

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey

Campus Monterrey

Escuela de Ingeniería y Ciencias



**TECNOLOGICO  
DE MONTERREY®**

**“MEJORA DE PROCESO DE COTIZACION Y COSTEO QUE  
GENERE CONFIABILIDAD Y EFICIENCIA EN EL PROCESO Y  
QUE FOMENTE EL CRECIMIENTO Y EL NIVEL COMPETITIVO  
DE O’NEAL STEEL DE MEXICO”**

Reporte presentado por

**Lázaro Francisco Lozano González**

sometido a la

Escuela de Ingeniería y Ciencias

como un requisito parcial para obtener el grado académico de

Maestro en Ingeniería

en

Administración de la Ingeniería

Monterrey Nuevo León, 3 de Septiembre de 2018

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey  
Campus Monterrey

Escuela de Ingeniería y Ciencias

Los miembros del comité aquí citados certificamos que hemos leído el reporte presentado por Lázaro Francisco Lozano González y consideramos que es adecuado en alcance y calidad como un requisito parcial para obtener el grado de Maestro en Ingeniería en Administración de la Ingeniería,

---

Dr. Eduardo Lopez Soriano  
Tecnológico de Monterrey  
Escuela de Ingeniería y Ciencias  
Asesor principal

---

Luis Parás Rodríguez  
O'Neal Steel de México S. de R.L. de C.V.  
Testigo de la empresa

---

Dr. Adán López Miranda  
Director de la Maestría en Administración de la Ingeniería  
Escuela de Ingeniería y Ciencias

Monterrey Nuevo León, 3 de Septiembre de 2018

## Declaración de autoría

Yo, Lázaro Francisco Lozano González, declaro que este reporte titulado, 'MEJORA DE PROCESO DE COTIZACION Y COSTEO QUE GENERE CONFIABILIDAD Y EFICIENCIA EN EL PROCESO Y QUE FOMENTE EL CRECIMIENTO Y EL NIVEL COMPETITIVO DE O'NEAL STEEL DE MEXICO', y el trabajo que se presenta es de mi autoría. Adicionalmente, confirmo que:

- Realice este trabajo en su totalidad durante mi candidatura al grado de maestría en esta universidad.
- He dado crédito a cualquier parte de este reporte que haya sido previamente sometido para obtener un grado académico o cualquier otro tipo de titulación en esta o cualquier otra universidad.
- He dado crédito a cualquier trabajo previamente publicado que se haya consultado en este reporte.
- He citado el trabajo consultado de otros autores, y la fuente de donde los obtuve.
- He dado crédito a todas las fuentes de ayuda utilizadas.
- He dado crédito a las contribuciones de mis coautores, cuando los resultados corresponden a un trabajo colaborativo.
- Este reporte es enteramente mío, con excepción de las citas indicadas.

---

Lázaro Francisco Lozano González

Monterrey Nuevo León, 3 de Septiembre de 2018

©2018 por Lázaro Francisco Lozano González

Todos los derechos reservados

## RECONOCIMIENTOS

Principalmente quiero agradecer a mis padres. Por haber depositado su confianza en mí. Por todo su esfuerzo a y todo el amor y cariño que me han brindado. Son un gran ejemplo a seguir para mí y dedico enormemente este logro a ustedes.

A mi futura esposa Marian, que ha sido paciente durante todo este tiempo y ha sido parte de los sacrificios que este proyecto llamado maestría. Muchas gracias por todo tu apoyo Marian, eres un gran motivo por el cual busco mejorar y seguir desarrollándome.

A mi asesor el Dr. Eduardo Lopez Soriano, que me ayudo desde el primer día de clases hasta el último. Siempre supo recomendar y aportar grandes contribuciones a mi proyecto final de maestría.

Tambien quiero agradecer a mis amigos y demás familiares que siempre estuvieron al pendiente de mi progreso en este proyecto. Muchas gracias por el apoyo.

Especial agradecimiento a todo el equipo de O'Neal Manufacturing Services. A mi jefe el Ing. Luis Parás por haber confiado en mí y aceptar la propuesta de mi proyecto. Agradezco también al Ing. Esteban Garza por haber apoyado mi proyecto y aceptado que la empresa me apoyara en este reto. Tambien quiero agradecer al Lic. Juan Rodriguez por haber confiado en mí y por su valiosa cooperación.

A mis compañeros de equipo de trabajo en O'Neal, por haber trabajado en este proyecto conmigo. Por todo el esfuerzo diario para que este proyecto se realizara de manera planeada, y que con el tiempo se ira mejorando por ustedes mismos.

# MEJORA DE PROCESO DE COTIZACION Y COSTEO QUE GENERE CONFIABILIDAD Y EFICIENCIA EN EL PROCESO Y FOMENTE EL CRECIMIENTO Y EL NIVEL COMPETITIVO DE O'NEAL STEEL DE MEXICO

Por

Lázaro Francisco Lozano González

## Resumen Ejecutivo

Siendo una de las industrias más importantes desde principios del siglo 20, la industria metalmecánica tiene como prioridad fabricar productos a la más alta calidad buscando siempre seguridad y el menor costo posible. Todo cliente busca siempre el mejor precio en el mercado, y eso motiva a los fabricantes a buscar y tener las mejores prácticas dentro de su compañía. Dentro de estas prácticas están la mejora continua, análisis de procesos, costeo, investigación y desarrollo, recursos humanos, etcétera.

Algo muy importante, que en los últimos años en México ha impulsado el desarrollo de muchas empresas, ha sido la competencia. La competencia en la industria metalmecánica en México ha ayudado a fortalecer la red de clientes-proveedores dentro de sí misma, así como darle una posición importante en cuanto a otras industrias internacionales. Obviamente entra el tema del TLC, desde que este tratado ha entrado en funciones, la industria metalmecánica ha crecido de manera muy importante. Esto ha ocasionado a que ya no solamente se compite con mercado en Estados Unidos de América y Canadá sino que también se compite con el poderoso mercado asiático. Es bien sabido que la industria estadounidense es de las más poderosas en el mundo sino es que la más, esto hace que la competencia en México se eleve y por ende las empresas mejoren.

Gran parte de la industria metalmecánica en México, se beneficia de la maquila. El hecho de que en México la mano de obra es mucho más barata que en otros países, hace que la competencia entre las empresas incremente. Es por eso, que la propuesta

de este proyecto es hacer que las prácticas de estimación de tiempos y costos, sea más rápida y confiable. Esto será de gran beneficio para O'Neal Steel de México.

# Contenido

## Capitulo 1. Introducción **¡Error! Marcador no definido.**

1.1.	Empresa .....	10
1.2.	Gama de productos y mercado.....	11
1.3.	Problemática .....	12
1.4.	Objetivo del proyecto .....	13
1.5.	Justificación.....	13
1.6.	Alcance del proyecto y limitaciones.....	13
1.7.	Beneficios esperados .....	14
1.8.	Plan de Actividades .....	14

## Capitulo 2. Marco Teórico

2.1.	Introducción .....	17
2.1.1.	Proceso de Cotización .....	17
2.1.2.	Capacidades de O'Neal Steel de México.....	18
2.2.	VSM .....	24
2.3.	AMEF .....	25
2.4.	Análisis de datos .....	27
2.5.	MRP.....	31

## Capitulo 3. Metodología

3.1	Métodos de cotización anteriores vs. actuales.....	32
3.2	Sistema actual.....	33
3.3	Equipo de trabajo.....	34
3.4	Actividades posteriores a una cotización.....	34
3.4.1	Junta de Introducción de producto.....	35
3.4.2	Carga de información al M2M.....	36
Capítulo 4. Conclusiones		
4.1	Acciones futuras.....	38
Referencias.....		39
Anexos.....		40



## Tabla de Figuras

Figura 1 Sinergia de empresas que forman O'Neal Industries. ....	11
Figura 2 Proporción de ventas según mercado, año 2016.....	12
Figura 3 Grafica Gantt con el plan de actividades del proyecto.....	15
Figura 4 Maquina utilizada en proceso de granallado.....	19
Figura 5 Corte en laser.....	20
Figura 6 Pieza en proceso de dobléz .....	20
Figura 7 Centro de maquinado horizontal.....	21
Figura 8 Aplicación de soldadura.....	21
Figura 9 Chasis terminado en cabina de pintura.....	22
Figura 10. Evolución de estrategias de manufactura.....	23
Figura 11. VSM de una cotización para Taylor.....	24
Figura 12. AMEF de proceso de cotización.....	26
Figura 13. Analisis de datos en procesos de manufactura.....	27
Figura 14. Promedios de velocidad por espesor.....	29
Figura 15. Tabla de velocidades combinada.....	29

## Tabla

Tabla 1 Equipo de cotiazaciones. ....	34
---------------------------------------	----

# CAPITULO 1. Introducción

## 1.1 Empresa

Hace casi cien años, en el año de 1927 en Birmingham Alabama, nace O'Neal Steel. Kirkman O'Neal fue el fundador de esta empresa que inicio labores siendo un centro de distribución de acero. El enfoque de este negocio siempre fue buscar clientes que ocuparan material en cantidades pequeñas, y ofrecer el mejor precio en el mercado. Dado que estos clientes no podían conseguir precios de molino, que se caracterizan por ser los mas baratos, O'Neal se jactaba de tener relaciones solidas con molinos y asi ofrecer el mejor precio a sus clientes.

Las dos guerras mundiales fueron benefactoras para el crecimiento del negocio, dado que se tenían grandes y muy fuertes contratos con la milicia estadounidense. Para 1980, O'Neal Steel contaba ya con 8 sucursales, todas al este del rio Misisipi en Estados Unidos. El principal negocio fue la comercialización de materia prima hasta el año 2002, cuando adquieren un proyecto conjunto en Monterrey N.L. México y nace O'Neal Steel de México. Esto fue a razón de que la industria metalmecánica estaba en su pleno crecimiento en México. En el año 2010, se restablece el enfoque de la compañía y se decide crear una división llamada O'Neal Manufacturing Services. Esta división ha estado enfocada en brindar servicios de manufactura y transformación de materia prima para clientes internacionales.

Con seis locaciones en Estados Unidos y una en México, O'Neal Manufacturing Services busca brindar el mejor servicio de manufactura para diferentes industrias. Dentro de los servicios se incluyen, corte, formado, ensamble, soldadura, maquinado y pintura. Cada locación esta estratégicamente localizada para satisfacer las necesidades de los clientes situados en la misma área geográfica. O'Neal Steel de México comienza operaciones con actividades solamente de maquila, es decir que la materia prima y el negocio como tal se hacía en Estados Unidos, solamente el proceso y la mano de obra se realizaban en México. Es hasta

el año 2017 cuando O'Neal Steel de México crea una entidad mexicana y comienza con operaciones para clientes situados en territorio nacional.

## 1.2 Gama de Productos y mercado

O'Neal Steel de Mexico pertenece a la división de manufactura llamada O'Neal Manufacturing Services. Esta división es parte de una sinergia de empresas, O'Neal Industries. Todas las empresas que forman parte de este grupo, están de alguna manera relacionadas con el mercado del acero. O'Neal Industries sigue siendo hasta la fecha, la empresa familiar privada relacionada con acero más grande en Estados Unidos de América.



Figura 1. Sinergia de empresas que forman O'Neal Industries

O'Neal Steel de México cuenta con una gama de productos que abarcan la industria de la construcción, minería, manejo de material, eólica, energética, etc. Un conjunto de aproximadamente cien diferentes productos son fabricados para los clientes más importantes, entre los cuales se encuentran Taylor Machine Works, Caterpillar, General Electric, Case New Holland, Siemens, entre otros.

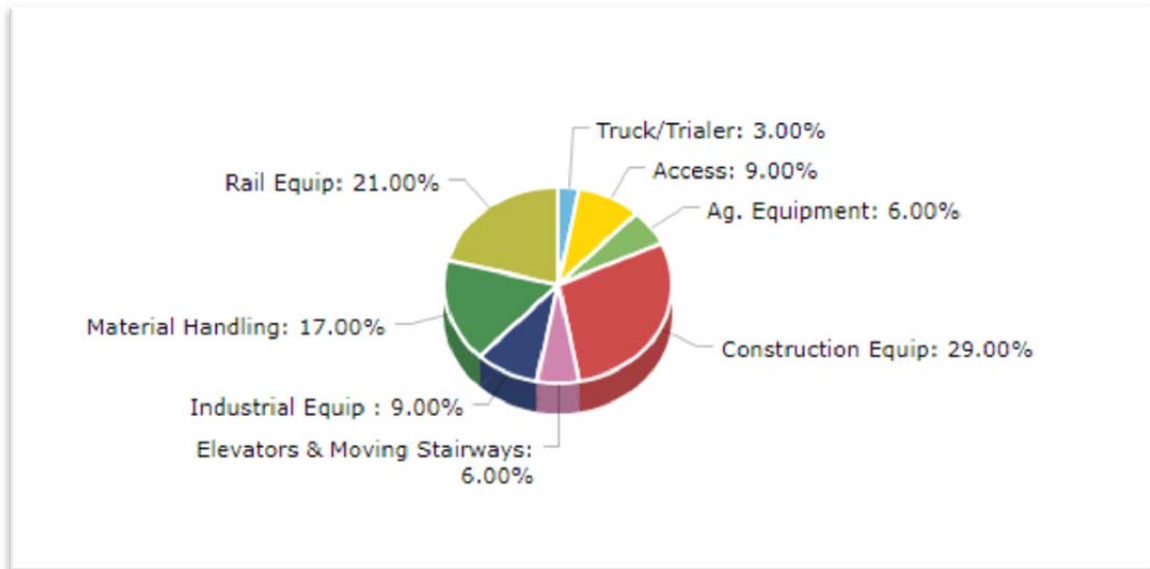


Figura 2. Proporción de ventas según mercado, año 2016

### 1.3 Problemática

Como parte del equipo de Cotizaciones y Nuevos Productos, la empresa nos fijó la meta de definir un procedimiento óptimo para cotizar nuevos productos y ampliar nuestras relaciones con los clientes. Esto llevó al equipo a estudiar el procedimiento existente en aquel entonces y encontrar las áreas de oportunidad. Las más importantes fueron el tiempo de respuesta en cotizaciones y la confiabilidad de las estimaciones. En conjunto con el departamento de ventas y dirección, se tomó la decisión de diseñar una nueva herramienta de cotización, que contara con la mayor confiabilidad posible y que a la vez fuera fácil y rápida de utilizar.

Antes de usar esta herramienta, muchas de las cotizaciones y estimaciones de tiempo eran hechas por gente experimentada pero muchas veces sin fundamento numérico o sin dejar huella de dichos cálculos. Esto nos llevaba a aceptar proyectos nuevos que talvez no eran los mejores para nosotros.

El diseño e implementación de esta herramienta, serviría también como una mejora a los procesos de implementación de nuevos proyectos. Ya que usando la información

recabada y calculada desde la cotización de algún producto, los ingenieros de proyectos podrían basarse en esa información a la hora de implementar un proyecto nuevo.

## 1.4 Objetivo del Proyecto

El objetivo principal de este proyecto de titulación para la Maestría en Gestión de ingeniería, es mejorar el proceso de cotización dentro de la empresa O'Neal Steel de Mexico. Esto ha sido un grave problema para la empresa dado que no se tiene la capacidad ni la sensibilidad necesaria para poder cotizar de una manera rápida y confiable.

Con este proyecto, se propone mejorar el proceso y la herramienta para cotizar nuevos proyectos. Que aparte de ser rápido y eficiente, el proceso sea confiable. Para poder hacer que esto se cumpla, se analizarán los procesos de fabricación más importantes, o que más afecten este proceso, se estudiarán y con esa información, la herramienta será capaz de estimar tiempos más cercanos a la realidad.

## 1.5 Justificación

La razón por la cual nos enfocamos a realizar este proyecto fue para incrementar la confiabilidad de este proceso. La dirección de una empresa no puede estar tranquila sabiendo que sus métodos de costeo y estimaciones para nuevos proyectos, son hechos sin fundamentos ni razones. Por eso mismo nos dimos a la tarea de diseñar una herramienta que contuviera todas las diferentes explicaciones a cada uno de los factores que afectan el precio de un producto.

## 1.6 Alcance del proyecto y limitaciones

Cada una de las 6 locaciones de manufactura de O'Neal, cuenta con su equipo de cotizaciones y estimaciones de tiempo. Aparte de estar en diferentes países con diferentes costos y precios, la estimación de tiempo también será muy diferente. El principal alcance de este proyecto, es plantar la base para que el futuro de las

cotizaciones y estimaciones de tiempo sea realizado por un equipo de trabajo desde México. Esto reducirá los costos internos para la empresa, y teniendo una herramienta confiable y funcionando, no tiene porque haber ningún problema. El plan es que el equipo de trabajo responsable de estas actividades, conozca a la perfeccion las capacidades de cada una de las plantas, y que la herramienta sirva como un adelanto o una base. Al final, cada locación será responsable de definir un precio final a como le sea conveniente.

## 1.7 Beneficios esperados

En cuanto a aspectos financieros del proyecto y sus costos involucrados se refiere, no se tiene información certera más que de los beneficios esperados. Se espera que con la mejora de este proceso de cotización, la plataforma sea más amigable y rápida de utilizar. El tiempo de cotización es de suma importancia y por eso mismo uno de los beneficios esperados más importante es reducir este tiempo en un 35%. Otro beneficio muy importante será aumentar la capacidad de cotización en un 25%. Este último tema ha sido el motivo principal para que este proyecto fuera seleccionado.

Cabe recalcar que aparte de los beneficios mencionados anteriormente, la confiabilidad de la herramienta también es algo que se busca mejorar. Actualmente el proceso tiene varios puntos los cuales no son muy confiables, y por esta razón se busca mejorar. La confiabilidad de esta herramienta y de este proceso, beneficiará financieramente a la empresa.

## 1.8 Plan de actividades

Parte importante de este proyecto fue definir un plan de actividades. Esta actividad fue realizada junto con todo el equipo de trabajo, incluyendo al asesor el Dr. Eduardo Lopez Soriano.

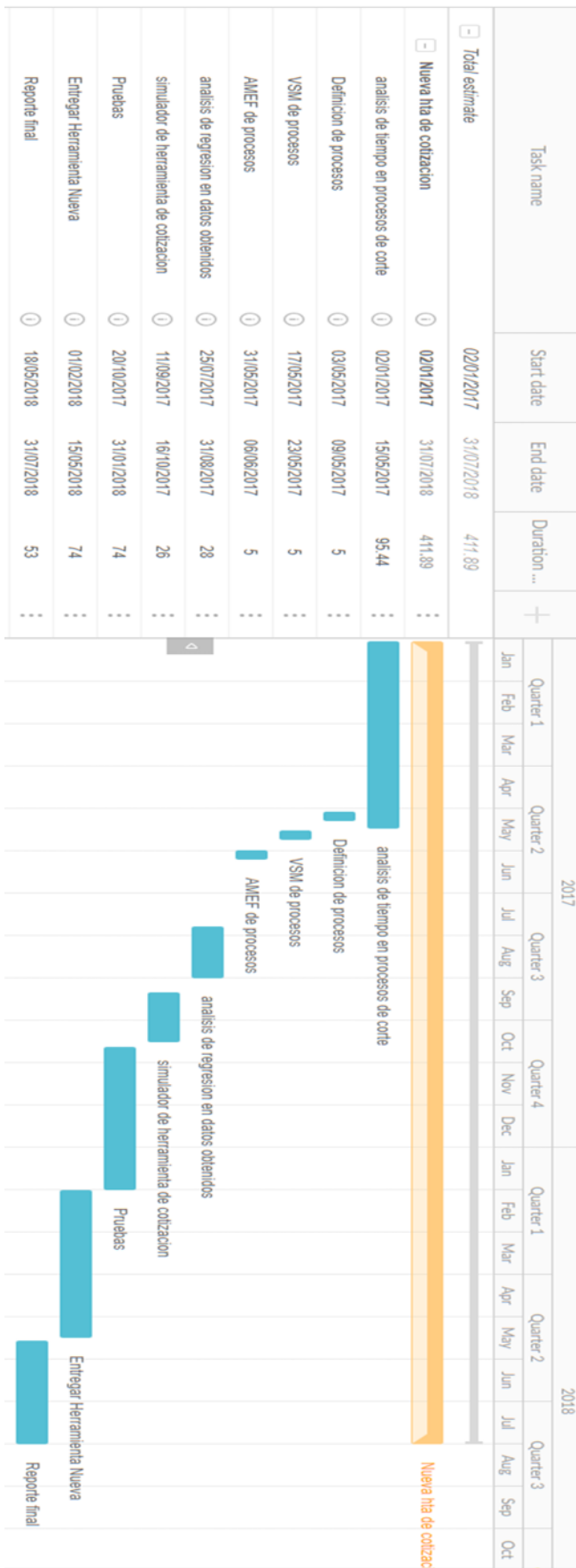


Figura 3. Grafica Gantt con el plan de Actividades del Proyecto

## **Nombre del proyecto**

Nueva herramienta de cotización

### **Actividad 1**

Análisis de tiempo en procesos de corte

Esta actividad fue la primera en el proyecto, comenzamos con estos procesos debido a que eran los más críticos. La estimación de tiempos de proceso y costeo, eran muy subjetivos y nos dimos a la tarea de estudiarlo.

### **Actividad 2**

Definición de procesos

Basicamente se realizó un desglose de todos los procesos que O`Neal ofrece a sus clientes. Se organizaron de manera que fuera más sencillo identificarlos por área.

### **Actividad 3**

VSM de procesos

### **Actividad 4**

AMEF de procesos

### **Actividad 5**

Análisis de regresión en datos obtenidos en procesos de corte

### **Actividad 6**

Simulador de herramienta de cotización

Estuvimos trabajando durante las anteriores actividades, en que todos los aprendizajes fueran puestos dentro de una misma herramienta. Nos concentramos en darle formato y en que todas las estimaciones respetaran lo requerido.

### **Actividad 7**

Pruebas

Se estuvieron corriendo pruebas con cotizaciones reales durante 2 meses.

### **Actividad 8**

Entregar nueva herramienta

### **Actividad 9**

Reporte final



## CAPITULO 2. Marco Teòrico

### 2.1 Introducciòn

En cualquier tipo de negocio, el principal objetivo es generar algùn tipo de riqueza o beneficio económico para los accionistas o dueños. Para ello, se necesita saber de lo que trata el negocio y conocer lo màs que se pueda. El proceso de cotización es sumamente importante en un negocio, esto significa que existe competencia y la finalidad es ser lo mas competitivo posible para poder pactar la venta de cualquier servicio o producto.

Cuando se trata de algùn producto, es necesario conocer todos los componentes que lo agrupan. Aparte de los componentes, es indispensable saber si el producto necesita algùn proceso previo a la venta. Estos procesos serán de valor agregado, por lo que el producto no será lo mismo sin o con los procesos involucrados. Si la venta de algùn producto no toma en cuenta estos componentes y procesos para pactar un precio, entonces es casi seguro que alguna de las dos partes estará perdiendo o dejando de ganar dinero. Para esto es importante generar una cotización, para asegurar que al menos el proveedor del producto o servicio, esta pactando un precio justo, que este justificado por una serie de detalles de materiales o procesos involucrados.

#### 2.1.1 Proceso de cotización

Anteriormente, el equipo de cotización estaba formado por una sola persona. Aparte de cotizar, tenía otras responsabilidades de producción. Esto hacìa que el enfoque no estuviera bien definido y por obvias razones los procesos no estaban optimizados. A partir del año 2012, se tomò la decisión de formar un equipo de ingenieros y analistas que estuvieran a cargo de cotizar nuevos proyectos.

Este equipo comenzó a definir las diferentes actividades que se requieren para cotizar. Las más importantes son:

- Estudiar dibujos del cliente

- Antes de seguir con cualquier otra actividad, el equipo estudia a fondo los dibujos y el producto a cotizar. Este es el primer filtro, prácticamente aquí se decide si el producto se puede o no fabricar.
- Hacer un previo estudio de factibilidad
  - Una vez analizados los dibujos, se invita a participar a todos los departamentos que estarán involucrados en el producto. Se realiza una vez más el estudio de dibujos y en conjunto se toma una decisión. En estas juntas, por lo regular el resultado es “cómo” hacer el producto, no tanto si puede o no ser fabricado.
- Desglose de procesos
  - Esta actividad también es realizada en esa junta de factibilidad. Se desglosan todos los procesos involucrados.
- Estimación de tiempos
  - Utilizando la herramienta de cotización, el analista estima los tiempos para cada proceso involucrado en el producto.
- Costeo
  - Esta actividad es realizada junto con el coordinador de cotizaciones. Según lo que componga al producto, es como se definen los precios.
- Presentación al cliente
  - Esta actividad es muchas veces a través de un correo electrónico. Según la importancia del proyecto, muchas veces los clientes vienen a revisar la cotización personalmente.

Después de haber corrido ciertas pruebas, nos dimos cuenta de que el procedimiento que actualmente seguimos, es el adecuado. Teniendo el equipo completo, se puede asegurar que las actividades más importantes se harán de la manera en que se requiere, y al final poder contar con información confiable y certera.

### 2.1.2 Capacidades de O`Neal

A fin de que se pueda cotizar un producto o proceso de manera correcta, es necesario conocer a detalle las capacidades de la empresa. Las capacidades van de

acuerdo al tipo de productos que se fabriquen. En O`Neal se fabrican ensambles o piezas de acero transformado en su mayoría de placa de acero al carbón. A continuación se presenta un listado y descripción básica de los procesos:

- Granallado
  - Consta de un bombardeo de partículas abrasivas a presión y altas velocidades que al impactar con la placa de acero, remueve la capa de “càscara”. Esta capa se forma al salir del molino.



Figura 4. Maquina utilizada en proceso de granallado

- Corte (láser, plasma, oxígeno)
  - El corte en láser se caracteriza por ser en placas de espesores pequeños (máximo 1”). Es el corte que deja un mejor acabado superficial, y tiene la mayor precisión dimensional. Es también el proceso mas rápido.
  - El corte en plasma, es el que sigue en nivel de precisión, de espesores y en acabado superficial. Es el segundo proceso de corte más rápido.
  - El corte con oxígeno se usa en espesores mayores a 1”, no tiene muy buen acabado superficial y su precisión es de aproximadamente +/- 1.5mm.



Figura 5. Corte en laser

- Formado
  - O'Neal cuenta con 2 prensas hidráulicas de cortina. Tienen 400 y 750 libras de presión.

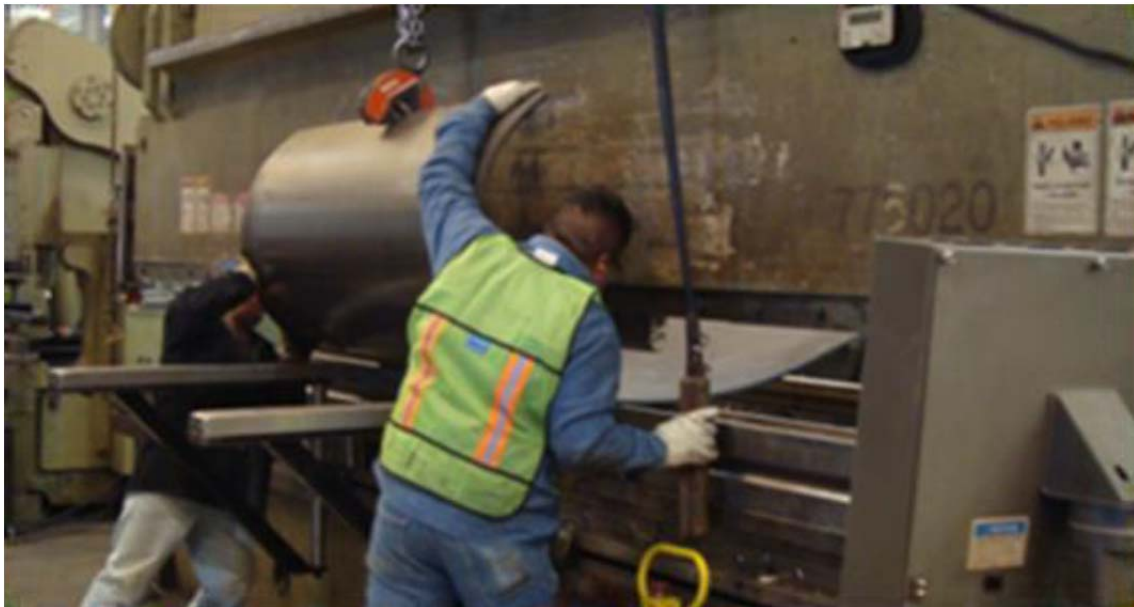


Figura 6. Pieza en proceso de doblado

- Corte en sierra
- Maquinado
  - Hay capacidad para maquinado en torno, fresado vertical y horizontal. Cada una de las 8 máquinas tiene alcances diferentes.



Figura 7. Centro de maquinado Horizontal

- Soldadura
  - Todo tipo de soldadura en acero al carbón y recientemente aluminio.



Figura 8. Aplicación de soldadura

- Pintura
  - Practicamente cualquier aplicación de pintura líquida.



Figura 9. Chasis terminado en cabina de pintura

### 2.3 Value Stream Mapping

Todo proceso sostenible requiere un análisis no solamente del producto, sino del sistema completo. En este caso en específico, la cotización se convierte en un producto y el sistema es aquel que engloba todas las actividades y procesos que forman una cotización. Esto es, desde que se recibe la requisición por parte del cliente, hasta que se responde con un precio de venta. El promover un proceso sostenible, hace que la atención gire en torno a las 6Rs que son reducir, reusar, reciclar, recuperar, rediseñar y remanufacturar. Este análisis tendrá como resultado, un producto cuyos procesos y actividades involucradas sean las más eficaces.

A este respecto, *Value Stream Mapping (VSM)* o Mapeo de la corriente de valor, fue utilizado como una técnica en manufactura esbelta para identificar desperdicio y enfocar atención en los procesos más importantes. El VSM se define como el conjunto de acciones, sin y con valor agregado, que se requieren para procesar un producto o servicio. Una vez identificadas ambos tipos de acciones o actividades, se estudian los tiempos invertidos en cada una, y según el valor que tengan dentro del proceso, se procede a mejorarlas.

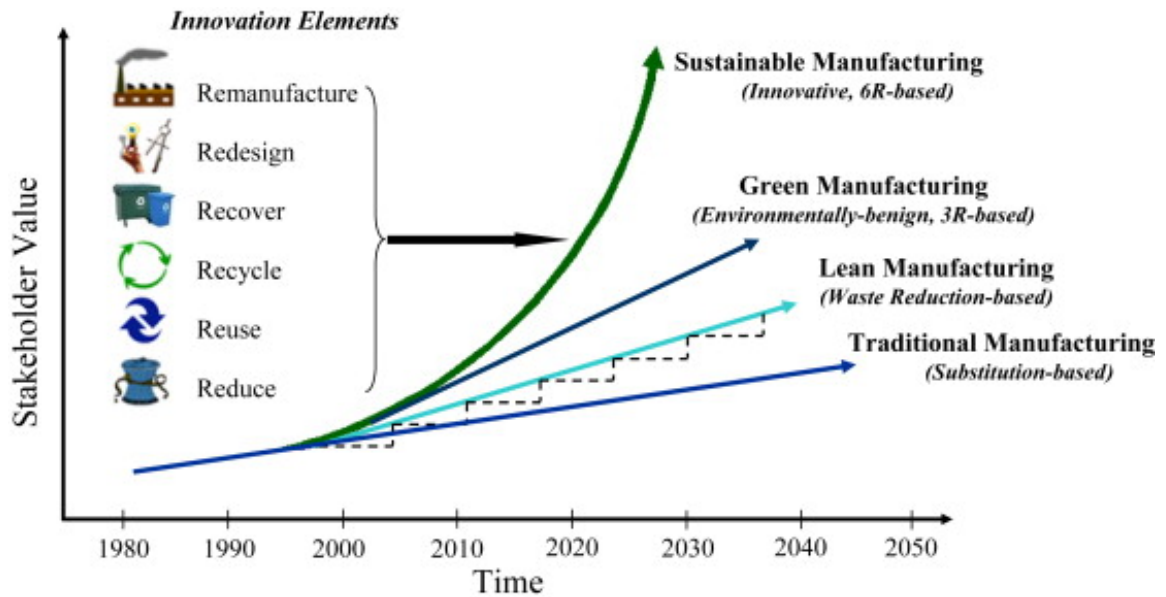


Figura 10. Evolución de estrategias de manufactura.

La metodología de esta práctica indica que el objetivo principal es identificar oportunidades para realizar esfuerzos que conlleven a eliminar el desperdicio. En este caso, mas que desperdicio, la idea fue encontrar las actividades que tenían el mayor tiempo de proceso, sin necesitarlo.

Una de las primeras actividades y los primeros pasos para definir si el proyecto de mejorar la herramienta de cotización era el indicado fue realizar un mapeo de la corriente de valor del proceso. Específicamente se tomo como ejemplo la cotización de uno de los productos que mas realizamos. Los chasises para montacargas son los productos que mas presencia tienen en la cedula de producción y facturación de O'Neal. Con casi el 40% de la facturación mensual, estos productos se convierten en prioridad 1 dentro de nuestros planes de fabricación. Es por eso que las cotizaciones de estos productos deben ser realizadas de la mejor y más rápida manera posible. La ventaja es que los chasises en sí llevan los mismos procesos pero con diferentes tiempos. Lo que cambia entre ellos es la aplicación final del cliente.

Una vez realizado el mapeo, se definieron las actividades que requerían especial atención. Estas actividades fueron en parte reducidas y simplificadas, sin afectar la calidad ni el resultado final. Antes de haber realizado el mapeo, la cotización de un

chasis de Taylor se realizaba de igual manera que cualquier otra cotización. Esto generaba largos tiempos de espera entre la colocación de una orden de compra y la cotización en si. Gracias al uso de esta técnica, se logró reducir el tiempo de respuesta en estas cotizaciones y se le dio agilidad al proceso en general.

En resumen, las cotizaciones de chasis de Taylor son procesadas de diferente manera que todas las demás. Dada la relación, antigüedad y variedad de productos que se manejan con este cliente, se decidió que el proceso de cotización quedara de la siguiente manera.

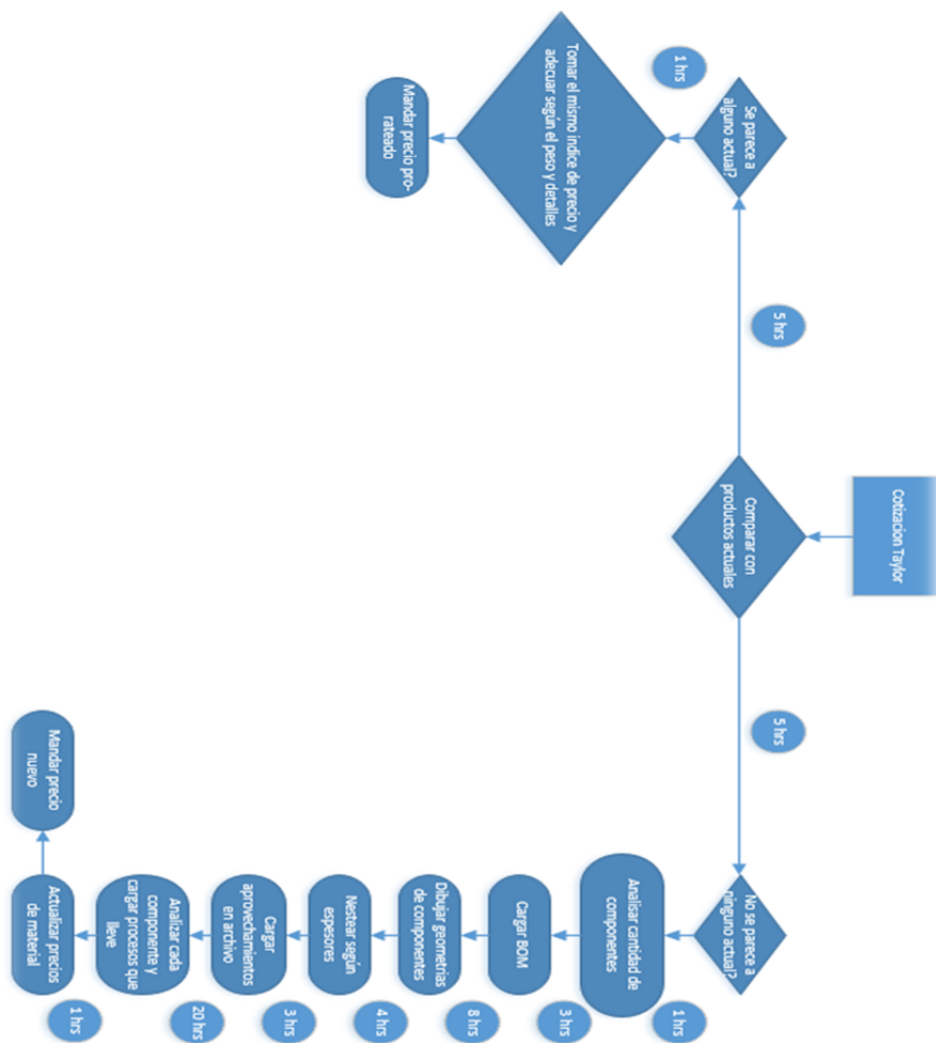


Figura 11. VSM para una cotización de Taylor



## 2.4 AMEF (Análisis de modo y efecto de la falla)

El análisis de modo y efecto de falla es una herramienta utilizada para evitar cualquier tipo de rechazo o circunstancia que ponga en peligro la calidad de algún producto o servicio. Se define como un conjunto de directrices utilizadas para identificar problemas potenciales o errores y sus posibles efectos en el sistema para priorizarlos y poder concentrar los recursos en planes de prevención, supervisión y respuesta. Por eso mismo se decidió hacer uso de esta herramienta para mejorar el proceso de cotización en O'Neal.

Algunos de los beneficios de esta herramienta son:

- Identifica fallas o defectos antes de que estos ocurran
- Reducir los costos de garantías
- Incrementar la confiabilidad de los productos/servicios
- Procesos de desarrollo mas cortos
- Documenta los conocimientos de los procesos
- Incrementa la satisfacción del cliente
- Mantiene el Know-How en la compañía

Como se mencionó anteriormente, el proceso de cotización era antes una actividad realizada según el cliente y el tipo de producto. Una vez que se definió la manera y las diferentes actividades que formarían parte de una cotización, se generó un AMEF para este proceso. Para comenzar con este análisis, se tomó información como cotizaciones repetidas por errores, cotizaciones erróneas, rechazos, etc. Toda esta información fue utilizada como una base para definir los números de prioridad de riesgo, el índice de severidad y ocurrencia, y por ultimo el nivel de detección. Todo esto con la finalidad de mejorar el proceso de cotización y hacer de el un proceso confiable y eficiente.



## 2.5 Análisis de Datos

La complejidad en los diferentes procesos y la alta demanda han causado que el análisis de datos sea una tarea cada vez mas necesitada. Monitoreo, comparaciones, confirmaciones y mediciones de tiempo son unas de las actividades más importantes que brinda el análisis de datos. En los procesos en donde no se ha hecho un análisis de datos, existen faltas y problemas que no se detectan a tiempo, el proceso no esta optimizado suficientemente. Los problemas más importantes a resolver usando estas herramientas son:

- Adquisición de datos o información: se necesita tiempo suficiente para encontrar la información de uso y saber digerirla de forma adecuada.
- Monitoreo de procesos y detección de anomalías: Aun teniendo la información accesible, se requiere un conocimiento previo para entender los resultados esperados y conocer los métodos matemáticos para llegar a ellos.

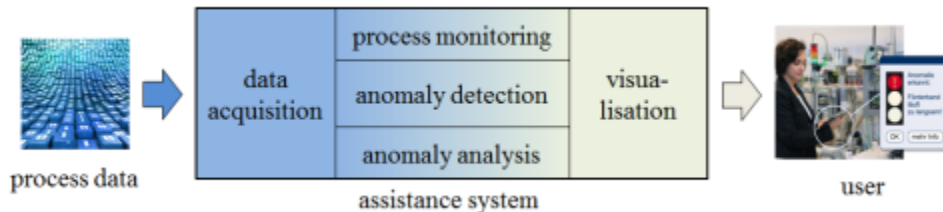


Figura 13. Analisis de datos en procesos de manufactura

En el caso específico de este proyecto, la implementación de estas herramientas fue crucial para llegar a los resultados obtenidos. Se sabía que el mayor riesgo de confiabilidad en la herramienta de cotización era en la estimación de tiempos. No se tenía una base de datos actualizada y tampoco era utilizada en todas las cotizaciones, así que el principal objetivo fue actualizar esa base de datos. Se definieron los procesos más importantes y en los cuales pudiera haber más discrepancias. Estos procesos fueron principalmente las operaciones primarias, corte en plasma y oxígeno.

El objetivo claramente fue, comparar el tiempo real de corte en las maquinas de plasma y oxicorte y compararlo con la base de datos que se tenía antes de actualizar. Notar las diferencias entre las inferencias actuales contra las diferencias y comparar la eficiencia actual contra la real fueron también puntos importantes.

Primero se analizo información del proceso de corte con oxigeno y a continuación se enlista la información más importante para la realización de este análisis.

- Se tomaron 120 muestras aleatorias del pantógrafo 03, 04 y 05.
- De cada muestra se registro:
  - Número de parte
  - Número de máquina
  - Velocidad de corte según la máquina (manual de uso)
  - El ajuste en velocidad del operador en turno
  - Espesor de la placa de acero
  - Grado de material
  - Número de perforaciones
  - Perímetro estimado de la pieza a cortar
  - Tiempo de perforación (0.5 segundos)
  - Tiempo total de corte

El tiempo total de cada corte incluyó otros factores determinantes tales como: ajustes de velocidad hechos por el operador, tiempos de cambio de posición de las máquinas y cambios en la velocidad de corte debido al tipo de corte. Por estas razones se defino un termino como la *Velocidad final de corte*.

$$Velocidad\ final\ de\ corte = \frac{perimetro}{tiempo\ total\ de\ corte}$$

Una vez calculada la velocidad final de corte, se procedio a calcular un indicador promedio de velocidades para cada espesor de material. Con este indicador se busca tener cubiertos los tiempos que no se pueden calcular fácilmente. Estos tiempos pudieran ser:

- Cambios de posición de la antorcha
- Cambios de velocidades por el sentido o geometría de la pieza a cortar
- Ajustes del operador en turno

Estos promedios de velocidad se agruparon con base al espesor de corte y se organizaron por máquina, grado de material y el número de antorchas en la máquina.

Row Labels	Average of Velocidad Final in/min
Máquina (Multiple Items)	
# Antorchas 1	
Grado de Acero A57250	
1	15.78
1.25	9.78
1.5	10.24
1.75	8.45
2	8.48
2.5	8.31
<b>Grand Total</b>	<b>11.63</b>

Figura 14. Promedios de velocidad por espesor.

Considerando solo el oxicrote, una antorcha y el grado A572-50 para esta etapa del análisis, se construyó una tabla de velocidades combinada con los estándares que recientemente se establecieron en el departamento de operaciones primarias.

BURN RATES					
				Δ Avg	Factor(F)
				0.93	0.55
Velocidad de calculo					
Thk	Vel Optima VOP	Vel Final Promedio VFP	Δ	Vel Calculo In/Min <sup>2</sup>	
0.13	15.00				7.64
0.19	15.00				7.64
0.25	15.00				7.64
0.31	15.00				7.64
0.38	15.00				7.64
0.47	14.00				7.13
0.50	14.00				7.13
0.63	14.00				7.13
0.75	14.00				7.13
0.88	14.00				7.13
1.00	14.00	15.78	1.13		8.68
1.13	13.00				6.62
1.25	12.00	9.78	0.82		5.38
1.38	11.00				5.60
1.50	11.00	10.24	0.93		5.63

Figura 15. Tabla de velocidades combinada.

**Thk (Espesor)** Es el espesor de la pieza de muestra.

**Vel Optima VOP** Es la velocidad optima VOP establecida para la maquina por el departamento de OP.

**Vel Final Promedio VFP** Es la velocidad final promedio VFP (solo las obtenidas con las muestras registradas).

**Δ** Es el cambio entre la velocidad final promedio y la velocidad optima establecida para la maquina.

**Vel Calculo In/Min** Es la velocidad obtenida en base a las velocidades promedio obtenida y las la velocidades optimas establecidas para la maquina.

**Δ Avg** Es el promedio del cambio entre las velocidades finales promedio y las velocidades optimas.

Para los espesores que no tuvieron muestra se obtuvieron velocidades teóricas ajustándolas con base al promedio de cambio **Δ Avg** de entre las **VFP** y **VOP**.

$$vel\ calculada = VOP \times \Delta Avg$$

Para aquellos espesores de placa de los que se tomaron muestras se usan directamente las velocidades finales promedio.

$$vel\ calculada = VFP$$

De este modo se logro obtener una tabla de velocidades y tiempos basada en los datos estadísticos de procesos reales y con ella se realizaron nuevos calculos de tiempo para ver su comportamiento el cual fue estable.

La parte final de este análisis, fue generar gráficos que mostraran la relacion entre la información recabada en campo, la información generada por la herramienta de cotización antes del estudio y también la información con los nuevos cálculos. Estas gráficas se comportaron de manera prevista, lo cual dio herramientas suficientes al equipo de trabajo para modificar la base de datos para este proceso y asi poder contar con información mas confiable.

De igual manera, este análisis se hizo con el proceso de corte en plasma teniendo prácticamente los mismos resultados. En los Anexos se muestran las gráficas con los resultados de ambos estudios.

## 2.6 MRP

Otra de las herramientas involucradas en la realización de este proyecto fue el uso del MRP. Basicamente se trata de un sistema en el cual los recursos de un negocio son administrados. Por sus siglas en ingles, Manufacturing Resource Planning, sirve para planear el uso de los recursos dentro de una empresa de manufactura, al igual tiene herramientas de rastreo del uso de estos recursos.

En O'Neal específicamente, se usa el sistema MRP llamado Made2Manage. Este sistema forma parte fundamental para la implementación de nuevos productos. Sabiendo que estos nuevos productos comienzan desde la fase de cotización, nos dimos a la tarea de diseñar una interfase que facilitara la carga de información desde la herramienta de cotización al sistema M2M.

Una vez que un nuevo producto es cotizado y el cliente decide que O'Neal sea su proveedor, se disparan ciertas actividades. Entre ellas estan:

- Junta de introduccion de producto (Print Process)
- Carga de información al M2M
- Administración de dibujos y archivos del cliente
- Formar el equipo de implementacion

Todas estas actividades dependen de que la herramienta de cotización haya sido utilizada de buena manera. A esto se refiere que la herramienta de cotización tenga toda la información necesaria y completa, para facilitar la introducción de producto nuevo.

## CAPITULO 3. Metodología

### 3.1 Métodos de cotización anteriores vs. actuales

Todo trabajo en la industria manufacturera es bien competido, por lo que es muy importante que el precio de venta presentado al cliente, sea justo y bien calculado. Existen muchos puntos dentro de un precio de venta, que si no se toman en cuenta, puede significar un peligro grave para la empresa.

Antes de comenzar este proyecto, existía la problemática de que los precios presentados a los clientes parecían ser atractivos dado que los nuevos proyectos nunca dejaban de llegar. Inclusive los proyectos que alguna vez salieron de O'Neal, regresaban al paso del tiempo. La industria es muy variable y existen muchos proyectos que dependen de el estatus de la economía global, en especial la economía americana.

Todos los clientes en O'Neal México, son americanos y nuestro principal punto de contacto hasta finales del año 2016, eran compañeros nuestros que trabajaban en las plantas de E.U.A. Esto generaba cierta incertidumbre para la planta en México dado que no se tenía la libertad de decidir a que tipo de clientes buscar y a cuales no. Este método de conseguir nuevos proyectos, muchas veces traía ya cierta expectativa de parte de los clientes en cuanto al precio de venta. Por diferentes circunstancias, unas ciertas y otras no tan ciertas, los clientes americanos esperan que solamente por hacer negocio con alguna empresa mexicana el precio será mucho más bajo y a veces hasta decidido por ellos. En O'Neal nunca ha sido el caso, pero ese puente de comunicación no era el indicado, es por eso que a partir del 2017 cada planta de O'Neal tomaría sus propias decisiones y en nuestro caso, decidir el tipo de productos y clientes convenientes.

A diferencia de años anteriores, ahora se cuenta con un equipo de cotizaciones en O'Neal. Se cuenta con el apoyo de 4 Analistas de Manufactura y un Ingeniero de Aplicaciones, y sus actividades prioritarias giran en torno a las cotizaciones activas. Todos ellos reportan al Coordinador de Ingeniería, él es quien recibe las cotizaciones y



decide a què analista adjudicarla. Desde principios del año 2016 hasta Febrero del 2018, yo fui desempeñe el rol de Coordinador de Ingeniería. Una vez que las requisiciones de cotizaciones llegan a nuestro alcance, comienza el proceso de cotización.

### 3.2 Sistema actual

Desde que comencè como Coordinador de Ingeniería, mi principal objetivo siempre fue mejorar el proceso de cotización. En los años anteriores de que tomara la posición, nunca se estableció un procedimiento como tal, lo cual dificultaba las actividades y carecía de eficiencia. Fue por eso que nos dimos a la tarea de construir un equipo el cual fuera estar 100% concentrado en actividades de cotización. Para ello se requería capacitarlos acerca de las diferentes actividades que estarían realizando.

Una vez que el equipo estaba formado y capacitado, definimos los puntos débiles del proceso y decidimos atacarlos. Uno de los puntos débiles fue la falta de manuales informativos o ayudas visuales que ayudaran a los analistas de manufactura a entender de una manera mas detallada cada una de las actividades involucradas en una cotización. Fue por esa razón que se construyó un manual de procedimientos y métodos que sirve como apoyo. Este manual está agregado a este escrito en la sección de Anexos.

A grandes rasgos, el proceso actual de cotización se define en los siguientes puntos:

- i. Recepción y análisis de los archivos del cliente (planos, dibujos, diseños, plantillas)
- ii. Carga de información principal del proyecto a cotizar en la herramienta de cotización (Excel)
- iii. Estimación de tiempos de proceso
- iv. Cálculo de materia prima requerida para el proyecto
- v. Agregar costos de materiales y servicios extras
- vi. Presentación al coordinador y al gerente de Ingeniería
- vii. Presentación al cliente

La mayoría de estos pasos mencionados están dentro del archivo denominado Q-All Help. Su nombre nace a raíz de que la herramienta de cotización es nombrada Q-All.

### 3.3 Equipo de trabajo

El equipo encargado de desarrollar este proyecto, dentro y fuera de la empresa son:

<b>Lázaro Lozano</b>	<b>Antonio Alejos</b>	<b>Oziel Rios</b>
Coordinador de Ingeniería	Ingeniero de Aplicaciones	Analista de Manufactura
<ul style="list-style-type: none"> <li>~ Encargado de liderar el proyecto</li> <li>~ Reporteo</li> <li>~ Juntas de seguimiento</li> <li>~ Entrega de Avances</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>~ Diseño de Aplicaciones</li> <li>~ Nuevas implementaciones a hta de Cotización</li> <li>~ Mejora Continua del proceso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>~ Dibujos</li> <li>~ Análisis de maquinado y soldadura</li> <li>~ Toma de tiempos</li> </ul>
<b>Juan Carlos Silva</b>	<b>Arturo Tovar</b>	<b>Rafael Rubio</b>
Analista de Manufactura	Analista de Manufactura	Analista de Manufactura
<ul style="list-style-type: none"> <li>~ Análisis de proyecto</li> <li>~ Llenado de herramienta</li> <li>~ Aprovechamiento de material cotizado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>~ Dibujo y diseño computarizado</li> <li>~ Despiece de ensamblajes / Ingeniería y Diseño</li> <li>~ Análisis de soldadura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>~ Carga de información al sistema</li> <li>~ Cotización de servicios externos</li> <li>~ Llenado de herramienta</li> </ul>

Tabla 1. Equipo de cotizaciones

### 3.4 Actividades posteriores a una cotización

Una vez que se cumpla el plazo de vigencia de una cotización, que es aproximadamente de un mes, se espera tener algún tipo de retroalimentación por parte de los clientes. Ya sea que el precio no fue lo que esperaban, o que la cotización haya sido simplemente para fines de proyección, la retroalimentación recibida siempre será

bienvenida. Al fin de cuentas es información válida para conocer la reacción de los clientes y como siempre mejorar.

En el caso de que la retroalimentación sea positiva y el cliente respeta las condiciones para empezar el negocio, se procede a recibir una orden de compra y después viene una serie de actividades las cuales son igual de importantes que la cotización en sí. Estas actividades también están relacionadas a las actividades del equipo de cotización.

### 3.4.1 Junta de introducción de producto

Con la finalidad de que se confirmen los procesos que serán parte para la fabricación de un nuevo producto, y de que todos los departamentos involucrados estén presentes, las juntas de introducción de producto se llevan a cabo. Previamente en el proceso de cotización, el equipo de ingeniería y los analistas de manufactura, suponen los procesos que el producto debe llevar. En las juntas se confirman estas suposiciones, y en dado de que tenga que haber un cambio, se llevan a cabo estas modificaciones.

En estas juntas también se hace una revisión exhaustiva de los archivos propiedad del cliente, tales como son dibujos de ingeniería, especificaciones de procesos, modelos tridimensionales, etcétera. Aparte de todo esto, se tratan temas como la materia prima involucrada, procesos externos requeridos, fechas límite según proceso, diseño de herramientas para facilitar la fabricación y demás. Dado que son muchas actividades las que se tienen que realizar, nos dimos a la tarea de facilitar estas juntas y el procesamiento de toda esta información.

Dentro de la herramienta de cotización, se diseñó un formato en el cual va incluida toda la información a exponer en estas juntas. El ingeniero encargado de tal producto es quien expone esta información. Este formato es generado de forma automática con el uso de macros en Excel. Esto se convierte en el formato a utilizar en la junta de introducción y sobre el cual se marcan las modificaciones en caso de que queden algunas pendientes. Dentro de este formato se encuentra:

- Tipo y cantidad de material requerido para el proyecto completo (BOM o listado de materiales)
- Rutas de trabajo (procesos)
- Tiempos estimados de proceso

### 3.4.2 Carga de información al M2M

Otra de las actividades mas importantes que siguen de una cotización es cargar toda la información al sistema MRP. Esto es un punto clave para el éxito de una implementación de un nuevo proyecto. Es por esa razón de que nos dimos a la tarea de que la herramienta de cotización tuviera una interfase amigable entre el sistema M2M y toda la información que contiene una cotización.

Los puntos mas importantes de toda esta información son:

- Tipo de producto
- Cantidades de materia prima
- Codigos de materia prima
- Listado de materiales por componente (BOM)
- Rutas de proceso involucradas
- Tiempos de proceso (lead times)
- Fechas de entrega

Previo a la realización de estas actividades, el Gerente de Implementación de Nuevos Productos debe definir el equipo encargado de este nuevo proyecto. Con base a esa selección, las actividades de Junta de introducción de producto y la carga de información al M2M se llevan a cabo.

## CAPITULO 4. Conclusiones

Una de las principales metas que se pactaron al principio de este curso, fue seleccionar un proyecto, el cual estuviera relacionado con las actividades diarias en O`Neal y que sacara provecho del material visto durante los 2 años de maestría. Sin duda creo que se llegó al objetivo considerando la importancia y el compromiso que lleva cotizar un nuevo producto.

En resumen, lo logrado en este proyecto fue mejorar la herramienta de cotización. Creando un sentido de responsabilidad en el equipo involucrado y también generando confianza en los altos mandos referente a los precios de nuestros productos. El tema no es para menos, y creemos que la herramienta hasta el momento tiene los suficientes fundamentos y bases para seguir funcionando a la perfección. Depende del equipo de trabajo involucrado, darle un uso adecuado y nunca dejar de mejorar, buscando el beneficio común y sobretodo el de O`Neal Manufacturing Services.

Es importante mencionar que todas las actividades realizadas dentro de una cotización son de igual importancia, y es por eso que el equipo involucrado debe de ser capaz de comprender estas actividades y dominarlas, para que el resultado final sea el esperado.

Como en todos los procesos, la perfección y la exactitud no existen, y es por eso que el sentido de mejora continua nunca debe de faltar. El equipo debe de estar conciente de que esta herramienta siempre debe de estar en su mejor forma, y en cuanto se pueda mejorar no dudar en ello. Cada año se deberá revisar la herramienta y proceder con las actualizaciones y mejoras necesarias. Para seguir siendo competitivos y una de las mejoras opciones en el mercado, O`Neal debe de mantener este proceso robusto y confiable a la vez.

La retroalimentación por parte de nuestros clientes es el mejor parámetro de evaluación para esta herramienta de cotización. Existen diferentes situaciones en un proceso de cotización, ya sea que el cliente quiere conocer el mercado, esta planeando mover su producto, busca una reducción de costos, etc. Cualquiera de estas situaciones son de gran ayuda para el equipo de cotización. Con esta información

podrán tomar decisiones que afectarán el proceso y sin duda para bien común de la empresa.

#### 4.1 Acciones futuras

Como se menciona anteriormente en este escrito, el trasladar cualquier tipo de trabajo de E.U.A hacia México puede representar un muy importante ahorro. Es por eso que existen planes para que todas las actividades de cotización de las plantas de O'Neal en E.U.A sean realizadas desde la planta en México. El plan sería que las actividades tales como cargar información a la herramienta, estimar tiempos de procesos, etcetera, sean realizadas por analistas de manufactura que previamente estén capacitados y que conozcan las capacidades de cada una de estas locaciones. Al final cada planta será responsable de pactar un precio final.

En caso de que este plan suceda, tengo la suficiente confianza de que la herramienta está preparada y servirá como una base importante en el proceso. Mis recomendaciones para el equipo que sigue con las mismas responsabilidades de cotizar se centran en fortalecer la capacidad de analizar un proceso como debe de ser y no especular algo que no se sabe. En este negocio es muy fácil considerar algo al momento de cotizar y muy tarde darte cuenta de que no es lo que el cliente requiere.

## REFERENCIAS

1. O'Neal Steel. (2018). History. 2018, de O'Neal Steel Sitio web: <https://onealsteel.com/history.html>
2. Engineering Statistics Handbook. (2017). *What is design of experiments (DOE)?* Retrieved from NIST Sematech: <https://www.itl.nist.gov/div898/handbook/pmd/section3/pmd31.htm>
3. Bower, K. (2018). *WHAT IS DESIGN OF EXPERIMENTS (DOE)?* Retrieved from ASQ: <http://asq.org/learn-about-quality/data-collection-analysis-tools/overview/design-of-experiments.html>
4. Dr. H.E. Trucks. (1987). *Designing for Economical Production*. Dearborn, Michigan: Society of Manufacturing Engineers.
5. William Faulkner, Fazleena Badurdeen. (15/12/2014). Sustainable Value Stream Mapping (Sus-VSM): methodology to visualize and assess manufacturing sustainability performance. *Science Direct*, 85, 8-18. 30/08/2012, De Summon Base de datos.
6. Xiaotong Pang. (27/04/2018). *QUALITY IMPROVEMENT WITH PFMEA IN A MANUFACTURING SYSTEM*. ProQuest, 10811457, 1-59. 27/04/2018, De Summon Base de datos.
7. Stefan Windmann<sup>1</sup>, Alexander Maier<sup>1</sup>, Oliver Niggemann<sup>1</sup>, Christian Frey<sup>2</sup>, Ansgar Bernardi<sup>3</sup>, Ying Gu<sup>3</sup>, Holger Pfrommer<sup>4</sup>, Thilo Steckel<sup>5</sup>, Michael Krüger<sup>6</sup> and Robert Kraus<sup>7</sup>. (2015). *Big Data Analysis of Manufacturing Processes*. *Journal of Physics: Conference Series*, 659, conference 1. 2015, De 2015 Base de datos.

# ANEXOS