
propuesto en la problemática, se definió un rango objetivo basado en una distribución normal realizada de los tiempos de duración de la etapa de acabado. En esta distribución, se definió como métrica objetivo un rango que abarcara la media del conjunto de datos, menos una desviación estándar. Esto permite abarcar más de un 50% de los datos, lo que significa que es lo suficientemente robusto para definirlo como realizable en base a las operaciones de la empresa. Así es como podemos definir un objetivo SMART, el cual optimice los tiempos del ciclo productivo: “Reducir los tiempos de producción en la fase de acabado de lienzo, pendones y soportes rígido, considerando un ‘Cycle Time’ de 7,5 días para alcanzar un 90% de productos acabados a tiempo en un horizonte de 3 meses. De esta forma, podemos establecer un KPI más constante y que no varíe en base a las diferentes órdenes recibidas. Esto significa un aumento considerable en la producción, ya que podrán entrar más órdenes al sistema operativo de la empresa.

*Gráfico 4: Distribución Normal Tiempos de Acabado*



*Fuente: Elaboración Propia*

Gráfico 5: Tiempos de Acabados Según Objetivo de Producción



Fuente: Elaboración Propia

## 6. Análisis de causas

Para definir cuáles son las posibles causas por las cuales puede darse este problema, debemos realizar un estudio detallado del proceso productivo de la empresa. Ya habiendo definido las fases de producción, explicado en el diagrama de flujo, se puede ahondar en las diferentes aristas que influyen en el lead time. Para explicar de mejor forma las causas del problema, se presentará en un Diagrama de Ishikawa que permite visualizar y exponer todas las posibles explicaciones:



Tabla 2: Desglose Diagrama de Ishikawa sobre el método

| N° | M      | Causas  |
|----|--------|---|
| 1  | Método | Recepción simultánea de ordenes grandes que se amontonan en acabados                                    |
| 2  | Método | Escasa existencia de lineamientos de producción según tipo de producto                                  |
| 3  | Método | Procesos varían según órdenes recibidas   |
| 4  | Método | Desplazamientos innecesarios de operadores al ir a buscar las gráficas no acabadas al área de impresión |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3: Desglose Diagrama de Ishikawa sobre la mano de obra

| N° | M            | Causas   |
|----|--------------|--|
| 1  | Mano de obra | Variabilidad de trabajadores que realizan tareas   |
| 2  | Mano de obra | Alta dependencia de las capacidades del trabajador |
| 3  | Mano de obra | Baja autonomía de trabajo sin gerencia presente    |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4: Desglose Diagrama de Ishikawa sobre la maquinaria

| N° | M          | Causas   |
|----|------------|--|
| 1  | Maquinaria | Accesibilidad reducida de maquinaria existente especializada en el montaje de pendones |
| 2  | Maquinaria | Inversión significativa para maquinaria de corte de rollos                             |
| 3  | Maquinaria | Reducida innovación en maquinaria general para acabados                                |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5 Desglose Diagrama de Ishikawa sobre el medioambiente

| N° | M              | Causas   |
|----|----------------|--|
| 1  | Medio ambiente | Layout desactualizado con respecto a los nuevos requerimientos de producción |
| 2  | Medio ambiente | Espacios reducidos para aumentar capacidades                                 |
| 3  | Medio ambiente | Problemas con el orden en los espacios de trabajo                            |

Fuente: Elaboración Propia

De esta forma podemos rescatar que, en los 4 principales entornos analizados, se evidencian ciertas causas que son las que definen este problema. La selección de estas

causas nace de un estudio deliberado de los procesos en la fase de acabados de la producción. La observación y el análisis de los datos obtenidos entre los tiempos de producción de la fase de impresión v/s la fase de acabado, permiten definir estos puntos.

En primer lugar, correspondiente a la mano de obra, la selección de las causas viene por el lado de la observación de los ciclos productivos en las diferentes órdenes. Cuando se tiene trabajadores menos capacitados que otros o con menos experiencia, las labores de cortado, perfilado y montaje, los tiempos de acabados por orden aumentan. Como no se define al momento de visualizar las órdenes históricas de la empresa cuales fueron los trabajadores que realizaron cada labor, solo se puede estimar en base a la observación. En conjunto a esto, existe mucha rotación entre los individuos que hacen estas tareas. En este sentido, los operadores de las diferentes estaciones en la etapa de acabados van rotando según la cantidad de órdenes que se reciban al día. Mientras más órdenes, más personal se asigna a los acabados por lo que en ocasiones se contrata gente externa, con menos experiencia, que tome roles en los cuales no poseen la misma práctica que trabajadores “full time”. Esto ocurre cuando se reciben órdenes de más de 2.000 m<sup>2</sup>, para los cuales se trae de 3 a 5 trabajadores extras que ayuden en las fases de los acabados. Normalmente ocurre 2 a 3 veces al mes, dependiendo cuantas órdenes grandes se reciban. Estudiando la variable método, se puede visualizar como se reciben las órdenes en el sistema que tiene la empresa. De esta forma, cuando llegan las ordenes, José Eduardo da prioridad a aquellas que se negocien como producción inmediata. Si no, estás entran a una lista de espera, en donde se va enviando las órdenes a los diseñadores para que realicen el pre prensado. Cuando entran órdenes simultáneas, el análisis de prioridad se vuelve lento y se empiezan a acumular las órdenes, ralentizando aquellas órdenes que están en lista de espera, y por consiguiente acumulando trabajos en la fase de acabados. Si vemos el medio ambiente, mediante procesos de análisis de Layout, concluimos que las 3 principales causas de este tópico corresponden a poca preparación del espacio de trabajo, el cual se pudo visualizar a medida que se realizan los diferentes trabajos. Finalmente, con respecto a la maquinaria, en Mr Print no se tiene las últimas innovaciones en maquinaria para acabados.

Con todo el desglose de lo que son las causas ya mencionadas, se puede definir que atacar a estas generará un cambio significativo en el lead time, en donde se reducirá el tiempo de producción. Esto permitirá llegar al objetivo del 90% de acabados a tiempo, considerando como límite 7,5 días por orden.

## **7. Estado del Arte**

La literatura permite entender cuál es la frontera del problema. Expone los mejores métodos de planificación y optimización de los procesos productivos mediante diferentes metodologías. Esta pone en discusión qué metodologías definidas por diversos autores son las que mejores resultados trae y existe una gran cantidad de estudios de diferentes industrias y empresas que aplican estas y exponen sus resultados. Mediante el estado del arte podemos determinar qué soluciones son interesantes de aplicar y cuales ya han sido utilizadas y han tenido resultados poco significativos.

La literatura nos permite evaluar cómo trabaja la competencia, cuáles son las principales diferencias y como han afrontado los diversos problemas que se han puesto en sus caminos. Los principales productores de servicios gráficos son: Inser Impresores LTDA, Tecnologías Gráficas Cordillera s.a. y EFE Publicidad & Diseño. Estas tres empresas lideran en términos de producción y son las empresas más grandes. Las tres se ubican en Santiago y se dividen entre sí la producción de las grandes empresas de Retail (Ripley, Falabella y París), las grandes empresas manufactureras (Coca Cola, CCU, Etc) y cientos de empresas más a lo largo de todo Chile. Evaluando como trabajan las empresas, la que más información entrega es Inser Impresores LTDA. Esta demuestra en su página web los diferentes productos que realizan y el formato de producción que tienen. Las principales diferencias en sus métodos de producción es la existencia de mejor y más nueva maquinaria. Para los acabados de planchas tienen más de una máquina cortadora y troqueladora, la cual a su vez recibe más planchas y corta en menor tiempo que la mesa de corte “IECHO BK4” que utilizan en Mr Print. Asimismo, para el corte de los rollos de ancho 1,2 a 3,2 y de largos de 50 hasta 100 m lineal, ellos tienen maquinaria “FOTOB” de corte en formato “X, Y” de los rollos. Esta maquinaria tiene tiempos de corte significativamente más rápido por lo que sus sistemas de producción en acabados son más eficientes. En Mr Print los cortes de rollo son manuales, con 1 o 2 operadores que toman los lienzos, los estiran y los cortan en el suelo a mano.

Todos los procesos que realizan estas empresas están mayormente automatizados, por lo que dependen en menor medida de las capacidades de los operadores. Estos procesos se realizan en menor tiempo, por lo que la producción de estas es mayor: *“The target for designing a process is therefore to create its added value as fast as possible. Based on*

*this “faster” processes “more” time is available in this given period of time to “produce” more output” (P. Kuhlang \*, T. Edtmayr, W. Sihn) [1]*

## 8. Soluciones

Con respecto a la problemática ya presentada y al objetivo de producción que se desea alcanzar, se presentó anteriormente una serie de causas que influyen en los rendimientos productivos de Mr Print. En este sentido, es importante recalcar como estos factores pueden estar o no estar relacionados y como se atacará cada uno para poder cumplir con las métricas propuestas. De este modo, nace la oportunidad de estudiar las posibles soluciones a estos componentes en base al estudio de la literatura y al rendimiento de empresas con mayor presencia dentro de la industria. Como método a combatir estas posibles causas se debe realizar una lluvia de ideas que vayan directamente a cambiar estos elementos que afectan el proceso. Estas causas se explican en la tabla 6.

*Tabla 6: Tabla de Soluciones de Causas*

| Tabla de Soluciones de Causas |          |   |
|-------------------------------|----------|---|
| Soluciones                    | Causas   | Propuesta   |
| 1                             | 3 y 9    | Implementar herramienta SMED  |
| 2                             | 1 y 2    | Actualización sistema ERP (objetivos diarios según órdenes y calendario de tiempos por etapa) |
| 3                             | 5        | Asignar en sistema ERP que trabajadores estarán encargados de los acabados de la orden        |
| 4                             | 4        | Contratar "Conectores"  |
| 5                             | 5, 6 y 9 | Máquina para cortes “X, Y” de rollos  |
| 6                             | 12 y 13  | Aplicación de las 5´s para el área de acabados  |
| 7                             | 11       | Cambio en el Layout del área de acabados  |

*Fuente: Elaboración Propia*

Para seleccionar las soluciones más influyentes para mejorar los tiempos en la fase de acabados, se debe evaluar mediante una matriz de selección. En esta se tiene las aristas y sus diferentes impactos a la ponderación total.

Tabla 7: Matriz de Selección de Soluciones

| N° Solución | Marco Teórico 10% | Costos de Inversión 30% | Riesgo 15% | Impacto 30% | Implementación 15% | Puntaje |
|-------------|-------------------|-------------------------|------------|-------------|--------------------|---------|
| 1           | 5                 | 3                       | 1          | 3           | 3                  | 2,9     |
| 2           | 3                 | 1                       | 5          | 5           | 3                  | 3,3     |
| 3           | 3                 | 1                       | 3          | 1           | 1                  | 2,1     |
| 4           | 5                 | 3                       | 5          | 5           | 5                  | 4,4     |
| 5           | 3                 | 1                       | 5          | 5           | 5                  | 3,6     |
| 6           | 3                 | 3                       | 3          | 1           | 3                  | 2,4     |
| 7           | 3                 | 3                       | 3          | 3           | 3                  | 3,0     |

Fuente: Elaboración Propia

En esta matriz de selección se define cuáles serán las soluciones por implementar debido al puntaje asignado a cada arista de impacto de esta. Los puntajes asignados se explican en la tabla 8 y definen que solución será la con mayor puntaje. Bajo estos criterios, se seleccionará toda aquella solución que tenga un puntaje > 3,0. De esta forma las que se elegirán son la contratación de “Conectores”, la actualización del sistema de ERP “Eikonsys” y la inversión en una máquina de corte “FOTOB” modelo “XDL 320 HS”.

Tabla 8: Puntajes Selección

| PUNTAJE |   |
|---------|---|
| ALTO    | 5 |
| MEDIO   | 3 |
| BAJO    | 1 |

La primera solución corresponde a contratar “Conectores” los cuales cumplirán roles de trasladar todas las impresiones hacia las diferentes zonas de los acabados. De esta forma, los operadores de la maquinaria de impresión o de la maquinaria de corte o perfilado no tendrán que hacer desplazamientos innecesarios que disminuyen los tiempos de producción. La segunda solución corresponde a la actualización del sistema ERP de “Eikonsys”, ya que en la empresa se tiene una versión de hace 8 años, la cual no posee todas las funciones que tiene la actual. Una de las funciones más llamativas es la que define un calendario estimado por zona de producción en cada orden. Esto quiere decir

que mostrará a los operadores en las pantallas, los tiempos estimados que debe estar una orden en cada etapa productiva, ya sea en impresión o en las diferentes secciones de los acabados. Finalmente, la última solución corresponde a una máquina de corte de tipo “X, Y” la cual significará una disminución de los tiempos diarios de corte de rollos. Lo que hace esta máquina es realizar cortes a los diferentes anchos de rollos de todos los tipos de tela, de forma horizontal y longitudinal. En la Pre Prensa, al momento de determinar los tipos de corte según los diseños en los materiales, deben incluir las líneas de corte para que la máquina pueda detectar donde intervenir.

## **9. Metodología**

Para la implementación de soluciones, se deberá realizar bajo una metodología reconocida y evidenciada en la literatura. En este sentido, bajo las premisas de producción de las grandes empresas de producción gráfica, se podrá lograr la optimización de estos procesos, la cual tendrá como consecuencias las mejoras en el *Lead Time*, por lo que podrá crecer su capacidad de fabricación, y una mayor fidelización de clientes que recompensará la reducción del periodo de entrega.

De este modo, guiándonos por la metodología propuesta en la literatura, podemos definir tres etapas principales de implementación de solución: la etapa de modelamiento, la etapa de recomendación y la etapa de evaluación. En la primera se realizará una metodología de implementación de las soluciones según los diferentes procesos de incorporación a la empresa. Estas metodologías se basan en los diversos aspectos de la solución y están presentadas con respecto a los procedimientos evidenciados y propuestos por diferentes entidades para su ejecución.

Para la solución de implementar una máquina de corte “X, Y” para rollos “FOTOBA XLD 320 HS”, se deberá seguir un proceso de pasos para su correcta incorporación. En este sentido, lo primero que se debe hacer es la cotización de la maquinaria para evaluar una posible inversión. Esto se debe hacer para presentar las alternativas a la gerencia para buscar la aprobación del proyecto. Posterior a esto, se debe continuar el proceso de compra y facturación de la maquinaria, proceso que puede durar meses en terminar. Ya con el arribo de la máquina, se procede a instalar, capacitar y dejar lista para operar. Es importante también para disminuir el riesgo realizar una serie de simulaciones que comparen las capacidades actuales de Mr Print y las proyecciones de la nueva solución.

En este sentido, se calcularon los tiempos de corte de 1 y 2 operadores según la distribución de datos de los tiempos de acabados de la empresa. Los resultados proyectados se verán presentados en la siguiente tabla:

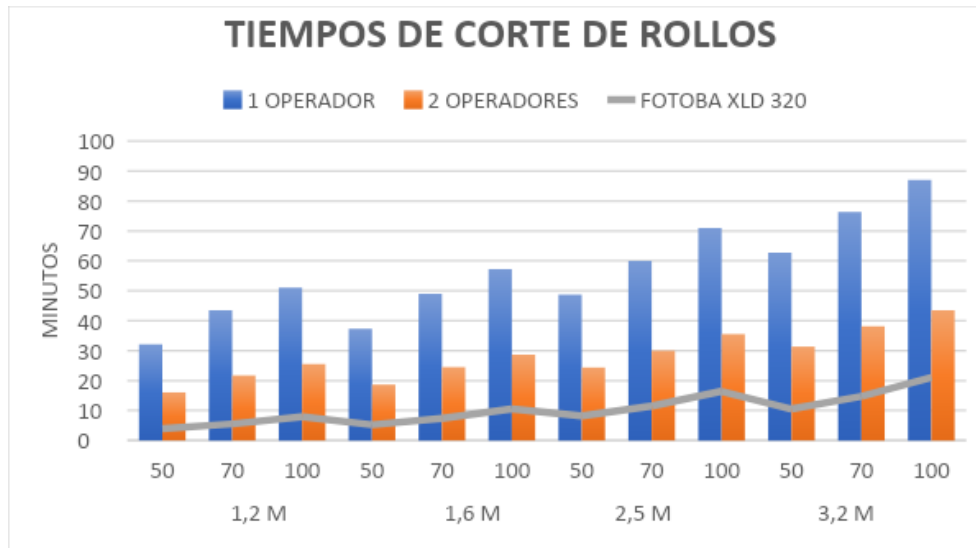
Tabla 9: Simulación Solución Máquina Cortes

| Solucion 3 Máquina FOTOBA XLD 320 HS |                    |                      |              |                      |                       |                         |
|--------------------------------------|--------------------|----------------------|--------------|----------------------|-----------------------|-------------------------|
| ROLLOS                               |                    | TIEMPOS CORTE (MINS) |              | TIEMPOS CORTE ( X M) |                       |                         |
| ANCHO MATERIAL (M)                   | LARGO MATERIAL (M) | 1 OPERADOR           | 2 OPERADORES | FOTOBA XLD 320       | Fotoba V/s 1 operador | Fotoba V/s 2 operadores |
| 1,2                                  | 50                 | 32,12                | 16,06        | 3,94                 | 87,7%                 | 75,5%                   |
|                                      | 70                 | 43,44                | 21,72        | 5,51                 | 87,3%                 | 74,6%                   |
|                                      | 100                | 51,057               | 25,5285      | 7,87                 | 84,6%                 | 69,2%                   |
| 1,6                                  | 50                 | 37,33                | 18,665       | 5,25                 | 85,9%                 | 71,9%                   |
|                                      | 70                 | 49                   | 24,5         | 7,35                 | 85,0%                 | 70,0%                   |
|                                      | 100                | 57,3                 | 28,65        | 10,50                | 81,7%                 | 63,4%                   |
| 2,5                                  | 50                 | 48,74                | 24,37        | 8,20                 | 83,2%                 | 66,3%                   |
|                                      | 70                 | 60,03                | 30,015       | 11,48                | 80,9%                 | 61,7%                   |
|                                      | 100                | 71                   | 35,5         | 16,40                | 76,9%                 | 53,8%                   |
| 3,2                                  | 50                 | 62,71                | 31,355       | 10,50                | 83,3%                 | 66,5%                   |
|                                      | 70                 | 76,33                | 38,165       | 14,70                | 80,7%                 | 61,5%                   |
|                                      | 100                | 87                   | 43,5         | 21,00                | 75,9%                 | 51,7%                   |
|                                      |                    |                      |              | Tiempos promedio     | 82,8%                 | 65,5%                   |

Fuente: Elaboración Propia

Se puede determinar que los resultados de las simulaciones de la máquina de corte son increíblemente positivos, determinando una disminución significativa de los tiempos de corte diarios. Las especificaciones de la “FOTOBA” determinan que posee una capacidad de corte de 15 m<sup>2</sup> por minuto, lo que permite definir cuanto tiempo tarda según ancho y largo del rollo. De esta forma, se concluyó que en promedio los tiempos de corte disminuyen un 82% comparado con un operador y 65% con dos operadores. Estos resultados pueden presentarse en ahorro de tiempos totales de corte, en donde se define un ahorro total diario de 4,7 horas en esta etapa de los acabados.

Gráfico 6: Simulación Tiempos de Corte



Fuente: Elaboración Propia

La siguiente solución corresponde a la actualización del software “Eikonsys” de ERP. La metodología propuesta por esta empresa define diversos pasos que se deben realizar para su correcta implementación. En primer lugar, se debe cotizar los servicios de mejora que ofrece la empresa. Con la cotización ya realizada, se debe evaluar la incorporación del sistema. Luego de la aprobación, se empieza con el primer pago para así poder partir actualizando el sistema, el que corresponde a 3.600 USD. Confirmado el cobro, desde “Eikonsys” se actualiza el software y se comienza con la migración de datos del sistema actual al nuevo sistema. Asimismo, se realizan capacitaciones para el sector de administración, producción y ventas. El proceso de actualización finaliza con la revisión de la información migrada, la incorporación de nuevos proveedores, clientes, productos, entre otros, y con el control de que se esté utilizando de buena forma el sistema.

Finalmente, como modelamiento de la última solución, se trata de contratar a “Conectores”. La metodología propuesta corresponde al proceso de contratación realizado por Mr Print. De esta forma, se debe demostrar los retrasos en producción por desplazamientos innecesarios de operadores. Después de esto se realiza la planificación de las labores del conector: Encargado de recibir las impresiones y trasladarlas en primer lugar a su respectivo mecanismo de corte, finalizado el corte, trasladar los productos no terminados a la zona de perfilado para su posterior traslado de las impresiones a la zona



de montaje. Finalmente, el traslado del producto terminado a la bodega de productos acabados. Ya establecidas las labores, se publicará la oportunidad laboral y se seguirá con todo el proceso de selección del personal. El proceso finaliza con la capacitación del trabajador. La inclusión de conectores significa un ahorro total de tiempos de desplazamiento de operadores de 1,59 horas. Esto se desglosa de los metrajes entre etapas de los acabados y se calculó a razón de 1,10 m/s de ritmo de caminata. La información se desglosa en la siguiente tabla:

Tabla 10: Simulación Traslados que hará el conector

| Traslados conectores |                     |                              |  |                           |
|----------------------|---------------------|------------------------------|--|---------------------------|
| Zona inicio          | Materia Prima       | Distancia desplazamiento (m) | Tiempo desplazamiento (s) ida y vuelta | Zona Transicion           |
| Impresión            | Rollo 1,2 a 1,6     | 15                           | 33                                     | Corte                     |
|                      | Rollo 2,5 a 3,2     | 30                           | 66                                     |                           |
|                      | Plancha 1,22 x 2,44 | 5                            | 11                                     |                           |
| Corte                | Rollo 1,2 a 1,6     | 15                           | 33                                     | Perfilado                 |
|                      | Rollo 2,5 a 3,2     | 5                            | 11                                     |                           |
|                      | Planchas            | 0                            | 0                                      |                           |
| Tipo de Producto     |                     |                              |  |                           |
| Perfilado            | Lienzo              | 5                            | 11                                     | Empaquetado               |
|                      | Pendon              | 5                            | 11                                     |                           |
|                      | Plancha             | 10                           | 22                                     |                           |
| Empaquetado          | Lienzo              | 30                           | 66                                     | Bodega productos acabados |
|                      | Pendon              | 30                           | 66                                     |                           |
|                      | Plancha             | 30                           | 66                                     |                           |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11: Desglose Simulación

| Produccion          |                    |                                  |                               |
|---------------------|--------------------|----------------------------------|-------------------------------|
| Materia Prima       | Cantidades diarias | Tiempo diario desplazamiento (s) | Ahorro de tiempo operador (m) |
| Rollo 1,2 a 1,6     | 6                  | 858                              | 14,3                          |
| Rollo 2,5 a 3,2     | 6                  | 924                              | 15,4                          |
| Plancha 1,22 x 2,44 | 40                 | 3960                             | 66                            |

Fuente: Elaboración Propia

El modelamiento de estas simulaciones significa un cambio en el flujo de proceso de Mr Print. En este se incluye el alistamiento de la maquinaria de corte y el traslado por parte

del conector de los materiales impresos. El diagrama de flujos queda de la siguiente forma:

Ilustración 11: Diagrama de Bizagi proceso de acabados actual

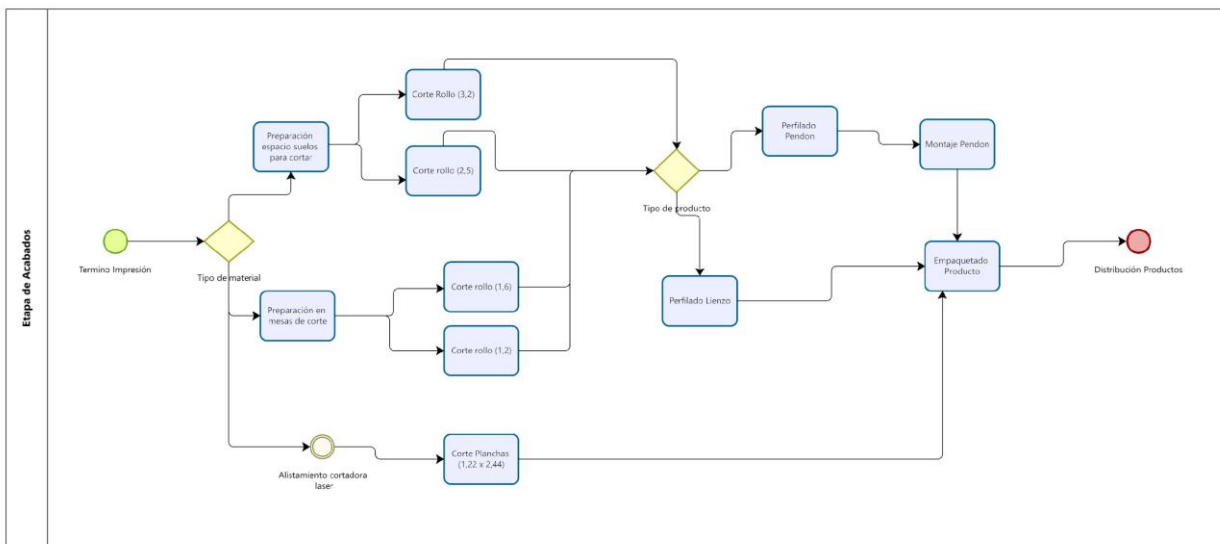
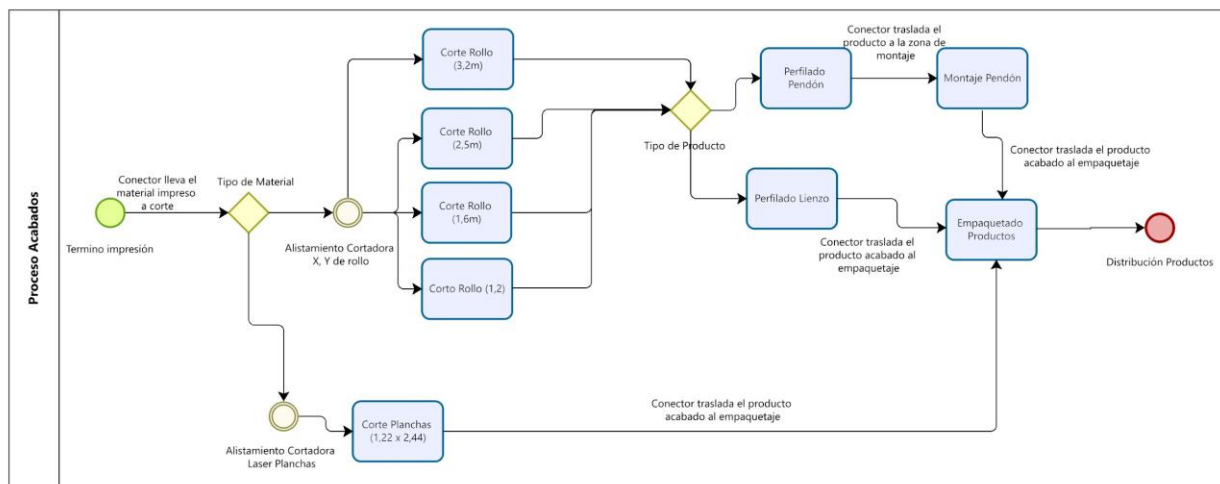


Ilustración 12: Diagrama de Flujo de Proceso con la implementación de las soluciones



Fuente: Elaboración propia

La etapa de recomendación de la metodología utilizada corresponde a considerar los tiempos de implementación que llevará cada solución. Se debe respetar la planificación paso a paso y determinar los tiempos en que se llevará a cabo el desarrollo de estas, definiendo así hasta que etapas se llegarán en el proceso de pasantía y cuáles serán responsabilidad posterior de la empresa de llevar a cabo.

Con la implementación de las tres soluciones se puede esperar una mejora sustancial del proceso productivo de Mr Print. Con respecto a las simulaciones en tiempos de desplazamiento y en tiempos de corte, el ahorro de tiempos es significativo, en donde de forma combinada reducirán los tiempos de la fase de acabado alcanzando el objetivo propuesto del 90% de productos terminados a tiempo. En este sentido, en el apartado de resultados se mostrará el impacto real que existirá en el KPI y en los tiempos que toman los acabados, sin embargo, se esperará un rendimiento del 30% superior que los tiempos actuales de la empresa.

Para el proceso de evaluación, se realizará un análisis económico que indique la factibilidad de realizar la inversión en estas tres soluciones. De esta forma se podrá determinar el tiempo de retorno de inversión y si es realmente conveniente implementar estas opciones. En conjunto a esto, se proyectará un alza de porcentaje de ventas correspondiente al aumento de la producción debido a la disminución de los tiempos del proceso productivo. Es por esto, que se presentó un flujo de caja reducido y proyectado para los primeros 4 meses de implementación total desde la inversión, para poder determinar si es que el proyecto posee un VAN positivo, definiendo la conveniencia de este. De esta forma, se determinó una tasa del 12%, la cual evidencia la rentabilidad de la industria y la prima por el riesgo para determinar el costo de oportunidad de la propuesta. Los resultados obtenidos en la tabla 12 poseen el desglose de la información. En este flujo se determina que el proyecto es conveniente ya que el VAN es  $> 0$ , por lo que se aprueba la inclusión de las tres soluciones.

Tabla 12: Flujo de Caja

| Flujo de Caja               |                | tasa r         | 12%            |                |                |
|-----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|                             |                |                |                |                |                |
|                             | 0              | 1              | 2              | 3              | 4              |
| Ingresos por ventas         |                | \$ 66.414.389  | \$ 86.338.705  | \$ 87.666.993  | \$ 88.995.281  |
| Costos variables            |                | \$ -7.903.312  | \$ -10.274.306 | \$ -10.432.372 | \$ -10.590.438 |
| Costos Fijos                |                | \$ -25.237.468 | \$ -25.237.468 | \$ -25.237.468 | \$ -25.237.468 |
| GoP por venta de Activo     |                |                |                |                | \$ -4.000.000  |
| Utilidad Antes de Impuestos |                | \$ 33.273.609  | \$ 50.826.932  | \$ 51.997.153  | \$ 49.167.375  |
| Impuestos (tax) (19%)       |                | \$ -6.321.986  | \$ -9.657.117  | \$ -9.879.459  | \$ -9.341.801  |
| Utilidad Despues Impuestos  |                | \$ 26.951.623  | \$ 41.169.815  | \$ 42.117.694  | \$ 39.825.574  |
| GoP por venta de Activo     |                |                |                |                | \$ 4.000.000   |
| Flujo de Caja Operacional   | \$ -           | \$ 26.951.623  | \$ 41.169.815  | \$ 42.117.694  | \$ 43.825.574  |
| Inversion Activos Fijos     | \$ -50.000.000 |                |                |                |                |
| Valor Residual              |                |                |                |                | \$ 46.000.000  |
| Flujo de Caja de Capitales  | \$ -50.000.000 | \$ -           | \$ -           | \$ -           | \$ 46.000.000  |
| Flujo de Caja Privado       | \$ -50.000.000 | \$ 26.951.623  | \$ 41.169.815  | \$ 42.117.694  | \$ 89.825.574  |
| VAN                         | \$ 33.882.671  |                |                |                |                |

Fuente: Elaboración Propia

Como costos de inversión se compone la máquina de corte “X, Y” de rollos “FOTOBA”, el cual tiene un valor de mercado de 46.000 USD. En conjunto a este, se considera el costo de actualización del sistema de ERP “Eikonsys”, el que tiene un valor de 3.600 USD anuales. Por otro lado, el costo de la contratación de conectores está considerado dentro de los costos fijos de la empresa, sumando un valor de 600.000 CLP. En base a estos resultados, se tiene un periodo de recuperación de la inversión de 1 año con 6 meses y un VAN de \$33.882.671 CLP, el cual indica que la inversión en las soluciones generará a los 4 años ese valor para la empresa. Asimismo, se evaluó la tasa interna de retorno que entrega la inversión, estableciendo una TIR del 68%.

Finalmente, para definir la evaluación de las soluciones se debe presentar una matriz de riesgo que determine como mitigar los posibles eventos que sucedan en la implementación de las soluciones. En este sentido se evaluó en base a las posibilidades de que suceda el evento y sus posibles consecuencias. Esto determina un nivel de riesgo presentado en colores. El verde es el de menos riesgo, el amarillo de riesgo intermedio y el rojo siendo el de mayor riesgo. En la tabla 13 se presenta la matriz de riesgo.

Tabla 13: Matriz de Riesgo

| Eventos   | Probabilidad | Impacto | Riesgo | Mitigación   |
|---|--------------|---------|--------|--|
| Operador no ingresa registro de estación de orden                 | 3            | 3       |        | Cuando llegue la orden a la siguiente etapa el operador debe revisar que salió de la estación anterior |
| Máquina de corte falla  | 2            | 4       |        | Mantenciones al día  |
| Conector se equivoca de tipo de producto al momento del perfilado | 2            | 3       |        | Monitores con el calendario de la orden que especifique el perfilado del acabado que necesita          |
| Acumulación de órdenes en la siguiente etapa posterior al corte   | 4            | 3       |        | Trasladar a los operadores que trabajan en corte a sumarse al área de perfilado                        |

Fuente: Elaboración Propia

## **10. Implementación**

En términos de implementación de las soluciones, se define un proceso detallado mediante un diagrama de carta Gantt que proponga plazos para los diferentes puntos presentados en la metodología. La implementación debe contemplar cada punto presentado en un rango de tiempo realizable según los periodos que toma cada etapa del desarrollo de estas. De este modo se puede definir cuándo se deben rescatar los reportes según en qué proceso se encuentra la solución. En el diagrama se observan los tiempos y porcentajes que deben estar realizados en las diversas semanas.

Tabla 14: Diagrama de Carta Gantt

| Etapas | Descripción  | Agosto |     |     |     | Septiembre |     |     |     | Octubre |      |     |   | Noviembre |     |     |     | Diciembre |     |     |     |     |                 |
|--------|--|--------|-----|-----|-----|------------|-----|-----|-----|---------|------|-----|---|-----------|-----|-----|-----|-----------|-----|-----|-----|-----|-----------------|
|        |  | 1      | 2   | 3   | 4   | 1          | 2   | 3   | 4   | 1       | 2    | 3   | 4 | 1         | 2   | 3   | 4   | 1         | 2   | 3   | 4   |     |                 |
| 1      | D: Descubrir cuales son los problemas de la empresa  | 15%    | 35% | 50% |     |            |     |     |     |         |      |     |   |           |     |     |     |           |     |     |     |     |                 |
| 2      | M: Definir un KPI y obtener información histórica de este de la empresa                      |        |     | 20% | 30% | 40%        | 30% |     |     |         |      |     |   |           |     |     |     |           |     |     |     |     |                 |
| 3      | A: Identificar las diferentes causas   |        |     |     |     | 20%        | 50% | 30% |     |         |      |     |   |           |     |     |     |           |     |     |     |     |                 |
| 4      | I: Lluvia de ideas y selección de soluciones   |        |     |     |     |            |     |     | 70% | 30%     |      |     |   |           |     |     |     |           |     |     |     |     | Julian Troncoso |
| 5      | I: Planificación sobre como implementar estas soluciones                                     |        |     |     |     |            |     |     |     | 100%    |      |     |   |           |     |     |     |           |     |     |     |     | Gerencia        |
| 6      | I: Aprobación de proyectos por parte de gerencia   |        |     |     |     |            |     |     |     |         | 100% |     |   |           |     |     |     |           |     |     |     |     | Operadores      |
| 7      | I: Cotizar, evaluar y presentar beneficios cortadora "X,Y"                                   |        |     |     |     |            |     |     |     | 40%     | 40%  | 20% |   |           |     |     |     |           |     |     |     |     |                 |
| 7.1    | beneficios contratación conectores   |        |     |     |     |            |     |     |     | 40%     | 40%  | 20% |   |           |     |     |     |           |     |     |     |     |                 |
| 7.2    | I: Cotizar, evaluar y presentar beneficios actualización ERP                                 |        |     |     |     |            |     |     |     | 40%     | 40%  | 20% |   |           |     |     |     |           |     |     |     |     |                 |
| 8      | I: Inversión y recepción de  |        |     |     |     |            |     |     |     |         |      |     |   | 0.5       | 10% | 10% | 10% | 10%       | 10% |     |     |     |                 |
| 8.1    | I: Inversión e instalación de ERP  |        |     |     |     |            |     |     |     |         |      |     |   | 50%       | 50% |     |     |           |     |     |     |     |                 |
| 8.2    | I: Proceso de búsqueda de  |        |     |     |     |            |     |     |     |         |      |     |   |           |     | 30% | 30% | 20%       | 20% |     |     |     |                 |
| 9      | I: Capacitación y puesta en marcha cortadora   |        |     |     |     |            |     |     |     |         |      |     |   |           |     |     |     |           | 30% | 70% |     |     |                 |
| 9.1    | I: Capacitación y puesta en marcha software ERP  |        |     |     |     |            |     |     |     |         |      |     |   | 0.50      | 50% |     |     |           |     |     |     |     |                 |
| 9.2    | I: Capacitación y periodo de prueba conector   |        |     |     |     |            |     |     |     |         |      |     |   |           |     |     |     |           | 30% | 70% |     |     |                 |
| 10     | C: Control mediante sistema ERP que se cumplan los tiempos de producción estimado por etapas |        |     |     |     |            |     |     |     |         |      |     |   |           |     |     |     |           | 10% | 40% | 30% | 20% |                 |

Fuente: Elaboración Propia

Todas aquellas casillas que poseen distintos colores tienen diferentes roles y encargados por realizar. Aquellas que están en azul son puntos que se realizarán por el encargado del proyecto y que son principalmente el modelamiento y el estructurado de las soluciones. Los puntos que están en naranja son los que están a cargo de gerencia su realización. Finalmente, los puntos verdes son aquellos factores que deben realizar en el área de operaciones. Esta implementación es una propuesta que permitirá medir ciertos aspectos de las soluciones y obtener una parte de los resultados. El porcentaje por implementar es un 100% de las soluciones, pero esto tomará un tiempo en llevar a cabo y obtener información relevante. En este sentido, para el primer análisis de resultados de las soluciones, se considerará la implementación total de una de las soluciones, la que corresponde a la contratación de personal para que este realice el rol de conector. Esta solución se pondrá a prueba mediante la reestructuración del personal de producción, incluyendo un trabajador que normalmente hace labores part-time para trabajo de altos volúmenes de producción y que ahora tome este rol y sea el conector de los trabajos impresos al área de acabados. Asimismo, este realizará un trabajo extra correspondiente al retiro de todos aquellos desperdicios que se producen al momento de corte y que es

normalmente trabajo de los mismos operadores del área de retirar los desperdicios de material. Por otro lado, la implementación de la solución correspondiente a la actualización del sistema ERP se está llevando a cabo, la cual está implementada casi en un 50%, y se encuentra en proceso de finalizar la migración de datos del sistema anterior. Se está proyectando que a finales de diciembre la empresa comience a utilizar en un 100% con monitores en cada estación de trabajo en donde se vayan controlando los tiempos de 'Cycle Time' por orden. Por último, la incorporación de la maquinaria de corte "X, Y" está en proceso de estudio en gerencia, luego de la presentación realizada con respecto a los beneficios y a la recuperación de la inversión.

## **11. Resultados**

El análisis de resultados comprende la evaluación de las soluciones puestas a prueba en las operaciones de Mr Print. Tal como se expone en la implementación, las diferentes soluciones fueron aplicadas dentro de las operaciones de Mr Print. En este sentido, analizando en primer lugar la incorporación de un conector, se obtuvieron los siguientes resultados.

*Tabla 15: Porcentaje ponderado de mejoría de producción por etapas*

| Semana   | Operación de Corte | Operación de Perfilado | Operación de Montaje | Ponderación |
|----------|--------------------|------------------------|----------------------|-------------|
| Semana 1 | 10,02%             | 16,32%                 | 8,21%                | 11,51%      |
| Semana 2 | 12,741%            | 20,00%                 | 14,58%               | 15,77%      |
| Semana 3 | 12,44%             | 19,26%                 | 14,6%                | 15,433%     |

*Fuente: Elaboración propia*

En base a los resultados obtenidos en estas 3 semanas de implementación, se puede determinar que la incorporación de un conector ha aumentado la eficiencia en los diferentes sectores de los procesos de acabados. De esta forma, ha existido una mejoría sustancial y se cumplen las simulaciones realizadas en la metodología que dan paso y seguridad para realizar la contratación. Con respecto a lo analizado previamente, se estimaba que los operadores de los diferentes sectores se ahorrarían un total de 1,5 horas diarias en desplazamientos entre operaciones, determinando una eficiencia del

17,7% más a su producción actual diaria debido a los traslados. De esta forma, se puede observar en la tabla 15, que en la semana 2 se mejoró ponderadamente un 15,77% de la producción semanal, por lo que indica que existe una mejoría con respecto a la información histórica de la empresa. Si bien existe una serie de factores que puede determinar la mejoría de la producción, las simulaciones realizadas y los resultados de estas primeras semanas, son tendencias que entregan índices de aceptación y de progreso.

La segunda solución que se implementó es la actualización del sistema ERP de la empresa. La migración de datos y la definición de ciertos parámetros de producción han sido aquellos avances que se han realizado y que permiten estar cada día más cerca de la total incorporación (Anexo 4). De esta forma, resta el 60% aún del proceso de finalización del actualizado, por lo que los resultados se verán a partir del próximo año. Sin embargo, la implementación de esto significa más que un progreso cuantificable en términos de eficiencia operacional, un cambio en el comportamiento de los trabajadores definiendo cuanto tiempo pueden demorar por orden.

Finalmente, la incorporación de la maquinaria de corte “X, Y” no presenta resultados reales debido al tiempo que toma traer la maquinaria a la empresa y la significativa inversión que se debe realizar. Sin embargo, como se definió en la metodología, se conocen las capacidades de corte de la máquina correspondientes a 15 m<sup>2</sup> por minuto. Es por esto que se realizó un estudio estadístico de las capacidades actuales de corte para proyectarlas con respecto a la producción de la empresa, y cómo esto afecta a los tiempos de acabados. Con respecto a lo comentado, se realizó una regresión lineal múltiple, con variable independiente X1: Minutos de corte por orden y variable X2: Órdenes mensuales de rollos. Por otro lado, la variable dependiente Y: Tiempos que toman los acabados. Realizando los análisis de regresión lineal múltiple en R STUDIO, se obtuvo la ecuación lineal (Código Anexo 5):

$$Y = -17,357 + (-0,0065 * X_1) + (0,7241 * X_2)$$

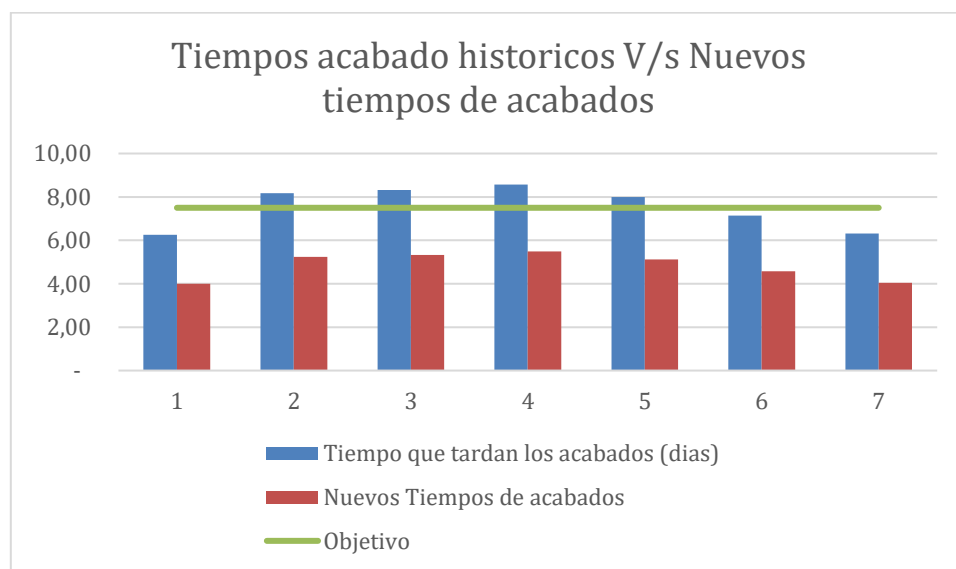
La regresión permite definir que si para el próximo mes se entran 120 órdenes y los tiempos de corte corresponden a 35 minutos por orden, se tendrá como tiempo de acabado 7,34 días. De esta forma, considerando la información histórica de la empresa, el esperado para los siguientes meses con este proceso es un rango de 7,34 días a 8,019 días, siendo esto superior al objetivo propuesto. De esta forma, sabiendo que la cortadora



“X, Y” tiene capacidades de cortar 15 m<sup>2</sup> por minuto, con las mismas 120 órdenes ingresadas que en promedio significan 518 m<sup>2</sup> diarios, la cortadora disminuiría en un 70% aproximadamente los tiempos de corte actuales.

De esta forma podemos determinar que los resultados obtenidos de ambas soluciones mejoran las operaciones de la empresa en un 15,77% de mayor producción en el área de acabados y en un 70% los tiempos de corte. En base a la información obtenida los tiempos de acabados disminuirán en un 36%. Esto determinará que, con respecto a la información histórica de la empresa, ninguna de las órdenes superará el límite estipulado como aceptable, por lo que se tendrá más de un 90% de entregas a tiempo y así se cumplirá con el objetivo propuesto. Asimismo, el crecimiento en las ventas de la empresa permitirá alcanzar ventas por alrededor de \$140.000.000 mensuales, algo que anteriormente se ha alcanzado en pocas ocasiones.

Gráfico 7: Tiempos de acabados históricos v/s Nuevos tiempos de acabados



Fuente: Elaboración propia

## **12. Conclusión**

A modo de conclusión, se puede definir que la investigación realizada en la empresa Mr Print Servicios Gráficos LTDA, permitió entender y analizar los comportamientos y costumbres que existen en el mundo laboral. Asimismo, permitió crear una instancia de investigación deliberada de la industria gráfica y definir métodos de solución a los diferentes problemas que existen en los diversos procesos. De esta forma, se logró un análisis determinista de ciertos factores que afectan al rendimiento de la compañía y se concluyó que la etapa de acabados definía los largos tiempos de espera al momento de terminar las órdenes de producción. Las tres soluciones planteadas buscan combatir este problema reduciendo el “Cycle Time” en la etapa final de la producción, siendo menor de 7,5 para considerar dentro del rango de aceptable de 90% de productos terminados a tiempo. Con los resultados obtenidos en las primeras semanas de funcionamiento del rol de conectores dentro de la empresa y con las proyecciones realizadas en base a los tiempos de corte y al cambio cultural de la implementación del nuevo sistema, se definió que la producción de Mr Print disminuirá el tiempo de acabado en un 36%. Esto significa a su vez una reducción del “Lead Time” por orden y un aumento en la producción de la empresa, incluyendo mayor ingreso por venta y definiendo que el 90% de las ventas se entreguen a tiempo.

Para la empresa, la realización de este proyecto permite visualizar mediante un agente externo los verdaderos problemas que existen en los métodos productivos y entregar soluciones para que esta pueda crecer y abarcar en mejor medida las necesidades de sus clientes. Mr Print se ve bastante interesado en los resultados que se evidencian en este informe y no cabe duda de que buscará continuar con esta senda de buscar la mejoría constante en sus diferentes etapas de fabricación. Asimismo, está la certeza de que se llevará a cabo a plenitud las soluciones que se están planteando y que en el primer trimestre del 2024 se lograra evidenciar por completo los efectos positivos aquí planteados.

### **13. Referencias**

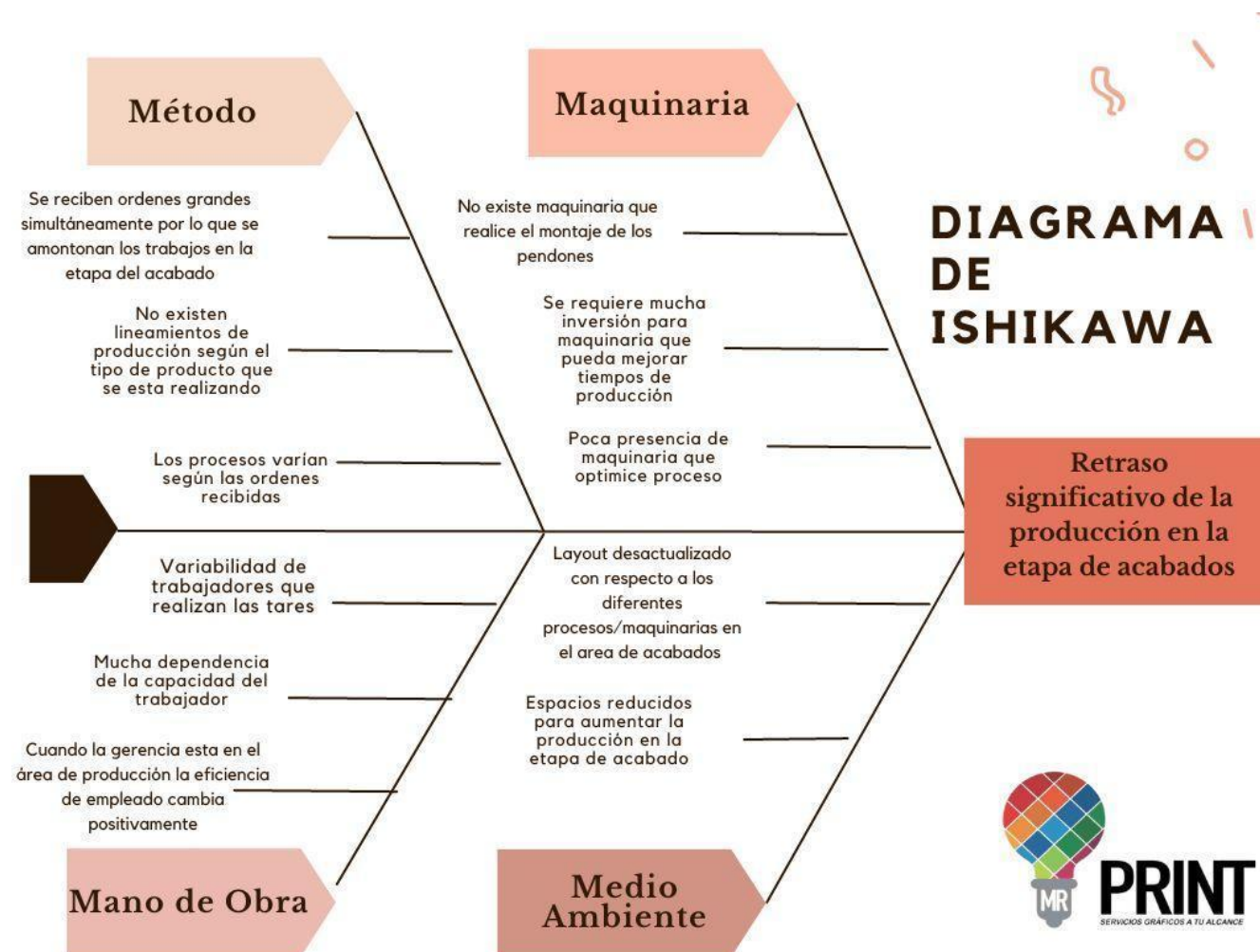
1. P. Kuhlang \*, T. Edtmayr, W. Sihn. (2011). Methodical approach to increase productivity and reduce lead time in assembly and production-logistic processes, CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology, 24-32
2. Alhuraish, I. , Robledo, C. & Kobi, A. (2017). A comparative exploration of lean manufacturing and six sigma in terms of their critical success factors. Journal of Cleaner Production, 325-337.
3. Pamfilie, R., Jenica, A., Draghici, P., & Draghici, M. (2012). The importance of leadership in driving a strategic Lean Six Sigma management, 58, 187–196.
4. Tenera, A., & Pintoa , L. C. (2014). An improvement model for a lean six sigma project management. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 119, 912-920.
5. Perez, I., Rojas, J. (2019). Lean, Seis Sigma y Herramientas Cuantitativas: Una Experiencia Real en el Mejoramiento Productivo de Procesos de la Industria Gráfica en Colombia, Revista de Métodos Cuantitativos Para La Economía y La Empresa, 259-284
6. Law, A. M. (2013). SIMULATION MODELING AND ANALYSIS. McGraw Hill-Education
7. [http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2301-12542018000200093#:~:text=La%20velocidad%20de%20la%20marcha%20media%20fue%201%2C10%20m,al%20encontrado%20en%20estudios%20internacional es.](http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2301-12542018000200093#:~:text=La%20velocidad%20de%20la%20marcha%20media%20fue%201%2C10%20m,al%20encontrado%20en%20estudios%20internacional es.)

## 14. Anexo

Anexo 1 Diagrama Carta Gantt sobre implementación de las soluciones en Mr Print

| Etapas | Descripción  | Agosto |     |     |     | Septiembre |     |     |     | Octubre |      |     |   | Noviembre |     |      |     | Diciembre |     |     |     |     |  |                 |
|--------|--|--------|-----|-----|-----|------------|-----|-----|-----|---------|------|-----|---|-----------|-----|------|-----|-----------|-----|-----|-----|-----|--|-----------------|
|        |  | 1      | 2   | 3   | 4   | 1          | 2   | 3   | 4   | 1       | 2    | 3   | 4 | 1         | 2   | 3    | 4   | 1         | 2   | 3   | 4   |     |  |                 |
| 1      | D: Descubrir cuales son los problemas de la empresa  | 15%    | 35% | 50% |     |            |     |     |     |         |      |     |   |           |     |      |     |           |     |     |     |     |  |                 |
| 2      | M: Definir un KPI y obtener informacion historica de este de la empresa                      |        |     | 20% | 30% | 40%        | 30% |     |     |         |      |     |   |           |     |      |     |           |     |     |     |     |  |                 |
| 3      | A: Identificar las diferentes causas   |        |     |     |     | 20%        | 50% | 30% |     |         |      |     |   |           |     |      |     |           |     |     |     |     |  |                 |
| 4      | I: Luvia de ideas y selección de soluciones  |        |     |     |     |            |     |     | 70% | 30%     |      |     |   |           |     |      |     |           |     |     |     |     |  | Julian Troncoso |
| 5      | I: Planificacion sobre como implementar estas soluciones                                     |        |     |     |     |            |     |     |     | 100%    |      |     |   |           |     |      |     |           |     |     |     |     |  | Gerencia        |
| 6      | I: Aprobacion de proyectos por parte de gerencia   |        |     |     |     |            |     |     |     |         | 100% |     |   |           |     |      |     |           |     |     |     |     |  | Operadores      |
| 7      | I: Cotizar, evaluar y presentar beneficios cortadora "X,Y"                                   |        |     |     |     |            |     |     |     | 40%     | 40%  | 20% |   |           |     |      |     |           |     |     |     |     |  |                 |
| 7.1    | beneficios contratacion conectores   |        |     |     |     |            |     |     |     | 40%     | 40%  | 20% |   |           |     |      |     |           |     |     |     |     |  |                 |
| 7.2    | I: Cotizar, evaluar y presentar beneficios actualizacion ERP                                 |        |     |     |     |            |     |     |     | 40%     | 40%  | 20% |   |           |     |      |     |           |     |     |     |     |  |                 |
| 8      | I: Inversion y recepcion de  |        |     |     |     |            |     |     |     |         |      |     |   | 0.5       | 10% | 10%  | 10% | 10%       | 10% |     |     |     |  |                 |
| 8.1    | I: Inversion e instalacion de ERP  |        |     |     |     |            |     |     |     |         |      |     |   | 50%       | 50% |      |     |           |     |     |     |     |  |                 |
| 8.2    | I: Proceso de busqueda de  |        |     |     |     |            |     |     |     |         |      |     |   |           |     | 30%  | 30% | 20%       | 20% |     |     |     |  |                 |
| 9      | I: Capacitación y puesta en marcha cortadora   |        |     |     |     |            |     |     |     |         |      |     |   |           |     |      |     |           | 30% | 70% |     |     |  |                 |
| 9.1    | I: Capacitación y puesta en marcha software ERP  |        |     |     |     |            |     |     |     |         |      |     |   |           |     | 0,50 | 50% |           |     |     |     |     |  |                 |
| 9.2    | I: Capacitacion y periodo de prueba conector   |        |     |     |     |            |     |     |     |         |      |     |   |           |     |      |     |           | 30% | 70% |     |     |  |                 |
| 10     | C: Control mediante sistema ERP que se cumplan los tiempos de produccion estimado por etapas |        |     |     |     |            |     |     |     |         |      |     |   |           |     |      |     |           | 10% | 40% | 30% | 20% |  |                 |

## Anexo 2: Diagrama de Ishikawa causas del problema



Anexo 3: Imágenes operaciones Mr Print área acabados





Anexo 4: Nuevo sistema ERP



## Anexo 5: Código RSTUDIO

The screenshot displays the RStudio environment with the following components:

- Source Editor:** Contains an R script with the following code:

```
1 names(Data_regresion)
2 attach(Data_regresion)
3 str(Mins_corte)
4 str(Ordenes_Rollos)
5 str(Dias_acabados_orden)
6 cor.test(Mins_corte, Dias_acabados_orden)
7 modelo<- lm(Dias_acabados_orden~Ordenes_Rollos + Mins_corte)
8 summary(modelo)
9 modelo$coefficients
10
```
- Console:** Shows the output of the executed code:

```
signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.3809 on 4 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.9049,    Adjusted R-squared:  0.8574 
F-statistic: 19.03 on 2 and 4 DF,  p-value: 0.009041

> View(Data_regresion)
> modelo$coefficients
      (Intercept) Ordenes_Rollos      Mins_corte 
-17.357871572   -0.006568047    0.724174719 
>
```
- Environment:** Displays the loaded data and model:

| Object         | Value                 |
|----------------|-----------------------|
| Data_regresion | 7 obs. of 3 variables |
| modelo         | List of 12            |
- Files:** Shows the file explorer with the following files and folders:

| Name                                | Size     | Modified              |
|-------------------------------------|----------|-----------------------|
| Zoom                                |          |                       |
| Plantillas personalizadas de Office |          |                       |
| Model1.p                            | 136 KB   | Oct 10, 2023, 5:04 PM |
| Model1.out                          | 648.1 KB | Oct 10, 2023, 5:04 PM |
| Model1.opw                          | 760 B    | Oct 10, 2023, 5:04 PM |
| Model1.dsn                          | 242 B    | Oct 10, 2023, 5:04 PM |
| Model1.db                           | 412 KB   | Oct 10, 2023, 5:04 PM |
| Model1_rpt.xlsm                     | 110.5 KB | Apr 14, 2023, 1:25 AM |
| FMP14 Ver datos.fmp12               | 184 KB   | Aug 10, 2023, 4:18 PM |
| FMP14 Presentaciones.fmp12          | 264 KB   | Aug 10, 2023, 4:18 PM |
| FMP14 Introducción.fmp12            | 9.5 MB   | Aug 10, 2023, 4:18 PM |
| desktop.ini                         | 418 B    | Nov 16, 2023, 9:35 AM |