

---

**UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS**  
**FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS Y EMPRESARIALES**  
**INGENIERIA INDUSTRIAL**

**Tesis de grado para optar por el título de**  
**Ingeniero Industrial**

*Título: Propuestas de mejoras al proceso de reparaciones  
navales en la Empresa Militar Industrial Astilleros-Centro*

**Nombre:** Marlon Jorge Cubertiel Cepeda

**Tutores:** DrC. MsC. Ing. Berlan Rodríguez Pérez

Lic. Juliet Fornet Sánchez

**Cienfuegos, Cuba**

**Año 2015**



*“... Es importante aprender métodos y técnicas de investigación, pero sin caer en un fetichismo metodológico. Un método no es una receta mágica. Más bien es como una caja de herramientas, en la que se toma la que sirve para cada caso y para cada momento...”*

*Ander-Egg.*



### *Dedicatoria*

*Muchas son los nombres que deberían estar escritos en esta página de mi tesis pero siempre existen personas especiales que marcan la diferencia, como es el caso de mi mamá y mi papá que siempre estuvieron y yo sé que siempre estarán ahí para darme el consejo que necesite en cada situación de mi vida ,para guiarme y estar siempre a mi lado sin importar el camino que yo decida elegir (...Ellos son mi vida....), existe otra persona que también es súper especial para mí y aunque en estos momentos no este conmigo, yo sé que estaría muy orgullosa, quiero que sepa que su nieto preferido nunca la olvidará y la tendrá en su corazón por siempre.*

## *Agradecimiento*

*Quisiera agradecer a todas las personas que hicieron posible que este trabajo se realizara en especial a:*

*Leslie Cavada Valladares (Mi novia) esa personita que llegó a mi vida como si nada y poco a poco se fue convirtiendo en alguien que eternamente quisiera que esté presente en mi vida.*

*A Berlan mi tutor que siempre estuvo para ayudarme siendo una de las personas que hizo posible que yo lograra concluir mi trabajo de tesis.*

*A Juliet mi tutora de la empresa que a pesar de sus problemas personales siempre tuvo un espacio en su tiempo para ayudarme, a ella muchas gracias.*

*A Jessica y Maricarmen que fueron las responsables que yo lograra concluir estos cinco años ya que siempre estuvieron para ayudarme y más que eso para hacerme los trabajos de forma incondicional, de corazón muchas gracias.*

*A mis grandes amigos, Frank y Ernesto que conformaron junto a mí el equipo de la muerte (Que problema ese) nunca los olvidare.*

*Al profesor y guía Aníbal que siempre estuvo dispuesto a ayudarme, muchas gracias.*

*No por último menos importante a mi padrastro Alberto y mi madrastra Alet que me fueron de mucha ayuda, muchas gracias.....*



### Resumen

El presente trabajo de diploma titulado “Propuestas de mejoras al proceso de reparaciones navales en la Empresa Militar Industrial “Astilleros Centro” de la provincia de Cienfuegos, a partir de la disminución del tiempo de ciclo, tiene como objetivo general, aplicar la metodología 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 utilizan técnicas de recopilación de información tales como: revisión de documentos, observación directa, fotografía colectiva, tormenta de ideas, las que sirven de apoyo en la construcción de los distintos diagramas y gráficos que son empleados. Se hace uso de herramientas clásicas de la calidad como diagrama SIPOC, diagrama Causa- Efecto y diagrama de Pareto, además, se simulan los procesos objeto de estudio para determinar el tiempo del proceso actual y normar el proceso mejorado.

Como procesadores de datos se emplea diferente software como son: Statgraphics, Arena 10.0 y Microsoft 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 realizan un conjunto de propuestas de mejoras para cada situación detectada, además de los tiempos propuestos para el desempeño del proceso objeto de estudio.



## **Abstract**

The present work of diploma titled Proposals of improvements to the process of naval repairs in the Company Military Industrial Navy Center of the county of Cienfuegos, starting from the decrease of the time of cycle, has as general objective to apply the methodology Six Sigma/DAMIC, for the improvement of the process of Realization of the Product guided to diminish its time of cycle.

To give execution to this objective they are used technical of such summary of information as: revision of documents, direct observation, photographs collective, storm of ideas, those that serve as support in the construction of the different diagrams and graphics that are employees. It is made use of classic tools of the quality like diagram SIPOC, diagram Causes - Effect and diagram of Pareto, also, the processes study object are simulated to determine the time of the current process and normal the improved process.

As processors of data different software is used like they are: Statgraphics, Sand 10.0 and Microsoft Visio, which allow in some measure to identify and to analyze the main problems to solve and to give solution proposals to the same ones.

Finally they are carried out a group of proposals of improvements for each detected situation, besides the times proposed for the acting of the process study object.



## Tabla de contenido

Introducción .....	9
Capítulo 1: Marco teórico referencial .....	17
1.1. Introducción.....	17
1.2. Proceso.....	18
1.2.1. Definiciones de Proceso.....	18
1.2.2. Clasificación de procesos .....	20
1.3. Gestión por procesos .....	23
1.3.1. Importancia de la Gestión por Procesos. ....	24
1.4. Calidad .....	25
1.4.1. Definiciones de Calidad.....	25
1.5. Gestión de la Calidad.....	26
1.6. Tiempo de ciclo .....	28
1.6.1. Mejora continua .....	29
1.7. Productividad.....	31
1.7.1. Definiciones de Productividad .....	31
1.7.2. Productividad en los astilleros.....	32
1.8. Metodología Seis Sigma.....	33
1.9. Simulación de procesos.....	34
1.10. Conclusiones del Capítulo 1. ....	36
Capítulo 2: Caracterización de la Empresa Militar Industrial “Astilleros Centro”. Descripción de la Metodología Seis Sigma/DMAIC. ....	37
2.1. Introducción .....	37
2.2. Caracterización de la Empresa Militar Industrial “Astilleros Centro” .....	37
2.2.1. Caracterización del entorno.....	45



---

2.3. Caracterización del Proceso de Reparación Naval.....	46
2.4. Descripción de la Metodología Seis Sigma /DMAIC.....	48
2.4.1. La métrica de <i>Seis Sigma</i> .....	51
2.5. Descripción de las herramientas propuestas en la metodología .....	54
2.6. Conclusiones del Capítulo II .....	62
Capítulo 3: Diseño de una metodología para el proceso de reparaciones navales en la Empresa Militar Industrial “Astillero Centro” de Cienfuegos. ....	63
3.1. Introducción. ....	63
3.2. Diseño de la metodología Seis Sigma/DAMIC en el proceso de reparaciones navales en la Empresa Militar Industrial “Astillero Centro” de Cienfuegos. ....	63
3.2.1. Etapa 1: Definir .....	63
3.2.2. Etapa 2: Medir.....	65
3.2.3. Etapa 3: Analizar .....	67
3.2.4. Etapa 4: Mejorar .....	71
3.3. Representación del proceso mejorado. ....	77
3.4. Conclusiones del Capítulo III .....	82
Conclusiones Generales. ....	83
Recomendaciones .....	84
Bibliografía .....	85
Anexos.....	87

## **Introducción**

En la actualidad existe una preferencia mundial, por parte de los clientes y consumidores a respetar las exigencias respecto a la calidad, al punto que ha llegado a adentrarse en la forma de pensar de todos los empresarios a nivel global, obligándolos a ser cada vez más competitivos en el ámbito comercial. Esto solo puede ser logrado teniendo la fidelidad de los clientes, que se manifiestan de manera más exigente en cuanto a calidad se trata.

Simultáneamente se ha producido una creciente toma de conciencia por parte de las direcciones de las organizaciones, de que para obtener buenos resultados económicos, se hace necesario mejorar continuamente la calidad de los servicios o productos ofertados. Así la calidad se ha convertido en uno de los elementos esenciales para el funcionamiento eficaz de cualquier organización.

Numerosas empresas reconocen que para ser realmente competitivos y mantenerse en el mercado necesitan que sus productos o servicios sean como los desea el cliente y que tengan la calidad requerida, esto solo es posible lograrlo mediante la mejora continua. (García, 2012)

La globalización de los mercados y los altos niveles de exigencia para las empresas, ha llevado al desarrollo de las técnicas y herramientas de mejoramiento continuo de procesos, lo que permite medirlos para detectar sus deficiencias, disminuir los costos y el tiempo del ciclo, aspectos imprescindibles que hacen a las organizaciones más eficientes y competitivas para poder transformarse en líderes y referentes en los mercados.

En su búsqueda por la perfección y por lograr sus objetivos, estas empresas se encuentran en proceso de adoptar e implementar varias metodologías de mejora de la calidad, tales como la Mejora de la Calidad Total, el Control de Calidad Total, el Control Estadístico de Procesos (SPC), y Six Sigma, en los departamentos funcionales de la organización. Dichas organizaciones han seguido varios enfoques al adoptar estas metodologías, y el foco principal se ha orientado hacia un enfoque combinado que integra la metodología de Six Sigma con las diferentes herramientas y los procesos de la dirección de proyectos.

Seis Sigma es una de las herramientas que están adoptando las empresas líderes a nivel

mundial para respaldar sus estrategias a través del mejoramiento continuo en el interior de cada compañía y en cada una de las etapas de la cadena del valor. Este enfoque permite eliminar las variaciones o reducir drásticamente los defectos, aumentando los niveles de calidad y con ello la satisfacción del cliente.

A nivel de sus raíces, hay varias similitudes entre las mejores prácticas de la dirección de proyectos y las de Six Sigma. Ambas disciplinas buscan reducir fallas, prevenir defectos, gestionar los recursos y los riesgos, y controlar los costos y el cronograma. La dirección de proyectos se centra en estas metas y objetivos al educar a los equipos de proyecto a fin de que implementen mejores prácticas en cada proyecto, mientras que Six Sigma se centra en tratar con los problemas de calidad realizando análisis causales para prevenir que vuelvan a ocurrir. Además, la distinción entre Six Sigma y la dirección de proyectos está en el hecho de que Six Sigma ofrece un enfoque estructurado y disciplinado para resolver problemas del negocio, es orientado a datos, y se enfoca en causas y soluciones significantes estadísticamente. (Álvarez, 2012)

Es por ello que Seis Sigma se ha convertido en una contrastada metodología e iniciativa estratégica que las empresas están utilizando para alcanzar elevados beneficios. Para muchos es como un mito, algún exclusivo sistema de gestión o programa adecuado únicamente para grandes empresas. Según Naya (2003), entender que es Seis sigma, es el primer paso para que un directivo logre acometer su implantación con éxito.

Por otro lado, es común la idea equivocada de que Seis Sigma es simplemente un enfoque estadístico al análisis de los problemas; es mucho más que eso, es una cultura, una manera de pensar o un conjunto de nuevos comportamientos. (López, 2012)

Toda gestión estratégica es trascendental para que un negocio sea exitoso, próspero y competitivo. En América Latina se está trabajando sobre el uso de métodos para el proceso de gestión de la calidad. Entes reguladores miden las condiciones empresariales de la producción, pero el seguimiento interno y externo de una entidad de análisis está en manos del nivel de culturalización del empresario en este tema, y su perfil de emprendedor.

Seis Sigma ayuda a definir problemas o defectos, a medirlos y analizar los datos para mejorar el proceso defectuoso, a fin de controlar y tener una evaluación constante que

permita minimizar los riesgos e inducir al logro de los objetivos corporativos. (López, 2012)

Contantemente las empresas se preguntan cómo surgir ante la crisis y la competitividad, por tanto es necesario que se mantengan "despiertas" a la innovación y a la correcta aplicación de sus procesos, se incentive al compromiso de emprendimiento en todos los niveles para lograr la satisfacción del cliente y por tanto al aumento de las ventas, esto mejora las condiciones presentes y futuras de los involucrados.

Desde el comienzo de la revolución de la Calidad, el Doctor Deming resaltó la necesidad de la gestión del liderazgo en la transformación de las organizaciones, el enfoque Seis Sigma trata de satisfacer esta necesidad. Six Sigma no es solo otro suplemento a los métodos de gestión existentes en una organización. Es una metodología de gestión complementaria que se integra y reemplaza las formas que existen para determinar, analizar, resolver y evitar los problemas, así como para lograr los requisitos del cliente y del negocio objetiva y metódicamente. Six Sigma se aplica a asuntos operativos de gestión, o puede apoyar directamente el desarrollo y la implementación de la gestión estratégica. La gerencia, usando Six Sigma, puede medir el desempeño original de sus procesos y determinar las causas de las variaciones para mejorar sus procesos y cumplir o exceder con los niveles de desempeño deseados.

En el contexto actual de Cuba, se espera que las empresas estatales mejoren marcadamente su desempeño. Recientemente fue reevaluada por El Consejo de Estado, El Consejo de Ministros, El Partido Comunista de Cuba y otros Organismos rectores del país, la política general del Sistema de Dirección y Gestión Empresarial. Puede afirmarse que la tendencia actual del Sistema Empresarial Cubano es lograr organizaciones empresariales cada vez más orientadas a su razón de ser, su negocio preciso, sus clientes y la obtención de beneficios de manera más eficaz y eficiente, con un enfoque sistémico donde todos estén orientados hacia la cooperación en búsqueda de la satisfacción del cliente.

Existen disímiles empresas de la FAR que se proponen mejorar sus procesos orientados a elevar la satisfacción del cliente, tal es el caso de la EMI "Astilleros Centro" de la provincia de Cienfuegos, la cual, en sintonía con todo lo dispuesto por la dirección del

país, desde el año 2006, se ha dado a la tarea de perfeccionar su Sistema de Calidad en aras de lograr la integralidad de los servicios que brinda y la satisfacción de las exigencias de sus clientes, encontrándose así en una favorable situación económica financiera debido a los resultados alcanzados en las diferentes reparaciones de buques y otras actividades que corresponden a su objeto social. En Cuba, es una de las empresas más representativas de este sector.

“Astilleros Centro” es una empresa que se ha propuesto impulsar proyectos de mejora continua buscando perfeccionar el servicio que presta a sus clientes.

Debido a que existe un grupo de elementos que inciden negativamente en el proceso de Reparación Naval en la Empresa Militar Industrial “Astilleros Centro”, se plantea la siguiente **situación problemática**:

1. Se aprecian problemas de organización interna que retardan el comienzo de ejecución del proceso productivo. Esta problemática presenta restricción de cultura organizacional y está presente en los tres (3) talleres de la empresa, debido a la no existencia de una organización adecuada, esto se evidencia cuando observamos que la jornada laboral debe comenzar a las 8:00am pero en la práctica se incumple, ya que a esa hora es que el obrero va al pañol (almacén de útiles y herramientas presente en cada taller) en busca de la materia prima y coordina con el Jefe de Equipo la orden de trabajo del día, estimulando que la ejecución de las tareas comiencen siempre entre las 8:20 y 8:30am. Esto trae consigo la pérdida de varias horas de trabajo al mes y con esto pérdidas a la empresa que se pueden representar en dinero.
2. Los medios de transporte necesarios para acarrear herramientas de trabajo son insuficientes. Esta problemática presenta restricción de materiales y está dado en que en la EMI existe solo un montacargas y una sola grúa los cuales no son suficientes para responder a las necesidades del proceso productivo. En caso del montacargas se realiza una programación diaria donde se determina en que área trabajará, provocando que en otras áreas que necesiten de movimientos de materiales pesados tengan que esperar y se originen pérdidas de tiempo en el proceso. En el caso de la grúa móvil presenta una situación crítica debido al prolongado tiempo de explotación de la misma. Presenta roturas a cortos

intervalos de tiempo y la entidad no cuenta con las piezas de repuesto necesarias para su pronta puesta en marcha, debiendo acudir en muchas ocasiones a la ANIR para solucionar estas dificultades.

3. Tiempos de ciclos variables que afectan la creciente demanda de prestación de servicio de Reparaciones Navales. El proceso de Reparaciones Navales constituye el Flujo del Valor para la Empresa Militar Industrial “Astilleros Centro” de Cienfuegos ya que este comprende las etapas de solicitud por parte del cliente, firma de los contratos, reparación de los medios según la solicitud del cliente, y entrega del medio reparado al cliente. 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.

Teniendo en cuenta lo anteriormente planteado se define como **problema de investigación**:

¿Cómo mejorar el proceso de Reparación Naval en la Empresa Militar Industrial “Astilleros Centro” de modo que contribuya a disminuir los tiempos de ciclo?

Se considera como **hipótesis** de la investigación:

La aplicación de la metodología Seis Sigma/DMAIC permitirá proponer alternativas de mejoras para reducir el tiempo de ciclo del proceso de reparación naval en la Empresa Militar Industrial “Astilleros Centro”.

### **Definición de variables:**

#### Variable dependiente:

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

#### Variable 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.

**Objetivo General:** Aplicar la metodología Seis Sigma/DMAIC para la mejora del proceso de reparaciones navales orientada a disminuir sus tiempos de ciclo.

De ahí se establecen los siguientes **Objetivos Específicos:**

1. Diagnosticar el proceso de Reparación Naval de la EMI “Astilleros Centro” para la introducción de mejoras en el mismo.
2. Medir el desempeño actual del proceso objeto de análisis.
3. Caracterizar los problemas que se presentan, precisando sus orígenes y sus posibles causas.
4. Proponer un plan de acción para disminuir los tiempos de ciclo.

**Justificación de la investigación:**

Con una adecuada metodología de mejora en este caso Seis Sigma/DMAIC la empresa podrá tener un plan que garantice el menor índice de defectos, stocks, averías, plazos, insatisfacciones de los clientes entre otras, la empresa podrá reinsertarse en nuevos mercados y captar la atención de clientes extranjeros que permitirán ventas en USD y con ello se abrirá la exportación de los servicios que es hoy una prioridad dentro de la estrategia empresarial, pero además es una orientación de la máxima dirección del país con vistas a impulsar el desarrollo económico.

**Estructura de la Tesis:**

Capítulo I: Se elabora el marco teórico referencial que comprende aspectos relacionados con la gestión por proceso y la gestión de la calidad. Igualmente se analizan conceptos de productividad en Astilleros y se realiza un análisis de la metodología Seis Sigma para lograr los objetivos propuestos en el estudio.

Capítulo II: Se realiza una caracterización de la Empresa Militar Industrial “Astilleros Centro” y se realiza un análisis de la situación que presenta el Proceso de Reparación

Naval, con el objetivo de mejorarlo a través de la disminución de los tiempos de ciclo como parte de los objetivos estratégicos de la entidad para el presente año. Es descrita la metodología que será aplicada en el Capítulo III a este proceso en la EMI “Astilleros Centro”. Se describen además las técnicas y herramientas a utilizar en cada una de las etapas de la Metodología Seis Sigma.

Capítulo III: Se propone una metodología para el proceso de reparaciones navales en la EMI “Astilleros Centro” con el objetivo de lograr la disminución de los tiempos de ciclo del proceso, lo cual permitirá elevar la satisfacción de los clientes y además lograr mayor competitividad de la empresa tanto en el mercado nacional como en el internacional.

Finalmente son expresan las principales conclusiones y recomendaciones que permiten simplificar los resultados, así como la bibliografía utilizada y los anexos correspondientes.

### **Declaración de los Lineamientos del VI Congreso del PCC al que tributa la investigación.**

Los Lineamientos de la Política Económica y Social del país imponen nuevos retos a la empresa cubana, cuyo objetivo supremo es el de garantizar el desarrollo de una forma eficiente y eficaz de administrar sus procesos. De cada proceso se espera que sea organizado, ético y que genere mayores aportes. Esta meta se alcanza mediante un programa de mejora encaminado a remover defectos y retrasos en el proceso obteniendo una calidad total en la prestación. Con esta investigación se pretende a partir de la reducción de los tiempos de ciclo en el proceso de reparaciones navales dar cumplimiento a los intereses del país de desarrollar la economía a través de los Lineamientos No. 02, 07,41, 83, 216 y 257.

**Lineamiento No. 2:** El modelo de gestión reconoce y promueve, además de la empresa estatal socialista, que es la forma principal en la economía nacional, las modalidades de inversión extranjera previstas en la ley (empresas mixtas, contratos de asociación económica internacional, entre otras), las cooperativas, los agricultores pequeños, los usufructuarios, los arrendatarios, los trabajadores por cuenta propia y otras formas, **todas las que, en conjunto, deben contribuir a elevar la eficiencia.**

**Lineamiento No. 7:** Lograr que el sistema empresarial del país esté constituido por **empresas eficientes, bien organizadas y eficaces**, y serán creadas las nuevas organizaciones superiores de dirección empresarial. Se desarrollará la cooperación entre las empresas para **garantizar mayor eficiencia y calidad**. Se elaborará la norma jurídica que regule todos estos aspectos.

**Lineamiento No. 41:** Una **relación** entre el **crecimiento de la productividad del trabajo y del ingreso medio de los trabajadores**, que no deteriore el equilibrio monetario interno ni la eficiencia de la economía nacional.

**Lineamiento No. 83:** Trabajar para **garantizar por las empresas** y entidades vinculadas a la exportación que todos los bienes y servicios destinados a los mercados internacionales respondan a **los más altos estándares de calidad**".

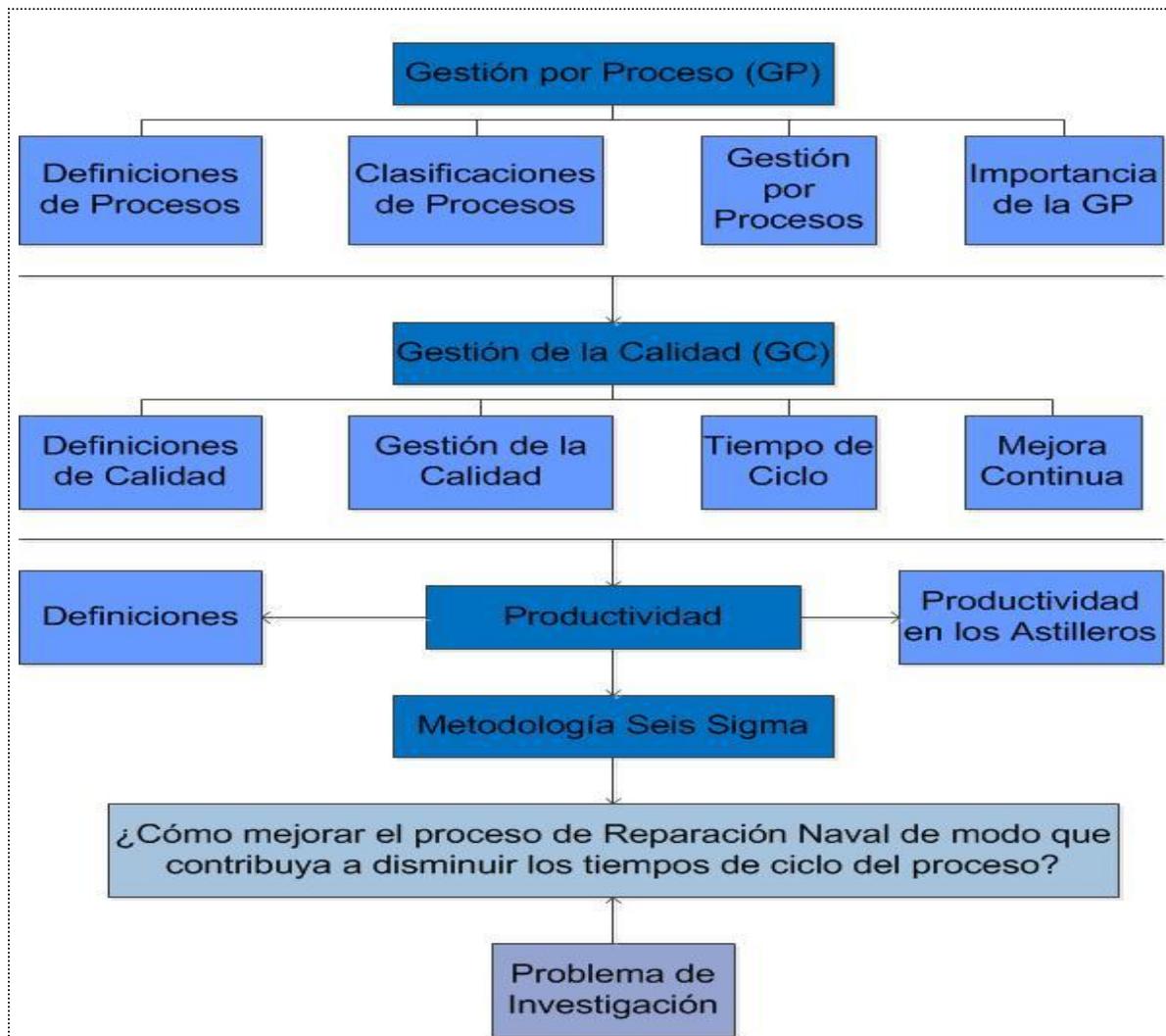
**Lineamiento No. 216:** **Mejorar** la **infraestructura técnica** de normalización, metrología y **calidad**, en correspondencia con los objetivos priorizados de la **exportación** y la sustitución de importaciones.

**Lineamiento No. 257:** Incrementar la **competitividad de Cuba en los mercados**, a partir, principalmente, de la elevación de la **calidad de los servicios** y el logro de una adecuada coherencia en la relación calidad/precio.

## Capítulo 1: Marco teórico referencial

### 1.1. Introducción

En el presente capítulo cuyo hilo conductor se presenta en la **Figura 1.1**, se realiza un análisis de algunos términos y definiciones que resultan importantes para el desarrollo de la investigación. Se analizan conceptos como la gestión por proceso, gestión de la calidad, productividad, además de un análisis de la metodología a emplear para lograr los objetivos propuestos en el estudio.



**Figura 1.1:** Hilo conductor del marco teórico de la investigación.

## 1.2. Proceso.

### 1.2.1. Definiciones de Proceso

Un proceso de empresa, ya sea de manufactura, de servicio o ambas, es la organización lógica de personas, materiales, equipamiento, finanzas, energía, información, que interactúan con el ecosistema y están diseñadas en actividades de trabajo encaminadas al logro de un resultado final deseado (satisfacción de las necesidades y expectativas de los clientes). (*Juran, 2001*)

Según la NC-ISO 9000:2005, “un proceso es un conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entradas en resultados”. La misma norma, especifica los siguientes aspectos:

- Los elementos de entrada de un proceso son generalmente resultados de otros procesos.
- Los procesos de una organización son planificados y puestos en prácticas bajo condiciones controladas para aportar valor.
- Un proceso en el cual la conformidad del producto resultante no pueda ser fácil o económicamente verificada, se denomina habitualmente “proceso especial”.

Un proceso puede ser definido como un conjunto de actividades enlazadas entre sí que, partiendo de uno o más inputs (entradas) los transforma, generando un output (resultado). (*Pons Murguía, 2006*).

Aunque existen variados conceptos, se puede definir como proceso al conjunto de actividades destinadas a generar valor añadido sobre las entradas para conseguir un resultado que satisfaga plenamente los requerimientos de los clientes.

Las actividades de cualquier organización pueden ser concebidas como elementos y componentes de un proceso determinado. De esta manera, cuando un cliente entra en un comercio para efectuar una compra, cuando se solicita una línea telefónica, un certificado de calificaciones o la inscripción en el registro correspondiente, se están activando procesos cuyos resultados deberán ir encaminados a satisfacer una demanda.

Desde este punto de vista, una organización cualquiera puede ser considerada como un sistema de procesos, relacionados entre sí, en los que buena parte de las entradas serán generados por proveedores internos, y cuyos resultados irán frecuentemente dirigidos hacia

clientes también internos. Esta situación hará que el ámbito y alcance de los procesos no sea homogéneo, debiendo ser definido en cada caso cuando se aborda desde una de las distintas estrategias propias de la gestión de procesos. Esto quiere decir, que a veces no es tan evidente dónde se inicia y dónde finaliza un proceso, siendo necesario establecer una delimitación a efectos operativos, de dirección y control del proceso. (Amozarrain, M, 1999)

La palabra proceso deriva del latín *processus*, que significa avance y progreso. En la literatura existen diferentes conceptos sobre el término proceso:

Por ejemplo Crosby define un proceso como mezcla y transformación de un conjunto específico de insumos en uno de rendimientos (Crosby, P.B. 1972).

Se define proceso como un conjunto de actividades, estructuras y medidas, diseñado para producir una salida específica dirigida a un cliente-usuario o mercado particular (Castillo, U).

Como proceso puede entenderse un conglomerado de actividades interrelacionadas, mediante las cuales se agrega valor a unas entradas (materiales o inmateriales), suministrando luego productos, servicios e información a un cliente externo o interno (Harrington, J. H. 1997).

Un proceso es un conjunto de recursos (personal, finanzas, instalaciones, equipos, técnicas, métodos) y actividades relacionadas entre sí, que transforman elementos de entrada en elementos de salida (Harrington, J. H. 1993).

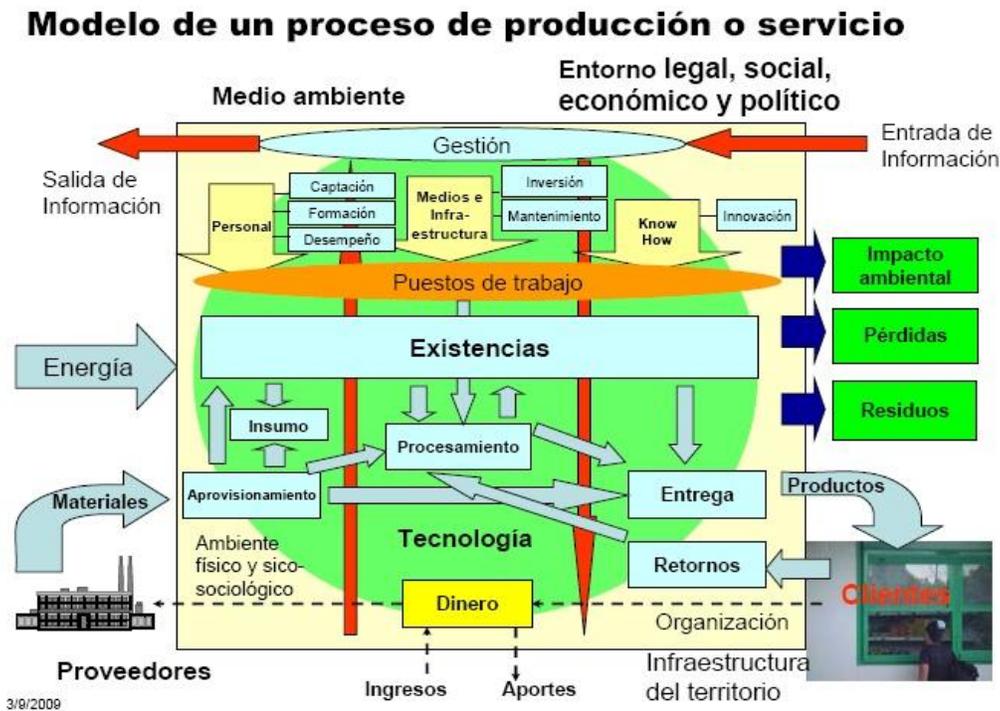
Proceso es como un conglomerado de operaciones, conformado por materiales, maquinaria, métodos y personas que, agregando valor, buscan transformar la materia prima en producto terminado útil para el consumidor (Alonso, V, B. 1993).

En otras palabras, un proceso no es más que la sucesión de pasos y decisiones que se siguen para realizar una determinada actividad o tarea que, cuando se trabaja desde el enfoque de La Calidad Total, deben ir orientados a la satisfacción del cliente. (Mira, J. J).

Para el autor de esta investigación un proceso es un conjunto de actividades, estructuras y medidas relacionadas entre sí, que agregando valor, busca convertir la materia prima en

producto o servicio orientados a la satisfacción del cliente, trabajando desde un enfoque de Calidad Total.

En la **Figura 1.2** que se encuentra a continuación se muestra el esquema de un proceso de producción o servicio y al estructura interna del mismo.

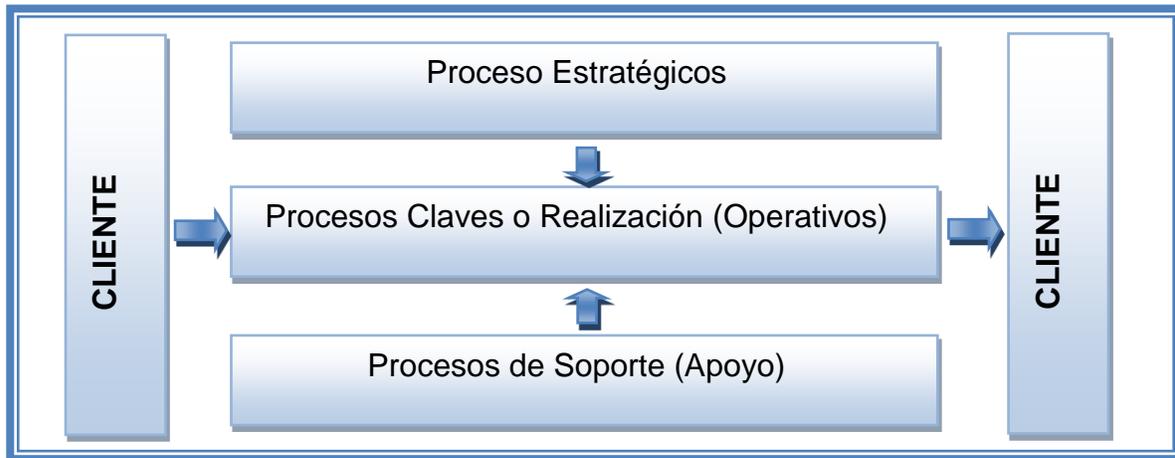


**Figura 1.2:** Esquema de un proceso de producción o servicio. **Fuente:** Acevedo y Gómez, 2010.

### 1.2.2. Clasificación de procesos

Toda organización puede representarse como una compleja red de elementos que realizan actividades que les permiten interrelacionarse unas con otras para alcanzar los fines (misión) del sistema. Cada una de estas interrelaciones puede representarse y gestionarse como un proceso. (Pons Murguía, 2006)

Atendiendo a su finalidad, los procesos pueden clasificarse en tres categorías, tal y como se muestra en la **Figura 1.3**.



**Figura 1.3:** Representación de la clasificación de los procesos. **Fuente:** Pons Murguía, 2006).

Basado en el criterio de (Freisjo, J, 1999), se realiza una breve descripción de estas clasificaciones de proceso.

Los procesos claves, también conocidos como procesos primarios, críticos o misionales, son aquellos que inciden directamente en la satisfacción de los clientes y están estrechamente asociados a la razón de ser de la organización.

Características:

- Generalmente dependen del desempeño de más de una función.
- Son procesos que valoran los clientes y los accionistas.

Los procesos de apoyo son los encargados de apoyar y respaldar a los procesos clave, de modo que éstos puedan cumplir con la misión que los caracteriza; son los procesos no directamente ligados a las acciones de desarrollo de las políticas, pero cuyo rendimiento influye directamente en el nivel de los procesos claves.

La categoría de procesos estratégicos hace referencia a aquellos encargados del pilotaje de la organización, éstos permiten definir la estrategia, los objetivos y las políticas, y desplegarlas a los diferentes niveles de la organización. Estos procesos son gestionados directamente por la alta dirección en conjunto.

Características:

- Permiten el desarrollo de la organización.
- Se encuentran directamente relacionados con la misión/visión de esta.
- Involucran personal de primer nivel.

Ejemplos: La dirección estratégica (tanto su formulación como su implantación), el control, gestión de la calidad, etc.

Los procesos se clasifican además atendiendo a su tipo en:

El proceso productivo es aquel que consiste en transformar las entradas (insumos) en salidas, (bienes y/o servicios) por medio del uso de recursos físicos, tecnológicos, humanos, entre otros. Además incluye acciones que ocurren en forma planificada y se produce un cambio o transformación de los materiales, objetos y/o sistemas que al final de los cuales se obtiene un producto y estos se colocan a disposición de los clientes en condiciones ventajosas de precio, calidad y oportunidad.

El proceso de servicio se define como aquel en la cual son atendidos los clientes a través de la prestación de un servicio dado, donde sus actividades en su mayoría se reflejan de manera espiritual y su principal objetivo es atender al máximo su clientela para así de esta manera lograr una mayor satisfacción.

El proceso administrativo se refiere a planear y organizar la estructura de órganos y cargos que componen la empresa, dirigir y controlar sus actividades. Estudios realizados ha comprobado que la eficiencia de la empresa es mucho mayor que la suma de las eficiencias de los trabajadores, y que ella debe alcanzarse mediante la racionalidad, es decir la adecuación de los medios (órganos y cargos) a los fines que se desean alcanzar. Algunos autores creen que el administrador debe tener una función individual de coordinar, sin embargo parece más exacto concebirla como la esencia de la habilidad general para armonizar los esfuerzos individuales que se encaminan al cumplimiento de las metas del grupo.

### 1.3. Gestión por procesos

Un resultado se alcanza más eficientemente cuando las actividades y los recursos relacionados se gestionan como un proceso. Por esto, la aplicación de los principios de Calidad Total y gestión de la calidad exige adoptar en la organización una gestión por procesos.

La gestión por procesos como “la diligencia en sistema, de variables organizacionales tales como estrategia, tecnología, estructura, cultura organizacional, estilo de dirección, métodos y herramientas, en interacción con el entorno, encaminada al logro de la efectividad, la eficacia y la adaptabilidad de los procesos, para ofrecer un valor agregado al cliente”. (*Pons Murguía, 2006*)

Según Morales, (2008): Gestionar por procesos es un método directo y con posibilidades de éxito demostradas que consiste en sacar a la luz la cadena vital de la organización. El éxito está dado porque este enfoque determina los elementos que conforman la cadena de valor de una organización además de gestionar las actividades que ocurren dentro de la misma, identifica qué actores se encuentran entre los clientes y los proveedores, las relaciones que se establecen entre ellos; y sus características.

La gestión por procesos (*Business Process Management*) es una forma de organización diferente de la clásica organización funcional en la que prima la visión del cliente sobre las actividades de la organización. (*SESCAM, 2002*)

Benavides, (2003) plantea que la gestión por procesos es un esquema que permite organizar los esfuerzos y la utilización de los recursos para lograr la satisfacción balanceada de todos los entes vinculados a cada uno de los procesos que definen al sistema organizacional. Este esquema de gestión requiere que las partes que lo componen se caractericen por crear relaciones coordinadas, para lograr niveles de eficacia y eficiencia en el sistema, que cumplan con los tres elementos básicos de una gestión de calidad: alcanzar los requerimientos de los clientes finales, en los tiempos establecidos y a los costos presupuestados.

Según la Universidad Champagnat Mendoza Argentina y el Colegio Oficial de Ingenieros Industriales Comunidad Valenciana, la gestión por procesos consiste en gestionar

integralmente cada una de las transacciones o procesos que la empresa realiza, concentrando la atención en el resultado de cada uno de los procesos, no en las tareas o actividades. Su principal objetivo es aumentar los resultados de la empresa a través de conseguir niveles superiores de satisfacción de sus clientes, además de incrementar la productividad a través de:

- ✓ Reducir los costos internos innecesarios (actividades sin valor agregado).
- ✓ Acortar los plazos de entrega (reducir tiempos de ciclo).
- ✓ Mejorar la calidad y el valor percibido por los clientes, de forma que a éste le resulte agradable trabajar con el suministrador.

El hecho de considerar las actividades agrupadas entre sí constituyendo procesos, permite a una organización centrar su atención sobre áreas de resultados que son importantes conocer y analizar para el control del conjunto de actividades y para conducir a la organización hacia la orientación de los resultados deseados.

Al poder ejercer un control continuo sobre los procesos individuales y sus vínculos dentro del sistema de procesos (incluyendo su combinación e interacción) se pueden conocer los resultados que obtienen cada uno de los procesos y cómo los mismos contribuyen al logro de los objetivos generales de la organización. A raíz del análisis de los resultados de los procesos (sus tendencias), se permite, además, centrar y priorizar las oportunidades de mejora (Benavides, L, 2003). En el **Anexo 1** se muestran diferentes enfoques de la gestión por procesos.

### **1.3.1. Importancia de la Gestión por Procesos.**

La gestión por proceso presenta gran importancia debido a que la misma facilita:

- La mejora continua de las actividades desarrolladas.
- Optimizar el empleo de los recursos.
- Eliminar las ineficiencias asociadas a la repetitividad de las actividades.
- Adopta una identificación, documentación, definición de objetos y responsables de los procesos y permite la eliminación de las actividades sin valor añadido, reducción de tiempos y de burocracias.

## 1.4. Calidad

### 1.4.1. Definiciones de Calidad

Cuando se habla de calidad se hace necesario comentar acerca de los principales precursores de este concepto. En este contexto se puede decir que los principales precursores de los conceptos de la calidad fueron: Philip B. Crosby, Edward W. Deming, Armand V. Feigenbaum y Joseph M. Juran. Dentro de los autores japoneses se encuentran Kaoru Ishikawa, Shigeru Mizuno, Shigeo Shingo y Geinichi Taguchi. (Morales, 2008)

La calidad, se puede decir que ha sido el punto de partida para el establecimiento de los diferentes modelos de gestión conocidos. El concepto de calidad ha estado en constante evolución por lo que las definiciones presentadas deben tenerse en cuenta en el contexto de la época en la que se desarrollaron. En el **Anexo 2** pueden observarse las diferentes etapas por las que ha evolucionado la calidad.

Según Deming, E. (1989) la calidad es un grado predecible de uniformidad y confiabilidad a bajo costo, y adecuado al mercado, es lo que el cliente desea y necesita.

Por otra parte Juran, J. M. (2001) define calidad como la adecuación al uso, además dice que la calidad es la ausencia de deficiencias.

Para Lozano, (1998) la calidad significa cumplir con las especificaciones. No tener calidad es no cumplir con las especificaciones, expresa que el propósito de la calidad no es acomodar lo que está mal sino eliminar todo aquello que está mal y evitar que se repitan tales situaciones.

La calidad según Ishikawa, K. (1990) tiene que ser construida en cada diseño y cada proceso. No puede ser creada por medio de la inspección. Afirma que practicar el control de calidad es desarrollar, diseñar, manufacturar y mantener un producto de calidad que sea el más económico, el más útil, y siempre satisfactorio para el consumidor.

Teniendo en cuenta las definiciones anteriores se puede decir que la calidad expresa el grado de satisfacción o conformidad previsible de un producto o servicio en relación a las expectativas u exigencias de los clientes o mercado. La calidad es el resultado de un esfuerzo arduo, se trabaja de forma eficaz para poder satisfacer el deseo del consumidor. Dependiendo de la forma en que un producto o servicio sea aceptado o rechazado por los

clientes, podremos decir si éste es bueno o malo. O sea, expresa la correspondencia entre las especificaciones del cliente y las características de un producto o servicio ofertados a estos.

Se puede concluir diciendo que la calidad es un instrumento global de gestión enfocado a la mejora continua, aspecto que engloba a todas las actividades y a todos los procesos.

Se define como una propuesta para incrementar la satisfacción de los clientes y que tiene en cuenta sus expectativas. Es también un mecanismo de motivación y de implicación de todos los profesionales de la empresa en los objetivos generales de la organización. Es el mecanismo para estandarizar las actividades, que puede facilitar el diseño de los procedimientos a seguir, dando los instrumentos para evaluar las desviaciones que pueden existir frente a los objetivos que se han propuesto, permitiendo la evaluación de los resultados a medida que se van obteniendo.(Morales, 2008).

### **1.5. Gestión de la Calidad**

La Gestión de la Calidad como el conjunto de actividades que determinan la política de la calidad, los objetivos, las responsabilidades, y se implantan por medios tales como la planificación de la calidad, el control de la calidad, el aseguramiento de la calidad y la mejora de la calidad dentro del marco del sistema de calidad. (Caballano, J. L. (2011).

*Blandón, S. (2009)*, ofrece otro criterio, él define la gestión de la calidad como la forma de dirigir las organizaciones, en todos los niveles, para lograr el aumento constante de la satisfacción de los clientes (externos, internos e indirectos), con una disminución permanente de los costos reales.

Por otra parte *Yáñez, C. M. (2008)* agrega que mediante la Gestión de la Calidad la organización asegura la satisfacción de las necesidades de sus clientes. Para lo cual planifica, y mejora continuamente el desempeño de sus procesos.

*Santos y Álvarez (2007)* incluyen dentro de su definición a diferencia de los otros autores la mejora continua de procesos, cuando expresa que la Gestión de la Calidad estimula el compromiso de la organización con la satisfacción de sus clientes mediante la mejora continua de los procesos organizativos implicados en la oferta de productos y servicios.

A modo de resumen se puede definir la Gestión de la Calidad como la forma en que la organización dirige y controla las actividades que están asociadas con la calidad de forma tal que asegure la satisfacción del cliente y bajos costos para la calidad mediante la mejora continua de los procesos involucrados.

La gestión de la calidad tiene un rol fundamental en el desarrollo eficiente y eficaz de las organizaciones en la actualidad. Cada entidad debe gestionar la misma de acuerdo a sus características y sus metas específicas.

El punto de partida de toda gestión de calidad, consiste en captar las exigencias de los clientes y analizar la forma de ofrecerles soluciones que respondan a sus necesidades (Cerezo, 1997).

Existen varias razones por la que se considera importante la calidad del servicio, una de ellas es que los clientes son cada vez más críticos respecto a los servicios que reciben y no solo desean un servicio mejor sino que lo esperan. Los gerentes reconocen que se pueden obtener ventajas competitivas mediante un mejor servicio al cliente, así mismo el servicio al cliente ha venido a ser un medio poderoso para diferenciar una empresa de sus competidores dado por el hecho de que muchos productos son esencialmente iguales y es entonces el servicio al cliente el que marca la diferencia.

- ◆ Importancia y necesidad de la gestión de la calidad.

La globalización de los mercados y los mecanismos regionales de integración plantean nuevos y fuertes desafíos competitivos a todas las organizaciones y están creando permanentemente nuevas condiciones para competir. La clave para alcanzar estos nuevos niveles de competitividad radica en la modernización de la tecnología, la formación del personal y el desarrollo de nuevas formas de organización y gestión de los procesos productivos.

El nuevo enfoque integral de la calidad brinda un sistema de gestión que asegura que las organizaciones satisfagan los requerimientos de los clientes, y a su vez hagan uso racional de los recursos, asegurando su máxima productividad.

Así mismo permite desarrollar en la organización una fuerte ventaja competitiva como es la

cultura del “mejoramiento continuo “con un impacto positivo en la satisfacción del cliente y del personal y un incremento de la productividad.

Actualmente se puede asegurar que los métodos de calidad están siendo el pilar sobre el cual se apoya toda empresa para garantizar su futuro. La presión va encascada y su fuerza es inevitable. Quién no esté en proceso de normalizar su empresa, implantar un sistema de calidad y obtener la certificación no tiene futuro.

### **1.6. 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 del 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.

#### Beneficios:

- Satisfacer al cliente.
- Reducir gasto interno y externo.

- Incrementar la capacidad.
- Simplificar la operación.
- Reducir daño al producto.
- Continuar siendo competitivo.

### 1.6.1. Mejora continua

El indicador más fiable de la mejora de la calidad de un servicio es el incremento continuo y cuantificable de la satisfacción de un cliente, por lo que la organización estará obligada a adoptar objetivos en materia del incremento sostenido de la eficiencia y eficacia como única vía de garantizar la satisfacción de los clientes.

El concepto de mejora continua ha sido ampliamente desarrollado por diversos autores, es por ello que en la **Tabla 1.1** se realiza un resumen del criterio de diversos autores acerca de la Mejora Continua dentro del Sistema de Gestión de la Calidad.

**Tabla 1.1:** Definiciones de diversos autores acerca de la Mejora Continua dentro del Sistema de Gestión de la Calidad.

Autores	Conceptos
<p style="text-align: center;"><b>James Harrington (1993)</b></p>	<p>Para este autor 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.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Fadi Kabboul (1994)</b></p>	<p>Define el Mejoramiento Continuo como una conversión en el mecanismo viable y accesible, que permite a las empresas de los países en vías de desarrollo cerrar la brecha tecnológica que mantienen con respecto al mundo desarrollado.</p>

<p><b>Abell, D (1994)</b></p>	<p>Para este autor, el Mejoramiento Continuo es una mera extensión histórica de uno de los principios de gerencia científica establecida por Frederick Taylor que afirma que todo método de trabajo es susceptible de ser mejorado.</p>
<p><b>Edwards Deming (1996)</b></p>	<p>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.</p>

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.

♦ Importancia de la Mejora Continua.

No cabe duda alguna que el proceso de mejora continua constituye una etapa fundamental en la Gestión de la Calidad. Así opinan autores como *(Mas, Torre y Lacasa (2010))* cuando expresan que, una de las características que determinan el éxito de los programas de gestión de la calidad es la mejora continua.

*Caballano, (2011)* concuerda también con esta idea cuando, considera que para conseguir aumentar de un modo continuado la gestión de la calidad y la productividad de una empresa, es preciso implantar procesos de mejora continua, los cuales conducirán a desarrollar un modelo de Calidad Total.

Además expresa que mediante la mejora continua se logra la plena calidad de la producción, el máximo rendimiento de las instalaciones productivas, se logra obtener el mínimo de capitales inmovilizados y se alcanza la máxima eficiencia administrativa.

Tomando en consideración las definiciones anteriores, se puede concluir que el mejoramiento continuo, es aquel proceso constante que persigue la perfección nunca alcanzada, mediante la introducción de cambios en los procesos con el propósito de

hacerlos más efectivos, eficientes y flexibles.

## 1.7. Productividad

### 1.7.1. Definiciones de Productividad

Como antecedente del concepto de productividad, se tiene que la primera vez que apareció formalmente la palabra "productividad" fue en el año de 1776 en un artículo escrito por Quesnay y de ahí en adelante el término adquirió diferentes significados, cada vez más precisos en relación con lo producido y los medios utilizados para tal fin.

La Organización Internacional del Trabajo (OIT) plantea que la productividad consiste en la utilización eficaz y eficiente de todos los recursos y que se deben rechazar los errores más frecuentes al respecto, que se indican a continuación:

- La productividad no es solamente la eficiencia del trabajo.
- El rendimiento no solo se mide por el producto.
- La confusión entre la productividad y la eficiencia.
- La creencia de que la reducción en los costos siempre mejoran la productividad.
- El mito de que la productividad sólo se puede aplicar a la producción.

Según el Ministerio de Trabajo Social en Cuba, la productividad del trabajo es una consecuencia del proceso de trabajo y de la combinación de sus elementos, donde el hombre ocupa el lugar central. En la misma influyen la organización social del proceso de producción, las condiciones naturales, el nivel de progreso de la ciencia y sus aplicaciones.

La productividad del trabajo tiene en cuenta no solo la mayor producción de bienes en la unidad de tiempo, sino que este resultado de inversión del trabajo debe ser reconocido socialmente, es decir, el resultado de la acción del hombre en la creación del nuevo valor.

La productividad constituye uno de los principales indicadores que permite medir el crecimiento económico, por lo que al asumir que es necesario la mejora de la misma, es indispensable su medición, para identificar niveles de desarrollo y de avance, y determinar estrategias de mejoramiento, formas de gestión y organización de la producción, mediante la motivación de la organización y participación de los trabajadores, lo cual conlleva a una mejora continua. Otras definiciones se podrán encontrar en el **Anexo 3**.

La medición de la productividad permite lograr su mejora. Su importancia radica en que:

- Provee una base de datos para establecer metas de crecimientos y define objetivos de mejora y desarrollo.
- Ayuda a conocer problemas en el proceso de producción (técnico organizativo, de capacitación, de seguridad y medio ambiente, etc.)
- Constituye una herramienta de aprendizaje, participación y motivación para los trabajadores.
- Puede usarse como una forma para medir el desempeño.
- Contribuye a la toma de decisiones más precisas.
- Genera base objetiva para mejorar la retribución.

De manera que un aumento de la productividad se puede alcanzar a través de los siguientes caminos:

- El uso más eficiente de los insumos para incrementar la producción con la misma cantidad de recursos utilizados.
- Mantener el mismo nivel de producción con una reducción de los insumos que anteriormente se requerían.
- La combinación eficiente de los puntos anteriores.

En forma de resumen se puede decir que la productividad es aprovechar de manera óptima los recursos y medios a utilizar, es decir, el aprovechar eficientemente los recursos, lo que implica hacer las cosas mejor.

### **1.7.2. Productividad en los astilleros.**

Un astillero o atarazana es el lugar donde se construyen y reparan embarcaciones. Puede tratarse de yates, buques militares, barcos comerciales y otro tipo de medios flotantes para transporte de mercancías o de pasajeros.

La industria naval es altamente competitiva y exigente, debido a la globalización y a los amplios recursos tecnológicos y humanos empleados para garantizar un producto y servicio de alta calidad cumpliendo normas de clasificación y seguridad requeridas para ello. Dentro de esta industria los astilleros cumplen un papel muy importante siendo estos los encargados de la producción, reparación y mantenimiento de embarcaciones. Esta actividad involucra distintos recursos materiales, humanos y tecnológicos los cuales

entregan un producto final, adaptado a las especificaciones de los clientes y sus necesidades para el mercado de trabajo.

Para competir internacionalmente es necesario obtener una mejora en la productividad de los astilleros, siendo necesario optimizar todos los recursos involucrados desde la concepción hasta la entrega del proyecto enmarcando el producto final dentro del plazo, calidad y tiempo; para este fin existen metodologías como es Seis Sigma que permite alcanzar las metas trazadas con eficiencia.

### 1.8. Metodología Seis Sigma

Seis Sigma es una estrategia de mejora continua del negocio que busca encontrar y eliminar las causas de los errores, defectos y retrasos en los procesos del negocio, enfocándose hacia aquellos aspectos que son críticos para el cliente. La estrategia Seis Sigma se apoya en una metodología altamente sistemática y cuantitativa orientada a la mejora de la calidad del producto o del proceso; tiene tres aéreas prioritarias de acción: satisfacción del cliente, reducción del tiempo de ciclo y disminución de los defectos. La meta de Seis Sigma, 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. (*Gutiérrez, H., & De la Vara, R. (2007).*)

#### ◆ Origen

El Método de Seis Sigma es una filosofía que inicia en los años ochenta como estrategia de mercado y de mejoramiento de la calidad en la empresa Motorola, cuando el ingeniero Mikel Harry, promovió como meta estimable en la organización; la evaluación y el análisis de la variación de los procesos de Motorola, como una manera de ajustarse más a la realidad.

Es en esta época, con el auge de la globalización es que las empresas del sector industrial y comercial, empezaron a desarrollar técnicas más eficientes que le permitieran optimizar los procesos para mejorar su competitividad y productividad, lo que involucró como objetivo principal reducir la variabilidad de los factores o variables críticas que de una u otra forma alteraban el normal desempeño de los procesos. Por lo que se tomó como medida estadística confiable la evaluación de la desviación estándar del

proceso, representada por el símbolo  $\sigma$ , como indicador de desempeño y a su vez permite determinar la eficiencia y eficacia de la organización. (Herrera y Fontalvo 2011).

Esta iniciativa se convirtió en el punto focal del esfuerzo para mejorar la calidad en Motorola, capturando la atención de Bob Galvin. Con el apoyo de Galvin, se hizo énfasis no sólo en el análisis de la variación sino también en la mejora continua, estableciendo como meta obtener 3,4 defectos (por millón de oportunidades) en los procesos; algo casi cercano a la perfección.

◆ Objetivo de Seis Sigma

El objetivo esencial de un proyecto Seis Sigma según (ISO13053-12011) es, el de solucionar un problema dado, para de esta forma contribuir con las metas comerciales de la organización. El objetivo primordial de Seis Sigma es proporcionar procesos de clase mundial, confiables y con valor para el cliente final.

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.

### 1.9. 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. 2010).

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 causa efecto 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

◆ ¿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).

### 1.10. Conclusiones del Capítulo 1.

Al término del presente Capítulo se arriban a las siguientes conclusiones:

1. El objetivo principal de la gestión por procesos es aumentar los resultados de una organización a través de conseguir niveles superiores de satisfacción de sus clientes, además de incrementar la productividad a través de reducir costos.
2. 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.
3. La literatura consultada sobre la metodología Seis Sigma demuestra que ésta 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, *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.

## **Capítulo 2: Caracterización de la Empresa Militar Industrial “Astilleros Centro”. Descripción de la Metodología Seis Sigma/DMAIC.**

### **2.1. Introducción**

En el presente Capítulo se realiza una caracterización de la Empresa Militar Industrial “Astilleros Centro”. Además se realiza un análisis de la situación que presenta el Proceso de Reparación Naval, con el objetivo de mejorarlo a través de la disminución de los tiempos de ciclo como parte de los objetivos estratégicos de la entidad para el presente año. Luego es descrita la metodología que será aplicada en el Capítulo III a este proceso en la EMI “Astilleros Centro” de Cienfuegos.

### **2.2. Caracterización de la Empresa Militar Industrial “Astilleros Centro”**

En el año 1935 originaron transformaciones en la Marina de Guerra Nacional, aumentó su extensión casi 9 veces a través de relleno, fue ampliado el apostadero y remozado notablemente, además la construcción civil del cayó contó con varios avances entre los que se encontraban talleres, dispensarios, comedores, dormitorios, etc., y se crea el Distrito Naval del Sur de la Marina de Guerra Nacional (MGN). El 5 de septiembre del año 1957 después de estructurado el levantamiento general y bajo órdenes del Movimiento 26 de Julio en coordinación con oficiales de Cayo Loco, oficiales y marineros de la MGN, se lleva a cabo el histórico y heroico levantamiento del 5 de Septiembre, a las 6:00 am con la entrada al cayó del Alférez de Fragata Dionisio San Román y Julio Camacho Aguilera. Con el Triunfo de la Revolución quedó disuelta la Marina de Guerra de la tiranía y por tanto la del Distrito Naval del Sur ubicado en Cayo Loco y se creó una guarnición del Ejército Rebelde durante 1959. A partir del año 1960 comienza a funcionar la escuela nacional de pescadores en Cayo Loco, primera del país después del Triunfo de la Revolución. El 3 de agosto de 1963, se funda la Marina de Guerra Revolucionaria MGR, y comienza un proceso de modernización de su vieja técnica y armamento de procedencia norteamericana por nueva técnica y armamento de procedencia del campo socialista, fundamentalmente de la antigua URSS, este proceso se materializa con el arribo al país de modernos buques y lanchas torpederas, coheteras, patrulleros y submarinos, los que

además de requerir de nuevas y modernizadas instalaciones, también requieren de mayor cantidad de personal calificado, el cual durante ese periodo se preparó en la Academia Naval del Mariel (1916 ) y en el extranjero, como resultado de ello en 1976 se crea la Base de Reparaciones de Buques (BRB) del Distrito Naval Central (DNC) en Cienfuegos (lugar donde hoy se encuentra la EMI Astilleros Centro), se amplían las instalaciones del DNC trasladándose parte de sus instalaciones hacia Rancho Luna. Dicha BRB contaba con un varadero de 150 TM de capacidad de izaje y apartadero, un Dique Flotante de 800TM de capacidad de izaje y adquiriendo en 1982 otro Dique Flotante de 4500TM de capacidad de izaje , lo que coloca a la BRB como la entidad cubana poseedora de la mayor cantidad de medios de varada en Cuba , y además posee el mayor dique flotante existente en el país, que es a su vez el segundo medio de varada en capacidad de izaje, luego del dique Seco de Casablanca, Habana en aquel entonces.

Luego del derrumbe de campo socialista en 1991 , de la llegada del periodo especial, de los necesarios cambios estructurales y económicos del país el Ministerio de las Fuerzas Armadas Revolucionarias y el Estado cubano, teniendo en cuenta la necesidad de continuar explotando las instalaciones de la Base de Reparaciones de Buques, de mantener la fuerza de trabajo calificada y especializada así como las potencialidades económicas de la misma, decidió someterla a un diagnóstico por el Grupo Experimental Especial de Perfeccionamiento Empresarial de las FAR de abril a julio del año 1993, concluyendo en que la BRB pasara a funcionar como una unidad autofinanciada (Empresa) integrándose a la Unión de la Industria Militar aplicándosele las bases del perfeccionamiento empresarial en las FAR , en aquel entonces, solo aplicado en el país a las empresas militares industriales experimentalmente, de cuya experiencia surgió el Decreto Ley 187/1997 “Bases del Perfeccionamiento Empresarial en Cuba”, aprobado en el V Congreso del Partido Comunista de Cuba y que luego devino en el Decreto Ley No. 252 “Sobre la Continuidad y Fortalecimiento del Sistema de Dirección y Gestión Empresarial Cubano” de fecha 07 de agosto de 2007 y el Decreto No. 281 Reglamento para la Implantación y Consolidación del Sistema de Dirección y Gestión Empresarial” de fecha 16 de agosto de 2007.

La Empresa Militar Industrial Astilleros Centro se encuentra enclavada en la bahía de Cienfuegos, en la zona conocida por Cayo Loco, área del apostadero naval de la Real

Marina (Base Naval) desde el 14 de noviembre de 1865. La Empresa Militar Industrial Astilleros Centro fue creada el 19 de noviembre de 2002 por la Resolución 118 del Ministro de las Fuerzas Armadas Revolucionarias (FAR), se subordina a la Unión de Industria Militar (UIM) y se encuentra inscrita en el Registro Mercantil al tomo 4, folio 40 hoja 33 emitido el 29.06.05 de conformidad con lo establecido en el Decreto Ley 226 del 6 de diciembre de 2001 y actualizado, con domicilio legal en avenida 58 esquina 19 Cayo Loco, Cienfuegos, Cuba.

Según la Resolución 70/2000 del Vice-Ministro Primero de las FAR, se aprueba la aplicación del expediente de Perfeccionamiento Empresarial presentado por la empresa, en relación con lo planteado en el Dictamen 28/2000 del Grupo Ejecutivo de Perfeccionamiento Empresarial. La aplicación de este sistema permitió fortalecer el potencial productivo en la ejecución de los servicios de reparaciones navales con los clientes, brindándoles seguridad y confianza, definidas y avaladas estas por los resultados alcanzados, representando una modesta presencia en la dinámica de desarrollo de la Economía Nacional.

La empresa cuenta con un **Objeto Social** aprobado por la Resolución No. 80/13 del Ministro de las Fuerzas Armadas Revolucionarias, la cual contiene su objeto primario y la Resolución 4 del Director General de la empresa de febrero del 2014 que contiene las actividades secundarias, siendo estas:

### Primario:

- Prestar servicios técnicos navales de construcción, modernización, defectación, reparación y mantenimiento de buques, embarcaciones y demás medios flotantes, tanto en el Astillero como fuera de sus instalaciones.

### Secundario:

- Fabricar y reparar medios de ayuda a la navegación, a las FAR y a terceros.
- Fabricar y reparar contenedores metálicos de cargas varias a las FAR y a terceros.
- Prestar servicios de restablecimiento modernización de la técnica terrestre a las FAR.
- Ejecutar la desactivación y desguace de embarcaciones, comercializando las

partes, piezas, agregados y materias primas productos de la desactivación a las FAR y a terceros.

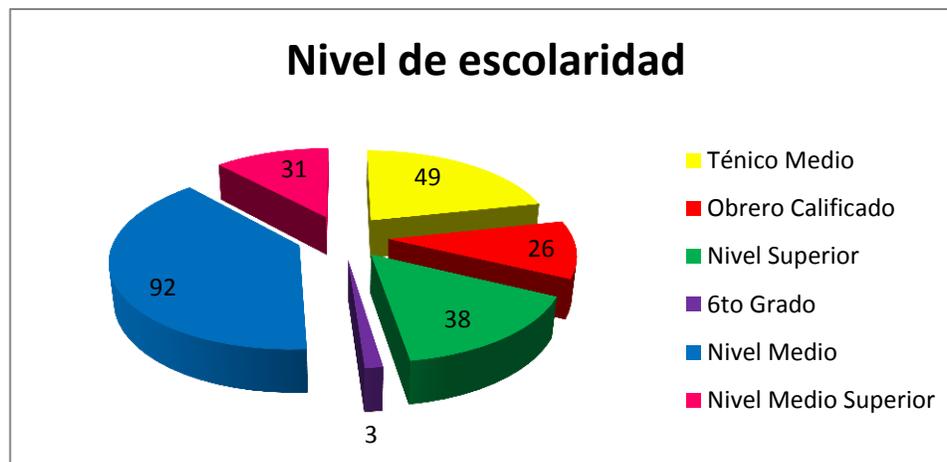
- Comercializar la chatarra procedente del proceso productivo y de la desactivación a la Empresa de Materia Prima.
- Realizar los servicios de investigación-desarrollo solicitados por sus clientes en el marco de las actividades autorizadas a las FAR y a terceros.
- Prestar servicios de reparación de muebles de madera y metálicos, así como de tapicería a las FAR y a terceros.
- Fabricar y reparar artículos de goma, madera, lona y materiales similares a las FAR y a terceros.
- Recibir y mantener en calidad de depósito y/o consignación, mercancías propiedad de los Órganos Abastecedores Centrales del MINFAR u otros proveedores.
- Comercializar de forma mayorista no lucrativa, productos ociosos de lento movimiento, de sus inventarios propios, a entidades de las FAR a las Empresas de Recuperación de Materias Primas y a terceros en correspondencia con la legislación vigente.
- Fabricar artículos de alta demanda a partir de recortería y sobrantes de recursos para su venta a trabajadores, a entidades de las FAR y a terceros.
- Prestar servicios de comedor cafetería, de transporte obrero y estacionamiento de motos y bicicletas a sus trabajadores.
- Prestar servicios recreativos y gastronómicos asociados a sus trabajadores.
- Comercializar los productos en la Tienda de la Eficiencia para los trabajadores de la empresa.
- Prestar servicios de rehabilitación, reparación, construcción y mantenimiento del fondo de viviendas vinculadas asignadas a la empresa.
- Realizar la actividad dirigida a la venta a sus trabajadores, de fondos mercantiles y otros recursos materiales para las viviendas vinculadas y del sistema general de propiedad.

La plantilla general de la empresa (enero 2015) es de 239 trabajadores conformada por 40 mujeres y 199 hombres, las categorías ocupacionales con el número de trabajadores por cada una se muestra en la **Tabla 2.1**.

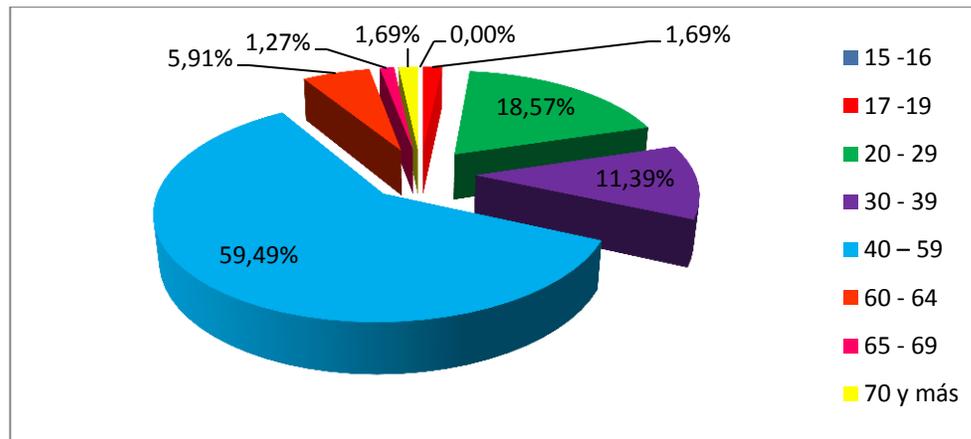
**Tabla 2.1:** Representación de la plantilla de la EMI Astilleros Centro según la categoría ocupacional de los trabajadores.

Categorías	Cantidad	%
Administrativos	1	1
Cuadros	20	8
Técnicos	48	20
Servicios	24	10
Obreros	146	61
<b>Total</b>	<b>239</b>	<b>100</b>

El nivel de escolaridad de los trabajadores de la EMI se expone en la **Figura 2.1** y la representación de edades se muestra en la **Figura 2.2**.



**Figura 2.1.** Representación de la plantilla de la EMI Astilleros Centro según el nivel de escolaridad de los trabajadores.



**Figura 2.2.** Representación de la plantilla de la EMI Astilleros Centro según la edad de los trabajadores.

Para el logro de sus funciones, la EMI Astilleros Centro tiene bien definida la misión y la visión:

**Misión:**

La EMI Astilleros Centro, como parte de la estructura de la UIM, satisface necesidades de las FAR y la economía nacional con servicios y productos competitivos y de calidad. Presta servicios técnicos navales de construcción, modernización, defectación, reparación y mantenimiento de buques, embarcaciones y demás medios flotantes, tanto en el Astillero como fuera de sus instalaciones.

**Visión:**

Ser una organización perfeccionada de avanzada, a partir de un capital humano comprometido, creativo y motivado, con procesos sostenibles y tecnología confiable, que abanderada la excelencia, la calidad y la mejora continua como elementos claves de su competitividad.

La organización cuenta con un sistema de **valores** que la caracterizan:

- Ejemplaridad
- Modestia

- Integralidad
- Abnegación
- Creatividad

Tiene como **estrategias** definidas para lograr su misión:

- ✓ Que el 100% de los cuadros de dirección y trabajadores tengan la capacitación adecuada, partiendo de una aceptable política de capacitación y que propicie una reserva de cuadros numerosa, objetiva y capaz.
- ✓ Ampliar la especialización en la gestión de mercado.
- ✓ Implantar un Sistema de Gestión de la Calidad certificado por el Sistema de Normas ISO 9001:2008, así como la certificación de la NC 3000 del Sistema de Gestión Integrado del Capital Humano.
- ✓ También constituye una prioridad incrementar las alternativas innovadoras, a partir de la utilización de información actualizada de las nuevas tendencias de nuestro sector empresarial a nivel mundial, que garanticen la actualización gradual y la explotación de forma más eficiente de nuestros equipos e instalaciones.
- ✓ Mantener la condición de empresa consolidada de manera que la contabilidad refleje los hechos económicos.
- ✓ Mantener los criterios de optimización del proceso inversionista, la disminución de los costos, el incremento de los ingresos y la oportuna disponibilidad de los presupuestos.

La empresa cuenta con siete **Áreas de Resultados Claves**:

- Gestión de Recursos Humanos
- Gestión de Mercado
- Gestión de la Calidad
- Gestión de Ciencia e Innovación Tecnológica
- Gestión Económica-Financiera
- Gestión de Medio Ambiente
- Gestión de Ingeniería

Sus **principales clientes** son:

- Academia Naval Granma
- Navegación Caribe
- EPICIEN
- Marlín Jardines de la Reina
- Thompson Shipping LTD
- Marina de Guerra Revolucionaria
- Empresa Provincial de Transporte

A continuación, en la **Tabla 2.2** se representan los principales proveedores de la EMI, así como los artículos que abastecen:

**Tabla2.2:** Representan los principales proveedores de la EMI y artículos que abastecen.

Proveedores	Artículos
IZAJE, UDECAM, AUSA	◆ Medios de transportación
RCB, CENEX, UTN VC, PEXAC, APCI	◆ Certificaciones ◆ Homologación
Planta mecánica, SOMECHAB, I. Agramontés	◆ Reparaciones de equipos y maquinarias
GEOCUBA, PAMEX	◆ Modelaje y papel
VITRAL, ECOA37, ACINOX, AUSA, DFM, RAYONITRO, EMI Granma	◆ Pintura ◆ Cabillas ◆ Compresores ◆ Acero naval ◆ Perfiles ◆ Electrodo ◆ Granalla

En el **Anexo 4** se muestra la **estructura organizativa** de la EMI con sus niveles de dirección, departamentos y áreas funcionales. En la misma se observa que la empresa

está compuesta por la la Dirección General, seis direcciones funcionales, dos unidades, un grupo y cinco talleres.

### **2.2.1. Caracterización del entorno**

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

#### **(Análisis interno)**

##### ***Debilidades***

- Limitación territorial, por estar enclavado en un territorio artificial.
- Lejanía de los proveedores (radicados en Habana)
- Dependencia de materias primas importadas.
- Poca disponibilidad personal egresado de escuelas de formación de rama naval.

##### ***Fortalezas***

- Mayor astillero en centro sur del país. (posee los medios de varada más importantes)
- Estructura funcionalmente establecida.
- Proveedores seguros y estables.
- Situación financiera saludable que le permite acceso a créditos.
- Experimentada, estable, calificada y estimulada fuerza de trabajo.
- Aplicación del sistema de dirección y gestión empresarial cubano
- Política inversionista flexible.
- Pertenencia a la Unión de la Industria Militar (le proporciona gran capacidad de maniobra en cooperaciones con empresas de su unión)
- Convenios a largo plazo con armadores (permite una planificación acuciosa)
- Convenios a largo plazo con centros de investigación (para la introducción de resultados de la innovación tecnológica que le permite acceso a tecnologías de avanzada)
- Convenios a largo plazo con empresas proveedoras de servicios tecnológicos TECNOTEX (facilita acceso a mercados)
- Sólida base reglamentaria (fuerte estructura jurídica que le permite la no dependencia)

### **(Análisis externo)**

#### ***Amenazas***

- Situada en una zona de riesgo de paso de ciclones.
- Posible expansión de otros astilleros (Caribbean Drydock Company (CDC) y ASTICAR)
- Limitaciones impuestas por bloqueo a buques que tocan puertos cubanos.
- Depresión de navieras cubanas. (Disminución de los buques de empresas cubanas)
- Limitada capacidad de respuesta de las empresas en Cuba. (Obstruye la subcontratación de servicios)
- Poca comprensión de la actividad a nivel local. (Crea trabas al acceso a buques en tránsito, que requieren servicios de reparaciones)
- Gran cantidad de órganos externos que intervienen en el asunto. (Seguridad Marítima, Sociedad Clasificadora, Agencia Consignataria, Aduana, Capitanía del Puerto, Agencia de Protección Contra Incendio)
- Situación económica internacional.

#### ***Oportunidades***

- Situación geográfica (estar en zona de gran tráfico marítimo permite acceso a mercado de reparaciones TRAMPS)
- Apertura del ALBA (provee al país de nuevas oportunidades de negocios en las que se puede y de hecho, ya se ha insertado el astillero, en sus convenios)
- Apertura legislativa en Cuba que permite a empresas a brindar servicios a particulares.
- Variaciones alternativas de ley tributaria (disminución de los impuestos sobre la utilización fuerza de trabajo del 25 % al 20 % o sea disminución de un 5 %)

Según los documentos de la Planeación Estratégica la empresa presenta una posición defensiva por lo que se emplean estrategias de desarrollo para superar debilidades a fin de aprovechar oportunidades.

### **2.3. Caracterización del Proceso de Reparación Naval.**

La Empresa Militar Industrial “Astilleros Centro” es una entidad que presta servicios de

reparaciones navales. Tiene un proceso productivo general compuesto por tres subprocesos:

**Taller 1:** Soldadura y pailería.

**Taller 2:** Mecánica Naval y Electricidad.

**Taller 3:** Conservación del casco.

El proceso comienza cuando el cliente le realiza la solicitud a la empresa de lo que desea que se le haga al navío, luego se le realiza la oferta o cotización al cliente en dependencia del trabajo a desarrollar; si el cliente no está de acuerdo con el precio, cantidad de recursos o tiempo de entrega se vuelve a revisar la oferta, en caso de que el cliente la acepte se firma el contrato y se confeccionan las órdenes de trabajo para que los jefes de taller confeccionen los vales por orden y distribuyan el trabajo. A continuación se realiza la maniobra de varada para subir la embarcación en el dique y comenzar con los trabajos de raspado de incrustaciones marinas, el desengrasado y lavado del casco con agua dulce, la calibración de las planchas de acero y el maquinado, la mecánica y electricidad del barco. Luego se comienza con la sustitución de las planchas de acero que se encuentren en mal estado y las que no cumplan con el espesor requerido, para que al terminar esta operación se le realice al casco el granallado y el soplado de la obra viva. Después se le aplican los 5 esquemas de pintura al casco, se delimita la línea de flotación y se repinta la marca de calado y el disco Plimsoll. Cuando se terminan todas estas operaciones se hace la maniobra de largada para que la embarcación vuelva al mar.

Para una mejor comprensión de lo anteriormente descrito se presenta en el **Anexo 5** el diagrama OTIDA y en el **Anexo 6** el Diagrama SIPOC del proceso de reparaciones navales.

La **Figura 2.3** se muestra el Mapa General de Procesos donde se visualizan gráficamente los procesos estratégicos, claves y de apoyo que rigen la organización. El proceso que permite dar cumplimiento a la misión de la empresa.

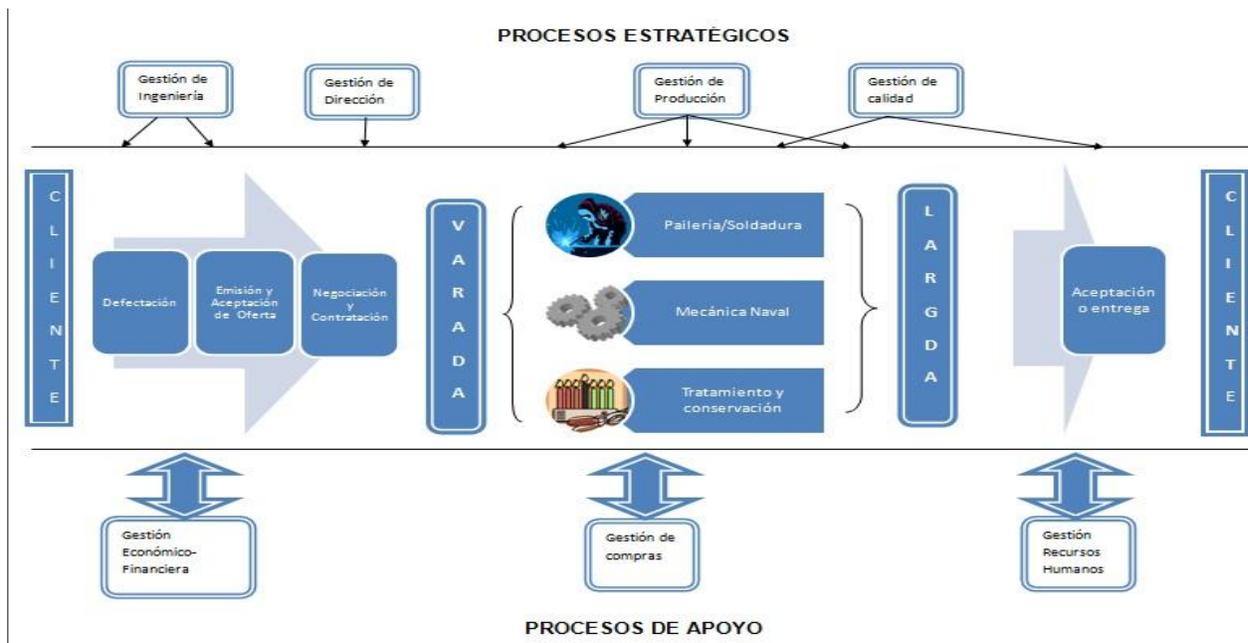


Figura 2.3 :Mapa General de Procesos. Fuente: Documentos de la empresa.

#### 2.4. Descripción de la Metodología Seis Sigma /DMAIC

Seis Sigma es una forma más inteligente de dirigir un negocio o un departamento. Seis Sigma pone primero al cliente y usa hechos y datos para impulsar mejores resultados. Los esfuerzos de Seis Sigma se dirigen a tres áreas principales:

- Mejorar la satisfacción del cliente.
- Reducir el tiempo del ciclo.
- Reducir los defectos.

Las mejoras en estas áreas representan importantes ahorros de costes, oportunidades para retener a los clientes, capturar nuevos mercados y construirse una reputación de empresa de excelencia.

Podemos definir Seis Sigma como:

1. Una medida estadística del nivel de desempeño de un proceso o producto.
2. Un objetivo de lograr casi la perfección mediante la mejora del desempeño.

3. Un sistema de dirección para lograr un liderazgo duradero en el negocio y un desempeño de primer nivel en un ámbito global.

La metodología *Seis Sigma*, engloba técnicas de Control Estadístico de Procesos, Despliegue de la función de calidad (QFD), Ingeniería de calidad de Taguchi, Benchmarking, entre otras; siendo una sólida alternativa para mejorar los procesos y por lo tanto, lograr la satisfacción de los clientes.

La filosofía *Seis Sigma* busca ofrecer mejores productos o servicios, de una manera cada vez más rápida y a más bajo costo, mediante la reducción de la variación de cualquiera de nuestros procesos. Aunque a muchas personas les ha costado entender, una de las grandes enseñanzas del Dr. Deming fue buscar el control de variación de los procesos lo cual es medido por medio de la desviación estándar. Decía el Dr Deming: “el enemigo de todo proceso es la variación, por lo que es ahí en donde debemos concentrar el esfuerzo hacia la mejora continua”, pero sobre todo porque “La variación es el enemigo de la satisfacción de nuestros clientes”.

La estrategia *Seis Sigma* incluye el uso de herramientas estadísticas dentro de una metodología estructurada incrementando el conocimiento necesario para lograr de una mejor manera, más rápido y al más bajo costo, productos y servicios que la competencia.

A continuación se presentan y describen las fases de la metodología Seis Sigma:

**Fases de Identificación y Definición** de proyectos en relación con los aspectos clave del negocio.

- Reconocer como afectan los procesos los resultados organizacionales.
- Reconocer como afectan los procesos a la rentabilidad.
- Definir cuáles son las características críticas del proceso de negocio.

**Fases de Medición y Análisis** para conocer en forma profunda los niveles actuales de desempeño.

- Se selecciona una o más de las características clave y se crea una descripción detallada de cada paso del proceso.
- Se evalúa el proceso a través de mediciones y sirve de referencia para establecer los objetivos de la empresa.

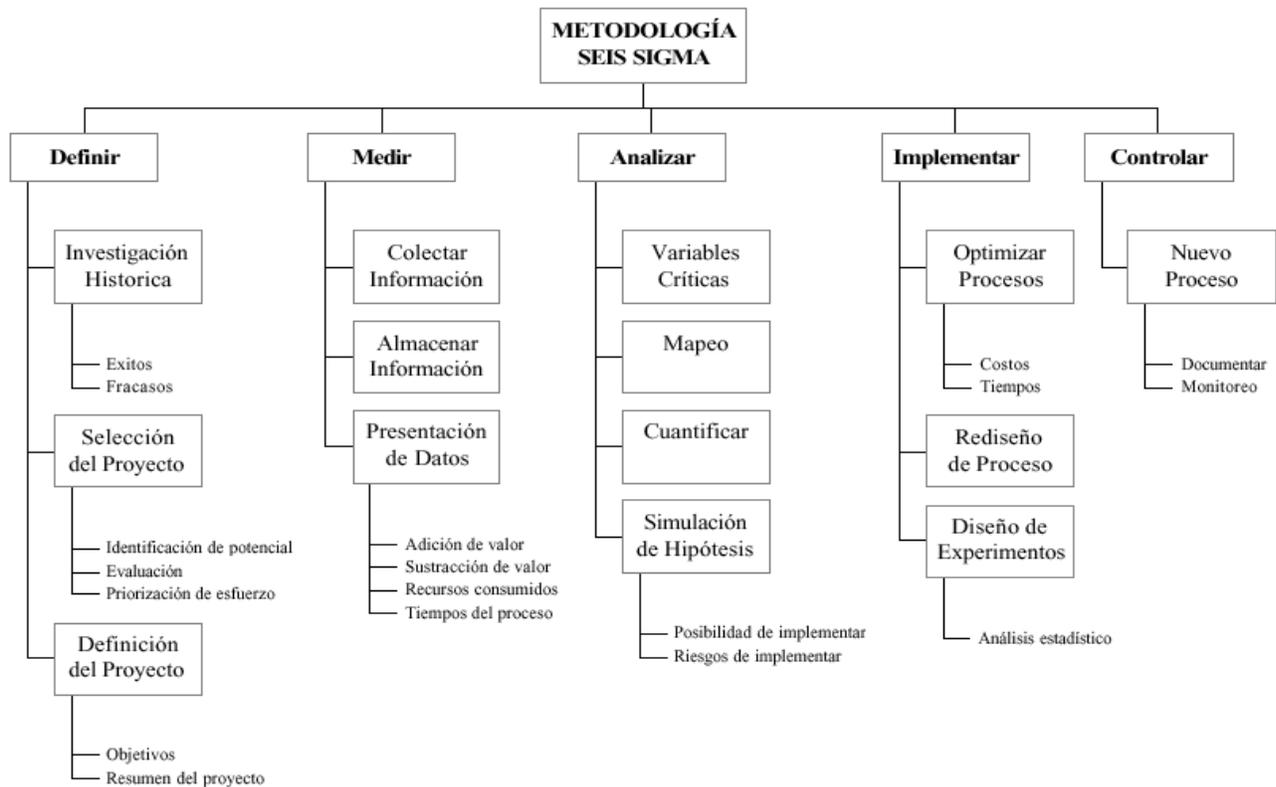
- Se crea un plan de acción después de analizar la situación actual para lograr los objetivos establecidos.
- Identificación y comparación competitiva (Benchmark) de las características clave del producto. Análisis de brechas y factores de éxito.

**Fases de mejora y control**, para lograr mejoramiento con cambio mayor.

- Identificar qué pasos seguir para mejorar el proceso y reducir las fuentes de mayor variación que influyen negativamente en el proceso.
- Se identifican las variables clave o “pocas vitales” que impactan al proceso, a través del DOE y se ajustan para optimizar el proceso.
- Puede ser necesario modificar el proceso, cambiar los materiales, etc.

La metodología DMAIC hace mucho énfasis en el proceso de medición, análisis y mejora y no está planteada como un proceso de mejora continua, pues los proyectos Seis Sigma deben tener una duración limitada en el tiempo. Los proyectos Seis Sigma surgen bajo el liderazgo de la Dirección, quien identifica las áreas a mejorar, define la constitución de los equipos y garantiza el enfoque hacia el cliente y sus necesidades y a los ahorros económicos. Sin embargo, antes de que un equipo Seis Sigma aborde el ciclo de la mejora, han de desarrollarse una serie de actividades necesarias para el éxito del proyecto: (1) identificación y selección de proyectos, (2) constitución del equipo, (3) definición del proyecto, (4) formación de los miembros del equipo, (5) ejecución del proceso DMAIC y (6) extensión de la solución. Seis Sigma utiliza casi todo el arsenal de herramientas conocidas en el mundo de la calidad. Sin embargo, no son los instrumentos los que fundamentan por sí solos el éxito de la metodología Seis Sigma; de hecho, es la infraestructura humana y su formación la que con estas herramientas consigue el éxito.

A continuación en la **Figura 2.4** tomada de la metodología Seis Sigma en la mejora de los resultados de los proyectos de *YEPES, (2003)* se esquematiza el propósito, de cada una de las fases:



**Figura 2.4:** Metodología Seis Sigma en la mejora de los resultados de proyectos. **Fuente:** YEPES, (2003)

Para aplicar la filosofía *Seis Sigma* dentro de una organización implica "Cambiar la cultura de la organización", ya que se fomenta el trabajo en equipo para la solución de problemas, se mejoran la comunicación, y aumenta el grado de confianza y seguridad en los individuos para realizar el trabajo, de esta manera se rompe la resistencia al cambio para poder ser más agresivos y alcanzar metas cada vez más desafiantes.

### 2.4.1. La métrica de *Seis Sigma*

La metodología de mejora *Seis Sigma* requiere que la calidad se mida de una manera objetiva. En este aspecto no se diferencia de otros métodos de mejora pre existente. Sin embargo, *Seis Sigma* aporta una métrica de medida originaria de MOTOROLA. Esta métrica es conceptualmente igual a los índices de capacidad de proceso  $C_p$  (para el nivel sigma a corto plazo) y  $C_{pk}$  (para el nivel sigma a largo plazo) que se utilizan en ingeniería de calidad desde hace décadas.

Sigma es la letra griega que se emplea para representar el parámetro que mide la

variabilidad de una distribución estadística (desviación típica).

El nivel sigma, es utilizado comúnmente como medida dentro del Programa Seis Sigma, incluyendo los cambios o movimientos “típicos” de  $\pm 1.5 \sigma$  de la media. Las relaciones de los diferentes niveles de calidad sigma no son lineales, ya que para pasar de un nivel de calidad a otro, el porcentaje de mejora del nivel de calidad que se tiene que realizar no es el mismo, cuando avanzamos a un nivel mayor el porcentaje de mejora será más grande.

Las tablas siguientes muestran el porcentaje de mejora requerido para cambiar de un nivel sigma a otro mayor (**Tabla 2.3**) y la cantidad de defectos por cada nivel sigma en la **Tabla 2.4**.

**Tabla 2.3:** Porcentaje de mejora requerido para cambiar de un nivel sigma a otro mayor.

**Fuente:** Bahena (2006).

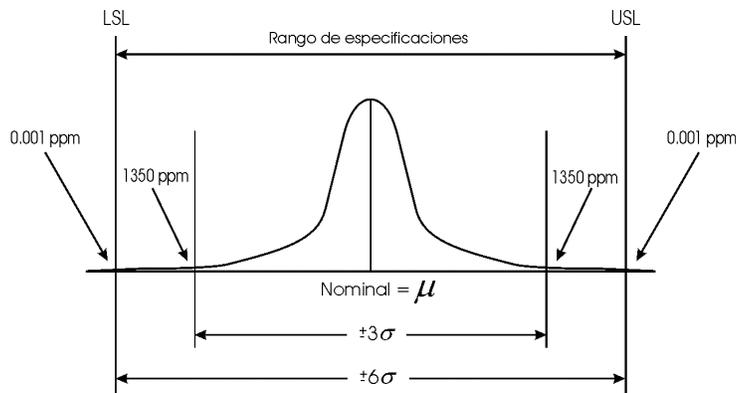
Nivel actual	Cambio	Porcentaje de mejora requerido
$3\sigma$	$4\sigma$	10x
$4\sigma$	$5\sigma$	30x
$5\sigma$	$6\sigma$	40x

**Tabla 2.4:** Cantidad de defectos por cada nivel sigma. **Fuente:** Bahena (2006).

Nivel en sigma	Defectos por millón de oportunidades
6	3.4
5	233.0
4	6,210.0
3	66,807.0
2	308,537.0
1	690,000.0

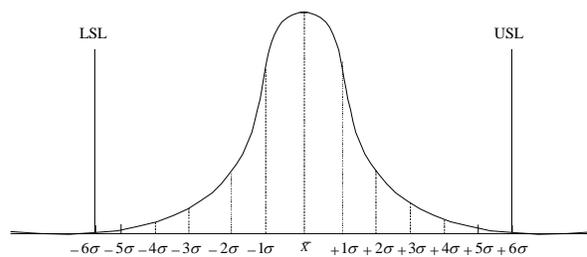
En la **Figura 2.5** se muestra el concepto básico de la métrica de Seis Sigma, en donde las partes deben de ser manufacturadas consistentemente y estar dentro del rango de especificaciones. La distribución normal muestra los parámetros de los niveles  $3\sigma$  y seis

sigma.



**Figura 2.5:** Número de partes por millón (ppm) que estarían fuera de los límites de especificación tomando como límite el valor de cada desviación estándar. **Fuente:** Bahena (2006).

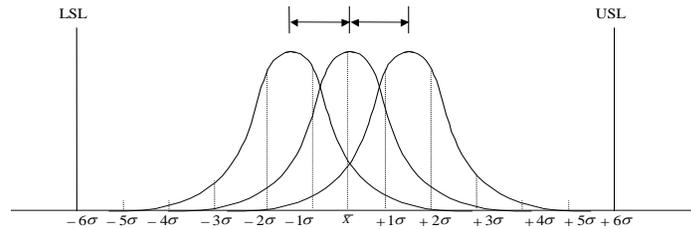
La **Figura 2.6** muestra una distribución normal centrada dentro de los límites  $6\sigma$ , con la cual se tendría únicamente una porción de 0.002 ppm.



**Figura 2.6:** Distribución normal centrada. **Fuente:** Bahena (2006).

Para compensar las inevitables consecuencias de los errores de centrado de procesos, la media de la distribución se desplazamiento  $\pm 1.5 \sigma$ . Este ajuste proporciona una idea más realista de la capacidad del proceso a través de varios ciclos de manufactura.

El desplazamiento puede ser en dirección positiva o negativa, pero nunca en ambas direcciones. La **Figura 2.7** muestra una distribución normal descentrada  $\pm 1.5 \sigma$



**Figura 2.7:** Distribución normal descentrada  $\pm 1.5 \sigma$ . **Fuente:** Bahena (2006).

Una medida que describe el grado en el cual el proceso cumple con los requerimientos es la **capacidad del proceso**. Los índices utilizados son  $C_p$  y  $C_{pk}$ . Un nivel *Seis Sigma* tiene la habilidad de lograr índices de 2.0 y 1.5 respectivamente. Para lograr esta capacidad la meta a alcanzar de un programa *Seis Sigma* es producir al menos 99.99966% de calidad, no más de 3.4 defectos en un millón de piezas producidas en el largo plazo. La Tabla 2.5 muestra los porcentajes y la cantidad de defectos a los que corresponden los diferentes niveles “Sigma”.

**Tabla 2.5:** Porcentajes y cantidad de defectos a los que corresponden los diferentes niveles “Sigma”. **Fuente:** Bahena (2006).

Nivel en sigma	Porcentaje	Defectos por millón de oportunidades
6	99.99966	3.4
5	99.9769	233.0
4	99.379	6,210.0
3	93.32	66,807.0
2	69.13	308,537.0
1	30.23	690,000.0

## 2.5. Descripción de las herramientas propuestas en la metodología

Para un adecuado entendimiento de la metodología se hace necesaria la aplicación de un

conjunto de herramientas. A continuación se realiza una breve explicación de algunas de ellas.

### **Diagrama de Flujo**

Los diagramas de flujo representan la descripción de las actividades de un proceso y sus interrelaciones, es decir, son la representación gráfica de los pasos de un proceso, que se realiza para entenderlo mejor. Facilitan la interpretación de las actividades en su conjunto, pues permiten una percepción visual del flujo y la secuencia de las mismas, incluyendo las entradas y salidas necesarias para el proceso y los límites del mismo. Se les denominan diagramas de flujo porque los símbolos utilizados se conectan mediante flechas para indicar la secuencia de las operaciones. El **Anexo 7** muestra algunos de los símbolos más habituales para su utilización.

La representación de las actividades a través de este esquema facilita el entendimiento de la secuencia e interrelación de las mismas y de cómo estas aportan valor y contribuyen a los resultados.

La utilización del diagrama de flujo es muy útil cuando:

- ✓ Se quiere conocer o mostrar de forma global un proceso.
- ✓ Es necesario tener un conocimiento básico, común a un grupo de personas, sobre el mismo.
- ✓ Se deben comparar dos procesos o alternativas.
- ✓ Se necesita una guía que permita un análisis sistemático del proceso.

Ventajas de los diagramas de flujo:

- ✓ Proveen una secuencia gráfica de cada uno de los pasos que componen una operación desde el inicio hasta el final. Permitiendo una mejor visualización y comprensión del proceso.
- ✓ Los diagramas de flujo pueden minimizar grandes volúmenes de documentación, incluyendo la documentación ISO 9000.
- ✓ Facilitan el desarrollo de Procedimientos Estándar de Operación.
- ✓ Al tener un procedimiento de operación estándar se reduce en gran medida la variación y el tiempo de ciclo.

- ✓ Los diagramas de flujo permiten detectar áreas de mejora en los procesos.

### **Mapa general de procesos**

El mapa de procesos es definido por Beltrán, Carmona, Carrasco, Rivas, y Tejedor (2002) como la representación gráfica de la estructura de procesos que conforman el sistema de gestión.

Para la elaboración de un mapa de procesos es necesario reflexionar previamente en las posibles agrupaciones en las que pueden encajar los procesos identificados. La agrupación de los procesos dentro del mapa permite establecer analogías entre procesos, al tiempo que facilita la interrelación y la interpretación del mapa en su conjunto. El tipo de agrupación puede y debe ser establecido por la propia organización, no existiendo para ello ninguna regla específica. (Beltrán, Carmona, Carrasco, Rivas, y Tejedor, 2002)

No obstante en la literatura se identifican de manera general dos tipos de clasificaciones. La primera es la establecida por Villa y Pons (2006) la cual diferencia tres tipologías de procesos de acuerdo a la influencia de estos en la actividad principal de la organización. Por su parte la segunda clasificación está en línea con los cuatro grandes capítulos de requisitos de la Norma ISO 9001: 2008. En el **Anexo 8** se muestran ambas clasificaciones.

Ha de destacarse además que el nivel de detalle de los mapas de procesos depende del tamaño de la organización y de la complejidad de sus actividades. El mapa de procesos permite a una organización identificar los procesos y conocer la estructura de los mismos, reflejando las interacciones que se establecen entre ellos, aunque no permite saber cómo son por dentro y cómo permiten la transformación de entradas en salidas.

### **Diagrama SIPOC**

El diagrama SIPOC es una de las herramientas fundamentales que posibilita el comienzo de una gestión por procesos. Se utiliza para identificar todos los elementos relevantes de un determinado proceso y posibilita el establecimiento de los límites y actividades del mismo. Al construir este diagrama deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- ✓ Proveedores del proceso (Suppliers): Suministran al proceso las entradas necesarias para el desarrollo y ejecución de las actividades que constituyen el

mismo.

- ✓ Entradas (Inputs): Materiales, informaciones, productos, documentos, energía requeridos por el proceso para poder realizar alguna o algunas de sus actividades. Se generan fuera del propio proceso y son requeridos por éste para funcionar.
- ✓ Proceso (Process): Conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman entradas en salidas. (ISO 9000: 2008)
- ✓ Salidas (Outputs): Son los resultados del proceso, los cuales deben ser coherentes con el objetivo del sistema. Son el producto o servicio creado por el proceso que el cliente o los clientes del mismo reciben.
- ✓ Requerimientos de las salidas: No es más que lo que el cliente del proceso desea, quiere y espera obtener de la salida de un proceso en concreto. Es la definición de las necesidades y/o expectativas del cliente del proceso. Estos requerimientos pueden estar establecidos por la propia organización, el cliente y/o la legislación vigente.
- ✓ Clientes (Customer): Se puede considerar como cliente cualquier persona institución u órgano que recibe el producto o servicio que el proceso genera. El cliente valora la calidad del proceso que pretende servirlo, determinando la medida en que éste con sus salidas ha logrado satisfacer sus necesidades y expectativas. Se identifican dos tipos de clientes:
  - Clientes internos: Individuos o servicios dentro de la propia organización que reciben los productos o servicios para utilizarlos en su trabajo.
  - Clientes externos: Son los clientes finales, los que disfrutan de los productos o servicios de la organización.

Esta herramienta posibilita:

- ✓ Definir y mostrar visualmente un proceso.
- ✓ La identificación de las variables de salida claves del proceso.
- ✓ La identificación de los pasos claves del proceso.
- ✓ La identificación de las variables de entrada claves del proceso.

Esta herramienta se utiliza cuando no está claro:

- ✓ ¿Quién provee entradas al proceso?

- ✓ ¿Qué especificaciones se ponen en las entradas?
- ✓ ¿Quiénes son los clientes verdaderos del proceso?
- ✓ ¿Cuáles son los requerimientos de los clientes?

### **Tormenta de ideas**

Las sesiones de lluvia o tormenta de ideas es una forma de pensamiento creativo encaminada a que todos los miembros de un grupo participen libremente y aporten ideas sobre determinado tema o problema. Esta técnica es de gran utilidad para el trabajo en equipo, debido a que permite la reflexión y el diálogo sobre un problema sobre una base de igualdad. La tormenta de ideas es un medio probado de generar muchas ideas sobre un tema y un medio de aumentar la creatividad de los participantes. Los pasos a seguir para la utilización de esta herramienta pueden encontrarse en el libro Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma (Gutiérrez & De la Vara, 2007).

Para utilizar la técnica de lluvia de ideas se sugiere la siguiente técnica:

1. Escoger a alguien para que sea el facilitador y apunte las ideas.
2. Escribir en un rota-folio o pizarrón el problema a discutir.
3. Escribir cada idea en el menor número de palabras y si se llega a repetir una idea verificarla con su contribuidor. Nunca el facilitador puede interpretar o cambiar las ideas.
4. Establecer un tiempo límite. (Aprox. 25 minutos)
5. Fomentar la creatividad. Construir sobre las ideas de otros pero nunca criticar las ideas.
6. Revisar la lista para verificar su comprensión.
7. Converger las ideas (Eliminar las duplicaciones, problemas irrelevantes y aspectos no aplicables). El grupo llegará al consenso en las principales ideas y propondrá unas medidas a tomar en función del análisis.

La técnica Lluvia de ideas puede ser aplicada con gran frecuencia al llevar a cabo otras

herramientas, como por ejemplo, diagramas causa-efecto, 5 Porqués?, Diagrama de Afinidad, Diseño de experimentos, pruebas de confiabilidad, etc.

*Ventajas:* La tormenta, o lluvia, de ideas posee una serie de características que la hacen muy útil cuando se pretende obtener un amplio número de ideas sobre las posibles causas de un problema, acciones a tomar, o cualquier otra cuestión. Una observación añadida es que este método sirve de entrada, o de fase previa, para otras técnicas de análisis.

Los métodos para su realización aparecen en el **Anexo 9** (Colectivo de autores, 2005).

### **Diagrama de Pareto**

El Diagrama de Pareto es una técnica, a menudo llamada del 80/20, que plantea que el 80 por ciento de los resultados proceden del 20 por ciento del esfuerzo. Es una técnica útil para el análisis de la productividad, que concentra la atención en los pocos problemas más importantes y contribuye a establecer prioridades. Los datos obtenidos se reflejan en una gráfica, donde se clasifican en orden descendente, de izquierda a derecha, por medio de barras sencillas, después de haberse reunido los elementos para calificar las causas.

Según esta técnica, en un problema multicausal, el 20 por ciento de las causas resuelven el 80 por ciento del problema y el 80 por ciento de las primeras solo resuelven el 20 por ciento del segundo.

### **Revisión y análisis de documentos**

Consiste en revisar documentos existentes en las organizaciones y analizarlos para obtener información necesaria para la investigación que se realice, cuyo sustento teórico nace de la revisión de la literatura. En cuanto a la información existente en documentos y en la literatura, son útiles (Hernández et al., 1998):

- ✓ Revisión de fuentes primarias de información: libros, antologías, artículos de publicaciones periódicas, monografías, tesis y disertaciones, documentos oficiales, trabajos presentados en conferencias o seminarios, artículos periodísticos, revistas científicas, que proporcionen datos de primera mano.
- ✓ Revisión de fuentes secundarias y terciarias de información: Consisten en

compilaciones, listados de referencias publicadas en un área del conocimiento en particular, bases de datos, son publicaciones que se refieren a las fuentes primarias y secundarias.

Particularmente la revisión de la literatura puede iniciarse con el apoyo de medios de búsqueda como los que se encuentran en Internet, mediante el acercamiento a especialistas en el tema, o acudiendo a bibliotecas, tres de las variantes más empleadas en la actualidad.

### **Observación directa**

La observación directa es el método fundamental de obtención de datos de la realidad, toda vez que consiste en obtener información mediante la percepción intencionada y selectiva, ilustrada e interpretativa de un objeto o de un fenómeno determinado. Como método de recolección de datos la observación consiste en mirar detenidamente las particularidades del objeto de estudio para cuantificarlas.

La observación consiste, según plantean Cortés e Iglesias (2005) referenciando a Olabuénaga e Ispízuza (1989), en contemplar sistemática y detenidamente cómo se desarrolla la vida social, sin manipularla ni modificarla, tal cual ella discurre por sí misma. La observación, por principio, es susceptible de ser aplicada a cualquier conducta o situación (Cortés e Iglesias, 2005).

La observación se ha clasificado, entre otros criterios, en:

- ✓ Directa o indirecta: Dado el conocimiento del objeto de investigación.
- ✓ Participante o no participante: Considerando el nivel de participación del sujeto que se observa.

El modo de efectuarla lo define el investigador en función de las características del estudio que realice.

### **Cuestionario 5W y 2H**

Se emplea como guía para elaborar los planes de mejoramiento de la calidad (Pons y Villa,

2006) a partir de la respuesta a 7 interrogantes. En la **Tabla 2.6** se presentan dichas interrogantes.

**Tabla 2.6:** Resumen de la técnica 5W y 2H. **Fuente:** (Covas, 2009)

Criterio		Pregunta	Acción
<b>Asunto</b>	¿Qué?	¿Qué se hace?	Eliminar tareas innecesarias
<b>Propósito</b>	¿Por qué?	¿Por qué esta actividad es necesaria?	
<b>Lugar</b>	¿Dónde?	¿Dónde se hace?	Cambiar la secuencia o combinación
<b>Persona</b>	¿Quién?	¿Quién la realiza?	
<b>Secuencia</b>	¿Cuándo?	¿Cuándo es el mejor momento de hacerlo?	
<b>Método</b>	¿Cómo?	¿Cómo se hace? ¿Es este el mejor método? ¿Hay otro método de hacerlo?	Simplificar la tarea
<b>Costo</b>	¿Cuánto?	¿Cuánto cuesta ahora? ¿Cuánto será el costo después de la mejora?	Seleccionar un método mejorado

## **2.6. Conclusiones del Capítulo II**

Al término del Capítulo se arriban a las siguientes conclusiones:

1. Se realiza una breve reseña histórica y caracterización de la Empresa Militar Industrial “Astilleros Centro” de Cienfuegos particularizando su misión, visión, objeto social y principales clientes y proveedores.
2. Es descrita la Metodología Seis Sigma, la cual será utilizada para el logro de los objetivos de la presente investigación ya que esta estrategia incluye el uso de herramientas estadísticas para impulsar mejores resultados en las organizaciones.

## **Capítulo 3: Diseño de una metodología para el proceso de reparaciones navales en la Empresa Militar Industrial “Astillero Centro” de Cienfuegos.**

### **3.1. Introducción.**

En el presente capítulo se propone una metodología para el proceso de reparaciones navales en la Empresa Militar Industrial “Astillero Centro” de Cienfuegos con el objetivo de lograr la disminución de los tiempos de ciclo del proceso, lo cual permitirá elevar la satisfacción de los clientes y además lograr mayor competitividad de la empresa tanto en el mercado nacional como en el internacional.

### **3.2. Diseño de la metodología Seis Sigma/DAMIC en el proceso de reparaciones navales en la Empresa Militar Industrial “Astillero Centro” de Cienfuegos.**

En el Capítulo II de la presente investigación se mostraron 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 reparaciones navales en la Empresa Militar Industrial “Astilleros Centro” de Cienfuegos.

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

#### **3.2.1. Etapa 1: 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 las mismas se pretende definir la necesidad de reducir el tiempo de ciclo en el proceso de Reparaciones Navales.

- **Descripción general del problema.**

En la EMI Astilleros Centro existe un grupo de elementos que inciden negativamente en la calidad del proceso de Reparación Naval, entre los que se encuentran aquellas definidas en la situación problemática de la presente investigación, se pueden mencionar:

- Con frecuencia ocurre tardanza en la firma de los documentos necesarios para que el proceso circule por todas sus etapas.
- Se aprecian problemas de organización que retardan el comienzo de la ejecución de los trabajos.
- Los medios de transporte necesarios para acarrear herramientas de trabajo son insuficientes, así como las piezas de repuesto y equipamiento tecnológico.
- Los medios de protección de la salud y seguridad del trabajo son un renglón decisivo en los tiempos de ejecución de esas prestaciones, por cuanto su insuficiencia afecta el rendimiento del obrero y compromete el feliz desarrollo del proceso de producción.
- Correspondencia entre materiales solicitados y materiales recibidos.

- **Diagrama de flujo del proceso.**

La descripción de las actividades del proceso se efectúa a través de un diagrama de flujo elaborado durante la investigación, donde se representan de manera gráfica la secuencia de actividades y sus interrelaciones. **(Ver Anexo 10)**

- **Seleccionar las variables críticas de calidad.**

Algunas de las variables críticas del proceso que pueden medir la satisfacción de los clientes son:

- Tiempo de entrega
- Producir sin retorno, sin desperdicios.

- **Delimitar el problema**

Para este paso se hace necesario conocer cuáles son los problemas fundamentales que afectan directamente el proceso de Reparación Naval en la EMI Astilleros Centro con lo que respecta a los tiempos de ciclo. Para conocer estas problemáticas se realizó una tormenta de ideas creando un grupo de trabajo compuesto por personas

vinculadas estrechamente al proceso de la reparación naval. Dicho grupo se relaciona en el **Anexo 11**.

Las principales deficiencias que resultaron luego de aplicar el Brainstorming fueron:

- Tardanza en el arribo de las embarcaciones.
- Roturas por obsolescencia de equipos.
- Falta de piezas de repuesto, equipamiento y medios de transporte para la producción.
- Problemas en cuanto a organización de trabajo.
- Malas condiciones laborales (mantenimiento constructivo).
- Falta de variedad de proveedores.
- Tardanza en el arribo de suministros.
- Tardanza en la firma de documentos.
- Mala calidad de los materiales recibidos.

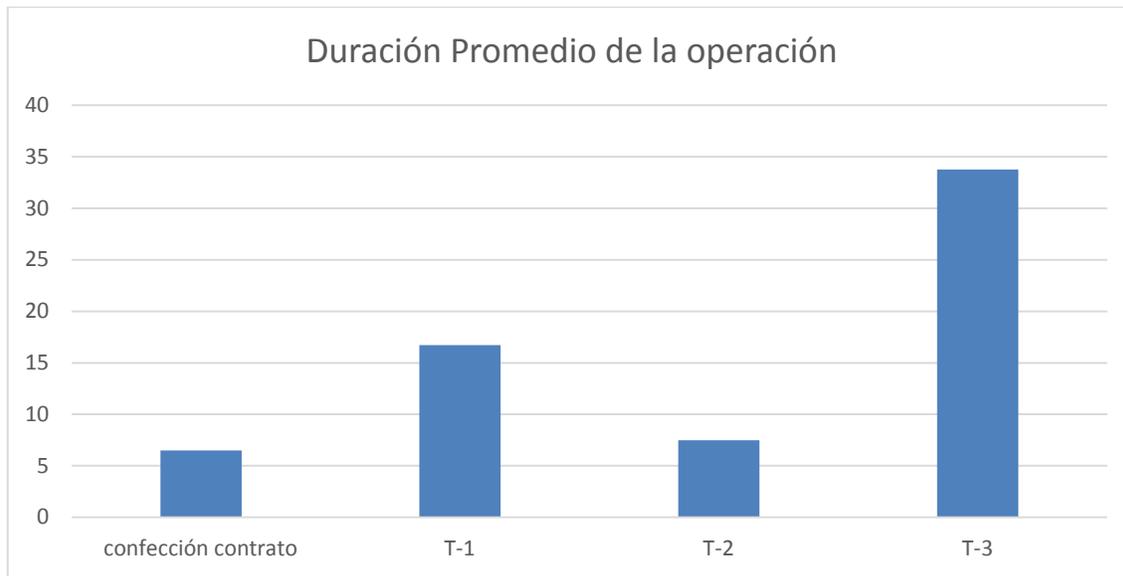
### 3.2.2. Etapa 2: Medir

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

- Una de ellas es la elaboración de la **hoja de recopilación de datos para medir el tiempo de las reparaciones**.

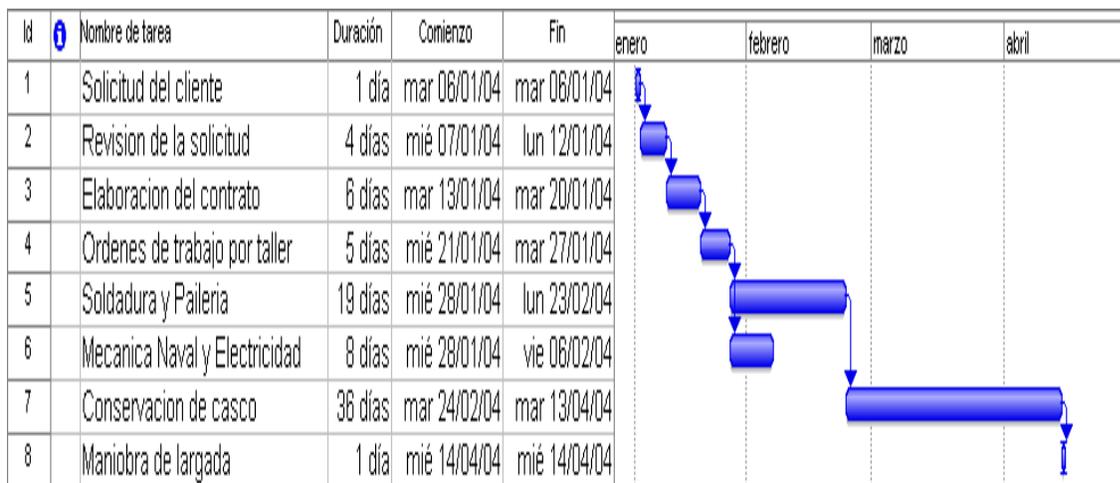
En la tabla de recopilación de datos obtenido en el área de Mercadotecnia y Producción se obtuvo la duración en días del proceso de Reparaciones Navales por cada uno de los talleres. Ver (**Anexo 12**)

En la **Figura 3.1** que se presenta a continuación se muestran los datos procesados que fueron obtenidos en la tabla de recopilación de datos representados en el **Anexo 12**.



**Figura 3.1:** Duración promedio de las operaciones del proceso de reparaciones navales.

La **Figura 3.2** muestra un Diagrama de Gantt del proceso de reparaciones navales (actual). En el mismo se observa que existe muy poca superposición de las tareas, ya que generalmente se tiene que esperar que se culmine una para comenzar la siguiente



**Figura 3.2:** Diagrama de Gantt del proceso actual.

Para conocer de forma fiable el tiempo de cada actividad, se realiza un estudio de los tiempos que se requiere para realizar el trabajo en cada una de las etapas. Para este paso se han tomado los tiempos de trabajo de cada etapa del proceso durante un año y se han

analizado con pruebas de bondad de ajuste, para conocer la distribución de probabilidad a la que mejor se ajustan, además se obtienen los estadísticos descriptivos de cada una de ellas, los que se muestran en la **Tabla 3.1**.

**Tabla 3.1:** Estadísticos descriptivos de los tiempos de trabajo en las etapas del proceso.

	Recuento	Promedio	Mediana	Desviación Estándar	Coficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
Conf. Contrato	10	6,5	6,0	2,91548	44,8535%	4,0	14,0	10,0
Taller 1	14	16,7	10,9	16,3396	97,842%	1,0	53,0	52,0
Taller 2	11	7,47273	5,2	8,78511	117,562%	1,0	29,0	28,0
Taller 3	10	33,77	38,85	15,181	44,9541%	5,0	51,0	46,0

Para el análisis de la distribución a la cual se ajustan los datos se realizó la prueba de bondad de ajuste, Kolmogorov Smirnov, de la cual se muestra un resumen en la tabla 3.2, en la que se puede apreciar que en todos los casos el valor del estadístico de contraste, (Valor-P) es mayor que el valor crítico (0,05), por lo que no se puede rechazar la idea de que los datos de los tiempos de trabajo en las etapas del proceso provienen de una distribución normal, con un 95% de confianza.

**Tabla 3.2:** Resumen de los estadísticos de las pruebas de bondad de ajuste

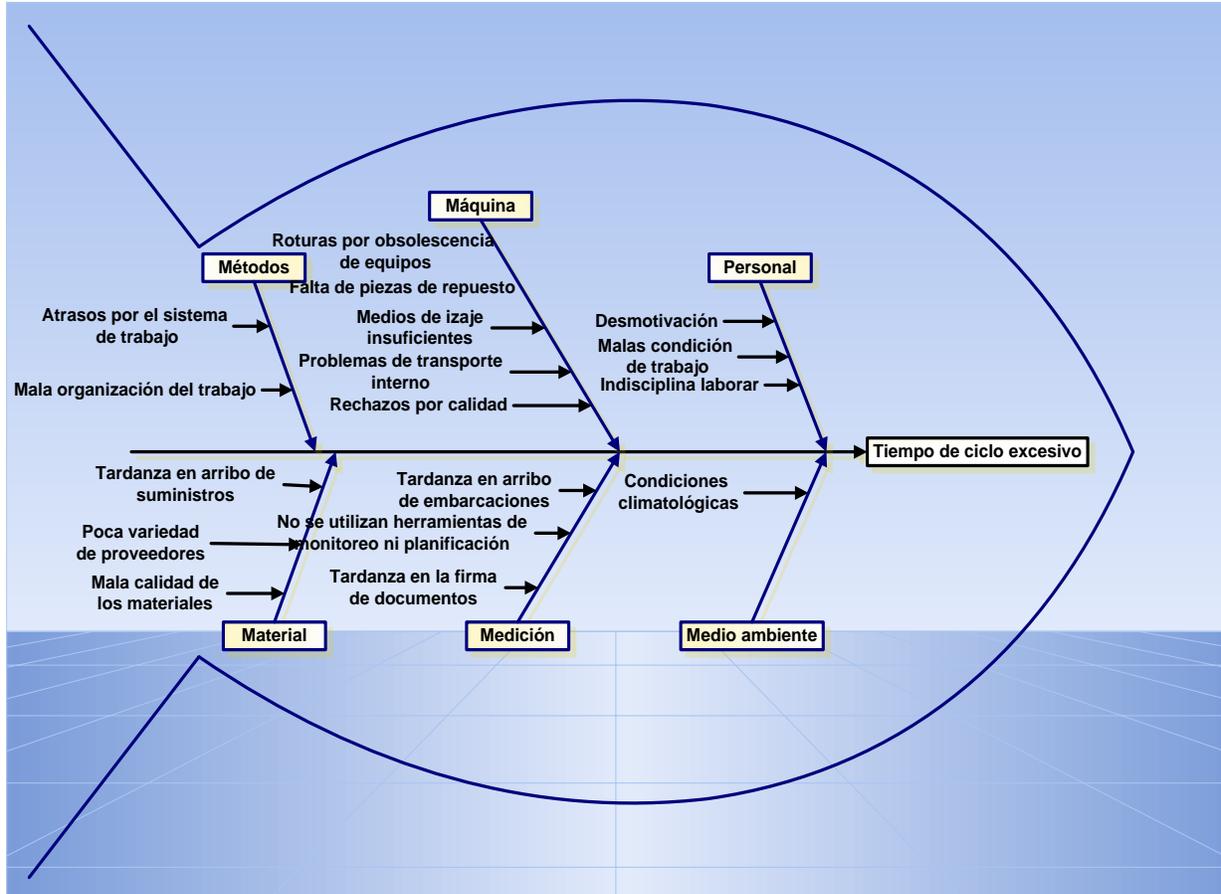
	Conf. Contrato	Taller 1	Taller 2	Taller 3
<b>DMAS</b>	0,331913	0,25605	0,248732	0,129727
<b>DMENOS</b>	0,195585	0,168312	0,230626	0,270273
<b>DN</b>	0,331913	0,25605	0,248732	0,270273
<b>Valor-P</b>	0,221018	0,319644	0,517078	0,466929

### 3.2.3. Etapa 3: Analizar

- **Definir las causas del problema.**

Luego de determinar cuáles son los problemas que afectan de manera directa el proceso de Reparación Naval en la EMI Astilleros Centro, se hace necesario entonces determinar

cuáles son las causas comunes que provocan los errores en el proceso. Para ello se realiza un Diagrama Ishikawa el cual se muestra a continuación en la **Figura 3.3**:



**Figura 3.3:** Diagrama Causa-Efecto para deficiencias en el proceso de Reparación Naval que afectan el tiempo de ciclo.

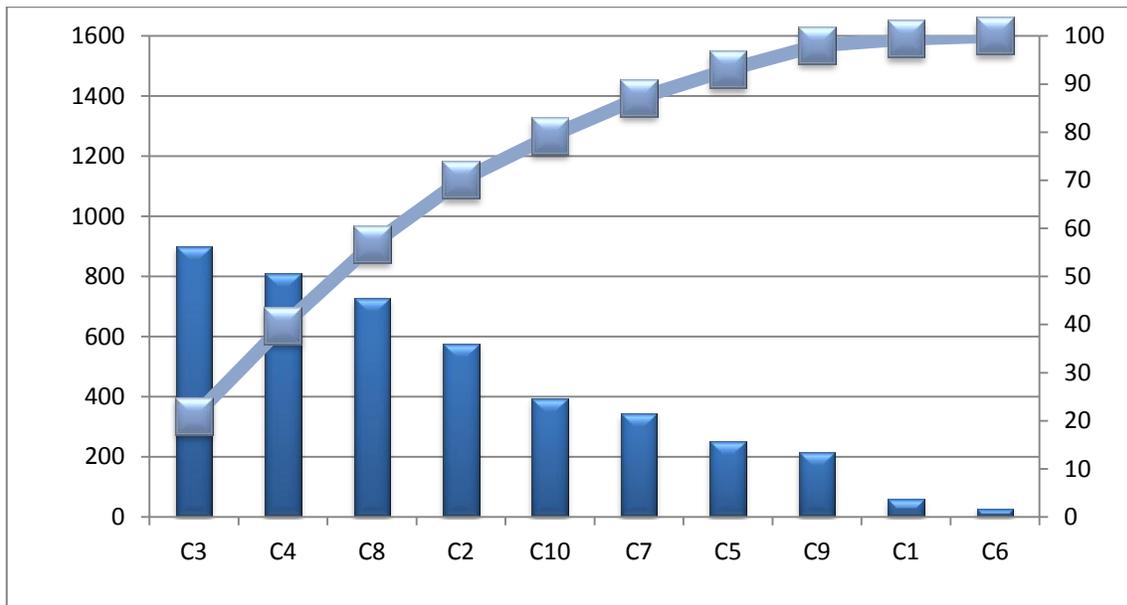
- **Seleccionar las principales causas.**

La herramienta anteriormente utilizada no establece un orden de importancia o prioridad entre las causas, por lo que se hace necesario el uso de una técnica de priorización. Para ello se utiliza el criterio establecido a partir de la Técnica UTI, los resultados obtenidos pueden observarse en la **Tabla 3.3**

**Tabla: 3.3:** Aplicación de la técnica UTI para priorizar las deficiencias.

Debilidades detectadas	U	T	I	TOTAL
Tardanza en el arribo de las embarcaciones.	5	3	4	60
Roturas por obsolescencia de equipos.	8	9	8	576
Falta de piezas de repuesto, equipamiento y medios de transporte para la producción.	9	10	10	900
Problemas en cuanto a organización de trabajo.	9	10	9	810
Malas condiciones laborales (mantenimiento constructivo).	7	6	6	252
Condiciones climatológicas.	3	3	3	27
Falta de variedad de proveedores.	7	7	7	343
Tardanza en el arribo de suministros.	9	9	9	729
Tardanza en la firma de documentos.	6	6	6	216
Mala calidad de los materiales recibidos.	8	7	7	392

Seguidamente se realiza un Diagrama de Pareto, el cual aparece en la **Figura 3.4**. En el mismo se observa que la mayoría de las causas se encuentran relacionadas con la falta de piezas de repuesto, equipamiento y medios de transporte para la producción; mientras que las causas referidas a la tardanza en el arribo de suministros y los problemas en cuanto a organización del trabajo, complementan la representación del 80% de las causas.



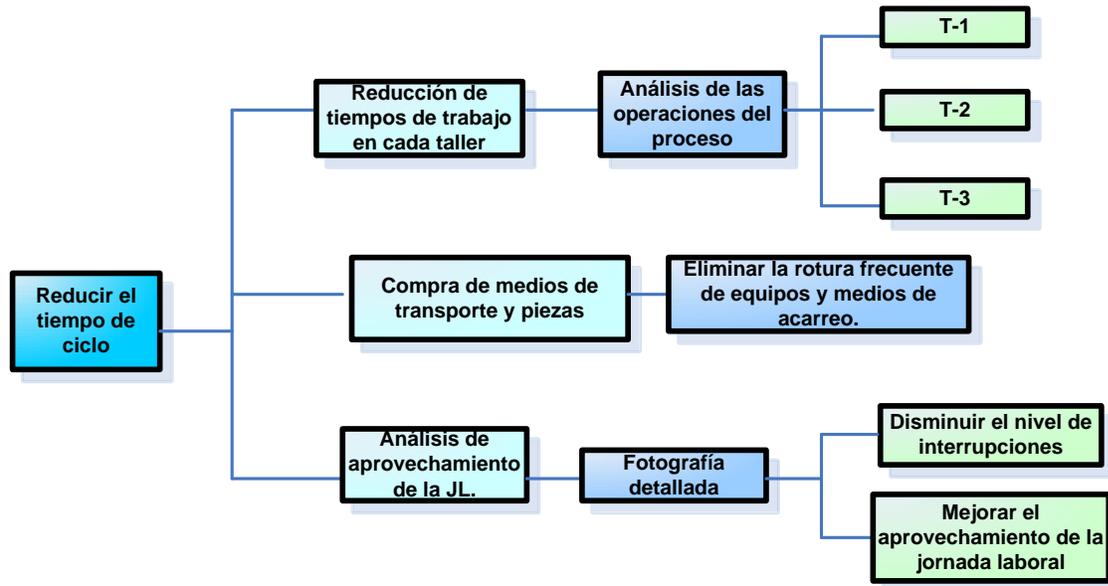
**Figura 3.4:** Diagrama de Pareto para los resultados de la Técnica UTI.

**Leyenda:**

- C1- Malas condiciones laborales (mantenimiento constructivo).
- C2-Tardanza en el arribo de las embarcaciones.
- C3-Falta de piezas de repuesto, equipamiento y medios de transporte para la producción.
- C4- Tardanza en el arribo de suministros.
- C5- Mala calidad de los materiales recibidos.
- C6-Condiciones climatológicas.
- C7-Tardanza en la firma de documentos.
- C8- Problemas en cuanto a organización de trabajo. (Aprovechamiento de la jornada laboral)
- C9- Roturas por obsolescencia de equipos.
- C10-Falta de variedad de proveedores.

### 3.2.4. Etapa 4: Mejorar

Según el procedimiento escogido debe implementarse un Diagrama de Árbol con el propósito de planificar las mejoras, para una mayor comprensión de lo anterior expuesto, se muestra en la **Figura 3.5**.



**Figura 3.5:** Diagrama de árbol para identificar las mejoras.

Para solucionar el problema del tiempo que demora el proceso de Reparaciones Navales se propone la realización de un análisis detallado por cada uno de los talleres con el fin de lograr un ajuste siempre que sea posible en cada una de las operaciones que ayuden a disminuir el tiempo a emplear en cada reparación con el fin de dar solución a la creciente demanda que presenta dicha empresa además de elevar la satisfacción de los clientes.

Con el objetivo de conocer el nivel de interrupciones y el aprovechamiento por parte de los trabajadores de la jornada laboral, se aplica la técnica de la fotografía detallada colectiva al proceso de Reparación Naval.

El cálculo de la cantidad de observaciones a realizar, para obtener los datos con una exactitud de  $\pm 5\%$  y un nivel de confianza del  $95\%$ , se muestran a continuación

$$N = 560 \left( \frac{R}{\bar{X}} \right)^2 = 560 \left( \frac{28}{382} \right)^2 = N = 560 \left( \frac{784}{145924} \right) = 560(0.00537) = 3 \text{ días}$$

**Dónde:**

N: Número de observaciones a realizar.

R: Diferencia entre el valor X máximo y el valor X mínimo.

X<sub>media</sub>: Media de las observaciones del tiempo relacionado con la actividad.

El número de observaciones calculado es de tres días para el nivel de confianza prefijado.

A continuación se muestra en la **Tabla 3.4** los tiempos de los datos generales obtenidos de la fotografía detallada colectiva realizada en el proceso de Reparación Naval, durante los tres días de observación.

**Tabla 3.4:** Tiempos generales observados en minutos, durante el proceso de Reparación Naval.

Tiempos	Taller 1	Taller 2	Taller 3	Total
TPC	51.67	36	34.6	42.76
TO	358.33	349.33	324.33	344.0
TS	5	7	4	5.33
TITO	12.5	-	10.4	7.63
TIDO	54.17	18.67	49.15	40.66
TIC	-	4	-	1.33
TIRTO	-	28.67	-	9.56
TDNP	15	46.33	14.6	25.31
TTR	415	392.33	365	390.78
JL	495	495	495	-

Teniendo en cuenta los tiempos obtenidos en la tabla anterior durante los tres días de observación, se procede al cálculo del aprovechamiento de la jornada laboral mediante la siguiente fórmula.

$$AJL = \frac{TTR + TIRTO + TDNP}{JL} * 100\%$$

$$AJL = 85.98\%$$

Al analizar el resultado se concluye que no es bueno el aprovechamiento de la Jornada Laboral, ya que uno de los indicadores que presenta la empresa con respecto a este tema, plantea que debe ser mayor que un 90% para que sea bueno.

Una de las soluciones que se pueden proponer para que el AJL sea mayor que 90% es eliminar los tiempos perdidos por causa del trabajador (TIDO) y por las deficiencias técnico-organizativas (TITO).

$$Pti = \frac{TIDO}{JL} * 100\% = 8.21\%$$

$$Pto = \frac{TITO}{JL} * 100\% = 1.54\%$$

Con la eliminación de estos tiempos perdidos, se puede lograr un mayor incremento de la productividad. Esto se puede evidenciar a continuación:

Las pérdidas por causa del trabajador fueron de un 8.21%, las cuales estuvieron determinadas por:

- Ausencias injustificadas al puesto de trabajo.
- Largas demoras debido a conversaciones injustificadas durante el horario de trabajo.

Las pérdidas de tiempo por interrupciones técnico –organizativas fueron de un 1.54%, las cuales estuvieron determinadas por:

- Pérdida de tiempo por no tener contenido de trabajo.
- Pérdida de tiempo por rotura de equipos.
- Pérdida de tiempo por falta de materiales y materias primas para la producción.

$$Pt1 = \frac{TIDO}{TO} * 100\% = 11.82\%$$

$$Pt2 = \frac{TITO}{TO} * 100\% = 2.22\%$$

Eliminando los TITO se obtiene un aumento de la productividad de un 2.22% y al eliminar el TIDO se logra aumentar en un 11.82% el AJL. Con los resultados de estos cálculos se puede apreciar que existen oportunidades para mejorar el aprovechamiento de la jornada laboral, a partir de establecer acciones que respondan a la desaparición de los TITO y los TIDO, teniendo evidente el por ciento que pudiera incrementarse la productividad si fueran eliminados.

Con respecto a la falta de piezas de repuesto, equipamiento y medios de transporte para la producción se propone la compra de estos. A continuación se realiza un estudio de factibilidad con el objetivo de conocer en cuanto se recupera la inversión.

En la **Tabla 3.5** se muestra la cantidad de equipos que se necesitan comprar, así como el costo que representa la compra de estos equipos.

**Tabla 3.5:** Costo de los equipos a comprar.

EQUIPO	CANTIDAD	COSTO
1- Compresor	1	29000.00 CUP
2- Máquina de limpieza a presión	1	116000.00 CUP
3- Compresor portátil de doble acción curtís MOD:P-223E	1	1250.07 CUP
4- Montacargas frontales de 3.5 ton	1	29750.00 CUP
5- Máquina de agua	1	1899.00 CUP
6- Máquina de soldar SMAW	1	6545.35 CUP
7- Compresor XAS375DP6T3APP	1	42843.12 CUP
8- Electro9 ventiladores portátiles	7	21000.00 CUP
9- Cizalla de cortina de 3048mm (largo) y espesor de corte 12	1	63453.00 CUP
<b>INVERSIÓN INICIAL</b>	<b>TOTAL</b>	<b>311740.54 CUP</b>

$$VAN = \frac{-\text{Inversión Inicial} + \sum_1^5 \text{Flujos de Caja } n1}{(1 + r)^n}$$

$$VAN = \frac{-311740.54 + 1084000.00}{(1 + 0.1)^3} = 580209.96$$

El VAN es mucho mayor que 0 por lo tanto es factible realizar la inversión.

**Dónde:**

n1: número de años de explotación de la inversión (5 años)

r: interés del crédito bancario (tanto\*1)

n: período de amortización del crédito

Flujo de caja anual =216800.00

Tasa de interés anual =10%

Tiempo de recuperación de la inversión (TRI)

$$TRI = \frac{\text{Inversión Inicial}}{\frac{\text{Flujo de caja de un año}}{(1+r)^n}}$$

$$TRI = \frac{311740.54}{\frac{216800.00}{(1+0.1)^1}} = 1.58 \text{ años}$$

Por tanto la inversión es buena pues se recupera antes del período del pago del crédito bancario, y la misma ayudará a lograr una mejora considerable de los tiempos de ciclo en el proceso.

Luego de la realización de los cálculos relacionados con el aprovechamiento de la jornada laboral y el análisis de factibilidad de la compra de los nuevos equipos se realizan los

diagramas OPERIN de cada taller (**Anexo 13, Anexo 14 y Anexo 15**) con el fin de conocer las características de trabajo de los mismos y las oportunidades que se tienen para reducir los tiempos en las operaciones que afectan el tiempo de ciclo del proceso en general.

La operación limitante o cuello de botella, en el proceso análisis de estudio es la aplicación de las 4 capas de pintura al casco, ubicada en el taller 3 siendo la operación de menor capacidad del proceso y por tanto la limitante a la hora de aumentar productividad.

Teniendo en cuenta que el Astillero Centro de Cienfuegos presenta un solo turno de trabajo diario se le propone a la dirección de la empresa implementar 2 turnos diarios a la operación relacionada con la aplicación de las 4 capas de pintura, esto traería consigo la disminución del tiempo de ciclo del proceso en 7 días por cada reparación realizada y la capacidad de reparaciones aumentaría al doble ya que pasaría de lograr reparar 18 barcos al año a reparar 36 debido a que todas las otras operaciones del proceso presentan la capacidad suficiente para asumir dicha tarea, y con esto lograría satisfacer la creciente demanda de sus servicios.

Posteriormente se muestra un plan de mejora en función de las causas mencionadas utilizando el método Plan de Acción (5W y 2H) que aparece en la **Tabla 3.6**.

**Tabla 3.6:** Plan de Mejora. **Fuente:** Elaboración propia

¿Qué?	¿Quién?	¿Cuándo?	¿Dónde?	¿Por Qué?	¿Cómo?
<b>Compra de piezas de repuesto, equipamiento y medios de transporte para la producción</b>	Unidad de ATM	Inmediatamente	TECNOTEX	Para lograr un aumento en la producción y con mayor calidad.	Invirtiendo presupuesto según la necesidad del equipamiento a través de los proveedores.
<b>Eliminar la tardanza en la llegada de los suministros</b>	Unidad de ATM y Fondos Materiales por el plan FAR.	Inmediatamente	EMI	Para lograr que el proceso comience según el contrato y eliminar tardanzas en la entrega del medio reparado	Realizando Reclamaciones a los proveedores ante los incumplimientos contractuales

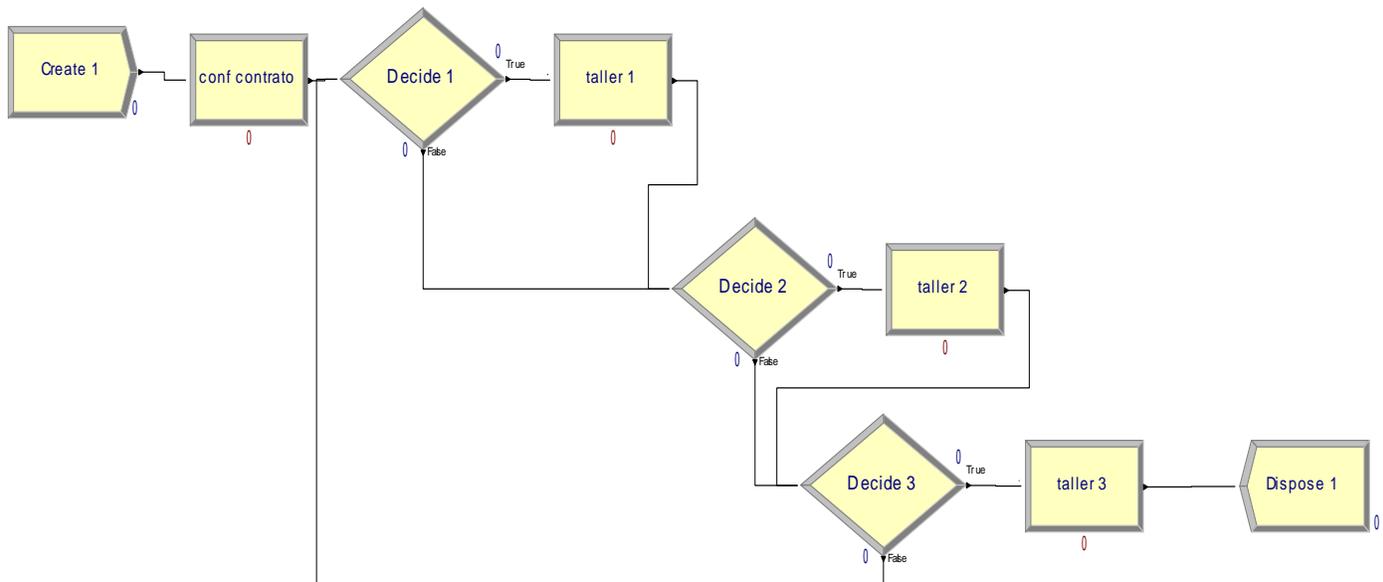
<b>Eliminar las mudas</b>	Departamento de producción	Inmediatamente	Áreas de producción (Los tres talleres)	Para eliminar los retrasos en la firma de documentos	Eliminando los recorridos innecesarios de los documentos por los diferentes departamentos.
<b>Mejorar la organización del trabajo en las áreas de producción.</b>	Jefes de talleres	Inmediatamente	Áreas de producción	Para lograr mejor aprovechamiento de la jornada laboral.	Realizando control diario y estricto por parte de los jefes de taller.
<b>Lograr eliminar las tardanzas en arribo de embarcaciones</b>	Dirección de la empresa en conjunto con el cliente	Inmediatamente	EMI	Para eliminar los retrasos en los tiempos de entrega y evitar los tiempos improductivos.	A través de cláusulas en los contratos con el cliente.
<b>Eliminar la falta de variedad de proveedores</b>	Unidad de ATM	Inmediatamente	Áreas de producción	Para eliminar las paradas del proceso productivo por falta de materiales.	Realizando un estudio de mercado con el fin de captar los proveedores necesarios.

### **3.3. Representación del proceso mejorado.**

Con la disminución de los 7 días que se lograron reducir al ciclo con la implementación de doble turno de trabajo en la operación de pintura quedó en 56 días, ahora logrando que el taller de conservación de casco comience a trabajar una vez que el taller de soldadura y pailería haya logrado concluir con uno de los laterales de la embarcación se lograra reducir en 14 días más del proceso, quedando así en 42 días y de esta forma poder aumentar los ingresos por prestación de servicio.

Para analizar el impacto que tienen las mejoras propuestas en el proceso, se crea un modelo de simulación, el que permitirá comparar el tiempo de trabajo del proceso actual y del proceso mejorado, para ello se emplean los tiempos determinados en cada actividad y

los análisis estadísticos que se obtuvieron en los pasos anteriores del procedimiento. Para la elaboración del modelo se emplea el modelador informático ARENA 14, en el que se introducen los dos procesos con sus características, el modelo confeccionado se puede ver en la **Figura 3.6**.



**Figura 3.6.** Modelo de simulación confeccionado en ARENA 14.

A partir de los resultados de la simulación, de la identificación de mudas y de la aplicación de la teoría de las restricciones se llega a la conclusión de que se deben probar dos escenarios de mejora para el proceso actual, para la comprobación de las mejoras se llega a la confección de un experimento donde se tendrá una variable de respuesta, Cantidad de días por reparación, la cual se deberá minimizar y estará sujeta a las variaciones de los factores:

- Proceso (donde se tendrá la variante actual y la propuesta 1 y la propuesta 2)
- Empleados (donde se tendrán en cuenta la variación de la cantidad de obreros)
- Medios de trabajo (donde se prueban distintas cantidades de medios de trabajo)

Este experimento se realiza con el modelo simulado, para evaluar un diseño factorial  $3^3$ , el cual se replicará tantas veces como sea necesario para lograr obtener una estimación más confiable de los valores.

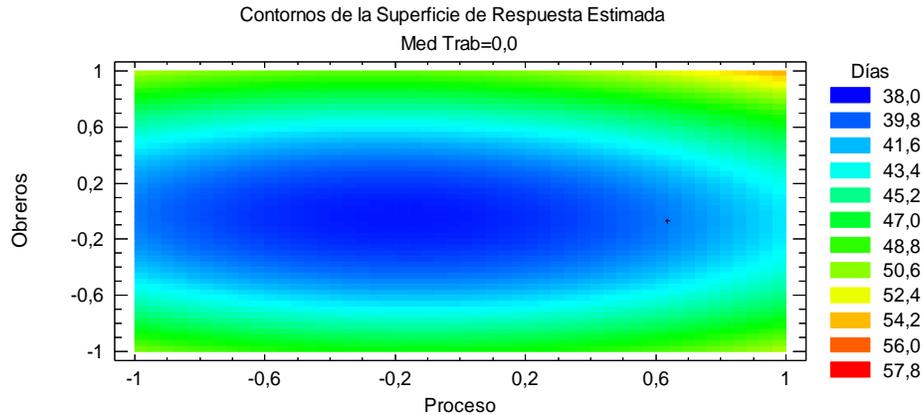
Para conocer la influencia de los factores analizados, se puede ver la tabla ANOVA, en la (**Ver Tabla 3.7**), en ella se destaca que los factores analizados son significativos y que se

deben tener en cuenta en el modelo la interacciones cuadráticas, ya que también son significativas, además de que sus factores lineales y algunas de las interacciones entre dos variables.

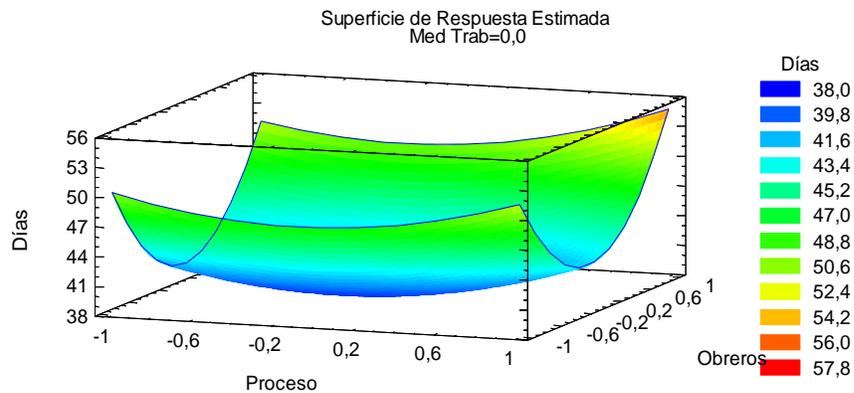
**Tabla 3.7.** Análisis de Varianza para el modelo confeccionado

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
<b>A:Proceso</b>	6786,13	1	6786,13	150,39	0,00518
<b>B:Obreros</b>	2346,13	1	2346,13	51,99	0,01877
<b>C:Med Trab</b>	4753,13	1	4753,13	105,33	0,03618
<b>AA</b>	3367,53	1	3367,53	926,76	0,0134
<b>AB</b>	0,125	1	0,125	0	0,9665
<b>AC</b>	3916,13	1	3916,13	86,78	0,0681
<b>BB</b>	7017,88	1	7017,88	60,19	0,00643
<b>BC</b>	105,125	1	105,125	2,33	0,3692
<b>CC</b>	472,374	1	5174,88	472,374	0,00872
<b>Error total</b>	45,125	1	45,125		
<b>Total (corr.)</b>	17951,9	7			

Los gráficos para la optimización son mostrados a continuación, en la **Figura 3.7** los contornos de la superficie de respuesta y en la **Figura 3.8** la superficie construida. En el **Anexo 16** se muestra una serie de análisis estadísticos como es la ruta de máxima pendiente y el análisis de los coeficientes de regresión, que son elementos útiles para el trabajo pero que por su extensión se anexan.



**Figura 3.7:** Gráfico de contornos de la superficie de respuesta obtenida en el experimento

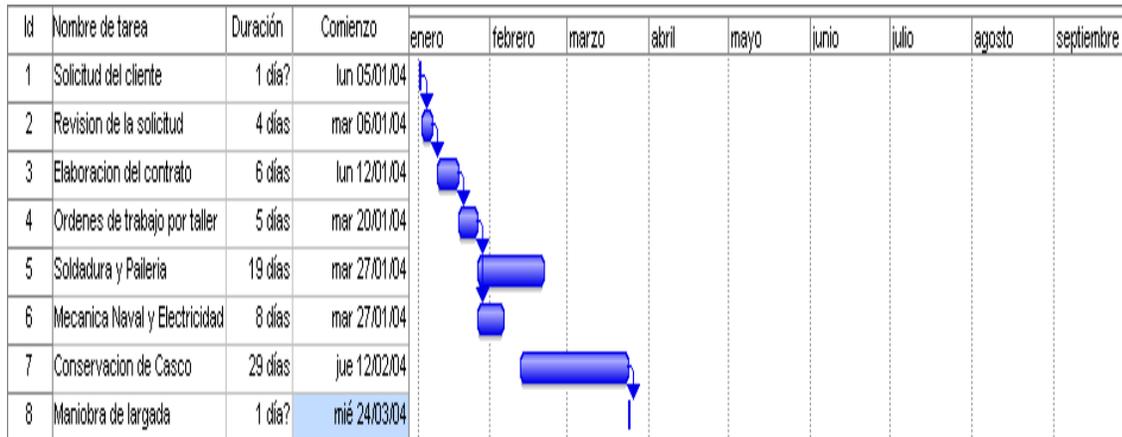


**Figura 3.8:** Gráfico en el espacio de la superficie de respuesta obtenida en el experimento

De los resultados del experimento se puede ver que se pudieran lograr reducir los tiempos hasta poco más de 30 días, si se combinan las mejoras propuestas en la configuración del proceso, pero hacer esto en la práctica no es posible, por lo que se puede solamente escoger una de ellas, de esta forma quedaría que el tiempo de trabajo para una embarcación es de 64,3 días con el proceso original, si se aplica la implementación de doble turno de trabajo en la operación de pintura, se puede reducir este tiempo hasta 56 días, y el mejor escenario es que si se logra que el taller de conservación de casco comience a trabajar una vez que el taller de soldadura y pailería haya logrado concluir con uno de los laterales de la embarcación, se puede lograr que el tiempo de trabajo sea de 42

días.

Una vez que se logre implementar lo planteado anteriormente se logra disminuir el proceso a 42 días, la representación del mismo quedaría como se muestra en la **Figura 3.9**



**Figura 3.9:** Diagrama de Gantt del proceso mejorado.

### **3.4. Conclusiones del Capítulo III**

Al término del presente Capítulo se arriban a las siguientes conclusiones:

1. Se determinan cuáles son los problemas que afectan de forma directa el proceso de Reparación Naval en la EMI “Astilleros Centro” y son definidas las causas comunes que provocan los errores en el proceso.
2. Se realiza un Diagrama de árbol con el objetivo de planificar las mejoras.
3. Se propone un conjunto de acciones encaminadas a la mejora en función de las problemáticas identificadas en el proceso de Reparación Naval.

### **Conclusiones Generales.**

Al término de la investigación se concluye:

1. Se selecciona el proceso de Reparaciones Navales ya que es un proceso clave para la Empresa Militar Industrial “Astilleros Centro” de Cienfuegos.
2. Luego de analizar el proceso, se determina que el cuello de botella es la operación de aplicar las 4 capas de pintura, la cual es la que más demora ya que los estudios realizados arrojaron que demora aproximadamente 108 horas por cada medio a reparar.
3. A partir de la aplicación de la metodología Seis Sigma /DMAIC se proponen una serie de medidas con el fin de acortar el proceso de Reparaciones Navales.
4. Con las medidas propuestas se realiza una comparación del tiempo de ciclo a través de la simulación del proceso, utilizando el Software ARENA 14.0, que permitió obtener la comparación del escenario actual donde se desarrolla el proceso y del escenario propuesto.
5. 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.
6. Si se implementan las medidas propuestas se lograría un ahorro de 21 días con respecto al proceso actual.

## **Recomendaciones**

- ✓ 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 lineamientos 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 vista 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.

## **Bibliografía**

- Álvarez Moreno, Y. (2006). *Mejora del proceso de Realización del Producto en EDIN de Cienfuegos a partir de la disminución de su Tiempo de Ciclo*. Trabajo de Diploma, Universidad de Cienfuegos: Carlos Rafael Rodríguez.
- Barceló, J. (2000). *Simulación de sistemas discretos*. (p. 247). España: ISDEFE.
- Benavides, L. (2003). *Gestión por procesos*. Retrieved from <http://www.calidadlatina.com>.
- Caballano, L. (1994). *Gestión de la Calidad*. Retrieved from <http://elprisma.com>.
- Cáravez Santana. (2000). *Procedimientos para la mejora de procesos en servicios turísticos*. Tesis de Maestría, 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](http://es.wikipedia.org/wiki/Valor_agregado).
- Crosby, P. (1972). *Proceedings 26 th annual trchnical conference asq*. Estados Unidos.
- Deming, W. (1990). *Calidad, productividad y competitividad*. 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. Caso de estudio: Palacio de las Convenciones. La Habana, Cuba*.
- Escalante Vázquez, E. (2012). *Seis - Sigma Metodología y técnicas*. México: Limusa.
- Gómez Acosta, M. I., & Acevedo Suárez, J. A. (2001). *Diseño del Servicio al Cliente*. Cuba.
- Gutiérrez Pulido, H., & de la Vara Salazar, R. (2007). *Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma*. La Habana: Félix Varela.
- Harrington, H. J. (1997). *Administración total del mejoramiento continuo: la nueva generación*. Colombia: McGrawHill.
- Hernández, I. (2009). *La verdadera calidad total*. Retrieved from <http://gestiopolis.com>.
- ISO 13053-1 Métodos cuantitativos en la mejora de procesos - Seis Sigma*. (2011). .
- ISO 9000 Sistema de gestión de la calidad. Requisitos*. (2000). .
- J.H, C. (2001). *Desarrollo de una Cultura de Calidad*. Cantú, México DF.
- Lugo Mesa, V. (2009). *Mejora en el servicio de Arrendamiento de Almacenes de la Sucursal de Cienfuegos Almacenes Universales S.A*. Tesis de Maestría, Universidad Carlos Rafael Rodríguez.
- Metodología de la Investigación*. (2014). (Vol. 1). Ciudad Habana.Cuba: Félix Varela.
- Murguía, P. (2006). *Gestión de la Calidad*.

- NC ISO 9001: "Sistemas de Gestión de la Calidad-Requisitos". (2008). Retrieved from <http://www.nc.cubaindustria.cu/>.
- Pérez, N., & Rodríguez, J. (2002). *Gestión por Procesos*. Retrieved from <http://www.monografias.com>.
- Pons, R. (2006). *Gestión por Procesos*.
- Reyes Aguilar, P. (2006, February). *Curso Seis Sigma*.
- Rodríguez Morfa, A. (2010). *Mejora en el ciclo de pedido de la UEB comercializadora de la empresa se Pastas Alimenticias*. Universidad Carlos Rafael Rodríguez.
- Romero Perdomo, I. (2008). *Elevación de la calidad en los servicios a partir de la interrelación clientes internos y externos*.
- Singh Soim, S. (1997). *Control de Calidad Total: Claves Metodologías y Administración para el Éxito*. México, DF.
- Springer-Verlag, B. H. (2008). *Six Sigma+LeanToolset*.
- Springer-Verlag, B. H. (2011). Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Tejedor, F., Beltrán, J., Carrasco, R., & Rivas, M. A. (2002). *Guía para una gestión basada en procesos*. Instituto Andaluz de Tecnología.
- Torvinen, J., & Lee, G. (2006). *Éxito de la simulación*.
- Velozo, R. (, 2006a). *Tendencias en Servicios de Gestión y Demanda, centrado en el cliente.*, (LGT Revista Logistec.).
- Velozo, R. (, 2006b). *Tendencias en Servicios de Gestión y Demanda, centrado en el cliente.*, (LGT Revista Logistec.).
- W. Edward, D. (1986). *Out of the Crisis*.
- Wiley Publishing, I. (2005). *Six Sigma for Dummies*.

## Anexos

**Anexo 1:** Enfoques de gestión por procesos. **Fuente:** Elaboración propia.

Autor	Año	Concepto
Harrington	1995	“Posición competitiva que proporciona el mejoramiento continuo basado en el trabajo en equipo en el cual se combinan conocimientos, habilidades y el compromiso de los individuos que conforman la organización, con un objetivo común que es el cumplimiento de la misión de la organización”.
Fernández, A, Mario	1996	La gestión por procesos se fundamenta en la dedicación de un directivo a cada uno de los procesos de la empresa, teniendo toda la responsabilidad de conseguir la finalidad que este proceso persigue.
Mora Martínez	1999	La gestión de procesos percibe la organización como un sistema interrelacionado de procesos que contribuyen conjuntamente a incrementar la satisfacción del cliente.  Supone una visión alternativa a la tradicional caracterizada por estructuras organizativas de corte jerárquico –funcional.
Morcillo Ródenas	2000	Se enmarca en la gestión de la calidad. Supone reordenar flujos de trabajo.
Aiteco Consultores (sitio Web: <a href="http://www.aiteco.com">www.aiteco.com</a> )	2002	La gestión de procesos percibe la organización como un sistema de procesos que permiten lograr la satisfacción del cliente. Fundamenta una visión alternativa a la tradicional caracterizada por estructuras organizativas departamentales.

**Anexo 1: Continuación**

Díaz Gorino	2002	La gestión por procesos es la forma de optimizar la satisfacción del cliente, la aportación de valor y la capacidad de respuesta de una organización.
Rojas, Jaime Luís	2003	La gestión por procesos es la forma de gestionar toda la organización basándose en los Procesos.
(Ishikawa, 1988; Pons Murguía & Villa González 2006).	1988, 2006	La gestión por procesos consiste en entender la organización como un conjunto de procesos que traspasan horizontalmente las funciones verticales de la misma y permite asociar objetivos a estos procesos, de tal manera que se cumplan los de las áreas funcionales para conseguir finalmente los objetivos de la organización. Los objetivos de los procesos deben corresponderse con las necesidades y expectativas de los clientes.
Mogollón Esneda	2007	La gestión por procesos es una forma de organización en la que prima la visión del usuario sobre las actividades de la organización y por ello es diferente de la clásica organización funcional. Los procesos definidos con esta visión, son gestionados de manera estructurada y sobre su buen funcionamiento, se basa el funcionamiento de la propia institución.

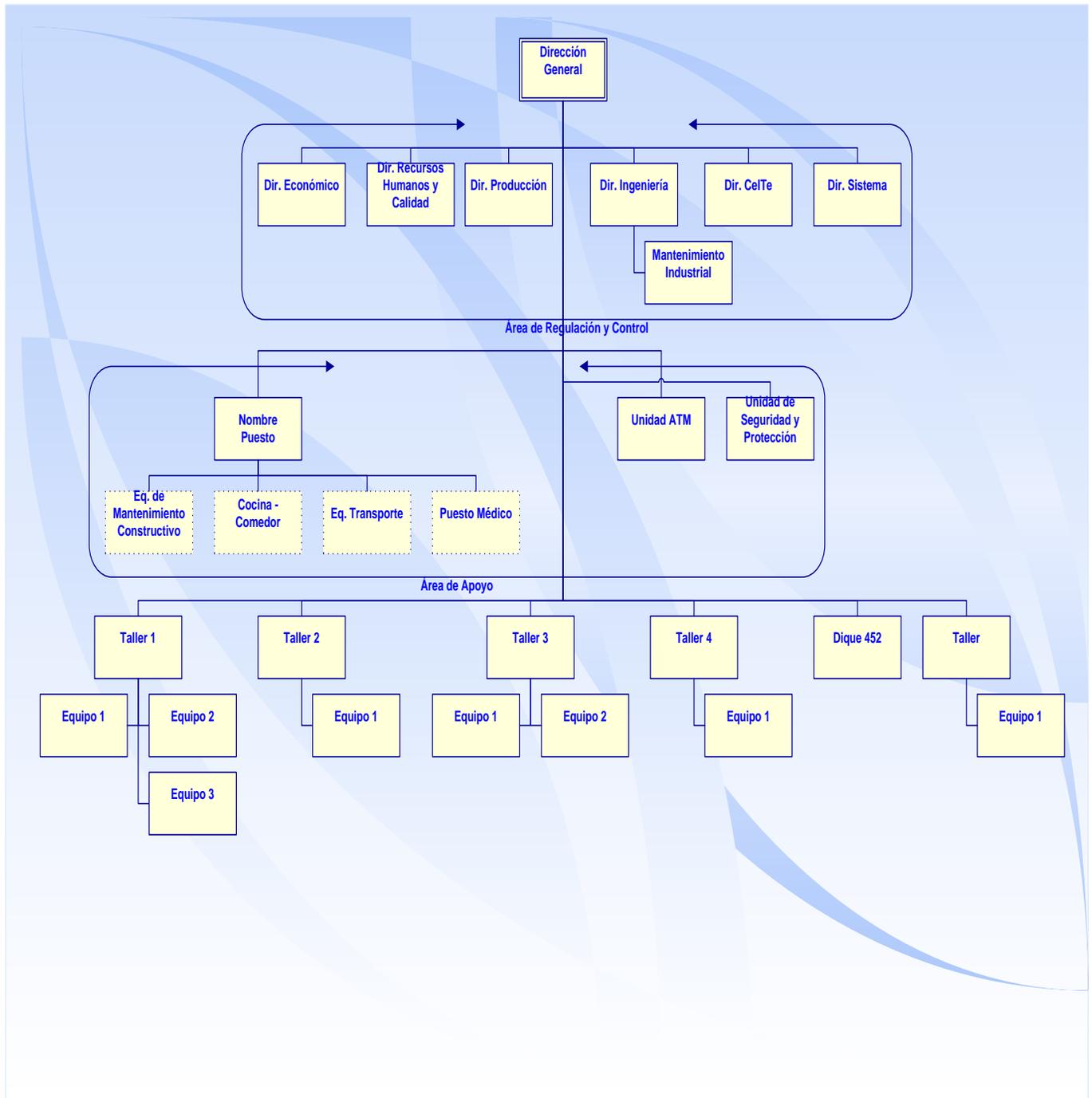
**Anexo2:** Evolución de la calidad. **Fuente:** Orrego, M, 2004

<b>Etapa</b>	<b>Concepto</b>	<b>Finalidad</b>
<b>Artisanal</b>	Hacer las cosas bien independientemente del coste o esfuerzo necesario para ello.	Satisfacer al cliente. Satisfacer al artesano, por el trabajo bien hecho Crear un producto único.
<b>Revolución Industrial</b>	Hacer muchas cosas no importando que sean de calidad (Se identifica Producción con Calidad).	Satisfacer una gran demanda de bienes. Obtener beneficios.
<b>Segunda Guerra Mundial</b>	Asegurar la eficacia del armamento sin importar el costo, con la mayor y más rápida producción (Eficacia + Plazo = Calidad)	Garantizar la disponibilidad de un armamento eficaz en la cantidad y el momento preciso.
<b>Posguerra (Japón)</b>	Hacer las cosas bien a la primera	Minimizar costes mediante la Calidad Satisfacer al cliente Ser competitivo
<b>Postguerra (Resto del mundo)</b>	Producir, cuanto más mejor	Satisfacer la gran demanda de bienes causada por la guerra
<b>Control de Calidad</b>	Técnicas de inspección en Producción para evitar la salida de bienes defectuosos.	Satisfacer las necesidades técnicas del producto.
<b>Aseguramiento de la Calidad</b>	Sistemas y Procedimientos de la organización para evitar que se produzcan bienes defectuosos.	Satisfacer al cliente. Prevenir errores. Reducir costes. Ser competitivo.
<b>Calidad Total</b>	Teoría de la administración empresarial centrada en la permanente satisfacción de las expectativas del cliente.	Satisfacer tanto al cliente externo como interno. Ser altamente competitivo. Mejora Continua.

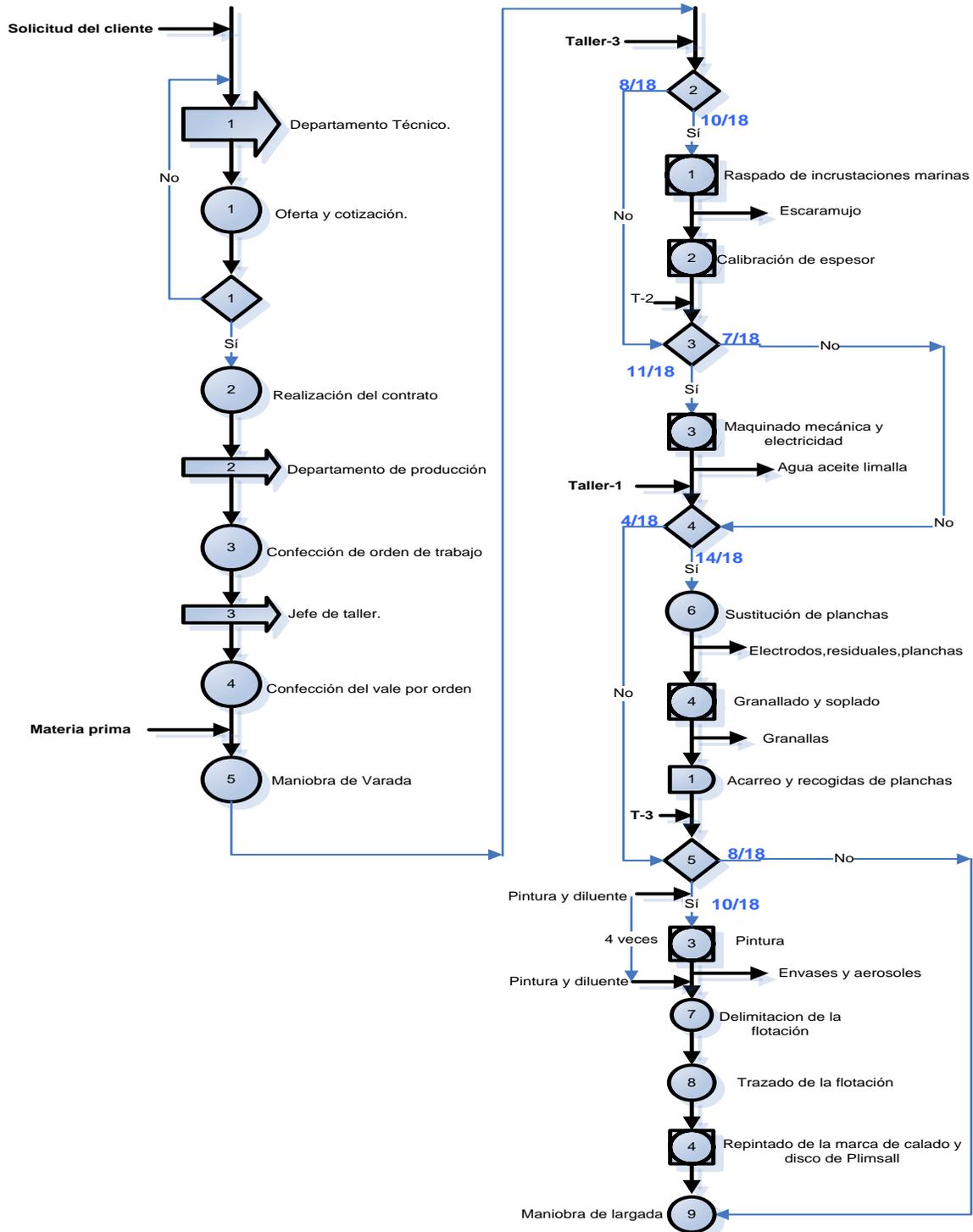
**Anexo 3:** Definiciones de productividad según diferentes autores. **Fuente:** Pedraza Rendón, 2003

- Adam Everett, dijo que en el ámbito nacional, la productividad se define como el producto total en relación con el insumo de fuerza de trabajo, pero al nivel de las organizaciones, la fuerza de trabajo debe equilibrarse con otros recursos productivos en una combinación que sea realizable y que sea redituable.
- Además, se ha definido a la productividad como la relación entre los productos o servicios generados por una empresa, consorcio o país, y los recursos utilizados. Es decir, es la medida o evaluación de la forma en que se combinan los recursos para conseguir los resultados perseguidos.
- Machuca define a "la productividad como el indicador por excelencia de la eficiencia (técnica o económica), midiendo, para un cierto periodo de tiempo, la relación entre la producción obtenida y la cantidad de factores empleada para obtenerla" .Lo anterior implica que los cálculos serán complejos en la medida de la complejidad del sistema en estudio. Menciona también a la eficiencia como el cociente entre la salida útil y las entradas necesarias para conseguirla. Por lo tanto para él la eficiencia técnica implica que los conceptos anteriores se miden en unidades físicas. Si las medidas de los valores de las entradas y salidas son expresadas en unidades monetarias se habla de la eficiencia económica.
- Desde un enfoque sistémico, elevar la productividad, requiere del esfuerzo y la combinación de los recursos materiales, humanos y financieros de una empresa (Mercado, 1997).

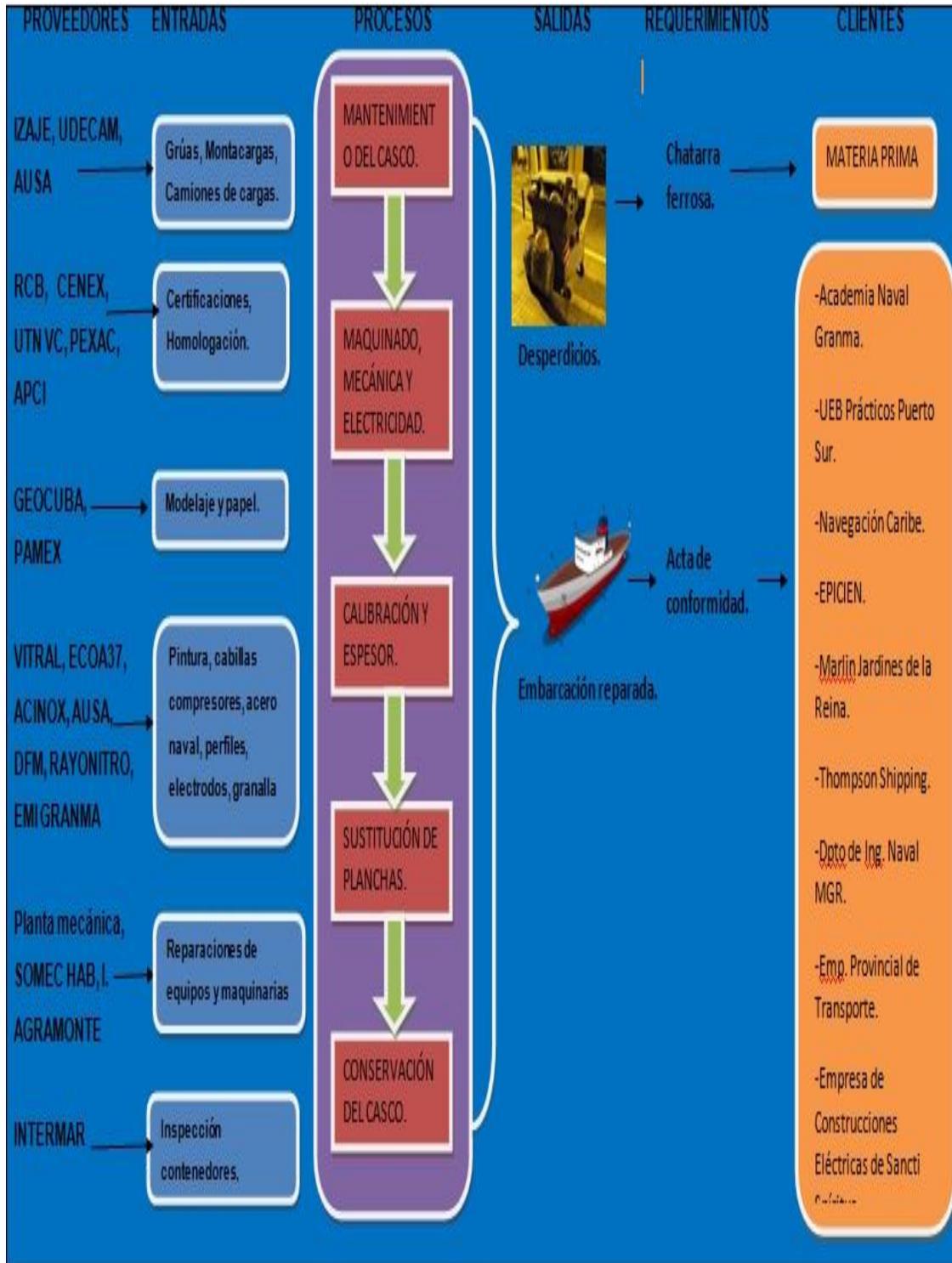
**Anexo 4:** Estructura organizativa de la EMI Astilleros Centro. **Fuente:** Elaboración propia.



**Anexo 5:** Diagrama OTIDA del proceso de Reparación Naval de la EMI Astilleros Centro.  
**Fuente:** Elaboración propia.



**Anexo 6:** Diagrama SIPOC del proceso de Reparación Naval de la EMI Astilleros Centro.  
**Fuente:** Elaboración propia.



**Anexo 7:** Símbolos más habituales para la representación de diagramas de flujo.

**Fuente:** (Beltrán et al., 2002)

Símbolo	Descripción
	<p>Se suele utilizar este símbolo para representar el origen de una entrada o el destino de una salida. Se emplea para expresar el comienzo o el fin de un conjunto de actividades.</p>
	<p>Dentro del diagrama de proceso, se emplea para representar una actividad.</p>
	<p>Representa una decisión. Las salidas suelen tener al menos dos flechas (opciones).</p>
	<p>Representan el flujo de productos, información, etc. y la secuencia en que se ejecutan las actividades.</p>
	<p>Representan un documento. Se suelen utilizar para indicar expresamente la existencia de un documento relevante.</p>
	<p>Representan una base de datos y se suele utilizar para indicar la introducción o registro de datos en una base de datos (habitualmente informática).</p>

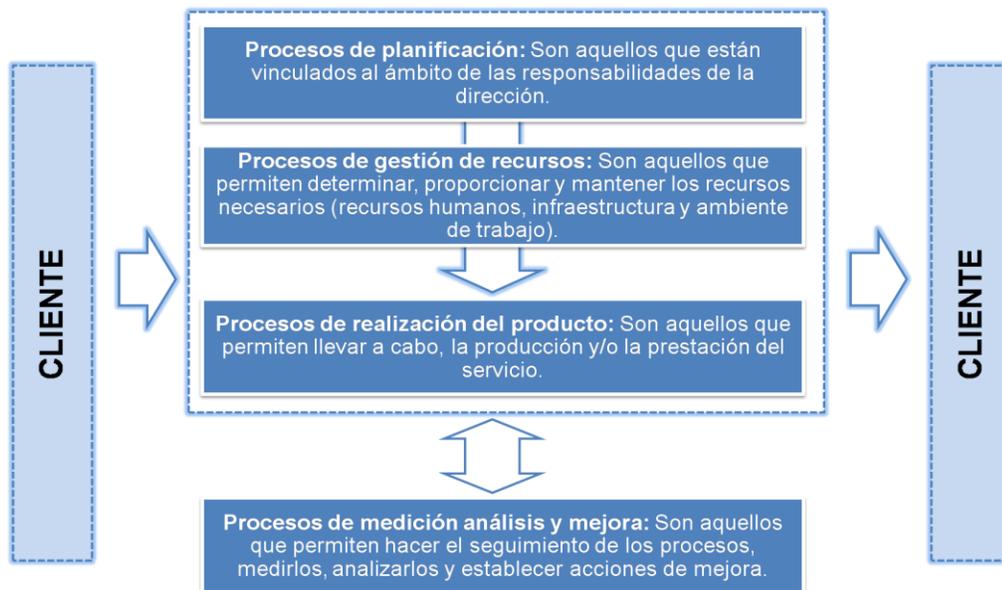
**Anexo 8:** Clasificación de los procesos.

**a) Tipos de procesos según Clasificación 1.**



Fuente: (Villa y Pons, 2006).

**b) Tipos de procesos según Clasificación 2.**

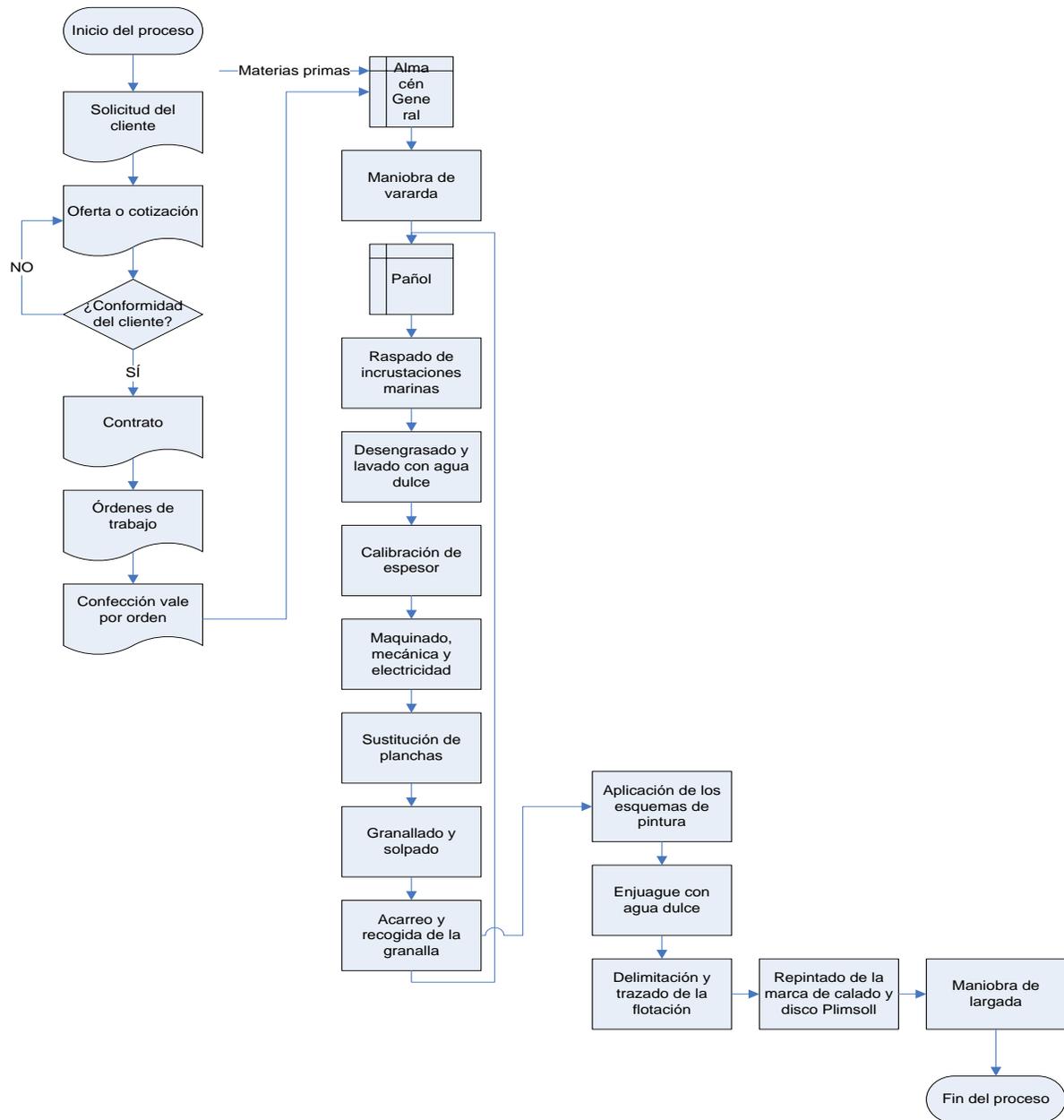


Fuente: (Beltrán et al., 2002)

**Anexo 9:** Métodos para la realización de la tormenta de ideas. **Fuente:** Curbelo (2013)

Variantes	¿Cómo se utiliza?
<p><b>Rueda libre</b> (No estructurado o flujo libre)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Escoger a alguien para que sea el facilitador y apunte las ideas.</li> <li>2. Escribir en la pizarra una frase que represente el problema y el asunto de discusión.</li> <li>3. Escribir cada idea en el menor número de palabras posible. Verificar con la persona que hizo la contribución cuando se está repitiendo la idea. No interpretar o cambiar las ideas.</li> <li>4. Llegar a conclusiones.</li> </ol>
<p><b>Round-Robin</b> (Estructurada o en círculo)</p>	<p>La diferencia consiste en que cada miembro del equipo presenta sus ideas en un formato ordenado. Por ejemplo: de izquierda a derecha. No hay problema si un miembro del equipo cede su turno si no tiene una idea en ese instante.</p>
<p><b>Tira de papel</b> (Lluvia de ideas escrita o silenciosa)</p>	<p>Los participantes piensan las ideas pero registran en un papel sus ideas en silencio.</p>

**Anexo 10:** Diagrama de Flujo del proceso de Reparación Naval de la EMI Astilleros Centro.



**Anexo 11:** Equipo de trabajo conformado para realizar la tormenta de ideas.

<b>No</b>	<b>Nombre y Apellidos</b>	<b>Cargo</b>
1	Ricardo A. Lago Soria	Coordinador General
2	Jorge O. Ganzo Cabrera	Instructor del PCC
3	Joaquín Guerra Ortiz	Director de Producción
4	Odalys Pérez González	Directora Económica
5	Ileana Mesa Vázquez	Contador Principal
6	Magali A. Jaramillo Martínez	Director de Recursos Humanos y Cuadros
7	Claudio Martell Castellanos	Director de Ingeniería
8	Alain Cobelo García	Director de Sistemas
9	Nelson Francisco Cuellar Bello	Director de CEITE
10	Adonis Areas Reyes	Director Unidad de Seguridad y Protección
11	Juan Alejandro Alba Sánchez	Director Unidad de ATM
12	Jorge L. Rondón Barzaga	Director de la Unidad de Logística
13	Eleubis Alonso Rosa	Jefe de Taller No. 1
14	Fermín Miranda Valido	Jefe de Taller No. 2
15	Jesús P. Morejón Lima	Jefe de Taller No.3
16	Miladis Najarro Baro	Jefe de Taller No 4
17	Georbis Freire de la Cruz	Jefe de Taller de Varada

**Anexo 12:** Hoja de recolección de datos para medir los tiempos de ciclos del proceso de Reparación Naval.

Buques reparados en el periodo 2014-2015	Fechas de la solicitud	Fecha de firma del contrato	Talleres	Duración por cada taller(Días)	Duración total.(Días)	Fecha de entrega del buque reparado
Camaronero-1	4/01/14	9/01/14	T-1	9	38	27/05/14
			T-2	29		
			T-3	-		
Camaronero-2	4/01/14	9/01/14	T-1	22	28	16/03/14
			T-2	6		
			T-3	-		
Camaronero-3	6/03/14	20/03/14	T-1	41	43	6/05/14
			T-2	2		
			T-3	-		
Camaronero-4	1/05/14	6/05/14	T-1	1	2	17/09/14
			T-2	1		
			T-3	-		
Camaronero-5	20/05/14	27/05/14	T-1	12	40	8/07/14
			T-2	1		
			T-3	27		
Camaronero-6	1/07/14	8/07/14	T-1	10	44	24/08/14
			T-2	7		
			T-3	27		
Camaronero-7	20/08/14	24/08/14	T-1	3	3	24/12/14
			T-2	-		
			T-3	-		
Camaronero-8	10/09/14	17/09/14	T-1	17	30	22/12/14
			T-2	13		
			T-3	-		
Camaronero-9	15/12/14	22/12/14	T-1	4	5	7/05/15
			T-2	1		
			T-3	-		
Camaronero-10	20/12/14	24/12/14	T-1	10	61	14/05/15
			T-2	-		
			T-3	51		
Caribe-84			T-1	1	1	
			T-2	-		
			T-3	-		

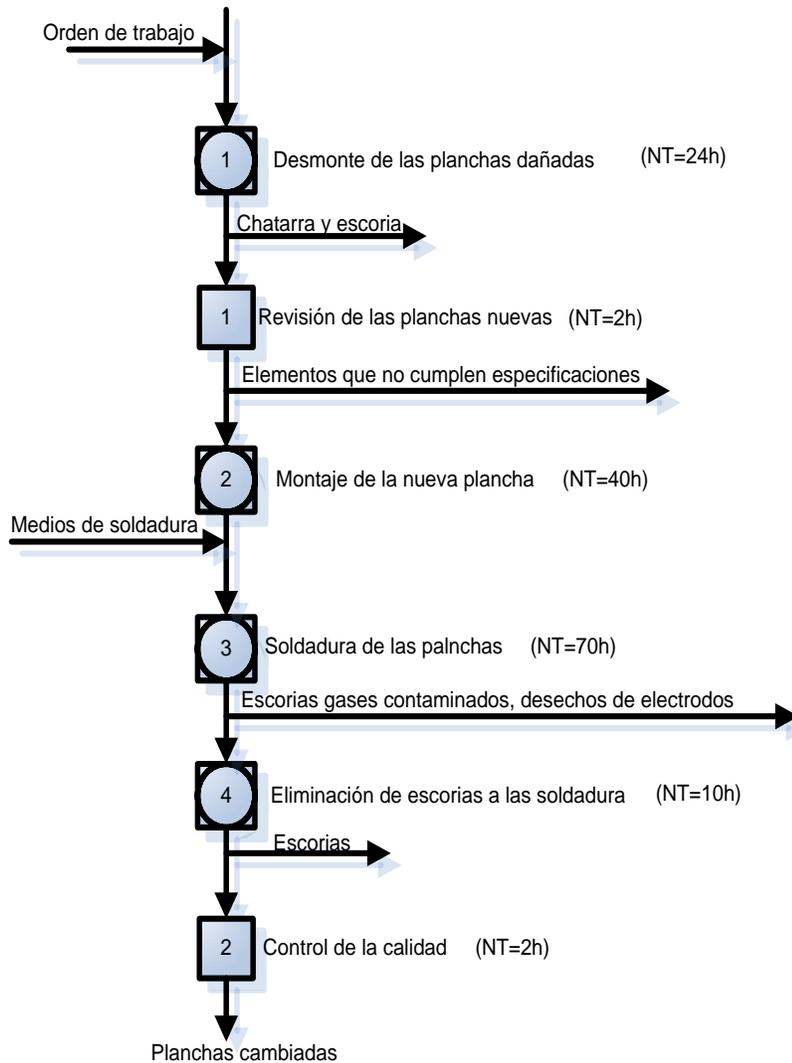
Caribe-96	T-1	53	69
	T-2	1	
	T-3	15	
Caribe-101	T-1	39	61
	T-2	16	
	T-3	6	
E-03	T-1	118	497
	T-2	52	
	T-3	327	
FC-021	T-1	-	45
	T-2	-	
	T-3	45	
FC-262	T-1	-	45
	T-2	-	
	T-3	45	
FC-279	T-1	-	45
	T-2	-	
	T-3	45	
FC-286	T-1	-	45
	T-2	-	
	T-3	45	
			64 Días
			<b>PROMEDIO</b>

Tabla: Resumen de los tiempos por cada taller de trabajo.

Soldadura y Pailería(T-1)	Mecánica naval y Electricidad(T-2)	Conservación de casco(T-3)
19	8	37

**Anexo 13:** Representación de los diagramas OPERIN del proceso que realiza el Taller 1 de la Empresa Militar Industrial “Astilleros Centro” de Cienfuegos.

**Taller-1: Soldadura y Pailería.**



### Anexo 13: Continuación

**Calcular el fondo de tiempo disponible de los trabajadores (FTTi).**

$$FTTi = FTLi(1 - Ka)$$

$$FTLi = d \cdot h$$

*FTTi: Fondo de tiempo disponible para trabajar.*

*FTLi: Fondo de tiempo laborable.*

*Ka: Porcentaje de tiempo que se resta por concepto de ausentismo planificado.*

$$FTTi = (250 \text{días/año. trab})(1 \text{turno/día})(8 \text{horas/turno})(1 - 0.04)$$

$$\underline{FTTi = 1920 \text{horas/año. trabajador}}$$

**Calcular las capacidades reales unitarias de los trabajadores (Crti).**

**1-Desmontaje de las planchas dañadas.**

$$Crt1 = \frac{FTTi}{NTi}$$

$$Crt1 = (1920 \text{horas/año. trab}) / (24 \text{horas}) / \text{barco} = 80 \text{barcos/año. tabajador}$$

**2-Revisin de las planchas nuevas.**

$$Crt2 = (1920 \text{horas/año. trab}) / (2 \text{horas}) / \text{barco} = 960 \text{barcos/año. tabajador}$$

**3-Montaje de las planchas nuevas.**

$$Crt3 = (1920 \text{horas/año. trab}) / (40 \text{horas}) / \text{barco} = 48 \text{barcos/año. tabajador}$$

**4-Soldaduras de las nuevas planchas.**

$$Crt4 = (1920 \text{horas/año. trab}) / (70 \text{horas}) / \text{barco} = 27 \text{barcos/año. tabajador}$$

**5-Eliminacion de las escorias a la soldadura.**

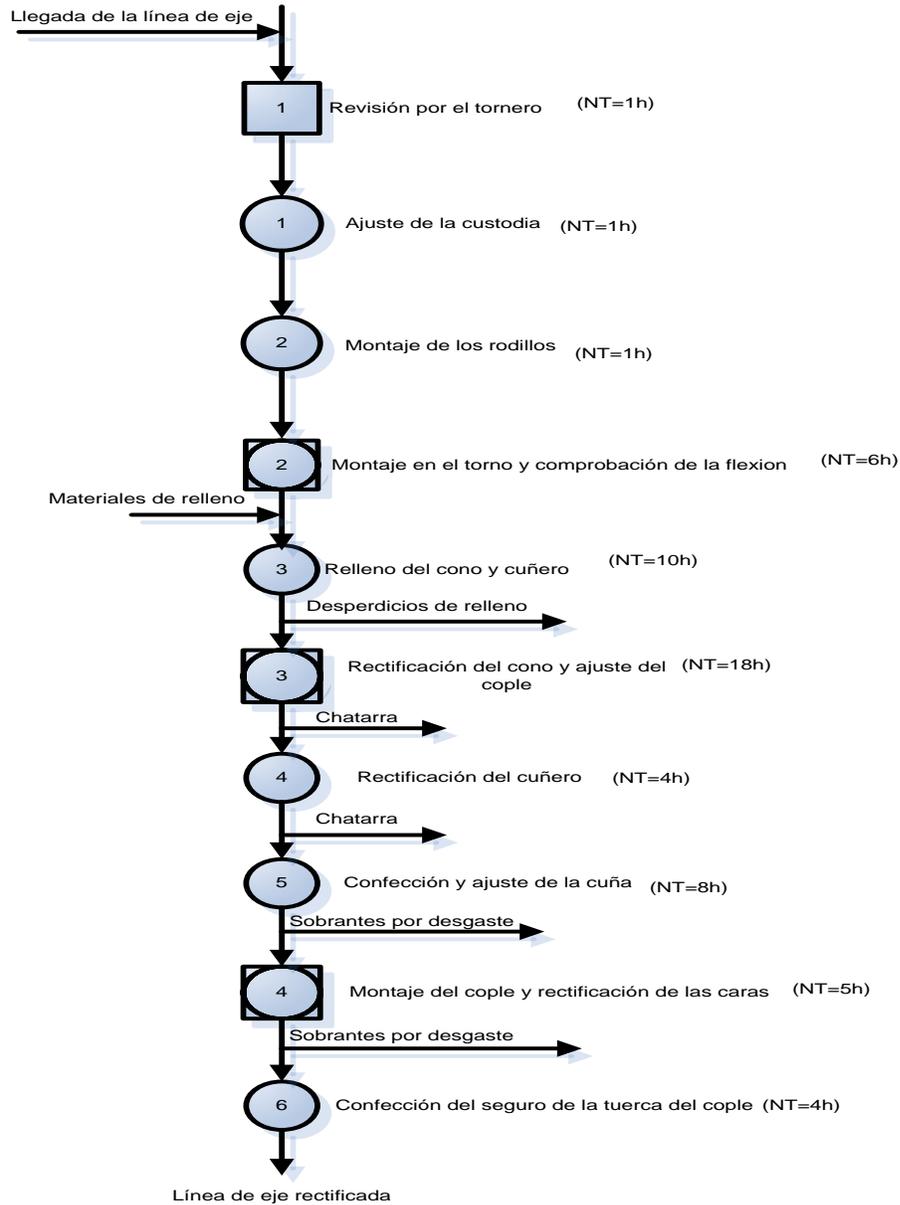
$$Crt5 = (1920 \text{horas/año. trab}) / (10 \text{horas}) / \text{barco} = 192 \text{barcos/año. tabajador}$$

**6-Control de la calidad.**

$$Crt6 = (1920 \text{horas/año. trab}) / (2 \text{horas}) / \text{barco} = 960 \text{barcos/año. tabajador}$$

**Anexo 14:** Representación de los diagramas OPERIN del proceso que realiza el Taller 2 de la Empresa Militar Industrial “Astilleros Centro” de Cienfuegos.

**Taller-2: Mecánica y Electricidad**



## Anexo 14: Continuación

**Calcular el fondo d tiempo disponible de los trabajadores (FTTi).**

$$FTTi = FTLi(1 - Ka)$$

$$FTLi = d.h$$

*FTTi: Fondo de tiempo disponible para trabajar.*

*FTLi: Fonde de tiempo laborable.*

*Ka: Porcentaje de tiempo que se resta por concepto de ausentismo planificado.*

$$FTTi = (250\text{días/año. trab})(1\text{turno/día})(8\text{horas/turno})(1 - 0.04)$$

$$\underline{FTTi = 1920\text{horas/año. trabajador}}$$

**Calcular las capacidades reales unitarias de los trabajadores (Crti).**

**1-Revisión por el tornero.**

$$Crt1 = \frac{FTTi}{NTi}$$

$$Crt1 = (1920\text{horas/año. trab})/1\text{horas}/\text{barco} = 1920\text{barcos/año. tabajador}$$

**2-Ajuste de la custodia.**

$$Crt2 = (1920\text{horas/año. trab})/1\text{horas}/\text{barco} = 1920\text{barcos/año. tabajador}$$

**3-Montaje de los rodillos.**

$$Crt3 = (1920\text{horas/año. trab})/1\text{horas}/\text{barco} = 1920\text{barcos/año. tabajador}$$

**4-Montaje de la línea de eje en el torno y comprobación de la flexión.**

$$Crt4 = (1920\text{horas/año. trab})/6\text{horas}/\text{barco} = 320\text{barcos/año. tabajador}$$

**5-Relleno del cono y cuñero.**

$$Crt5 = (1920\text{horas/año. trab})/10\text{horas}/\text{barco} = 192\text{barcos/año. tabajador}$$

**6-Rectificacion del cono y ajuste del coplee.**

$$Crt6 = (1920horas/año.trab)/18horas)/barco = 106barcos/año.tabajador$$

**7-Rectificacion del cuñero.**

$$Crt7 = (1920horas/año.trab)/4horas)/barco = 480barcos/año.tabajador$$

**8-Confeccion y ajuste de la cuña.**

$$Crt8 = (1920horas/año.trab)/8horas)/barco = 240barcos/año.tabajador$$

**9-Montaje del coplee y rectificaci3n de las caras.**

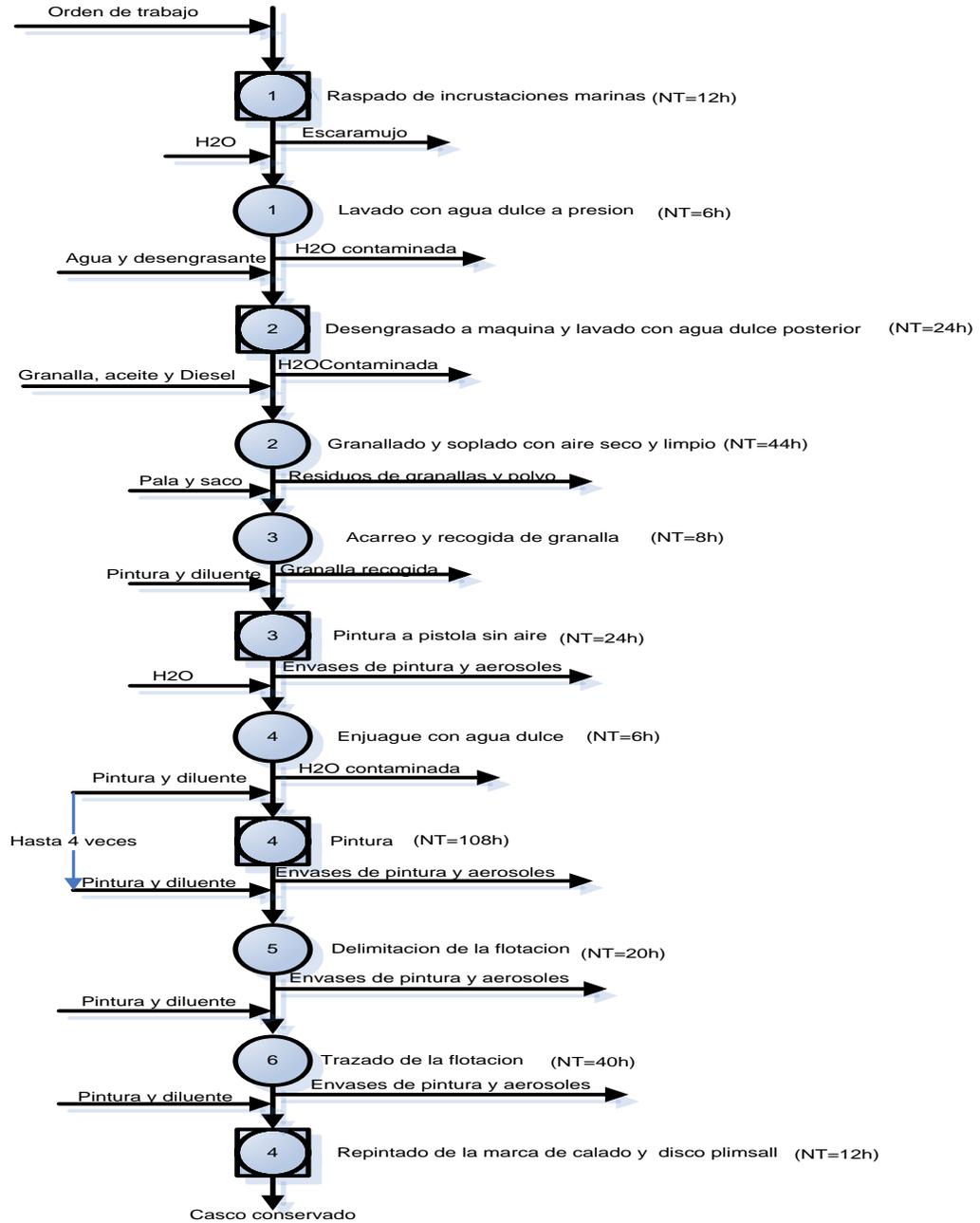
$$Crt9 = (1920horas/año.trab)/5horas)/barco = 384barcos/año.tabajador$$

**10-Confeccion del seguro de la tuerca del coplee.**

$$Crt10 = (1920horas/año.trab)/4horas)/barco = 480barcos/año.tabajador$$

**Anexo 15:** Representación de los diagramas OPERIN del proceso que realiza el Taller 3 de la Empresa Militar Industrial “Astilleros Centro” de Cienfuegos.

**Taller-3: Conservación de Casco.**



## Anexo 15: Continuación

**Calcular el fondo d tiempo disponible de los trabajadores (FTTi).**

$$FTTi = FTLi(1 - Ka)$$

$$FTLi = d.h$$

*FTTi: Fondo de tiempo disponible para trabajar.*

*FTLi: Fonde de tiempo laborable.*

*Ka: Porcentaje de tiempo que se resta por concepto de ausentismo planificado.*

$$FTTi = (250\text{días/año. trab})(1\text{turno/día})(8\text{horas/turno})(1 - 0.04)$$

$$\underline{FTTi = 1920\text{horas/año. trabajador}}$$

**Calcular las capacidades reales unitarias de los trabajadores (Crti).**

**1-Raspado de incrustaciones marinas de la obra viva.**

$$Crt1 = \frac{FTTi}{NTi}$$

$$Crt1 = (1920\text{horas/año. trab})/12\text{horas})/\text{barco} = 160\text{barcos/año. tabajador}$$

**2-Lavado con agua dulce a presión.**

$$Crt2 = (1920\text{horas/año. trab})/6\text{horas})/\text{barco} = 320\text{barcos/año. tabajador}$$

**3-Desengrasado a máquina y lavado con agua dulce posterior.**

$$Crt3 = (1920\text{horas/año. trab})/24\text{horas})/\text{barco} = 80\text{barcos/año. tabajador}$$

**4-Granallado y soplado posterior con aire seco y limpio.**

$$Crt4 = (1920\text{horas/año. trab})/44\text{horas})/\text{barco} = 43\text{barcos/año. tabajador}$$

**5-Acareo y recogida de granalla.**

$$Crt5 = (1920\text{horas/año. trab})/8\text{horas})/\text{barco} = 240\text{barcos/año. tabajador}$$

**6-Pintura a pistola sin aire.**

$$Crt6 = (1920horas/año.trab)/24horas)/barco = 80barcos/año.tabajador$$

**7-Enjuage con agua dulce.**

$$Crt7 = (1920horas/año.trab)/6horas)/barco = 320barcos/año.tabajador$$

**8- Aplicación de 4 capas de pintura.**

$$Crt8 = (1920horas/año.trab)/108horas)/barco = 18barcos/año.tabajador$$

**9-Delimitacion de la flotación.**

$$Crt9 = (1920horas/año.trab)/20horas)/barco = 96barcos/año.tabajador$$

**10-Trazado de la flotación.**

$$Crt10 = (1920horas/año.trab)/40horas)/barco = 48barcos/año.tabajador$$

**11-Repintado de la marca de calado y disco de Plimsoll.**

$$Crt11 = (1920horas/año.trab)/12horas)/barco = 160barcos/año.tabajador$$

**Anexo 16:** Análisis estadísticos complementarios en el diseño del experimento

**Efectos estimados para Días**

<i>Efecto</i>	<i>Estimado</i>	<i>Error Estd.</i>	<i>V.I.F.</i>
promedio	38,4125	3,7867	
A:Proceso	2,25	7,5734	1,0
B:Obreros	2,275	7,5734	1,0
C:Med Trab	-3,725	7,5734	1,0
AA	5,9125	10,0187	1,05
AB	1,2	10,7104	1,0
AC	-9,7	10,7104	1,0
BB	21,2625	10,0187	1,05
BC	-0,25	10,7104	1,0
CC	-3,2375	10,0187	1,05

Errores estándar basados en el error total con 10 g.l.

**Coef. de regresión para Días**

<i>Coeficiente</i>	<i>Estimado</i>
constante	38,4125
A:Proceso	1,125
B:Obreros	1,1375
C:Med Trab	-1,8625
AA	2,95625
AB	0,6
AC	-4,85
BB	10,6312
BC	-0,125
CC	-1,61875

**Camino de Máximo Ascenso para Días**

			<i>Predicción para</i>
<i>Proceso</i>	<i>Obreros</i>	<i>Med Trab</i>	<i>Días</i>
0,0	0,0	0,0	38,4125
1,0	4,68825	-0,584635	288,025
2,0	14,8338	-0,98602	2438,13
3,0	27,9481	-1,36077	8478,63
4,0	42,8257	-1,72288	19780,9
5,0	58,8684	-2,07738	37266,5

**Matriz de Correlación para los Efectos Estimados**

		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
(1)	promedio	1,0000	0,000 0	0,000 0	0,000 0	- 0,3780	0,000 0	0,000 0	- 0,3780	0,000 0	- 0,3780
(2)	A:Proceso	0,0000	1,000 0	0,000 0	0,000 0	0,0000	0,000 0	0,000 0	0,0000	0,000 0	0,0000
(3)	B:Obreros	0,0000	0,000 0	1,000 0	0,000 0	0,0000	0,000 0	0,000 0	0,0000	0,000 0	0,0000
(4)	C:Med Trab	0,0000	0,000 0	0,000 0	1,000 0	0,0000	0,000 0	0,000 0	0,0000	0,000 0	0,0000
(5)	AA	- 0,3780	0,000 0	0,000 0	0,000 0	1,0000	0,000 0	0,000 0	- 0,1429	0,000 0	- 0,1429
(6)	AB	0,0000	0,000 0	0,000 0	0,000 0	0,0000	1,000 0	0,000 0	0,0000	0,000 0	0,0000
(7)	AC	0,0000	0,000 0	0,000 0	0,000 0	0,0000	0,000 0	1,000 0	0,0000	0,000 0	0,0000
(8)	BB	- 0,3780	0,000 0	0,000 0	0,000 0	- 0,1429	0,000 0	0,000 0	1,0000	0,000 0	- 0,1429
(9)	BC	0,0000	0,000 0	0,000 0	0,000 0	0,0000	0,000 0	0,000 0	0,0000	1,000 0	0,0000
(10)	CC	- 0,3780	0,000 0	0,000 0	0,000 0	- 0,1429	0,000 0	0,000 0	- 0,1429	0,000 0	1,0000