

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS AMÉRICAS**

**ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**

**PLANEAMIENTO E IMPLEMENTACION DE TALLER DE  
PRECISION EN LA EMPRESA CONFLUENT MEDICAL.**

**TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN PARA OPTAR POR  
EL GRADO DE BACHILLERATO EN INGENIERÍA  
ELECTROMECAÁNICA.**

**ELABORADO POR**

**LUIS ANDRES ACEVEDO SALAS**

2022

## Contenido

Figuras.....	5
Ecuaciones.....	7
Tablas .....	8
Gráficos .....	9
<i>Dedicatoria</i> .....	10
<i>Agradecimientos</i> .....	11
Resumen Ejecutivo.....	17
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN .....	18
Planteamiento del Problema.....	19
Objetivos .....	20
Objetivo General: .....	20
Objetivos específicos: .....	20
Justificación: .....	21
Antecedentes: .....	22
Antecedentes Nacionales.....	22
Antecedentes internacionales .....	30
Alcances .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Limitaciones:.....	21
CAPÍTULO II: MARCO REFERENCIAL .....	38
La empresa. ....	39
Departamento de precisión .....	39
¿Qué es un departamento? .....	39
Precisión .....	40
Tecnología y maquinaria .....	41

Impresión 3D .....	41
Métodos de Impresión 3D .....	42
Máquinas de precisión .....	50
¿Qué es medición?.....	63
Equipos de medición. ....	64
Aspectos financieros.....	67
Gastos indirectos de fabricación .....	67
Depreciación .....	67
Rentabilidad .....	68
Estudio financiero .....	70
Estudio de factibilidad .....	70
Rentabilidad Contable (RC) .....	71
Razón beneficio/costo (B/C).....	72
Periodo de Recuperación (PR).....	72
Valor Actual Neto (VAN) .....	73
Tasa Interna de Retorno (TIR).....	75
Valor actual neto versus tasa interna de retorno.....	76
CAPITULO III: MARCO METODOLOGICO .....	77
Enfoque de la investigación .....	77
Fuentes de investigación .....	77
Datos previstos por la empresa: .....	77
Manuales técnicos.....	78
Libros: .....	78
Variables o unidades de análisis.....	79
CAPITULO IV: ANALISIS DE RESULTADOS .....	80

Atrasos en producción .....	80
Gastos anuales de la compañía en trabajos externos de precisión.....	82
Herramientas maquinadas .....	85
Maquinaria y equipos propuestos.....	91
Integración .....	99
Diseño área de impresión 3D.....	99
Diseño área del taller de mecánica de precisión .....	99
Áreas designadas para el departamento precisión .....	100
El departamento de precisión dentro del organigrama empresarial.....	101
Desarrollo del problema .....	102
Fase I.....	102
Fase 2 .....	103
Fase 3 .....	103
Cálculo de ahorros.....	104
Cálculo de gastos e inversión .....	104
Análisis financiero.....	108
Tasa Interna de Retorno (TIR):.....	109
Valor Actual Neto (VAN) .....	109
Resultados de la opción 1 .....	110
Resultados VAN y TIR opción 1 .....	110
Resultados opción 2.....	111
Cálculo de gastos de la opción 2.....	111
<b>CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>113</b>
Conclusiones .....	113
Recomendaciones.....	115

CAPÍTULO VI: PROPUESTA.....	116
Opción #1 .....	116
Opción #2 .....	116
Referencias .....	118
ANEXOS .....	121

## **Figuras**

Figura 1 Ejemplo de impresora 3D .....	42
Figura 2 Funcionamiento impresión por inyección .....	43
Figura 3 Impresora tecnología FDM.....	44
Figura 4 Partes de impresora 3D SLA .....	46
Figura 5 Impresora 3D tecnología SLA .....	46
Figura 6 Principio funcionamiento tecnología FFF .....	48
Figura 7 Impresora 3D tecnología FFF.....	49
Figura 8 Impresora 3D de fotopolimerización .....	49
Figura 9 Movimientos de un torno.....	50
Figura 10 Operaciones del torno .....	52
Figura 11 Torno convencional .....	52

Figura 12 Torno CNC .....	53
Figura 13 Maquina fresadora convencional .....	56
Figura 14 Controlador Mill Powr.....	58
Figura 15 Maquina fresadora CNC .....	59
Figura 16 Funcionamiento maquina EDM.....	60
Figura 17 Maquina EDM .....	61
Figura 18 Maquina "Hole Popper" .....	63
Figura 19 Micrómetro manual .....	65
Figura 20 Calibrador Vernier digital.....	66
Figura 21 Equipo de medición óptico .....	66
Figura 22 Curva VAN y TIR .....	76
Figura 23 Herramienta 4 .....	85
Figura 24 Herramienta 4 .....	86
Figura 25 Herramienta 5 .....	87
Figura 26 Herramienta 5 .....	87
Figura 27 Herramienta 3 .....	88
Figura 28 Herramienta 3 .....	88
Figura 29 Herramienta 2 .....	89
Figura 30 Herramienta 2 .....	89
Figura 31 Herramienta 10 para maquina en acetal.....	90
Figura 32 Herramienta 10 impresa en acetal.....	91
Figura 33 Impresora Ultimaker S5.....	93
Figura 34 Sierra cinta .....	94

Figura 35 Maquina "Hole Popper" modelo K1C .....	95
Figura 36 Maquina fresadora con sistema Mill Powr .....	96
Figura 37 Maquina torno CNC marca Doosan .....	98
Figura 38 Controlador del CNC marca Fanuc .....	98
Figura 39 Distribución del departamento.....	101
Figura 40 Tabla de tarifas eléctricas .....	105

## **Ecuaciones**

Ecuación 1 Calculo de la depreciación lineal .....	67
Ecuación 2 Formula para el cálculo de la depreciación acelerada.....	68
Ecuación 3 Calculo del ROE.....	69
Ecuación 4 Calculo del ROA .....	69
Ecuación 5 Calculo del ROI.....	70
Ecuación 6 Calculo del RC .....	71
Ecuación 7 Calculo del C/B .....	72
Ecuación 8 Calculo del PR.....	73
Ecuación 9 Calculo del VAN.....	74
Ecuación 10 Calculo del TIR .....	75
Ecuación 11 Calculo del TIR .....	109
Ecuación 12 Calculo del VAN.....	109

## Tablas

Tabla 1 Resultados tesis de Daniel Casales .....	36
Tabla 2 Ejemplos de Código G .....	54
Tabla 3 Variables o unidades de análisis .....	79
Tabla 4 mayores gastos del año 2020 .....	84
Tabla 5 mayores gastos del año 2021 .....	85
Tabla 6 gastos adicionales del año 2021 .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 7 requerimientos del are del taller de mecánica de precisión .....	99
Tabla 8 Costo anual del técnico de precisión.....	105
Tabla 9 Calculo de los KWhr por equipo.....	107
Tabla 10 Calculo de la inversión total.....	108
Tabla 11 Calculo de gastos de la opción 1 .....	110
Tabla 12 Resultados VAN y TIR de la opción 1 .....	110
Tabla 13 Calculo de la depreciación de los equipos .....	111
Tabla 14 Calculo de gastos de la opción 2.....	112
Tabla 15 Resultados VAN y TIR opción 2 .....	112

## Gráficos

Gráfico 1 Razón de atrasos 2021 .....	81
Gráfico 2 Mayores gastos 2020.....	82
Gráfico 3 Mayores gastos 2021.....	83
Gráfico 4 Organigrama .....	102
Gráfico 5 Atrasos de producción 2022 .....	117

## **Resumen Ejecutivo**

Las empresas de manufactura siempre se encuentran en una constante búsqueda de cómo mejorar sus procesos y ser una empresa más rentable, buscando ahorros en sus distintas áreas y como mejorar sus utilidades.

El presente proyecto se realiza con el propósito de diseñar e implementar un departamento de precisión dentro de la empresa de manufactura de componentes médicos Confluent Medical ubicada en la Zona Franca Coyoac. Esta necesidad nace con el fin de buscar puntos de mejoras y ahorros dentro de los departamentos de manufactura y mantenimiento. Por lo que se realizó un análisis financiero con los gastos más importantes durante los años 2020 y 2021.

Con los resultados de este análisis se determina como un punto de mejora implementar el departamento de precisión, ya que durante el periodo analizado se tuvieron gastos considerables en servicios externos de talleres de mecánica de precisión, dentro de este análisis se identifican 9 herramientas las cuales generan un mayor impacto económico. Dicho departamento consta de dos áreas que es el taller de mecánica de precisión y el área de impresión 3D.

Para mitigar estos gastos la implementación del departamento se realiza en 3 etapas en la cual, la etapa 1 fue utilizar maquinas ya existentes dentro la compañía como erosionadoras de hilo, fresadora manual y torno manual para realizar herramientas de menor complejidad, la etapa 2 fue adquirir la impresora 3D y una perforadora de agujeros "Hole Popper" la cual tuvo una inversión de \$57301 y por último la etapa 3 fue adquirir un torno CNC, una sierra cinta, equipo Micro Drill y una fresadora Mill Power con una inversión de \$111558

## **CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN**

La empresa Confluent Medical, es una empresa de manufactura de dispositivos médicos ubicada en la Zona Franca el Coyol, la cual ha tenido un crecimiento exponencial en los últimos cinco años llegando a contar con cinco edificios. En donde su principal materia prima es el Nitinol. Debido al crecimiento, la empresa se encuentra en una constante búsqueda para obtener ahorros, como mejorar sus procesos y hacerlos más rentables. Para esto se busca algún punto o proyecto que pueda ayudar a solventar las necesidades que existan.

Para realizar sus procesos de manufactura la empresa utiliza diferentes tipos de herramientas, en la cual su mayoría son realizadas por talleres externos, los cuales generan un gasto importante para la empresa, ya que la mayoría de estas herramientas se deterioran con gran rapidez y necesitan ser cambiadas constantemente.

Al depender de talleres externos, la empresa no puede controlar diferentes escenarios como a que le dan prioridad los talleres, trabajos pendientes para otros clientes entre otros. Estos problemas afectan no solo la parte de gastos de la empresa, sino que también ha llegado a afectar la puntualidad de la producción, así como la rentabilidad debido a que, al no tener las herramientas necesarias, si tiene que incurrir en horas extras para lograr las metas.

Basados en el consumo de estas herramientas previamente mencionadas se va a analizar uno de los objetivos del proyecto, el cual es seleccionar los equipos necesarios para cumplir con las necesidades actuales de la empresa.

Otro de los objetivos de esta investigación es establecer las ventajas de tener un departamento de precisión interno dentro la compañía para mejorar las utilidades y demostrar la rentabilidad del departamento, para esto nos vamos a basar en análisis de costo beneficios y se van a realizar análisis financieros utilizando los métodos VAN y TIR.

**Planteamiento del Problema**

¿Cuánto será el ahorro económico dentro de la empresa Confluent Medical con la implementación del departamento de precisión en sus instalaciones?

## **Objetivos**

### **Objetivo General:**

Planear e implementar el departamento de precisión dentro de la empresa Confluent Medical para la reducción de gastos.

### **Objetivos específicos:**

1. Establecer las ventajas de tener un departamento de precisión interno dentro la compañía para mejorar las utilidades.
2. Identificar mediante análisis de gastos cuáles son las herramientas hechas por talleres externos de mayor consumo durante el año.
3. Determinar cuáles son las maquinas necesarias para establecer el departamento de precisión.
4. Implementar la tecnología de impresión 3D dentro del departamento de precisión.
5. Demostrar la rentabilidad del departamento de precisión mediante un análisis financiero durante un periodo para la empresa Confluent Medical.

**Justificación:**

Durante los últimos cinco años las operaciones de la empresa Confluent Medical han crecido significativamente, con este crecimiento la empresa ha estado en una búsqueda constante de mejoras dentro de sus procesos de manufactura y procesos internos que permitan mejorar la productividad y rentabilidad de esta.

Este proyecto se enfoca en la implementación de un departamento nuevo de precisión, el cual consta de un taller de mecánica de precisión y un área de impresión 3D.

Este proyecto se realiza con la intención de aumentar la utilidad de los procesos para la empresa de dispositivos médicos Confluent Medical, que por la naturaleza de sus procesos de manufactura utiliza herramientas de distintos metales y polímeros, dichas herramientas son manufacturadas por talleres externos lo que ocasiona un gran gasto para la empresa.

Al finalizar este proyecto se espera poder demostrar la rentabilidad de tener un departamento de precisión dentro de una empresa de manufactura y a su vez solventar los gastos, teniendo al alcance las herramientas necesarias para los distintos procesos sin necesidad de depender de talleres externos.

**Limitaciones:**

- Adquisición de datos financieros provistos por la empresa Confluent Medical.
- Falta de personal técnico para la operación de los equipos de precisión.
- Atrasos en el tiempo de entrega de los equipos propuestos para la implementación.

**Antecedentes:****Antecedentes Nacionales**

INSTITUCIÓN: Tecnológico de Costa Rica.

TÍTULO: Propuesta para la implementación de una oficina de administración de proyectos (PMO) para la empresa Go-Labs

AUTOR: Dennis Valverde Pacheco

FECHA: marzo 2017.

El autor Dennis Valverde en su tesis realiza una propuesta a la empresa Go-Labs de implementar una oficina de administración de proyectos, la cual es una empresa de tecnología dedicada a entregar proyectos, interesante que, aunque sea una empresa que dedica a brindar soluciones de software y entregar proyectos, su personal no está capacitado en manejo de ellos.

Un punto que destaca es que la empresa ha desarrollado más de 23 proyectos donde su criterio de aceptación es de un  $\pm 5\%$  en temas de costo y que tuvo crecimiento importante entre los años 2014 al 2016. Otro punto que destaca es que de los 23 proyectos solo siete de ellos se logran cumplir en el tiempo y costo establecido, es decir aproximadamente solo el 30%

Dennis realizó un estudio con información suministrada por el gerente de producción con datos del 2016 donde se revisan seis proyectos, los cuales todos exceden los rangos de aceptación entre un 9% y un 21% evidenciando que la empresa necesita un departamento para la administración de proyectos. El costo total de la implementación del departamento es de \$8449

Las conclusiones que se pueden tener con este proyecto son que, aunque Dennis no realizó ningún análisis financiero de retorno de inversión se debe implementar una oficina de administración de proyectos, ya que, por los datos suministrados por la empresa a Dennis, se muestra un déficit en la administración de sus proyectos dejando pérdidas y no siendo rentables para la empresa.

INSTITUCIÓN: Universidad Estatal a Distancia.

TÍTULO: Hacia una nueva lavandería para los hospitales México y San Juan de Dios. Estudio de viabilidad técnico-financiero

AUTOR: Ing. Álvaro González Arrieta

FECHA: julio 2002.

El ingeniero Álvaro González propone la necesidad de implementar una nueva lavandería y actualizar los equipos que se utilizan en las lavanderías de los hospitales México y San Juan de Dios, ya que eran equipos obsoletos, para los cuales no se conseguían repuestos además, de que son totalmente dependientes de la electricidad, por lo que un fallo eléctrico ocasionaría problemas en operación de las lavanderías.

Dentro su propuesta expone varios puntos interesantes, primero hace una comparación de varias lavanderías fuera de nuestro país como los son la lavandería Maple Spring de North Carolina, la cual hizo una mejora de sus operaciones al pasar de lavadoras convencionales a túneles de lavado, lo cual redujo el consumo de agua un 73%, esto para dar énfasis al hecho de actualizar las tecnologías. Se muestra que el costo operativo con los equipos actuales varia, porque el que tienen las lavanderías por kg es 38\$ y con la opción propuesta se pasaría a tener un costo de 12.7%/.

Se propone realizar esta propuesta, con una sola nueva lavandería fuera de las instalaciones de los hospitales antes mencionados, utilizando un edificio ya existente que pertenece a la C.C.S.S para que así, este bajo una sola administración; se propone utilizar equipos de última tecnología para tener una mayor eficiencia. Con esta nueva propuesta se plantea ahorrar consumo de agua, los gastos de químicos reducirían, el gasto eléctrico disminuiría y la velocidad de lavado aumentaría unas 14 veces.

En conclusión, con el proyecto presentado por el ingeniero Álvaro González acerca de la implementación de una nueva lavandería, centralizar las operaciones bajo una sola administración y tener equipos de última tecnología pueden llegar a ser rentables. Con los datos proporcionados en la investigación, la eficiencia de la lavandería aumentaría y con esto también su rentabilidad.

De este proyecto se puede rescatar el uso de métodos de análisis financieros como el VAN y el TIR para demostrar la rentabilidad económica que este va a tener y llama la atención el hecho de que el ingeniero Álvaro utiliza los ahorros generados como los ingresos para poder realizar estos cálculos.

INSTITUCIÓN: Tecnológico de Costa Rica

TÍTULO: Diseño e implementación del plan piloto de un sistema de comunicación VoIP usando tecnologías de código abierto.

AUTOR: Luis Diego Boza Monge

FECHA: junio 2016.

El objetivo general del proyecto de Luis Diego Boza es implementar una mejora al sistema de telefonía de una empresa específica. Se pueden rescatar varios puntos importantes que se asocian con esta investigación ya que se desea implementar un sistema que haga más eficiente y agilice los procesos dentro de la empresa.

En este trabajo Luis Diego plantea una mejoría para el sistema de comunicación en una empresa, esto para poder realizar una actualización tecnológica utilizando redes IPs, mejorando la estabilidad, la productividad del sistema y hacerlo más rentable. Al utilizar este nuevo método los costos para futuras expansiones de la empresa y costos por mantenimiento se van a reducir considerablemente.

Dentro del proyecto, Luis Diego Boza realiza una implementación de plan piloto, el cual tiene un costo de \$954 y obteniendo un potencial gasto mensual de \$125 en llamadas, el costo actual al utilizar el servicio de un proveedor local de telefonía es de \$1650 en llamadas. Ahora si se desea implementar en el resto de la empresa el costo sería de unos \$6990.

Dentro de las conclusiones del proyecto se realiza un análisis financiero, lo primero que se concluye es que la diferencia que se paga con el sistema viejo se pagara un 1220% más de lo que se pagaría con el sistema nuevo. También se realiza un análisis de retorno de inversión el cual demuestra que, si se realiza la implementación para toda la empresa, este gasto se recuperaría en un estimado de 5 meses, ya que actualmente la empresa paga \$1650 al mes en el servicio de telefonía y el costo del proyecto ronda la inversión de \$6690.

De esta tesis se concluye que esta implementación puede ser rentable ya que mejoraría la funcionalidad del sistema de comunicaciones interno y además disminuiría costos de operación de este. Además, de que mejora la estabilidad del sistema de comunicaciones de la empresa en donde se está proponiendo el proyecto. Los análisis realizados dentro de esta tesis pueden funcionar como base para el proyecto presente.

INSTITUCIÓN: Instituto Tecnológico de Costa Rica

TÍTULO: Propuesta para el diseño de una Oficina de Administración de Proyectos (PMO) en el nivel superior del Ministerio de Obras Públicas y Transportes

AUTOR: Pedro Meckbel Guillen

FECHA: febrero 2018

El autor Pedro Meckbel, en su tesis propone implementar una Oficina de Administración de Proyectos en una entidad pública como lo es el Ministerio de Obras Públicas y Transportes, esto para mejorar las prácticas de administración de proyectos ya que en los mismos existe una brecha en el avance, hay cambios en el alcance de los proyectos, incremento de costos y tiempo. Con estos problemas los proyectos pierden su rentabilidad.

Dentro de este proyecto llama la atención que, a pesar de ser un ente encargado de ejecutar proyectos relacionados a la infraestructura vial de toda Costa Rica, la institución no labora bajo el concepto de gestión de proyectos y no existen buenas prácticas de su administración. Con esto se puede determinar que al no tener un departamento dedicado a la administración de proyectos la gran mayoría de ellos pueden sufrir atrasos, los costos incrementan y los tiempos de entrega se extienden perdiendo su rentabilidad y bajando la eficiencia de la organización.

De este proyecto se puede destacar que implementar un nuevo departamento de gestión de proyectos dentro de esta organización puede llegar a mejorar la gestión de ellos, al hacerlos más rentables y eficientes. Además de tener personal dedicado a la gestión y administración de ellos.

INSTITUCIÓN: Instituto Tecnológico de Costa Rica

TÍTULO: Propuesta para el diseño de una oficina de gestión de programas y proyectos en la Municipalidad de Santo Domingo de Heredia

AUTOR: Douglas Sancho Oconitrillo

FECHA: octubre 2017.

La investigación realizada por Douglas Sancho propone implementar una Oficina de Gestión de Programas y Proyectos, que solucione el problema de subejecución de proyectos, mejorar la eficiencia de la ejecución de proyectos, optimizar recursos y asegurar una mayor ejecución presupuestaria en la Municipalidad de Santo Domingo de Heredia.

Douglas Sancho realizó un análisis de los años 2015 y 2016 de donde se puede resaltar que del monto total de sub ejecutados durante el 2015 el 61% lo que equivale a ₡1,137,213,8654.22 corresponde a proyectos y que para el 2016 el 53.8% lo que equivale a ₡1,177,321,013.43 corresponde a proyectos, con estos datos se logra evidenciar que la Municipalidad tiene un déficit en su ejecución y gestión de proyectos.

Otro punto importante de esta investigación es que se encuentra que la documentación sobre costos es prácticamente nula y para saber de estos se tiene que realizar la consulta a proveeduría o a cada departamento por separado.

La propuesta de la Oficina de Gestión de Programas y Proyectos puede tener un costo estimado de ₡33,500,414.80 lo cual estaría dividido en 5 fases y se espera estar completa en un tiempo de 5 meses.

Como conclusión de este proyecto detallado se puede obtener que efectivamente la Municipalidad de Santo Domingo tiene una mala gestión de los proyectos y en donde hasta los propios empleados lo hacen denotar según los resultados de las encuestas realizadas por Douglas, implementado este nuevo departamento puede llegar a potenciar al máximo los recursos y la buena admiración de futuros proyectos generando ahorros para la municipalidad, mejorando su imagen al público y siendo más rentable.

INSTITUCIÓN: Universidad de Costa Rica

TÍTULO: Evaluación Financiera de la Construcción de un Edificio para Alquiler de Oficinas en Curridabat

AUTOR: Oscar Federico Marengo Fernández.

FECHA: 2013.

El entregable de Oscar Marengo es un estudio financiero para determinar la conveniencia de la construcción de un edificio de oficinas en Curridabat, a través de la proyección de sus ingresos y gastos y la estimación del valor actual del proyecto

Dentro de este proyecto Oscar propone, demoler las instalaciones actuales de la empresa R&T, S.A para realizar un edificio nuevo de oficinas, el cual contará con tres plantas de las cuales el tercer piso será ocupado por la misma empresa, mientras que los otros dos pisos serán utilizados para alquilarlos. La inversión del proyecto será de 1.4 millones de dólares y esta inversión se planea recuperar mediante los alquileres, ingreso por cuotas de mantenimiento y el valor residual del proyecto.

De este proyecto cabe recalcar el uso de varias técnicas de evaluación financiera de proyectos, el cual brinda una mayor explicación y puede ser utilizado como ejemplo para realizar futuras evaluaciones financieras para su implementación.

## **Antecedentes internacionales**

INSTITUCIÓN: Universidad Nacional de Ingeniería Nicaragua

TÍTULO: Estudio de Factibilidad para la implementación de un Sistema de iluminación Basado en Tecnología LED

AUTOR: Br Alejandro Martin De la Llana Ojeda.

FECHA: diciembre 2012

En su tesis de graduación el Br Alejandro Martin realiza una investigación que propone la implementación de iluminación basado en tecnología LED en un supermercado ubicado en Managua, Nicaragua.

Esta investigación se divide en dos fases, en donde la primera consiste en realizar un análisis del sistema actual y buscar información, características y ventajas de la tecnología LED y la segunda fase corresponde al análisis económico que permita justificar la posible implementación.

Es valioso recalcar que para demostrar la factibilidad del proyecto utiliza dos métodos de análisis financiero, uno llamado Costo Anual Equivalente (CAUE) en donde si el resultado de este es mayor a 1 indica que el proyecto es viable, el otro es el método de la Razón Beneficio/Costo. El costo de implementar este proyecto seria de 1,545,816.21 de córdobas y producirá un ahorro de 517,920.81 córdobas por año.

Utilizando el método CAUE se demuestra que el proyecto si es factible ya que el resultado es mayor a 1 y se espera que retorne de inversión del proyecto y se logre en un tiempo de 2.98 años. El otro método utilizado es la Razón Beneficio/Costo, donde se utiliza los datos obtenidos en el CAUE para poder realizar sus cálculos, al obtener un valor superior a uno demostrando también que con este otro método el proyecto es factible.

Al leer y analizar este trabajo nos damos cuenta de que, aunque es un trabajo de implementación de luminarias LED, se le puede sacar provecho; el ejemplo de análisis financieros en el cual se demuestra tener un ahorro que va a oscilar entre un 40% y 50% y de cómo se pueden utilizar valores provenientes de otro análisis o de otra etapa del proyecto para realizar los cálculos

de otros análisis. También se puede utilizar este proyecto de la búsqueda de ahorros para una empresa.

INSTITUCIÓN: Universidad de San Carlos de Guatemala

TÍTULO: Diseño e implementación de una maquina fresadora CNC para la fabricación de placas de circuitos impresos

AUTOR: Rodrigo Rafael Chang Papa

FECHA: julio 2016

El proyecto de tesis de Rafael propone una mejora para un proceso que no es eficiente, él muestra una solución para poder fabricar las placas de prototipos de circuitos electrónicos de una forma más rápida y eficiente, ya que actualmente es una operación que conlleva mucho trabajo ya que es realizado a mano y los resultados dependen la experiencia que tenga la persona. Básicamente con esta propuesta el proceso pasa a ser automático.

Dentro del proyecto, Rafael no muestra ningún análisis financiero, ni costos para realizarlo cabe recalcar que la mayoría de los software propuestos son de libre uso, por lo que se intuye que el enfoque que le da Rafael a esta implementación, no es para buscar ahorros económicos sino ahorros de tiempo y evitar la cantidad de placas defectuosas por la mala manipulación del operador, además de implementar un equipo que realice la operación, también integra un programa de optimización de trayectorias de código G

De este proyecto se puede concluir que no todo proyecto busca mejoras económicas o ahorros, sino que a veces busca ser más eficiente y rentable al optimizar tiempos de operación, teniendo las herramientas para los procesos de manufactura a mano y disminuir rechazos de partes manufacturadas.

INSTITUCIÓN: Universidad San Carlos de Guatemala

TÍTULO: Diseño e implementación de un operador logístico para una empresa de distribución de productos de consumo masivo.

AUTOR: Giovanni Federico Perez Ixpec

FECHA: abril 2016

En su proyecto de graduación Giovanni plantea diseñar e implementar un operador logístico para distribuir productos de consumo masivo en tiendas provenientes de una empresa, esta necesidad nace de que según el estudio realizado por Giovanni esta empresa distribuidora solo tiene alcance de enviar sus productos a mercados mayoristas y supermercados y se desea lograr llegar también a dueños de tiendas pequeñas y tiendas de abarrotes. Con este proyecto se espera incrementar y optimizar el aprovechamiento del canal de ruteo, también el aumento en ventas y reducción de costos operativos.

Para justificar la implementación de este proyecto y su viabilidad Giovanni realiza análisis financieros utilizando los métodos del VAN, TIR y relación costo-beneficio, lo cual es bastante provechoso para tomarlo como ejemplo y entender la utilidad que tienen estos análisis cuando se defiende la implementación de un proyecto o departamento nuevo dentro de una organización.

De esta investigación se puede rescatar que existen muchas formas de como volver rentable y eficiente un proceso o una empresa implementando ya sea un proyecto o un departamento en específico, como, por ejemplo, dentro de sus conclusiones Giovanni logra demostrar que esta implementación es rentable, ya que por cada quetzal invertido se recuperan 2.75 quetzales. Como se mencionó anteriormente se le puede sacar más provecho a este proyecto con los análisis financieros realizados, en el cual explica detalladamente de donde salen los valores y como estos son aplicados en las fórmulas, demostrando que su proyecto es rentable.

INSTITUCIÓN: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León

TÍTULO: Diseño e implementación de un sistema de control de inventario y gestión de pedido en línea para la librería Luna, programado bajo lenguaje PHP en el periodo julio 2017-octubre 2018

AUTOR: Ethel Daniel Romero Luna y Mauricio José Meléndez Cortez

FECHA: 2018

La justificación para este proyecto es la implementación de un sistema que busca mejorar los servicios de la librería para que estos sean más eficientes. Este sistema va a mejorar el control de inventario y la gestión de pedidos en línea y va a evitar la realización de demasiados reportes.

A través de este software que se quiere implementar, los autores buscan como mejorar la eficiencia de esta empresa y no tanto la remuneración económica, esto se intuye debido a que en la investigación no se realiza ningún tipo de análisis financieros. Este software va a ayudar a los empleados de la librería a tener la información más accesible, con esto se disminuye tiempos de búsqueda y de atención al cliente. Ellos concluyen que la implementación del sistema es un éxito después de realizar varias pruebas funcionales con quienes serían los usuarios finales.

De este proyecto se puede extraer que en muchas empresas se busca como ser más eficiente y actualizar sus métodos de trabajos y esto solo se puede lograr bajo el buen planeamiento, diseño e implementación de un proyecto o departamento.

INSTITUCIÓN: Universidad Nacional de Ingeniería Nicaragua

TÍTULO: Propuesta de automatización de proceso en taller de Servicio Deshon & CIA

AUTOR: Daniel Alejandro Canales Gutiérrez

FECHA: noviembre 2013

En este proyecto el ingeniero Daniel Canales propone una solución para mejorar los tiempos de entrega de los vehículos y mejorar el flujo de efectivo del Taller de Servicio, este lo pretende realizar implementando códigos de barras en los procesos de mantenimiento y reparación de vehículos. Esta implementación se hace porque la demanda de mantenimientos y reparación del taller ha incrementado consideradamente y se necesita un sistema que sea ágil, mejore los tiempos de entrega y mejore la efectividad de este.

Dentro de su investigación Daniel identifica cuatro problemas principales: 1. Información no fluye en tiempo real en el sistema, 2. Retraso en tiempo de entrega de vehículo, 3. Menos horas disponibles para mantenimiento y reparación y 4. Ausencia de indicadores de rendimiento (KPI's).

Para obtener un resultado Daniel implementa cinco indicadores para ver la situación actual de la empresa y proponer un porcentaje de mejora con esta implementación. Otro dato importante para mencionar es que la inversión del proyecto sería de \$2434.60.

Además, la empresa puede tener un mejor control de sus procesos siguiendo los KPI's planteados.

Lo rescatable de este proyecto es la conclusión a la que llega Daniel, en donde se estima que el taller va a pasar a ser más eficiente y eficaz; los resultados podemos verlos en la siguiente tabla:

INDICADOR	ESTADO ACTUAL	ESTADO ESPERADO	% MEJORA ESTIMADA
Demora Promedio del Servicio (min)	85.83	20.00	76.7%
Demora Promedio del Trabajo (min)	8.33	5.00	40.0%
% <u>Entregas a Tiempo</u>	72.5%	85.0%	12.5%
% <u>Entregas Completas</u>	73.3%	90.0%	16.7%
% <u>Reclamos</u>	19.2%	12.0%	7.2%

*Tabla 1 Resultados tesis de Daniel Casales*

INSTITUCIÓN: Universidad Nacional de ingeniería Nicaragua

TÍTULO: Propuesta de Diseño de una PMO (Project Management Office) para la Gestión de Proyectos de Energía Renovable en la Empresa “Vane & Yerli Solutions”

AUTOR: Vaneza Nazaret Miranda González y Yerlis Jesús Cajina Jarquín

FECHA: diciembre 2017

Este proyecto se basa en implementar una Oficina de manejo de proyectos para una empresa de energías renovables ubicada en Nicaragua, con esta oficina se busca brindar una ayuda a la creación de informes, coordinar los recursos y llevar el control de múltiples proyectos. Al lograr optimizar estos procesos, se espera reducir los tiempos de respuesta en un 15% y reducir los costos de los proyectos un 10%. El costo de este proyecto sería de 450,000 córdobas.

Lamentablemente los autores de esta tesis no realizan ningún análisis financiero que pueda respaldar la implementación, ellos trabajan con supuestos.

Dentro de sus conclusiones los autores mencionan que dentro de los proyectos existen atrasos con los entregables, costos elevados y los alcances de los proyectos cambian mucho. Lo rescatable que podemos extraer de esta investigación es la importancia de que las empresas tengan departamentos dedicados a funciones específicas, en este caso con la oficina de manejo de proyectos; la idea es poder hacer que la empresa sea más eficiente y rentable en sus proyectos y funciones, como se mencionó anteriormente; lo que se busca con esta oficina es reducir tiempos de repuesta y costos de proyecto.

## **CAPÍTULO II: MARCO REFERENCIAL**

Un problema actual dentro de las empresas de manufactura son los altos costos de servicios, de importaciones de materia prima y los escasos de algunas de ellas haciendo que los costos de operación sean altos por este motivo las empresas de manufactura están en una constante búsqueda de mejoras, de cómo obtener ahorros y de ser más rentables. Dentro de estas mejoras una opción es proponer la creación de un nuevo departamento que logre disminuir costos operativos y aumentar la rentabilidad de la empresa y esto es lo que se plantea para la empresa Confluent Medical. En este trabajo se enfoca el diseño de un departamento de precisión que logre disminuir los trabajos de mecanizados de piezas que solicitan a talleres externos, al disminuir estos trabajos la empresa va a contar con ahorros significativos, que aumentan su productividad, ya que va a tener las herramientas necesarias para la producción más al alcance mejorando su productividad

La finalidad de este capítulo es explicar quién es la empresa Confluent Medical y como el departamento de precisión logra tener un papel importante en la reducción de costos dentro de esta. Para darle al lector la capacidad de entender a fondo este proyecto de investigación, iniciando con la explicación de conceptos importantes para comprender la implementación del departamento dentro de la empresa.

**La empresa.**

Confluent Medical es una empresa de manufactura de dispositivos médicos ubicada en la Zona Franca Coyol en Alajuela, Costa Rica en donde su principal materia prima para el desarrollo de estos dispositivos médicos es el Nitinol.

El nitinol es una aleación de níquel y titanio, el cual fue descubierto en 1961 por un equipo de científicos que buscaban un material resistente a la corrosión para las embarcaciones en el U.S Naval Ordnance Laboratoy (N.O.L), que descubrieron que al combinar el titanio con níquel se crea un material con gran flexibilidad, no corrosivo y además biocompatible con el cuerpo humano, pero la propiedad más importante de este material es la capacidad de recuperar su forma después de ser manipulado; este efecto de memoria se consigue por medio de un tratamiento térmico a altas temperaturas.

Por estas características la empresa Confluent Medical ha logrado poder desarrollar muchos componentes médicos que han sido utilizados en marcapasos, stents, y válvulas cardiacas, entre otros.

Actualmente, dentro de la compañía no existe un departamento de precisión, por lo que todos los trabajos se mandan a realizar con un proveedor externo, si se implementa un taller de precisión interno se pretende generar ahorros a la compañía y lograr hacer sus procesos más rentables.

**Departamento de precisión****¿Qué es un departamento?**

Un departamento es la unidad que se crea dentro de una organización, es una división que tiene encomendadas unas tareas determinadas. Normalmente, las empresas distribuyen sus actividades en secciones. Cada departamento suele tener sus recursos propios para que pueda funcionar de manera autónoma dentro de la organización. (Aldea, 2019)

## **Precisión**

Según (foro macanicacuriel.com) es el proceso de fabricación que basa un conjunto de operaciones de conformación de piezas a través de la eliminación de material, ya sea por arranque de viruta o por abrasión, estos son realizados por una maquinaria preparada específicamente para ello, con las que se consiguen crear piezas de trabajo perfectas.

La principal característica de la mecánica de precisión es la capacidad de fabricación de piezas que requieren mucha exactitud, esta fabricación es un proceso de eliminar material de una pieza de trabajo hasta obtener los acabados y medidas requeridas. Dentro de los equipos de precisión existen muchos tipos incluido: máquinas de fresado, torneado y mecanizado por descarga eléctrica. Hoy en día, las máquinas de precisión normalmente son controladas por sistemas que utilizan un Control Numero de Computadora (CNC). Estos equipos son operados por personal especializado y calificados. Dentro del proceso de maquinado existen dos movimientos, el movimiento primario es la velocidad de corte y también puede existir un movimiento secundario llamado alimentación, en el cual la pieza de trabajo también se puede mover. Estos movimientos y la nitidez de la herramienta permiten que los equipos de precisión trabajen de una forma óptima.

Es posible definir la precisión de una maquina en términos de: dimensión, angularidad, forma, acabado superficiales, cualidades de la superficie y cinemática (Precisión de movimiento).

La precisión del movimiento puede describirse según (Okafor, 2000) en:

- Repetibilidad: La habilidad para repetir el mismo movimiento o medida en un numero de intentos.
- Resolución: Es el incremento más fino posible de medición.
- Precisión: Es la diferencia de las medidas obtenidas de un numero de intentos con respecto a un punto objetivo.

Las maquinas deben contar con requisitos funcionales para la correcta operación entre ellos se encuentran:

- Prevenir ruido durante la operación.
- Detectar movimiento con precisión.
- No poseer vibraciones.

## **Tecnología y maquinaria**

### **Impresión 3D**

Según (Ortega, 2022) la fabricación aditiva es el nombre técnico que engloba todas las tecnologías de impresión 3D, se trata de la fabricación de objetos tridimensionales por aportación de material, en vez de sustracción. Según la página Ultimaker.com este proceso se ideó en la década de 1980 y se conoció como “prototipo rápido”. Este proceso parte desde un archivo digital (STL), el cual indica a la impresora 3D donde imprimir, estos archivos tienen una base llamada “Gcode”, que contienen esencialmente las “coordenadas” para guiar los movimientos de la impresora, en todos sus ejes X, Y y Z. Las impresoras 3D pueden imprimir capas con diferentes grosores, conocidos como altura de capa.

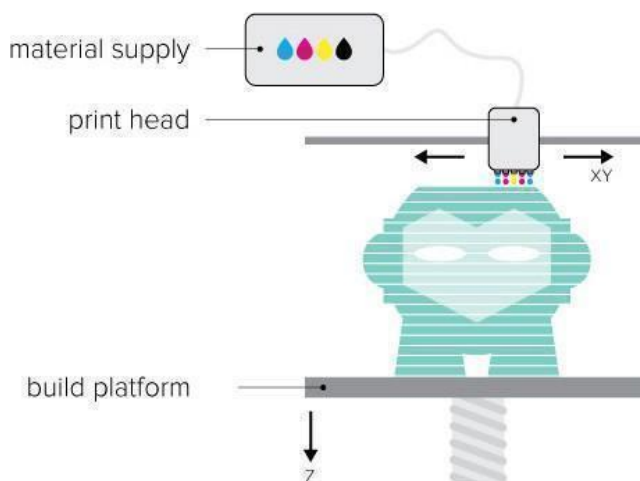
Ahora, ¿Por qué crear un área de impresión 3D dentro de un departamento de precisión? Esto se puede responder con que la impresión 3D puede formar piezas únicas y con geometrías verdaderamente complejas, que con los procesos de mecanizado convencionales no se pueden lograr. Según Ultimaker las impresoras 3D dan al usuario más control y flexibilidad, si hay un pico de demanda en algún producto basta con imprimir las piezas requeridas en 3D para que las líneas de producción sigan su curso.



*Figura 1 Ejemplo de impresora 3D*

### **Métodos de Impresión 3D**

- **Impresión por inyección:** Es una tecnología similar a la impresión por chorro de tinta, pero en vez de inyectar tinta en un papel, la máquina inyecta capas de un fotopolímero líquido en una bandeja de impresión y las endurece usando luz ultravioleta. Este proceso también puede utilizar metal, cerámica e incluso cera. Ello divide la tecnología en tres grupos: material jetting más conocido como tecnología patentada PolyJet, inyección de nano particular y Drop on Demand (DOD). Indiferentemente del proceso, el usuario suele obtener piezas de alta precisión y gran detalle con la posibilidad de imprimir en color y con varios materiales.



*Figura 2 Funcionamiento impresión por inyección*

(Obtenida de: Impresión3D.com)

- Modelado por deposición fundida (FDM):** Fue inventada por Stratasys, es la única tecnología de impresión 3D que puede fabricar piezas sin necesidad de post procesos al material. Según el foro (3dnative) esta tecnología se basa en tres elementos principales: la cama de impresión, una bobina de filamento que sirve como material de impresión y una cabeza de extrusión. Dentro sus características principales se encuentran que su cámara de impresión mantiene una temperatura constante, aproximadamente de 90°C, aislada del entorno, lo que permite que el filamento fluya desde el extrusor caliente a través de un entorno calentado hasta una plataforma de construcción en caliente. Esto ayuda a conseguir mejores propiedades mecánicas, aumentando la fuerza de adhesión capa a capa y previniendo la deformación o rizado durante la disposición del filamento.

Estos equipos funcionan insertando el carrete de filamento plástico en la máquina, el cual ira siendo jalado por un motor a través de una boquilla caliente. Conforme

la pieza se va construyendo la impresora realiza movimientos en los ejes X y Y, formando capas de construcción y la plataforma va a ir descendiendo un nivel en cada nueva capa aplicada hasta que se imprime el objeto.

Durante la impresión se puede utilizar soporte para mejorar la calidad de ciertos modelos, su función es apoyar las partes sobresalientes del modelo 3D, ya que ciertos de ellos sin estos apoyos no pueden ser impresos.



*Figura 3 Impresora tecnología FDM*

(Obtenida de: Stratasys Series F123 brochure)

- Estereolitografía (SLA): Es la primera tecnología de impresión 3D que se comercializó, esta utiliza un láser ultravioleta para ir curando el fotopolímero en la pieza requerida, convirtiendo el líquido en sólido.

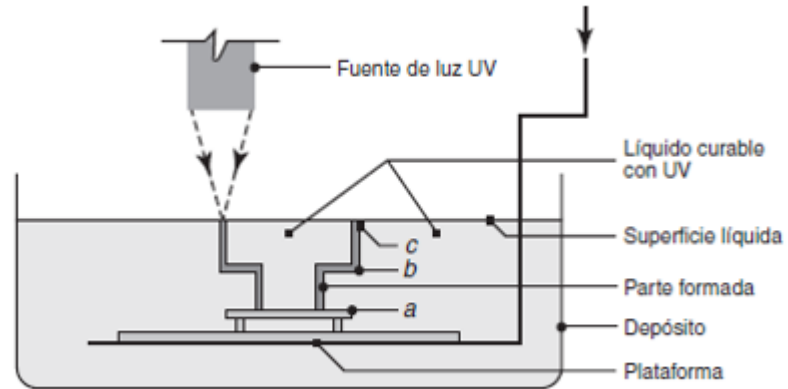
De acuerdo con el foro (3Dnatives) dentro de los componentes de estos equipos se encuentra:

- La bandeja de resina.
- Plataforma móvil (Eje Z).
- Sistema de raspado (eje X).
- Láser UV.
- Óptica de enfoque.
- Espejo galvanométrico (ejes X e Y).

El funcionamiento de estos equipos se basa en que el rayo láser barre la superficie de la resina líquida de acuerdo con el modelo 3D Digital suministrado a la impresora. Una vez que la primera capa de material es solidificada, la plataforma desciende un nivel que corresponde al grosor de una capa de impresión, y con esto una nueva sección se solidifica. Hay tantos ciclos de impresión como capas hay para obtener el volumen completo de la pieza.

Al igual que la tecnología FDM, la SLA hace uso de soportes al imprimir formas complejas, estos son en formas de andamios, que permiten soportar las partes que se precipitan al vacío. Ellos son eliminados con facilidad durante el post proceso.

Después de que la impresión está lista, las piezas tienen que limpiarse en una solución solvente para eliminar la resina sin curar, una vez limpias se deben curar en un horno UV.



*Figura 4 Partes de impresora 3D SLA*



*Figura 5 Impresora 3D tecnología SLA*

(Obtenida de 3D Sytems)

- **Fabricación de filamentos fundidos:** La fabricación de filamentos fundidos (FFF) es un proceso de impresión 3D que utiliza un filamento continuo de un material termoplástico. Es similar a la impresión FDM con la diferencia de que estos (no equipos) no tienen la cámara calefactada, lo que ocasiona que el filamento de material atraviese desde el extrusor caliente a través de un ambiente frío o calentado de manera desigual hasta una plataforma de construcción caliente.

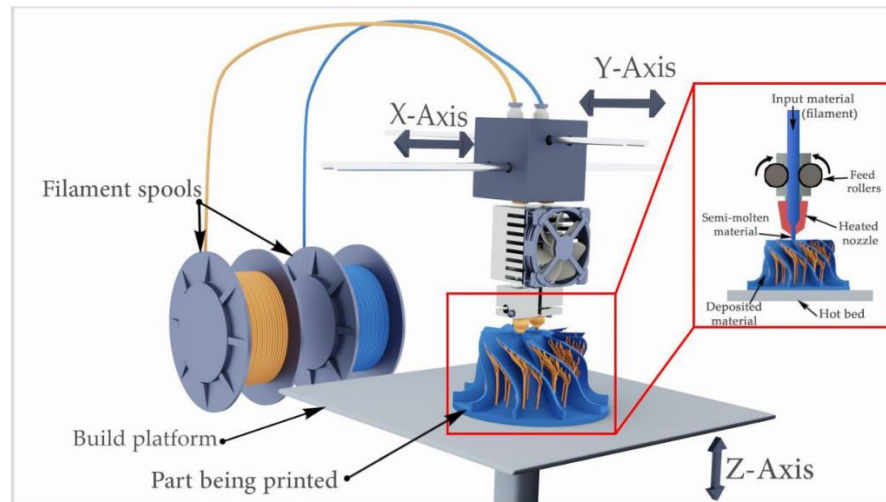
El filamento se alimenta desde una bobina grande, a través de un cabezal de extrusión de impresora con calefacción y movimiento.

Dentro de sus componentes principales se encuentran:

- El cabezal de impresión: es el elemento que funde el filamento.
- La cama o base de impresión: como su nombre lo dice es donde la impresora construye la pieza, normalmente es calefactada para mejorar la adherencia.
- Bobina de material: es la bobina del material que se va a utilizar para trabajar.
- Chasis del equipo: Es la estructura que da cuerpo a la impresora y da soporte al resto de elementos.
- Componentes electrónicos: Tarjetas electrónicas de control, servo motores o motes paso a paso.

El material fundido sale de la boquilla del cabezal de impresión y se deposita en la pieza de trabajo en crecimiento. La cabeza se mueve, bajo control informático, para definir la forma impresa. Por lo general, la cabeza se mueve en capas, moviéndose en dos dimensiones para depositar un plano horizontal a la vez, antes de moverse

ligeramente hacia arriba para comenzar una nueva rebanada. La velocidad de la cabeza del extrusor también se puede controlar, para detener e iniciar la deposición y formar un plano interrumpido sin ensartar o regatear entre las secciones.



*Figura 6 Principio funcionamiento tecnología FFF*



*Figura 7 Impresora 3D tecnología FFF*

- Fotopolimerización por luz ultravioleta: Se utiliza un polímero capaz de cambiar sus propiedades al ser expuesto a cierto espectro de luz, cuando este es expuesto a la luz tiene cambios estructurales como por ejemplo endurecimiento del material. Para utilizar como impresión 3D el procedimiento consiste en realizar la fotopolimerización y quitar de la pieza el material que no fue expuesto, dejando una imagen en relieve. En general solo la etapa de iniciación difiere de la polimerización térmica ordinaria. Este método puede ser utilizado como procedimiento fotográfico o de impresión, ya que como se mencionó anteriormente la polimerización solo se produce en regiones expuestas a la luz. El polímero no expuesto puede ser retirado, dejando una imagen polimérica en relieve. El uso de esta tecnología para impresión en 3D fue descubierta en los años 80 por Charles Hull.

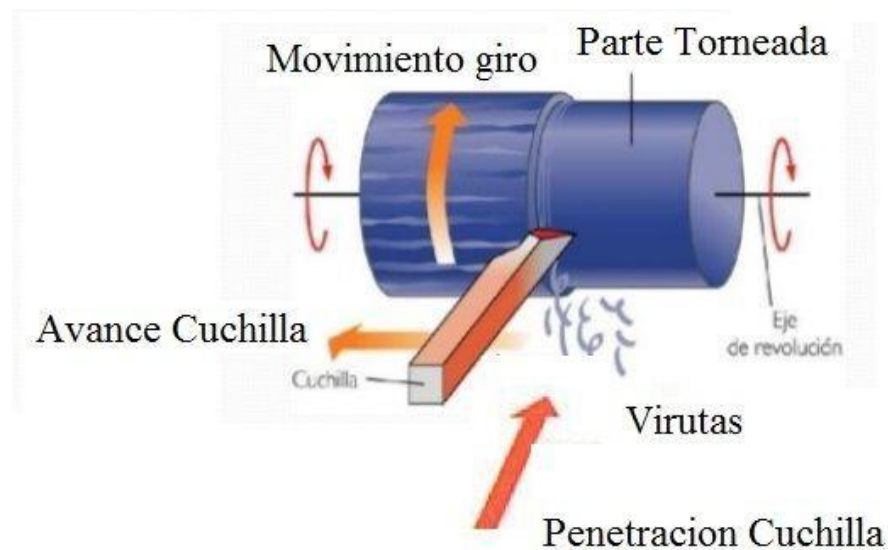


*Figura 8 Impresora 3D de fotopolimerización*

(Obtenida de Medicaexpo)

## Máquinas de precisión

- Torno convencional:** Tornearse es quitar material de una pieza mediante una cuchilla u otra herramienta de corte, para poder maquinar la pieza requerida. Se utiliza para tornearse materiales plásticos, metálicos y madera. El movimiento principal en el torneado es la rotación y este lleva la pieza que vamos a formar y no la herramienta. Los movimientos de avance de la cuchilla de desgaste y de penetración son generalmente rectilíneos.



*Figura 9 Movimientos de un torno*

- Movimiento de rotación: La pieza se coloca sobre un eje que la hace girar sobre la misma.
- Movimiento de avance: La cuchilla avanza paralela a la pieza en un movimiento recto.
- Movimiento de penetración: La cuchilla penetra contra la pieza cortando parte de ella formándose virutas.

El control de estos tres movimientos es para formar la pieza sin errores.

Dentro de sus partes básicas se encuentran las siguientes:

- Bancada: es la estructura de las máquinas.
- Eje principal y plato: sobre este eje se coloca la pieza para que gire.
- Carro portaherramientas: son los carros que permiten desplazar la herramienta de corte, existen tres tipos de carros: carro principal, carro transversal y carro auxiliar.
- Torreta portaherramientas: se coloca sobre el carro auxiliar, permite montar varias herramientas en la misma.
- Caja Norton: sirve para ajustar las revoluciones de las velocidades mediante unas palancas que accionen un conjunto de engranajes que se encuentran dentro de la caja.

Para utilizar un torno se debe colocar el material entre el eje principal y el plato, se enciende el equipo y se hace girar el eje, después se deben mover el carro donde se encuentra las cuchillas para desgastar la pieza o pulirla.

Algunas de las operaciones del torno pueden ser observadas en la figura 8



*Figura 10 Operaciones del torno*



*Figura 11 Torno convencional*

(Obtenido de: AnnYanng products)

- **Torno CNC:** El torno CNC es una máquina herramienta que, mediante el proceso de mecanizado, produce distintos tipos de pieza como tornillos, ejes, pasados, entre otros. Las siglas CNC significan Control Numérico Computarizado, por lo que los ajustes se definen mediante un programa de software especializado, normalmente con una licencia que habilita su uso. En el ordenador se controlan una serie de datos alfanumérico que la maquina aplica para la fabricación en cantidades de una pieza concreta. El torno CNC funciona a partir de los ejes cartesianos X y Z.

Este proceso consiste en la conformación de piezas a partir de la abrasión o arranque de viruta. Cumple las funciones de un torno paralelo, vertical y copiadores. Tiene el mismo principio de funcionamiento que un torno convencional, Dentro de sus ventajas se encuentran que las piezas mecanizadas son de alta precisión, puede producir piezas de alta complejidad de forma rápida y eficaz, entre otras. Existen tres tipos, de bancada plana, el cual se utiliza para fabricar piezas pequeñas. El torno

CNC vertical es utilizado para maquinar piezas de gran tamaño y de bancada inclinada los cuales son más sofisticados a nivel de control y funcionamiento digital. Estos equipos son programados bajo el código G.



*Figura 12 Torno CNC*

(Obtenida de Vurcron.com)

- Código G: Según (Haascnc.com) los códigos G se utilizan para ordenar acciones específicas para la máquina, por ejemplo, movimientos simples de máquina o funciones de taladrado. Cada código G tiene un número de grupo. Cada grupo contiene comandos para un objetivo en específico, además, cada grupo tiene un código G dominante; referido como el código G predeterminado. Los códigos G son modales o no modales. Un código modal permanece vigente hasta el final del programa o hasta que ordene otro código G del mismo grupo. Un código G no modal solo afecta la línea en la que se encuentra, por lo tanto, no afecta a la siguiente línea de programa. Algunos ejemplos de código G se pueden observar en la tabla 2

**CODIGOS DE CONTROL NUMERICO PARA LA FRESADORA:**

**LISTA DE CODIGOS G**

Códigos G	Grupo	Función
G00	1	Avance rápido
G01	1	Interpolación lineal (avance de maquinado)
G02	1	Interpolación circular horaria
G03	1	Interpolación circular anti-horaria
G04	0	Espera para la puerta de la fresadora
G09	0	Parada exacta
G10	0	Colocar el cero del programa
G11	0	Cancelar modo cero del programa
G17	2	Seleccionar plano XY
G18	2	Seleccionar plano ZX
G19	2	Seleccionar plano YZ
G20	6	Entrada de datos en pulgadas
G21	6	Entrada de datos en milímetros
G22	9	
G23	9	
G27	0	Chequear el cero de máquina o la posición de referencia (home)
G28	0	Ir a la posición de referencia de la máquina (home)
G29	0	Regresar al punto de referencia
G30	0	Regresar al segundo punto de referencia
G31	0	Saltar una función
G33	1	Corte para rosca

*Tabla 2 Ejemplos de Código G*

- **Fresadora:** Es una máquina que posee un eje horizontal o vertical, sobre el que gira una herramienta de corte llamada fresa, además tiene una mesa horizontal donde se coloca o fija la pieza a trabajar. Está diseñada para maquinar distintos materiales solidos como metales y plásticos. Entre sus parámetros importantes de corte esta la

velocidad y el movimiento de la herramienta, para variar estos parámetros se debe ajustar los siguientes parámetros:

- Alimentación de corte.
- Velocidad de corte.
- Velocidad de avance.
- Profundidad de corte axial
- Profundidad de corte radial.

Existen varios tipos de fresadoras como por ejemplo la fresadora convencional, fresadora CNC, fresadora horizontal universal y fresadora con sistema de control mil power la que hace que una fresadora convencional sea una fresadora semi automática.



*Figura 13 Maquina fresadora convencional*

(Obtenido de Kent USA)

Entre sus principales partes se encuentran las siguientes:

- Portaherramientas: se conoce también como porta fresas y es una parte de la máquina que sirve de apoyo a la herramienta de corte, se encarga de transmitir el movimiento de rotación.
- Husillo y cabezal: el husillo permite el acoplamiento de eje portaherramientas horizontales y el cabezal se acopla al husillo, permite que una fresadora universal pueda convertirse en una vertical.
- Mesa de fresado: esta es la parte del equipo sobre la que se monta el material a mecanizar, esta es la que realiza distintos desplazamientos para poder maquinar la pieza.

- Bancada: estructura que proporciona estabilidad a la máquina y mayor sujeción al suelo.
- Consola: es un suplemento de la mesa que hace un deslizamiento vertical sobre las guías del bastidor.
- Carros: se complementa de dos carros sobre los que se apoya la mesa y permite realizar los desplazamientos.

Puente: es una pieza que se apoya sobre el bastidor. Su función es alojar las lunetas donde se coloca el eje portaherramientas.

- **Sistema MillPwr:** Según (Acu-Rite) el controlador MillPwr es un control de trabajo que permite realizar programas en una máquina convencional utilizando lenguajes de programación fáciles de usar. Este controlador fue diseñado para satisfacer las necesidades que los procesos manuales y automáticos tienen que ser utilizados al mismo tiempo, utilizando este control los tiempos de ajustes, piezas rechazadas y otras operaciones no productivas se van a ver disminuidas. Su programación está basada en la programación de código G, permite visualizar el camino que la herramienta va a tomar antes de realizar el maquinado en la materia prima. Además, se puede programar directamente en el programador y no requiere ningún software extra para su debida programación.



*Figura 14 Controlador Mill Powr*

- **Centro de mecanizado o Fresadora CNC:** De acuerdo con el sitio web EMH Machinery la fresadora CNC es una máquina-herramienta controlada por ordenador, que por arranque de viruta hace girar una herramienta de rotación y corte denominada fresa. Este proceso concluye con una pieza final única determinada por el tipo de material, superficie y movimiento empleado.

La gran diferencia entre la fresadora CNC y la fresadora convencional es la capacidad que ofrece el ordenador que las controla para llevar a cabo movimientos complicados o que no pueden ser ejecutados manualmente como círculos, líneas diagonales y figuras complejas tridimensionales. Dentro de este tipo de equipos existe la fresadora CNC de cinco ejes la cual tiene la libertad de colocar una fresa en cualquier posición del espacio respecto a la pieza, el mecanismo se adapta a la necesidad y la resuelve totalmente.

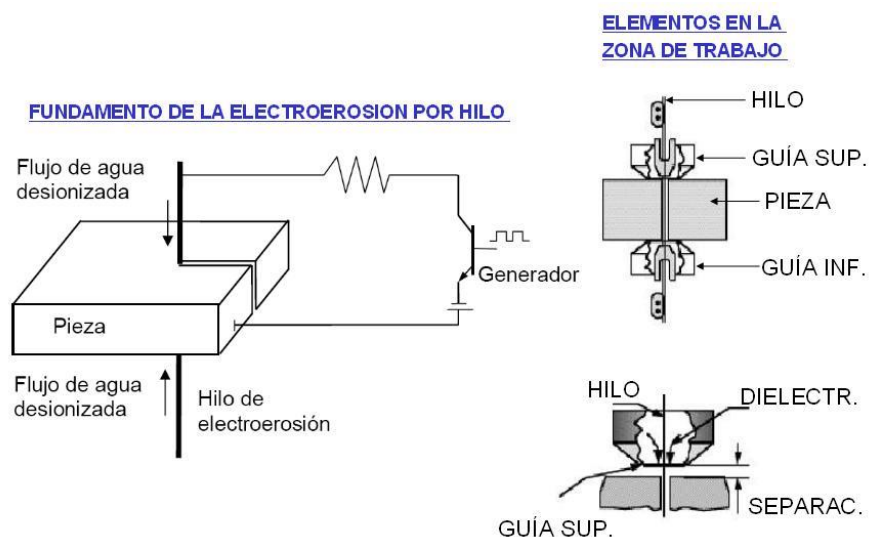
Al igual que torno CNC mencionando anteriormente estos equipos también utilizan el código G para realizar sus movimientos de posicionamiento y corte.



*Figura 15 Maquina fresadora CNC*

- **Electroerosión de Hilo (EDM):** Según (Grupo IAM) La electroerosión por hilo basa sus principios en un hilo, normalmente de cobre o latón, cargado eléctricamente y controlado por un control numérico, que mediante la erosión térmica es capaz de cortar material conductor. Estos cortes son finos y precisos, capaz de conseguir geometrías complejas de calidad.

El hilo mencionado, es protegido mediante un fluido dieléctrico (agua desionizada), este choca con la materia prima del material que se requiere trabajar, formando chispas entre ambos elementos, debido a las descargas eléctricas de corriente continua emitidas por el hilo. El acabado de la pieza final depende de los factores como voltajes, amperajes aplicados, tensión del hilo o el espesor del material, pero mayormente influye la velocidad de trabajo, en cuanto menor sea la velocidad de avance mejor es su acabado. Estos equipos son utilizados cuando se requieren medidas muy precisas. Tienen la capacidad de realizar cortes en piezas después de haber recibido tratamientos térmicos.



*Figura 16 Funcionamiento maquina EDM*

Entre sus partes más importantes se encuentra:

- El cabezal: es un elemento esencial, ya que este es el que realiza todos los movimientos de los ejes Z, U y V. También tiene todos los dispositivos para dirigir (el) convenientemente el hilo.
- Mesa de trabajo, esta tiene movimientos en los ejes X y Y.

- Unidad de filtrado: en el tanque del dieléctrico se ubica una bomba que eleva el líquido dieléctrico hasta la zona de trabajo. Este tanque cuenta con un sistema de filtrado que limpia las partículas provenientes del maquinado.
- El generador: es el encargado de realizar las descargas por la erosión.
- Panel de control: aquí se encuentran todos los componentes eléctricos del equipo.



*Figura 17 Maquina EDM*

(Obtenida de Sodick)

- **Hole Poper:** Son equipos utilizados para hacer agujeros precisos mediante un arco eléctrico. Utiliza electrodos de cobre el cual está conectado al polo positivo que, al acercarse a la materia primera, que a su vez está conectado al polo negativo se crean pulsos de corriente continua, generando un arco eléctrico, este arco hace que el material vaya erosionándose, (haciendo) ocasionando que el electrodo penetre hasta la distancia requerida. Entre el electrodo y la pieza tiene que existir un hueco lleno de fluido dieléctrico (aceite mineral o agua) para que los pulsos eléctricos se puedan formar y se logre erosionar la pieza requerida, lo común es que para este tipo de equipos los electrodos cuentan con agujeros en el centro para que logre fluir el fluido dieléctrico. Normalmente se usan para sacar tacos en piezas quebradas o para un preproceso antes de mecanizar las piezas en la maquinas EDM o fresadoras.



*Figura 18 Maquina "Hole Popper"*

(Obtenido de Sodick)

### **¿Qué es medición?**

De acuerdo con la (Federación de Enseñanza de Andalucía) la medición se puede definir como la comparación de una magnitud con su unidad de medida, con el fin de averiguar cuantes veces contiene la primera medida a la segunda medida.

Las mediciones dimensionales que se pueden realizar son:

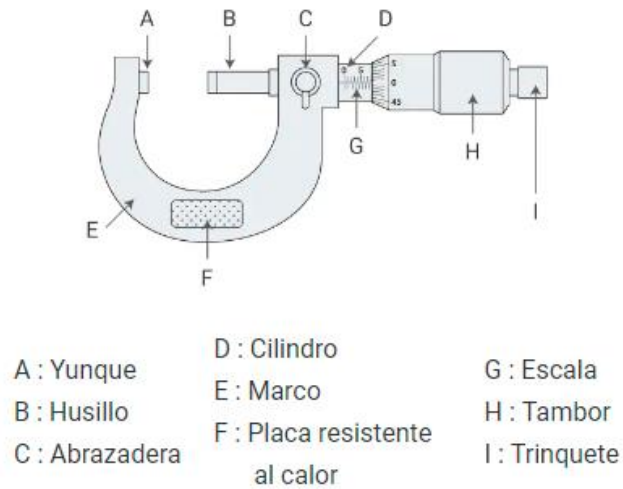
- **Medición directa:** Es la medición realizada con un instrumento de medida capaz de darnos por sí mismo y sin ayuda de un patrón auxiliar, el valor de la magnitud de medida lo obtendremos con solo leer la indicación de su escala.
- **Medición indirecta:** La medición realizada con un instrumento capaz de detectar la variación existente entre la magnitud de un patrón y la magnitud de la pieza a medir.

### **Equipos de medición.**

- **Micrómetro:** Según (Keyence) es un instrumento que mide el tamaño de un objeto encerrándolo, los cuales tienen capacidades de medir en unidades de  $1\mu\text{m}$ . Existen varios tipos como: micrómetros interiores, micrómetros de diámetro interior, micrómetros de tubo y micrómetros de profundidad.

Dentro de sus partes se encuentran:

- Yunque.
- Husillo.
- Abrazadera.
- Escala.
- Tambor.
- Trinquete.



*Figura 19 Micrómetro manual*

(Obtenida de: Keyence)

- Calibrador vernier: Según (Keyence) son instrumentos de medición que pueden medir una variedad de elementos como longitud, el diámetro interno y diferencias de nivel. Su uso es muy extendido en la precisión debido a su facilidad de uso y capacidades para realizar mediciones con una precisión relativamente alta.

Dentro de sus partes se encuentran:

- Mordaza fija.
- Mordaza móvil.
- Seguro.
- Impulsor.
- Escala.
- Reglilla de profundidad.



*Figura 20 Calibrador Vernier digital*

(Obtenida de: Mitutoyo)

- Equipo de medición óptico: Según (Metcal) son equipos de mediciones de dimensiones 3D automatizadas, utilizan un software, procesamiento de imágenes, cuentan con ejes X, Y y Z lo que permite que los equipos realicen mediciones sumamente precisas.



*Figura 21 Equipo de medición óptico*

(Obtenida de: Metcal)

## Aspectos financieros

### Gastos indirectos de fabricación

De acuerdo con (Arredondo, 2015) representan el componente de costos de producción, siendo aquellos que intervienen en la elaboración del producto, pero que no se pueden identificar de manera precisa o directa con este, tratándose ya sea de una orden de producción o en un proceso productivo. Esto quiere decir que, aun formando parte del costo de producción, no puede determinarse con exactitud qué cantidad de esos gastos intervienen en la fabricación de ese producto. Algunos ejemplos son:

- Depreciación de equipos.
- Herramientas utilizadas para el proceso de manufactura.
- Energía eléctrica.

### Depreciación

Según (Van Horne, 2002) la depreciación es la asignación sistemática del costo de un activo de capital durante un determinado tiempo, para fines de declaración financiera, fiscal o ambas. Las deducciones por depreciación se consideran como gastos en las declaraciones de la empresa.

Existen dos tipos de depreciaciones, lineal y acelerada:

- La depreciación lineal permite la distribución equitativa de los gastos durante la vida depreciable de los activos

$$\frac{\text{Costo menos valor de desecho}}{\text{Años de vida útil}} = \text{monto de la depreciación para cada año de vida del activo}$$

*Ecuación 1 Cálculo de la depreciación lineal*

(obtenida de libro Contabilidad de la Estructura Financiera de la empresa)

- La depreciación acelerada es un método que suprime el costo de un activo de capital de forma más rápida que el sistema lineal. La mayoría de las empresas con ingresos gravables prefiere este método ya que para temas fiscales éste (método) permite una eliminación más rápida y por lo tanto resultan menos ingresos gravables.

$$\frac{100}{\text{vida útil}} \times 2 = \text{porcentaje para ser aplicado al saldo en libros.}$$

*Ecuación 2 Formula para el cálculo de la depreciación acelerada*

(obtenida de libro Contabilidad de la Estructura Financiera de la empresa)

## **Rentabilidad**

Según (Santiesteban Zaldivar, Edelsy) se define como el indicador financiero que la empresa dispone a diario, le es posible administrarlo de forma fácil y clara, bastando conocer su naturaleza, los factores que lo condicionan, su importancia en el logro de la eficiencia económica, así como las estrategias que se deben acometer en determinadas situaciones para lograr su incremento, es la medida que relaciona los resultados obtenidos con los recursos utilizados en ese momento.

De acuerdo con el portal ([wffinancialeducation.com](http://wffinancialeducation.com)) la rentabilidad se puede lograr medir con tres diferentes indicadores: ROE, ROA y ROI.

- ROE: se conoce como Return on Equity, este relaciona los rendimientos o beneficios netos, con los recursos que se necesitan para obtenerla. Puede verse

como una medida para valorar la ganancia obtenida sobre los recursos empleados y se suele presentar en porcentaje. La fórmula para calcularlos es la siguiente:

$$ROE = \frac{\textit{Beneficios Netos}}{\textit{Fondos propios}} \times 100$$

*Ecuación 3 Calculo del ROE*

- ROA: Se conoce como *return on Assets* (ROA) o rentabilidad económica, consisten en el rendimiento que obtiene una compañía por las inversiones que lleva a cabo, se puede interpretar como la utilidad que recibe la empresa por cada dólar invertido en sus distintos bienes y de los cuales se espera que generen ganancias a futuro. Su fórmula es la siguiente:

$$ROA = \frac{\textit{Beneficios Netos}}{\textit{Activo total}} \times 100$$

*Ecuación 4 Calculo del ROA*

La utilidad del ROA está en que permite saber si la empresa está usando efectivamente sus activos, si el indicador ha venido subiendo en el tiempo es buena señal

- ROI: *Return on Investments* (ROI), hace referencia al rendimiento de una inversión, es un indicador que nos permite conocer cuanto capital perdió o ganó una empresa con las inversiones que ha realizado, se calcula de la siguiente manera:

$$ROI = \frac{(Beneficio\ obtenido - inversión)}{Inversión} \times 100$$

*Ecuación 5 Calculo del ROI*

### **Estudio financiero**

De acuerdo con (Victor Manuel Garcia Padilla) es una actividad necesaria en todas las organizaciones. La actividad de análisis implica el estudio de un todo a través del conocimiento de cada uno de sus componentes. Es hacer un examen de la realidad, principios, propiedades y funciones de la organización. Para ellos se toman datos de diferentes fuentes y recursos y bajo un contexto particular se genera información que, a su vez, se puede transformar un factor de decisión. Toda empresa requiere conocer los aspectos elementales de su desempeño financiero, la situación económica, social y política que tienen, las expectativas que generan y el cumplimiento de sus objetivos. En resumen, se trata de una actividad estratégica que puede influir a través de la toma de decisiones en la permanencia, control y desarrollo de una organización.

### **Estudio de factibilidad**

Según en su documento (Rafael Luna y Damaris Chavez 2001) el estudio de factibilidad es el análisis para determinar si el negocio o proyecto que se propone será bueno o malo y en cuales condiciones se debe desarrollar para que sea exitoso, la factibilidad es el grado en que lograr algo es posible o las posibilidades que tiene de lograrse. Según la revista (3C Tecnología 2018) el

estudio de factibilidad se realiza generalmente al inicio de un proyecto de desarrollo lo más común es realizarlo cuando se conoce el problema a resolver, medir el tamaño de este y saber con qué recursos se dispone: personal, económico y tiempo. Durante su análisis específicamente se plantea varios objetivos entre ellos la reducción de errores y mayor precisión en los procesos, reducción de costos mediante la optimización o eliminación de recursos no necesarios, hacer un plan de producción y comercialización, entre otros.

### **Rentabilidad Contable (RC)**

Según (Solé 2011) la rentabilidad contable fue la primera en relacionar una rentabilidad anual esperada promedio (utilidad neta) con la inversión promedio del proyecto de inversión, se define como:

$$RC = UNP / IP_0$$

donde:

UNP = Utilidad Neta Promedio  
 $IP_0$  = Inversión Promedio

*Ecuación 6 Calculo del RC*

La Utilidad Neta Promedio se obtenía sumando las utilidades contables cada año y dividiendo dicha sumatoria entre el total de la vida del proyecto (o años del proyecto). Por su parte la Inversión Promedio se obtenía sumando el valor contable de las inversiones de cada año y dividiendo dicha sumatoria entre el total de la vida del proyecto (o años del proyecto). Proyectos que superaban el porcentaje mínimo de rentabilidad exigido por la compañía.

### **Razón beneficio/costo (B/C)**

Es un proceso que de manera general se refiere a la evaluación de un determinado proyecto, de un esquema para tomar decisiones de cualquier tipo. Implica de manera implícita o explícita determinar el total de costos y beneficios de todas las alternativas para seleccionar la mejor o más rentable.

Este índice se define como la relación entre los beneficios y los costos o egresos de un proyecto. Su cálculo se basa en la relación entre el valor actual de las entradas en efectivo futuras y el valor actual del desembolso original. Divide la corriente descontada de beneficios entre la de los costos, por lo que este método también toma en cuenta el valor del dinero en el tiempo.

$$C/B = \frac{\text{ingresos totales netos}}{\text{costos totales}}$$

*Ecuación 7 Calculo del C/B*

### **Periodo de Recuperación (PR)**

Según el sitio web euroinnova.cr el periodo de recuperación (PRI) se trata de este tiempo estipulado o periodo de tiempo en el que una empresa puede recuperar el dinero y activos totales gastados en una inversión realizada. Dentro de sus elementos se encuentra la inversión inicial, estimación de costos y flujo neto de efectivos.

De acuerdo con (Solé 2011) es un criterio que surgió después del RC como una forma de evaluar proyectos y evitar algunas debilidades. Este criterio determina el número de periodos necesarios que se tarda en recuperar la inversión inicial, o bien sus equivalentes en tiempo cero. Según esta técnica las mejores inversiones son aquellas que tienen los PR más cortos. Si los flujos de efectivos son iguales y consecutivos se define como:

$$PR = I_0 / FC$$

donde:

$I_0$  = Inversión Inicial

$FC$  = Flujos de Caja anuales

*Ecuación 8 Calculo del PR*

Dentro de sus desventajas se encuentra:

- No expresa o indica claramente la rentabilidad del proyecto.
- No toma en cuenta el valor presente del total de dinero empleado en el tiempo.
- Ignora el flujo de efectivo obtenido cuando se recupera la inversión.

### **Valor Actual Neto (VAN)**

De acuerdo con (Solé 2011) Es un indicador utilizado para encontrar la diferencia entre el valor actualizado de los flujos de beneficio y el valor, también actualizado de las inversiones y otros egresos de efectivo. La tasa que utiliza para descontar los flujos es el rendimiento mínimo aceptable de la empresa, por debajo del cual los proyectos no deben ser aceptados, la formula del VAN se representa de la siguiente manera:

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=0}^n Ft ( P/F, i, n) \quad (3.3)$$

donde,

$I_0$  = inversión inicial

$Fe$  = flujos de efectivo por periodo

$i$  = rendimiento mínimo aceptable (costo de recursos)

$n$  = periodos

#### *Ecuación 9 Calculo del VAN*

Si el valor actual neto de un proyecto es positivo, se estima que la inversión generara utilidad o beneficio, por lo que la inversión debe realizarse.

Si el VAN es igual a cero puede interpretarse como una inversión nula. No generara perdidas, pero tampoco beneficios.

Si el VAN es menor a cero, se estima que la inversión solo aportara perdidas, porque el proyecto debe ser rechazado.

De acuerdo con la página *esan.edu.pe* este método se utiliza cuando existen varias opciones de inversión, también funciona para determinar cuál es el proyecto más rentable considerando las distintas proyecciones de flujos de ingresos y egresos. También es utilizado para determinar el momento de vender un proyecto o negocio, determinando si el precio ofrecido está por encima o debajo de lo que se ganaría en caso de no venderlo. En resumen, el VAN resume en un solo número toda la situación futura, recoge toda una estimación de varios años para saber si vale la pena realizar la inversión.

### Tasa Interna de Retorno (TIR)

Según (Solé 2011) es una técnica matemática derivada del VAN, la cual evalúa el proyecto en función de una única tasa de rendimiento ( $r$ ), mediante la cual la totalidad de los flujos de cajas netos (positivos y/o negativos) y actualizados a valor presente son exactamente iguales a la inversión inicial. En otras palabras, el TIR es aquella tasa de descuento ( $r$ ) que hace que el VAN sea cero. En otras palabras, el TIR es aquella tasa que está ganando un interés sobre el saldo no recuperado de la inversión en cualquier momento de la duración del proyecto.

Su fórmula es:

$$0 = \sum_{t=1}^n FC_t (1+r)^{-t} - I_0 \text{ donde:}$$

$$0 = FC_1 (1+r)^{-1} + FC_2 (1+r)^{-2} + \dots + FC_{n-1} (1+r)^{-(n-1)} + FC_n (1+r)^{-n} - I_0$$

$FC_t$  = Flujos Netos de Caja (en los períodos desde  $t = 1$  hasta  $t = n$ )

$I_0$  = Inversión Inicial (en el momento cero)

$r$  = Tasa Interna de Retorno (TIR)

#### *Ecuación 10 Cálculo del TIR*

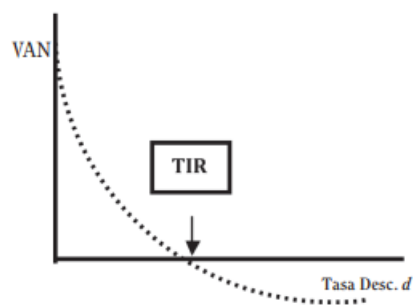
Si el TIR es positivo el proyecto se acepta. La rentabilidad supera el costo del capital que se nos ha sido prestado o invertido.

Si es negativo no debe realizarse. La rentabilidad del proyecto no cubriría el coste del préstamo o inversión.

Si el TIR es igual a  $k$ . Se tendrían que valorar otros factores, ya que ni se gana ni se pierde.

## Valor actual neto versus tasa interna de retorno

Según en su documento (Marenco, 2013) el VAN y el TIR usualmente arrojan la misma conclusión en cuanto si aprobar o rechazar el proyecto. Esto puede ser observado gráficamente mediante el grafico VAN-TIR, en el cual se mantiene el VAN en función del costo de capital o tasa de descuento ( $d$ ) (Solé 2011)



*Figura 22 Curva VAN y TIR*

### **CAPITULO III: MARCO METODOLOGICO**

En este capítulo se presenta la metodología utilizada en la investigación, que incluye aspectos como el enfoque de la investigación, fuentes de información, variables de la investigación, técnicas e instrumentos de recolección de datos.

#### **Enfoque de la investigación**

Este proyecto se desarrolla desde el enfoque cuantitativo. El enfoque cuantitativo es secuencial y probatorio. Cada etapa precede a la siguiente y no se pueden eludir pasos. El orden es riguroso, aunque desde luego, se puede redefinir alguna fase.

Parte de una idea que va acotándose y, una vez delimitada, se derivan objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se construye un marco o una perspectiva teórica. De las preguntas se establecen hipótesis y determinan variables; se traza un plan para probarlas (diseño); se miden las variables en un determinado contexto; se analizan las mediciones obtenidas utilizando métodos estadísticos, y se extrae una serie de conclusiones respecto de la o las hipótesis (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, pp. 4-5).

#### **Fuentes de investigación**

El presente trabajo de investigación cuenta con diversas fuentes de información para la recolección de información técnica, con el fin de realizar un análisis de manera correcta y acertada, dentro de las fuentes de información están las siguientes:

#### **Datos previstos por la empresa:**

Estos son datos que van a ser facilitados por la empresa en la cual se realiza el proyecto, dentro de estos datos podemos encontrar información contable como gastos en talleres de precisión externos.

**Manuales técnicos**

Los manuales técnicos recopilados forman parte de la información técnica requerida para la elección de los correctos equipos según las necesidades que tenga la empresa.

**Libros:**

Los libros utilizados brindan información con respecto a la parte financiera del proyecto. De ellos se extraen formulas, ejemplos y como utilizar los diferentes métodos de análisis financieros.

### Variables o unidades de análisis

Objetivo	Variable	Indicador	Definición Conceptual	Definición Operacional	Definición Instrumental
Implementar un departamento de precisión y demostrar sus ventajas	Departamento de precisión y sus ventajas	Análisis de gastos y análisis de rentabilidad del departamento de precisión en la compañía.	Un departamento nuevo el cual será diseñado e implementado dentro de la empresa Confluent Medial.	Por medio de datos recolectados en los diferentes análisis realizados	Resultados de los análisis financieros.
Identificar cuáles son las herramientas de mayor consumo	Herramientas de manufactura mayor consumo	Gastos anuales de la compañía en trabajos externos de maquinado de precisión.	Se realizará un análisis de gastos para determinar las herramientas de mayor consumo.	Por medio de datos recolectados previstos por el departamento de contabilidad	Datos previstos por la empresa
Determinar la maquinaria de precisión y la tecnología 3D a utilizar dentro del departamento.	Máquinas y tecnologías por utilizar en el departamento de precisión.	Resultado de análisis de gastos.	Se va a utilizar el resultado de análisis de gastos realizado para determinar las herramientas más utilizadas además se va a basar en la experiencia y conocimientos técnicos para determinar	Por medio de datos recolectados en los diferentes análisis financieros realizados y datos de producción	Manuales técnicos, boletines técnicos, datos de análisis de gastos y datos previstos por la empresa
Demostrar la rentabilidad del departamento de precisión	Costo económico	VAN o TIR	Se realizará un estudio financiero durante un periodo de tiempo para determinar la rentabilidad	Por medios de datos de cotizaciones y datos previstos por el departamento de contabilidad	Cotizaciones y datos previstos por la empresa.

*Tabla 3 Variables o unidades de análisis*

## **CAPITULO IV: ANALISIS DE RESULTADOS**

En este capítulo se desarrolla la propuesta para sustentar la implementación del departamento de precisión dentro de la empresa Confluent Medical desde el punto financiero y operativo.

Debido a la naturaleza de los procesos de manufactura de la empresa, se utilizan diferentes tipos de herramientas que permitan a los operadores poder ejecutarlos, estas son utilizadas para formar las piezas, realizar limpiezas, desgastes químicos entre otros procesos. Estas herramientas son de diferentes materiales los cuales van desde aceros inoxidable hasta polímeros. El proceso de mecanizado actualmente es subcontratado a diferentes talleres de precisión. Al ser un servicio que no es controlado al cien por ciento por la empresa se ha logrado identificar diferentes problemas que la compañía podría enfrentar como posibles atrasos en el plan de producción ya que puede que no se tengan las herramientas necesarias o que alguna se dañe y necesite ser reemplazada casi que de inmediato, esto nos permite a no tener atrasos en producción y mejorar la rentabilidad de los procesos. Otro problema identificado son los gastos ocasionados en el pago de estos servicios ya que al ser un servicio subcontratado los precios son elevados ocasionando grandes gastos para la empresa. Además, teniendo el departamento de precisión dentro de la compañía puede ayudar en enfrentar futuros proyectos que pueden suceder debido a la expansión de esta.

Al ser las herramientas indispensables para los procesos de la compañía se ha optado por proponer la implementación del departamento de precisión con el cual se pueda mitigar los problemas mencionados y poder tener un mayor control de los procesos de mecanizado.

### **Atrasos en producción**

Un punto importante en la toma de decisión de implementar el departamento de precisión es el disminuir cualquier atraso en los tiempos de entrega de la producción. Estos atrasos impactan de manera fuerte a la compañía ya que los planes de producción no se cumplen y además para lograr estar al día se debe incurrir en horas extras del personal. Durante el 2021 la empresa tuvo atrasos de \$530 150,44 en donde alrededor del 30% equivale a \$159 045,13. Estos atrasos fueron

debidos a falta de herramientas o herramientas en mal estado causando no tener la totalidad de la capacidad de las líneas de producción.

Gráfico 1



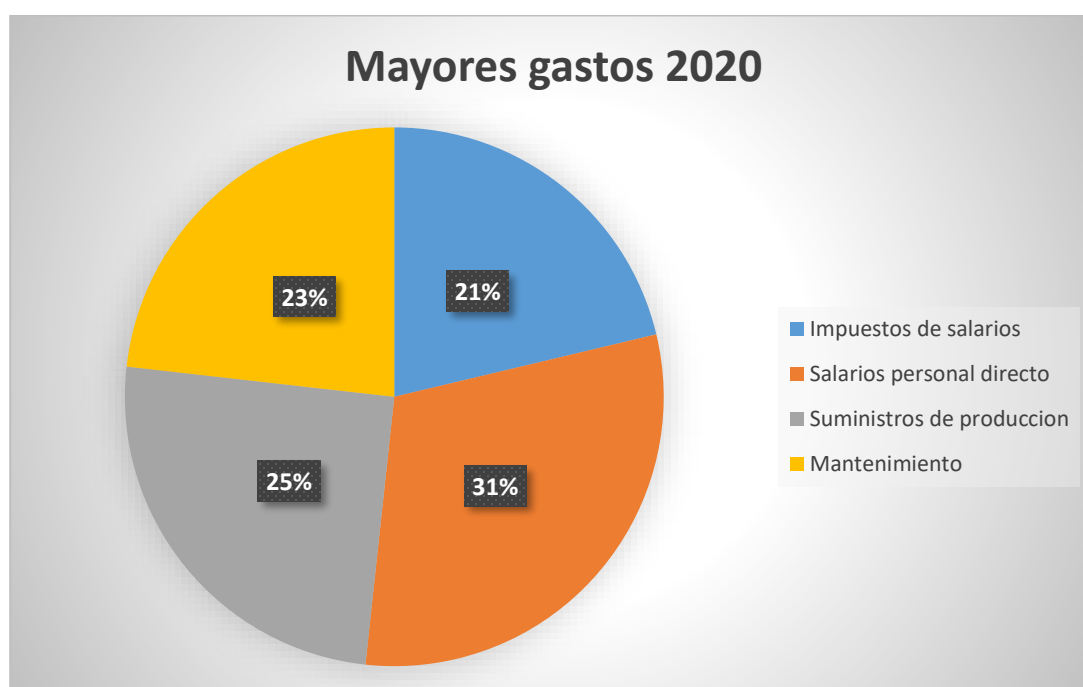
*Gráfico 1 Razón de atrasos 2021*

(Fuente: elaboración propia)

Teniendo el departamento de precisión los tiempos de entrega de herramientas se pueden lograr disminuir ya que internamente se pueden determinar las prioridades de producción, además se contaría con un inventario de materia prima controlada por un sistema automático en el cual se determinaría el mínimo y máximo para cada materia prima.

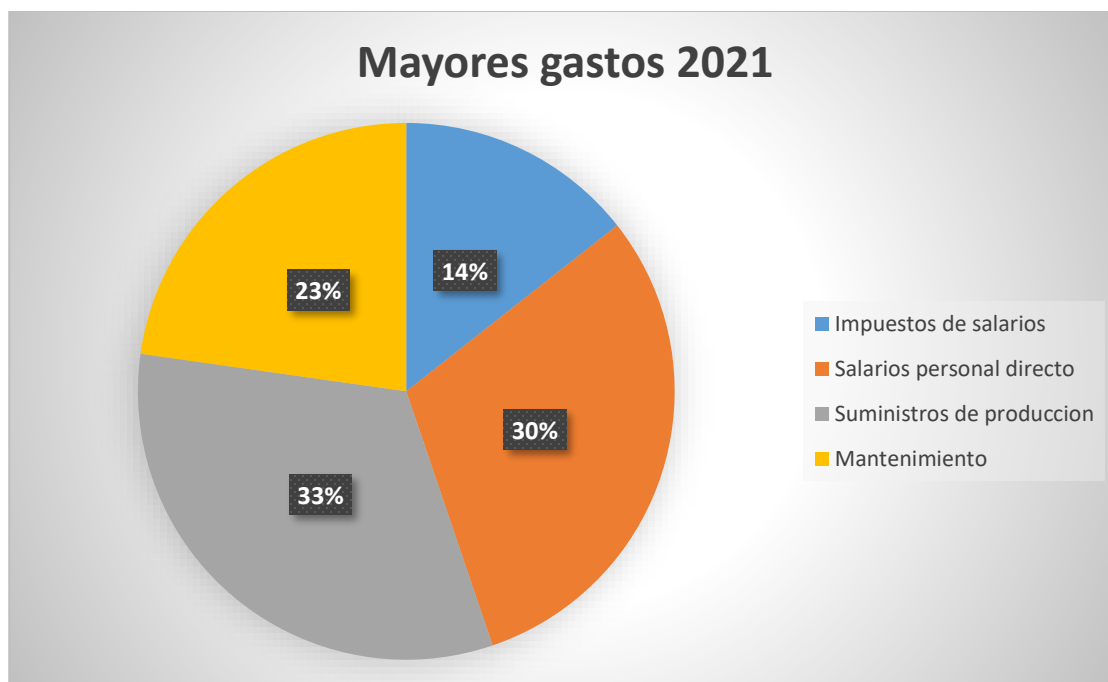
### Gastos anuales de la compañía en trabajos externos de precisión

De acuerdo con la información del periodo 2020-2021 suministrada por el departamento de contabilidad y finanzas se puede determinar que uno de los principales gastos de la empresa va dirigido al área de mantenimiento (ver gráficos 2 y 3) dentro del cual se compone de repuestos para los equipos y trabajos en talleres de precisión. Entre los trabajos externos en talleres de precisión se encuentra que durante el año 2020 se gastaron \$1,008,560 y durante el año 2021 se gastaron \$925,426.



*Gráfico 2 Mayores gastos 2020*

(elaboración propia)



*Gráfico 3 Mayores gastos 2021*

(elaboración propia)

Dentro de estos gastos se ve como un punto de mejora el área de mantenimiento que es donde se cargan los gastos ocasionados por la compra de herramientas y trabajos externos de mecanizado, dentro de esta cuenta de mantenimiento se logra identificar nueve números de partes relacionados a trabajos externos de talleres de precisión que están generando un impacto mayor en los gastos mensuales ya que son herramientas con un alto consumo por parte de producción, los demás trabajos de talleres precisión que se encontraron dentro de la cuenta de mantenimiento fueron trabajos esporádicos como herramientas de consumo bajos, implementación de acrílico en áreas comunes, limpieza de moldes de inyección, muebles en acero inoxidable entre otros, los cuales pueden ser observados en la tabla 5. Estos nueve números de parte en el año 2020 generaron un gasto de \$278 220 y en 2021 \$316 447. En las tablas 1 y 2 se pueden observar los gastos

generados por estos números de parte, se va a plantear trabajar con estos números de parte como primer punto de ahorro.

Además de buscar estos ahorros para la empresa, se busca que esta logre ser más eficiente y rentable teniendo las herramientas necesarias para su producción para así mitigar cualquier paro de producción.

<b>Mayores gastos en herramientas 2020</b>			
<b>Herramienta</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Total</b>
<b>Cambio de pines/reparación de herramienta</b>	160	\$ 90.00	\$ 14,400.00
<b>Dado Superior</b>	185	\$ 207.00	\$ 38,295.00
<b>Dado Inferior</b>	201	\$ 522.00	\$ 104,922.00
<b>Herramienta de expansión Inicial NT</b>	4	\$ 2,550.00	\$ 10,200.00
<b>Herramienta de expansión final NT</b>	6	\$ 1,650.00	\$ 9,900.00
<b>Herramienta de expansión inicial XT</b>	7	\$ 1,897.50	\$ 13,282.50
<b>Herramienta de expansión final XT</b>	8	\$ 2,932.50	\$ 23,460.00
<b>Seguro para maquina rotativa</b>	228	\$ 260.00	\$ 59,280.00
<b>Soporte plástico para maquina troquel</b>	160	\$ 28.00	\$ 4,480.00

*Tabla 4 mayores gastos del año 2020*

(elaboración propia)

Mayores gastos en herramientas 2021			
Herramienta	Cantidad	Costo unitario	Total
Cambio de pines/reparación de herramienta	78	\$ 95	\$ 7,410.00
Dado Superior	65	\$ 150	\$ 9,750.00
Dado Inferior	156	\$ 430	\$ 67,080.00
Herramienta de expansión final NT	17	\$ 2048	\$ 34,816.00
Herramienta de expansión inicial NT	23	\$ 1325	\$ 30,475.00
Herramienta de expansión final XT	34	\$ 1325	\$ 45,050.00
Herramienta de expansión inicial XT	34	\$ 2392	\$ 81,328.00
Seguro para maquina rotativa	143	\$ 225	\$ 32,250.00
Soporte plástico para maquina troquel	296	\$ 28	\$ 8,288.00

Tabla 5 mayores gastos del año 2021

(elaboración propia)

### Herramientas maquinadas

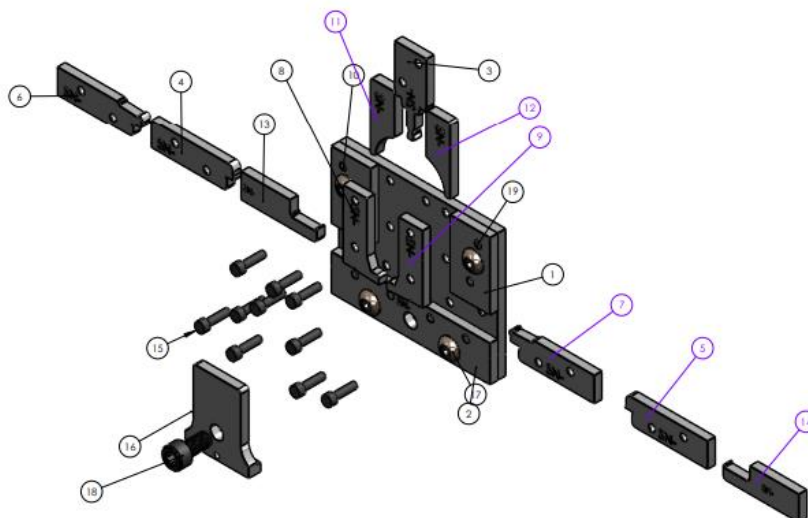
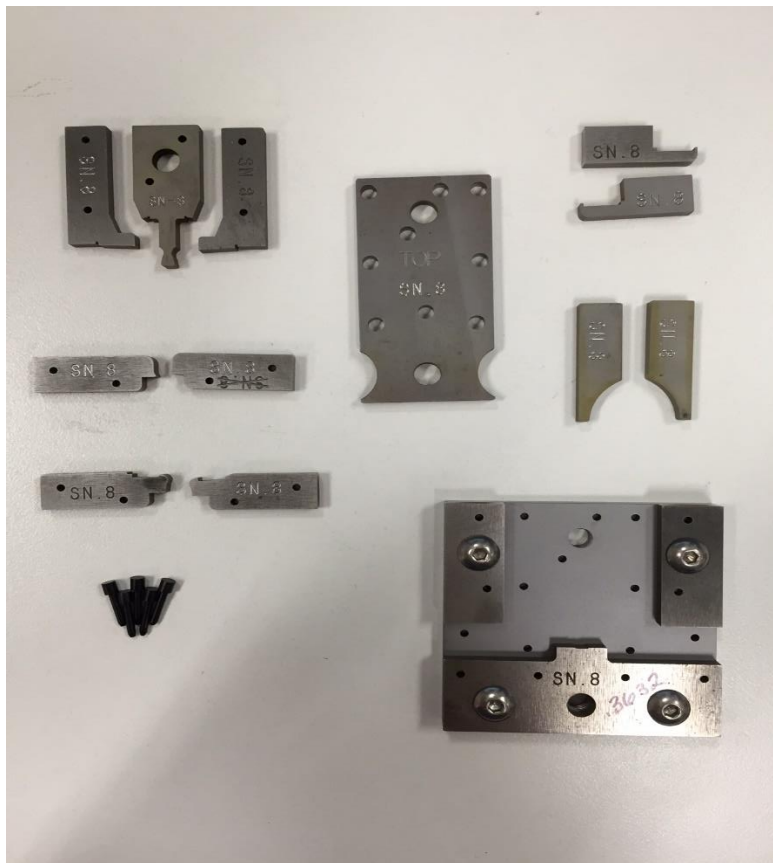


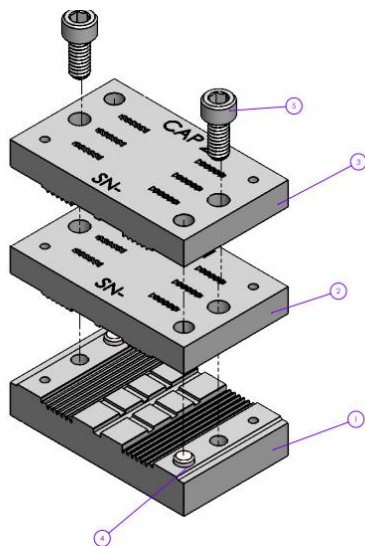
Figura 23 Herramienta expansión final NT

(Obtenida de Confluent Medical)

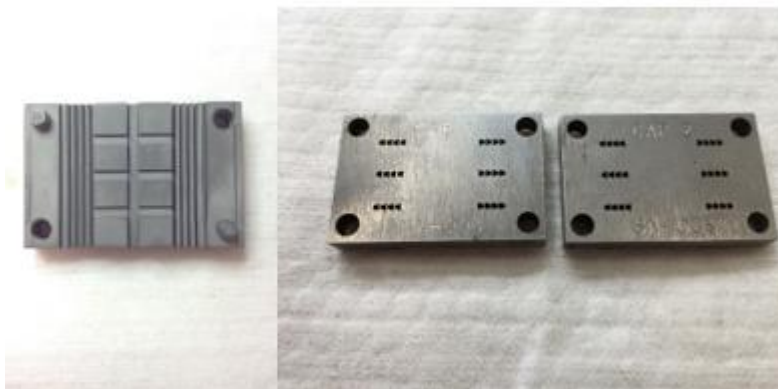


*Figura 24 Herramienta expansión final NT*

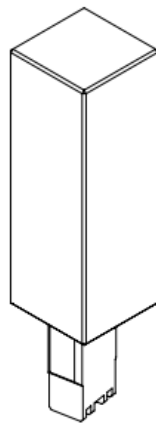
(Obtenida de Confluent Medical)



*Figura 25 Herramienta expansión inicial NT*  
(obtenida de Confluent Medical)



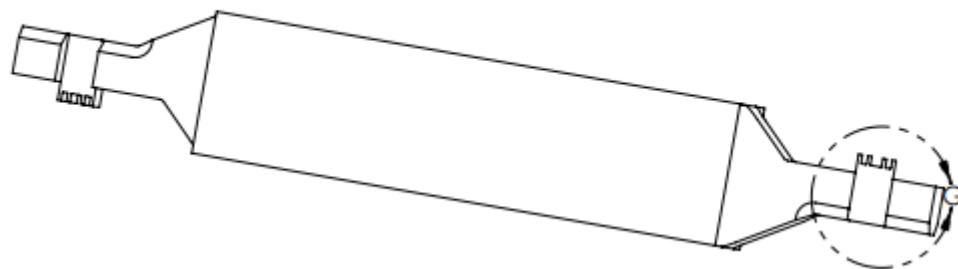
*Figura 26 Herramienta expansión inicial NT*  
(obtenida de Confluent Medical)



*Figura 27 Dado superior*  
(Obtenida de Confluent Medical)

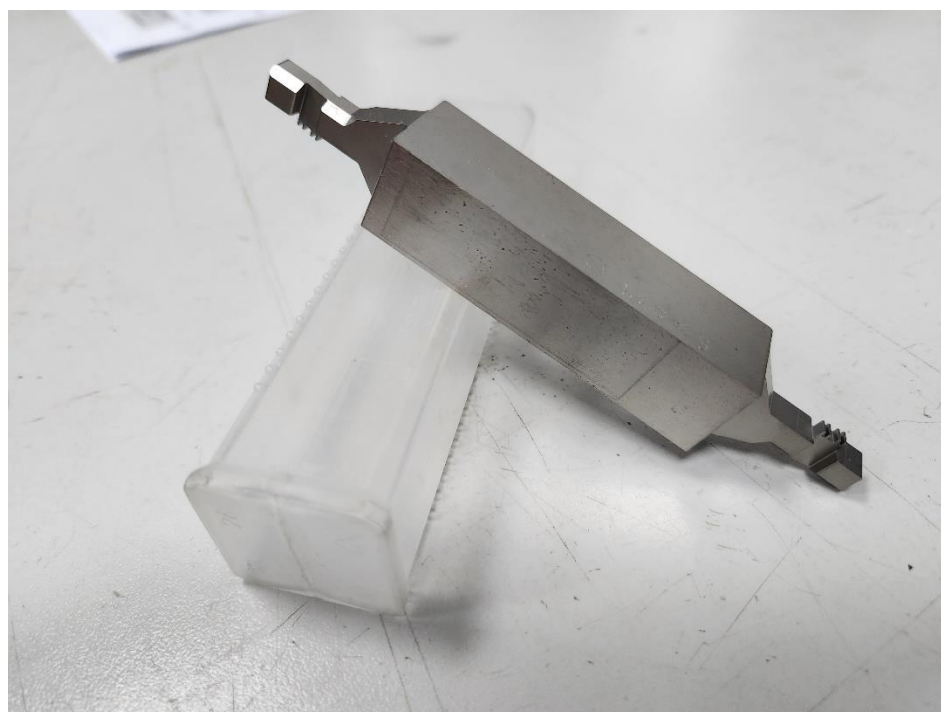


*Figura 28 Dado superior*  
(Obtenida de Confluent Medical)



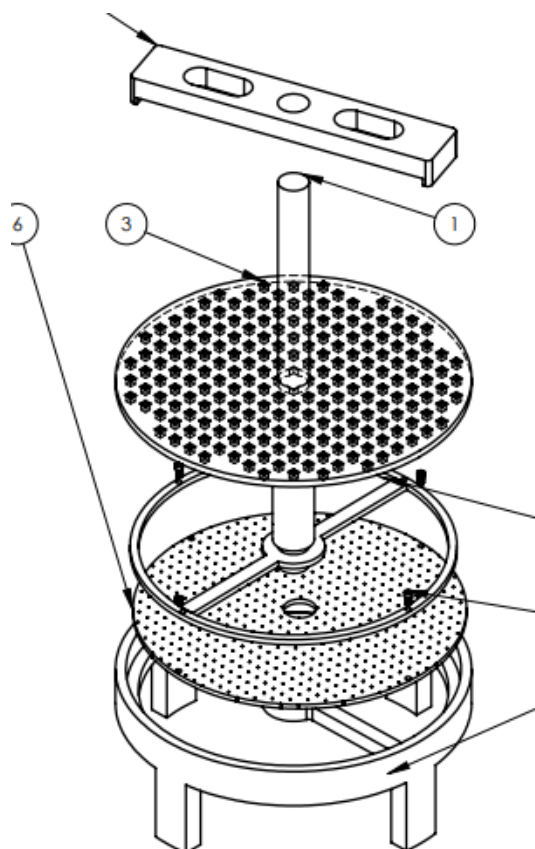
*Figura 29 Dado inferior*

(Obtenida de Confluent Medical)



*Figura 30 dado inferior*

(Obtenida de Confluent Medical)



*Figura 31 Canasta para limpieza de piezas*

(Obtenida de Confluent Medical)



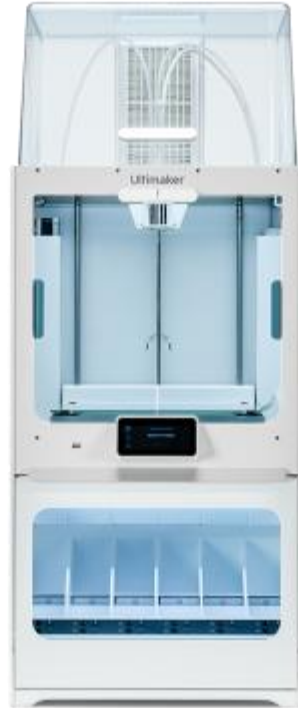
*Figura 32 Canasta para limpieza de piezas*

(Obtenida de Confluent Medical)

### **Maquinaria y equipos propuestos**

De acuerdo con la información recopilada de los números de parte de mayor consumo referentes a trabajos de precisión, se logra identificar diferentes equipos que van a ser utilizados para mitigar estos gastos como primera instancia y luego poder suplir la mayor cantidad de solicitudes de trabajos de precisión dentro de la compañía. Los equipos se escogieron basándose en conocimiento técnico y los procesos y basándose en manuales y boletines informativos de los equipos. Los equipos seleccionados son los siguientes:

- Impresora 3D marca Ultimaker modelo S5 pro. Se propone este equipo ya que Confluent Medical subcontrata procesos de maquinado de diferentes polímeros los cuales tienen costos elevados esto debido a la materia prima que se utiliza o porque las herramientas son muy complejas de maquinar. Estas herramientas tienen medidas muy precisas, por lo que este equipo cumple con las necesidades de la compañía ya que entre sus características y capacidades de impresión, cuenta con un volumen de impresión de 330 x 240 x 300mm, su resolución es de 6.9 micras en X, Y y de 2.5 micras en Z, tiene la capacidad de enviar la impresión vía Wifi y de igual manera poder monitorear la impresión de forma remota mediante el software de programación “Ultimaker Cura” el cual es gratuito y además tiene la capacidad de almacenar cinco tipos diferentes de materiales en su bandeja de materiales y utiliza la tecnología FDM. Este equipo se plantea utilizar para poder imprimir principalmente herramientas en Acetal (material plástico resistente al químico) que son utilizadas en los procesos de pulidos y limpiezas, el equipo tiene capacidades para imprimir otros materiales como PLA, Nylon, ABS, entre otros. Con estos otros materiales se pueden imprimir diferentes herramientas de prototipos.



*Figura 33 Impresora Ultimaker S5*

(Obtenida de Ultimaker.com)

- Sierra cinta marca “Precision Tools”, se escoge este equipo para agilizar los procesos de corte de materia prima, disminuir fatiga y cansancio del técnico de precisión ya que la sierra cinta realiza cortes automáticos de la materia prima. El equipo cuenta con un sistema de control de velocidad de corte, tiene la capacidad de realizar cortes a barras de 6 pies de largo, ya que cuenta con un soporte para lograr darle estabilidad. Cuenta con sistema de coolant automático, además, la sierra con la cual el equipo viene equipado es capaz de cortar diferentes materiales desde materiales suaves y metales más duros como aceros inoxidable y también diferentes tipos de polímeros como delrin, nylon y acetal los cuales son los más utilizados en el maquinado de herramientas.



*Figura 34 Sierra cinta*

(obtenida de Capris.com)

- Maquina “Hole Popper” marca Sodick modelo K1C. Este equipo es seleccionado por la necesidad de reparar herramientas con pines quebrados o tornillos los cuales no pueden ser retirados con herramientas manuales, además por la facilidad de operación, es una marca con la cual la compañía a trabajado por mucho tiempo y cuenta con un buen soporte técnico a nivel local. Este equipo cuenta con control de velocidad de penetración, pantalla digital que muestra la posición del eje z, sistema de rotación para el electrodo y además ajustes de valores como potencia para diferentes tipos de materiales. Esta máquina cumple con las necesidades de la empresa ya que puede trabajar con diferentes diámetros de electrodos para el erosionado, al ser por arco eléctrico el agujero original no se ve afectado por lo que la herramienta mantiene sus dimensiones originales.



*Figura 35 Maquina "Hole Popper" modelo K1C*

(Obtenida de Sodick.com)

- Maquina fresadora # 3 marca Kent modelo KTM-3VKF con sistema integrado Mill Power. Se propone este equipo ya que por la naturaleza de maquinado de muchas de las herramientas se tienen que realizar con la fresadora, pero para tener una mejora en el tiempo de producción y para poder realizar producciones en líneas sin tener que estar realizando ajustes de altura de las herramientas, posiciones de cero de herramienta entre otros se le integra el sistema Mill Powr el cual convierte a una fresadora convencional en una fresadora semi automática en donde el técnico realiza la programación de maquinado en el controlador del equipo. Además, se escogió una fresadora #3 para no limitar el espacio de trabajo para futuras herramientas. El equipo cuenta con una pantalla en la cual se pueden realizar programas para el maquinado de diferentes herramientas, incluye sistema de coolant y cambio de herramientas por sistema hidráulico. Por lo antes mencionado

este equipo cumple con las necesidades de la compañía para tener más equipos de fresado y que agilicen y disminuyan tiempo de producción con el sistema Mill Powr.



*Figura 36 Maquina fresadora con sistema Mill Powr*  
(obtenida de Kent.com)

- Torno CNC marca Doosan modelo Lynx 2100A EWX: Dentro de las necesidades de la compañía se identifican herramientas la cuales que por sus dimensiones y formas son realmente complejas de maquinarse en un torno convencional, por lo que se propone un equipo CNC. Se selecciona este equipo en específico ya que en la casa matriz de Confluent Medical ubicada en Fremont California cuenta con la misma máquina y por solicitud de la gerencia de Costa Rica se solicitó tener equipos

idénticos o similares al taller de California. Otro punto importante es que dentro de las herramientas que se utilizan en producción se encuentran unos dados para el formado de plástico los cuales son maquinados por la casa matriz de Confluent Medical en un torno CNC de la misma marca y modelo. Los mismos no representan ningún gasto, pero si son una gran amenaza a paros de producción, ya que al ser maquinados por otra sede no se la da la prioridad requerida por Costa Rica a estas herramientas. Teniendo este equipo dentro la compañía se puede mitigar esa posible amenaza. La máquina cuenta con una pantalla en donde se pueden realizar los programas para maquinar distintas piezas, su programación es basada en código G y el controlador que utiliza es de la marca Fanuc, el cual es uno de los controladores más amigables para la programación y operación de este. Además, cuenta con un sistema automático de posicionamiento de cero para las herramientas lo cual permite ahorrar tiempo en el ajuste por cambios de herramienta y cuenta con una torreta para colocar 12 diferentes tipos de herramientas de corte y brocas.



*Figura 37 Maquina torno CNC marca Doosan  
(Obtenida de Capris.com)*



*Figura 38 Controlador del CNC marca Fanuc*

## **Integración**

Este departamento se diseña con el fin de otorgarle a la empresa un departamento capaz de solventar cualquier necesidad relacionada con la creación y reparación de cualquier tipo de herramienta utilizando equipos especializados de precisión e impresión 3D sin necesidad de subcontratar estos servicios.

## **Diseño área de impresión 3D**

El área de impresión 3D estará separada del taller de mecánica de precisión, esta área debe ser un área de muy poco tránsito de personas, ya que los equipos son sensibles a las vibraciones. Dentro de las facilidades requeridas se necesita electricidad (tomacorriente 120VAC), se necesita un puerto de red. Además, se requiere designar un espacio para almacenar la materia prima y las herramientas terminadas.

## **Diseño área del taller de mecánica de precisión**

El área del taller de precisión debe contar con espacios necesarios para instalar los equipos requeridos, debe contar con una entrada amplia para ingresar equipos y materia prima, se debe contar con las facilidades adecuadas:

Aire comprimido
Tomas eléctricas 120VAC
Tomas eléctricas 240VAC trifásicos
Tomas eléctricas 480VAC trifásicos
Puntos de red para telefonía e internet

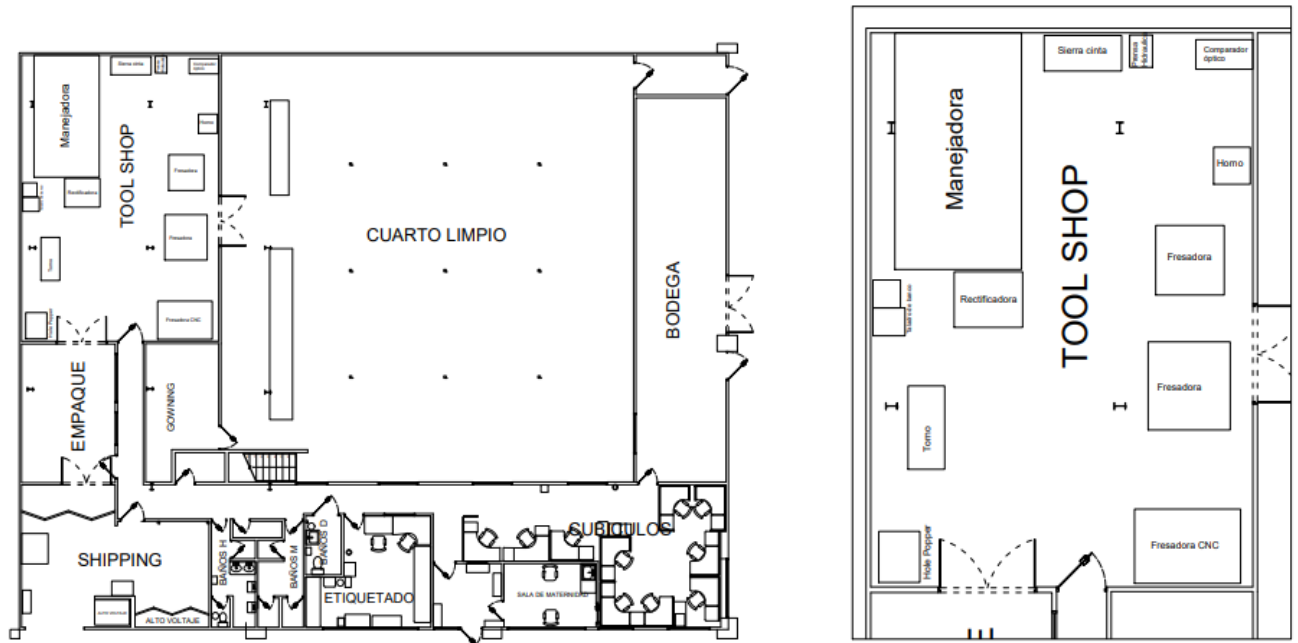
*Tabla 6 requerimientos del área del taller de mecánica de precisión*

Debe contar con un espacio para dejar material terminado, además, esta área también contará con una pequeña área administrativa que debe tener una computadora, teléfono y archiveros.

Se designa un área en específico dentro del taller para el almacenamiento de la materia prima, esta debe contar con estantes resistentes. Debe existir una buena distribución de espacios entre las máquinas para la comodidad y movilidad de los técnicos que trabajen en el área.

### **Áreas designadas para el departamento precisión**

El espacio propuesto para el taller de precisión va a estar localizado en el edificio BU1 de la compañía en una antigua área de producción la cual no se estaba utilizando, esta área cuenta con un área de 117 metros cuadrados cuenta con accesos amplios para el ingreso de maquinarias, espacio para el almacenaje de materia primar y además, cuenta con todas las facilidades eléctricas mencionadas por lo que no se requiere realizar ninguna instalación nueva, las mismas fueron verificadas por el departamento de mantenimiento. Además, cuentas con la instalación de aire comprimido y puntos de red para conectar la computadora. Para el área de impresión 3D se designa ubicar la impresora 3D en el área de etiquetado ubicada en el mismo edificio la cual cuenta con área de 27 metros cuadrados, esta área es de poco tránsito, ya el área cuenta con las facilidades eléctricas, puntos de red y el espacio necesario para la instalación del equipo. Según la información proporcionada por el gerente de facilidades el metro cuadrado de alquiler del edificio para la empresa Confluent Medical tiene un costo de \$4, por lo que estos espacios designados tienen un costo total de alquiler mensual total de \$496.



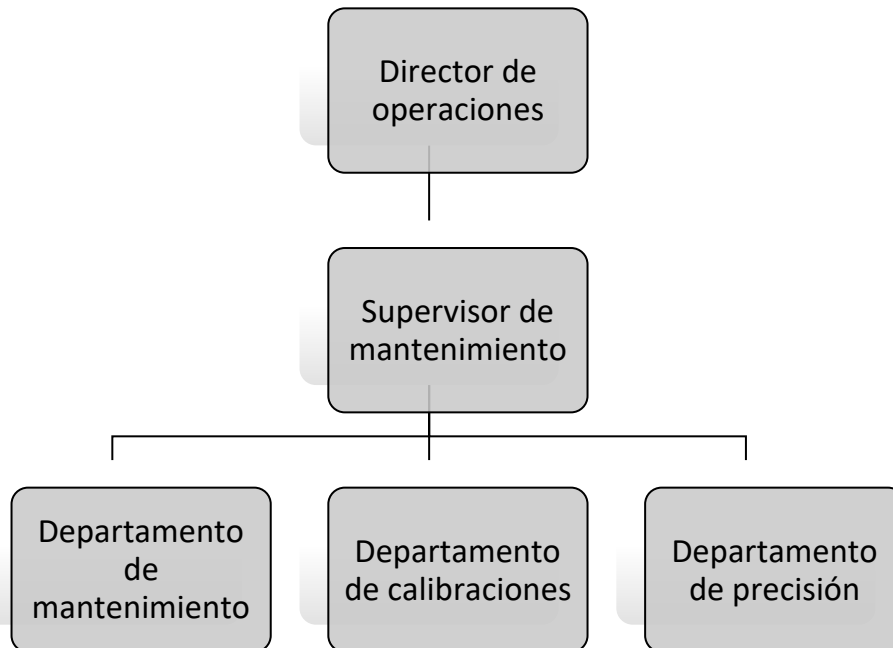
*Figura 39 Distribución del departamento*

(Obtenida en Confluent Medical)

### **El departamento de precisión dentro del organigrama empresarial**

El departamento de precisión va a ser parte del departamento de mantenimiento de la empresa, el cual a su vez pertenece al departamento de operaciones de la compañía. El supervisor de mantenimiento va a ser la persona que va a estar a cargo de este nuevo departamento y que dentro de sus funciones se encuentran: estar a cargo de las contrataciones del personal nuevo, la programación y seguimiento de trabajos en el departamento, adquisición de materia prima y herramientas necesarias para realizar los trabajos solicitado, entre otros.

Este organigrama puede ser observado en el grafico 4



*Gráfico 4 Organigrama*

## **Desarrollo del problema**

### **Fase I**

Para iniciar con el proyecto se realiza un análisis de las existentes maquinas que hay en la empresa y como estas pueden ser utilizadas para generar ahorros y que sean rentables para la empresa, la gran mayoría estaban sin utilizar. Para el costo de inversión de esta fase se utiliza los valores de venta de los encontrados en paginas web, ya que los equipos se encuentran totalmente depreciados en los libros contables de la empresa, el único equipo que aun cuenta con valores en los libros contables es la EDM la cual tiene un valor de \$6000.

- Máquina de electroerosión por hilo (EDM)
- Maquina fresadora #3 convencional:
- Torno convencional:

- Rectificadora plana

Además, se va a utilizar personal previamente contratado que cuenta con conocimientos básicos de mecánica de precisión y operación de los equipos EDM.

Con esta fase se espera generar ahorros anuales de \$143217, ya que con la maquina tipo “EDM” las herramientas 2 y 3 se pueden hacer de forma interna. La inversión de esta fase es de \$15650

## **Fase 2**

La segunda etapa es realizar una inversión para la adquisición de la impresora 3D y la maquina “Hole Popper”. Al obtener la maquina se puede mitigar el gasto de la herramienta 1 que son cambios de pines y extracción de tacos de tornillos quebrado.

Con la impresora 3D se planea utilizarla para la impresión de herramientas para la limpieza y pulido de piezas, cuyo material es acetal el cual su maquinado tiene un alto costo dependiendo de la pieza, de acuerdo con el anexo 9 puede costar hasta \$1200, mientras que el precio de una carrucha de este material como se puede observar en el anexo 11 ronda los \$300 y que dependiendo del tamaño de la pieza a imprimir se pueden obtener hasta 50 piezas impresas. El costo de esta etapa será de \$57301.

## **Fase 3**

La etapa 3 consta de adquirir el torno CNC marca Doosan, una maquina Fresadora marca Kent con el sistema Mill Power y una sierra cinta. Con la adquisición de estos equipos se estaría completando la implementación del taller de precisión dentro de la compañía. Esta última etapa tiene un costo de \$147680. Además de la compra de estos equipos en esta fase también se contempla la contratación de un técnico especializado en mecánica de precisión.

Se propone una inversión total de \$258789 para las implementaciones de la etapa 2 y etapa 3, que pueda cubrir gastos de herramientas como cuchillas, brocas, fresas, entre otras para las diferentes maquinas, materiales para maquinar y para el proceso de impresión 3D, además de los fletes de las maquinas. Cabe recalcar que se van a utilizar equipos ya existentes para la medición y verificación de herramientas, como ejemplo micrómetros, calipers y equipos de medición ópticos.

### **Cálculo de ahorros**

Durante la fase 1 se pretende poder realizar las herramientas 2 y 3, en la fase 2 se va a mitigar los gastos de la herramienta 1 y además varias herramientas maquinadas en diferentes polímeros imprimiéndolos a 3D, para obtener el costo de estas herramientas se basó en cotizaciones de talleres externos. Por último, con la última fase se va a trabajar con las herramientas de la 4 a la 9, que son herramientas que pueden ser manufacturadas con las maquinas contempladas para esta fase.

### **Cálculo de gastos e inversión**

Para comenzar con el departamento de precisión se va a contratar a un técnico de precisión I, el cual su salario mensual va a ser de ¢556 800 al mes, a esto se le tiene que sumar en transporte que son ¢600 diarios, almuerzo lo que equivale a ¢3200 diarios, pago de aguinaldo por un monto de ¢556 800 y un 32% de cargas patronales.

Razón	Monto anual
Salario	¢6 681 600
Transporte	¢360 000
Almuerzo	¢768 000
Seguro	¢30000
Aguinaldo	¢556 800
Cargas patronales	¢2 138 112
Total	¢10 534 512

*Tabla 7 Costo anual del técnico de precisión*

Usando el tipo de cambio del dólar de setiembre 2022 (₡642) se obtiene que este monto va a equivaler a \$16409

Cálculo de consumo eléctrico:

Según la Compañía Nacional de Fuerza y Luz (consultado el 01 de setiembre 2022) en la compañía Confluent Medical se rige bajo la tarifa eléctrica T-MT, la cual tiene las siguientes tarifas:

<b>Tarifa Media Tensión T-MT</b>		
<b>Consumo de energía por cada kWh</b>		
	<b>Máxima</b>	<b>Mínima</b>
Energía Punta	₡61,24	₡59,02
Energía Valle	₡30,61	₡29,51
Energía Noche	₡22,05	₡21,25
<b>Consumo de potencia (kW)</b>		
	<b>Máxima</b>	<b>Mínima</b>
Energía Punta	₡10 738,13	₡10 350,47
Energía Valle	₡7 640,53	₡7 364,70
Energía Noche	₡4 850,34	₡4 675,25

*Figura 40 Tabla de tarifas eléctricas*

Donde las horas de la energía punta van de 10:00Am a 12:30PM y de 5:30PM a 08:00PM, las horas de energía valle son de 06:01Am a 10:00Am y de 12:30PM a 05:30PM y por último la energía de noche va de 08:00PM a 06:00AM.

Se utiliza la siguiente fórmula para poder calcular el costo de cada equipo por mes:

$$\text{Costo total} = \frac{\text{Watts x Horas utilizadas}}{1,000} \times \text{Tarifa eléctrica}$$

*Ecuación 11 Calculo de los KWhr*

El costo total se multiplicó por 30 para obtener el dato del mes, Las horas de trabajo de los equipos son una estimación del gerente del área y los KW de los equipos fueron tomados de sus respectivas placas. Sumando todos los totales se obtiene como resultado que mensualmente se va a consumir ₡227 496.75 en electricidad para todo el departamento de precisión. Esto equivale a ₡2 729 961.04 al año, usando el tipo de cambio del dólar de setiembre 2022 (₡642) se obtiene que este monto va a equivaler a \$4252.27 al año. los resultados fueron los siguientes:

Equipo	Watts	KW	
Fresadora Mill Power	2640	2,64	
	Cantidad de horas	Costo maximo	KWh*mes
Horas Valle	4	₺ 30,61	₺ 12 121,56
Horas Punta	1	₺ 61,24	₺ 24 251,04
Total			₺ 36 372,60

Equipo	Watts	KW	
Torno CNC	14960	14,96	
	Cantidad de horas	Costo maximo	KWh*mes
Horas Valle	7	₺ 30,61	₺ 96 164,38
Horas Punta	1	₺ 61,24	₺ 27 484,51
Total			₺ 123 648,89

Equipo	Watts	KW	
Hole Popper	660	0,66	
	Cantidad de horas	Costo maximo	KWh*mes
Horas Valle	4	₺ 30,61	₺ 2 424,31
Horas Punta	0	₺ 61,24	
Total			₺ 2 424,31

Equipo	Watts	KW	
Impresora 3D	480	0,48	
	Cantidad de horas	Costo maximo	KWh*mes
Horas Valle	7,5	₺ 30,61	₺ 4 187,45
Horas Punta	2	₺ 61,24	₺ 8 377,63
Total			₺ 12 565,08

Equipo	Watts	KW	
EDM	1100	1,1	
	Cantidad de horas	Costo maximo	KWh*mes
Horas Valle	7,5	₺ 30,61	₺ 7 575,98
Horas Punta	1	₺ 61,24	₺ 2 020,92
Total			₺ 9 596,90

Equipo	Watts	KW	
Torno Convencional	3700	3,7	
	Cantidad de horas	Costo maximo	KWh*mes
Horas Valle	4	₺ 30,61	₺ 16 988,55
Horas Punta	1	₺ 61,24	₺ 33 988,20
Total			₺ 50 976,75

Equipo	Watts	KW	
Fresadora Convencional	1540	1,54	
	Cantidad de horas	Costo maximo	KWh*mes
Horas Valle	5	₺ 30,61	₺ 7 070,91
Horas Punta	0	₺ 61,24	
Total			₺ 7 070,91

Equipo	Watts	KW	
Sierra cinta	1980	1,98	
	Cantidad de horas	Costo maximo	KWh*mes
Horas Valle	3	₺ 30,61	₺ 5 454,70
Horas Punta	1	₺ 61,24	₺ 3 637,66
Total			₺ 9 092,36

*Tabla 8 Calculo de los KWhr por equipo*

Con los datos demostrados anteriormente se puede realizar un resumen de la inversión requerida para esta implementación, en donde se contempla los costos de implementación por fase, un porcentaje para la compra de herramientas y materia prima para la impresión 3D, la mano de obra del técnico de precisión y el costo del consumo eléctrico anual de los equipos los datos pueden ser observados en la tabla 10.

Inversiones	
Fase 1	\$ 15 650
Fase 2	\$ 57 301,00
Fase 3	\$ 147 680
Materiales, herramientas	\$ 53 808,00
Mano de obra	\$ 16409
Facilidades	\$ 4252.27
Total, Invertido	\$ 295 100.27

*Tabla 9 Calculo de la inversión total*

(elaboración propia)

### **Análisis financiero**

Se analizan dos opciones para este proyecto, en el cual, el primero no se incluye ninguna inversión de equipos de precisión, o sea mantenerse como la empresa ha trabajado estos últimos años, por lo que solo se contempla los gastos mensuales de herramientas maquinadas por talleres externos.

La segunda opción presentada es contemplando la inversión necesitada para poner a trabajar el departamento de precisión, para esta segunda opción se utilizan los datos de la depreciación de máquinas, el gasto de la mano de obra, facilidades y materias primas como los egresos del proyecto. Además, se utilizó el gasto obtenido de la opción 1 como los ingresos de esta opción, ya que esto es lo que se estima ahorra por año con la implementación del departamento de precisión. Estos ingresos y egresos son utilizados para poder calcular el VAN y el TIR.

**Tasa Interna de Retorno (TIR):**

Para realizar el cálculo del TIR se utilizó la siguiente formula:

$$0 = \sum_{t=1}^n FC_t (1+r)^{-t} - I_0 \text{ donde:}$$

$$0 = FC_1 (1+r)^{-1} + FC_2 (1+r)^{-2} + \dots + FC_{n-1} (1+r)^{-(n-1)} + FC_n (1+r)^{-n} - I_0$$

$FC_t$  = Flujos Netos de Caja (en los períodos desde  $t = 1$  hasta  $t = n$ )

$I_0$  = Inversión Inicial (en el momento cero)

$r$  = Tasa Interna de Retorno (TIR)

*Ecuación 12 Calculo del TIR*

**Valor Actual Neto (VAN)**

Para realizar el cálculo del VAN se utilizó la siguiente formula:

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n Ft (P/F, i, n) \quad (3.3)$$

donde,

$I_0$  = inversión inicial

$Ft$  = flujos de efectivo por periodo

$i$  = rendimiento mínimo aceptable (costo de recursos)

$n$  = periodos

*Ecuación 13 Calculo del VAN*

## Resultados de la opción 1

Dentro de los gastos generados por la opción 1 se pueden observar en la tabla 11 la cantidad de herramientas que se gastan por mes durante un año de producción dentro de la empresa Confluent Medical estos datos fueron proporcionados por el departamento de contabilidad. Lo cual ocasiona un gasto total por año de \$316 597

Opción 1 a un año														
Herramienta	Cantidad	Costo unitario	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Herramienta 1	78	\$95	\$ 475.00	\$ 950.00	\$ 285.00	\$ 665.00	\$ 475.00	\$ 2,185.00	\$ 760.00	\$ 190.00	\$ -	\$ 285.00	\$ 190.00	\$ 950.00
Herramienta 2	65	\$150	\$ 1,200.00	\$ 1,050.00	\$ 750.00	\$ 1,200.00	\$ 1,350.00	\$ 1,050.00	\$ 600.00	\$ 1,200.00	\$ 300.00	\$ 300.00	\$ 450.00	\$ 300.00
Herramienta 3	156	\$430	\$ 5,160.00	\$ 4,730.00	\$ 4,730.00	\$ 6,020.00	\$ 6,880.00	\$ 7,740.00	\$ 5,160.00	\$ 6,880.00	\$ 4,730.00	\$ 6,450.00	\$ 5,590.00	\$ 3,010.00
Herramienta 4	17	\$2,048	\$ 2,048.00	\$ 2,048.00	\$ 2,048.00	\$ 2,048.00	\$ 4,096.00	\$ 2,048.00	\$ 2,048.00	\$ 4,096.00	\$ 4,096.00	\$ 4,096.00	\$ 4,096.00	\$ 2,048.00
Herramienta 5	23	\$1,325	\$ 2,650.00	\$ 2,650.00	\$ 2,650.00	\$ 2,650.00	\$ 2,650.00	\$ 2,650.00	\$ 2,650.00	\$ 2,650.00	\$ 2,650.00	\$ 2,650.00	\$ 2,650.00	\$ 1,325.00
Herramienta 6	34	\$1,325	\$ 2,650.00	\$ 3,975.00	\$ 2,650.00	\$ 3,975.00	\$ 3,975.00	\$ 3,975.00	\$ 3,975.00	\$ 3,975.00	\$ 3,975.00	\$ 3,975.00	\$ 3,975.00	\$ 3,975.00
Herramienta 7	34	\$2,392	\$ 4,784.00	\$ 7,176.00	\$ 4,784.00	\$ 7,176.00	\$ 7,176.00	\$ 7,176.00	\$ 7,176.00	\$ 7,176.00	\$ 7,176.00	\$ 7,176.00	\$ 7,176.00	\$ 7,176.00
Herramienta 8	144	\$225	\$ -	\$ -	\$ 8,100.00	\$ -	\$ -	\$ 8,100.00	\$ -	\$ -	\$ 8,100.00	\$ -	\$ -	\$ 8,100.00
Herramienta 9	296	\$28	\$ 672.00	\$ 672.00	\$ 700.00	\$ 672.00	\$ 672.00	\$ 728.00	\$ 812.00	\$ 672.00	\$ 672.00	\$ 672.00	\$ 672.00	\$ 672.00
		Total	\$ 19,639.00	\$ 23,251.00	\$ 26,697.00	\$ 24,406.00	\$ 27,274.00	\$ 35,652.00	\$ 23,181.00	\$ 26,839.00	\$ 31,699.00	\$ 25,604.00	\$ 24,799.00	\$ 27,556.00

Tabla 10 Calculo de gastos de la opción 1

## Resultados VAN y TIR opción 1

Para esta opción, se realiza el análisis de VAN y TIR el cual según la tabla 12 refleja un resultado negativo de \$1 582 985 para el VAN y un TIR del 0%. Este resultado se obtiene ya que con esta opción no se obtienen ganancias, solo son gastos o egresos por los trabajos de maquinado solicitados a talleres externos.

Periodo	Ingresos	Egresos	Total
Año 0	0	\$ -	\$ -
Año 1	\$ -	\$ 316 597,00	\$ (316 597,00)
Año 2	\$ -	\$ 316 597,00	\$ (316 597,00)
Año 3	\$ -	\$ 316 597,00	\$ (316 597,00)
Año 4	\$ -	\$ 316 597,00	\$ (316 597,00)
Año 5	\$ -	\$ 316 597,00	\$ (316 597,00)
<b>VAN</b>	<b>\$ (1 582 985,00)</b>		
<b>TIR</b>	<b>0%</b>		

Tabla 11 Resultados VAN y TIR de la opción 1



*Tabla 13 Calculo de gastos de la opción 2*

Resultados VAN y TIR opción 2

Los ingresos son los gastos de la opción 1, debido a que es lo que se espera poder ahorrar con la implementación de la opción 2. Los egresos son la depreciación de los equipos calculada a 5 años de vida útil ya que es el método utilizado por la compañía Confluent Medical, los gastos operativos de la implementación de esta opción, la cual al año dos se le sumo un 10% contemplando aumentos de salarios y costos de las facilidades y se utilizó una tasa de 5.3% de acuerdo con el Banco Central de Costa Rica (consultado el 6 de octubre del 2022). Como se puede observar en la tabla 15 la implementación del departamento de precisión va a dar como resultado un VAN positivo de \$79045.71 y un TIR positivo del 21%.

Periodo	Ingresos	Egresos	Total
Año 0	0	\$ -279,450.12	\$ -279,450.12
Año 1	\$ 316,597.00	\$ 167,509.32	\$ 149,087.68
Año 2	\$ 316,597.00	\$ 184,260.25	\$ 132,336.75
Año 3	\$ 316,597.00	\$ 202,686.28	\$ 113,910.72
Año 4	\$ 316,597.00	\$ 222,954.90	\$ 93,642.10
Año 5	\$ 316,597.00	\$ 245,250.40	\$ 71,346.60
<b>VAN</b>	<b>\$ 79,045.71</b>		
<b>TIR</b>	<b>21%</b>		

*Tabla 14 Resultados VAN y TIR opción 2*

## CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

Después de realizar el desarrollo de la propuesta para la implementación del departamento de precisión se puede concluir lo siguiente.

- Al finalizar esta investigación, se logra concluir el planeamiento y la implementación del departamento de precisión para la empresa Confluent Medical completando las tres fases de implementación propuestas en esta investigación. Logrando demostrar con los datos expuestos en las tablas 12 y 13 los beneficios que este va a traer para la empresa desde el punto de vista financiero.
- Con este proyecto se reducen los atrasos de producción que afecten los planes de manufactura anual de un 30% a un 5% en comparación con el año 2021, los datos se pueden observar en el grafico 4.
- Otra ventaja identificada en la realización de este proyecto es que la empresa logró generar ahorros anuales significativos al no subcontratar servicios de mecanizado de piezas. En donde implementado este proyecto los costos por maquinar las herramientas de la compañía pasarían de \$316 597 a costo aproximado de \$167 509.32 durante el primer año de operación, dejando ahorros de más del 40%. Estos datos se pueden observar en la tabla 9 donde se ven los gastos de no implementar el taller y en la tabla 12 donde se observa los gastos de la implantación del proyecto.
- Se identifica las herramientas de mayor consumo durante los años del 2020 y 2021. Estos datos se pueden observar en las tablas 3 y 4 del capítulo IV del presente proyecto.
- Mediante el estudio realizado del consumo de herramientas durante un periodo se logra identificar cuáles son los equipos requeridos para poder realizar estas herramientas, las cuales son: fresadora y torno convencionales, fresadora con sistema Mill Powr, Torno CNC, impresora 3D, maquina “Hole Popper”, Erosionadora de Hilo (EDM) y una cierra cinta.

- Como parte de este proyecto se adquiere la impresora 3D para la producción de herramientas, las cuales aportan los resultados financieros de la propuesta dos.
- Mediante el estudio financiero realizado se determina un TIR positivo de 21% y un VAN de \$79045.71 y un tiempo de recuperación de menos de 4 años.

## Recomendaciones

Al finalizar este estudio se recomienda lo siguiente.

- Al crear una nueva herramienta, se le deben agregar mínimos y máximos para establecer puntos de reorden.
- Implementar algún tipo de página u hoja de Excel que se actualice constantemente en donde se muestren los trabajos pendientes, nuevos y finalizados. Además, que se pueda colocar el nivel de urgencia del trabajo, la cantidad requerida, número de parte y para cuando se requiere finalizar el trabajo. Dicha página puede estar presentada en una pantalla dentro del taller.
- Adquirir un software y la capacitación del uso del mismo para la programación de los equipos CNC y EDM, esto ayuda a ahorrar tiempo del técnico al hacer el proceso más eficiente, ya que este tipo de software genera los códigos necesarios para el maquinado.
- Se le recomienda a la empresa tener identificado un espacio físico para una futura expansión del departamento de precisión.

## **CAPÍTULO VI: PROPUESTA**

### **Opción #1**

La opción #1 que se propone dentro de esta investigación es no realizar la implementación del departamento de precisión dentro de la compañía, o sea mantener a la compañía como ha estado trabajando durante los últimos años. Con esta opción la compañía mantiene subcontratado los servicios de maquinado de sus diferentes herramientas y sus respectivas reparaciones al generar gastos importantes, los cuales pueden rondar en millones de dólares anuales. Además, de los gastos esta opción puede generar atrasos en la producción como se puede observar en el gráfico 1 en donde el 30% de los atrasos de producción del 2021 son ocasionados por falta de herramientas o herramientas en mal estado.

Esta opción se analizó a los 3 años igual que la opción 2 lo cual va a generar un VAN negativo de \$1 582 985 por lo que según la teoría si el VAN es negativo el proyecto debe ser descartado.

### **Opción #2**

La segunda propuesta es la implementación del departamento de precisión dentro de la compañía. Con esta segunda opción y según lo demostrado en esta investigación la compañía obtendrá varios beneficios.

Esta implementación le permite ahorros a la compañía, se disminuyen los tiempos de atrasos de producción por falta de herramientas, la eficiencia de las líneas de producción puede mejorar. Además, se puede tener control de la prioridad de herramientas para maquinar y ante

cualquier urgencia el tiempo de respuesta puede ser mucho más rápido que subcontratar el servicio. Para realizar los análisis financieros de esta opción se utilizan como ingresos los ahorros estimados que se esperan obtener por año, este valor se obtiene de los costos anuales de la opción #1. Se utilizan estos valores ya que lo que se espera es poder recortar esos gastos y poder tenerlos como un ahorro para la compañía. Los egresos utilizados son los costos operativos del departamento de precisión. Esta implementación tiene una inversión de \$ 295 100.27 y según los análisis financieros realizados se obtendrá un VAN de \$79045.71 y un TIR del 21%, y se recupera la inversión en menos de 3 años. Con estos datos podemos observar que la opción #2 es una opción viable para la compañía en la cual su principal propósito es obtener beneficios para la empresa.

Además, con esta opción se logra reducir de un 30% a un 5% los atrasos de producción debido a falta de herramientas o herramientas en mal estado, los datos pueden ser observados en el gráfico 5.



Gráfico 5 Atrasos de producción 2022

## Referencias

M.H Spencer (1993) *Economía Contemporánea 3ra edición* Editorial Reverte S.A

Santiesteban E., Fuentes V., Leyva E., Lozada D y Cantero H (2011) *Análisis de la Rentabilidad Económica. Tecnología para incrementar la eficiencia empresarial*. Editorial Universitaria – Universidad de Holguín.

Sole Madrigal Roberto (2011) *Técnicas de Evaluación de Flujos de inversión: Mitos y realidades*. Universidad de Costa Rica.

Gerling Heinrich (2006) *Alrededor de las máquinas-herramientas*. Editorial Reverté.

Camprubí Albert (2007) *Electroerosión fundamentos de su Física y su técnica*. Marcombo, ediciones técnicas.

Jorquera Adam (2016) *Fabricación Digital: Introducción al modelado e impresión 3D*. Ministerio de educación, cultura y deporte de España.

Groover Mikell P (1997) *Fundamento de manufactura moderna*. pp 25.1-25.9. Pearson Prentice Hall.

*Procesos de mecanizado por abrasión, electroerosión y especiales*. Pp 2.2 *Maquina de electroerosión por hilo*.

[https://ikastaroak.ulhi.net/edu/es/PPFM/DPMCM/DPMCM02/es\\_PPFM\\_DPMCM02\\_Contentidos/website\\_2\\_tecnologia\\_del\\_mecanizado\\_por\\_electroerosin.html](https://ikastaroak.ulhi.net/edu/es/PPFM/DPMCM/DPMCM02/es_PPFM_DPMCM02_Contentidos/website_2_tecnologia_del_mecanizado_por_electroerosin.html)

Fundamentos financieros: el valor actual neto (VAN)

[https://www.esan.edu.pe/conexion-esan/fundamentos-financieros-el-valor-actual-neto-van#:~:text=El%20valor%20actual%20neto%20\(VAN\)%20es%20un%20indicador%20financiero%20que,ganancia%2C%20el%20proyecto%20es%20viable.](https://www.esan.edu.pe/conexion-esan/fundamentos-financieros-el-valor-actual-neto-van#:~:text=El%20valor%20actual%20neto%20(VAN)%20es%20un%20indicador%20financiero%20que,ganancia%2C%20el%20proyecto%20es%20viable.)

Periodo de recuperación

<https://www.euroinnova.cr/blog/que-es-el-periodo-de-recuperacion>

¿Qué es una maquina fresadora?

<https://emhmachinery.com/que-es-una-maquina-fresadora-cnc/>

W&K financial education (consultado el 24 de julio 2022) ROE, ROA y ROI: Cómo medir la rentabilidad. <https://wkfinancialeducation.com/roe-roa-roi-como-medir-rentabilidad/>

¿Cuáles son las impresoras 3D de inyección de materiales disponibles en la industria?

<https://www.3dnatives.com/es/impresoras-3d-inyeccion-de-material-290420212/>

Stratasys México, (consultado el 25 de julio 2022) Impresoras 3D industriales <https://www.stratasys.com/es/3d-printers/printer-catalog/>

Tridi México (consultado el 25 de julio 2022) Todos los Detalles Sobre la tecnología de Impresión 3D FDM. <https://www.tridimx.com/blog/todos-los-detalles-sobre-la-tecnologia-de-impresion-3d-fdm/>

Kent USA (consultado el 25 de julio 2022) Fresadora Convencional Manual. <https://kentusa.com.mx/product/manual-knee-mills/>

Ultimaker (consultado el 25 de julio 2022) 3D printers. <https://ultimaker.com/es/3d-printers/ultimaker-s5-pro-bundle>

Doosan Machine Tools catalogo *Lynx 2100LY/LSY – 2600Y/SY*

Sodick (consultado el 27 julio 2022) *Small Hole EDM*. <https://sodick.com/products/small-hole-edm>

Keyence México *Tipos y características de Sistemas de Medición Micrómetros*. <https://www.keyence.com.mx/ss/products/measure-sys/measurement-selection/type/micrometer.jsp>

Keyence México *Tipos y características de Sistemas de Medición Calibradores Vernier / Calibradores de Altura (Calibradores de Profundidad)* <https://www.keyence.com.mx/ss/products/measure-sys/measurement-selection/type/nonius.jsp>

Metcal *Catálogo de Productos, Mirco-VU*. <https://www.metcal.net/marcas/micro-vu/>

Areatecnología *Torno* <https://www.areatecnologia.com/herramientas/torno.html>

Industrias Loher *Mecanizados Mecanizado por descarga eléctrica (EDM)* <https://www.industriasloher.com/electroerosion-por-hilo/>

Interempresas *La electroerosión: un tutorial*

<https://www.interempresas.net/MetalMecanica/Articulos/1914-La-Electroerosion-un-tutorial.html>

MicroVu

<https://www.microvu.com/>

Metodología de análisis del costo-beneficio

[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2073-60612017000200022#:~:text=Raz%C3%B3n%20beneficio%2Fcosto%20\(B%2F,o%20egresos%20de%20un%20proyecto.](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2073-60612017000200022#:~:text=Raz%C3%B3n%20beneficio%2Fcosto%20(B%2F,o%20egresos%20de%20un%20proyecto.)

¿Qué son los códigos G?

<https://www.haascnc.com/es/service/service-content/guide-procedures/what-are-g-codes.html>

Electroerosión por hilo

<https://www.iam.es/electroerosion/electroerosion-hilo#:~:text=La%20electroerosi%C3%B3n%20por%20hilo%20basa,geometr%C3%ADas%20complejas%20de%20gran%20calidad.>

El fresado en 5 ejes: máquinas, procesos y formación

<https://www.izaro.com/el-fresado-en-5-ejes-maquinas-procesos-y-formacion/c-1297413169/>

Manual de usuario MillPowr G2

Temas para la educación: Instrumentos de medición y verificación, Federación de Enseñanza de CC. OO de Andalucía.

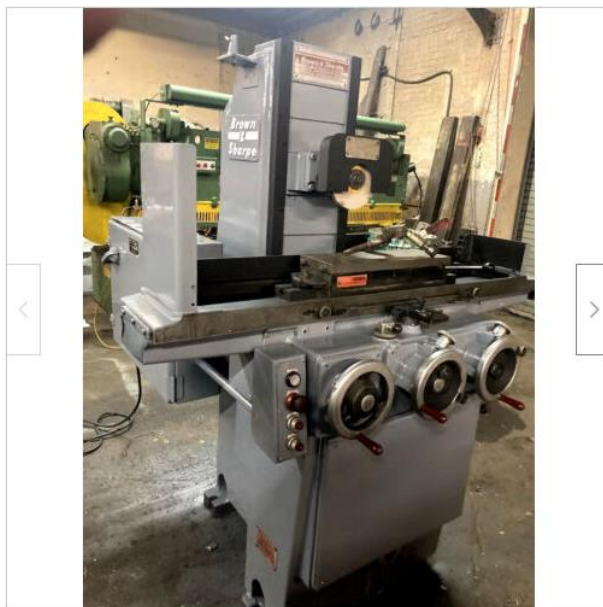
SLA: Impresión 3D por estereolitografía ¡Te explicamos todo!

<https://www.3dnatives.com/es/impresion-3d-por-estereolitografia-les-explicamos-todo/#!>

<https://impresiontresde.com/moldes-de-inyeccion-impresion-3d/>

<https://www.vurcon.com/es/descubre-las-caracteristicas-de-un-torno-cnc/>

## ANEXOS



### Máquina rectificadora de superficie micromaster Brown & Sharpe 618, automática USADA BONITA - mostrar título original

🔥 Se marcaron 2 artículos como favoritos en las últimas 24 horas.

Estado: Usado

Precio: **US \$3 750.00**

Aproximadamente  
€ 2 190 420.56

¡Cómpralo ahora!

Agregar al carro de compras

Mejor oferta:

Hacer oferta

♥ Agregar a la Lista de favoritos

6 lo marcaron como favorito

Envío: Puede que no se envíe a Costa Rica. Para conocer las opciones de envío, lee la descripción del artículo o [contacta al vendedor](#). | [Ver detalles](#)

Ubicado en: New Britain, Connecticut, Estados Unidos

Entrega: Variable

Devoluciones: El vendedor no acepta la devolución de este artículo. | [Ver detalles](#)

### Anexo 1: Costo referencia rectificadora plana



### Torno de cabeza engranada Warco GH1322 - mostrar título original

🔥 Se marcaron 11 artículos como favoritos en las últimas 24 horas.

Estado: Usado

Precio: **GBP 2 700.00**

Aproximadamente  
€ 1 932 424.07

¡Cómpralo ahora!

Agregar al carro de compras

Mejor oferta:

Hacer oferta

♥ Agregar a la Lista de favoritos

Se aceptan devoluciones

11 lo marcaron como favorito

Envío: Puede que no se envíe a Costa Rica. Para conocer las opciones de envío, lee la descripción del artículo o [contacta al vendedor](#). | [Ver detalles](#)

Ubicado en: Burgess Hill, Reino Unido

Entrega: Variable

### Anexo 2: Costo referencia torno convencional



Pasa el cursor por encima para ampliar

**Fresadora Bridgeport 1 HP venta semanal de voltios monofásicos** - mostrar título original  
¡Este es el que quieres! Keeper dro power feed++  
🔥 Se marcaron 2 artículos como favoritos en las últimas 24 horas.

Estado: Restaurado por el vendedor

Precio: **US \$3 200.00**  
Aproximadamente  
€ 1 869 158.88

¡Cómpralo ahora!

Agregar al carro de compras

Mejor oferta:

Hacer oferta

Agregar a la Lista de favoritos

36 lo marcaron como favorito

Envío: Puede que no se envíe a Costa Rica. Para conocer las

### Anexo 3: Costo referencia fresadora convencional



Cotización

Para:  
Confluent Medical



SODICK K1C

- Tamaño de mesa: 250 x 350 mm (9.84" x 13.78")
- Recorrido en eje X: 200 mm (7.87")
- Recorrido en eje Y: 200 mm (11.81")
- Recorrido en eje Z: 300 mm (11.81")
- Recorrido en eje W: 250 mm (9.84")
- Max. dimension de pieza de trabajo 250 x 350 x 300mm (9.84- h x 13.78- h x 11.81- h)
- Max. peso de pieza de trabajo: 100 kg (220.5 lbs)
- Diametro de electrodo aplicable:  $f^{\circ}0.25$  mm ~  $f^{\circ}3.0$  mm ( $f^{\circ}0.012$ - h ~  $f^{\circ}0.118$ - h)



<b>SODICK K1C</b>			
SODICK_K1C	<b>Maquina Erosionadora por barrenado</b> Sodick modelo K1C -Autotransformador -Control digital para eje Z -Kit de instalación -Refacciones básicas para mantenimiento -Juego de guías estándar para electrodos de punto 8 mm -20 piezas de electrodos de cobre de .8mm x 300mm (.031" x 11.81") -Manual de operación -Juego de sujeción básico para pieza de trabajo. -Guarda contra salpicaduras -Mangueras de enjuague (tres)		37,950.00 USD
	<b>SUBTOTAL DE SODICK K1C</b>		<b>37,950.00 USD</b>
<b>SERVICIOS</b>			
SERVINSTYCAP	Instalación y capacitación		1.00 USD
FELTMAQ	FLETES MAQUINARIA - C		6,000.00 USD
	<b>SUBTOTAL DE SERVICIOS</b>		<b>6,001.00 USD</b>
		<b>Precio</b>	<b>43,951.00</b>
		<b>Descuento especial</b> 0.00%	<b>0.00</b>
		<b>Precio total</b>	<b>43,951.00 USD</b>

1) PRECIO ESTÁ SUJETO A IVA, SI LA VENTA SE REALIZA EN TERRITORIO NACIONAL

2) PRECIO COTIZADO CIF PUERTO CR (Maniobras de des

3) PARA ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y TERMINOS DE PAGO VER ANEXO A

#### Anexo 4: Cotización máquina Sodick K1C “Hole Popper”

**Valor total de la maquina modelo S5 - Pro Bundle**

Incluye:

- Ultimaker S5
- Air Manager
- Material Station

Producto	Cantidad	Costo Unitario	Total
S5 Pro Bundle (Ultimaker S5, Air Manager and Material Station)	1	USD 13 350.00	USD 13 350.00
		<b>Total</b>	<b>USD 13 350.00*</b>

\*TOTAL SIN IVA

**CONDICIONES:**

FORMA DE PAGO:

CONTADO

PAIS DE ORIGEN:

USA

TIEMPO DE ENTREGA :

3 SEMANAS

INSTALACIÓN:

INCLUIDO EN EL PRECIO

ENTRENAMIENTO:

INCLUIDO EN EL PRECIO

GARANTÍA:

1 (UN) AÑO

VALIDEZ DE LA OFERTA:

30 DIAS

Esperando que la misma sea de su completo agrado, me despido  
Atentamente,



Jose Murillo | Sales Representative  
Cel: +506 8834 – 2345  
Ofic: +506 2240 - 6804  
Grupo SG

Página 2



**Sommerus S.A.**  
www.grupo-sg.com  
+506 2240 6804  
info@grupo-sg.com



Por el Cliente: \_\_\_\_\_

Por Grupo SG: \_\_\_\_\_

Anexo 5: Cotización maquina impresora 3D Ultimaker S5 Pro

## TÉRMINOS & CONDICIONES

### Precio Total Por (1)

KTM-3VKF MP2 Knee Mill with MillPwr G2 <u>2-axis</u> CNC.....	\$33,460.00
KTM-3VKF MP3 Knee Mill with MillPwr G2 <u>3-axis</u> CNC.....	<b>\$37,460.00</b>

Precio en dólares estadounidenses

Precios bajo la modalidad EXW TUSTIN, CA 92780 USA, el Flete a destino no está incluido, no incluye gastos de importación, nacionalización ni impuestos de ningún tipo.

### TÉRMINOS DE PAGO:

30% por adelantado requerido con confirmación y la orden de compra, 60% una vez que la máquina esta lista para que el bróker la recoja y la lleve al puerto de salida y 10% restante, 30 días después de que las maquinas hayan sido enviadas.

**TIEMPO DE ENTREGA:** 30 días para despacho (USA).

**VALIDEZ DE LA OFERTA:** 30 días.

**GARANTÍA:** 12 meses en partes y servicios.

### **GARANTÍA DE SERVICIO TÉCNICO POSTVENTA:**

Meykan P Cuatro SRL, como distribuidor autorizado de Kent USA, cuenta con dos técnicos certificados por la fábrica para instalación, software, operación y mantenimiento de los equipos y sistemas incluidos.

**La instalación de la máquina es gratis, no tiene ningún costo adicional para el cliente.**

#### Dealer authorized by:

Kent Industrial USA Inc.  
1231 Edinger Ave., Tustin, CA 92780  
Tel: (714) 258-8526 • Fax: (714) 258-8530



Presente:  
**Nitinol Confluent Medical**

Atención:  
Luis Acevedo

Estimado Señor.  
Es un placer para nosotros presentar a su consideración nuestra mejor oferta en términos de precio y tiempo de entrega del siguiente producto: Centro de Torneado LYNX 2100A.



**Oferta Económica**

**LYNX 2100A EWX**

**\$ 70,100.00**

Anexo 7: Cotización máquina Torno CNC marca Doosan



**CÓDIGO CAPRIS:** 283509

**PRECISION MACHINES MAT-UE916A SIERRA CINTA METAL**  
**VELOC.VARIABLE 9" 1.1/2HP 230V 60HZ 1PH**

**CATEGORÍA:** SIERRAS CINTA PARA METAL

**MARCA:** PRECISION MACHINES

**MODELO:** MAT-UE916A

**INVENTARIO:** **DISPONIBLE**

**CANTIDAD DISPONIBLE:** 2

**CANT:**

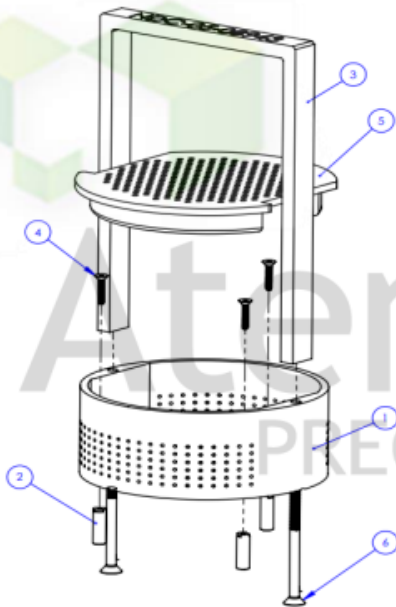
★★★★★

**PRECIO**  
Normal: ₡ 2,557,856.70 I.V.I

[COMPARTIR](#) [AGREGAR](#) [COMPARAR](#)

Anexo 8: Cotización máquina Sierra cinta



No. Parte	Descripción	Cantidad	Precio Unit	Total	
NDC-05-08943 Rev	Fabricacion completa de etching rinse basket Materiales dimensiones y tolerancias segun plano	3	\$1,450.00	\$4,350.00	
					
				Sub-total	\$4,350.00
				Imp. Ventas (13%)	\$0.00
				<b>TOTAL</b>	<b>\$4,350.00</b>

**Contacto**

Andrey Chacon

**Tiempo de Entrega**

2-3 Semanas despues de recibida la PO

**Forma de Pago**

Credito 30 dias

**Validez de la Oferta**

2 semanas

Enviar orden de compra a [info@atemisaprecision.com](mailto:info@atemisaprecision.com)

Anexo 10: Cotización herramienta en material acetal



**Fluorinar-C™ PVDF  
Filament made with  
Kynar® PVDF**

**\$250.00**

Order in EU, Asia or Africa

Size

Color: White

Diameter (mm) : 1.75

Filament Weight (g) : 1000

Part Number: NPFC175W1000

**\$250.00**

- 1 +

**Add to cart**

Category: Fluorinar™ Filament made with Kynar® PVDF

Anexo 11: Carrucha para impresión 3D material acetal



## Ultimaker Tough PLA – Negro

**\$64.95**

**Precios NO incluyen Impuesto de Ventas – Precios aplican para Costa Rica en Centroamerica. Favor cotizar si se encuentra en otro país.**

Filamento PLA reforzado y optimizado para imprimir modelos a mayores tamaños, para prototipado funcional, utillaje y herramientas de fabricación, sin deslaminación ni warping. Con una resistencia al impacto similar al ABS y mayor rigidez. Tough PLA es menos frágil que el PLA normal y da una mayor calidad superficial mate.

Disponible en bobina de filamento de 750 gramos.

**DGtalic – Distribuidor Autorizado de ULTIMAKER en Costa Rica y la región.**

Anexo 12: Carrucha para impresión 3D material PLA

