



Departamento de Ingeniería Industrial

Trabajo de Diploma

Mejora del proceso de Realización del Producto en
EDIN de Cienfuegos a partir
de la disminución de su Tiempo de Ciclo.

Autora
Yaneisy Alvarez Moreno

Tutor
MSc. Ing. Berlan Rodríguez Pérez
Lic. Belkis Martínez Fernández

“Año 54 de la Revolución.”



Dedicatoria



A mi mama, por su incondicionalidad y amor infinito, por ser la mano extendida que no me dejó desfallecer cuando todo parecía tan difícil y en especial a mi papa que en algún lugar hoy me acompaña y por el he sobrepasado cada obstáculo de este largo camino.

A mi novio, por la paciencia y el apoyo brindado en la consecución de mi sueño.

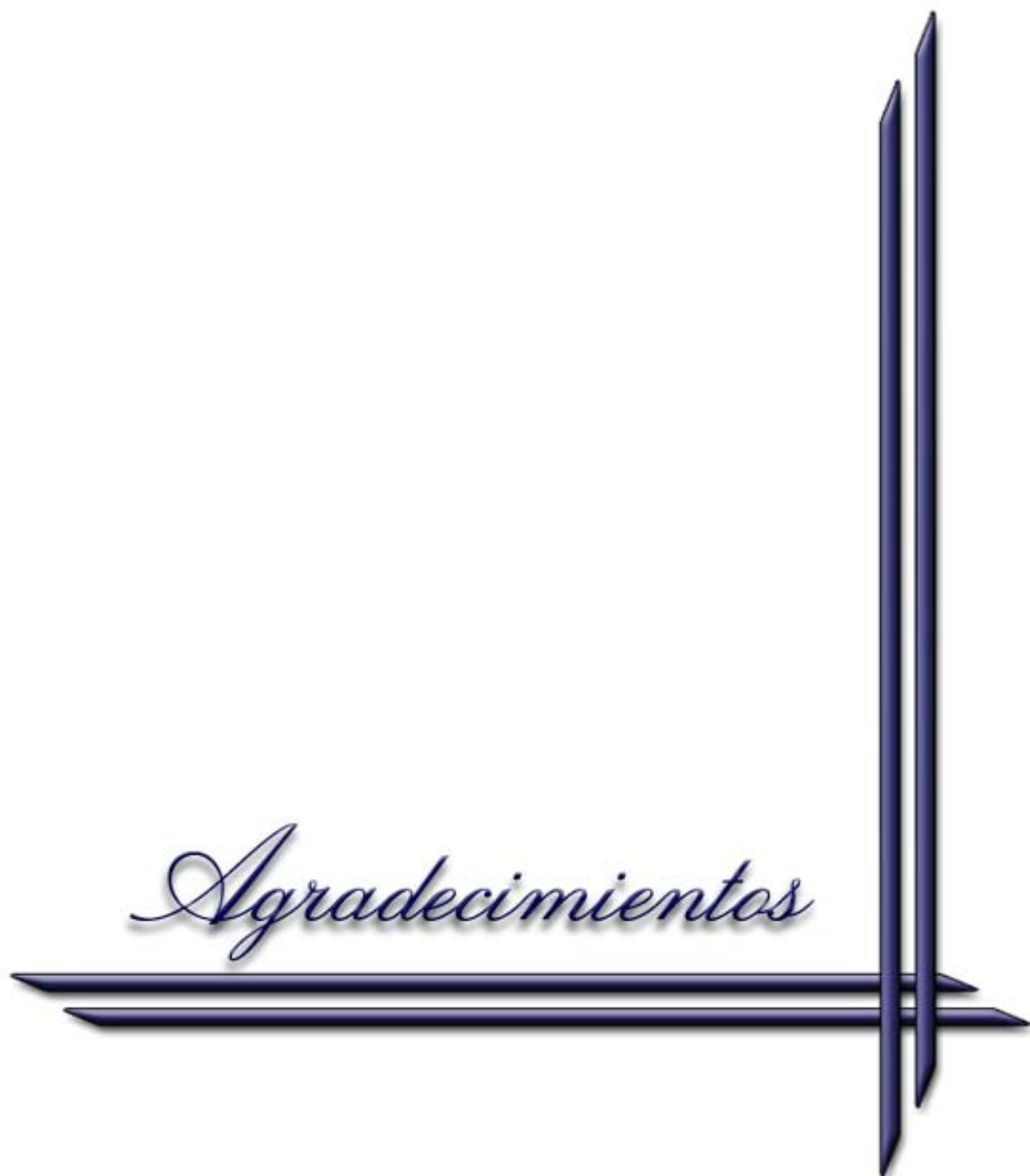
A mis hermanos y sobrinos porque han confiado en mí.

A mi amiga Normita porque su confianza, no dudo que este momento llegaría.

A Damarys porque siempre me guió en el camino correcto, para el logro de este sueño.

A los amigos, por recorrer juntos el largo camino de la vida y por ser la voz de ánimo para vencer los obstáculos.

Agradecimientos



Este trabajo es el fruto del esfuerzo realizado no solo por su autora, es el resultado del apoyo, la ayuda y la confianza depositada de muchas personas sin las cuales hubiera sido imposible de recorrer el camino trazado.

A mis padres, por todo el esfuerzo realizado para apoyarme en alcanzar esta meta.

A los amigos, por los gratos momentos compartidos y por la fe depositada en que lo lograríamos.

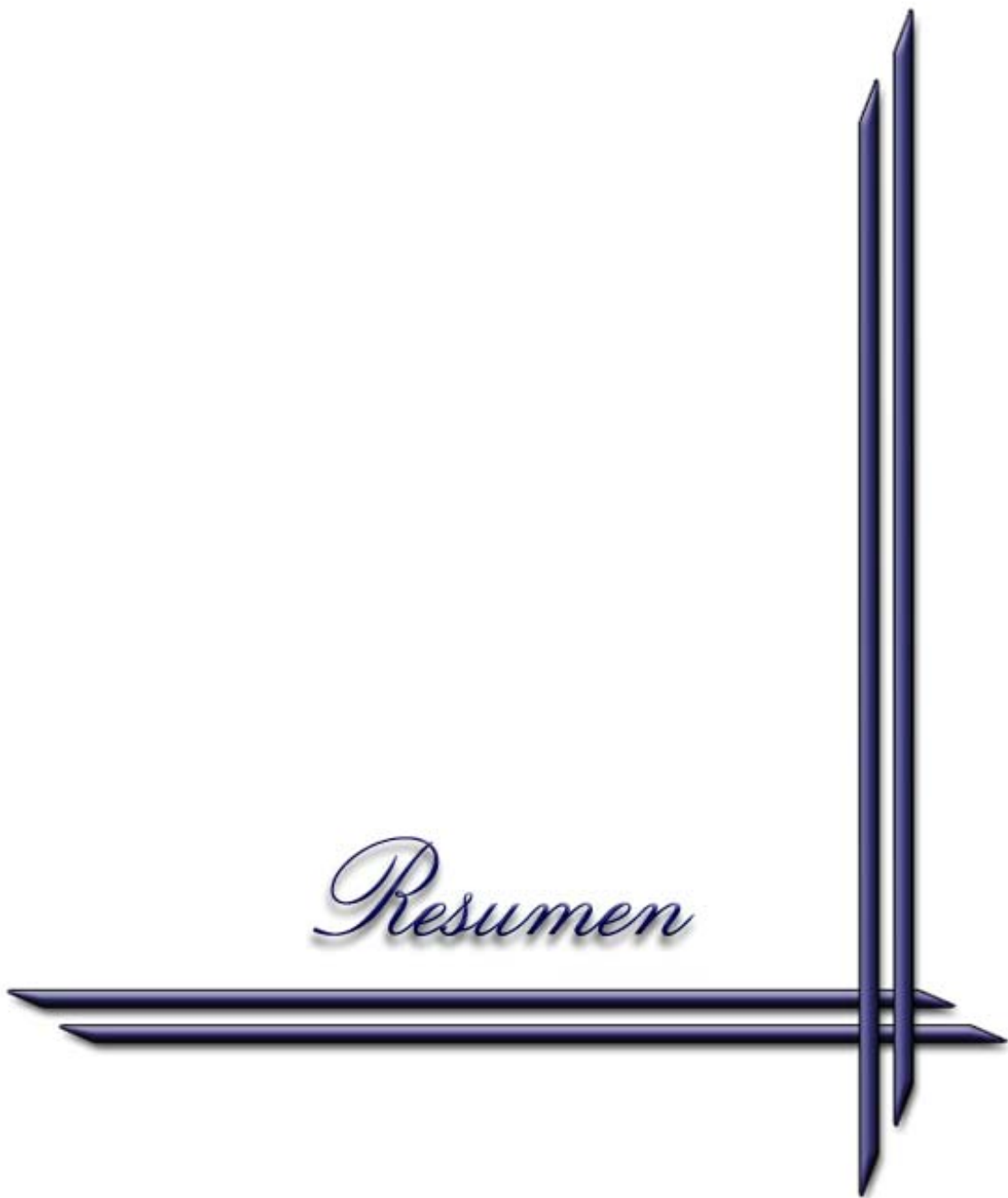
A los tutores, por saber guiarnos con su experiencia y sabiduría de las que hemos tratado de aprender lo que este tiempo nos ha permitido.

Y en general a todos aquellos que de alguna forma contribuyeron a hacer posible este resultado con el que cumplimos el sueño en el que hemos trabajado gran parte de nuestras vidas.

A todos,

Muchas gracias.

Resumen



Resumen.

El presente trabajo de diploma titulado “Mejora del proceso de Realización del Producto en la empresa de Diseño e Ingeniería de Cienfuegos a partir de la disminución del tiempo de ciclo” tiene como objetivo general aplicar la metodología Lean Seis Sigma/DAMIC, para la mejora del proceso de Realización del Producto orientado a disminuir su tiempo de ciclo.

Para dar cumplimiento a dicho objetivo se aplicaron un conjunto de técnicas como: revisiones de documentos, observaciones directas, fotografía colectiva, mapa de funciones cruzadas, Causa- Efecto, SIPOC, Diagrama de Pareto, Plan de Acción 5W2H y se simulan los procesos objeto de estudio para determinar el tiempo de el proceso actual y normar el proceso mejorado.

Como procesadores de datos se emplean diferente software como son: Quality Company, Statgraphics, Arena 10.0, Visio. Los cuales permiten en alguna medida identificar y analizar los principales problemas a resolver y dar propuestas de solución a los mismos.

Finalmente se realizaron un conjunto de propuestas de mejoras para cada situación detectada, además de los tiempos propuestos para el desempeño del proceso objeto de estudio.

Summary



Summary

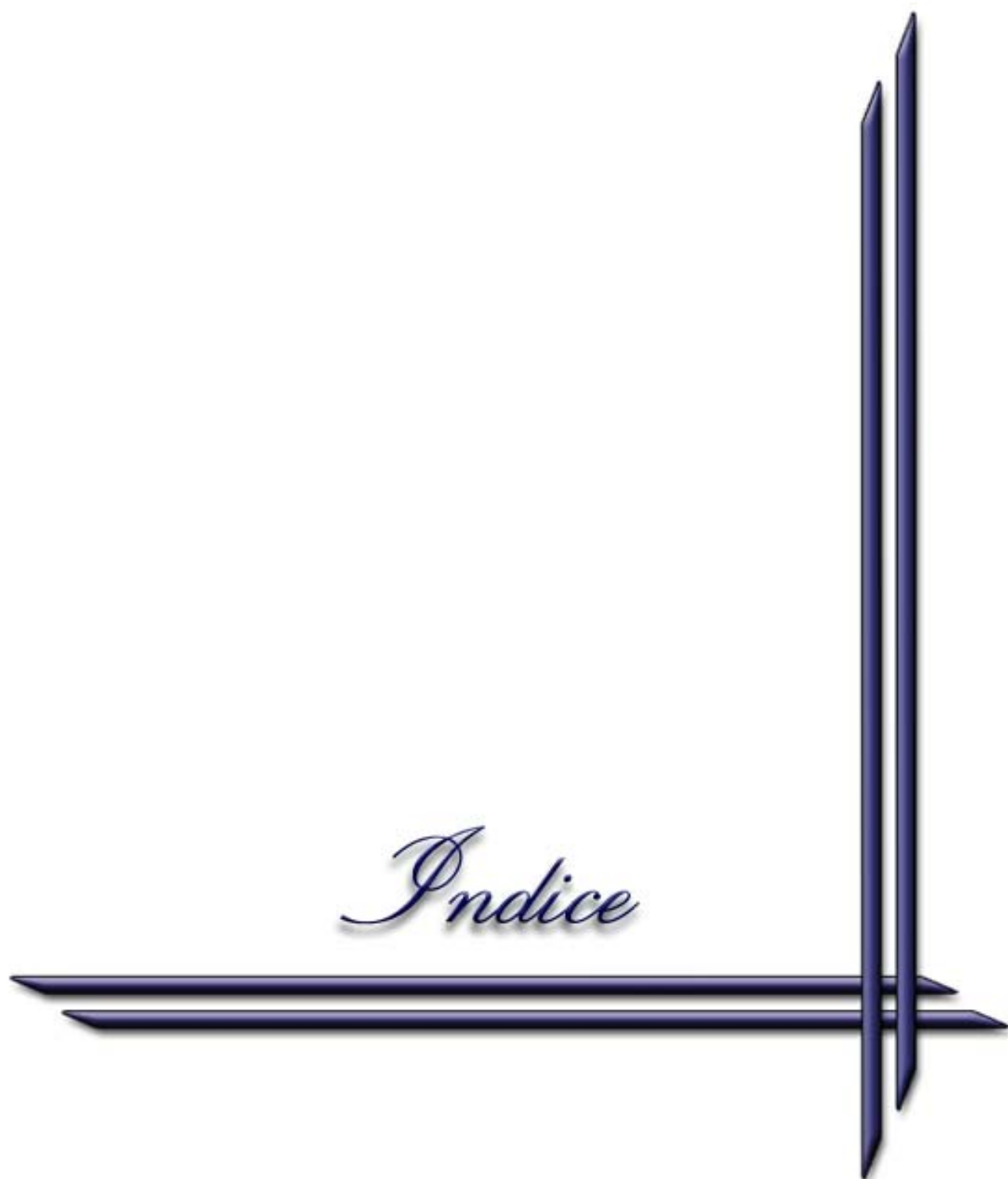
The present work titled "Improvement of Product Realization process in Design and Engineering Company of Cienfuegos to leave from the decrease of cycle's time the general objective to apply Lean Six Sigma/DAMIC methodology, to improve the Product Realization process guided to diminish the cycle's time.

To execute this objective were applied a group of technical like: revisions of documents, direct observations, collective photographs, crossed functions map, Causes - Effect, SIPOC, Pareto Diagram, 5W2H Action Plan and simulated study object processes to determine the current time of the process and normal the improved process.

As data processors were used different software like: Quality Company, Statgraphics, Arena 10.0, and Visio. These programs allow in some measure to identify and to analyze the main problems to solve and to give solution to same ones.

Finally was carried out some offers to improve for each detected situation, besides the times proposed to developed the process study object.

Indice

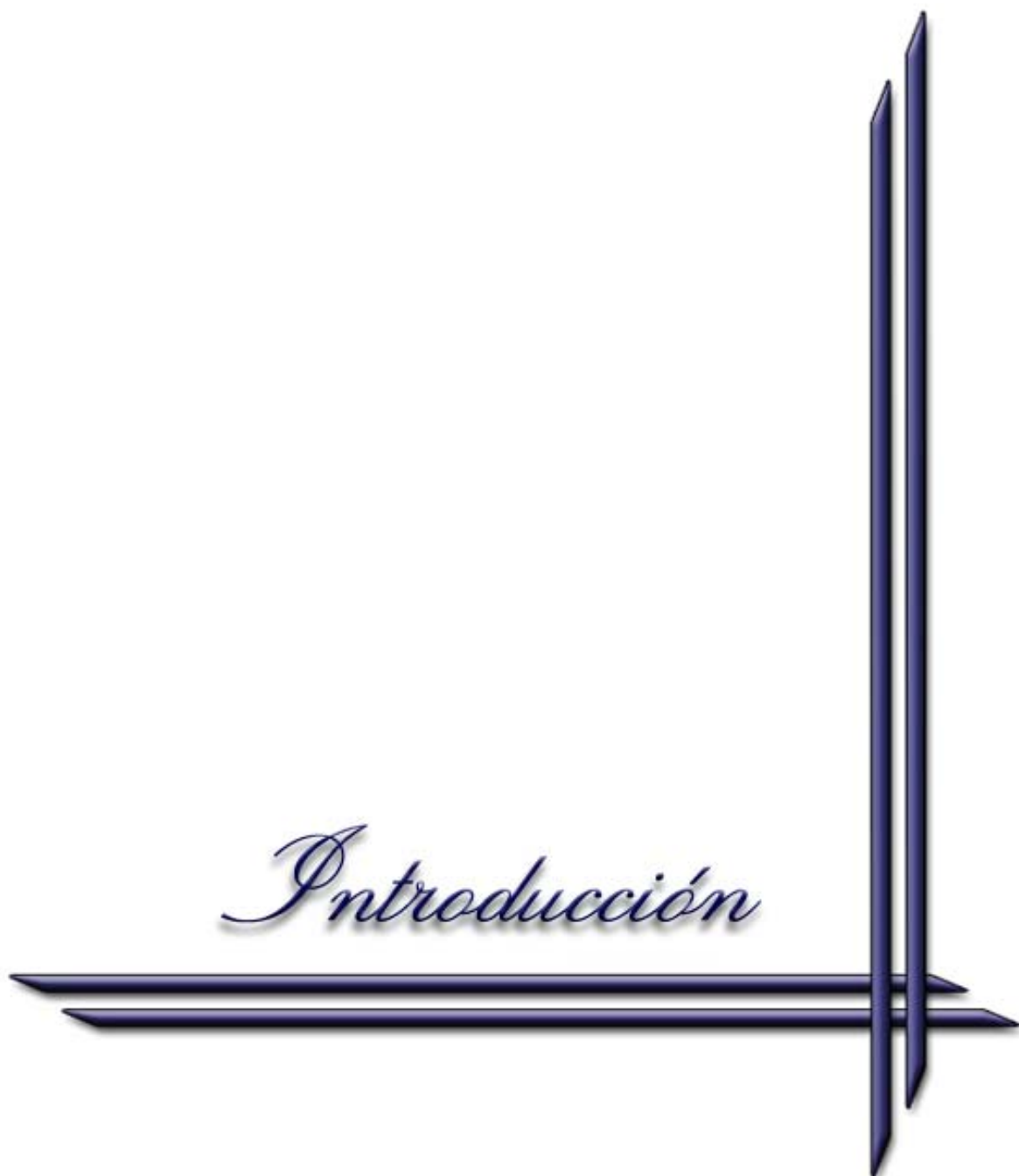


Índice.

Introducción	1
Capítulo 1: Marco teórico.....	3
1.1 Gestión por procesos.	4
1.1.1 Clasificación de procesos.	5
1.1.2 Requisitos básicos de un proceso.	5
1.1.3 Los principales componentes de la Gestión por Procesos son:	6
1.1.4 Importancia de la Gestión por Procesos.	7
1.2 Gestión de la calidad.	7
1.2.1 Conceptos de calidad.	10
1.3 Tiempo de ciclo.....	12
1.4 Valor agregado.	14
1.4.1 Análisis del valor agregado.....	15
1.5 Metodología de Gestión de Calidad	15
1.6 Metodología Seis Sigma.....	27
1.7 Simulación de procesos	28
Capítulo 2 : Descripción de la Metodología Lean Seis Sigma/DMAIC para la Disminución del Tiempo de Ciclo en la Realización del Producto.	33
2.1 Caracterización de la Empresa de Diseño e Ingeniería de Cienfuegos.....	33
2.2 Breve caracterización del proceso de Realización del Producto en la Empresa de Diseño e Ingeniería en Cienfuegos.	41
2.3 Descripción de la Metodología Lean Seis Sigma/DMAIC.	45
Capítulo 3: Diseño de una Metodología para el proceso de Realización del Producto en la Empresa de Diseño e Ingeniería de Cienfuegos.....	58

3.1 Diseño de la Metodología Lean Seis Sigma/DAMIC en el proceso de Realización del Producto en la Empresa de Diseño e Ingeniería de Cienfuegos.....	58
3.2 Etapa I: DEFINIR	58
3.3 Etapa II: MEDIR	60
3.4 Etapa III: ANALIZAR.....	62
3.4.1 Pasos en la realización del método de expertos.....	63
3.5 Etapa IV: MEJORAR	67
Anexos.....	88

Introducción



Introducción

Dentro del panorama empresarial moderno resulta indispensable para las organizaciones, Independientemente del tipo de producción o servicio que ofrece, la realización de sus actividades de manera eficiente y eficaz. En la actualidad existe una fuerte tendencia al convencimiento de que la vía para alcanzar estos niveles de eficiencia y eficacia, así como un reconocimiento dentro del entorno por la calidad de su producto o servicio se logra mediante la implementación de Sistemas de Gestión debido a que para lograr estos buenos resultados, las organizaciones necesitan gestionar sus actividades y recursos con la finalidad de orientarlos hacia la consecución de los mismos, lo que a su vez se ha derivado en la necesidad de adoptar herramientas y metodologías que permitan a las organizaciones configurar dicho sistema.

Producto a la constante evolución, las empresas se han visto obligadas a perfeccionar las técnicas y métodos. Para las organizaciones de hoy se hace cada vez más necesario el tema de Reducción del Tiempo de Ciclo, se constituye en un eslabón clave de la organización para responder de manera efectiva y distintiva, deseos y expectativas de los clientes, para lo cual es necesario diseñar, formular y poner en práctica estrategias.

Por primera vez en la empresa de Diseño e Ingeniería de Cienfuegos se realizara un análisis de reducción del Tiempo de ciclo en la Realización del Producto.

Situación Problemática:

El proceso de Realización del Producto constituye el Flujo del Valor para la Empresa de Diseño e Ingeniería de Cienfuegos ya que éste comprende las etapas de solicitud/pedido, contratación, diseño/ingeniería, entrega de los productos al cliente (Planos, especificaciones, informes). Los tiempos de ciclo de este proceso son variables y por lo general bastante extensos, muchas veces sobrepasan los compromisos pactados, lo cual genera quejas e insatisfacciones de los clientes, así como de otras partes interesadas en que se entreguen oportunamente los proyectos para la ejecución de las obras de construcción, lo cual repercute en el plazo de entrega de la edificación u obra civil a sus usuarios finales.

Problema Científico: ¿Cómo acortar el tiempo de ciclo en la Realización del Producto en la Empresa de Diseño e Ingeniería de Cienfuegos?

Hipótesis:

La aplicación de la metodología Lean Seis Sigma/DMAIC permitirá proponer alternativas de mejoras para reducir el tiempo de ciclo en la empresa objeto de estudio.

Objetivo General:

Aplicar la metodología Lean Seis Sigma/DMAIC, para la mejora del proceso de Realización del Producto orientado a disminuir su Tiempo de Ciclo.

Objetivos Específicos:

1. Realizar una caracterización general de proceso objeto de estudio.
2. Medir el desempeño actual del proceso relacionando.
3. Caracterizar los problemas que se presentan, precisando sus orígenes y posibles causas.
4. Proponer (Plan de Acción) para la disminuir el Tiempo de Ciclo.

Definición de Variables:

Dependiente

El tiempo de ciclo del proceso, el cual depende de la forma en que el proceso está organizado para funcionar.

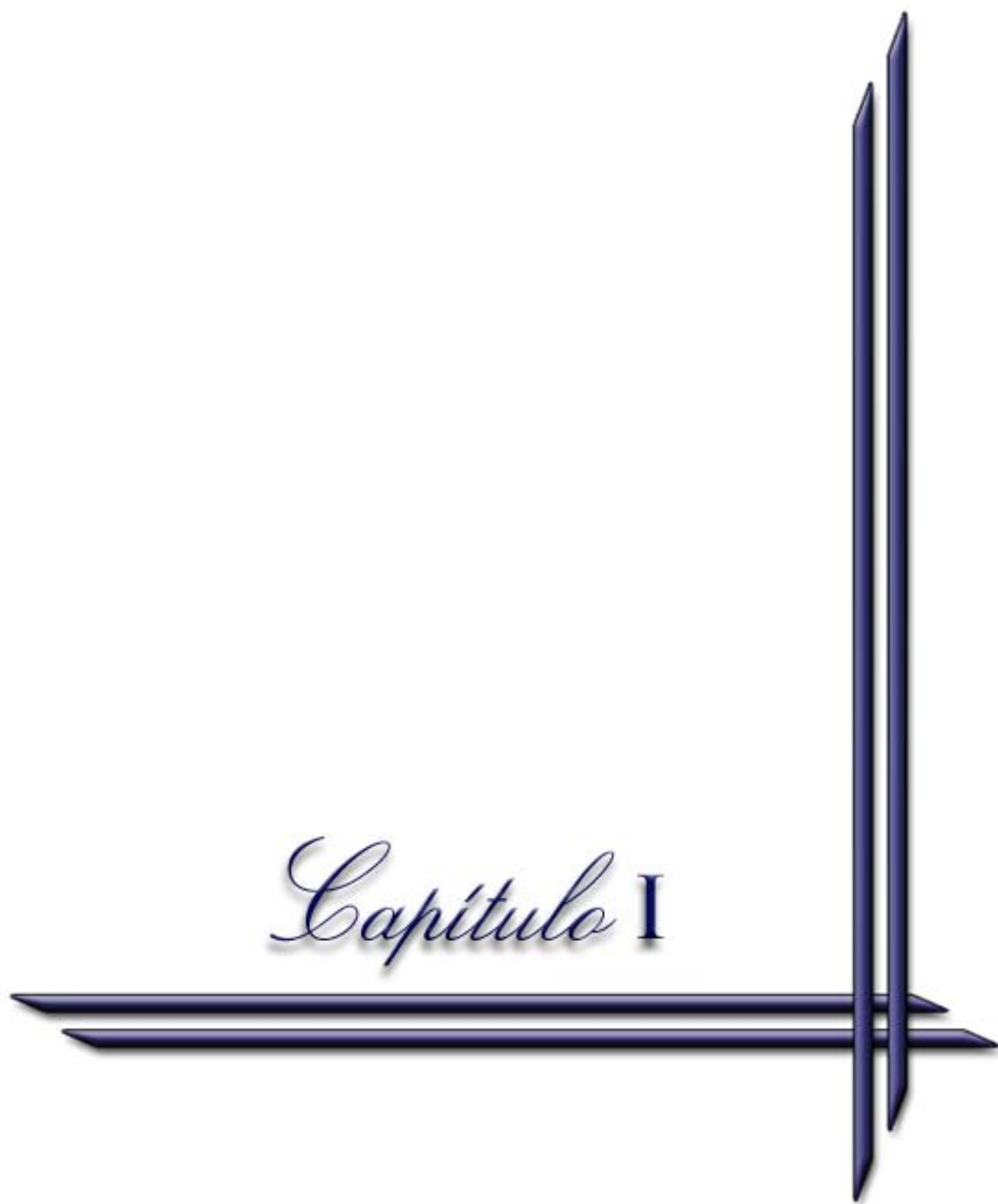
Independiente

La forma de organización del proceso, ya que los cambios en la forma en que se realiza este proceso influyen directamente en el tiempo de duración del mismo

Justificación de la Investigación:

Constituye un eslabón importante la necesidad de reducir el tiempo de ciclo en los procesos con gran importancia para la eficiencia de las empresas y en especial las de servicios. Se centra el análisis de esta investigación en el proceso de Realización del Producto, en la empresa objeto de estudio, por la necesidad de la empresa en reducir su tiempo de ciclo ya que este se encuentra afectado y necesita ser mejorado para la calidad de los servicio de manera efectiva y distintiva, y cumpla con los deseos y expectativas de los clientes.

Capítulo I



Capítulo 1: Marco teórico

En el presente capítulo cuyo hilo conductor se presenta en la Figura 1.1, se realiza un estudio de algunos términos y definiciones necesarios para el desarrollo de la investigación y los elementos que conforman el marco regulatorio. Para ello se realiza una búsqueda y análisis de la bibliografía referente a dichas temáticas demostrando los puntos de vistas, valoraciones y criterios de diferentes autores y los propios del estudio en cuestión.

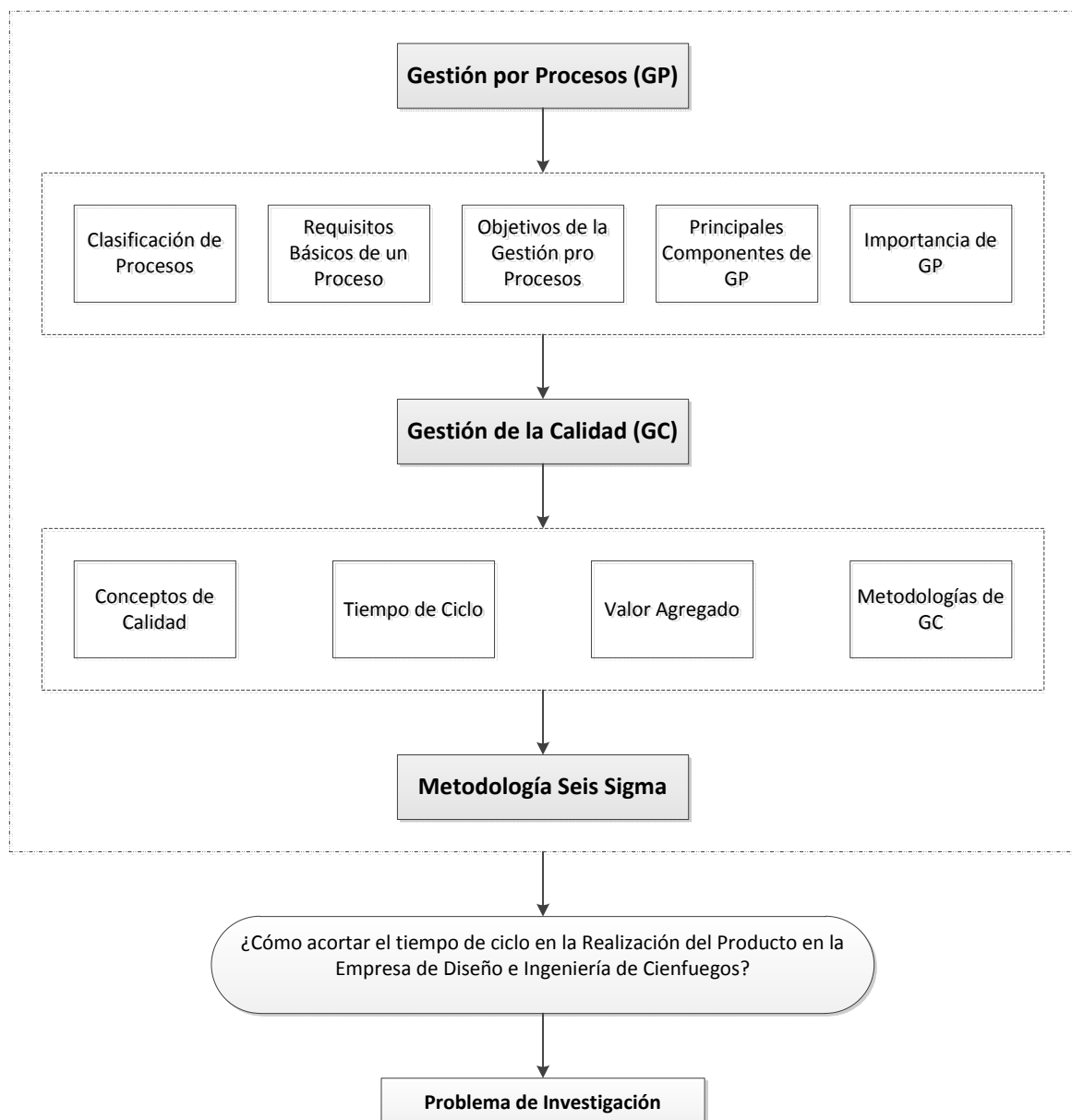


Figura 1: Hilo conductor del marco teórico de la investigación.

1.1 Gestión por procesos.

La gestión por procesos es un sistema de gestión organizacional, basado en criterios de Calidad Total, en el cual la atención se centra en los resultados de los procesos, los cuales, por otra parte, son objeto de simplificación y mejora continua.

La gestión por procesos puede coexistir en un principio con la administración funcional clásica, por lo que es un camino adecuado para iniciar un proceso de calidad total en una organización de características tradicionales, gradualmente y con más amplias perspectivas futuras. (Pons, 2006)

La gestión por procesos evidencia las fortalezas y debilidades del sistema, determina qué procesos es necesario rediseñar o mejorar, establece prioridades de mejora, asigna responsabilidades explícitas sobre los procesos, aumenta la capacidad de la organización para crear valor y, sobre todo, crea un contexto favorable a la implantación y mantenimiento de planes de mejora continua. Al reordenar y simplificar los flujos de trabajo, facilita las tareas del personal, y al centrar el enfoque en los usuarios, aumenta la satisfacción de los mismos. Diferentes criterios los cuales se muestran en el (Anexo 1).

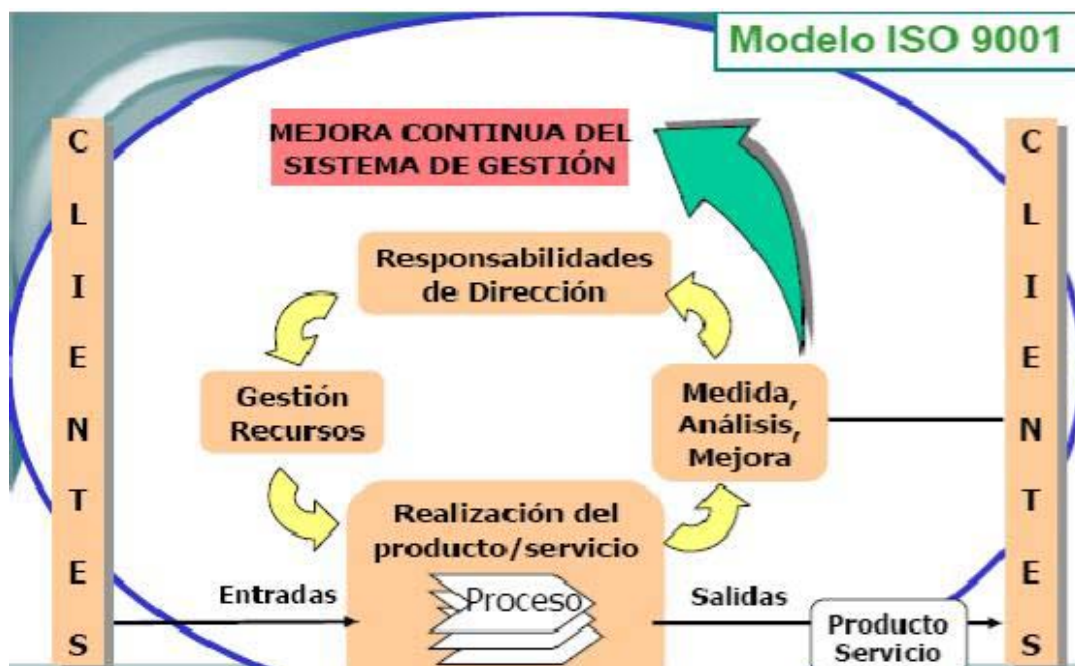


Figura 1.1: Modelo de un sistema de gestión de la calidad basado en procesos.

Fuente: (ISO 9001: 2000)

1.1.1 Clasificación de procesos.

Desde el punto de vista administrativo se pueden clasificar los procesos de la siguiente forma (Beltrán et al., 2002):

- **Los procesos estratégicos:** son aquellos procesos que están vinculados al ámbito de las responsabilidades de dirección y principalmente al largo plazo. Se refieren fundamentalmente a procesos de planificación y otros que se consideren ligados a factores claves o estratégicos.

- **Los procesos operativos o claves:** son aquellos procesos ligados directamente con la realización del producto y/o prestación del servicio. Son procesos de “línea”.

- **Los procesos de soporte:** son aquellos procesos que dan soporte a los procesos operativos. Se suelen referir a los procesos relacionados con recursos y mediciones.

1.1.2 Requisitos básicos de un proceso.

Las diferencias entre procesos y organizaciones crean muchos problemas de comunicación y de eficiencias en sus coordinaciones. Para solucionarlos las organizaciones comienzan a ordenarse en función de los procesos. Cuando asumen este principio, mejora la comunicación, la coordinación y la calidad, las cosas se hacen más rápido y de manera más económica.

Cada proceso tiene un principio y un fin, es bueno tener presente que el principio puede ocurrir en la frontera inicial del sistema con el ambiente, o al final puede corresponderse con el canal de salida. También puede tratarse de procesos internos cuyas entradas y salidas no articulan con el ambiente. En estos casos, estos procesos internos alimentan otros procesos, por lo que todos tienen consumidores, ya sea interno o externo.

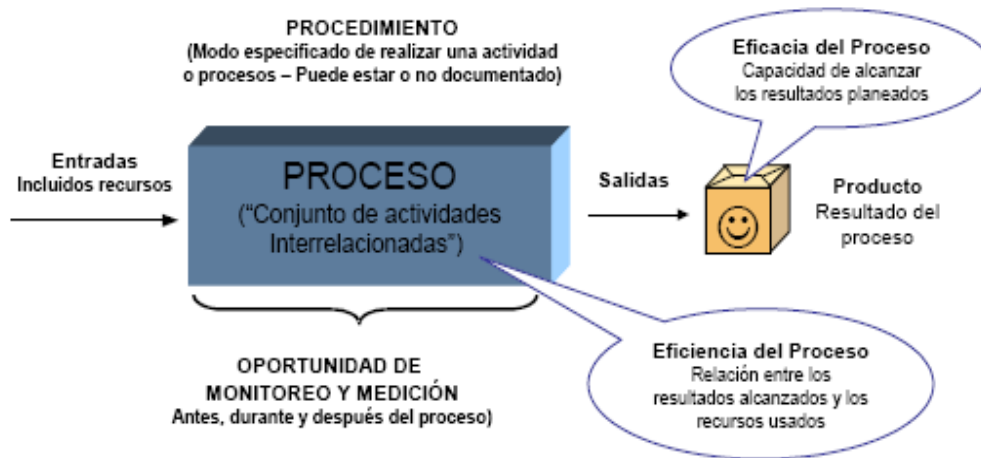


Figura 1.2 Esquema de proceso (Dueñas, L. 2004).

1.1.3 Los principales componentes de la Gestión por Procesos son:

- Los procesos clave
- La coordinación y el control de su funcionamiento
- La gestión de la mejora de los procesos
- El sistema de información para el seguimiento de los resultados
- Llevar adelante una gestión por procesos requiere continuidad en el propósito de mejora, una buena coordinación vertical y horizontal de los cambios, mediante un sistema integrado de información y comunicación, y motivar al personal para que asuma el compromiso de participar y trabaje en equipo.
- La gestión por procesos no requiere la creación de estructuras burocráticas adicionales, pero sí requiere la creación de un Comité Directivo interno que la coordine y controle la mejora de los procesos, y el ya mencionado sistema de información y comunicación.

Son varias las definiciones del término gestión por procesos pero todas ellas tratan explicar que la gestión por proceso pretende ver a la organización como un conjunto de procesos, los cuales se le asignarán objetivos a cada uno de ellos, siempre teniendo correspondencia con los objetivos finales de cada organización y con las necesidades expectativas de los clientes.

1.1.4 Importancia de la Gestión por Procesos.

La Gestión por Procesos tiene gran importancia ya que según posibilita:

- La mejora continua de las actividades desarrolladas.
- Eliminar las ineficiencias asociadas a la repetitividad de las actividades.
- Optimizar el empleo de los recursos,
- Aporta una identificación, documentación, definición de objetivos y responsables de los procesos y permite la eliminación de actividades sin valor añadido, reducción de tiempos y de burocracia. (Benavides, 2003)

1.2 Gestión de la calidad.

La búsqueda y el afán de perfección ha sido una de las constantes del hombre a través de la historia, y la calidad una de sus manifestaciones.

1º Sus orígenes se remontan al hombre primitivo, que todo lo que hacía lo usaba él mismo.

2º La formación de las primeras comunidades humanas estables, que basaban sus relaciones comerciales en el trueque, hizo necesario la necesidad de establecer especificaciones, apareciendo los comerciantes y los inspectores.

3º Con la revolución industrial, los artesanos se convierten en trabajadores de las empresas, Taylor enuncia la gestión científica del trabajo.

Evolución de la calidad a lo largo del siglo XX.

AÑOS 30: Shewhart publicó el primer tratado estadístico de aplicación a la gestión de la Calidad. Fue el inventor de los gráficos de control. Es el padre de la calidad.

AÑOS 40-50: Deming y Juran, coincidiendo con la II Guerra Mundial, participan en el desarrollo del Programa de Gestión de la Calidad. Deming generalizó el empleo del Control Estadístico del Proceso y realizó la famosa Rueda de Deming. Juran introdujo la idea de que la calidad del producto o servicio reside en la mentalización del personal de la organización y no en la inspección, por ello se le considera el fundador de la Calidad Total.

AÑOS 60: Se introduce, coincidiendo con la expansión de la electrónica, la implantación de las técnicas de mantenibilidad y fiabilidad. Ishikawa puso en marcha los Círculos de calidad.

AÑOS 70: Surgen movimientos asociacionistas de consumidores para la protección frente a los fabricantes y vendedores. En Japón Taguchi investiga las Técnicas de Ingeniería de la Calidad, y desarrolla el método DEE (Diseño Estadístico de Experimentos).

AÑOS 80: CROSBY propuso los 14 puntos de la Gestión de la Calidad, y las cuatro calidades absolutas (definición de calidad, sistema de calidad, cero defectos, y medición de la calidad).

AÑOS 90: Se continúa con los avances en el campo de la Calidad, como por ejemplo, el Modelo Europeo de la Calidad (EFQM).

Un Sistema de Gestión de la [Calidad](#) es una estructura operacional de trabajo, bien documentada e integrada a los procedimientos técnicos y gerenciales, para guiar las acciones de la fuerza de trabajo, la maquinaria o equipos, y la información de la organización de manera práctica y coordinada y que asegure la satisfacción del cliente y bajos costos para la calidad. (Diallo, 2009)

En otras palabras, un Sistema de Gestión de la Calidad es una serie de actividades coordinadas que se llevan a cabo sobre un conjunto de elementos (Recursos, Procedimientos, Documentos, Estructura organizacional y Estrategias) para lograr la calidad de los productos o servicios que se ofrecen al cliente, es decir, planear, controlar y mejorar aquellos elementos de una organización que influyen en satisfacción del cliente y en el logro de los resultados deseados por la organización.

Si bien el concepto de Sistema de Gestión de la Calidad nace en la industria de manufactura, estos pueden ser aplicados en cualquier sector tales como los de Servicios y Gubernamentales.

Para implementar un Sistema de Gestión de la Calidad, una organización debe de tomar en cuenta la siguiente estructura:

Estrategias: Definir políticas, objetivos y lineamientos para el logro de la calidad y satisfacción del cliente. Estas políticas y objetivos deben de estar alineados a los resultados que la organización desee obtener.

Procesos: Se deben de determinar, analizar e implementar los procesos, actividades y procedimientos requeridos para la realización del producto o servicio, y a su vez, que se

encuentren alineados al logro de los objetivos planteados. También se deben definir las actividades de seguimiento y control para la operación eficaz de los procesos.

Recursos: Definir asignaciones claras del personal, Equipo y/o maquinarias necesarias para la producción o prestación del servicio, el ambiente de trabajo y el recurso financiero necesario para apoyar las actividades de la calidad.

Estructura Organizacional: Definir y establecer una estructura de responsabilidades, autoridades y de flujo de la comunicación dentro de la organización.

Documentos: Establecer los procedimientos documentos, formularios, registros y cualquier otra documentación para la operación eficaz y eficiente de los procesos y por ende de la organización

También existen varias normativas estandarizadas que establecen requisitos para la implementación de un Sistema de Gestión de la Calidad, y que son emitidas por organismos normalizadores como la ISO, DIS, entre otros. Ejemplos de estas normativas están:

- [ISO 9001](#) - Requisitos para un Sistema de Gestión de la Calidad (Aplicable a cualquier organización, sin importar tamaño o sector)
- ISO 17025 - Requisitos para un Sistema de Gestión de la Calidad en Laboratorios de Ensayos y Calibración.
- ISO 15189 - Requisitos para un Sistema de Gestión de la Calidad en Laboratorios Clínicos.



Figura 1.3: Estructura del sistema de gestión de calidad.

1.2.1 Conceptos de calidad.

Calidad es el conjunto de propiedades y características de un producto o servicio que le confieren capacidad de satisfacer necesidades, gustos y preferencias, y de cumplir con expectativas en el consumidor. Tales propiedades o características podrían estar referidas a los insumos utilizados, el diseño, la presentación, la estética, la conservación, la durabilidad, el servicio al cliente, el servicio de postventa, etc.

Algunos consumidores podrían preferir determinadas propiedades o características, mientras que otros podrían preferir otras, pero en ocasiones existen ciertas propiedades o características que siempre deben ser satisfechas para que un producto o servicio pueda ser considerado de calidad. Por ejemplo, en un restaurante, por más exquisita que sea la comida, si la atención es mala o lenta, difícilmente habrá algún consumidor que considere al restaurante como de calidad.

En general, podríamos decir que un producto o servicio es de calidad cuando cuenta con insumos de primera, cuenta con un diseño atractivo, cuenta con una buena presentación, es durable en el tiempo, y está acompañado de un buen servicio al cliente, a tal grado que satisface necesidades, gustos y preferencias, y cumple o sobrepasa expectativas en el consumidor.

Calidad tiene muchas definiciones, pero la básica es aquella que dice que aquel producto o servicio que nosotros adquiramos satisfaga nuestras expectativas sobradamente. Es decir, que aquel servicio o producto funcione tal y como nosotros queramos y para realizar aquella tarea o servicio que nos tiene que realizar. Con todo y a pesar de esta definición el término "Calidad" siempre será entendido de diferente manera por cada uno de nosotros, ya que para unos la Calidad residirá en un producto y en otros en su servicio posventa de este producto, por poner un ejemplo. Lo cierto es que nunca llegaremos a definir exactamente lo que representa el término Calidad a pesar de que últimamente este término se haya puesto de moda.

La calidad puede definirse como la conformidad relativa con las especificaciones, a lo que al grado en que un producto cumple las [especificaciones](#) del [diseño](#), entre otras cosas, mayor su calidad o también como comúnmente es encontrar la satisfacción en un producto cumpliendo todas las expectativas que busca algún cliente, siendo así controlado por reglas las cuales deben salir al mercado para ser inspeccionado y tenga los requerimientos estipulados por las organizaciones que hacen certificar algún producto.

La calidad significa aportar valor al cliente, esto es, ofrecer unas condiciones de uso del producto o servicio superiores a las que el cliente espera recibir y a un precio accesible. También, la calidad se refiere a minimizar las pérdidas que un producto pueda causar a la sociedad humana mostrando cierto interés por parte de la empresa a mantener la satisfacción del cliente.

Una visión actual del concepto de calidad indica que calidad es entregar al cliente no lo que quiere, sino lo que nunca se había imaginado que quería y que una vez que lo obtenga, se dé cuenta que era lo que siempre había querido.

La ISO 9000 no deja de ser un estándar de Calidad, es decir una norma aplicada por todos igual para que todos los que la poseen y pasan una certificación por una entidad registrada dicen que tú cumples esa norma y por tanto eres igual a todos los que la poseen. En concreto, las normas ISO 9000 son referentes a los Sistemas de Calidad y permiten certificar que la empresa que posee el certificado tiene implementado un Sistema de Calidad en toda su estructura, es decir, que se orienta de cara a satisfacer las expectativas de sus clientes.

Fuente: (Esteban Altozano)

Otras definiciones de organizaciones reconocidas y expertos del mundo de la calidad son:

- Definición de la norma [ISO 9000](#): “Calidad: grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos”.
- Según **Luís Andres Arnauda Sequera** Define la norma ISO 9000 "Conjunto de normas y directrices de calidad que se deben llevar a cabo en un proceso".
- [Real Academia de la Lengua Española](#): “Propiedad o conjunto de propiedades inherentes a una cosa que permiten apreciarla como igual, mejor o peor que las restantes de su especie”.
- [Philip Crosby](#): “Calidad es cumplimiento de requisitos”.
- [Joseph Juran](#): “Calidad es adecuación al uso del cliente”.
- [Armand V. Feigenbaum](#): “Satisfacción de las expectativas del cliente”.
- [Genichi Taguchi](#): “Calidad es la pérdida (monetaria) que el producto o servicio ocasiona a la sociedad desde que es expedido”.
- [William Edwards Deming](#): “Calidad es satisfacción del cliente”.
- [Walter A. Shewhart](#): “La calidad como resultado de la interacción de dos dimensiones: dimensión subjetiva (lo que el cliente quiere) y dimensión objetiva (lo que se ofrece).”

1.3 Tiempo de ciclo.

El tiempo del ciclo es la cantidad total de tiempo que se requiere para completar el proceso. Esto no sólo incluye la cantidad de tiempo que se requiere para realizar el trabajo, sino también el tiempo que se dedica a trasladar documentos, esperar, almacenar, revisar y repetir el trabajo. El tiempo del ciclo es un aspecto fundamental en todos los procesos críticos de la empresa. La reducción del tiempo total de ciclo libera recursos, reduce costos, mejora la calidad del *output* y puede incrementar las ventas. Por ejemplo, si reduce el tiempo del ciclo correspondiente al desarrollo del proceso, podrá ganar ventas y participación de mercado. Si reduce el tiempo del ciclo del producto, reducirá el costo del inventario y mejorará los despachos Si reduce el ciclo de facturación, tendrá más dinero en efectivo a su alcance. El tiempo del ciclo puede establecer la diferencia entre el éxito y el fracaso.

Se debe calcular el tiempo real del ciclo de su proceso. Este tiempo probablemente será totalmente diferente del tiempo teórico del ciclo, definido en los procedimientos escritos o supuestos por la organización. Existen cuatro formas de reunir esta información: medidas finales, experimentos controlados, investigación histórica y análisis científico.

El "tiempo de ciclo" es el tiempo (en segundos o minutos) que tarda en completarse un ciclo de producción. Son por lo tanto términos relacionados, pero distintos. Se trata lógicamente de una variable importantísima en el proceso de producción. El tiempo de ciclo es la cantidad de tiempo necesaria para completar una tarea del proceso

Beneficios:

- Satisfacer al cliente.
- Reducir gasto interno y externo.
- Incrementar la capacidad.
- Simplificar la operación.
- Reducir daño al producto.
- Continuar siendo competitivo.

(James Harrington 1993), para él mejorar un proceso, significa cambiarlo para hacerlo más efectivo, eficiente y adaptable, qué cambiar y cómo cambiar depende del enfoque específico del empresario y del proceso.

(Fadi Kabboul 1994), define el Mejoramiento Continuo como una conversión en el mecanismo viable y accesible al que las empresas de los países en vías de desarrollo cierran la brecha tecnológica que mantienen con respecto al mundo desarrollado.

(Abell, D. 1994), da como concepto de Mejoramiento Continuo una mera extensión histórica de uno de los principios de la gerencia científica, establecida por Frederick Taylor, que afirma que todo método de trabajo es susceptible de ser mejorado (tomado del Curso de Mejoramiento Continuo dictado por Fadi Kbbaul).

L.P. Sullivan (1CC 994), define el Mejoramiento Continuo, como un esfuerzo para aplicar mejoras en cada área de la organización a lo que se entrega a clientes.

Eduardo Deming (1996), según la óptica de este autor, la administración de la calidad total requiere de un proceso constante, que será llamado Mejoramiento Continuo, donde la perfección nunca se logra pero siempre se busca.

El Mejoramiento Continuo es un proceso que describe muy bien lo que es la esencia de la calidad y refleja lo que las empresas necesitan hacer si quieren ser competitivas a lo largo del tiempo.

1.4 Valor agregado.

Es el valor adicional que adquieren los bienes y servicios al ser transformados durante el proceso productivo. El valor agregado o producto interno bruto es el valor creado durante el proceso productivo. Es una medida libre de duplicaciones y se obtiene deduciendo de la producción bruta el valor de los bienes y servicios utilizados como insumos intermedios. También puede calcularse por la suma de los pagos a los factores de la producción, es decir la remuneración de asalariados, el consumo de capital fijo, el excedente de operación y los impuestos a la producción netos de los subsidios correspondientes.

El valor agregado o valor añadido es el valor que un determinado proceso productivo adiciona al ya plasmado en la materia prima y el capital fijo (bienes intermedios) (e.g. marca) o desde el punto de vista de un productor, es la diferencia entre el ingreso y los costos de la materia prima y el capital fijo. Desde el punto de vista contable es la diferencia entre el importe de las ventas y el de las compras.

El valor agregado puede estimarse para una empresa, un sector de la economía o para un país, o para la economía internacional. La técnica del ingreso-producto determina la corriente anual de bienes y servicios, obtenidos en función de los insumos o recursos utilizados procedentes de otros núcleos productivos.

Desde el punto de vista macroeconómico el valor agregado es la suma total de los sueldos, salarios u honorarios, intereses, alquileres, beneficios de los empresarios e impuestos percibidos por el Estado, en un determinado período. El valor agregado es también conocido como plusvalía, o sea la diferencia de tiempo trabajado en función del empleador sin beneficio para el trabajador, pues lo devengado en ese período no equivale a lo percibido.

Valor agregado o valor añadido, en términos de marketing, es una característica o servicio extra que se le da a un producto o servicio, con el fin de darle un mayor valor comercial; generalmente se trata de una característica o servicio poco común, o poco usado por los competidores, y que le da al negocio o empresa cierta diferenciación

Si nos encontramos en la situación de querer iniciar un negocio, debemos tener en cuenta que ideas de negocio pueden haber muchas, pero si somos capaces de idear un producto o servicio que ofrezca un valor agregado, será una verdadera oportunidad de negocio.

Si ya contamos con nuestro negocio, debemos tener en cuenta que negocios pueden haber muchos, pero si somos capaces de brindar un valor agregado a nuestros productos o servicios, contaremos con un negocio competitivo. (Heizer & Render, 2001)

1.4.1 Análisis del valor agregado.

¿Qué es el análisis de valor agregado?

Un componente importante de ASPIRE es el uso de fuentes de datos de alta calidad, particularmente el análisis de valor agregado para guiar las decisiones referentes a la instrucción. El análisis de valor agregado es un método estadístico usado para evaluar el impacto de los maestros y la escuela en el [progreso académico](#) de los estudiantes de un año a otro.

A partir de este año, HISD usará el análisis de valor agregado para calcular el progreso académico de los estudiantes, maestros, grados y escuelas usando el modelo del Dr. William Sanders' EVAAS®. Este es reconocido como el modelo estadísticamente más riguroso del país para calcular el análisis de valor agregado. (Courbois 1975)

En pocas palabras, este instrumento demuestra el impacto de los maestros y las escuelas sobre el rendimiento académico de los alumnos. Usando este proceso, los maestros, escuelas y distritos pueden comenzar a interpretar el impacto de sus currículos, instrucción, programas y prácticas sobre el rendimiento estudiantil.

1.5 Metodología de Gestión de Calidad.

Antes de implantar cualquier método de mejora de la calidad hay unos principios básicos que se deben cumplir en todas las organizaciones, estos principios son:

1. La dirección de la empresa debe estar muy integrada y activa en el método de mejora de calidad, ya que son los encargados de difundir la Política de Calidad de la empresa (Dale y Cooper, 1992; Tummala y Tang; 1996, pp. 3-38; Badri *et al.*; 1995 pp. 35- 65; Dale, 1994, pp. 333–361; 1999, pp. 34 –49; York, 1994, pp. 34-60).

2. La formación es una de las bases del sistema. El personal de la empresa debe estar bien formado en sistemas de calidad, sobre todo los encargados de su gestión, ejecución y control (Arthur Andersen 1995; pp. 30-40, York, 1994, pp. 34-60).

3. La dirección debe crear un buen ambiente de trabajo, para que toda la organización esté predispuesta a dar apoyo al método de mejora de calidad que se va a implantar (Herbig et al, 1994, pp. 33-36; Atkinson, 1990; Kanji, 1994, pp. 105-111; Sanders, 1992; Randolph, 1995, pp. 19-32; Arthur Andersen 1995; pp.30-40; York, 1994, pp. 34-60).

Además, es conveniente definir criterios básicos sobre la empresa, tales como (Oakand, 1989; Powell, 1995, pp. 15-33; Black y Porter, 1995, pp. 149-164; Conti, 1993; York, 1994, pp. 34-60):

- ❖ ¿Qué productos o servicios se quieren ofrecer a los clientes?
- ❖ ¿Quiénes son nuestros clientes?
- ❖ ¿Qué objetivos tiene la empresa a medio-largo plazo?
- ❖ ¿Qué valores de empresa estamos buscando?
- ❖ ¿Qué situación tenemos y a qué situación queremos llegar en el mercado? etc.

Definidos los criterios de la empresa, se implantará el sistema de calidad más apropiado; para lo cual existen metodologías que ayudarán a cumplir los principios básicos ya que la implantación del sistema de calidad sea provechosa para la empresa. Entre las metodologías más implantadas están las que pasamos a describir en los siguientes apartados.

El método de las 5 S (Imai, 1996, pp. 15-35; 1998), también denominado de las 5 C o "**housekeeping**", es un modelo sencillo muy indicado para el inicio de la implantación de los programas de calidad. Es un proceso fácil para poner orden dentro de la empresa. El nombre de las 5 S viene de las iniciales de sus 5 etapas de desarrollo en japonés.

El objetivo de esta metodología es crear hábitos de organización, orden y limpieza en el lugar de trabajo (Martins; 1994); mejorando así las condiciones de trabajo y de seguridad, el clima laboral, la motivación y la eficiencia. Esto dará como resultado una disminución de costes y un incremento en la productividad y la competitividad de la empresa.

Las descripciones de las cinco etapas las podemos ver en la tabla nº 4 (Kume; 1995; Brocka y Brocka 1994).

Tabla1.1: Las Cinco S

Japonés	Inglés	Español
<i>Seiri</i>	<i>Clear</i>	Separar todo lo innecesario y eliminarlo.
<i>Seiton</i>	<i>Configure</i>	Disponer en forma ordenada todos los elementos que quedan
<i>Seiso</i>	<i>Clean</i>	Mantener limpias las máquinas y los ambientes de trabajo.
<i>Seiketsu</i>	<i>Conform</i>	Extender hacia uno mismo el concepto de limpieza y practicar de forma continua los tres anteriores.
<i>Shitsuke</i>	<i>Custum and practice</i>	Construir autodisciplina y hábito de comprometerse en las 5 S mediante el establecimiento de estándares.

El primer paso se denomina **Seiri**, y consiste en clasificar todos los objetos, herramientas, productos, suministros, bancos de trabajo, etc., en dos grandes grupos: los que son necesarios y los que no lo son, y éstos últimos eliminarlos. Se suelen eliminar todos los que no se van a utilizar en un mes. Los objetos que normalmente no se utilizan, pero que pueden ser utilizados alguna vez, se guardarán en otro lugar clasificados para su control. De esta forma pueden salir a la luz una infinidad de costes de objetos, productos, etc., que no son útiles y están ocupando sitio, perjudicando el ambiente de trabajo. También se pueden detectar productos prematuramente fabricados, inventarios de productos excesivos que puede que no se lleguen a utilizar en años, etc. poniendo de manifiesto importantes costes de calidad que se verán reducidos al poner en práctica esta metodología.

La segunda etapa se denomina **Seiton**. Una vez realizada la clasificación anterior, todo lo innecesario se debe retirar, dejando sólo un número mínimo de lo necesario. Este grupo se clasifica y dispone de forma que minimice el tiempo de búsqueda y el esfuerzo, de esta manera se incrementará la productividad y se reducirán los costes.

El tercer paso es el **Seiso**. En este caso se trata de limpiar todo el entorno de trabajo, incluidas las máquinas, herramientas, pisos, paredes, etc. Al limpiar una máquina se pueden

encontrar y descubrir muchos defectos de funcionamiento. Así, con un coste de prevención, como podíamos catalogar el **Seiso**, se pueden eliminar muchos costes de fallos.

La cuarta etapa es el **Seiketsu**. Se trata de mantener la limpieza por medio de uso de ropa de trabajo adecuada, lentes, guantes, zapatos de seguridad, etc.

El quinto paso es el **Shitsuke**. Consiste en realizar el trabajo conforme a unas normas establecidas. Hay que mantener la autodisciplina y el hábito de practicar las 5 S.

Este método está muy indicado, como un primer paso, para empresas que valoran la calidad pero no han iniciado la aplicación de ningún sistema de calidad (Fundación Valenciana de la Calidad FVQ; www.fvc.es ,13/11/2000). Su puesta en marcha es sencilla y la obtención de resultados concretos y positivos es muy rápida. Las mejoras que aporta, según la FVQ son:

- Menos productos devueltos.
- Menos averías.
- Mejor imagen ante clientes.
- Menos movimientos y traslados inútiles.
- Menos accidentes.
- Menor nivel de existencias de inventarios.
- Más espacio.
- Orgullo del lugar en que se trabaja.
- Comunicación más fluida.
- Mayor motivación de los trabajadores.
- Mejor identificación de los problemas.
- Mayor compromiso y responsabilidad en las tareas.
- Más cooperación y trabajo en equipo.
- Mayor conocimiento del puesto.
- Más sugerencias e iniciativas de mejora.

Esta metodología la aconsejamos a todas las empresas ya que con poca inversión los resultados que se obtienen son muy importantes y sirve como punto de referencia para ver el potencial de mejoras y de ahorros de costes que se pueden obtener con la implantación de los sistemas de calidad.

El Mantenimiento Productivo Total (*Total Productive Management*) (TPM), no es más que el mantenimiento productivo normal pero desarrollado por todos los empleados a través de pequeños grupos de mejora. Es en realidad un sistema basado en una metodología que abarca todas las funciones que se desarrollan en la empresa (Codina y Barba, 2000 pp. 10-17). Las siglas TPM se definieron en 1971 por el Instituto Japonés de Ingenieros de Planta.

El TPM incluye los siguientes objetivos (Cuatrecasas, 2001b):

1) Maximizar la efectividad del equipo.

2) Desarrollar un sistema de mantenimiento preventivo a lo largo de la vida del equipo.

3) Involucrar a todo el personal relacionado con el equipo en la planificación de su mantenimiento. 4) Implicar a todos los trabajadores de forma activa en las labores de mantenimiento. 5) Promover el TPM mediante el liderazgo. 6) Aplicar los sistemas de gestión en todos los aspectos producción, diseño, desarrollo, ventas y dirección.

El TPM tiene dos objetivos principales: cero averías y cero defectos. Cuando las averías o los defectos son eliminados los ratios de utilización de los equipos aumentan, los costes se reducen, el inventario puede ser minimizado y, como consecuencia, la productividad del personal aumenta. Por supuesto, todas estas mejoras requieren su tiempo. Habitualmente el plazo de implantación de un sistema TPM en la empresa va de los 3 a los 5 años, pero las primeras mejoras son más rápidas y a largo plazo reduce significativamente los costes de calidad.

El TPM maximiza la efectividad del equipo de dos formas:

- **Cuantitativa.** Aumentando la disponibilidad del equipo.
- **Cualitativa.** Reduciendo el número de defectos

El objetivo del TPM es aumentar la efectividad del equipo de modo que cada equipo, pueda ser operado a su máximo potencial de forma continuada (Cuatrecasas, 2001).

Esta metodología sería el paso siguiente a la de las S, ya que se pueden considerar como complementarias. Es una metodología que precisa muy poca inversión para llevarla a cabo y los ahorros de costes que puede conseguir son muy importantes.

El método PDCA (*Plan, Do, Check; Act*) (planificar, hacer, verificar y actuar) o ciclo de Shewhart lo describió Walter A. Shewhart en 1939, y Deming lo llevó al Japón en 1950 ⁽⁷⁾, (Correa y De Guillermo, 1999 pp. 39-41)

Esta metodología consta de cuatro fases, cuya finalidad es conseguir que una organización aplique la mejora de forma continua, incrementando la calidad y la productividad. Las cuatro fases son: (*Plan, Do, Check, Act*) (planificar, hacer, verificar y actuar)

1.- **Plan** (planificar). Identificar en qué situación nos encontramos y a dónde se quiere llegar, para ello se recomienda: a) la identificación de los posibles temas, seleccionar el tema y definir los objetivos; b) observar y documentar la situación actual con la recogida de datos; c) analizar la situación en que nos encontramos con el análisis de los datos, y d) determinar las posibles causas.

2.- **Do** (hacer). Aplicar el modelo teórico, definiendo los medios que se han de utilizar y la forma de realización, para lo cual será fundamental la formación del personal que lo va a aplicar.

3.- **Chek** (verificar). Comprobar los resultados obtenidos con las hipótesis planteadas en la etapa de planificación, para confirmarlas o desecharlas.

4.- **Act** (actuar). Si las hipótesis han sido confirmadas, se deben afianzar las acciones que se han tomado para eliminar las causas, analizando la situación antes y después de las modificaciones, y establecer las condiciones que permitan mantenerlas. Si por el contrario han sido rebatidas, se tendrá que examinar de nuevo todo el ciclo.

El ciclo de Shewhart es un procedimiento que ayuda a perseguir la mejora en cualquier etapa, también es un procedimiento para descubrir una causa especial que haya sido detectada por una señal estadística. La razón para estudiar los resultados de un cambio consiste en tratar de aprender a mejorar el producto de mañana. La planificación requiere predicción. Cualquier paso del ciclo de Shewhart puede necesitar el apoyo de la metodología estadística para economizar, ir más rápido y protegerse de las conclusiones erróneas por no haber ensayado y medido las interacciones.

Esta metodología es una de las bases en las que se basa las nuevas normas ISO 9000 versión 2000, pretende que en todos los procesos de la organización sea aplicada, para conseguir la mejora continua.

El Análisis modal de fallos y errores críticos (*AMFE*), es una metodología de trabajo en grupo para evaluar un sistema, un diseño, un proceso o un servicio en cuanto a las formas en las que ocurren los fallos. Además es una excelente herramienta que fomenta la creatividad (Cotec 1999 pp. 62-69). Para cada fallo, se hace una estimación de su efecto sobre todo el sistema y su seriedad. Además, se hace una revisión de las medidas planificadas con el fin de minimizar la probabilidad de fallo, o minimizar su repercusión. Puede ser muy técnico

(cuantitativo) o no (cualitativo). Se utiliza tres factores principales para la identificación de un determinado fallo (Pola, 1981).

- ✓ **Ocurrencia.** Frecuencia con la que aparece el fallo.
- ✓ **Severidad.** La seriedad del fallo producido.
- ✓ **Detectabilidad.** Si es fácil o difícil detectar el fallo.

La necesidad de los directivos e ingenieros de minimizar el riesgo de un diseño o proceso les ha forzado a desarrollar toda una nueva ciencia: la fiabilidad. Dado que se trata de una disciplina con elevado contenido matemático, es difícil de utilizar por los no iniciados. El AMFE permite realizar aportaciones a la fiabilidad y seguridad de un diseño o proceso a todo el mundo. Esta necesidad surge de las exigencias de los clientes:

Los beneficios de aplicar el AMFE son:

- ✓ Mejorar la calidad, fiabilidad y seguridad de nuestros productos.
- ✓ Mejorar la imagen de la empresa.
- ✓ Aumentar la satisfacción de nuestros clientes.
- ✓ Ayudar a seleccionar el diseño óptimo.
- ✓ Establecer prioridades a la hora de la mejora.

Se distinguen dos tipos de AMFE: de diseño y de proceso.

1) AMFE de diseño. Se utiliza con el fin de identificar y corregir cualquier fallo potencial o conocido antes de iniciarse el proceso de fabricación definitiva (antes de su producción cara a la venta). Una vez los fallos son detectados, son ordenados y se les asigna una prioridad.

2) AMFE de proceso. Al igual que el de diseño, se trata de identificar y corregir cualquier fallo potencial o conocido antes de iniciarse el proceso de fabricación definitiva, pero una vez el diseño del producto ya se ha dado por bueno. Una vez identificados, son ordenados y se les asigna una prioridad. El AMFE de proceso se centra en minimizar los fallos de producción mediante la identificación de los principales factores que afectan a la calidad del proceso.

Esta metodología la consideramos muy adecuada para los sistemas de calidad, ya que ataja tanto los problemas cotidianos mediante el denominado ANFE de proceso, como los que pueden ocurrir en el futuro, mediante la prevención utilizando el ANFE de diseño.

A prueba de errores (*Poka-Yoke*) es un sistema desarrollado por Shingo (1981), en 1961 cuando trabajaba en Toyota, que consiste en incorporar salvaguardas tecnológicas en un proceso para reducir los errores humanos inadvertidos. En el *poka-yoke*, la detección de un error (p.e. mediante contacto material, células fotoeléctricas, interruptores sensibles, etc.) acciona una alarma (luz intermitente, zumbido de sirena, etc.) o provoca una acción de prevención (paro automático) o ambas acciones a la vez.

El método consiste en (Singo, 1992): 1 interrumpir el proceso siempre que se produzca cualquier error, 2 determinar la causa del error y 3 tomar acciones para evitar que se vuelva a producir.

Cuando inspeccionamos un producto en busca de defectos tenemos cuatro opciones (Ohno, 1991):

1) No hacer inspección. Esto da lugar a que los errores lleguen al cliente, que es inaceptable. Solo es admisible cuando el proceso está bajo control y se sabe que la calidad de salida es buena (calidad concertada).

2) Hacer inspección al final. Consiste en hacer una inspección antes de entregar el producto al cliente. Es la forma más habitual de inspección. El problema es que el error pudo cometerse mucho antes en la cadena productiva y su reparación ser cara. Además, no sirve para vigilar el estado del proceso en sí.

3) Inspección en línea. Consiste en la inspección del producto en distintos puntos del proceso productivo, con el fin de detectar los defectos lo antes posible. Es el ejemplo clásico de control estadístico de procesos y nos permite vigilar el estado del proceso.

4) Inspección continua. Es el propio operario en su lugar de trabajo o un dispositivo automático el que inspecciona el producto. Su coste puede ser muy elevado, excepto cuando se emplean técnicas que evitan la aparición del defecto en sí. Es el caso de los sistemas *Poka-Yoke*.

La razón de estas afirmaciones es que el coste de reparar un error se propaga exponencialmente conforme nos alejamos del punto donde se produjo el defecto. Si podemos detectar los errores lo más cerca posible del punto donde se producen, mejor. La clave está en encontrar una forma sencilla de inspeccionar los productos antes de que pase a etapas posteriores de montaje, o mejor aún, un dispositivo que impida que se produzcan errores. Para

lo cual, la empresa debe tener una estrategia de calidad de cero defectos. Para ello, no debe fabricar productos innecesarios. Cuantos más productos se fabriquen mas posibilidades de error tendremos. Por tanto, aplicar el principio de Justo a Tiempo (JIT) en: hacer lo necesario, en el momento necesario y en las cantidades necesarias.

Es importante introducir salvaguardas que eviten la aparición de errores, o bien, hacer nuestro producto inalterable a las condiciones externas. Instalar un sistema de producción de flujo continuo, que permita usar las piezas conforme se fabrican.

Esta metodología es un ejemplo claro de los costes de prevención, ya que lo que consigue son dos resultados muy importantes: en primer lugar que los posibles errores se detecten en el momento en que se producen no ocasionando más costes de los estrictamente imprescindibles, y en segundo lugar que se tome conciencia por parte de todo del personal de los errores sensibilizándolos respecto a lo que significa y consiguiendo que se reduzcan significativamente los errores.

El Empowerment es una forma de administrar la empresa que integra todos los recursos: capital, producción, ventas, mercadotecnia, tecnología, equipo y a su personal, haciendo uso de comunicación efectiva y eficiente para lograr así los objetivos de la organización. Consiste en que la toma de decisiones se ha bajado a los niveles más bajos de la corporación. Los empleados son responsables de sus propias acciones, y el liderazgo viene de los equipos de trabajo y ya no sólo de una persona (Dotchin y Oakland, 1992; 138; Powell, 1995, pp 15-37).

Para ello, se debe reestructurar la organización. Requiere de un cambio en la cultura de la empresa y de una preparación profunda todas las personas involucradas en la organización. Los miembros, equipos de trabajo y la organización tendrán completo acceso y uso de información crítica, poseerán la tecnología, habilidades, responsabilidad y autoridad para utilizar la información y llevar a cabo el negocio de la organización.

No sólo es delegar poder y autoridad a los subordinados y conferirles el sentimiento de que son dueños de su propio trabajo; es, además, una herramienta utilizada tanto en la calidad total, como en reingeniería, que provee elementos para fortalecer los procesos que llevan a las empresas a su adecuado desarrollo. Busca dar poder al personal de la organización vía formación. Esta metodología estratégica da sentido al trabajo en equipo y permite que la calidad total deje de ser una filosofía motivacional y se convierta en un sistema radicalmente funcional.

Gracias a esta metodología se reemplaza la vieja jerarquía por equipos autodirigidos, en donde la información se comparte con todos. Los empleados tienen la oportunidad y la responsabilidad de dar lo mejor de sí. Para ello, hace falta un entendimiento en todos los niveles sobre el significado de *Empowerment* y cómo obtenerlo. Es un sistema de valores y creencias, no es un programa con principio y fin. Todos los niveles de la empresa deben entender la forma en que este reparto de poder y responsabilidad puede satisfacer todas las necesidades propias y personales, y las acciones necesarias para obtenerlas. Esto exige la disposición y compromiso de la alta dirección hacia esta cultura de desarrollo humano (Cunningan y Hyman; (1999, pp. 192–207).

Los sistemas de comunicación deben ser efectivos. El personal debe estar enterado de lo que sucede en la empresa: planes, fracasos y éxitos. Los sistemas de recompensa y reconocimiento que desarrollan orgullo y autoestima son de suma importancia (Mathieu y Zajac, 1990, pp. 171-194; Randall, 1993, pp. 91-110; Harrison y Hubbard, 1998, pp. 609-624; Eby y Freeman, 1999, pp. 463-484). Los programas de reconocimiento, tanto psicológico como concreto pueden aumentar estos sentimientos y estos sistemas deben estar más orientados hacia los equipos, en su reconocimiento del desempeño del trabajo y sus logros específicos.

Para su aplicación se deben de considerar los siguientes puntos Artur (1994 pp. 630-687) y Huselid (1995 pp. 635–672):

A) Planes de carrera y desarrollo. Sistemas de información, disciplina, normas de personal, normas de primas, círculos de calidad, buzón de sugerencias, etc. Todos estos sistemas pueden infundir en las personas un sentido de poder.

B) Desarrollo de habilidades técnicas y de puesto. Los colaboradores se encargan de tareas adicionales y tienen una rotación frecuente de tareas.

C) Desarrollo de técnicas para resolver problemas y formación en habilidades interpersonales. El personal de la organización, ya sea individualmente o en equipo, interacciona más frecuentemente con sus compañeros de trabajo, proveedores, clientes, gerencia, por lo que se espera que el personal identifique los problemas, oportunidades y que tomen las medidas necesarias.

D) Un desarrollo de habilidades para el servicio al cliente. Se debe proporcionar la formación que el personal de servicio de primera línea necesita para satisfacer y superar las expectativas de sus clientes.

E) Áreas de soporte técnico. Formación para grupos de apoyo al sistema. Se debe considerar el personal de los grupos de apoyo (ingeniería, contabilidad, capacitación). Para desarrollar un sentido de responsabilidad y de posesión del puesto.

F) Equipos de trabajo. El equipo auto dirigido, debe organizar a las personas en forma tal, que sean responsables para un cierto rendimiento o área. El equipo tomará muchas de las responsabilidades asumidas anteriormente por los supervisores, tales como asignación de trabajo con autodirección.

Además, para que tenga éxito la implantación es necesario que haya un cambio en la cultura de trabajo y que se trabaje en equipo. Todas las áreas del negocio se deben de dirigir hacia el mismo objetivo. Se debe crear un equipo de alta eficiencia o rendimiento, empezar a pensar como agentes de mayor nivel, sin olvidar nunca como es estar en los niveles más bajos, y empezar a pensar más en términos de gestión de conducción de equipos.

El cuadro de mando integral, según, Kaplan y Norton (1997, pp. 14-34; 2000a; 2000b pp. 167-176) y Mallo *et al* (2000), es un conjunto de indicadores (históricos) e inductores de actuación (previsionales), derivados de la misión y estrategia concreta de la organización a medio y largo plazo. También contiene indicadores e inductores de la actuación financiera futura, de los clientes, de los procesos internos de la organización y de las perspectivas de aprendizaje y crecimiento.

El objetivo es traducir la misión y estrategia a medio y largo plazo, en un sistema de indicadores e inductores de actuación para cada perspectiva, que combinados con los objetivos nos permita:

- ✓ Clarificar la estrategia y conseguir un consenso sobre ella.
- ✓ Comunicar la estrategia a toda la organización.
- ✓ Alinear los objetivos personales y departamentales con la estrategia.
- ✓ Vincular los objetivos estratégicos con objetivos a medio y largo plazo y con los presupuestos anuales.
- ✓ Identificar los indicadores clave para cada objetivo y sus inductores de actuación.

- ✓ Identificar y alinear las iniciativas estratégicas.
- ✓ Realizar revisiones periódicas y sistemáticas de la estrategia.
- ✓ Obtener *feed-back* con el objetivo de aprender sobre nuestra estrategia y mejorarla.

El Cuadro de mando integral puede ayudar a obtener la información sobre los costes de calidad, no sólo desde la perspectiva financiera, sino desde las cuatro en las que hace hincapié.

Es, pues, un mecanismo para implantar una estrategia fundamentada en un sistema de calidad total y así, mediante la información que nos suministra, asegurarse su buena marcha, e identificar y realizar las correcciones sobre ella, para conseguir los objetivos que aquella persigue; por lo que proporciona un sistema de gestión estratégica a largo plazo. El Cuadro de Mando Integral, una vez comunicada la estrategia del sistema de calidad a la organización, ayudará a que todos los empleados se comprometan a llevarla a cabo por medio de acciones concretas, suministrando información mediante indicadores y proponiendo medidas a tomar mediante los inductores de las cuatro grandes áreas de actuación.

El *KAIZEN* es una metodología de origen Japonés, en cuyo idioma significa mejoramiento continuo (*Kai* = cambio y *Zen* = bueno). *Kaizen* significa pequeñas mejoras continuas con poca inversión (Juran 1996, Ohno, 1991). El Kaizen está relacionado al ciclo de Deming (visto en el apartado 6.4). También se le denomina *Kaizen Gemba*, ya que dichas mejoras son en el mismo lugar de trabajo, que es lo que significa *Gemba* en japonés (Imai, 1986; 1988). Se refiere a pequeñas mejoras en forma continua en el tiempo, como consecuencia de la evaluación en el mismo lugar de trabajo por el trabajador responsable y tiene una gran connotación directamente relacionada con las personas como seres humanos. (Ishicawa, 1996; Dale, 1999; cap. 14). Se trata de calidad de gente, de las personas que mejoran cada día. El concepto básico es de pequeñas mejoras permanentes, que apuntan hacia la excelencia. El logro del día es el éxito del mes. De este modo, la calidad de las cosas viene a ser como una consecuencia directa y natural de la calidad de las personas; así, que cuando algo está bien, es porque quien lo hizo es de calidad y le ha imprimido "su sello personal".

Según Masaaki Imai (1986 pp. 10-25), el *Kaizen* es la clave de la ventaja competitiva de los japoneses, por cuanto se fundamenta en la gente; es decir, en los recursos humanos de las organizaciones, que no sólo participan sino que se involucran en los procesos de mejoramiento, y todo resulta afectado por las mejoras generadas por los cambios actitudinales de las personas.

El Kaizen parte de una premisa básica: "la existencia de problemas". Cuando esta verdad se internaliza y se acepta tan naturalmente que se convierte en humildad, llega a establecerse una cultura organizacional en la que todos se involucran, no sólo en la búsqueda o detección de los problemas, sino que van más allá, realizando actividades y tareas para la solución de los mismos.

1.6 Metodología Seis Sigma.

El método 6 sigma nació hace ya unos cuantos años en el seno de las fábricas Motorola USA. Recuperado con éxito por grandes compañías como General Electric, el método Seis sigma ha madurado para volverse un método global de gestión de empresas y desarrollo estratégico. En adelante, sus aportaciones conciernen tanto a las empresas industriales como a las empresas de servicios. (2008 Springer-Verlag Berlin Heidelberg)

Seis Sigma es una metodología de *mejora de procesos*, centrada en la reducción de la variabilidad de los mismos, consiguiendo reducir o eliminar los **defectos** o fallas en la entrega de un producto o servicio al cliente. La meta de 6 Sigma es llegar a un máximo de 3,4 *defectos* por millón de eventos u oportunidades (DPMO), entendiéndose como *defecto* cualquier evento en que un producto o servicio no logra cumplir los requisitos del cliente.

El propósito de Seis Sigma, es el de forjar un desempeño del negocio mejorado y de calidad, así como el de proporcionar beneficios económicos ocupándose de problemas del negocio muy serios que pudieran estar existiendo desde hacía mucho tiempo. La fuerza motriz de este enfoque es que las organizaciones sean competitivas y que eliminen los errores y pérdidas. Varios de los proyectos Seis Sigma tratan sobre la reducción de pérdidas. Algunas organizaciones establecen como requisito que su staff se involucre en Seis Sigma y demandan que sus proveedores también lo hagan. El enfoque se basa en la gestión de proyectos y se direcciona hacia las metas estratégicas de la organización.

Seis sigma utiliza herramientas estadísticas para la caracterización y el estudio de los procesos, de ahí el nombre de la herramienta, ya que sigma representa tradicionalmente la variabilidad en un proceso y el objetivo de la metodología seis sigma es reducir ésta de modo que el proceso se encuentre siempre dentro de los límites establecidos por los requisitos del cliente.

Obtener 3,4 defectos en un millón de oportunidades es una meta bastante ambiciosa pero logable. Se puede clasificar la eficiencia de un proceso en base a su nivel de sigma:

- 1 sigma = 690.000 DPMO = 30.23% de eficiencia.
- 2 sigma = 308.000 DPMO = 69.12% de eficiencia.
- 3 sigma = 66.800 DPMO = 93.33% de eficiencia.
- 4 sigma = 6.210 DPMO = 99.994% de eficiencia.
- 5 sigma = 230 DPMO = 99.99994% de eficiencia.
- 6 sigma = 3,4 DPMO = 99.9999966% de eficiencia.

1.7 Simulación de procesos

Las empresas siempre buscan formas más eficientes de explotar su negocio, mejorar el flujo de los trabajos y aumentar sus beneficios. Para lograr estos objetivos, recurren cada vez más a la simulación de procesos porque permite ensayar y probar diferentes métodos sin necesidad de invertir capital alguno.

Por ejemplo, los procesos de fabricación se simulan para comprender cómo afectan a la composición, a los esfuerzos de deformación y a las propiedades materiales de los productos fabricados. Los resultados se suelen utilizar para reducir la variabilidad en el proceso de fabricación, lo que ayuda a mejorar la calidad del proceso

La simulación de procesos implica crear modelos de procesos físicos con objeto de estudiar su rendimiento. Los modelos creados con programas de ordenador son muy útiles para estudiar interacciones entre sistemas que para una persona serían muy difíciles de comprender o predecir, a no ser que dedicara mucho tiempo y dinero investigarlas en la vida real.

La simulación se ha convertido en un instrumento muy completo, cada vez más importante, ya que la industria busca eliminar de sus procesos todas aquellas fases que no añaden valor y maximizar la efectividad de su personal y de sus equipos. La simulación permite al usuario modelar y probar diversos escenarios y aprender de ellos. Puede afirmarse que es un ejercicio de probabilidad y estadística que sirve de soporte a las decisiones. (Torvinen, J. 2006).

Otro autor la define como una actividad en donde se pueden hacer inferencias sobre el comportamiento de un sistema dado a través de un modelo cuyas relaciones causefecto sean las mismas (o similares) a las del original. (Mauer, J. 1998).

Técnica mediante la cual se construye un modelo que representa un sistema real, para entender la interacción de los componentes del sistema y evaluar diferentes alternativas de configuración (Mariño, N).

¿Por qué usar la simulación?

La simulación permite analizar el sistema cualitativamente (fácil visualización) y cuantitativamente (análisis estadístico), de forma tal que se demuestra la situación del sistema incluyendo la variabilidad del mismo y permite experimentar diferentes condiciones.

La simulación no solo se utiliza en procesos de manufacturas o servicios, sino que es muy usado en otras áreas como planificación de inversiones, planificación de una nueva fábrica, diseño conceptual, estructuras de fabricación, análisis y optimización de procesos, visualización 3D, ergonomía, verificación de nuevos métodos y principios de control de la producción, educación y entrenamiento, así como marketing (Torvinen, J. 2006).

¿Para qué se usa la simulación?

- Tener un mejor conocimiento del sistema.
- Identificar problemas específicos.
- Diseñar nuevos sistemas.
- Realizar experimentos de nuevas configuraciones.
- Evaluar nuevos sistemas antes de implementarlos.
- Apoyar la toma de decisiones.
- Visualizar nuevas estrategias de operación.

Ventajas y desventajas de la Simulación

Ventajas:

1. Permite obtener una visión general de la operación del sistema y verificar el impacto de posibles cambios en el desempeño del mismo.

2. Mejora la comprensión del sistema y sus elementos.
3. Facilita la experimentación dirigida a la optimización del sistema.
4. Todo esto sin incurrir en costos de implementación errónea de sistema.

Desventajas:

1. Optimizar el desempeño de un sistema, solo describe resultados de los experimentos propuestos.
2. Pronosticar el comportamiento de un sistema. Provee estimativos acerca del desempeño del sistema.
3. Resolver problemas o dar soluciones, solo provee información para inferir alternativas de solución.
4. Dar resultados exactos si los datos son inexactos.
5. Describir características del sistema que no han sido explícitamente modeladas.
6. Dar respuestas fáciles o soluciones exactas a problemas complejos. Para un análisis típico de simulación están los siguientes: gama de productos, programa, variaciones, mapas de procesos, asignación de trabajos, tiempos entre llegadas, tiempos de preparación, tiempos de ciclo, tiempos improductivos previstos e imprevistos y diseño y tamaños de lotes. Al crear modelos fiables, el riesgo depende en gran medida de la disponibilidad de datos para la validación del modelo.

Entre los datos necesarios para un análisis típico de simulación están los siguientes: gama de productos, programa, variaciones, mapas de procesos, asignación de trabajos, tiempos entre llegadas, tiempos de preparación, tiempos de ciclo, tiempos improductivos previstos e imprevistos y diseño y tamaños de lotes. Al crear modelos fiables, el riesgo depende en gran medida de la disponibilidad de datos para la validación del modelo.

En muchos casos, los datos de entrada se pueden obtener desde el sistema de producción del cliente o realizando estudios de tiempos. Capacidad, utilización de recursos y tiempos de ejecución son algunos de los principales resultados de las ejecuciones de simulación. La optimización de estos parámetros conduce a una productividad mayor y a reducir los tiempos de ejecución y de entrega.

No se simula cuando:

- Hay un modelo analítico que permite representar razonablemente la situación.
- Se puede experimentar en la situación real sin mayor impacto.
- La información de entrada no es confiable.
- No hay suficiente tiempo para implementar y analizar los resultados.
- El modelo no puede ser validado o verificado.

Clasificación de modelos de simulación

- Estáticos vs. Dinámicos
- Estáticos: no interesa el comportamiento en el tiempo.
- Dinámico: el tiempo es factor importante en la simulación.
- Determinísticos vs. Estocásticos
- Determinísticos: no contiene elementos aleatorios.
- Estocásticos: contiene elementos aleatorios.
- Continuos vs. Discretos
- Continuos: sistemas cambia en todos los instantes del tiempo.
- Discretos: sistema cambia en instantes específicos del tiempo.

Capítulo II



Capítulo 2 : Descripción de la Metodología Lean Seis Sigma/DMAIC para la Disminución del Tiempo de Ciclo en la Realización del Producto.

En el presente capítulo se hace una descripción de la empresa objeto de estudio, mostrando su estado actual. También se justifica la necesidad de mejorar el proceso de Realización del Producto a partir de su disminución del Tiempo de Ciclo, como parte de los objetivos estratégicos de la entidad para el presente año, luego es descrito la Metodología que será aplicado en el capítulo III en este proceso de la empresa de Diseño e Ingeniería de Cienfuegos. Ver anexo 1, estructura funcional de la empresa.

2.1 Caracterización de la Empresa de Diseño e Ingeniería de Cienfuegos.

La Empresa de Diseño e Ingeniería, perteneciente al Grupo Empresarial de Diseño e Ingeniería, con domicilio en Ave 60 # 4302 e/ 43 y 45, Cienfuegos; dedicada a la elaboración de Diseños, Ingeniería, Consultoría y Dirección Integrada de Proyectos, fundada como Grupo de Proyectos del MICONS en 1980 y que perteneciera a la Empresa de Proyectos #9 de Villa Clara desde 1981 hasta 1996, cuando pasa a ser el Centro de Proyectos de Cienfuegos para proyectar Obras Sociales, Agropecuarias y del Transporte posee personal competente y experimentado en este tipo de acciones constructivas y cuenta con los recursos y medios técnicos necesarios para alcanzar el liderazgo en esas actividades con soluciones funcionales, económicas y estéticas, con garantía contractual para los clientes.

El Centro posee una trayectoria avalada por más de 35 años de trabajo. En 1959 se integró un pequeño grupo de diseño, subordinado a la Empresa Constructora del MICONS en Cienfuegos, dedicado fundamentalmente a obras de ingeniería. Posteriormente se incrementó su potencial con la incorporación de nuevos profesionales, lo que posibilitó la elaboración de proyectos y diversos programas de mayor complejidad. Son de esta etapa proyectos como la doble vía de entrada a la ciudad, las vaquerías de “El Tablón “y muchos de los viales del territorio, particularmente en la montaña. Por Resolución Ministerial No. 385/98 del mes de junio se crea la organización denominada Asociación Constructora No. 2 Cienfuegos en forma abreviada ACONCI, nuestro centro cambia de denominación por el de Centro de Diseño e Ingeniería (CEDIN).

Por decisión de la máxima dirección del Ministerio a mediados del 2000 se creó un Grupo Empresarial que agrupa a todas las empresas de Diseño del Organismo y conjuntamente se forman a partir de las OEE existentes las empresas que lo conforman entre las que se incluyó

nuestra entidad que es como actualmente se nos conoce. “EMPRESA DE DISEÑO E INGENIERIA DE CIENFUEGOS, EDIN”.

A tenor del Acuerdo adoptado por el Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros, en fecha 13 de diciembre del 2001, la Empresa de Diseño e Ingeniería aplica el Perfeccionamiento Empresarial.

Como parte del proceso de reestructuración del organismo MICONS es que se decide proceder a la integración de la filial de EPROYIV en Cienfuegos a la Empresa de Diseño e Ingeniería del mismo territorio (EDIN).

La Empresa unificada permite asumir Proyectos de mayor complejidad y envergadura que se aprueben en el territorio, un mejor uso de la fuerza de trabajo, además se obtiene una Empresa de mayor categoría, aplicando el Perfeccionamiento Empresarial con todas sus ventajas y facultades y con la perspectiva de una nueva imagen empresarial como resultado de las mejores prácticas y experiencias de ambas. La Empresa unificada posibilita un mejor desarrollo de los procesos de trabajo y de dirección que son básicos para el desarrollo de la Norma ISO 9000, al contar con el personal necesario para ello.

- Se desarrollan los servicios de diseño, construcción e ingeniería con elevada competitividad, aplicando tecnologías de avanzada, soportadas por una moderna red de medios de informática.
- Alta eficiencia en el uso de los equipos, con calidad óptima en el mantenimiento, reparación.
- La gestión de los recursos humanos permite contar con colectivos altamente motivados, idóneos para su desempeño con orgullo de pertenencia y una elevada satisfacción laboral, las necesidades de fuerza de trabajo se cubren eficazmente.
- Contamos en cada cargo con directivos altamente profesionales y con elevados valores éticos.
- La dirección estratégica y su gestión a través de una dirección por objetivos se consolida, hasta convertirse en una herramienta efectiva de dirección.
- La introducción de tecnologías de prefabricación es una realidad y se ha ido diversificando y ampliando hacia la mayoría de los programas constructivos.
- Se cumplen los principios generales más aceptados del control interno y la contabilidad.

- Todos los sistemas de la política de cuadros se cumplen eficazmente y se aplican métodos eficaces en la evaluación de su desempeño.
- Las finanzas se han convertido en el elemento regulador para el logro de la eficiencia del sistema empresarial. Los directivos profundizan en los análisis con el empleo de las razones financieras y actúan en correspondencia.
- El análisis del comportamiento de los presupuestos y de los costos de las producciones y servicios por áreas de responsabilidad, se han convertido en una potente herramienta de dirección.
- La contratación económica es una práctica generalizada que se soporta en una adecuada preparación técnica y contiene los supuestos para asegurar al cliente el cumplimiento de los objetivos básicos (plazo, calidad, costos.) Los reclamos ante incumplimientos, constituyen un hábito en nuestros directivos.
- Se aplican técnicas de estimación, presupuesto y programación y existen programas de computación mediante las que se hacen y controlan por obras.
- Se cuenta con capacidad productiva de alto rendimiento para alcanzar niveles competitivos, que garantizan la demanda constructiva del territorio.
- La red informática y el uso de Internet es algo común y es de uso corriente por nuestros técnicos y ejecutivos, en función del sistema empresarial.
- La protección del medio ambiente está avalada por el cumplimiento de las ISO 14000.
- La adecuada gestión de la mercadotecnia y la calidad en consonancia con los procesos de producción ha logrado una mejora considerable de la imagen del proyectista y del constructor frente a los inversionistas.
- Se ha logrado el cambio cultural que consolida la certificación del sistema de calidad.
- Los directivos, profesionales y trabajadores en general exigen el cumplimiento de las medidas de seguridad y protección y luchan abiertamente contra cualquier manifestación del delito tanto económico como contrarrevolucionario.
- Se trabaja en la mejora continua del Sistema de Gestión de la Calidad.
- Se aplican adecuados sistemas computacionales de diseño arquitectónico, estructural, de programación y estimación en los servicios.

Misión:

Somos una entidad de profesionales que brinda servicios de topografía, diseño, ingeniería, consultoría y otros trabajos afines para obras de construcción y montaje. Contamos con personal competente y tecnología, que soportados sobre un Sistema de Gestión de la Calidad, basado en las NC-ISO-9001/2001, se mejora continuamente, para cumplir los requisitos y las expectativas de nuestros Clientes.

Visión:

Liderar el mercado garantizando soluciones funcionales, económicas y estéticas y seguridad contractual a nuestros clientes a través de un Sistema de Gestión de la Calidad basado en las NC- ISO-9001/2001.

La Empresa cuenta con una plantilla de 112 trabajadores. Las categorías ocupacionales con el número de trabajadores por cada una se muestra en la tabla 2.1.

Categorías	Cantidad	%
Dirigentes	11	8
Administrativos	1	1
Técnicos	88	79
Servicio	2	2
Obreros	10	10
Total	112	

Tabla 2.1: Número de trabajadores por categoría ocupacional en la EDIN.

Fuente: Elaboración propia.

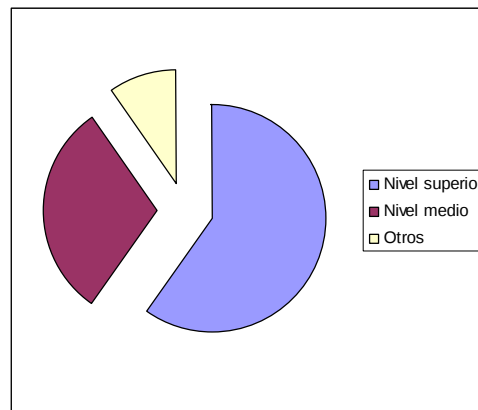


Figura 2.1. Representación Gráfica del Nivel Ocupacional de los trabajadores de EDIN.

Fuente: Elaboración Propia.

Tiene como Estrategia General:

- Implantar y consolidar el Sistema de Dirección y Gestión, perfeccionando la Dirección Estratégica sustentada en la aplicación efectiva de la DPOR e implantando como herramienta de Control el Cuadro de Mando integral.
- Continuar incrementando los niveles de producción y su diversificación, con una elevada calidad de los servicios, cumpliendo con los cronogramas de ejecución a partir de soluciones técnicas eficientes, que satisfagan las necesidades y expectativas de nuestros clientes.
- Elevar la cuota de participación en el mercado.
- Implantar y certificar el Sistema de Gestión del Capital Humano, contando con profesionales y cuadros de alto desempeño y nivel científico, en un clima sociopsicolaboral adecuado.
- Trazar políticas que permitan una adecuada Gestión técnica para los servicios, basadas en Sistemas de Información, de Gestión del Conocimiento soportadas en las TIC, perfeccionando el Sistema de Gestión de la Innovación que garantice incrementar el comportamiento innovador e inteligente en la organización.
- Mantener una Gestión Contable y Financiera razonable, con organizaciones económicamente sanas, que cumplan con sus obligaciones.

- Lograr la Implantación del Sistema Integrado de Gestión, proporcionando servicios con calidad superior y logrando la plena satisfacción de los clientes.
- Prevenir mediante el control y la supervisión que la empresa y directivos se vean involucrados en violaciones de las disposiciones establecidas
- Garantizar una adecuada política de compra de suministros, consumo de portadores energéticos, mantenimiento, reparación de equipos e instalaciones, como soporte material que mejore el ambiente e infraestructura laboral, logrando mejorar la satisfacción de los clientes internos
- Desarrollar e implantar aplicaciones para la automatización de la actividad de diseño de proyectos e ingeniería, así como extender el uso de las mismas y de herramientas informáticas para el intercambio de datos e informaciones que permitan realizar proyectos más racionales que cumplan con los requerimientos de plazos, calidad y costo en la prestación de servicios de diseño e ingeniería con un lenguaje común.

Áreas de Resultados Claves:

- I. Dirección estratégica
- II. Servicios
- III. Negocios y mercadotecnia.
- IV. Gestión de los recursos humanos.
- V. Gestión Técnica e I+D+I.
- VI. Gestión contable y financiera.
- VII. Sistema integrado de gestión.
- VIII. Control y supervisión.
- IX. Logística.
- X. Informatización.

Sus **principales proveedores** se muestran a continuación:

DIVEP

ACINOX

COPEXTEL

CIMEX

Comercializadora Escambray

SOMECE, entre otros.

Sus **principales clientes** se muestran a continuación:

Vivienda

Salud

Refinería

Cereales

ESIC, entre otros.

Caracterización del entorno:

Como resultado del diagnóstico estratégico realizado por EDIN es posible puntualizar en las debilidades, fortalezas, oportunidades y amenazas (DAFO) de mayor impacto que presenta actualmente.

AMENAZAS:

1. Presiones de Organismos superiores para que se le definan fechas de terminación de los trabajos a ejecutar.
2. Empresas de proyectos del territorio que ofertan en el mercado actividad a fines a las nuestras.
3. Dificultades en la captación de profesionales de nuevo ingreso en la actividad fundamental.
4. Limitaciones energéticas en el país que reduce los horarios en que se pueda trabajar teniendo en cuenta que el sistema de pago es por acortamiento de plazos.
(Documento de la Canec S.A. "Directivas sobre el uso de equipos de alto consumo energéticos en determinados horarios de trabajo).

OPORTUNIDADES:

1. Nuevos mercados en el Municipio de Trinidad producto de la reorganización de la Empresa de proyecto de Sancti Espíritus.
2. Reorganización del programa inversionista del país.
3. Inversiones extranjeras en el territorio. (Venezuela- Refinería).
4. Posibilidades de adquirir un inmueble propio que esté disponible para la sede de nuestra Empresa.
5. Programas de la Revolución Energética.
6. Existencia de Internet, con información técnica actualizada.
7. Posibilidades de introducir nuevos software que garanticen mayor automatización en los procesos.
8. Existencia de las Bases documentadas para desarrollar el Control Interno.

DEBILIDADES:

1. Locales de trabajo dispersos en varias instalaciones, que afectan las condiciones de trabajo, como la correcta información, comunicación interna y externa.
2. No completamiento de ocupaciones importantes aprobadas en la estructura organizativa de la Empresa.
3. Falta de capacitación y homologación de algunas especialidades de la plantilla de cargos.
4. No fortalecimiento del Control de Autor en nuestra actividad fundamental.
5. No se realiza la tarea técnica con la calidad y en el tiempo que es necesario.
6. No entrega a tiempo de la micro localización.
7. Falta de autonomía y/o asignación financiera, para enfrentar inversiones necesarias y lograr el desarrollo continuo.
8. Deterioro de los equipos de transporte, lo que afecta la gestión de la Empresa y provoca más consumos de portadores energéticos
9. Datos para contratos
10. Revisión de la contratación.

FORTALEZA:

1. Personal técnico calificado y alta profesionalidad en las actividades que desarrolla la Empresa.
2. Contar con un soporte tecnológico adecuado para el desarrollo de la actividad de diseño e ingeniería.

3. Amplia experiencia en la mayoría de los trabajadores en la actividad a desarrollar.
4. Sistema de calidad certificada con la ISO 9001:2008.
5. Contabilidad certificada.
6. Capacidad productiva para enfrentar las demandas que se presenten de trabajo.
7. Tener aprobado el Perfeccionamiento Empresarial para las mejoras continuas de nuestras gestiones.
8. Ser Empresa líder en el territorio en la actividad de Diseño.

Mediante el análisis de los elementos anteriores se puede deducir que para lograr el desarrollo tecnológico esperado para IDEAR, se debe adoptar una estrategia **ADAPTATIVA**, lo cual implica eliminar o minimizar en todo lo posible las debilidades, y aprovechar al máximo las oportunidades que se nos presenten, apoyándonos en nuestras fortalezas teniendo siempre presentes las amenazas latentes del entorno.

2.2 Breve caracterización del proceso de Realización del Producto en la Empresa de Diseño e Ingeniería en Cienfuegos.

El SGC está elaborado para el desempeño de sus funciones, tiene identificado sus procesos estratégicos, claves y de apoyo, así como sus interrelaciones, conformando así el mapa de procesos de la organización, en la figura 2.2. Se observa dicho mapa con sus niveles de responsabilidades. De estos cinco procesos mejoraremos el de Realización del Producto por ser este un proceso clave en la empresa.

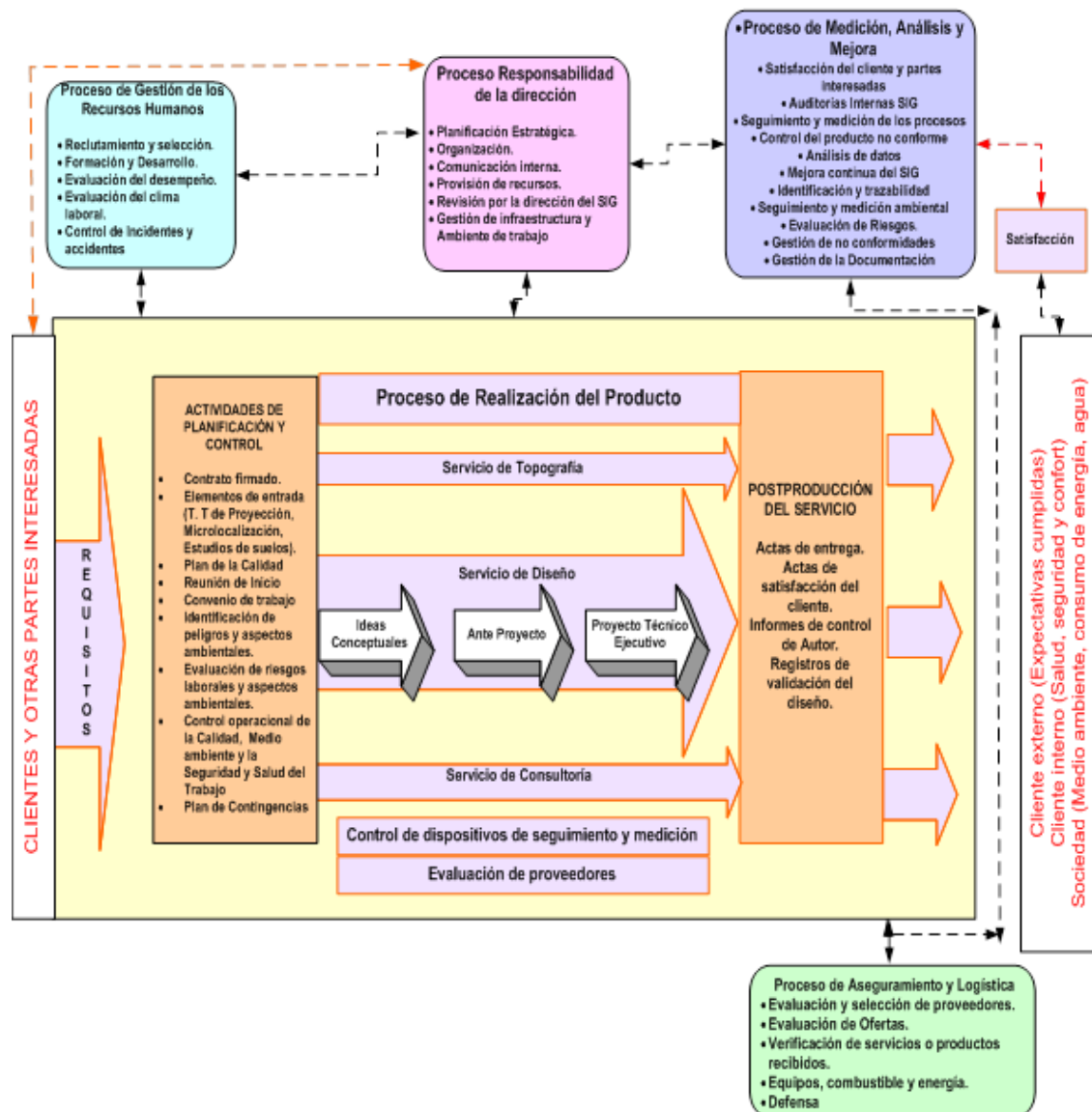


Figura 2.2: Mapa de Proceso.

Fuente: Elaboración la Empresa.

El proceso de Realización del Producto. Tiene como **objetivo general**: Asegurar la correcta planificación y realización del producto con los requisitos establecidos por el cliente.

Alcance: Este proceso es aplicable a todas las áreas de la organización. Es un proceso operativo que se interrelaciona con el resto de los procesos de manera directa.

Procesos relacionados.

PROCESO	RELACIÓN
Procesos de Recursos Humanos.	La adecuada realización del servicio solo es posible con recursos humanos competentes y motivados.
Responsabilidad de la dirección.	Controlar la correcta planificación y realización del producto con los requisitos establecidos por el cliente.
Aseguramiento y Logística.	La adecuada realización del producto solo es posible con recursos materiales necesarios para llevar a efecto el servicio solicitado por el cliente.
Medición, análisis y mejora.	- Realización de auditorías periódicas al proceso de Realización del Producto, así como su correspondiente análisis y mejora. - Inspecciones realizadas al proceso productivo y al producto final. - Análisis del desempeño y mejora del proceso - Control de la documentación.

Entradas del proceso.

El proceso de Realización del producto se compone de varias actividades, las cuales se relacionan entre sí. Los elementos de entrada, los recursos y los controles que a continuación se exponen se refieren al proceso como un todo.

PROVEEDOR	ELEMENTOS ENTRADA
Clientes	- Tarea Técnica, Micro localización, Estudios de Suelos. - Requisitos del producto o servicio - Actas de satisfacción - Quejas, no conformidades - Encuestas - Fichas de clientes
Proveedores	- Insumos - Software de computación - Hardware de Computación y otros insumos

Áreas de la Organización	• Plan técnico económico • Contratos • Dispositivos de seguimiento y medición • Asignación del capital humano • Recursos materiales e insumos
--------------------------	---

Salidas del proceso.

ELEMENTOS DE SALIDA	CLIENTES
Servicios que presta la organización.	Clientes externos o internos
Registros de la satisfacción del cliente	Especialista en Mercadotecnia.
Control de la producción	Especialista en Control y Programación
Control de los dispositivos de seguimiento y medición	Grupos de Diseño
Balance de carga y capacidad	Recursos humanos
Necesidades de formación y capacitación	Recursos humanos
Formación de las competencias	Recursos humanos
Medidas de Seguridad y salud del trabajo	Recursos humanos
Control del medio ambiente	Esp. Calidad, auditores
Registro de revisión y verificación	Esp. Calidad, auditores
Ejecución del servicio de postventa	Grupos de Diseño
Control del producto no conforme	Esp. Calidad, auditores
Control de los recursos	Servicios internos
Planes de mantenimiento a equipos	Servicios internos y DTDT

Específicos:

1. Establecer un programa de formación y desarrollo que permita elevar el nivel de las competencias necesarias en los trabajadores y estas puedan convertirse en el centro para la mejora y el aprendizaje continuo.

2. Certificar el Sistema de Gestión Integrada de Capital Humano según las NC 3000: 200.

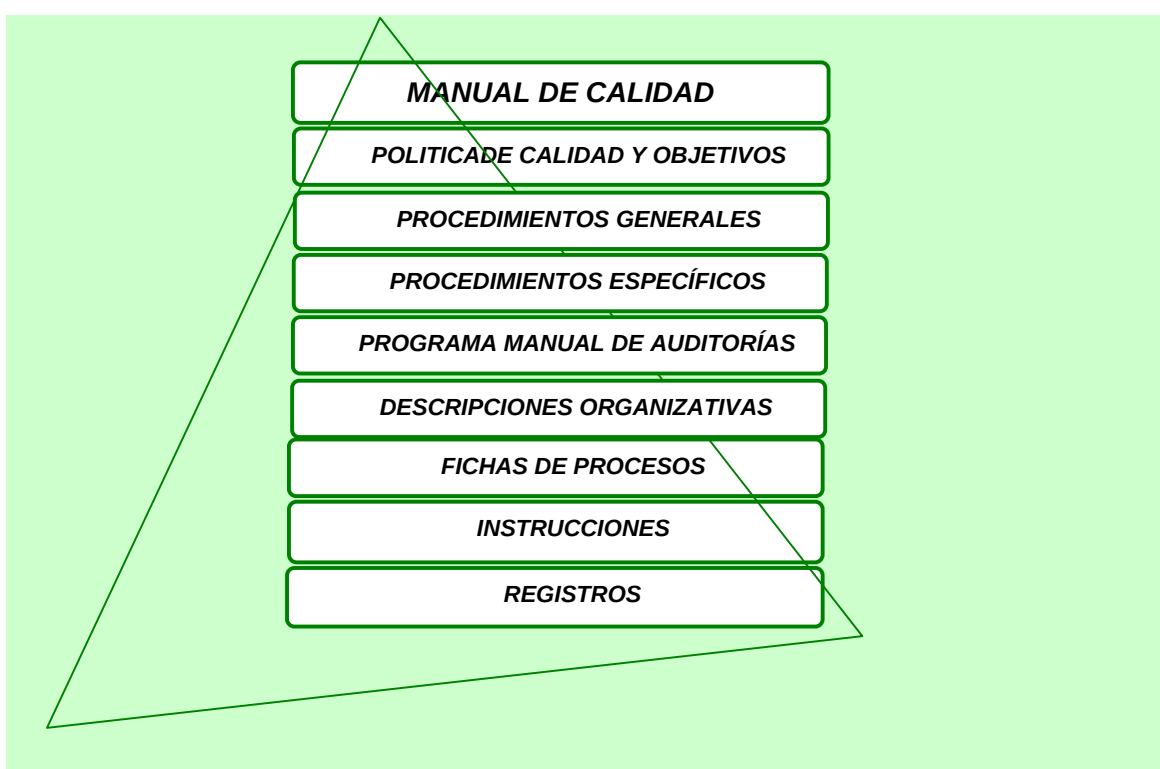


Figura 2.3: Estructura documental del sistema integrado de calidad.

Fuente: Elaboración propia.

2.3 Descripción de la Metodología Lean Seis Sigma/DMAIC.

Seis Sigma es una estrategia de mejora continua del negocio que busca encontrar y eliminar las causas de los errores, defectos y retrasos del negocio, enfocándose hacia aquellos aspectos que son críticos para el cliente. La estrategia SS se apoya en una metodología altamente sistemática y cuantitativa orientada a la mejora de la calidad del producto o del proceso, tiene tres áreas prioritarias de acción: Satisfacción de cliente, **Reducción del Tiempo**

de Ciclo y Disminución de los defectos. La meta de SS, que le da el nombre, es lograr procesos con una calidad Seis Sigma, es decir, procesos que como máximo generen 3.4 defectos por millón de oportunidades. La metodología en la que se apoya SS está definida y fundamentada en las herramientas y el pensamiento estadístico.

Los proyectos se desarrollan en forma rigurosa con la metodología de cinco fases. Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar (en inglés DMAIC) a continuación una breve descripción de cada etapa.



Figura 2.4 - Ejemplo de Secuencia Seis Sigma DMAIC

- (D) Definir el proyecto. En esta fase se debe tener una visión y definición clara del problema que se pretende resolver mediante un proyecto SS. Por ello será fundamental identificar las variables críticas para la calidad (VCC), esbozar metas, definir el alcance del proyecto, precisar el impacto que sobre el cliente tiene el problema y los beneficios potenciales que se esperan del proyecto.
- (M) Medir la situación actual. En esta segunda etapa se miden las VCC del proyecto o el servicio (variable de salida, las Ys). En particular se verifican que pueden medirse en forma consistente, se mide la situación actual en cuanto al desempeño o rendimiento del proceso, y se establecen metas para las VCC.
- Analizar las causas raíz. La meta de esta fase es identificar la (s) causa (s) raíz del problema o situación (identificarlas Xs vitales), entender cómo es que éstas generan el problema y confirmar las causas con datos.
- (M) Mejorar las VCC. En esta cuarta etapa se tiene que evaluar e implementar soluciones que atiendan las causas raíz, asegurándose que se reducen los defectos (la variabilidad)

- Controlar para mantener la mejora. Una vez que las mejoras deseadas han sido alcanzadas, en esta etapa se diseña un sistema que mantenga las mejoras logradas (controlar las X s vitales) y se cierra el proyecto.

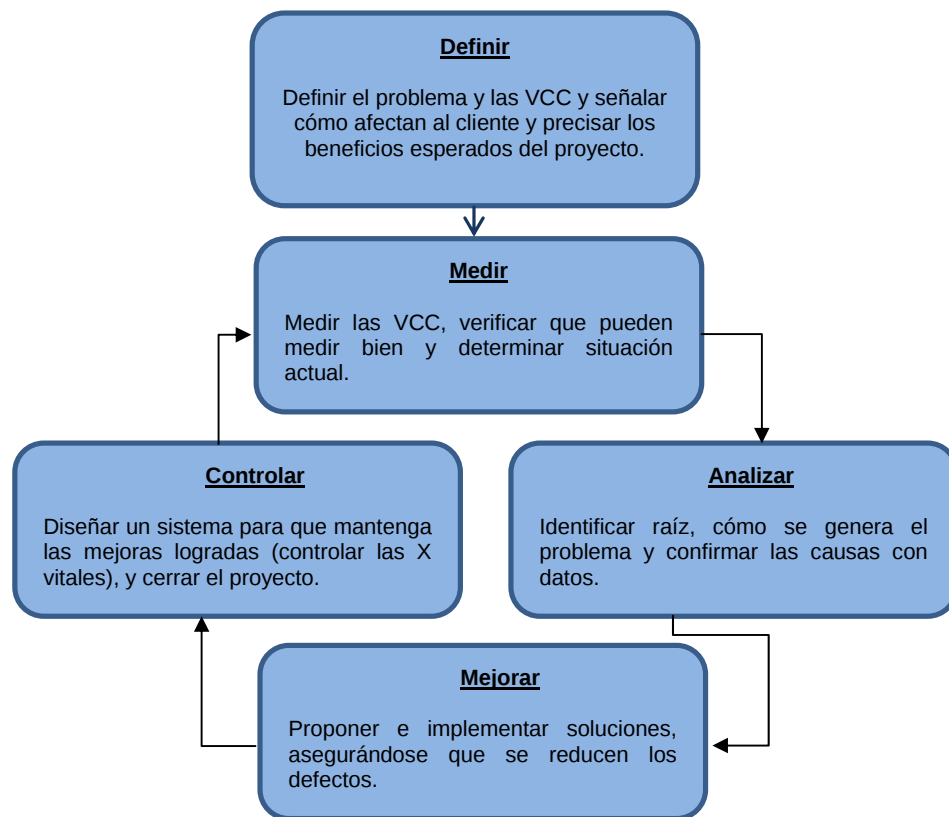


Figura 2.5 La metodología para el desarrollo de proyectos Seis Sigma.

Fuente: Libro de Control estadístico de Calidad y Seis Sigma.

Para aplicar la Metodología en el proceso de Realización del Producto resulta de vital importancia definir diferentes aspectos o elementos que permiten documentar el proceso, el objetivo esencial de un proyecto Seis Sigma DMAIC es el de solucionar un problema dado para de esta forma contribuir con las metas comerciales de la organización.

Propósito: Basado en la metodología DMAIC, queremos lograr establecer un sistema que nos permita la disminución del Tiempo de Ciclo de Realización del Producto en la Empresa de Diseño e **Ingeniería** de Cienfuegos.

Fundamentos de los proyectos Seis Sigma dentro de las organizaciones.

PREGUNTA	FASE SEIS SIGMA	DESCRIPCIÓN
¿Cuál es el problema?	Definir	Definir un problema estratégico para trabajar en ello.
¿Dónde está el proceso ahora?	Medir	Medir el desempeño actual del proceso que se va a mejorar.
¿Qué es lo que está causando esto?	Analizar	Analizar el proceso para establecer la principal causa raíz que origina el pobre desempeño.
¿Qué se pudiera hacer al respecto?	Mejorar	Mejorar el proceso probando y estudiando soluciones potenciales para establecer un proceso mejorado y robusto.
¿Cómo pudiera mantenerse allá?	Controlar	Controlar el proceso mejorado mediante el establecimiento de un proceso estandarizado capaz de ser operado y mejorado continuamente en aras de mantener su desempeño en el tiempo.

Cada fase de la metodología debe seguir la secuencia: definir, medir, analizar, mejorar y controlar. Sin embargo, una vez que los datos se hayan recopilado y analizado, el proyecto se debe revisar y si fuera necesario, re-definir, re-medir y re-analizar. Las primeras tres fases se deben repetir hasta que la definición del proyecto se corresponda con la información proveniente de los datos. La metodología debe proceder a las dos fases finales solo cuando la definición del proyecto sea estable.

Regularmente se deben emitir reportes del proyecto (ver Cláusula 12) al Patrocinador del Proyecto para todas las fases. Se deben mantener revisiones de barrera habituales con el Patrocinador del Proyecto en cada fase del proceso DMAIC.

Para obtener más información sobre las herramientas y técnicas que se indican en las siguientes cláusulas, remitirse a la norma ISO 13053-2.

Fase Definir.

El resultado de esta fase es el Acta de Definición del Proyecto, en ésta se plasma lo que se observa mal del proyecto. El Acta de Definición del Proyecto debe establecer la descripción del problema e incluir datos sobre la magnitud del mismo y su impacto financiero en los resultados de la organización. Deben definirse claramente el alcance del proyecto, así como los objetivos que se deben alcanzar al concluirse el proyecto, tanto desde el punto de vista operacional (incluyendo los aspectos de seguridad si aplican) como en términos financieros.

Las salidas de esta fase, según el caso, pueden incluir lo siguiente:

- a) un Acta de Definición del Proyecto incluyendo el análisis de riesgos del proyecto (ver ejemplo en ISO 13053-2);
- b) indicadores Seis Sigma;
- c) diagramas SIPOC;
- d) diagramas de flujo;
- e) diagramas de Pareto;
- f) una lista de las características críticas para la calidad y el costo (CTQCs);
- g) costeo de los resultados financieros (estimación de las utilidades); y
- h) revisión del proyecto.

Fase Medir.

El propósito de la fase medir es elaborar el plan de recolección de datos, recopilar los datos, evaluar los datos y crear la línea base del desempeño actual del proceso.

La fase “medir” es la fase en que se debe recopilar todos los datos de las variables que se consideran influyen en el problema. Antes de comenzar a recopilar datos, sin embargo, debe hacerse una evaluación de la eficacia del proceso de medición del cual depende el proyecto. Todos los sistemas de medición que se usen deben ser capaces de proporcionar datos a un nivel requerido de exactitud y repetitividad. Esto incluye los procesos de medición que resultan en datos discretos tipo “atributo”. Si existieran dudas sobre la calidad de los datos, pudiera no ser válido cualquier análisis estadístico que se acometa posteriormente.

Las salidas de esta fase, según el caso, pueden incluir lo siguiente:

- a) análisis del sistema de medición de todos los procesos de medición que se emplean en el proyecto, incluyendo los acuerdos de datos por atributo dónde sea necesario, y para todas las mediciones CTQC;
- b) plan de recolección de datos;
- c) determinación del tamaño de muestra;
- d) defectos por Millones de Oportunidades (DPMO);
- e) pruebas de distribución de probabilidad;
- f) gráficos de tendencias;
- g) gráficos de control;
- h) histogramas;
- i) análisis de capacidad y/o del desempeño del proceso afectado; y

- j) revisión del proyecto.

Fase Analizar.

El propósito de la fase analizar es identificar las brechas existentes entre la línea base del desempeño y las metas, en aras de comprender las fuentes raíces de la variación, y para priorizar las oportunidades de mejora.

Los datos obtenidos durante la fase medir anterior se deben analizar en detalles, empleando técnicas estadísticas, según sea el caso, para identificar, probar o verificar los indicadores básicos de desempeño de entrada (KPIVs) significativos.

Como ya se planteó antes, los hallazgos de la fase analizar pueden alterar la comprensión del problema y conducir a una re-definición del proyecto.

Las primeras tres fases se deben repetir hasta que la definición del proyecto sea estable.

Las salidas de esta fase, según el caso, pueden incluir lo siguiente:

- a) diagramas de causa y efecto;
- b) FMEAs de proceso;
- c) Análisis de Árbol de Fallas (FTAs);
- d) análisis de los 5 por qué (5-Why analyses);
- e) análisis de sistemas de medición MSA posteriores;
- f) determinación del tamaño de la muestra;
- g) pruebas de distribución de probabilidad;
- h) pruebas de hipótesis;
- i) ANOVA;
- j) análisis de regresión y correlación;
- k) Diseños de Experimentos (DOEs);
- l) una lista de los KPIVs significativos;
- m) análisis del valor/no valor/ agregado, identificación de pérdidas; y
- n) revisión del proyecto.

Fase Mejorar.

El propósito de esta fase es establecer una mejora robusta para el proceso. Las actividades a considerar se mueven en una gama de las prácticas, tales como operaciones

certeras a prueba de errores, hasta las basadas en el uso de técnicas de optimización y las que hacen a los productos robustos contra las variables de ruido (DOEs), según sea el caso. Durante esta fase, identifique cualquier “piedra en el camino” que impida la implementación de la solución seleccionada, y derrótelas. Las formas de derrotar cualquier “piedra en el camino” potencial se deben identificar antes que la modificación del proceso se implemente.

Las herramientas tales como “matrices de selección de soluciones” pueden utilizarse en situaciones en que exista más de una solución y la selección es poco clara.

Las salidas de esta fase, según el caso, pueden incluir lo siguiente:

- a) matriz de selección de soluciones;
- b) a prueba de errores;
- c) determinación del tamaño de la muestra;
- d) DOEs de superficie de respuesta;
- e) DOEs de diseño de parámetros;
- f) FMEAs de proceso actualizados;
- g) estudios de procesos iniciales - capacidad y/o índices de desempeño; y
- h) mapa de proceso de lo que el proceso debe ser ahora;
- i) una lista actualizada de CTQCs;
- j) indicadores Seis Sigma; y
- k) revisión del proyecto.

Fase Controlar.

La efectividad de la solución se debe confirmar mediante la recolección y el análisis de datos frescos. Se debe elaborar un plan adelantado para el “control” de la operación corriente del proceso para usarse en el área en la que el proceso está teniendo lugar.

Después de que la mejora requerida del proceso se haya confirmado, el proceso mejorado debe ser transferido al Patrocinador del Proyecto, así como al área en la que el proceso tiene lugar. Se debe realizar una auditoría al proceso, así como revisar sus hallazgos, aproximadamente seis meses después de finalizado el proyecto. Se debe determinar una fecha para la auditoría del proceso antes de la “transición”.

Se deben registrar los detalles, los hechos y otras informaciones aprendidas durante la ejecución del proyecto, y transferirse a otras áreas dónde se puedan aplicar.

El Cinta Negra debe documentar cualquiera de los puntos abiertos en el proyecto o los planes futuros, que el dueño y demás involucrados necesitan aplicar en aras de que se implementen adecuadamente. Este plan de acción de transición incluiría la fecha programada para la auditoria del proceso.

Se debe escribir y circular a todas las partes interesadas el informe final del proyecto. El informe debería ser archivado de modo tal que garantice el acceso oportuno de otros. Todos los informes deben tener un formato estándar y deben estar indexados mediante palabras claves. El informe debe indicar las lecciones aprendidas para que puedan ser transmitidas a los futuros equipos de proyecto Seis Sigma.

Las salidas de esta fase, según el caso, pueden incluir lo siguiente:

- a) planes de control del proceso;
- b) una lista actualizada de CTQCs;
- c) análisis de sistemas de medición MSA posteriores;
- d) gráficos de control;
- e) capacidad resultante;
- f) 5S;
- g) TPM;
- h) costeo de los resultados financieros (actual versus esperado); y
- i) un resumen, revisión del proyecto, un análisis genérico de los beneficios, el cual debe referir a los objetivos pactados en la Carta de Definición del Proyecto.

Métricas Seis Sigma.

El propósito de las métricas en los proyectos Seis Sigma es el de permitir cuantificar el desempeño de un proceso. Esto permite comparaciones, análisis y penetrar dentro de las causas del desempeño que debe lograrse. Varias métricas del negocio se pueden aplicar para cuantificar un problema destinado a ser solucionado mediante uno o varios proyectos Seis Sigma. Varias métricas pueden ser usadas para cuantificar el problema durante la ejecución del proyecto Seis Sigma. Las siguientes sub.-cláusulas identifican las métricas primarias que pueden ser usadas. La elección de la métrica dependerá del proyecto. Tres de estas métricas

se usan frecuentemente para estimular las actividades en cuanto a la mejora, éstas son: “tasa de retorno del producto”, “número de reportes de problemas”, y “entrega en tiempo”. La medición continua de estas características nos dirá más acerca de “en cuánto” la característica necesita ser mejorada. Una métrica suplementaria las agrupa a todas éstas en una sola como métrica general – el costo de la mala calidad.

Defectos por millón de oportunidades (DPMO)

El valor de DPMO se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Y_{DPMO} = \frac{c}{n_{\text{units}} \times n_{\text{CTQC}}} \times 1\,000\,000$$

c número de defectos (no conformidades)

n_{CTQC} número de características críticas para la calidad

n_{units} número de unidades examinadas

El número potencial de defectos CTQC (no conformidades) se cuenta de las nunits examinadas. Mide el desempeño de calidad alcanzado y se expresa como la proporción de todos esos defectos CTQC por un millón. El valor puede luego usarse para estimar la puntuación sigma (o Valor Z). Ver la Tabla 2.1

Tabla 2.1 — Puntuaciones Sigma.

Valor calculado de DPMO (Y_{DPMO})	Puntuación Sigma (Z_{value})
308 538,0	2
66 807,0	3
6 210,0	4
233	5
3,4	6
Nota 1: La tabla completa de las puntuaciones sigma aparece en el Anexo A.	

Nota 2: Los cálculos están basados en 1,5 sigmas desplazados de la media.

El estándar de comparación usado para ordenar por rango la calidad o el desempeño es la puntuación sigma. El desempeño de clase mundial se ha convertido en sinónimo de un valor sigma de 6, es decir, un nivel de desempeño de 3,4 DPMO. Así, un proceso continuo con una puntuación sigma de 6 tiene un límite de especificación que es de hecho 4,5 desviaciones estándar de la media.

A modo de ilustración de como el cálculo anterior puede ser aplicado, considere un producto que tiene 1000 CTQCs asociados. Si todas las características tuvieron un desempeño de 3,4 DPMO, entonces la probabilidad de que la unidad estará “libre de defectos” es $1 - (0,000\,003\,4)^{1000}$, ó 0,996606. Si un lote de 150 unidades fuera producido, la probabilidad que no hubieran defectos en el lote es de $0,996606^{150}$, ó 0,60. En otras palabras, aun cuando cada CTQC tiene un puntuación sigma de 6, la probabilidad que haya al menos un defecto dentro de un lote de 150 de esos productos será de 0,40. Así, para tales productos, el nivel de desempeño DPMO para los CTQCs necesita ser más alto que una puntuación sigma de 6. Una puntuación sigma de 6 es por mucho el nivel del umbral inicial.

NOTA El desplazamiento de 1,5 sigmas captura el estimado de la variación de la media del proceso entre los períodos corto y largo.

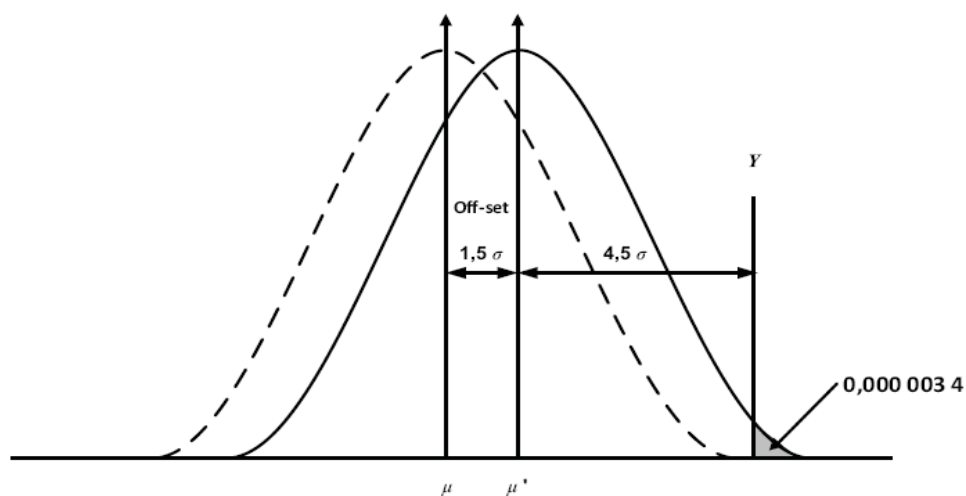


Figura 2.6 - Derivación de las puntuaciones sigma

Una puntuación sigma de 6 es realmente 4,5 desviaciones estándar de la media. Por tanto, para determinar la proporción del residuo de la distribución en la cola de la distribución, z es 4,5, usando la distribución normal estandarizada. La Tabla 2.1 fue construida de esta manera. Los valores siguientes se pueden leer de la Tabla A.1 (anexo de la norma), la cual fue preparada de la misma manera.

Naturalmente, se requiere en esto precaución, teniendo en cuenta que la distribución normal puede no ser siempre el modelo apropiado a usar.

Rendimiento acumulado del proceso (Rolled throughput yield) – RTY

RTY es la probabilidad de que una unidad simple pase a través de una serie de etapas de un proceso libre de defectos.

En los caso de procesos multietapas la RTY se calcula mediante la multiplicación de los “rendimiento a la primera” para cada etapa del proceso. El “rendimiento a la primera” no incluye ningún reproceso, ni reparación, ni ajuste adicional, ni demora por fuera de servicio, etc. A esto se le llama “razón no ajustada” o “razón que pasa”. Ver ejemplo en la Figura 2.2.

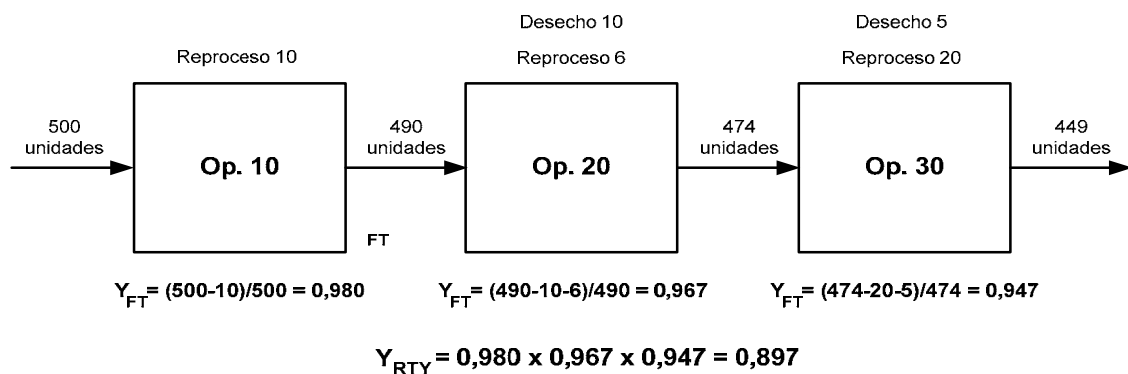


Fig. 2.7 Ejemplo de Rendimiento Acumulado del proceso

El cálculo de RTY es la medida más apropiada del desempeño del proceso en lugar del cálculo “ingenuo” después de Op. 30 de 485 dividido por 500, es decir 0,970, que exagera el desempeño real del proceso que es de 0,897.

NOTA: El RTY asume que los pasos del proceso son independientes.

Tasa de retorno (RR)

La RR se define como el número de retornos – o solicitud de retornos – de un producto dado en un período especificado, como es un mes, dividido por una medida de los embarques. Los embarques pueden ser determinados en el mismo periodo especificado como el número de retornos o puede ser una medida “normalizada” de embarques tales como el promedio uniforme en el año.

Número de Reportes de Problemas (NPR)

El NPR se define como el número de reportes originados por el cliente un período especificados como es un mes, donde los reportes están referidos a la calidad de un producto. Un producto puede ser una pieza de hardware, un software liberado, un sistema instalado en el sitio del cliente, o un servicio prestado a un cliente.

Los reportes algunas veces se degregan en tres categorías de acuerdo a su severidad: crítico, mayor y menor. En tales casos, el NPR se despliega en tres medidas diferentes, una por cada nivel de severidad.

Entregas en tiempo (OTD)

Las OTD miden el cronograma de las entregas a los clientes. Se define como el porcentaje de las órdenes que se entregan a los clientes en el sitio de acuerdo a los requisitos de programación de los clientes por el período especificado de tiempo.

Capítulo III



Capítulo 3: Diseño de una Metodología para el proceso de Realización del Producto en la Empresa de Diseño e Ingeniería de Cienfuegos.

En el presente capítulo se propone una metodología para el proceso de Realización del Producto en la Empresa de Diseño e Ingeniería de Cienfuegos. Al arribar esta a una etapa en que se precisa acotar el Tiempo de Ciclo.

3.1 Diseño de la Metodología Lean Seis Sigma/DAMIC en el proceso de Realización del Producto en la Empresa de Diseño e Ingeniería de Cienfuegos.

Mostrado en el capítulo anterior, provee las fases de Seis Sigma (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar) para la evaluación del sistema. Lo antes expuesto permite elaborar y documentar una metodología que formalice el proceso de Realización del Producto en la Empresa de Diseño e Ingeniería de Cienfuegos.

Para desarrollar todo el trabajo que implica el complejo proceso de Realización del Producto se estructura la siguiente propuesta compuesta por cinco etapas y sus respectivos pasos.

3.2 Etapa I: DEFINIR

En esta primera etapa se pretende definir el proceso que llevará a cabo esta investigación, por ser este un proceso clave para el logro de las metas estratégicas y organizacionales de la empresa. Está formada por diferentes actividades, Con el desarrollo de estas actividades lo que se pretende es definir la necesidad de reducir el tiempo de ciclo en el proceso de Realización del Producto.

El tiempo que demora un proyecto/diseño de construcción más allá de los 153 días que pretende la empresa y en más de un 40 % está afectado. Se utilizaron diferentes herramientas.

La Matriz de selección de Proyectos Seis Sigma Ver (Anexo 3) donde definimos el proyecto candidato por la evaluación del equipo.

Posteriormente se aplica la herramienta SIPOC pudiéndose conocer datos realmente importantes como la relación que existe entre los suministradores y las entradas llegando a transformarse en el proceso en las salidas con sus requerimientos que necesitan para satisfacer al cliente, Ver (Anexo 4).

Todo proyecto de mejora Seis Sigma debe definir las características críticas para los clientes que se pretenden mejorar mediante el proyecto. Ver figura 3.

El comité creado para el desarrollo de esta investigación realizó un análisis de La empresa de Diseño e Ingeniería de Cienfuegos ya tiene bien definido los procesos que integran su sistema de gestión así como las actividades de los mismos. También poseen un mapa de proceso con los procesos de la empresa bien agrupados según el criterio de clasificación escogido. Este mapa de proceso no se muestra en este capítulo teniendo en cuenta que fue mencionado y mostrado en el capítulo anterior dentro de la caracterización de la empresa figura 2.2.

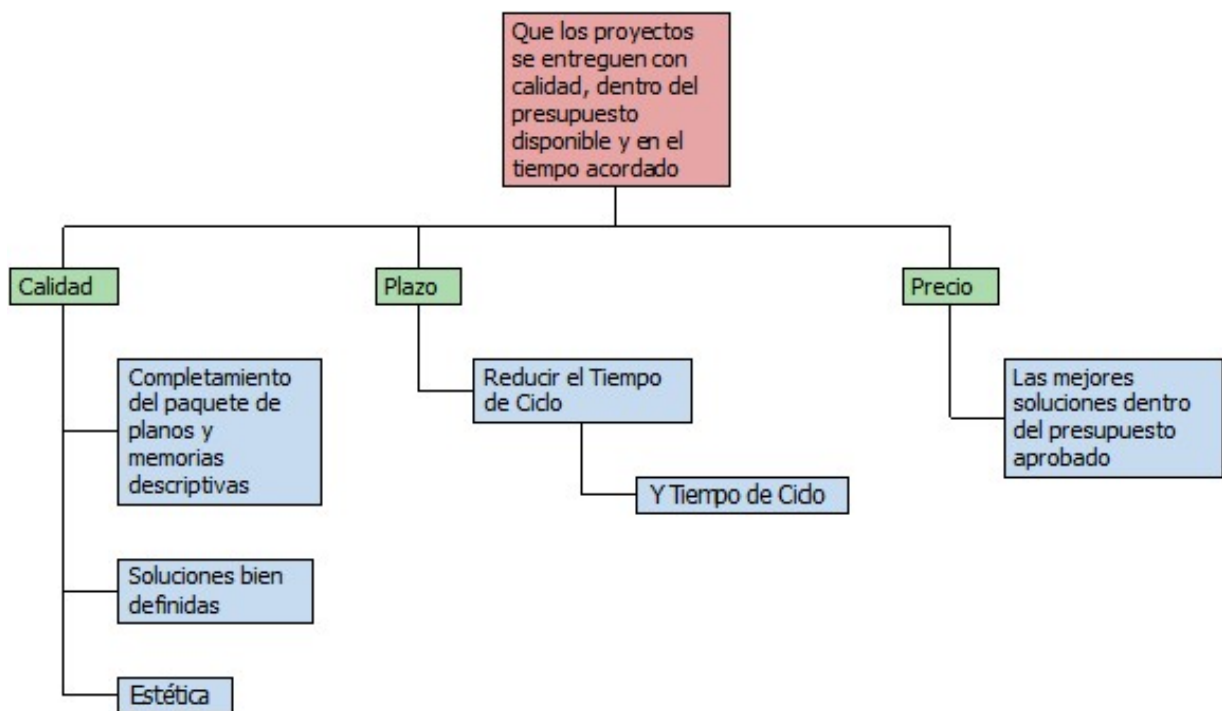


Figura 3.1. Crítica para los clientes.

Fuente: Elaboración propia.

3.3 Etapa II: MEDIR

Se pretende medir las diferentes causas que afectan al Tiempo de Ciclo del proceso de Realización del Producto, resulta imprescindible llevar a cabo diferentes actividades fundamentales.

- La primera de ellas es la elaboración de la **hoja de recopilación de datos para medir el tiempo de los proyectos**.

- Se realiza **estudio de capacidad**.

- **Se calcula la Seis Sigma**.

En la tabla de recopilación de datos obtenido en el área de Mercadotecnia y Contratación donde obtuvimos la duración en días de la Fase 1 y la Fase 2 por cada uno de los talleres. Ver (Anexo 5)

El proyecto actual posee una capacidad bastante baja, Cpk igual a **0,18** (2,04 Sigma) Cpk igual a **1,33** (5,5 Sigmas) constituiría una muy buena meta del proyecto para su estado actual, aunque no renunciamos a la obtención de un Cpk igual a **1,5** (6 Sigmas) que es la meta final de todo proyecto de mejora. Ver (Anexo 8)

Los gráficos indican que es un proceso estable (bajo control estadístico) en que los puntos caen dentro de los límites de control y fluctúan en forma aleatoria a lo ancho de la carta, caen cerca de la línea central. Ver (anexo 9)

- La segunda de ellas es el Mapa de proceso de funciones cruzadas figura 3.2.

El mapa de procesos indica dos fases del proceso de Realización del Producto:

1. Fase 1, desde el momento que se produce la solicitud hasta el momento que se firma el contrato para el diseño de una nueva obra. Los análisis estadísticos a partir de los datos recopilados durante el análisis de capacidad muestran que la Fase 1 tiene una duración promedio de 31 días.

2. Fase 2, desde el momento en que se firma el contrato hasta la entrega del paquete de documentos al cliente. Los análisis estadísticos a partir de los datos recopilados durante el análisis de capacidad muestran que la Fase 2 tiene una duración promedio de 110 días.

Es opinión del equipo que ambas fases del proceso pueden ser aceleradas, en aras de reducir el tiempo de ciclo del proceso (Y). Las causas de las demoras se analizarán en la siguiente fase del proyecto "ANALIZAR".

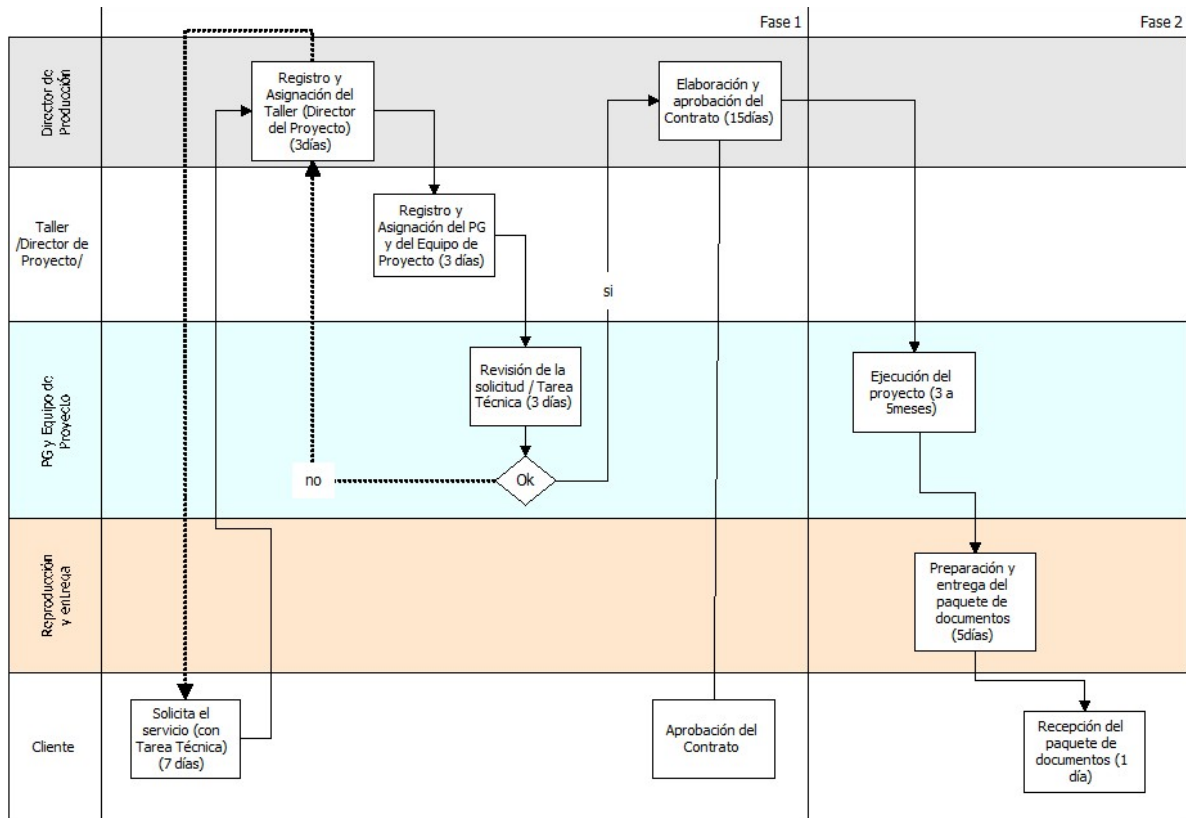


Figura 3.2. Mapa de funciones cruzadas.

Fuente: Elaboración propia.

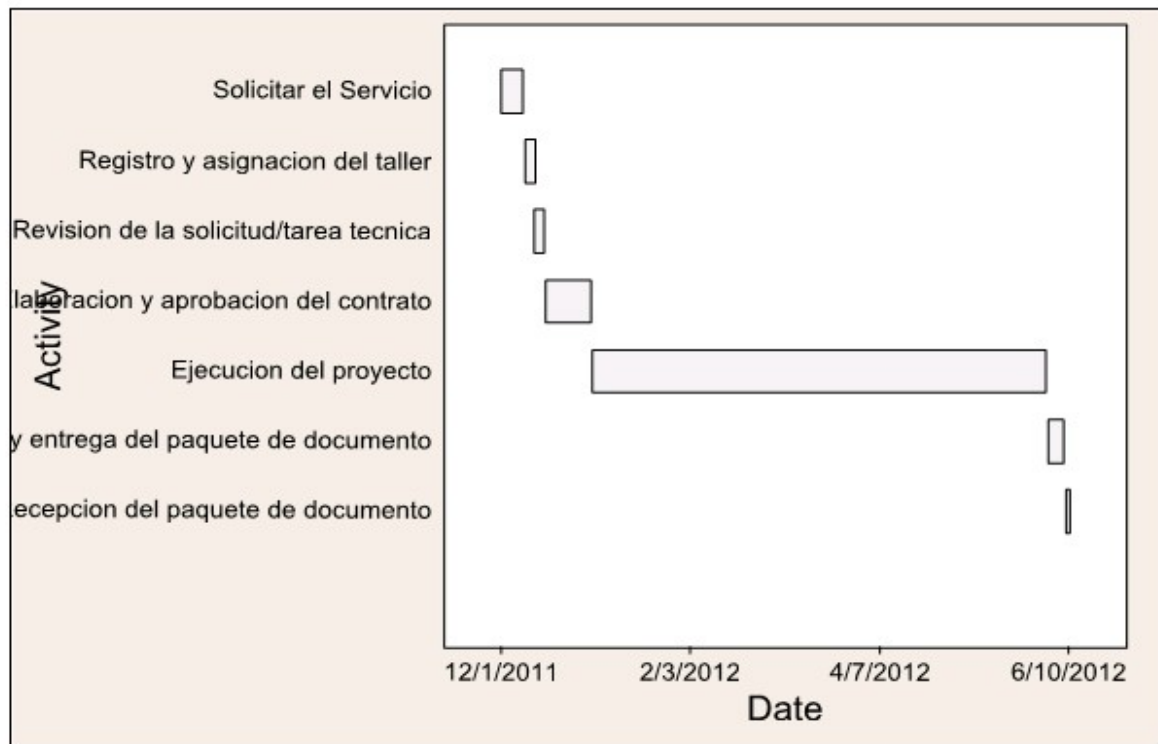


Figura 3.3. Diagrama de Gantt

Fuente: Elaboración propia.

3.4 Etapa III: ANALIZAR

Esta etapa cuenta con diversas actividades, donde usamos las herramientas necesarias para analizar las causas que originan que el proceso este afectado por el tiempo de ciclo, hay que utilizar la herramienta conocida como Diagrama Causa-Efecto se puede ver en la figura 3.2 Usamos el método conocido Delphi para verificar el contenido del mismo.

CAPITULO III.

Autora: Yaneisy Álvarez Moreno.

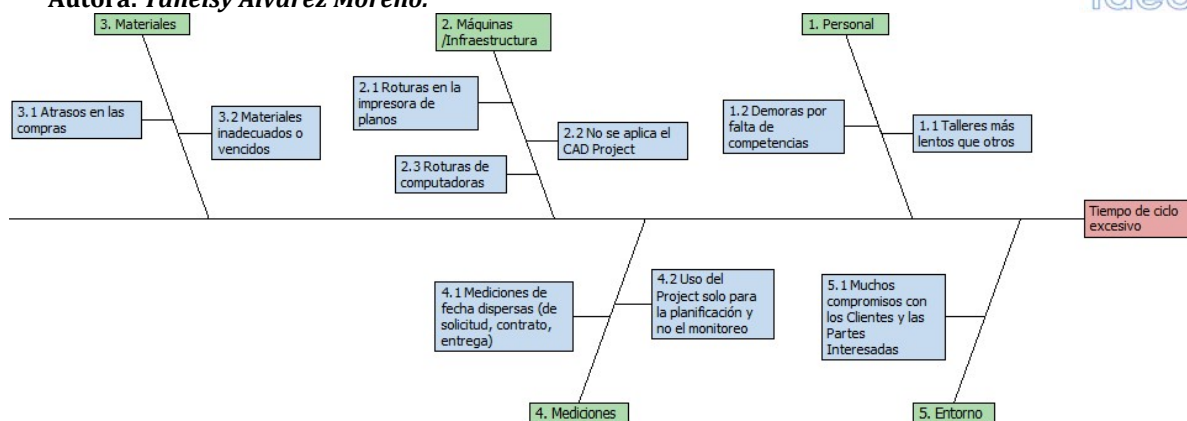


Figura 3.2. Diagrama Causa-Efecto.

Fuente: Elaboración propia.

3.4.1 Pasos en la realización del método de expertos.

A continuación se muestran los pasos que se aplican en el método de expertos utilizado para verificar si el contenido de la encuesta es adecuado. Para el procesamiento de los datos obtenidos en este método se utilizó el paquete de programa estadístico SPSS versión 19.0.

Los pasos para aplicar el método son:

1. **Concepción inicial del problema.**

Radica en que se cuenta con muchas preguntas y se quiere saber si se está bien evaluado el contenido que se desea y si los indicadores son los debidos.

2. **Selección de los expertos.**

Para la selección de los expertos se debe determinar la cantidad y después la relación de los candidatos de acuerdo a los criterios de competencia, creatividad, disposición a participar, experiencia científica y profesional en el tema, capacidad de análisis, pensamiento lógico y espíritu de trabajo en equipo. Se escogen especialistas de la sucursal, del centro de clasificación y de DHL de la Habana. Se calcula el número de expertos para llevar a cabo el desarrollo de este método.

$$n = \frac{p(1-p)k}{i^2}$$

Dónde:

K: Cte. que depende del nivel de significación estadística.

$$n = \frac{0.03(1-0.03)3.8416}{0.12^2}$$

p: Proporción de error que se comete al hacer estimaciones del problema con n expertos. (0.03)

$$n = \frac{0.11179}{0.0144}$$

i : Precisión del experimento. (0.12)

n: Número de expertos

$$n = 7.76319$$

$$n \approx 8 \text{ Expertos}$$

La determinación del coeficiente es acorde al nivel de confianza escogido para el trabajo ($\alpha=0.05$).

1 - α	k
99%	6,6564
95%	3,8416
90%	2,6896

En este caso se cuenta con la cantidad de 8 expertos, a los cuales se les entrega una encuesta donde se encuentran las características a seleccionar por cada uno de ellos.

1. Procesamiento.

Evaluación de la consistencia en el juicio de los expertos mediante la prueba de hipótesis estadística de Friedman para un Alpha igual a 0,05.

La cual establece:

Hipótesis:

H_0 : el juicio de los expertos no es consistente.

H_1 : el juicio de los expertos es consistente.

Estadígrafo:

$$S^2 = \sum D^2 = 444$$

Región Crítica: $S^2_{\text{calculada}} > S^2_{\text{tabulada}}$

$$444 > 183,7$$

Se cumple la región crítica, es decir que se rechaza H_0 por lo tanto se puede decir que el juicio de los expertos es consistente.

Prueba W de Kendall

RANGOS	RANGOS PROMEDIOS
Talleres más lentos que otros	1.63
Demoras por falta de competencias	6.75
Muchos compromisos con los clientes y las partes interesadas	9.94
Uso del Project solo para la planificación y no el monitoreo	9.56
No se aplica el CAD project	9.44
Mediciones de fecha dispersas(de solicitud, contrato y entrega)	8.94
Roturas en la impresora de planos	6.69
Rotura de computadoras	8.44
Materiales inadecuados o vencidos	8.31
Atrasos en las compras	7.75

Estadísticos de contraste

N	8
W de Kendall ^a	,744
Chi-cuadrado	49,287
gl	13
Sig. asintót.	,000

Coeficiente de concordancia de Kendall

Posteriormente de este análisis y con los rangos promedios que se calculan se realiza el Pareto donde se selecciona las cuatro causas más importantes que representan el 75%. (Ver anexo 7)

1. Mediciones de fecha dispersas (de solicitud, contrato y entrega)
2. No se aplica el CAD project.
3. Uso del Project solo para la planificación y no el monitoreo.
4. Muchos compromisos con los clientes y partes interesadas.

Debido a que se utiliza para la simulación la versión de estudiante del programa ROCKWELL SOFTWARE ARENA 10.0, el cual permite solo 150 entidades dentro del sistema, se asume 100 proyectos para evaluar el tiempo que demora en la Realización del Producto.

Evaluación los resultados del proceso actual

En un primer paso del análisis del modelo de simulación se obtienen los resultados del proceso actual, estos resultados son mostrados y explicados a continuación. El tiempo actual que se calcula a través del modelo de simulación es de 146 días, lo cual significa que existe aproximadamente 5 meses para la Realización del Producto y proponemos que este tiempo de ciclo puede ser acortado. Como se puede ver en la siguiente tabla de los tiempo promedio de el proceso actual.

Tabla 3.1: Reportes de tiempo actual.

Total Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Entity 1	145.91	(Insufficient)	111.65	182.73

3.5 Etapa IV: MEJORAR

Según el procedimiento escogido debe implementarse un diagrama de árbol para planificar las mejoras, para mayor comprensión se muestra en la figura 3.10

Para solucionar el problema del tiempo que demora el proceso de Realización del Producto se propone un nuevo mapa de funciones cruzadas con sus respectivos tiempos disminuidos Ver figura 3.11

Posteriormente se muestra un plan de mejora en función de las causas mencionadas utilizando el método Plan de Acción (5W2H) que aparece en la tabla 3.1.

Se establece un formato de recopilación de datos en las áreas de mercadotecnia y contratación donde automáticamente calcula el tiempo de cada fase, para conocimiento de cada Director de proyecto y otros interesados es una necesidad de la empresa para su mayor eficiencia. Cada responsable de su área mantendrá actualizada el mismo.

Se usa el Project para establecer una plataforma donde adaptamos la programación teniendo en cuenta la fase 1 y 2 para facilitar su seguimiento siendo así conocimiento de todos y lograr una mejor organización en el proceso.

En los consejos de operaciones además del seguimiento del proyecto incluir la fase 1 y 2, y de esta manera se completa el ciclo del proceso.

EL Cad Project facilita una mayor calidad en cada paquete de los proyectos, ya que mediante el mismo los proyectista cumplen los requisitos establecidos, facilita una mayor rapidez para la terminación de los proyectos ya que este se encuentra predeterminado para cada especialidad.

Cambiando el sistema de trabajo, logramos un mayor rendimiento por parte de los proyectistas, la empresa no incurrirá en gastos de corriente, comida, y trasportes ya que estos correrían a la cuenta de cada uno. Y estarán estimulados pues muchas veces cumplimos con una jornada de trabajo de 8 horas y la misma no es explotada al máximo, siendo diferente el

rendimiento de los proyectistas con un horario libre, esta medida está implantada en otras empresas de proyectos y están siendo extrapoladas a EDIN.

Cambiando el sistema de pago, por proyectos terminados y no por cuenta fija, los proyectistas realizan más proyectos en menor tiempo posible, cumpliendo con sus requisitos de calidad, pues de esta manera estarán mayor estimulado.

A partir del análisis del modelo de simulación del proceso según se proyecta con la introducción de la propuesta de la etapa anterior, se obtiene a través del modelo de simulación para el nuevo proceso 78 días, lo cual significa que acortamos 75 días menos de trabajo con respecto al proceso anterior.

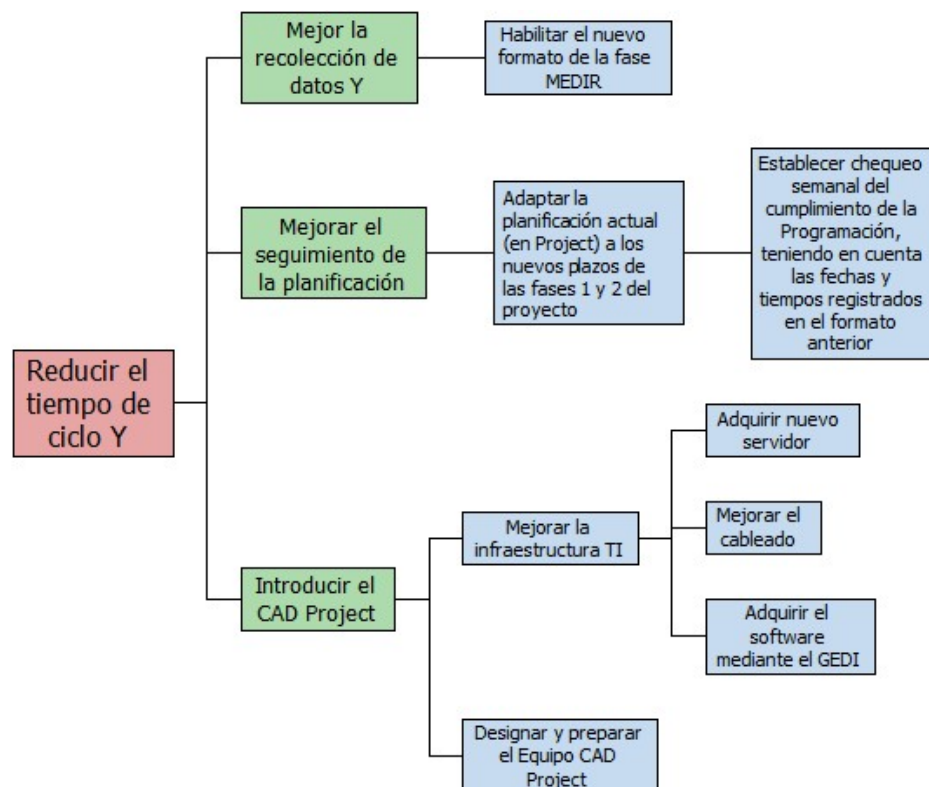


Figura 3.10 Diagrama de árbol para identificar las mejoras

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3.1: Plan de acción [5W2H]

Acción / Actividad 1 ^{ra} W ¿Qué?	Responsable 2 ^{da} W ¿Quién?	Propósito 3 ^{ra} W ¿Por qué?	Fecha / Duración 4 ^{ta} W ¿Cuándo?	Lugar 5 ^{ta} W ¿Dónde?	Modo 1 ^{ra} H ¿Cómo?	Recursos 2 ^{da} H ¿Cuánto?
1. Establecer oficialmente el formato desarrollado en la fase MEDIR para recopilar la información sobre las fechas de las Fases 1 y 2 del Proceso (Tabla excel)	Directora de Gestión de Proyectos	Unificar la recopilación de información y calcular automáticamente los tiempos de cada fase y del ciclo total	5/15/2012	Archivo compartido en el servidor	Acceso restringido para los responsables de actualizar la tabla, así como para los usuarios que necesitan la información	Servidor
2. Mantener actualizado el formato antes referido	Especialista en Contratación y Especialista en Mercadotecnia	Disponer de información fiable, verás y oportuna sobre los plazos de cada fase del proyecto	Permanente	Archivo compartido en el servidor	Actualizar el campo fecha correspondiente para cada nueva solicitud, siempre que se firme un nuevo contrato y siempre que se entregue al cliente un nuevo proyecto	Especialistas designados
3. Adaptar la programación en Project, teniendo en cuenta las fases 1 y 2 del proyecto	Especialista en Programación y Control de la Producción	Dejar lista la plataforma en Project para facilitar el seguimiento	5/15/2012	Archivo compartido en el servidor	Cada proyecto deberá contemplar (entre otras), las fases 1 y 2	Especialista en Programación y Control de la Producción

CAPITULO III.**Autora: Yaneisy Álvarez Moreno.**

4. Incluir en los Consejos de Operaciones, además del avance físico y financiero, el avance de los proyectos en cuanto a la duración de las fases 1, 2, así como de su ciclo total.	Directora de Gestión de Proyectos	Mejorar el seguimiento del cumplimiento de la programación	Semanal	Salón de reuniones	Presentación de la tabla excel (acción No. 1)	Servidor y especialista designado para comentar aspectos relevantes de los datos
5. Elaborar proyecto para introducir el CAD Project en EDIN	Director General	Introducir el CAD Project en EDIN, en el corto/mediano plazo (a más tardar diciembre 2013)	6/20/2012	Oficina del Director General	Trabajo en Equipo	Incluir los recursos en el Plan de Inversiones 2013
6-Cambiar el sistema de trabajo.	Director General	Hacer más proyectos en menos tiempo.	Permanente	EDIN	Horario libre	Requeridos por RRHH para hacer este tipo de estudio
7-Cambiar el sistema de pago.	Director General	Estimulación a los trabajadores.	Permanente	EDIN	Pago por resultados	Requeridos por RRHH para hacer este tipo de estudio

Evaluación los resultados del proceso mejorado

En un segundo paso del análisis del modelo de simulación se obtienen los resultados del proceso mejorado, estos resultados son mostrados y explicados a continuación. El tiempo mejorado que se calcula a través del modelo de simulación es de 78 días, lo cual significa que acortamos en gran medida el proceso de Realización del Producto. Como se puede ver en la siguiente tabla de los tiempo promedio de el proceso mejorado.

Tabla 3.2: Reportes de tiempo mejorado.

Total Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Entity 1	77.8771	(Insufficient)	43.0597	111.95

La comparación de los tiempos podemos Ver (Anexo 10), como resultado del mismo mostramos a continuación un fragmento de la tabla obtenido y su representación gráfica. Ver Tabla 3.3, 3.4 y Figura 3.5.

Tabla 3.3 Scenario Properties.

Fuente: Elaboración propia.

	Scenario Properties				Responses	
	S	Name	Program File	Reps	System.NumberOut	Entity 1.TotalTime
1		Scenario 1	2 : Edin 1.p	1	100.000	145.908
2		Scenario 2	4 : Edin 2.p	1	100.000	77.877

Tabla 3.4 Tabla de comparación de los procesos

Fuente: Elaboración propia.

Tiempo Proceso Actual	Tiempo Proceso Mejorado
143,9531052	75,95310516
132,6957526	64,69575262
143,1857046	75,18570464
125,9265855	57,92658552
171,6735967	103,6735967
141,2257173	73,22571729
112,7518221	44,75182206
145,9589802	77,95898019

148,7540601	80,75406009
131,3114593	63,31145928
155,839686	87,83968595
152,4075172	84,40751721
137,6814262	69,68142622

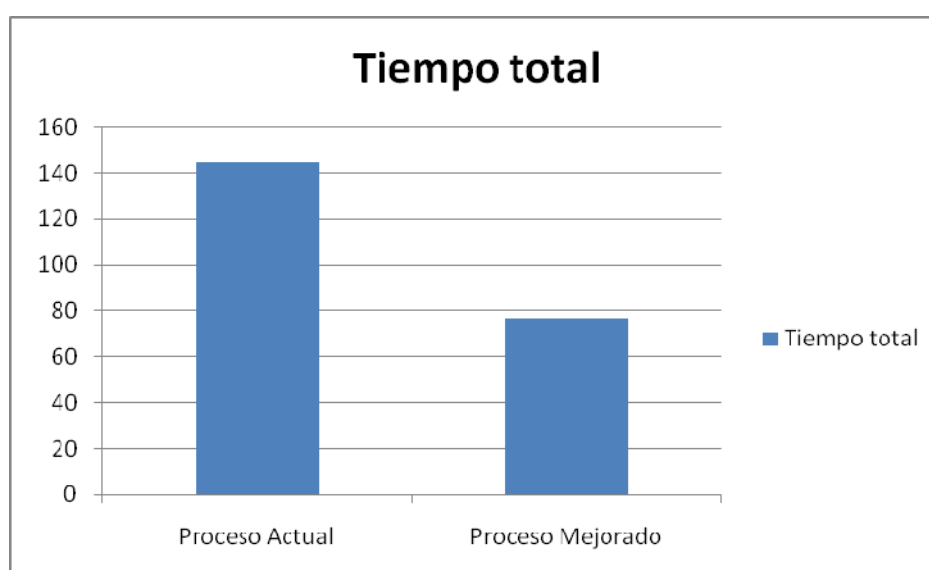


Figura 3.5 Gráfica de tiempo total en el proceso actual y mejorado

Fuente: Elaboración propia.

Después de analizar el Total Time, realizamos una comparación de medias con prueba de hipótesis. Donde estos resultados asumen que las varianzas de las dos muestras son iguales. En este caso, esa suposición parece razonable, con base en los resultados de la prueba-F para comparar las desviaciones estándar. Pueden verse los resultados de esta prueba seleccionando Comparación de Desviaciones Estándar del menú de Opciones Tabulares. Las pruebas-F y los intervalos de confianza mostrados aquí dependen de que las muestras hayan provenido de distribuciones normales.

Esta tabla contiene el resumen estadístico para las dos muestras de datos. Pueden utilizarse otras opciones tabulares, dentro de este análisis, para evaluar si las diferencias entre los estadísticos de las dos muestras son estadísticamente significativas. De particular interés

son el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada que pueden usarse para comparar si las muestras provienen de distribuciones normales. Valores de estos estadísticos fuera del rango de -2 a +2 indican desviaciones significativas de la normalidad, lo que tendería a invalidar las pruebas que comparan las desviaciones estándar. En este caso, ambos valores de sesgo estandarizado se encuentran dentro del rango esperado. Ambas curtosis estandarizadas se encuentran dentro del rango esperado.

Tabla 3.5 Resumen Estadístico:

Fuente: Elaboración Propia.

Resumen Estadístico	<i>Datos Proceso Actual</i>	<i>Datos Proceso mejorado</i>
Recuento	124	124
Promedio	144,107	76,1073
Desviación Estándar	12,558	13,0558
Coeficiente de Variación	9,05979%	17,1545%
Mínimo	110,183	42,1829
Máximo	179,521	111,521
Rango	69,3379	69,3379
Sesgo Estandarizado	-0,218955	-0,218955
Curtosis Estandarizada	0,32152	0,32152

Comparación de Medias

Intervalos de confianza del 95,0% para la media de Datos Proceso Actual: 144,107 +/- 2,32079 [141,787; 146,428]

Intervalos de confianza del 95,0% para la media de Datos Proceso mejorado: 76,1073 +/- 2,32079 [73,7865; 78,4281]

Intervalos de confianza del 95,0% intervalo de confianza para la diferencia de medias suponiendo varianzas iguales: 68,0 +/- 3,26587 [64,7341; 71,2659]

Prueba t para comparar medias

Hipótesis nula: $\text{media1} = \text{media2}$

Hipótesis Alt.: $\text{media1} \neq \text{media2}$

Suponiendo varianzas iguales: $t = 41,011$ valor-P = 0,0

Se rechaza la hipótesis nula para $\alpha = 0,05$.

Esta opción ejecuta una prueba-t para comparar las medias de las dos muestras. También construye los intervalos, ó cotas, de confianza para cada media y para la diferencia entre las medias. De interés particular es el intervalo de confianza para la diferencia entre las medias, el cual se extiende desde 64,7341 hasta 71,2659. Puesto que el intervalo no contiene el valor 0, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las dos muestras, con un nivel de confianza del 95,0%.

También puede usarse una prueba-t para evaluar hipótesis específicas acerca de la diferencia entre las medias de las poblaciones de las cuales provienen las dos muestras. En este caso, la prueba se ha construido para determinar si la diferencia entre las dos medias es igual a 0,0 versus la hipótesis alterna de que la diferencia no es igual a 0,0. Puesto que el valor-P calculado es menor que 0,05, se puede rechazar la hipótesis nula en favor de la alterna.

Tabla 3.6 Comparación de Desviaciones Estándar

Fuente: Elaboración Propia.

	Datos Proceso Actual	Datos Proceso mejorado
Desviación Estándar	12,558	13,0558
Varianza	170,454	182,454
Gl	123	123

Razón de Varianzas= 1,0

Intervalos de confianza del 95,0%

Desviación Estándar de Datos Proceso Actual: [11,6081; 14,9195]

Desviación Estándar de Datos Proceso mejorado: [11,6081; 14,9195]

Razones de Varianzas: [0,701109; 1,42631]

Prueba-F para comparar Desviaciones Estándar

Hipótesis Nula: $\sigma_1 = \sigma_2$

Hipótesis Alt.: $\sigma_1 \neq \sigma_2$

F = 1,0 valor-P = 1,0

No se rechaza la hipótesis nula para $\alpha = 0,05$.

Esta opción ejecuta una prueba-F para comparar las varianzas de las dos muestras. También construye intervalos ó cotas de confianza para cada desviación estándar y para la razón de varianzas. De particular interés es el intervalo de confianza para la razón de varianzas, el cual se extiende desde 0,701109 hasta 1,42631. Puesto que el intervalo contiene el valor de 1, no hay diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar de las dos muestras con un nivel de confianza del 95,0%.

También puede ejecutarse una prueba-F para evaluar una hipótesis específica acerca de las desviaciones estándar de las poblaciones de las cuales provienen las dos muestras. En este caso, la prueba se ha construido para determinar si el cociente de las desviaciones

estándar es igual a 1,0 versus la hipótesis alternativa de que el cociente no es igual a 1,0. Puesto que el valor-P calculado no es menor que 0,05, no se puede rechazar la hipótesis nula.

Prueba de Kolmogorov-Smirnov

Estadístico DN estimado = 0,991935

Estadístico K-S bilateral para muestras grandes = 7,81051

Valor P aproximado = 0,0

Esta opción ejecuta una prueba de Kolmogorov-Smirnov para comparar las distribuciones de las dos muestras. Esta prueba se realiza calculando la distancia máxima entre las distribuciones acumuladas de las dos muestras. En este caso, la distancia máxima es 0,991935, que puede verse gráficamente seleccionando Gráfico de Cuantiles de la lista de Opciones Gráficas. De particular interés es el valor-P aproximado para la prueba. Debido a que el valor-P es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las dos distribuciones con un nivel de confianza del 95,0%.

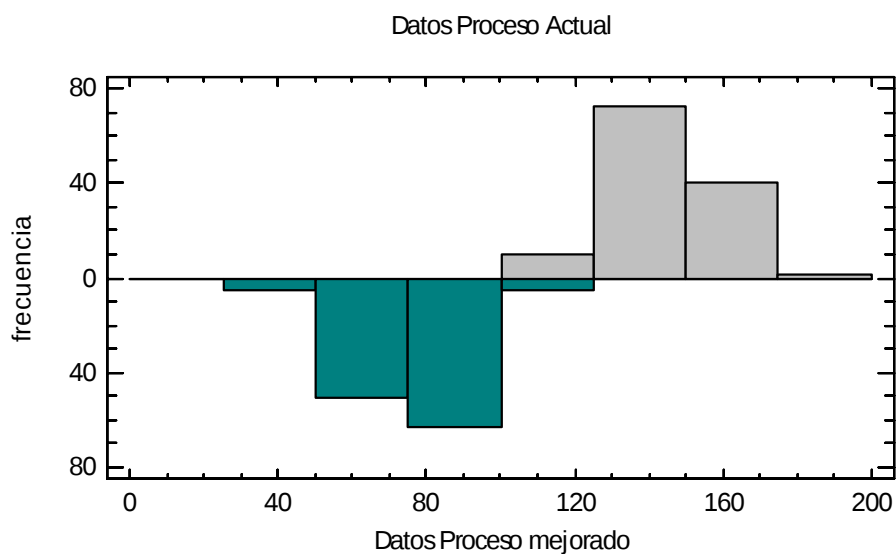


Figura 3.6 Gráfica de proceso actual y mejora.

Fuente: Elaboración propia.

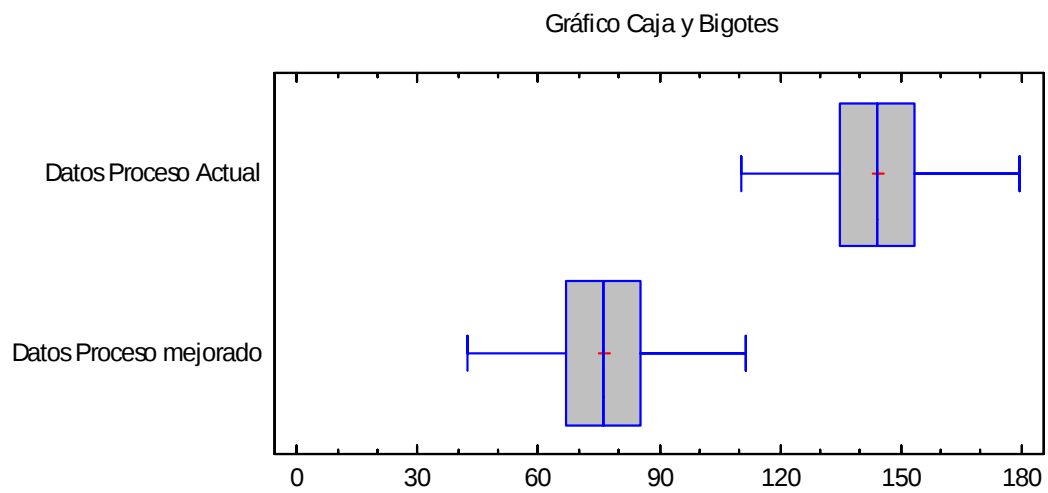


Figura 3.7 Gráfica de caja y bigote.

Fuente: Elaboración propia.

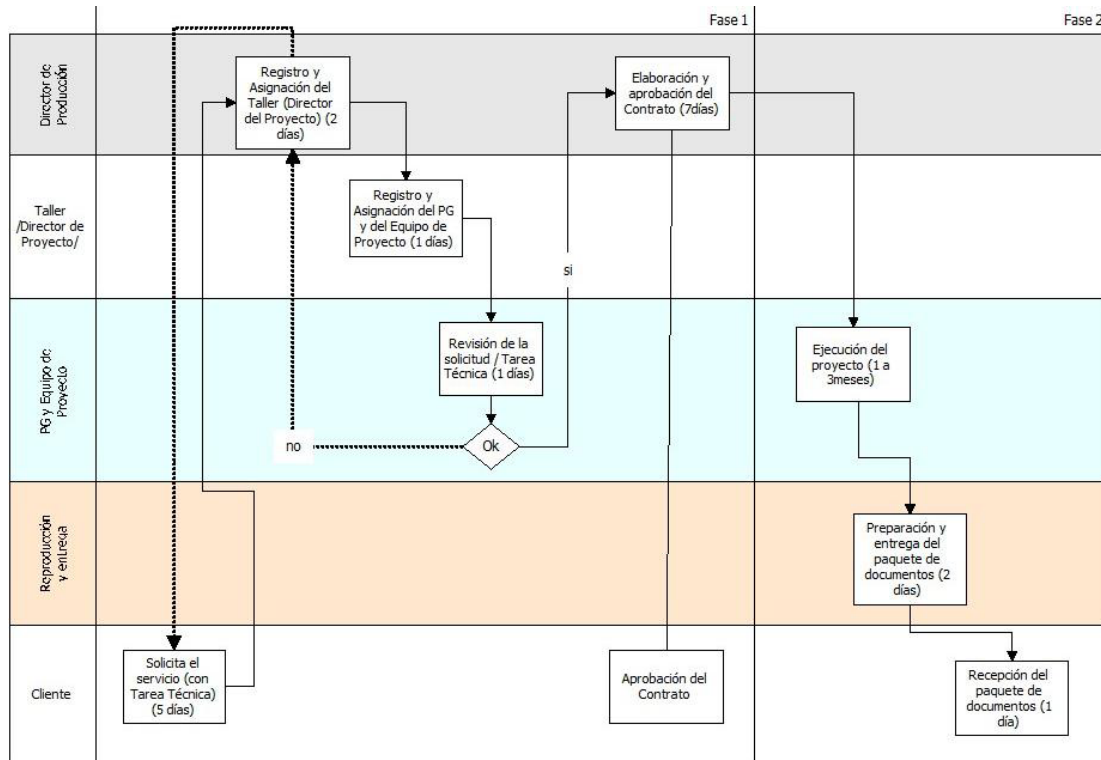


Figura 3.8 Mapa de funciones cruzadas.

Fuente: Elaboración propia.

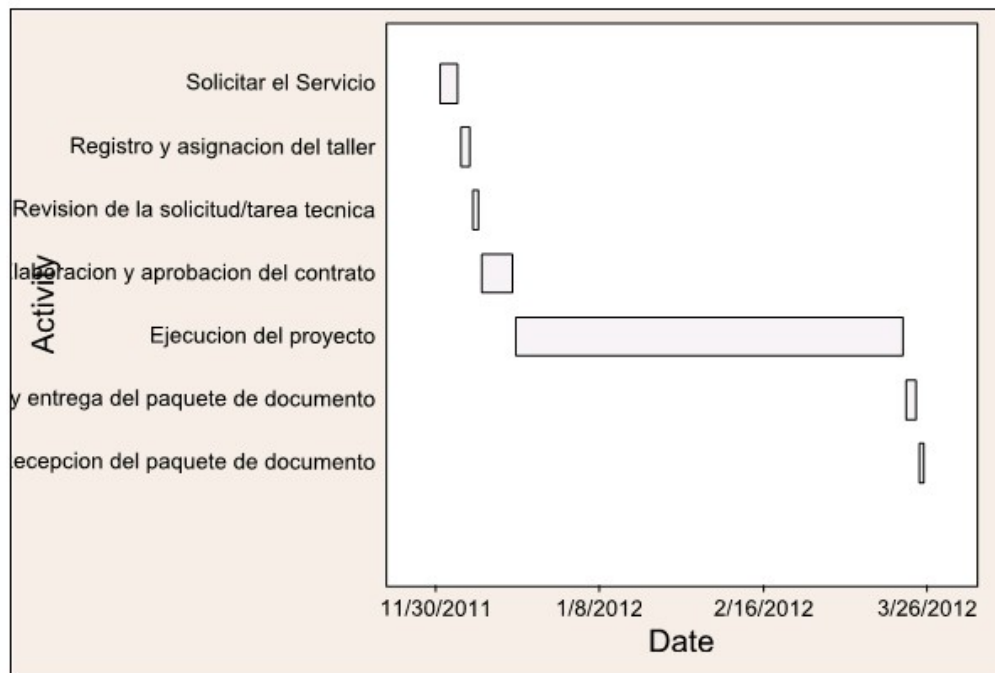
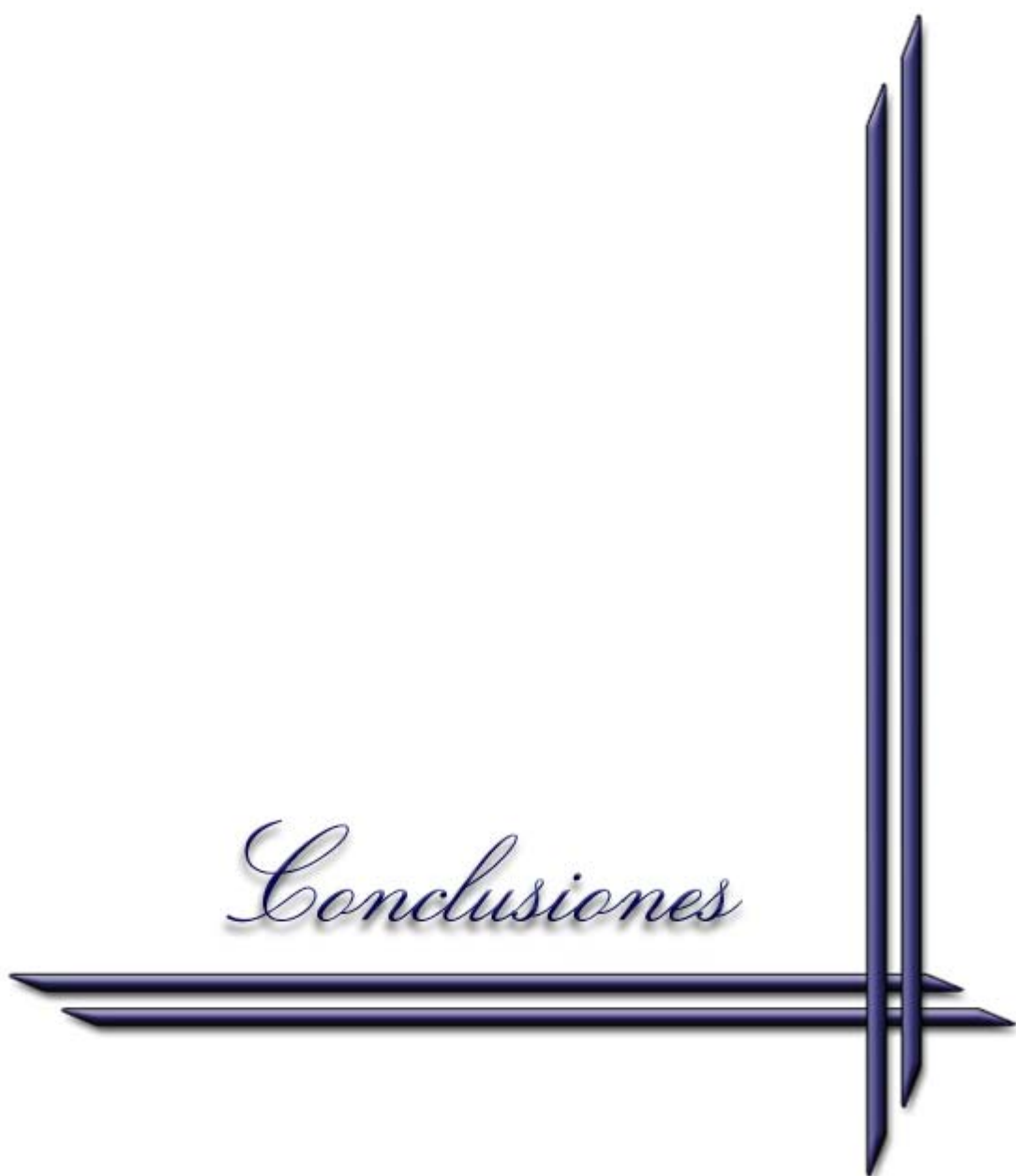


Figura 3.9 Diagrama de Gantt.

Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones



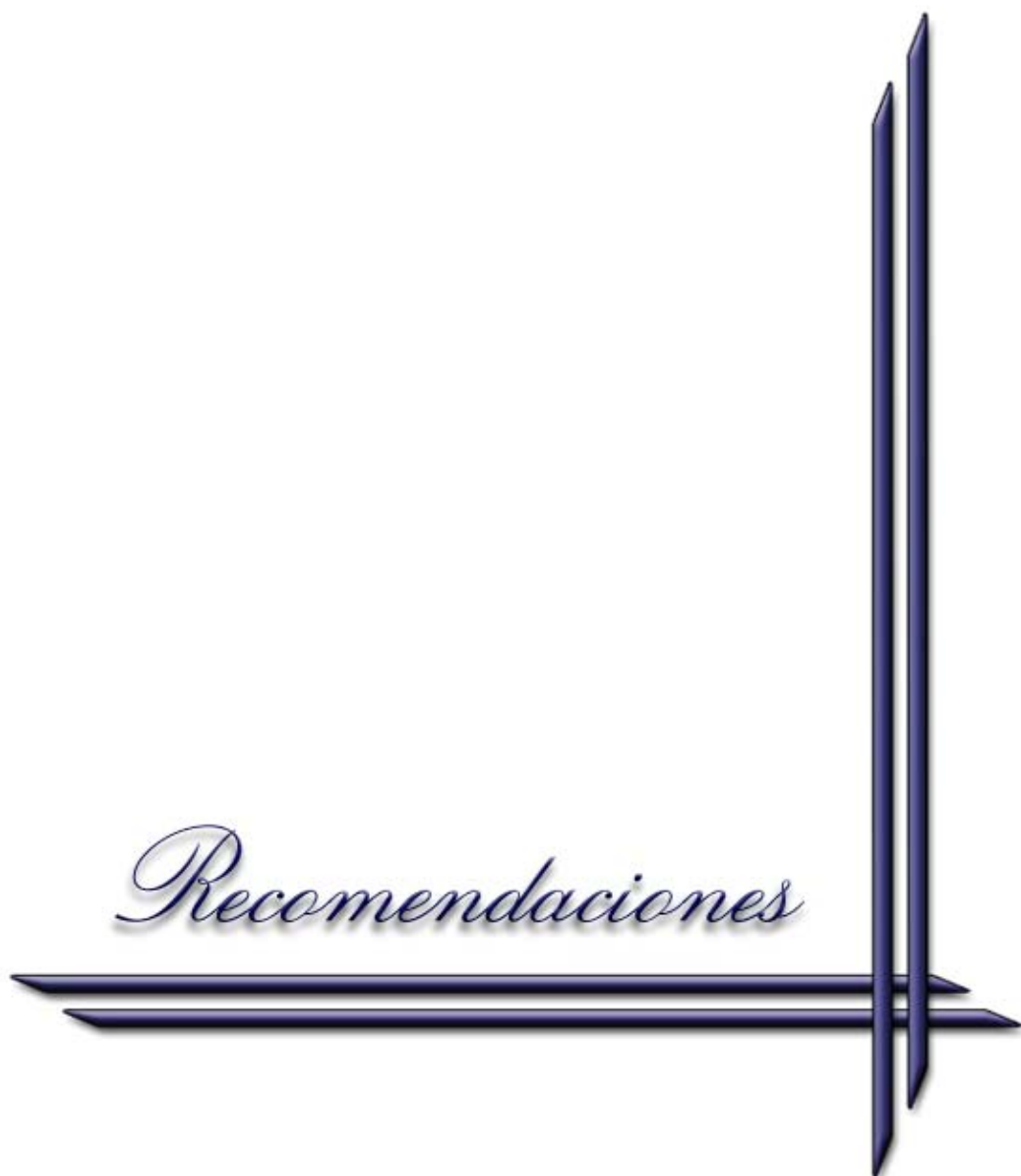
CONCLUSIONES.

Autora: Yaneisy Álvarez Moreno.



- Se selecciona el proceso de realización del producto ya que es un proceso clave para la empresa y de Diseño en Ingeniería de Cienfuegos.
- Luego de analizar el proceso se determina que el cuello de botella es la actividad de ejecución del proyecto, la cual es la que más demora ya que está estipulado que se puede hacer entre 3 y 5 meses.
- A partir de la aplicación de la metodología Lean Seis Sigma /DMAIC se proponen una serie de medidas con el fin de acortar el proceso de Realización del producto.
- Con las medidas propuestas se realiza una comparación del tiempo de ciclo a través de la simulación del proceso, utilizando el Software ARENA 10.0., que permitió obtener la comparación del escenario actual donde se desarrolla el proceso y del escenario propuesto.
- A partir de los datos obtenidos en la simulación, se realiza una prueba de hipótesis donde se evidencia que el proceso propuesto tiene una duración menor que el proceso actual.
- Si se implementan las medidas propuestas se lograría un ahorro de 75 días con respecto al proceso actual.

Recomendaciones



RECOMENDACIONES.

Autora: Yaneisy Álvarez Moreno.



- Aplicar el plan de medidas propuesto en la presente investigación con el fin de lograr una mayor eficiencia en la realización de este proceso, lo cual impactaría en los aprobados por el PCC para la actualización del modelo económico.
- Presentar los resultados obtenidos al consejo de dirección para que realice un análisis más profundo sobre la viabilidad de las medidas que se proponen, con vistas a su posterior aplicación
- Extender los resultados de la investigación a otros procesos o empresas similares con el fin de generalizar las experiencias encontradas en este trabajo.

Bibliografia



BIBLIOGRAFÍA.

Autora: Yaneisy Álvarez Moreno.



- Escalante Vázquez , E. (n.d.). *Seis - Sigma Metodología y técnicas*. Limusa, México.
- Barceló, Jaime. (2000). *Simulación de sistemas discretos*, 247. España: ISDEFE.
- Beltrán, J., Carrasco, R., Rivas, M., & Tejedor, F. (2002). *Guía para una gestión basada en procesos*. Instituto Andaluz de Tecnología.
- Benavides, L. (2003). *Gestión por procesos*. Retrieved from Retrieved from <http://www.calidadlatina.com>.
- Caballano, L. (n.d.). (n.d.). *Gestión de la Calidad*. Retrieved from Retrieved from <http://elprisma.com>.
- Cáravez Santana. (2000). *Procedimientos para la mejora de procesos en servicios turísticos. Tesis presentada en opción del Título Académico de Máster en Ingeniería Industrial con Mención en Calidad*. Villa Clara, Universidad Central de las Villas.
- Courbois, R.; Temple, P. (1975). *La methode des "Comptes de surplus" et ses applications macroeconomiques*. Retrieved from http://es.wikipedia.org/wiki/Valor_agregado.
- Crosby, P.B. (1972). *Procedings 26 th annual trchnical conference asq*, 58. Estados Unidos.
- Deming, W. E. (n.d.). *Calidad, productividad y competitividad*, 391. Madrid.
- Dueñas, L, García, H, & Espinosa,J. (2004). *Caracterización de un sistema de gestión de información científico tecnológica con enfoque a procesos: garantía para la mejora continua. estudio de caso En . Palacio de las Convenciones, La Habana, Cuba*.
- Gómez Acosta., Marta & Acevedo Suarez, J. (2001). *Diseño del Servicio al Cliente*. Cuba.
- Gutiérrez, H., & De la Vara, R. (2007). *Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma*. La Habana: Félix Varela.
- Harrington, J. H. (1997). *Administración total del mejoramiento continuo: la nueva generación*. Colombia: McGrawHill.
- Hernández, I. (2009). *La verdadera calidad total*. Retrieved from Retrieved from <http://gestiopolis.com>.
- ISO 13053-1 Métodos cuantitavos en la mejora de procesos - Seis Sigma -. (2011). .
- ISO 9000. (2000). *Sistema de gestión de la calidad. Requisitos*.

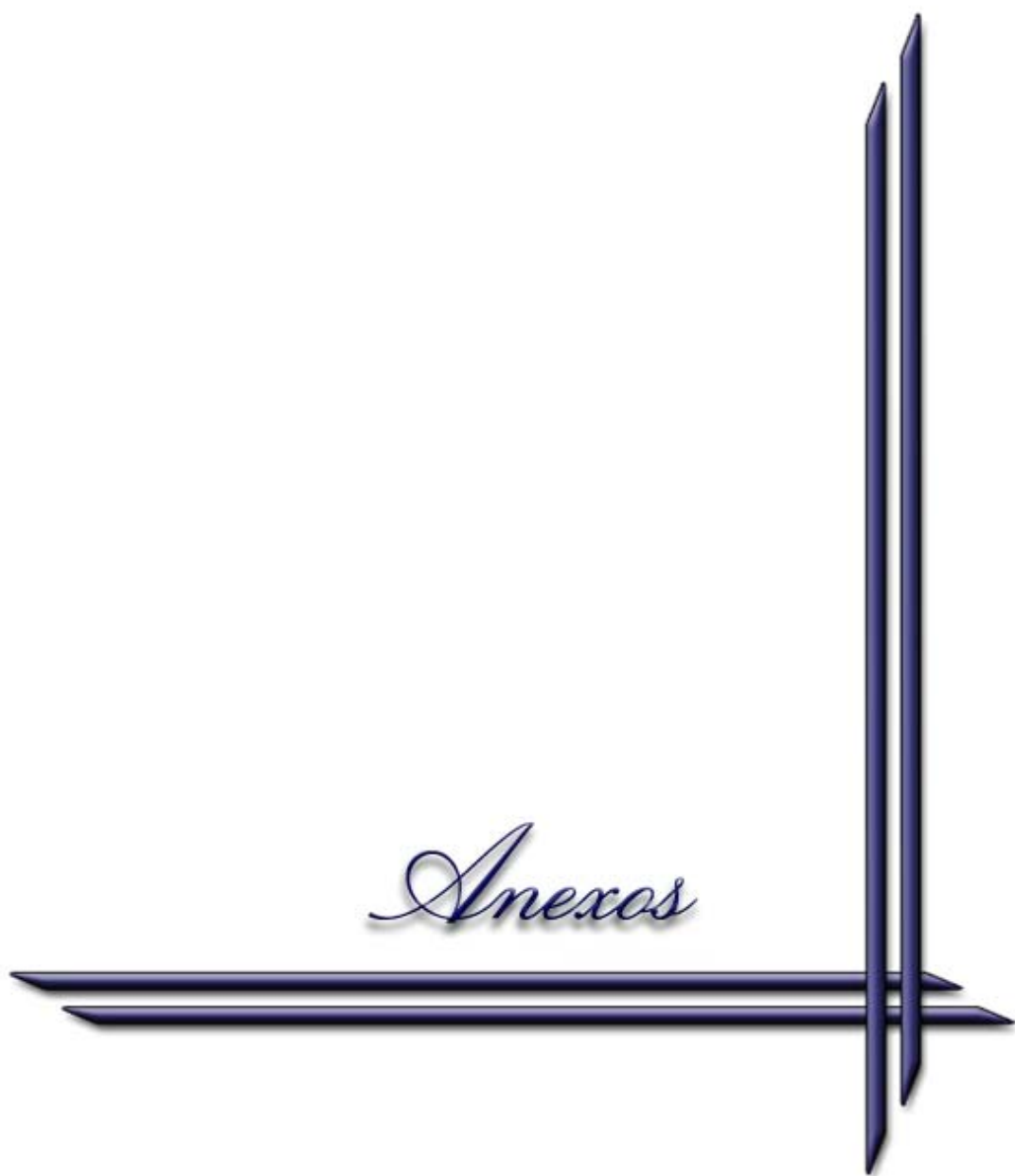
BIBLIOGRAFÍA.

Autora: Yaneisy Álvarez Moreno.



- J.H, C. (2001). *Desarrollo de una Cultura de Calidad*. Cantú.- - México DF.
- Lugo Mesa, Víctor. (2009). *Mejora en el servicio de Arrendamiento de Almacenes de la Sucursal de Cienfuegos Almacenes Universales S.A.* Carlos Rafael Rodríguez Rodríguez. *Metodología de la Investigación*. (n.d.). (Vol. 1). Ciudad Habana.Cuba: Félix Varela.
- Murguía, P. (2006). *Gestión de la Calidad*.
- NC ISO 9001: “Sistemas de Gestión de la Calidad-Requisitos”. Retrieved from. (2008). . Retrieved from <http://www.nc.cubaindustria.cu/>.
- Pérez, N., & Rodríguez, J. A. (2002). *Gestión por Procesos*. Retrieved from Retrieved from <http://www.monografias.com>.
- Pons, R. A. (2006). *Gestión por Procesos*.
- Rodríguez Morfa, Aneivys. (2010). *Mejora en el ciclo de pedido de la UEB comercializadora de la empresa se Pastas Alimenticias*. Carlos Rafael Rodríguez Rodríguez.
- Romero Perdomo, I. (2008). *Elevación de la calidad en los servicios a partir de la interrelación clientes internos y externos*, xxix(3), 7.
- Singh Soin, S. (1997). *Control de Calidad Total: Claves Metodologías y Administración para el Éxito*. México DF.
- Springer-Verlag Berlin Heidelberg. (2008). Six Sigma+LeanToolset.
- Springer-Verlag Berlin Heidelberg. (2011). Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Torvinen, Jukka, & Lee, Gerald. (2006). *Éxito de la simulación*.
- Veloza, R. (2006a). Tendencias en Servicios de Gestión y Demanda, centrado en el. *LGT Revista Logistec*.
- Veloza, R. (2006b). Tendencias en Servicios de Gestión y Demanda, centrado en el Cliente. *LGT Revista Logistec*.
- W. Edward, Deming. (1986). *Out of the Crisis*.
- Wiley Publishing, Inc. (2005). Six Sigma for Dummies.

Anexos

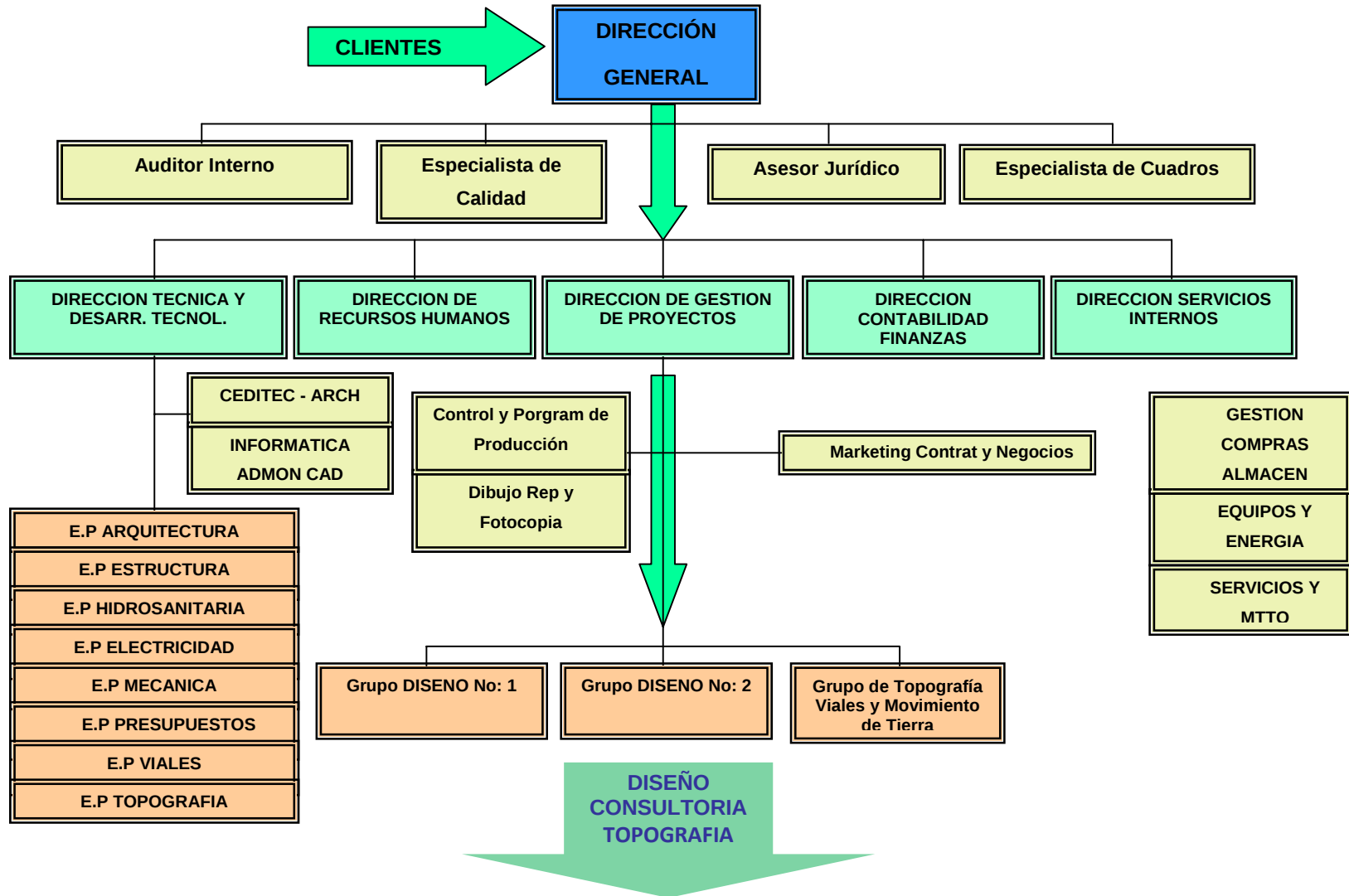


Anexos.**Anexo 1: Diferentes conceptos del término Proceso.**

Harrington, 1993	Cualquier actividad o grupo de actividades que emplee un insumo, le agregue valor a este y suministre un producto a un cliente externo o interno.
J.M Juran , 1993	Cualquier combinación determinada de máquinas, herramientas, métodos, materiales y/o personal empleada para lograr determinadas cualidades en un producto o un servicio. Un cambio en cualquiera de esos componentes produce un Nuevo proceso. Algunos procesos son procesos de fabricación; otros son procesos de servicio; otros más son operaciones auxiliares comunes, tanto a las empresas de fabricación como a las de servicio.
Normas IRAM-ACC – ISO 8402 1994	El conjunto de recursos y actividades relacionadas entre sí que transforman elementos entrantes en elementos salientes.
Harbour, 1994	La mezcla y transformación de un grupo específico de insumos en un conjunto de rendimientos de mayor valor.
Manganelli,1994	Serie de actividades relacionadas entre sí, que convierten insumos en productos cambiando el estado de las entidades de negocio pertinentes.
Hammer, 1996	Conjunto de actividades que reciben uno o más insumos y crea un producto de valor para el cliente
Peppard, 1996	Cualquier cosa que transforme, transfiera o simplemente vigile el insumo y lo entregue como producto.
J.M. Juran, 1999	Es la organización lógica de personas, materiales, equipamientos, energía e información en actividades de trabajo diseñadas para producir un resultado final requerido (productos o servicios).
Alfonso Raso,2000	Es una secuencia de actividades que una o varias personas desarrollan para hacer llegar una salida a un destinatario a partir de unos recursos.
Alvarado, Juan 2000	Conjunto de actividades interrelacionadas que transforman insumos para el logro de un resultado.

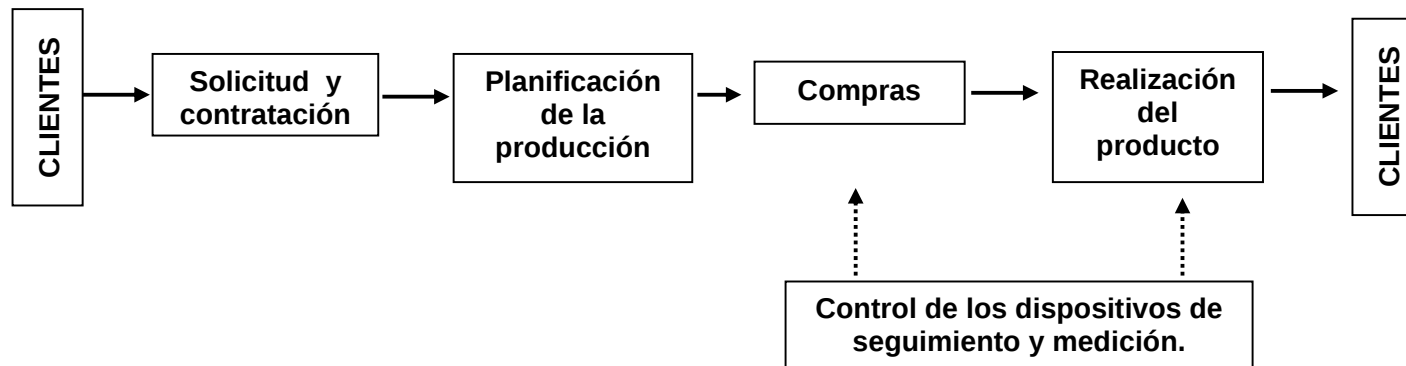
Anexo 2: Estructura funcional de la empresa.

Fuente: EDIN.



Anexo 3. Descripción del proceso.

Fuente: EDIN



Anexo 4. Matriz de selección.

Fuente: Elaboración propia.

Matriz para la selección de proyectos Seis Sigma	Leyenda que define el sentido /dirección/ de la evaluación con valores entre 1 y 5					Evaluación	
	Alto (5) ↑	Alto (5) ↑	Alto (5) ↑	Bajo (5) ↑	< 3 Meses (5)	5	Procede
	Medio ↑	Medio ↑	Medio ↑	Medio ↑	4 Meses (4) 5 Meses (3)	4 3	Procede Precaución
	Bajo (1) ↑	Bajo (1) ↑	Bajo (1) ↑	Alto (1) ↑	6 Meses (2) > 6 Meses (1)	2 1	Precaución Atención
	Peso asignado a las variables de evaluación						
	25%	25%	10%	20%	20%		
Proyectos Candidatos	Impacto en el Cliente y Otras Partes Interesadas	Impacto en el negocio	Probabilidad de Éxito	Recursos requeridos	Tiempo de completamiento	Total	
1- Calidad del Diseño.	5	5	3	4	2	4.00	
2- Calidad servicio topografía.	5	4	4	4	4	4.25	
3- Tiempo Ciclo Real. Prod.	5	5	4	5	5	4.90	
4- Proceso CAD.	4	5	3	2	3	3.55	

Anexo 5: SIPOC. Fuente:

Elaboración propia.

SIPOC	
Preparado por:	Fecha:
Yaneisy	12/14/2011
Proyecto:	
Reduccion del tiempo de ciclo en EDIN	

? How to fill out the SIPOC

Suppliers	Inputs	
	Description	Requirements
Inversionistas	Solicitud de servicio de proyecto	Cumplir con la calidad, el Plazo y el Presupuesto
	Tarea Técnica	Requisitos de la APCI
		Requisitos del CITMA
		Microlocalización
		Estudios de suelo
Taller/Departament o designado	Equipo de Proyecto	Equipo Competente
Compras	Insumos (Papel, Tinta, CD, etc)	
Autoridades de la provincia y el municipio	Exigencias	Cumplir con la calidad, el Plazo y el Presupuesto
GEDI / MICONS	Exigencias	Cumplir con el Plan de Prod.

Process
Solicitud y contratación
Planificación de la Producción
Compras
Realización del Producto

Outputs		Customers
Description	Requirements	
Paquetes de Planos y especificaciones	Copias dura	Inversionistas
	Cumplir con el plazo	
	Original y copia digital	Archivo
Contratos	Firmados por ambas partes	Inversionistas
		EDIN

Anexo 6: Hoja de recolección de datos para medir el tiempo de ciclo de los proyectos.

Fuente: Elaboración propia.

Hoja de recolección de datos para medir el tiempo de ciclo de los proyectos

Código de los Proyectos Solicitados	Fecha de la solicitud	Fecha de Firma del Contrato	Taller	Duración Fase 1 (días)	Fecha de Entrega del paquete de Proyecto	Duración Fase 2 (días)	Duración Total (días)
7-070-01	24/11/2009	25/12/2009	T1	31	2/24/2010	61	92
10-037-00	4/14/2010	5/16/2010	T2	32	8/17/2010	93	125
10-058-00	10/5/2010	11/10/2010	T1	36	2/12/2011	94	130
10-031-00	6/8/2010	7/7/2010	T3	29	10/5/2010	90	119
11-004-00	12/10/2010	15/10/2010	T3	3	1/5/2011	82	85
10-072-00	1/28/2011	2/25/2011	T1	28	4/26/2011	60	88
11-008-00	1/26/2011	2/25/2011	T2	30	5/30/2011	94	124
11-010-00	29/10/2010	30/11/2010	T2	32	4/8/2011	129	161
11-013-00	11/02/2011	15/03/2011	T1	32	7/8/2011	115	147
11-003-01	11/02/2011	12/03/2011	T3	29	6/20/2011	100	129
11-012-00	11/02/2011	10/03/2011	T2	27	6/15/2011	97	124
11-016-00	2/24/2011	3/27/2011	T1	31	7/2/2011	97	128
11-017-00	2/22/2011	3/30/2011	T2	36	8/22/2011	145	181
11-012-01	2/22/2011	3/24/2011	T3	30	6/25/2011	93	123
11-015-00	2/23/2011	3/25/2011	T3	30	5/27/2011	63	93
11-018-00	3/7/2011	4/5/2011	T2	29	7/12/2011	98	127
11-022-00	3/24/2011	4/25/2011	T1	32	7/30/2011	96	128
11-023-00	3/24/2011	4/26/2011	T1	33	8/18/2011	114	147
11-011-01	3/23/2011	4/24/2011	T3	32	7/25/2011	92	124
9-059-01	8/03/2011	06/04/2011	T2	29	8/10/2011	126	155
10-042-04	8/03/2011	10/04/2011	T2	33	6/29/2011	80	113
11-017-01	8/03/2011	08/04/2011	T1	31	7/14/2011	97	128
11-024-00	8/03/2011	09/04/2011	T3	32	9/15/2011	159	191
11-019-00	10/08/2010	13/09/2010	T3	34	1/13/2011	122	156
11-007-01	11/02/2011	12/03/2011	T2	29	7/20/2011	130	159

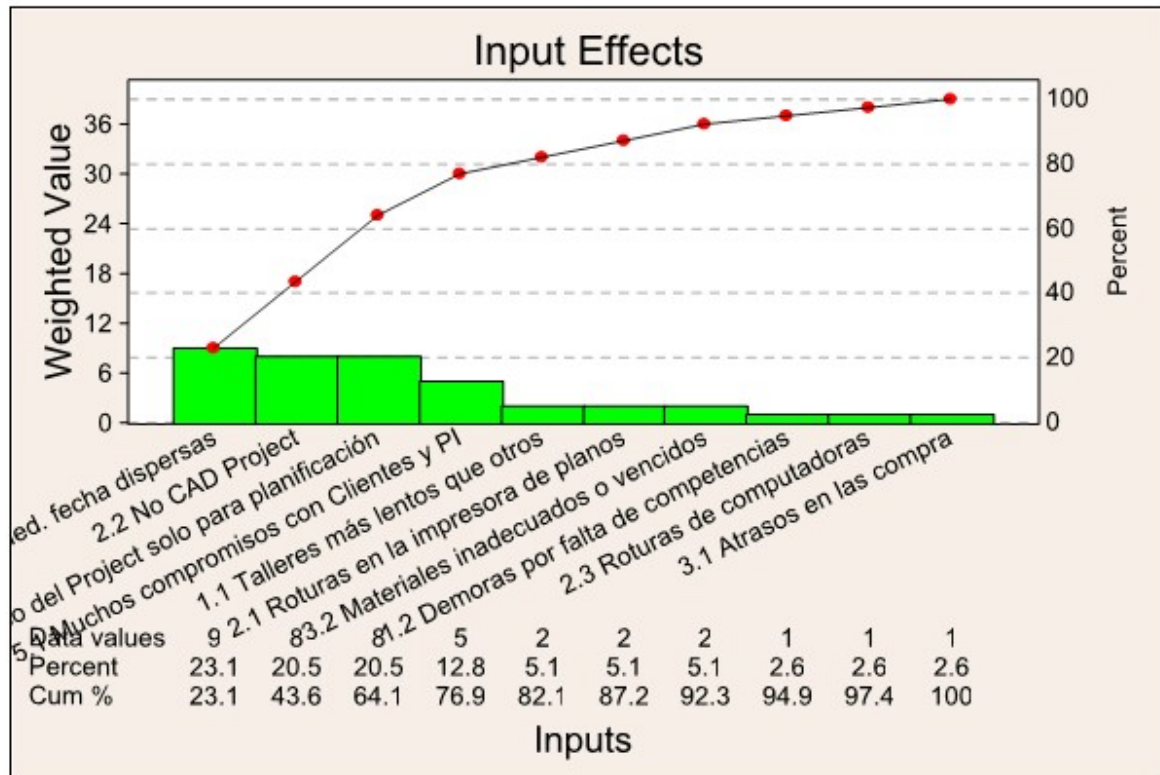
ANEXOS.

Autora: Yaneisy Álvarez Moreno.

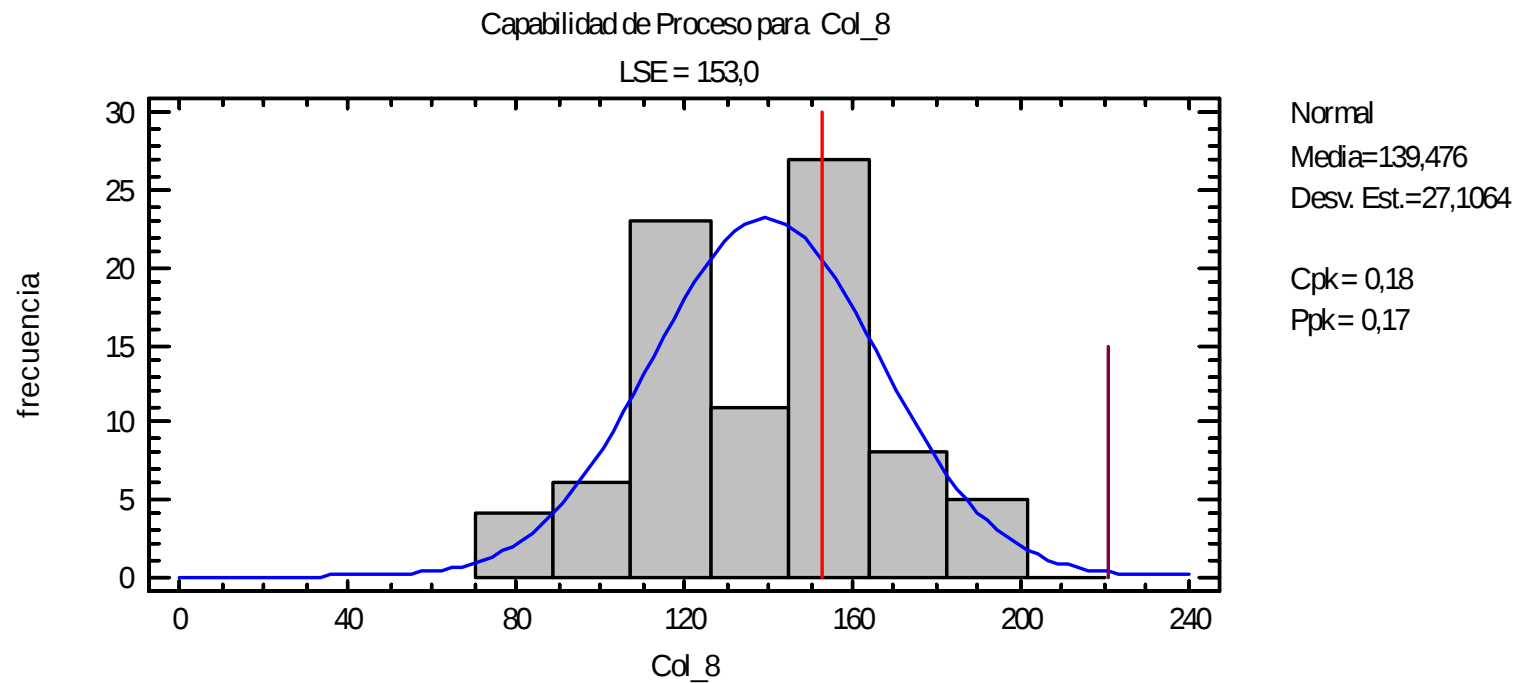
11-020-00	18/03/2010	20/04/2010	T1	33	7/22/2010	93	126
11-021-00	18/03/2010	17/04/2010	T2	30	7/25/2010	99	129
11-012-02	2/22/2011	18/03/2011	T3	24	8/15/2011	150	174
10-052-01	3/21/2011	23/04/2011	T2	33	7/14/2011	82	115
9-015-03	5/23/2011	20/06/2011	T3	28	9/26/2011	98	126
10-020-02	5/5/2011	04/06/2011	T1	30	10/9/2011	127	157
10-020-03	8/8/2011	09/09/2011	T1	32	12/12/2011	94	126
10-042-04	8/03/2011	10/04/2011	T3	33	8/15/2011	127	160
10-042-05	4/25/2011	20/05/2011	T2	25	7/22/2011	63	88
10-053-04	23/6/2011	25/07/2011	T2	32	10/30/2011	97	129
10-057-02	9/5/2011	06/06/2011	T3	28	9/10/2011	96	124
11-008-00	4/25/2011	30/05/2011	T3	35	8/5/2011	67	102
11-012-04	14/6/2011	16/07/2011	T1	32	11/20/2011	127	159
11-012-05	2/9/2011	05/10/2011	T2	33	2/6/2012	124	157
11-013-00	11/02/2011	08/03/2011	T3	25	6/12/2011	96	121
11-026-00	4/6/2011	10/05/2011	T1	34	9/17/2011	130	164
11-031-01	29/7/2011	21/08/2011	T2	23	12/20/2011	121	144
11-042-00	5/4/2011	06/05/2011	T3	31	8/8/2011	94	125
11-043-00	14/6/2011	18/07/2011	T2	34	10/20/2011	94	128
11-044-00	14/6/2011	13/07/2011	T1	29	10/15/2011	94	123
11-051-00	18/8/2011	20/09/2011	T3	33	1/25/2012	127	160
11-054-00	24/8/2011	22/09/2011	T1	29	2/22/2012	153	182
11-054-01	24/8/2011	25/09/2011	T2	32	2/27/2012	155	187
11-055-00	28/6/2011	26/07/2011	T3	28	11/29/2011	126	154
11-056-00	2/8/2011	03/09/2011	T2	32	12/5/2011	93	125
11-057-00	6/9/2011	08/10/2011	T1	32	3/10/2012	154	186
11-059-00	8/9/2011	10/10/2011	T1	32	2/12/2012	125	157
11-062-00	6/9/2011	04/10/2011	T2	28	3/6/2012	154	182
11-063-00	12/9/2011	10/10/2011	T3	28	1/12/2012	94	122
11-064-00	16/9/2011	15/10/2011	T3	29	2/18/2012	126	155
11-007-08	16/9/2011	18/10/2011	T2	32	3/16/2012	150	182
11-061-00	8/9/2011	07/10/2011	T1	29	2/9/2012	125	154

11-066-00	23/9/2011	25/10/2011	T2	32	3/22/2012	149	181
9-059-02	21/11/2011	20/12/2011	T1	29	4/21/2012	123	152
10-020-02	5/5/2011	05/06/2011	T1	31	9/9/2011	96	127
10-020-03	8/8/2011	07/09/2011	T3	30	1/10/2012	125	155
10-042-05	4/25/2011	23/05/2011	T2	28	8/22/2011	91	119
10-053-05	13/10/2011	12/11/2011	T3	30	3/14/2012	123	153
10-054-01	28/10/2011	27/11/2011	T3	30	3/25/2012	119	149
10-057-02	9/5/2011	06/06/2011	T1	28	10/8/2011	124	152
11-007-09	26/10/2011	27/11/2011	T2	32	2/25/2012	90	122
11-008-00	4/25/2011	24/05/2011	T3	29	9/26/2011	125	154
11-012-05	2/9/2011	02/10/2011	T1	30	2/5/2012	126	156
11-020-01	11/11/2011	10/12/2011	T2	29	4/10/2012	122	151
11-024-01	28/11/2011	26/12/2011	T3	28	3/25/2012	90	118
11-052-00	22/8/2011	26/09/2011	T1	35	1/28/2012	124	159
11-059-00	8/9/2011	10/10/2011	T2	32	3/12/2012	154	186
11-060-00	8/9/2011	07/10/2011	T3	29	1/10/2012	95	124
11-071-00	19/10/2011	20/11/2011	T3	32	3/18/2012	119	151
11-074-00	24/10/2011	20/11/2011	T2	27	4/22/2012	154	181
11-081-00	11/11/2011	10/12/2011	T1	29	3/15/2012	96	125
11-082-00	11/11/2011	15/12/2011	T1	34	5/18/2012	155	189
11-084-00	17/11/2011	19/12/2011	T2	32	3/20/2012	92	124
11-085-00	6/12/2011	08/01/2012	T3	33	3/10/2012	62	95
11-086-00	6/12/2011	10/01/2012	T2	35	3/20/2012	70	105
11-079-00	4/11/2011	06/12/2011	T2	32	2/5/2012	61	93
11-087-00	21/12/2011	23/01/2012	T1	33	5/25/2012	123	156
10-047-02	21/12/2011	20/01/2012	T3	30	5/20/2012	121	151
11-013-01	21/12/2011	18/01/2012	T1	28	3/18/2012	60	88
				30.30		109.18	139.48
				PROMEDIO		PROMEDIO	PROMEDIO

Anexo 7: Matriz de Causa-Efecto. Fuente: Elaboración propia.

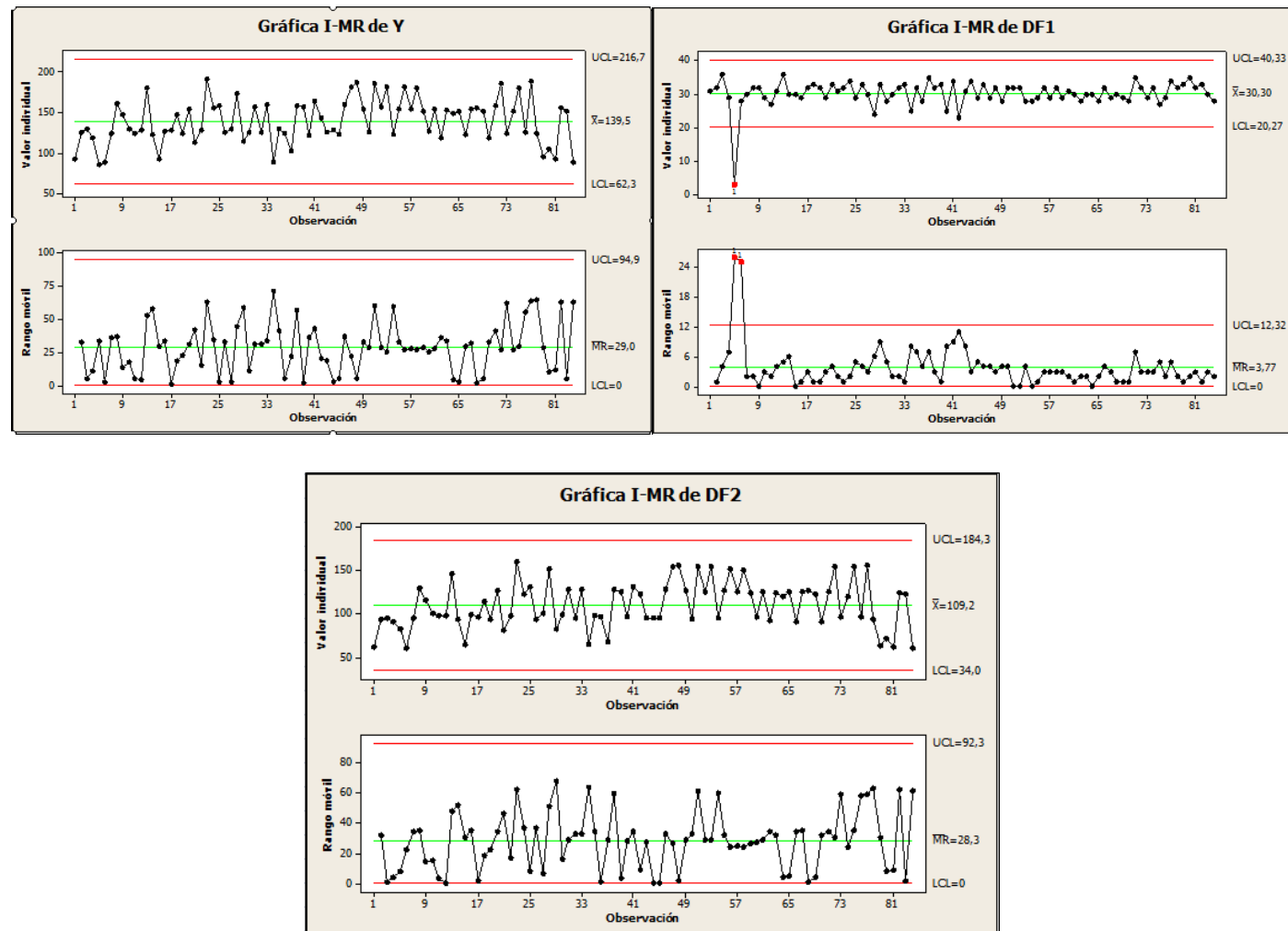


Anexo 8: Análisis de capacidad
Elaboración propia.



Anexo 9: Grafico de control

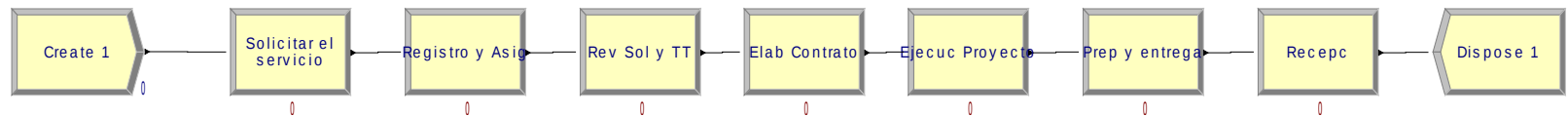
Elaboración propia.



Anexo 10. Modelos de del proceso en ARENA

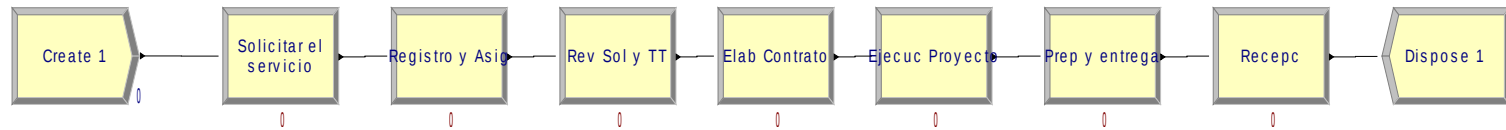
Fuente. Elaboración propia.

Modelo actual



Process - Basic Process											
	Name	Type	Action	Delay Type	Units	Allocation	Minimum	Value	Maximum	Std Dev	Report Statistics
1	Solicitar el servicio	Standard	Delay	Normal	Days	Value Added	.5	7	1.5	2	✓
2	Registro y Asig	Standard	Delay	Normal	Days	Value Added	.5	3	1.5	1	✓
3	Rev Sol y TT	Standard	Delay	Normal	Days	Value Added	.5	3	1.5	1	✓
4	Elab Contrato	Standard	Delay	Normal	Days	Value Added	.5	15	1.5	3	✓
5	Ejecuc Proyecto	Standard	Delay	Uniform	Days	Value Added	90	1	150	2	✓
6	Prep y entrega	Standard	Delay	Normal	Hours	Value Added	.5	5	1.5	1	✓
7	Recepc	Standard	Delay	Normal	Days	Value Added	.5	1	1.5	.2	✓

Total Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Entity 1	145.91	(Insufficient)	111.65	182.73



Process - Basic Process											
	Name	Type	Action	Delay Type	Units	Allocation	Minimum	Value	Maximum	Std Dev	Report Statistics
1	Solicitar el servicio	Standard	Delay	Normal	Days	Value Added	.5	7	1.5	2	☒
2	Registro y Asig	Standard	Delay	Normal	Days	Value Added	.5	2	1.5	1	☒
3	Rev Sol y TT	Standard	Delay	Normal	Days	Value Added	.5	1	1.5	1	☒
4	Elab Contrato	Standard	Delay	Normal	Days	Value Added	.5	7	1.5	3	☒
5	Ejecuc Proyecto	Standard	Delay	Uniform	Days	Value Added	30	1	90	.2	☒
6	Prep y entrega	Standard	Delay	Normal	Hours	Value Added	.5	2	1.5	1	☒
7	Recepc	Standard	Delay	Normal	Days	Value Added	.5	1	1.5	.2	☒

Total Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Entity 1	77.8771	(Insufficient)	43.0597	111.95