

UNIVERSIDAD DE HOLGUÍN
“OSCAR LUCERO MOYA”
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA



Tema: Análisis y propuesta de mejora de la calidad en las producciones en un taller de maquinado.

TRABAJO DE DIPLOMA EN OPCIÓN AL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO

Autor: Juan Carlos Cruz Osorio.

Tutores: Dr.C. Gilberto Sargentón Romero.

Ms.C. Luis Wilfredo Hernández González.

Holguín 2010

RESUMEN

En el presente trabajo se realizó un diagnóstico de todo el proceso que se lleva a cabo en la producción en el taller de maquinado de la división de máquinas agrícolas de la empresa "Héroes del 26 de Julio". Para obtener calidad en el producto terminado durante el proceso tecnológico de maquinado se elaboró una propuesta, resultante de una revisión y selección bibliográfica, formada por un análisis interno y un estudio del proceso, con el objetivo de ir perfeccionando la calidad en las producciones de dicho taller. Se propuso la organización e implantación de un Comité de calidad en el taller, para realizar un proceso de mejora continua se determinaron las áreas de organización mediante la adaptación del Círculo de control de Deming a nuestras necesidades con respecto al trabajo, se realizó la disposición ordenada de teorías a través de un diagrama causa-efecto donde se propone brevemente el control de la calidad en cada una de sus variables independientes, se empleó el análisis de Pareto con el objetivo de establecer una jerarquía y poder atacar con más efectividad las causas fundamentales (los pocos vitales) que dan origen al problema, se hizo una comparación utilizando la técnica del diagrama de flujo entre el proceso que se está llevando a cabo en el taller actualmente y el que se propone para la mejora de la calidad en las producciones y por último se propone un plan de medidas para erradicar todas las causas que provocan la mala calidad en la producción con el objetivo de ir perfeccionando cada vez más la calidad del producto terminado y de generalizar esta propuesta hacia toda la empresa creando un Sistema de gestión total de la calidad.

ABSTRACT

In this work was made a diagnosis of the whole process that is carried out in the production in the shop of having schemed of the division of agricultural machines of the company "Héroes del 26 de Julio." To obtain quality in the product finished during the technological process of having schemed it was used a proposal, resultant of a revision and bibliographical selection, formed by an internal analysis and the study of process, with the objective of going perfecting the quality in the productions of this shop. It intended the organization and installation of a Committee of quality in the shop, to obtain a process continuous improve the organization areas they were determined by means of the adaptation of the control Circle from Deming to our purposes with regard to the work, it was carried out the orderly disposition of theories through a diagram cause-effect where it intends the control of the quality shortly in each one of their independent variables, a Pareto's diagram was elaborated with the objective of establishing a hierarchy and power to attack with more effectiveness the main causes (few vital) that give origin the problem, a comparison it was made using the technique of the diagram of flow among the process that is carrying out at the moment in the shop and the one that intends for the improvement of the quality in the productions and lastly it intends a plan of measures to eradicate all the deficiencies that cause the bad quality in the production with the objective of going perfecting more and more the quality of the finished product and of generalizing this proposal toward the whole company creating a System of total administration of the quality.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. Fundamentación teórica.....	5
1.1 Conceptos generales	5
1.1.1 Calidad.....	5
1.2 Sistemas de gestión de la calidad.....	6
1.2.1 Ventajas de la implantación de un Sistema de Gestión de la Calidad 7	7
1.3 Procedimientos del muestreo para la inspección por atributos	8
1.4 Análisis lógico–histórico de la calidad	13
1.5 Funcionamiento del Comité de calidad	15
1.5.1 Elementos considerados para su aplicación en Cuba	15
1.5.2 Estructura de los comités de calidad	16
1.6 Variedades de producción y características de sus procesos tecnológicos. Formas de organización del trabajo.....	16
1.6.1 Factores fundamentales que influyen en el carácter del proceso tecnológico de maquinado	18
1.7 Factores fundamentales que influyen en la precisión del maquinado	18
1.8 Errores de maquinado.....	20
1.9 La calidad de las máquinas y de sus piezas	21
1.10 Proceso de solución de los problemas de calidad	24
CAPÍTULO II. Diagnóstico y propuesta para la solución de los problemas de calidad de la producciones en el taller de maquinado	35
2.1 Estudio preliminar	35
2.1.1 Caracterización de la entidad.....	35
2.1.2 Caracterización de la División de Máquinas Agrícolas	37
2.1.3 Caracterización del Taller de Maquinado.....	38
2.2 Diagnóstico para el control de la calidad en el taller de maquinado ..	39
2.2.1 Mantenimiento de las máquinas herramientas.....	39
2.2.2 Calidad de las piezas en bruto.....	40
2.2.3 Condiciones del taller.....	40
2.2.4 Empleo de la computación.....	41
2.2.5 Estado técnico de los instrumentos de medición y su actualidad	41
2.2.6 La comunicación entre dirección y obreros.....	41
2.2.7 Planificación de la producción.....	41
2.2.8 Recursos humanos	42
2.2.9 Medidas de seguridad y salud en el trabajo.....	43
2.2.10 Situación de los medios de rotación	43
2.2.11 Situación de los medios básicos	44
2.2.12 Situación de la producción	44
2.2.13 Comunicación con el cliente	44
2.2.14 Cartas tecnológicas y planos de piezas para el trabajo del operario	45
2.3.1 Problemas detectados en la producción	45
2.3.2 Propuesta para la solución de los problemas de calidad de las producciones en el taller de maquinado.....	52
2.3.3 Propuesta para implementar un Comité de Calidad	52

El comité de calidad de estar constituido por un grupo de aproximadamente seis integrantes el mismo debe tener una estructura como se muestra a continuación:.....	52
2.3.4 Determinación de las áreas de organización que serán objeto de análisis	53
2.3.5 Disposición ordenada de teorías a través de un diagrama causa-efecto	56
2.3.6 Elaboración del diagrama de Pareto.....	57
2.3.7 Diagrama de flujo.....	60
2.3.8 Plan de medidas para la solución de los problemas detectados en la producción.....	64
2.3.9 Expectativas con los resultados del la propuesta	65
CONCLUSIONES	67
RECOMENDACIONES	68
BIBLIOGRAFÍA	69
ANEXOS	I
Anexo 1. Estructura de la empresa (estructura de la división).....	I
Anexo 2. Plantilla del taller de maquinado.....	II
Anexo 3. Máquinas herramienta del taller de maquinado.....	III
Anexo 4 Tabla para el muestreo por atributos	IV

INTRODUCCIÓN

La mecanización, la característica más destacada de la agricultura de finales del siglo XIX y principio del siglo XX ha aliviado mucho el trabajo del agricultor. Aún más significativo: la mecanización ha multiplicado la eficiencia y rendimiento de las producciones agrícolas. También se han modificado instrumentos como el arado y grandes rastrillos tirados por personas, animales o máquinas sencillas.

El desarrollo de la industria productora de maquinarias agrícolas en Cuba comienza en la década del 70 con la fabricación de la cosechadora de caña de azúcar. Con la incorporación de nuevas plantas productoras de implementos, equipos agrícolas y sistemas de riego, surge una organización capaz de ofrecer un amplio surtido de productos y reunir, en una misma oferta, todo lo que será garantía y complemento de una agricultura integral, además cabe señalar que existe una premisa muy importante en la actualidad que es el logro de la invulnerabilidad económica y alimentaria como cuestión imprescindible para nuestra seguridad nacional.

Esta lo constituye el Grupo Industrial GIMAC, primer fabricante de maquinaria y equipos agrícolas para el país y la exportación. Estas instalaciones ubicadas en la provincia de Holguín, zona altamente industrializada y con excelentes vías de comunicación, ocupan una extensión de más de 50 hectáreas y disponen de modernos talleres de fabricación y montaje, un centro de investigación, laboratorios especializados, áreas de servicios y almacenes. En una superficie de 86 000 m² de área techada, la Empresa de Equipos Agrícolas “Héroes del 26 de Julio” produce remolques, arados, gradas, chapeadotas, subsoladores y otros implementos para diferentes cultivos. Su equipamiento tecnológico posibilita una producción por encima de 15 000 unidades anuales en 22 tipos diferentes [REVISTA GMAC GRUPO DE LA MAQUINARIA AGRÍCOLA].

La Empresa de Equipos Agrícolas “Héroes del 26 de Julio” ha tenido que enfrentar la depresión de sus dos más importantes clientes, el MINAZ y el MINAGRI. Esto hizo que en aquel momento se adecuara el objeto social de la misma, que era producir implementos agrícolas, pero luego se ha ido recuperando.

En el contexto actual de apertura creciente y de mayor liberalización, se requiere que las empresas transformen sus procesos y se vuelvan más eficientes.

Un sistema que integra los diferentes procesos de la empresa es el sistema de gestión de la calidad. Este sistema brinda los elementos de gestión para dirigir y controlar una empresa con respecto a la calidad, por lo que es necesario que esté alineado al 100 % con la estrategia de la misma. En la norma ISO 9000, se da como definición de eficacia: extensión en la que se realizan las actividades planificadas y se alcanzan los resultados planificados [REVISTA TECNOLOGÍA EN MARCHA, VOL. 19-1, 2006.]

Estamos en la era de la calidad, en la “aldea global” donde el cliente solo tiene que “asomarse” para seleccionar o elegir lo que más le conviene. Solo, asumiendo el contenido de esta nueva era de la calidad y sabiendo cómo se expresa ante los “ciudadanos” seremos capaces de dar respuestas coherentes y adecuadas a sus necesidades.

Actualmente en el taller de maquinado de la división de máquinas agrícolas de la Empresa de Equipos Agrícolas “Héroes del 26 de Julio” se observa una deficiente calidad en sus producciones, a causa de la falta de organización, no conformidades con la materia prima y piezas en bruto, dificultades con la tecnología y mantenimiento de las máquinas. Lo que afecta el propósito de incrementar las exportaciones y sustituir importaciones.

En correspondencia con esta situación, se establece como **problema de investigación**; la insuficiente calidad de la producción en el Taller de Maquinado de la División de Máquinas Agrícolas de la empresa “Héroes del 26 de Julio”.

Teniendo en cuenta el problema en cuestión se define como **objeto de la investigación**; la implementación del Sistema de Gestión de la Calidad, constituyendo el **campo de acción**; el Control de la Calidad de las producciones mecánicas en el Taller de Maquinado.

Para lograr un buen desempeño del Control de la calidad se requiere tener conocimiento de la situación de la empresa para afrontar este reto, por ello se define como **objetivo general**; el mejoramiento continuo de la calidad de la producción en el Taller de Maquinado de la División de Máquinas Agrícolas de la empresa “Héroes del 26 de Julio”.

Objetivos específicos de la investigación:

1. Diagnosticar los factores que influyen en la baja calidad de los productos del taller de maquinado.
2. Fortalecer el control de la calidad de las producciones mecánicas en el taller de maquinado mediante herramientas y técnicas estadísticas.
3. Determinar las expectativas del perfeccionamiento de la calidad en el taller de maquinado.
4. Proponer la creación de un Comité de calidad o grupo capacitado para controlar la mejora continua de la calidad en el taller de maquinado.

La respuesta al problema científico anteriormente formulado se fundamenta sobre la siguiente **hipótesis**: si se emplean herramientas estadísticas en el Control de la calidad, se obtendrá un incremento de la calidad en los productos terminados en el taller de maquinado de la división de máquinas agrícolas de la empresa de equipos agrícolas "Héroes del 26 de Julio".

Para dar cumplimiento a los objetivos propuestos en la investigación se plantean las siguientes **tareas**:

1. Realizar revisiones bibliográficas:
2. Consultar a expertos.
3. Caracterizar la entidad y la división.
4. Verificar si están creadas las sesiones de trabajo de los Consejos de calidad, Comités de calidad o Grupos de mejora.
5. realizar el informe técnico.

En el desarrollo de este trabajo se emplearon los siguientes **métodos de investigación**:

Métodos teóricos como:

Análisis y Síntesis, este método condujo a la sistematización teórica sobre la gestión de la calidad, sus relaciones internas que sirviera de base para el diseño de la investigación, así como las exigencias de este.

Histórico lógico: permitió hacer un estudio de la organización y control de las producciones en el taller de maquinado de una forma lógica para descubrir las causas fundamentales de la deficiente calidad en el mismo.

Inducción y Deducción, para la formulación de la idea a defender en la investigación.

Métodos empíricos como:

Observación, para la determinación del problema.

Entrevistas y consulta a expertos.

Métodos estadísticos como:

El diagrama causa-efecto, hoja de registro de la información, el análisis de Pareto y el muestreo, para desarrollar la propuesta.

En la introducción de esta tesis se ha partido del problema de la investigación, lo que dio lugar a formular el objeto y objetivo para poder enfocar mejor la posible solución en el trabajo, para lo cual se parte de una hipótesis, también se propone realizar una serie de tareas para dar cumplimiento al objetivo principal de la investigación.

CAPÍTULO I. Fundamentación teórica

Después de haber dejado establecido el objeto, el objetivo, la hipótesis y las tareas del trabajo, se expone a continuación los aspectos teóricos fundamentales para el estudio del sistema de gestión de calidad del taller de maquinado de la empresa, para dar a la investigación la coordinación, coherencia, relación, integración y sistematización de conceptos y proposiciones para abordar el problema, contribuyendo en alguna medida a la conformación de un nuevo modelo teórico que no significa un aporte, pero que si busca sintetizar y enfocar las relaciones causales y esenciales del objeto y el campo de acción dando respuesta al objetivo que nos proponemos alcanzar. Tomamos en consideración los conceptos que se adecuan a la investigación.

1.1 Conceptos generales

1.1.1 Calidad

A continuación se relacionan algunos de los conceptos de calidad más aceptados en la literatura revisada.

Feingenbaum planteó en el año 1971 que la calidad es el "conjunto total de las características del producto de marketing, ingeniería, fabricación y mantenimiento a través del cual el producto en uso satisface las expectativas del cliente " [FEINGENBAUM, A. V. 1971].

Crosby en el año 1980 planteó la calidad es "cumplir con todos los requisitos" [CROSBY, P. 1980].

Deming en el año 1989 planteó que la calidad es "el grado predecible de uniformidad y confiabilidad a un bajo costo que se ajuste a las necesidades del mercado" [DEMING, W. E. 1989].

De estos tres conceptos se considera que lo planteado por Feingenbaum en 1971 se adecua más a la investigación como parte del control de la calidad.

Como se puede apreciar nunca se debe confundir la calidad con lujos o niveles superiores de atributos del producto o servicio, sino con la obtención regular y permanente de los atributos del bien ofrecido a los clientes que es el único fin que desean captar todas las empresas.

Además para conseguir una buena calidad en el producto o servicio hay que tener en cuenta tres aspectos importantes (dimensiones básicas de la calidad):

Dimensión técnica: engloba los aspectos científicos y tecnológicos que afectan al producto o servicio.

Dimensión humana: cuida las buenas relaciones entre clientes y empresas.

Dimensión económica: intenta minimizar costes tanto para el cliente como para la empresa.

Pero existen otros factores relacionados con la calidad como son:

Calidad de conformidad: Es el grado de fidelidad con el que es elaborado un producto o servicio respecto a su diseño.

Calidad en la producción: Es realizar las actividades necesarias para asegurar que se obtiene y mantiene la calidad requerida, desde que el diseño del producto es llevado a fábrica, hasta que el producto es entregado al cliente para su utilización.

Por otro lado los objetivos principales del aseguramiento de la calidad en la producción son: minimizar costos y maximizar la satisfacción del cliente.

Planificación del control de la calidad en la producción. La planificación del control de la calidad en la producción es una de las actividades más importantes ya que es donde se definen:

- Los procesos y trabajos que se deben controlar para conseguir productos sin fallos.
- Los requisitos y forma de aceptación del producto y la calidad de los mismos.
- Los equipos de medida necesarios que garanticen la correcta comprobación de los productos.
- La forma de hacer la recogida de datos para mantener el control y emprender acciones correctoras cuando sea necesario.
- Las necesidades de formación y entrenamiento del personal con tareas de inspección.
- Las pruebas y supervisiones que garanticen que estas actividades se realizan de forma correcta y que el producto está libre de fallo.

1.2 Sistemas de gestión de la calidad

Analizado el concepto de calidad es conveniente valorar los aspectos esenciales de los Sistemas de gestión de la calidad. Un Sistema de gestión de la calidad constituyen "actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización en lo relativo a la calidad", tal y como se establece en la Norma ISO 9001:2000.

La gestión se refiere a la organización, el control y la aplicación de recursos para el logro de los objetivos de calidad marcados.

Para implantar un Sistema de gestión de la calidad deberemos definir una política de la calidad que sirva de marco para el establecimiento de objetivos de la calidad en un programa de gestión con acciones concretas que deberían satisfacer paulatinamente todos los requisitos.

Cuando hablamos sobre gestión de la calidad estamos hablando de liderazgo efectivo que requiere de la participación de todo el personal y es muy importante que la dirección comunique y explique a toda la empresa cuales son sus objetivos.

Uno de los primeros pasos para lograr involucrar a todo el personal que tendría que modificar de alguna manera su modo de trabajo es realizar una intensa formación a todos los niveles, explicándoles: el concepto y las ventajas que aportaría el contar con un sistema de gestión de la calidad. La definición de calidad y la orientación de los esfuerzos hacia la satisfacción del cliente como la mejor forma de garantizar el éxito de la empresa; detalles de las etapas que deberían superarse para alcanzar la certificación y específicamente cual sería el aporte de cada uno. [ISO 9001: 2000].

1.2.1 Ventajas de la implantación de un Sistema de Gestión de la Calidad

Los Sistemas de gestión de la calidad [según ISO 9001:2000] son herramientas de gestión que implantados en las organizaciones:

- Aseguran la calidad de los productos y servicios.
- Garantizan las características de los productos antes y durante el proceso de fabricación, así como la mejora continua.
- Demuestran la capacidad para suministrar de forma coherente productos y servicios que satisfagan los requisitos del cliente y los reglamentarios.
- Aumentan la satisfacción del cliente.
- Realizan la prevención de los problemas antes de su detección.
- Corrección de no conformidades mediante una gestión basada en la planificación de las actividades.
- Disminuyen el tradicional control de Calidad, donde el producto final es inspeccionado para comprobar su adecuación a las especificaciones.

- Utilización de los recursos con eficacia y eficiencia, con el objetivo de conseguir siempre la Calidad a la primera.
- Promueven la adopción de un enfoque basado en procesos cuando se desarrolla, implementa y mejora un sistema de gestión de la calidad (SGC).

1.3 Procedimientos del muestreo para la inspección por atributos

Herramientas Estadísticas

Conceptos básicos de la inspección por muestreo

Población - Muestra

Población: Conjunto completo de individuos, objetos o medidas, que poseen alguna característica común observable.

Muestra: Es una parte de la población, seleccionada según una política determinada, intentando que sea representativa de la población.



Figura 1.1 Proceso estadístico.

Inspección

La disposición de un lote puede determinarse inspeccionando cada unidad ("inspección al 100%") o inspeccionando una muestra o porción del lote.

Ventajas de la inspección por muestreo

- Economía derivada de inspeccionar solo una porción del lote
- Reducción del daño por manipuleo durante la inspección
- Menos inspectores
- Aplicable a ensayos destructivos
- Rechazos a los proveedores o a las áreas de operaciones de lotes completos en lugar de devolver solamente los defectuosos, promoviendo así mayor motivación para la mejora

Desventajas de la inspección por muestreo

- Riesgo de aceptar lotes "malos" y rechazar lotes "buenos"
- Requiere la elaboración de planes y documentación
- La muestra provee menos información sobre el producto que la inspección 100%



Figura 1.2 Proceso de inspección por muestreo

Planes de muestreo

- Por Atributos: Pasa-No Pasa.

La unidad del producto se clasifica como defectuosa o no defectuosa cubriendo un amplio rango de características. Se expresa como porcentaje de defectuosos

Se hace referencia al número de defectos encontrados en la unidad inspeccionada. Se expresa como resultado de conteo o relación de defectos por unidad. Obviamente una unidad de producto que contiene uno o más defectos o no conformidades es una unidad defectuosa o no conforme.

En general se expresa por el promedio y la desviación normal (standard) de la muestra. Se refiere a la distribución de una característica mensurable del producto inspeccionado [NC ISO 2859-0: 2000].

Lote o partida

Es una cantidad especificada de material de características similares que es fabricada bajo condiciones de producción presumiblemente uniformes, que se somete a inspección como un conjunto unitario.

Inspección por atributos

La norma establece diferentes niveles de inspección:

- Inspección normal: no se tiene conocimiento definitivo de la calidad del material a inspeccionar
- Inspección simplificada: la calidad es mejor que la que corresponde al plan de muestreo adoptado
- Inspección estricta: la calidad no satisface el plan de muestreo adoptado

[NC ISO 2859-0: 2000].

Falta de conformidad

Para los propósitos de las normas ISO 2859 e ISO 8422, cualquier falta de conformidad con una característica, dimensión, atributo o requisito funcional establecido, es una no conformidad. Un elemento no conforme puede tener una o más no conformidades.

Por ejemplo, supóngase que un bolígrafo no escribe. Esto constituye una no conformidad, el bolígrafo es no conforme. El mismo bolígrafo podría tener algunas otras fallas con respecto a las especificaciones, por ejemplo, con respecto a su color, dimensiones, etc. A pesar de que presente varias no conformidades, sería contado como un solo elemento no conforme.

La calificación "no conformidad" no implica necesariamente que el producto no pueda ser utilizado para el uso previsto. Por ejemplo, un ladrillo puede tener

una de sus dimensiones fuera del intervalo de tolerancia prevista, pero aún siendo no conforme, puede sin embargo utilizarse en la construcción.

La distinción entre elemento no conforme y no conformidad no tiene importancia si el elemento no tiene más que una sola no conformidad, pero es esencial cuando tiene varias no conformidades.

La calidad de un producto puede expresarse bien sea como porcentaje de elementos no conformes o como número de no conformidades por cada cien elementos, pero usualmente estos dos conceptos no se pueden intercambiar.

Se disponen de planes de muestreo tanto para el porcentaje de elementos no conformes como para el número de no conformidades por cada 100 elementos.

La decisión de emplear un porcentaje de elementos no conformes o número de no conformidades por cada 100 elementos, se hará considerando cada caso en particular. Lo importante es que la elección sea acordada y especificada antes de la inspección y no dejar esta toma de decisión hasta que la muestra haya sido inspeccionada [NC ISO 2859-0: 2000].

Nivel de calidad aceptable (NCA)

Descripción

El nivel de calidad aceptable (NCA), se emplea como instrumento "indexador" en las tablas de las normas ISO 2859-1, ISO 3951 y en algunas de las tablas de las normas ISO 8422 e ISO 8423.

Cuando se utilizan estos planes de muestreo "indexados" por NCA, los lotes para inspección tomados de un proceso cuya calidad es igual o mayor a la del NCA, serán aceptados la mayoría de las veces.

Cuando se considera una serie continua de lotes, el NCA es un nivel de calidad que, para los propósitos de la inspección por muestreo, es el límite de los valores satisfactorios del promedio de un proceso.

El NCA es el límite entre la que será considerada como promedio de un proceso aceptable y la que no lo será. Como tal, no describe un plan de muestreo, sino que establece cómo debería ser la producción, y es una cantidad útil en la definición de un proceso tolerable.

El hecho de que se fije un NCA no implica que sería totalmente deseable o aceptable que un porcentaje de elementos no conformes llegue hasta el valor especificado.

Siempre es mejor no tener elementos no conformes; entre más se reduzca el porcentaje no conforme por debajo del NCA, tanto mejor. Esta reducción aumenta la probabilidad de aceptación de cada lote. [NC ISO 2859-0: 2000].

Establecimiento del Nivel de Calidad Aceptable

Al establecer el NCA, debe recordarse que representa una indicación de la calidad requerida en el proceso de producción. Al productor se le pide lotes con una calidad promedio mejor que el NCA. Por un lado, esta calidad ha de ser razonablemente alcanzable, mientras que por otro, debe tener un valor razonable desde el punto de vista del consumidor. Con frecuencia esto implica un compromiso entre la calidad que el consumidor desea y la que podría costear; ya que mientras más exigentes sean las especificaciones, tanto más difícil será para el productor satisfacerlas, y más costosa será la inspección para asegurar que se cumplan.

Un proceso diseñado y controlado debidamente podría fabricar productos con un porcentaje de elementos no conformes inferior al indicado por el NCA. Cuando sea factible mejorar el promedio de un proceso, el costo de producción y el costo de la inspección serán menores para esta calidad superior.

La consideración primaria debe ser el conjunto de requisitos definidos por el consumidor; sin embargo, es necesario asegurarse de que el consumidor es consciente y no está exigiendo características mucho más rigurosas de las que realmente se necesitan. Es importante considerar la forma en la que se ha de utilizar el elemento y las consecuencias en caso de que llegue a fallar. Si los elementos se encuentran disponibles en gran número y su falla sólo representa una dificultad durante el ensamblaje, de manera que la unidad no conforme puede ser reemplazada por otra, se puede tolerar un NCA poco exigente. Si por otra parte, una falla en la unidad hace que falle el funcionamiento de una pieza costosa e importante de un equipo, en un momento y lugar en donde no se puede llevar a cabo el reemplazo del elemento no conforme, se puede establecer un NCA mucho más riguroso.

En el apartado 3.9 y en la norma ISO/TR 8550 se presenta una información y la guía para el establecimiento más amplia, y criterios de selección del NCA. [NC ISO 2859-0: 2000].

1.4 Análisis lógico–histórico de la calidad

Para poder entender el concepto actual de calidad, es necesario analizar la evolución de la calidad.

Las sociedades y las personas han evolucionado, cada una a su ritmo, y han demandado cosas distintas, con características diferentes. Por ello, la calidad se ha entendido de diversas formas a lo largo de los años. Las etapas que aparecen a continuación carecen de límites precisos porque la evolución se va produciendo lentamente, cada país tiene su propio ritmo y, sobre todo, porque coexisten a lo largo de los años.

Se distinguen varias etapas fundamentales en esta evolución [URQUIADA, 2006]:

- Inspección de la calidad.
- Control de la calidad.
- Aseguramiento de la calidad.
- Gestión de la calidad.
- Gestión total de la calidad.

Inspección de la calidad.

Evaluación de la conformidad por medio de la observación y dictamen acompañado cuando sea apropiado por medición, ensayo/prueba o comprobación con patrones.

Se puede entender como la inspección del producto acabado, donde se comprueba que el producto final es aceptable en función de las especificaciones establecidas por el fabricante.

Control de la calidad

Parte de la gestión de la calidad orientada a cumplir los requisitos de calidad. Dentro del control de la calidad, se produce una evolución y se pasa a controlar el cumplimiento de especificaciones durante el proceso para anticiparse a la aparición de los defectos. La herramienta es el control estadístico de los procesos.

Las dos etapas anteriores se caracterizan por:

- La calidad es un problema de los especialistas.
- El personal de control de la calidad se considera como no deseado porque baja la productividad y eleva los costos.

- No existe vínculo directo con el cliente. Los esfuerzos por la calidad se centran en el proceso productivo y no en la fase de diseño/desarrollo del producto.

Aseguramiento de la calidad.

Parte de la gestión de la calidad orientada a proporcionar confianza en que se cumplirán los requisitos de la calidad. Conjunto de actividades planificadas y sistemáticas necesarias para garantizar que un producto o servicio satisface los requisitos de calidad exigidos durante su vida útil. Orientación hacia el sistema.

Características fundamentales de esta etapa:

- Se incluyen todas las etapas del ciclo de vida del producto.
- Definir e implantar una política de la calidad.
- Establecer objetivos de la calidad.
- Establecer planes de la calidad.
- Elaborar e implantar el sistema de la calidad.
- Evaluar la marcha del sistema de la calidad.

Gestión de la calidad

Actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización en lo relativo a la calidad.

Orientación a todas las actividades empresariales, operativas y de gestión.

En el nuevo modelo de sociedad competitiva, el cliente ha dejado de ser un mero receptor para pasar a ser el elemento clave en los objetivos de una organización que debe orientarse a la satisfacción del cliente.

Entre las características fundamentales de esta etapa se encuentran:

- Referencias específicas a los principios de gestión de la calidad.
- Mayor énfasis en el papel de la alta dirección.
- Medir la satisfacción del cliente.
- La mejora continua.
- Enfoque de proceso.
- Planificación de la calidad
- Considera los beneficios y necesidades de todas las partes interesadas en la organización.

Gestión total de la calidad

Gestión de la calidad que abarca a toda la empresa.

Características fundamentales de esta etapa:

- La gestión total de la calidad se debe basar en la participación de todos los miembros de la empresa y apuntar al éxito a largo plazo, con beneficio para todas las partes interesadas de la empresa.
- La empresa debe tener una cultura y una filosofía apropiadas para realizar con éxito la gestión total.
- La gestión total de la calidad influye en todas las actividades técnicas y no técnicas que tienen lugar en la empresa. [URQUIADA, 2006]

1.5 Funcionamiento del Comité de calidad

Es necesario garantizar una participación activa y decisiva de los trabajadores. Se reúnen en el área de trabajo o cerca de ella, se analiza y evalúa el proceso de producción de forma directa, lo que influye en la calidad del trabajo y la producción o la prestación del servicio. Estas actividades se realizan con pleno apoyo de la administración en todo lo relacionado con capacitación, divulgación y entrega de recursos materiales para el proceso productivo de la empresa [URQUIADA, 2006]

1.5.1 Elementos considerados para su aplicación en Cuba

- Adecuación de las formas organizativas, según nuestras características.
- Desarrollo de un programa de entrenamiento sobre calidad superior al desarrollo hasta el momento.
- Apoyo y reconocimiento por parte de la dirección a la actividad de los comités de calidad.
- Los comités de calidad son aplicables en mayor medida a la manufactura, es decir, en la que interviene la mano del hombre, aunque se puede aplicar en otros tipos de actividades.
- No todos los comités de calidad tienen las mismas características, aún en una misma empresa.
- Con la organización de estos comités se logra una amplia divulgación de los problemas de la calidad.
- Todos los trabajadores son responsables de la calidad.

[URQUIADA, 2006]

1.5.2 Estructura de los comités de calidad

Jefe administrativo. Un representante de la administración atenderá las necesidades de capacitación, divulgación y entrega de recursos materiales al comité de calidad y al mismo tiempo servirá de enlace entre la alta dirección y el comité, apoyará en las actividades de implantación de las soluciones propuestas. Por tanto, el jefe administrativo debe ser alguien con autoridad administrativa en la organización.

Coordinador. Un representante del área de calidad coordinará el trabajo de los comités y asesorará a los responsables y miembros en su funcionamiento y capacitación. También asistirá al jefe administrativo en la coordinación de los recursos necesarios.

Responsable. Uno de los miembros del comité, designado por el jefe administrativo o elegido por los propios miembros, realizará las funciones de dirigir, organizar y facilitar las actividades de los comités. También representará al comité ante todas las partes interesadas internas, y cuando sea pertinente, ante las partes interesadas externas.

Miembros. Un conjunto de trabajadores de una misma área de trabajo, preferiblemente asociados a un mismo proceso, que convienen voluntariamente en organizarse en un comité de calidad para detectar los problemas de calidad en su área de trabajo, investigar sus causas y proponer soluciones. [URQUIADA, 2006].

1.6 Variedades de producción y características de sus procesos tecnológicos. Formas de organización del trabajo

La producción en serie ocupa una posición intermedia entre la producción por unidades y la masiva.

Con la producción en serie los artículos se fabrican por lotes o series, compuestos de artículos homónimos, de un mismo tipo por su estructura e iguales por sus dimensiones, que se ponen en fabricación simultánea. El principio fundamental de este tipo de producción es la elaboración de todo el lote (serie) íntegramente, tanto durante el maquinado de piezas, como en el montaje.

El concepto de lote se refiere a la cantidad de piezas, mientras que el de serie, a la cantidad de máquinas que se ponen en fabricación simultáneamente. La cantidad de piezas en un lote y de máquinas en una serie pueden ser diferentes.

En la producción en serie, en función de la cantidad de artículos en una serie, de su carácter y laboriosidad, de la frecuencia de repetición de las series durante el año, suelen distinguirse la producción en series pequeñas, medias y grandes. Tal subdivisión es convencional para diversas ramas de la construcción de maquinarias: con la misma cantidad de máquinas en una serie, pero de distintas dimensiones, complejidad y laboriosidad.

En la producción en serie el proceso tecnológico es preferiblemente diferenciado, es decir, está dividido en operaciones independientes, que se reservan para ciertas máquinas herramienta.

Aquí, se aplican máquinas de distintos tipos: universales, especializadas, especiales, automatizadas y de operaciones múltiples. El parque de máquinas herramienta debe ser especializado en tal medida que sea posible la transición de la fabricación de una serie de máquinas a otra, por su estructura se distingue poco de la primera.

Al emplear máquinas herramienta universales deben utilizarse ampliamente dispositivos especializados y especiales, herramientas de corte especializada y especial y, por fin, instrumentos de medición, como calibres de tolerancias y plantillas (normalizados y especiales), que garanticen la intercambiabilidad de las piezas mecanizadas. Toda esta maquinaria y equipamiento en la producción en serie se puede usar con suficiente amplitud, ya que con la repetición de los procesos de elaboración de las mismas piezas, dichos medios de producción dan un efecto técnico-económico, que con mucha ventaja cubre los gastos para estos. Sin embargo, en cada caso particular, al elegir la máquina herramienta especial o especializada y al elaborar el dispositivo o herramienta costosos, es imprescindible calcular los gastos y el efecto técnico-económico que se espera.

La producción en serie es mucho más económica que la de por unidades, puesto que es mejor el empleo del equipo, la especialización de los obreros, el aumento de la productividad del trabajo, lo que asegura la reducción del precio de coste de la producción.

La producción en serie es la variedad de fabricación más difundida en la construcción de maquinaria general y media. [EGOROV, 1983].

1.6.1 Factores fundamentales que influyen en el carácter del proceso tecnológico de maquinado

En el carácter del proceso tecnológico de maquinado con y sin arranque de virutas influyen los siguientes factores principales:

- a) volumen del programa de producción en dependencia del tipo de producción y las formas de organizar la ejecución del proceso tecnológico;
- b) forma estructural, dimensiones e índices tecnológicos de la pieza;
- c) género del material de la pieza y sus propiedades;
- d) forma, tamaño y exactitud de fabricación de la pieza bruta;
- e) exigencia a la exactitud y calidad de la superficie maquinada y otros requerimientos según las condiciones técnicas;
- f) carácter del equipo y el equipamiento tecnológico que se utilizan;
- g) requerimientos de economía y rendimiento máximos de la producción.

Cada uno de dichos factores determina unas u otras particularidades del proceso tecnológico. [EGOROV, 1983].

1.7 Factores fundamentales que influyen en la precisión del maquinado

En la precisión del maquinado en máquinas herramienta influyen los siguientes factores fundamentales.

1. La inexactitud de las máquinas herramientas, que es consecuencia de la falta de precisión de fabricación de sus piezas y conjuntos fundamentales y falta de precisión de su montaje, en particularidad, de holguras intolerablemente grandes en los cojinetes o en las guías, del desgaste de las superficies rozantes de las piezas, de la ovalidad de los gorriones de los husillos, alteración de la perpendicularidad o el paralelismo mutuo de los ejes, inexactitud o defectos de las guías, de los husillos de avance, etc.
2. El grado de precisión de fabricación de las herramientas cortantes y auxiliares y su desgaste durante el funcionamiento.

3. La inexactitud del posicionamiento de la herramienta y el reglaje de la máquina herramienta a dimensión prefijada.
4. Los errores de emplazamiento y de la instalación de la pieza a trabajar en la máquina herramienta o bien del dispositivo (por ejemplo, la posición incorrecta de la pieza respecto al eje del husillo, etc.).
5. Las deformaciones de las piezas de la máquina herramienta, pieza a maquinar y herramienta durante el maquinado por efecto de la fuerza de corte, a causa de su insuficiente rigidez y del sistema elástico máquina herramienta-dispositivo-herramienta-pieza (MHDHP), en particularidad, la deformación de la pieza, que surge al fijar esta para el maquinado.
6. Las deformaciones térmicas de la pieza a trabajar, las piezas de la máquina y la herramienta cortante en el proceso de maquinado y las deformaciones, que surgen bajo la influencia de las tensiones interiores en el material de la pieza.
7. Tal calidad de la superficie de la pieza después del maquinado, puede dar indicaciones incorrectas durante las mediciones.
8. Los errores en las mediciones a causa de la exactitud del instrumento de medida, del uso incorrecto de este, la influencia de la temperatura, etc.
9. Los errores de la persona que ejecuta el trabajo.

Examinemos algunos de los factores antes enumerados, que influyen en la precisión del maquinado de las piezas.

Falta de precisión de las máquinas herramientas.

La precisión de la máquina herramienta cuando no está cargada, que se llama precisión geométrica de la máquina, depende principalmente de la exactitud de fabricación de las piezas y conjuntos fundamentales de la máquina herramienta y de la precisión del montaje de estos. Los errores hechos en las dimensiones y formas de estas piezas y en su disposición mutua (planicidad, cilindridad, paralelismo y perpendicularidad de los ejes y planos, concetricidad, coaxialidad, etc.) se llaman, a veces, errores geométricos de la máquina herramienta.

Los valores de estos errores se determinan mediante la verificación de la máquina herramienta sin carga, con la posición fija de sus elementos, desplazándolos lentamente a mano. Esta verificación se efectúa con ayuda de

dispositivos provistos de indicadores, instrumentos de medida, reglas de precisión, niveles y otros medios de medida.

Grado de precisión en la fabricación de las herramientas cortantes y auxiliares, los dispositivos y su desgaste durante el funcionamiento.

El grado de precisión, al fabricar las herramientas cortantes y auxiliares, influye considerablemente en la exactitud del maquinado de las piezas. La herramienta igual que cualquier otro artículo, no puede ser fabricada con dimensiones absolutamente exactas, y ciertos errores durante su fabricación son inevitables. Estos errores, frecuentemente, en función del tipo de herramienta, pasan en cierta medida a la pieza que se maquina. Por esta razón, cuanto más exacta sea fabricada la herramienta, más precisas serán las dimensiones de las piezas hechas con dicha herramienta.

En la precisión del maquinado influye esencialmente el desgaste de la herramienta cortante, que se desgasta antes que las piezas de la máquina. La herramienta cortante se desgasta por las superficies de desprendimiento y de incidencia. El desgaste por la superficie de incidencia especialmente influye en la precisión del maquinado. Las dimensiones de la pieza varían también a causa del desafilado de la arista de corte de la herramienta, lo que provoca el aumento de la componente radial de la fuerza de corte y, por lo tanto, el crecimiento de las deformaciones de todo el sistema MHDHP. [EGOROV, 1983].

1.8 Errores de maquinado

Como se ha indicado, la falta de precisión del maquinado de la superficie de la pieza es el resultado de la influencia de una serie de factores. Algunos de estos crean errores sistemáticos de carácter permanente o variable.

Si, por ejemplo, los agujeros en las piezas de todo el lote han sido practicados con un mismo escariador que tiene dimensiones incorrectas, entonces el error en la dimensión, obtenida con dicho escariador, será error sistemático con carácter permanente.

Debido a que el escariador se desgasta en el proceso de trabajo y que, debido a ello, su diámetro disminuye, también disminuirá el diámetro del agujero en las piezas que se labren consecutivamente. Este error también es sistemático, pero con carácter variable.

Los errores sistemáticos, tanto permanentes como variables, se rigen por una determinada regularidad. Son sistemáticos, por ejemplo, los errores que resultan de la inexactitud de la máquina herramienta, de las herramientas, de los dispositivos, de la deformación de la pieza, máquina herramienta durante el maquinado, por efecto de las fuerzas que obran sobre las mismas, o por el calentamiento, etc.

Algunos de los factores que influyen en la exactitud de maquinado generan los errores accidentales.

Los errores accidentales tienen valor diferente para piezas separadas de un mismo lote. Estos errores reciben el nombre de causas accidentales o acciones de múltiples factores, cuya influencia en el maquinado tienen carácter accidental, Por ejemplo los errores accidentales a causa de la heterogeneidad y la desigualdad de la dureza del material en tratamiento, de las oscilaciones del valor del sobreespesor, etc. Debido a los errores accidentales las dimensiones de las piezas en el lote resultan diferentes, fluctuando dentro de los límites de tolerancias. En otras palabras, tiene lugar la dispersión de las dimensiones de las piezas del lote. Una parte de las piezas tendrán dimensiones próximas al límite superior de la tolerancia, en otra, próximas al límite inferior de la tolerancia y la tercera parte, en el medio del campo de tolerancia. [EGOROV, 1983].

1.9 La calidad de las máquinas y de sus piezas

Para cumplir adecuadamente su destino de servicio la máquina debe tener la calidad necesaria. La calidad de la máquina comprende un conjunto de propiedades que determinan su correspondencia con el destino de servicio.

Para evaluar la calidad de la máquina se utiliza un conjunto de índices cualitativos, para cada uno de los cuales hay que definir su magnitud cuantitativa con los límites tolerables de las desviaciones. Ese juego de los índices que describe cualitativa y cuantitativamente el destino de servicio se llama las exigencias técnicas y normas de exactitud de la máquina terminada. Todos los índices se dividen en fundamentales y adicionales.

Los índices fundamentales, entre otros, son:

Estabilidad del trabajo

Calidad de producto elaborado por la máquina

Exactitud

Longevidad

Fiabilidad

Productividad

Seguridad del trabajo

Nivel de mecanización y automatización

Cada uno de los índices fundamentales se concretiza para cada tipo de máquinas por un conjunto de índices adicionales. Aclaremos estas relaciones entre los índices fundamentales y adicionales en el ejemplo de uno de los más importantes índices de calidad que es la exactitud.

Todos los índices adicionales de exactitud pueden ser definidos cuantitativamente por las tolerancias de las dimensiones correspondientes. Por ejemplo, los índices de exactitud de un torno están representados en la figura 1.3. Ahí, las dimensiones y otros índices están designados por las cifras en el círculo correspondiente al listado de los índices adicionales de exactitud para el torno.

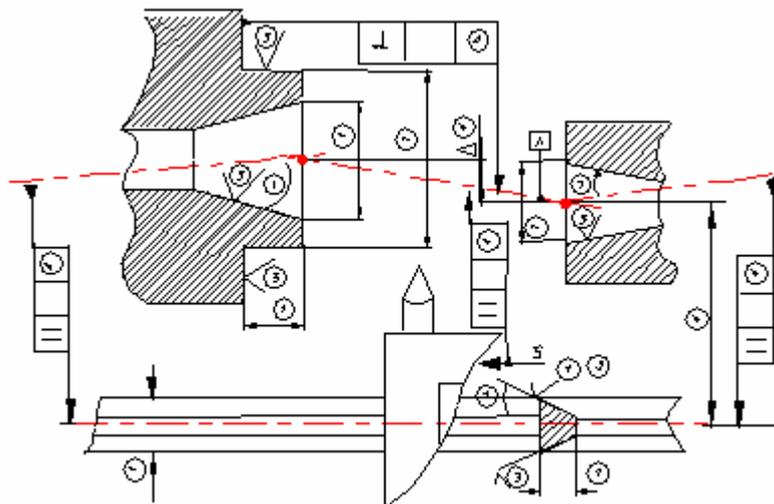


Figura 1.3 Las dimensiones y exigencias técnicas de un torno que son índices adicionales de su exactitud. [EGOROV, 1983].

La magnitud de las desviaciones tolerables de los índices de exactitud se determina en base a los distintos índices fundamentales de calidad de la máquina. Por ejemplo, el torno examinado tiene entre los índices adicionales de calidad del producto producido el siguiente:

"La conicidad tolerable de la superficie cilíndrica elaborada es igual a". Dicha conicidad se origina por el no paralelismo del avance de la cuchilla respecto al eje común A de los husillos del cabezal fijo y la contrapunta, ver figura 1.3.

Dicho no paralelismo depende de tres índices adicionales de exactitud del torno: del no paralelismo de los ejes de los agujeros cónicos de los husillos de mandril y de la contrapunta respecto al eje de la directriz delantera de la guía longitudinal del torno y de la no coincidencia de esos ejes entre sí. Al tener la magnitud tolerable a es posible calcular las tolerancias de dichos índices de exactitud del torno.

La calidad de la pieza también comprende el conjunto de sus propiedades que determinan su correspondencia con el destino de servicio. Para evaluarla, así como la calidad de la máquina, se utiliza un juego de los índices fundamentales y adicionales. Los fundamentales son longevidad, solidez, exactitud, etc.

Como se ha dicho uno de los índices fundamentales más importantes y más difícil de lograr es la exactitud.

La exactitud de la pieza es su grado de correspondencia con su prototipo correcto geoméricamente. Dicho grado de correspondencia se determina por el juego de los índices adicionales siguientes:

1. La exactitud de las dimensiones de las superficies
2. La exactitud de la forma geométrica de las superficies
3. Rugosidad de las superficies
4. La exactitud de la posición mutua de las superficies

La posición mutua de las superficies se describe por las dimensiones de dos tipos: la distancia entre las superficies (la dimensión) y la inclinación relativa de una a otra. Por ejemplo, en la figura 1.4 la posición de la superficie II respecto a la I. Se describe por la dimensión A (la distancia) y el no paralelismo tolerable que es la inclinación.

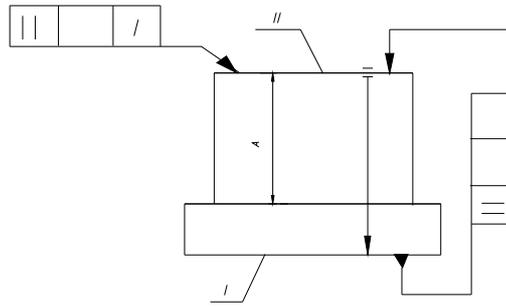


Figura 1.4. Esquema con los tipos de las dimensiones que describen la posición mutua de las superficies

La distancia es una dimensión bilateral es decir, no importa como se mide: de la superficie I a la II o a viceversa.

La inclinación relativa es una dimensión unilateral, es decir, determina como se inclina la superficie II respecto a la I y por eso se da y se mide en un solo sentido y puede representarse de alguna de las dos formas mostradas en la figura 1.4 [EGOROV, 1983].

1.10 Proceso de solución de los problemas de calidad

Los inevitables problemas respecto a la calidad, que ninguna empresa, por perfecta que sea, puede evitar, pueden clasificarse, según la distinción de Juran que ya se ha hecho clásica, en dos tipos:

- *Los pocos vitales*, o sea aquellos que en una distribución de Pareto (Figura 1.5) representan la mayor parte de la repercusión económica de otra índole.
- *Los muchos triviales*, que en su conjunto representan el resto de aquella repercusión.

La experiencia demuestra que, gran parte de los problemas relacionados con la calidad siguen una distribución de este tipo”, o sea, que unos pocos en número se pueden relacionar con la mayor parte de la repercusión. Por ejemplo, en muchos casos un 8-10% de los ejecutantes son responsables del 75-80 % de los defectos de fabricación.

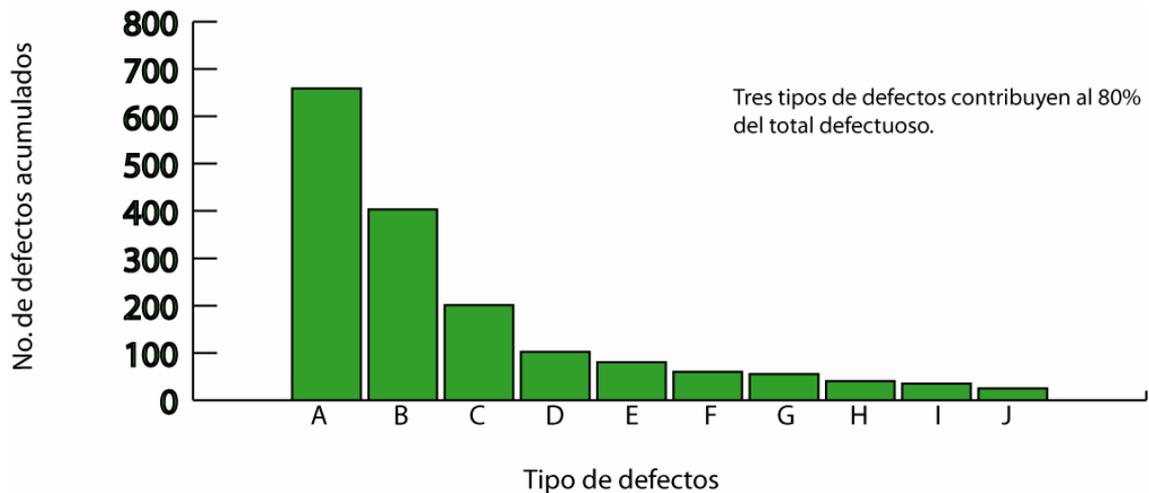


Figura 1.5 Ejemplo de distribución de Pareto. [Castanyer, 1999].

Los problemas que componen la categoría “pocos vitales” afectan generalmente a más de un departamento de la empresa, pues como hemos visto anteriormente, es toda la empresa la que se encuentra involucrada en la calidad. La solución de los mismos, por consiguiente, exige que sea un órgano interdepartamental el que lo acometa. Una modalidad que ha demostrado en la práctica su eficacia es el de los llamados: EQUIPOS DE PROYECTO. Constituidos para la solución de un problema concreto, y formados por directivos (en general) de los departamentos afectados, que se considera puede haber una aportación positiva a la resolución del problema.

Los problemas que entran en la categoría de “Muchos triviales”, al contrario de los anteriores, suelen circunscribirse a una unidad operativa más reducida, dentro de un departamento, por lo que el personal que puede hacer una aportación más interesante a su solución suele ser el personal ejecutante, directamente relacionado con las operaciones. La forma más eficaz, y que en los últimos años ha adquirido una enorme difusión es la de los llamados: CIRCULOS DE CALIDAD. Formados por unos 6-10 individuos que, constituidos en equipo permanente, van resolviendo en forma sucesiva los distintos problemas con que se enfrentan en su trabajo cotidiano. Además de su interés para la resolución de problemas de calidad, donde encuentran los Círculos de Calidad (a pesar de su nombre) su mayor justificación es en el hecho de constituir el medio más potente que se ha encontrado hasta ahora

para estimular el espíritu de participación y de asegurar que la empresa se beneficia de todo el caudal de aportaciones que debe esperar de su personal.

A pesar de la importancia de la contribución que los Círculos de Calidad pueden hacer a la solución de los problemas de calidad en la empresa, sería ineficaz limitar las acciones para aquella solución a la organización de círculos. La experiencia demuestra que las cifras citadas por Juran en uno de sus trabajos, referente al porcentaje de fallos atribuibles a diversas causas en la industria de bienes duraderos (pe. Televisores, electrodomésticos) pueden extenderse a la mayor parte de industrias. Estas cifras son:

- Fallos atribuibles al desafío, 20.40%
- Fallos atribuibles a los componentes, 40-65 %
- Fallos atribuibles al ejecutante, 15.20%

Es decir, que al atacar los casos de esta última categoría se persigue la solución de un 20 % del problema. De ahí el interés de no confiar exclusivamente en la acción de los Círculos de Calidad para la política de calidad de la empresa, y de atacar, a través de los equipos de proyecto, la mayor parte de los problemas de calidad.

Tanto para las categorías de "Pocos vitales" como de "Muchos triviales", pero muy especialmente para la primera, el proceso a seguir para su solución pasa por dos etapas fundamentales:

- 1) Relacionar el síntoma (es decir, el defecto detectado) con la causa del mismo.
- 2) Determinar y adoptar la solución para esta causa.

Este proceso, llamado de los dos recorridos, se sintetiza en la (Figura 1.6).

En todo proyecto de mejora de la calidad (centrado, generalmente en la reducción o eliminación de defectos) es importante la distinción entre:

- Defectos controlables por la empresa
- Defectos controlables por los ejecutantes

Que difieren radicalmente tanto en los medios de diagnóstico o búsqueda de la relación síntoma-causa, como en el remedio a aplicar.

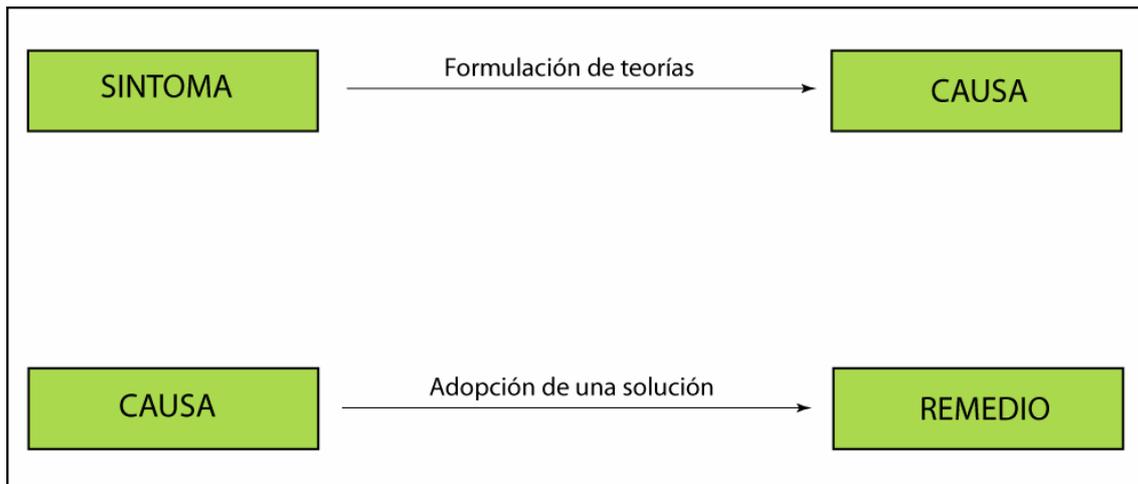


Figura 1.6 Proceso de solución de los problemas de calidad.

Se dice que un defecto es controlable por el ejecutante cuando en todo momento este está en situación de:

- Saber lo que se espera de él.
- Conocer si está obrando de acuerdo con ello.
- Controlar los resultados.

Si alguno de estos criterios no se cumple, diremos que los defectos resultantes son controlables por la organización. La experiencia demuestra que más del 80% de los defectos pertenecen a esta última categoría solo un 20% son controlables por los ejecutantes. El diagnóstico, o búsqueda de la relación síntoma-causa de los defectos controlables por la organización consiste en:

- Análisis de los síntomas.
- Formulación de teorías sobre las causas.
- Contraste de las diversas teorías y puede recurrir a la utilización de gran número de herramientas técnicas y estadísticas, tales como:
 - Distribuciones de frecuencias.
 - Desviación media y típica.
 - Análisis de capacidad del proceso.
 - Análisis de Pareto.
 - Disección del proceso.
 - Análisis secuencial.
 - Diagramas de concentración.
 - Estudios de correlación.
 - Diseño de experimentos.

- Disposición ordenada de teorías.

Los equipos de proyecto, en esta etapa de diagnóstico o de recorrido del síntoma a la causa, utilizaron el asesoramiento de los servicios especializados de estadística y control de calidad para la aplicación de alguna de estas herramientas que requieran conocimientos específicos de estas materias.

Por su universalidad de aplicación y ausencia de requerimientos de conocimientos especiales para su utilización es interesante destacar la “disposición ordenada de teorías” citada en último lugar. Para la aplicación de esta herramienta de trabajo el equipo de proyecto, en forma similar a las sesiones de “brainstorming” citadas al tratar del análisis del valor, formula teorías sobre las posibles causas de los defectos. Las causas que se han registrado como posibles, se ordenan luego en grandes categorías. Por ejemplo, en el caso descrito en la (Figura 1.7), referente a un problema de defectos de soldadura, se ordenarán las teorías según que las causas se refirieran a:

- personal
- máquina
- material
- organización

Personal	Máquina
Limpieza de la máquina Regulación de corriente Máscara	Velocidad de alimentación Control de tiempo erróneo Aire contaminado
Organización	Materiales
Especificaciones Condiciones ambiente	Tipo equivocado Almacenado Transportes

Figura 1.7 Ordenación de teorías en un caso de soldadura.

Una representación gráfica de esta ordenación de teorías, muy útil para una mejor comprensión del conjunto es el diagrama llamado “en espina de

pescado” debido al profesor Ishikawa. En la (Figura 1.8) puede verse dicho diagrama aplicado al caso de defectos de soldadura.

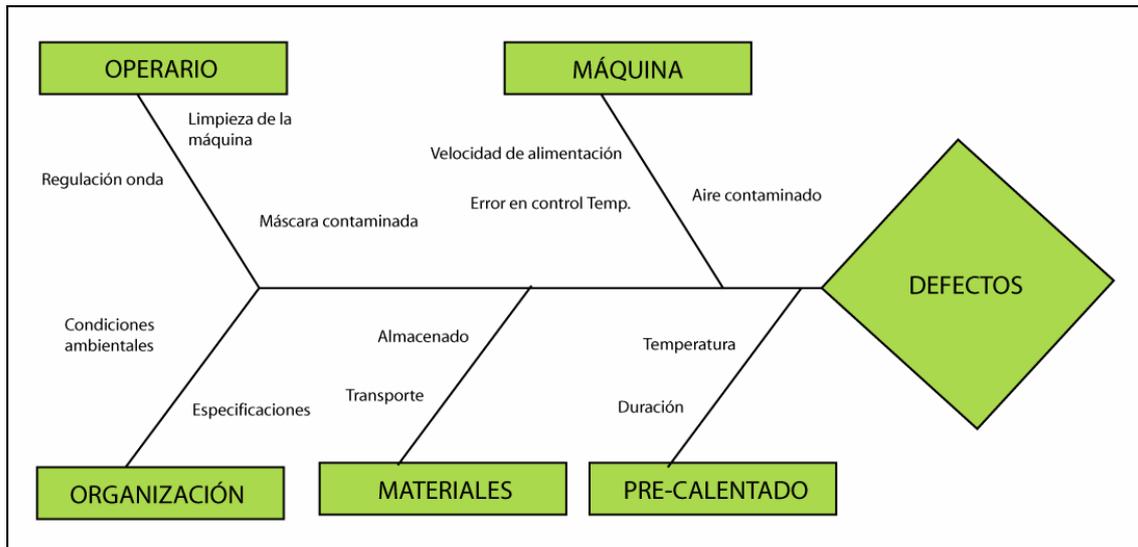


Figura 1.8 Diagrama Ishikawa de causa-efecto.

A partir de la disposición ordenada de teorías, ya sea en su forma original, ya sea en forma de diagrama de Ishikawa, se procede al contraste de las distintas teorías para determinar cual o cuales de ellas reflejan el origen del problema.

Como el número de teorías que han aparecido sobre las posibles causas de los problemas de calidad puede ser muy elevado, se impone fijar una política para la selección de las teorías a contrastar, pues es muy poco frecuente la posibilidad de proceder al contraste de todas ellas. Algunas de las políticas pueden ser:

- 1) Empezar por la teoría que presenta mayores visos de verosimilitud, modificando el factor o factores que intervienen y comprobando los resultados en experiencias diseñadas a tal fin. Si los resultados no responden a las expectativas se pasa a contrastar otra teoría y así sucesivamente, hasta llegar a una conclusión.
- 2) Contrastar un grupo de teorías interrelacionadas. Por ejemplo, en el caso de soldadura mencionado anteriormente, las que se refieren a los componentes. Se procede como en el caso anterior pero organizando la investigación por grupos de teorías en vez de teorías aisladas.
- 3) Contrastar simultáneamente todas las teorías. Solo factible si el número de teorías verosímiles es muy reducido.

Para el contraste de las distintas teorías es de mucha utilidad la utilización de los datos facilitados por inspección de calidad anteriormente a los estudios. Por ejemplo, en un caso de defectos de equilibrado dinámico de las barras tubulares de transmisión en vehículos automóviles (Tabla 1.1), al ordenar los resultados por tipos, según el número de defectos observados, pudo comprobarse que los siete primeros tipos estaban sujetos a una operaciones de recalado mientras que los siete últimos no. Este hecho permitía sospechar que la operación de recalado constituía una fuente principal de defectos. La práctica demostró la certeza de esta suposición.

Tabla 1.1 Defectos observados en tubos de transmisión.

Tipo	% defectuoso	Recalado (x)
A	52,3	X
B	36,7	X
C	30,8	X
D	29,9	X
E	25,3	X
F	23,3	X
G	23,1	X
H	22,5	
I	21,8	X
J	21,7	X
K	20,7	X
L	20,3	
M	19,2	X
N	18	X
O	17,3	
P	16,9	X
Q	15,8	
R	15,3	
S	14,9	
T	14,7	
U	14,2	
V	13,5	
W	12,3	

Otras fuentes de información para el análisis y contraste de teorías son los gráficos de concentración de defectos en las piezas, el estudio de la capacidad del proceso para ajustarse a las tolerancias establecidas, el análisis de las variaciones en el tiempo y el diseño de experimentos específicos.

El recorrido de diagnóstico del proceso de mejora de la calidad, es decir, el que conduce del síntoma a la causa, queda completado cuando se ha establecido la causa o causas de los problemas de calidad.

Empieza, ahora, el recorrido que ha de llevarnos de la causa al remedio, es decir, la acción correctora. Una vez elegida la alternativa óptima (cuando existen varias) para actuar sobre las causas, se transmitirán a los correspondientes órganos operativos las instrucciones, normas y cambios a efectuar en el proceso productivo, necesarios para los resultados buscados.

Hay que evitar a toda costa que esta etapa de aplicación de la acción correctora se vea frustrada por alguna de estas circunstancias, que pondrían en serio peligro la consecución de resultados:

- 1) Que el equipo de proyecto considere terminada su misión una vez establecido el diagnóstico y determinada la acción correctora adecuada.
- 2) Que dentro de los órganos operativos, que han de aplicar aquella acción correctora, la característica resistencia al cambio del ser humano encuentre argumentos para retrasar, diluir o desnaturalizar las medidas conducentes a mejorar la situación.

Ello obliga a tener muy en cuenta, en toda acción correctora, que en la misma han de intervenir personas, con sus costumbres, ideas y conocimientos, que es indispensable tener en cuenta. El que el personal que ha de poner en práctica las modificaciones haya intervenido en su elaboración, facilita evidentemente la puesta en práctica y constituye una de las razones del éxito de los Círculos de Calidad.

Para los problemas de carácter interdepartamental en que el estudio habrá corrido a cargo de personal directivo más que ejecutante, el equipo de proyecto que ha realizado el estudio deberá incorporar al mismo, recabando su colaboración, al personal que deberá ponerlo en práctica, en el curso de dicho estudio.

Una vez establecida la nueva normativa y asegurado su cumplimiento, con lo que puede considerarse cubierta la etapa de cambio radical, se establecerán los controles necesarios para mantener el proceso productivo en sus nuevos parámetros.

EL FACTOR HUMANO EN LA CALIDAD

Hemos dicho, al tratar de la distinción entre errores controlables por la organización y errores controlables por el ejecutante, que esta última clase de errores, pueden recibir esta denominación solamente en los casos en los que la organización ha dispuesto los procesos de forma que los ejecutantes estén permanentemente en situación de autocontrol, es decir, que sepan en todo momento lo que tienen que hacer; que puedan conocer el resultado de su actuación y que tengan medios de modificar esta, en el sentido deseado.

Si se cumplen estos tres requisitos, la posibilidad de realizar un trabajo correcto está claramente en manos de los ejecutantes. De ahí la tentación (en que han caído algunos promotores de campañas de reducción de defectos de atribuir a la voluntad del ejecutante la existencia o no de errores y centrar exclusivamente en la motivación del personal las campañas sobre mejora de la calidad).

Vemos pues, que los errores de los ejecutantes pueden tener orígenes distintos que requieran medidas correctoras también distintas. Veamos algunos de estos tipos de error.

1) Errores de atención. Son aquellos que los ejecutantes son incapaces de evitar, debido a la imposibilidad humana de mantener la atención indefinidamente (si el no prestar atención es deliberado, el error pasa a la categoría de voluntario). Los errores de atención tienen las características de ser no intencionados, inconscientes e imprevisibles. El remedio para los errores de atención puede tener dos enfoques:

- hacer más fácil el mantener la atención. Rotación de tareas, ampliación de las mismas, incluyendo fases variadas, amplificadores sensoriales, etc.
- Reducir el grado de dependencia respecto a la atención, mediante dispositivos a prueba de errores (fool proofing).

2) Errores técnicos. Son los que provienen que el operario carece de algún conocimiento, habilidad o técnica necesaria para evitar el error. Son típicamente:

- No intencionados
- Constantes. Algunos ejecutantes cometen habitualmente más errores que sus compañeros y con el mismo tipo de defecto.

- Específicos. Estas diferencias constantes se dan solamente en ciertos tipos de defectos: aquellos en que la técnica de que se carece es esencial.

- Inevitables. Los operarios menos hábiles no pueden igualar a los mejores porque “no saben lo que han de hacer diferente de como hasta ahora”.

La solución para los errores técnicos consiste en analizar qué es lo que hacen diferente los mejores operarios respecto” a los peores y enseñar a estos a hacerlo. El posible proceso para la solución puede verse a continuación:

- Recogida de datos sobre la actuación de cada operador.
- Análisis cronológico de los datos.
- Identificación de los ejecutantes mejores y peores.
- Estudio detallado de los modos operatorios de cada grupo.
- Detección de las causas de defectos.
- Determinación del modo operatorio correcto.
- Formación del personal que lo requiera.
- Implantación de dispositivos a prueba de errores.

3) Errores voluntarios. Tienen como principales características las de ser:

- Conscientes. Al cometer el error el ejecutante es consciente de ello.

- Intencionados. El error es resultado de una acción deliberada por parte del ejecutante.

- Persistentes. El ejecutante que los comete lo hace de forma repetida y constante.

Sería erróneo suponer que los errores voluntarios responden exclusivamente a la mala voluntad por parte del personal. (Los casos de sabotaje declarado no entran en nuestro análisis). Muchas veces, en realidad, los errores voluntarios son, en último término imputables a la organización, más que a los ejecutantes directos. Son los casos, por ejemplo:

- Sistemas de primas basados exclusivamente en la cantidad producida, haciendo abstracción de la calidad.

- Incumplimiento, bajo órdenes, de ciertas medidas para asegurar la calidad, para hacer frente a urgencias de la producción.

Los remedios para los errores voluntarios son los que entran más de lleno en el campo de las campañas de mejora de la calidad, pero es preciso tener en cuenta que no se puede esperar una eficacia duradera de dichas campañas si

la organización no ha agotado todos los medios disponibles para eliminar los errores controlables por ella. [Castanyer, 1999].

En este capítulo primeramente se realizó una consulta bibliográfica de la cual se dan los conceptos fundamentales acerca de la calidad, además se extrajeron normas, teorías y modelos referentes a la calidad y al maquinado para su posterior análisis y adecuación al tema en cuestión.

CAPÍTULO II. Diagnóstico y propuesta para la solución de los problemas de calidad de la producciones en el taller de maquinado

Después de todo el análisis realizado en el capítulo anterior primeramente se consideró importante hacer una caracterización de cada una de las partes como entidad, división y taller con el objetivo de comprender y dar una panorámica del contexto en que se desarrolla este trabajo, teniendo en cuenta también un diagnóstico a través de varias entrevistas realizadas a expertos de la producción, luego de obtener toda esta información se procede a dar una explicación a través de un modelo adoptado para darle respuesta al problema.

2.1 Estudio preliminar

2.1.1 Caracterización de la entidad

La Empresa de Equipos Agrícolas “Héroes del 26 de Julio”, perteneciente al Ministerio de la Industria Sideromecánica (SIME), es una organización económica que se enmarca dentro de la definición de Empresa, con personalidad jurídica, balance financiero y gestión económica – financiera independiente. Fundada el 27 Julio de 1981, luego fue creada el 1^o de enero de 1983 por la Resolución Ministerial No. 198 del SIME cuenta con más de 25 años de experiencia en la actividad. Está ubicada en Carretera a San Germán Km 3 ½ Holguín.

La empresa tiene su contabilidad computarizada emitiendo un estado consolidado que incluye las divisiones, ya que estas no efectúan operaciones contables. Se utilizan dos tipos de monedas MN y CUC.

El objeto social actual fue aprobado por las Resoluciones 741 y 96 de 30/12/2004 y 14/2/2005 de los Ministerios de Economía y Planificación y de la Industria Sideromecánica, cuyas resoluciones certificadas debidamente obran en el expediente legal de la Empresa. Su contenido es el siguiente:

1. Producir y comercializar de forma mayorista máquinas e implementos agrícolas, remolques de uso variado, equipos de bombeo, válvulas, equipos fitosanitarios y mata insectos, así como partes, piezas, componentes y accesorios metálicos para equipos industriales, en moneda nacional y divisa, según nomenclatura aprobada por el Ministerio de Comercio Interior.

2. Producir y comercializar de forma mayorista piezas en bruto forjadas y bridas de diversa complejidad así como producciones no estándar, utilizando la tecnología existente para la producción industrial, en moneda nacional y divisa, según nomenclatura aprobada por el Ministerio de Comercio Interior.
3. Prestar servicio de alquiler de equipos, máquinas e implementos agrícolas de sus producciones, en moneda nacional y divisa.
4. Prestar servicio de alquiler de teatro, así como gastronómicos asociado, en moneda nacional.
5. Prestar servicios de alquiler de medios técnicos especializados asociados al alquiler del teatro, en moneda nacional.
6. Prestar servicio de mantenimiento y reparación de vivienda a sus trabajadores en moneda nacional.
7. Prestar servicios de reconstrucción, remotorización y ensamblaje de equipos agrícolas e industriales; de reparación capital de máquinas herramientas, servicios técnicos especializados, industriales y electroenergéticos y de corte y conformado de metales a la medida, en moneda nacional y divisa.
8. Prestar servicio de proyecto de ingeniería, en moneda nacional.
9. Brindar servicios de análisis de laboratorio (caracterización química y física estructural) a aleaciones metálicas y minerales, así como ensayos de aptitud de equipos, instrumentos y dispositivos para uso en sistemas siderúrgicos, metalúrgico y mecánicos, en moneda nacional y divisa al costo.

Para dar cumplimiento al objeto social antes expuesto se aprobó una Estructura Organizativa integrada por un Director General al que se le subordinan cinco Divisiones y seis Direcciones. Cada División cuenta con un Director de División a los que se subordinan los Jefes de Departamento y talleres, (ver en anexo I.)

Todas las Divisiones y Direcciones tienen definida su misión, las cuales tributan a la misión de la Entidad, la que se define a continuación:

Misión

- Es una empresa mecánica dedicada a la satisfacción de la demanda de máquinas e implementos agrícolas, reparación capital de máquinas

herramientas, así como de piezas de repuesto y producciones metalmecánica de la más variada gama, con una calidad reconocida basada en la aplicación de los adelantos de la Ciencia y la Innovación Tecnológica y un personal altamente calificado y motivado. Nuestros productos y servicios se orientan a elevar la eficiencia económica de nuestros clientes, permitiéndonos alcanzar un mayor nivel de competitividad en el mercado interno y externo.

Visión

- Con la excelencia de sus productos y servicios, es considerada la empresa líder en el mercado de equipamientos para la agricultura y de producciones metalmecánica de Cuba.

La empresa ha incrementado sus volúmenes de venta considerablemente, cumpliendo con la necesidad de sus clientes fundamentales, entre los que se encuentran: MINAGRI, MINAZ y FAR, que han sido programas priorizados y colaborando además con la Batalla de Ideas y el Proyecto Imagen. El análisis realizado sobre las condiciones internas de la Empresa, así como su entorno, permitió conocer cuales fueron sus principales debilidades y las fortalezas que debe utilizar para enfrentar las amenazas y aprovechar las oportunidades que le brinda el entorno.

2.1.2 Caracterización de la División de Máquinas Agrícolas

La División de Máquinas Agrícolas pertenece a la Empresa IMPAG (Implementos Agrícolas) “Héroes del 26 de Julio”. La misma se encuentra ubicada en el área Yhuan Saúl Pérez Leyva.

La División de Máquinas Agrícolas está compuesta por los siguientes talleres y departamentos (ver anexo I):

La misma está compuesta por un total de 102 trabajadores de ellos 15 mujeres. La función que realiza es producir y reparar máquinas agrícolas, remolques, piezas de repuesto y sus accesorios, aplicando la innovación tecnológica que asegure la competitividad y el liderazgo de nuestros productos con una fuerte presencia en el mercado interno y potenciando su desarrollo hacia el mercado externo.

Las producciones fundamentales que realiza son las siguientes:

- Remolque RFA forrajero.
- Remolque RA-8 arrocero.
- Remolque RA-6 cañero.
- Remolque RUG de uso general.
- Remolque RTAV de tiro animal.
- Grada 24/28 “.
- Chapeadota 1.5.
- Arado de tres discos ADI – 3.
- Tanques de cualquier volumen.
- Piezas de repuesto.
- Producciones no estándar.
- Multiarado M98.
- Grada 965.

2.1.3 Caracterización del Taller de Maquinado

El taller de Maquinado perteneciente a la División de Máquinas Agrícolas se encuentra reubicado en el área Yhuan Saúl Pérez Leyva del taller de Ensamblaje y Pintura.

El mismo está compuesto como se muestra a continuación en la tabla 1:

Para un total de 30 trabajadores, todos están capacitados e instruidos para la labor que desempeñan y los mismos se relacionan en anexo II.

La situación de las máquinas en el taller está como se muestra anexo III.

En resumen el estado técnico de las máquinas herramienta por grupo de máquinas se muestra en la Tabla 2.1:

Tabla 2.1 Resumen del estado técnico de las máquinas.

No.	Máquinas	Cantidad	Estado técnico
1	Taladradoras	9	3 conservados. 5 en buen estado. 1 en mal estado.
2	Tornos	19	5 conservados. 10 en buen estado. 4 mal estado.
3	Fresadoras	8	2 conservadas. 5 en buen estado. 1 mal estado.
4	Prensa	1	1 en buen estado.
5	Rectificadora	1	1 conservada.

6	Afiladoras	3	1 conservada. 1 en buen estado. 1 en mal estado.
7	Amoladoras	3	2 conservadas. 1 en buen estado.
8	Roscadora	1	1 en buen estado.
9	Mandrinadora	1	1 en buen estado.
10	Cepilladora	1	1 conservada.
11	Grúas viajeras	3	3 en buen estado.
12	Grúas pescantes	2	1 conservada. 1 en buen estado.

2.2 Diagnóstico para el control de la calidad en el taller de maquinado

El objetivo de este diagnóstico es detectar los principales problemas que afectan la calidad en el taller a partir de las entrevistas realizadas a los expertos en la producción. La misma se realizó en dos etapas en la primera se hicieron entrevistas a expertos, directivos, técnicos del taller y la segunda consistió en el estudio y verificación in situ de las causas de los problemas de calidad.

En la etapa preliminar (de consulta a expertos) se detectaron los siguientes problemas:

2.2.1 Mantenimiento de las máquinas herramientas

Para hacer la planificación del mantenimiento de los equipos hay que controlar las horas de trabajo a través del modelo 17 que establece el sistema de mantenimiento del Ministerio de la Industria Sideromecánica. diariamente, se le entrega dicho modelo a los diferentes Jefes de Áreas para que todos los días controlen las horas trabajadas de las máquinas y el total se refleja en el modelo 3 Ciclo de reparaciones y plan de Mantenimiento Preventivo Planificado, lo que se debe entregar mensualmente. La misma comienza a planificarse con 3 meses de antelación. En el modelo II también deben estar reflejadas las horas acumuladas y partiendo de aquí se realiza el plan mensual en el modelo 12.

También existe un plan de conservación para los equipos que están rotos o sin utilizarse que también se refleja en los modelos anteriormente mencionados sin horas de trabajo. Se parte de la conservación del equipo y cada 6 meses se le realiza una revisión. Esta planificación es para los equipos tecnológicos, porque para los energéticos existe otra planificación.

2.2.2 Calidad de las piezas en bruto

Se realiza un control de entrada a todas las piezas en bruto provenientes de otros talleres apoyándose en los planos originales, y de haber algún cambio el departamento de producción a nivel de empresa se lo informa al taller de corte y conformado para que el mismo lo informe al taller de Maquinado antes de hacer la entrega. No hay fiabilidad con respecto al tipo de material que llega al taller, ya que en el control de entrada no hacen análisis metalográfico y químico del material de las piezas en bruto.

2.2.3 Condiciones del taller

a. Organización del trabajo.

La organización del trabajo se realiza a partir de un plan a nivel de empresa, de división y taller el plan es entregado a cada Jefe de taller teniendo en cuenta los otros talleres que le prestan servicio con el envío de piezas en bruto. El Jefe de taller, el planificador y los técnicos hacen la recepción de las piezas en bruto con el certificado de calidad correspondiente, la técnica de producción prepara el proceso tecnológico y según la cantidad se le planifica a cada operario.

- b.** Las cartas tecnológicas son entregadas al planificador por la técnica de producción y el es el encargado de repartirlas por puestos de trabajo.
- c.** Las condiciones ambientales del taller tuvieron una mejoría anteriormente pero a raíz de la difícil situación energética han ido prescindiendo de algunas lámparas que hacen falta para una iluminación óptima, existe exceso de calor, hay que mejorar la ventilación todavía no es suficiente.
- d.** La alimentación se ha ido comportando bastante bien siendo variada en la mayoría de las veces.
- e.** Se hizo una propuesta por parte del departamento de recursos humanos acerca de un sistema de estimulación que tiene en cuenta el cumplimiento del plan para los que están directamente vinculados a la producción que afectaría seriamente el salario de los obreros en

caso de no cumplirlo con lo que los trabajadores no están de acuerdo.

2.2.4 Empleo de la computación

En estos momentos existe una computadora que esta destinada para el uso de los técnicos, pero no están creadas las condiciones necesarias en el local para su instalación.

2.2.5 Estado técnico de los instrumentos de medición y su actualidad

El jefe de taller de maquinado conjuntamente con la pañolera son los encargados de que se cumpla el plan de calibración de los instrumentos de medición, este plan es confeccionado anualmente a nivel de empresa por el laboratorio y se le asigna un mes a cada taller. El estado técnico de los instrumentos de medición es bueno porque se cumple con lo planificado y en caso de que algún instrumento necesite ser calibrado fuera de lo planificado los encargados en el taller lo envían al laboratorio. En cuanto a la actualidad de los instrumentos se puede decir que la mayoría lleva tiempo y la otra parte se ha ido comprando paulatinamente.

2.2.6 La comunicación entre dirección y obreros

Existe buena comunicación entre el jefe de taller y sus obreros, también hay buenas relaciones interpersonales.

2.2.7 Planificación de la producción

Primeramente se hace la planificación a nivel de empresa por el departamento de producción y se le hace llegar a las diferentes divisiones, luego el departamento de producción de la división de maquinas agrícolas lo descentraliza para los distintos talleres con el objetivo de que se ejecute.

En el taller de maquinado se discute con el grupo de aseguramiento, quienes serian el técnico de producción, el tecnólogo y el de control y calidad este último tiene la función de asegurar las piezas en bruto, tecnología, utillaje tecnológico, instrumentos de medición que se van a emplear en la producción.

El planificador a partir del plan que se realiza en el mismo mes elabora un cronograma de ejecución según lo que se va a producir diariamente para

pasárselo al jefe de brigada retornando nuevamente al planificador al final de la jornada laboral para plasmarla en el control de la producción terminada por equipos que se concilia con el departamento de producción de la división.

Periódicamente se hace un inventario del 10 % al almacén de las piezas en bruto y a fines de mes se hace del 100 % que luego es informado al departamento de producción de la división y al departamento económico para hacer el cierre de mes. Todas las producciones terminadas son enviadas a los diferentes talleres de la empresa mediante vales para continuar el proceso de terminación. Soldadura, Forja, Térmico, Corte y Conformado, Galvánica y Ensamblaje.

ESTRUCTURA

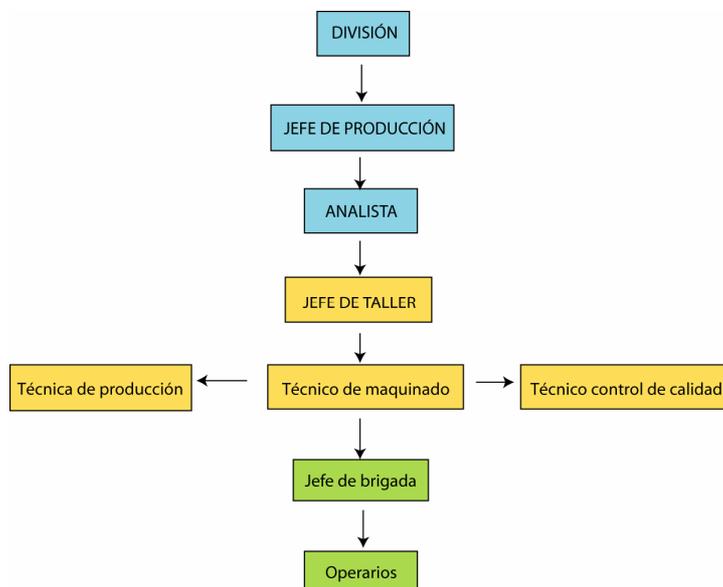


Figura 2.1 Estructura organizativa del taller

2.2.8 Recursos humanos

- Total de trabajadores en plantilla 30.
- Se encuentran estudiando para elevar su nivel académico 4 trabajadores.

Existe un Convenio de Trabajo entre la Empresa “Héroes del 26 de Julio” y la Universidad de Holguín “Oscar Lucero Moya”. Por parte de la fábrica se cumple dicho convenio porque reciben y atienden a todos los estudiantes que asisten al centro ya sea para prácticas preprofesionales, adiestramiento y diplomantes.

2.2.9 Medidas de seguridad y salud en el trabajo

- Completar iluminación en le local de Máquinas Herramientas.
- Mantener piezas organizadas en los Parles.
- Eliminar telarañas de las Lámparas del Pañol.
- Pintar lavamanos de la toma de agua fría.
- Definir situación del lavamanos del taller.
- Eliminar instalaciones eléctricas de paredes metálicas o aislar la misma.
- Poner interruptor en el cable de alumbrado del Pañol.
- Terminar de pintar los estantes del Almacén y del Pañol y con colores claros las paredes.

Todos los trabajadores cuentan con los medios de protección individuales según le trabajo que realizan.

- Jefe de taller y técnicos. Tapones para los oídos, orejeras y botas de casquillo.
- Operarios. Espejuelos contra impactos, faja, tapones para los oídos, orejeras y botas con casquillos.
- Ayudantes. Guantes, faja y botas con casquillo.

El Técnico de Seguridad y Salud del Trabajo controla periódicamente el uso correcto de estos medios.

El Jefe de Brigada conjuntamente con el Técnico de Seguridad y Salud del Trabajo son los encargados de adiestrar a los que llegan nuevos y anualmente se imparten cursos a todos los trabajadores.

2.2.10 Situación de los medios de rotación

Cuenta con un Pañol con 2406 herramientas, instrumentos de medición. Almacén de dispositivos con 94 medios controlado y chequeado periódicamente con la responsabilidad material de un obrero que domina la actividad, y la entrada y salida. Las herramientas de corte como las brocas de diámetro mayor se reafilan en el taller porque estas casi nunca se rompen, y las de menor diámetro se compran periódicamente al almacén central de la

empresa porque las mismas sufren roturas a menudo. Se hace la solicitud mensualmente al departamento de producción por la planificación de la producción en coordinación con el pañol según la necesidad, esto también funciona de la misma manera para los calzos, las cuchillas y las fresas.

2.2.11 Situación de los medios básicos

Tiene un medio (Rebordeadora) de la empresa del CEDEMA con movimiento provisional. Torno 1240 en reparación capital en el Taller de Mantenimiento.

2.2.12 Situación de la producción

Se trabaja en base a un plan de ventas de \$ 221 000.00 donde el taller incide en la parte de maquinado de los componentes y fundidos y plan de piezas de repuesto en \$ 101 000.05.

2.2.13 Comunicación con el cliente

La empresa “Héroes del 26 de Julio” cuenta con un grupo de asistencia técnica, compuesto por un Especialista principal y dos Especialistas A de asistencia técnica, el mismo ofrece servicios de Postventa y Garantía.

1. Postventa:

- Adiestramiento del cliente en el manejo y mantenimiento del equipo.
- Suministro de Manuales de Reparación y Mantenimiento, listado de piezas y componentes.
- Desarrollo de herramientas especiales y equipos de ensayo para el mantenimiento y reparación.
- Red de distribución para piezas de recambio.
- Puesta en marcha de Centros y Servicios de reparación.
- Tramitación eficiente de quejas del consumidor.
- Prueba de los Prototipos.

2. Garantía.

- Puesta en marcha de los equipos.
- Primer servicio de mantenimiento a equipos autopropulsados.
- Análisis técnico de las fallas.

- Determinar reclamaciones por daños a consecuencia de fallas atribuibles al almacenamiento prolongado.
- Recepciones de la Aduana.
- Materiales faltantes en el embarque.
- Garantía previa a la compra.
- Garantía previa a la entrega.
- Inspección previa a la entrega.

Con el objetivo de potenciar la presentación y dar respuestas a los clientes en todo el país, el servicio de postventa tiene organizada su estructura en zonas siguientes zonas geográficas:

- Zona Occidental.
- Zona Central.
- Zona Oriental.

2.2.14 Cartas tecnológicas y planos de piezas para el trabajo del operario

El operario trabaja por una carta o instrucción tecnológica de maquinado con el que para cada proceso se elabora una carta con el plano de la pieza correspondiente al tipo de proceso y además los regímenes de corte y los tiempos. Las máquinas trabajan algunas con emulsión refrigerante y otras con aceite.

En la etapa ejecutiva de la investigación se detectaron los siguientes problemas:

2.3.1 Problemas detectados en la producción

- Referente al mantenimiento de las máquinas los compañeros del taller dicen que a la hora de hacer las reparaciones hay demoras producto de la falta de calificación del personal que realiza el trabajo, existe falta de piezas de repuesto y las que emplean son de mala calidad, afectando la disponibilidad en el taller.
- Se ha podido comprobar que existe incumplimiento en cuanto a la entrega de la materia prima producto de la mala planificación, lo que provoca que haya que sustituirla por otras que están en existencia en el almacén, pero de menor calidad.
- En cuanto a la organización y los métodos de trabajo no es sistemático el control de la disciplina tecnológica, no se logra la preservación de la

documentación técnica en los puestos de trabajo, no se cuenta con estudios de ergonomía para los puestos de trabajo, no se tiene definido el muestreo para el control de la calidad con un soporte estadístico, no definiéndose el nivel de calidad aceptable, no se tiene definida la incertidumbre de las mediciones, no es compatible con la capacidad de medidas requeridas en los puntos de medición que impactan la calidad del producto.

- No aprovechan las posibilidades que brinda en este campo la utilización de las tecnologías de la información como el empleo de la computación, ejemplo para calcular los regímenes de corte.
- En el área del pañol se detectó que no tienen clasificadas las herramientas de corte de manera que el operario sepa en dependencia del material de la pieza en bruto que va a procesar el tipo de herramienta más adecuado para ese trabajo.
- Los instrumentos de medición y calibre, y los dispositivos y aditamentos que se encuentran en el pañol presentan suciedades, degradación y falta de preservación.
- En el área de tránsito de las piezas en bruto del taller existen suciedades, falta de pintura en los estantes.
- En los diferentes puestos de trabajo del taller la iluminación es deficiente y en general se nota falta de ventilación, desorganización, falta de limpieza.
- No existe trazabilidad en la realización de los productos que se fabrican en el taller de maquinado, porque las evidencias de los datos e informaciones a registrar de la planificación y el control de la producción no esclarecen el comportamiento de estos. Por ejemplo en esta División la producción de maquinado para la pieza C10603/80 del día 13.07.09. se planificó para realizar 20 piezas terminándose solo 12 y no existen evidencias del tratamiento de las 8 restantes.
- No existe fiabilidad en cuanto al tipo de material que entra al taller, ya que al realizar el control de entrada no hacen un análisis metalográfico y químico del material de las piezas en bruto.

- El grado de correspondencia de las piezas se determina únicamente por la exactitud de las dimensiones de la superficie de la misma.

La disponibilidad del taller en cuanto a la cantidad de máquinas herramienta para realizar las diferentes producciones se muestra en la Figura 2.2 donde se hizo el diagrama de barras teniendo en cuenta las máquinas por tipo contra la cantidad.

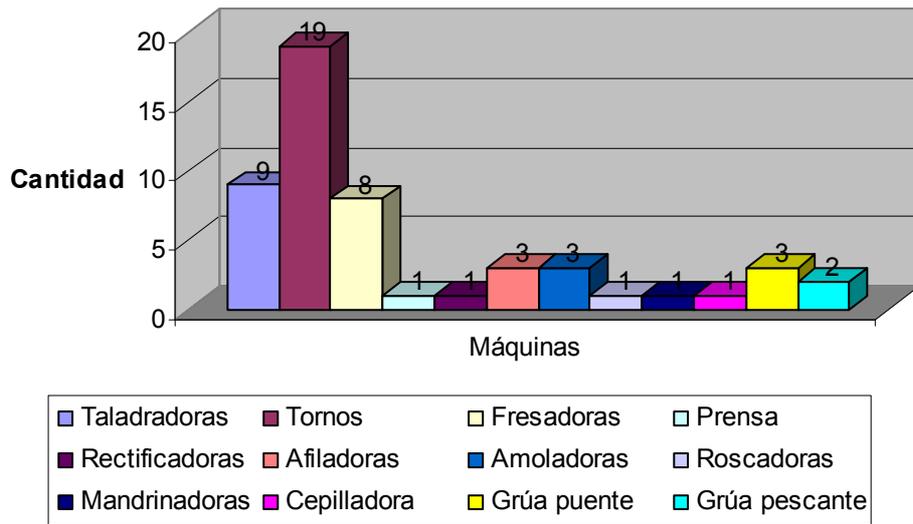


Figura 2.2 Gráfica de Cantidad vs. Máquinas.

En la figura 2.3 se muestra un gráfico del estado técnico de las máquinas herramienta observándose en la distribución del mismo y concluyendo que la disponibilidad del taller se encuentra a un poco más del 50%, lo que afecta de manera considerable la productividad y la calidad en sus producciones.

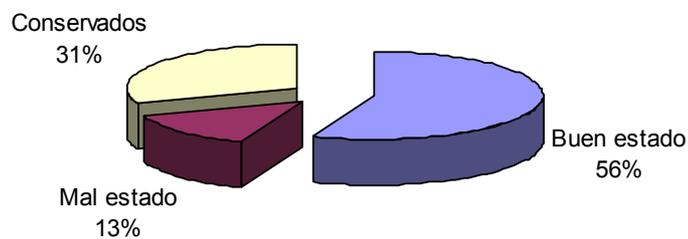


Figura 2.3 Gráfico del estado técnico de las máquinas herramienta.

Por otra parte al analizar la situación de los recursos humanos en el taller con la ayuda de un diagrama de barras como se puede observar en la (figura 2.4 y 2.5) las mismas muestra que la mayor cantidad de los trabajadores del taller su edad oscila aproximadamente entre los 40 y 50 años, contando con poca fuerza de trabajo joven.

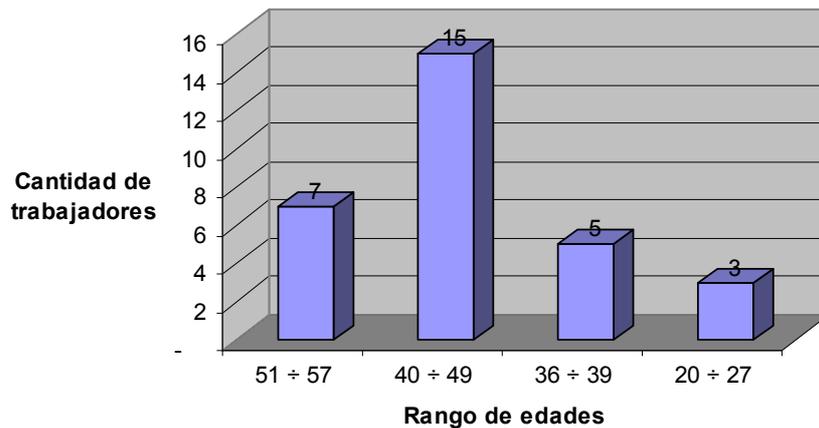


Figura 2.4 Gráfica de la cantidad de trabajadores por edad.

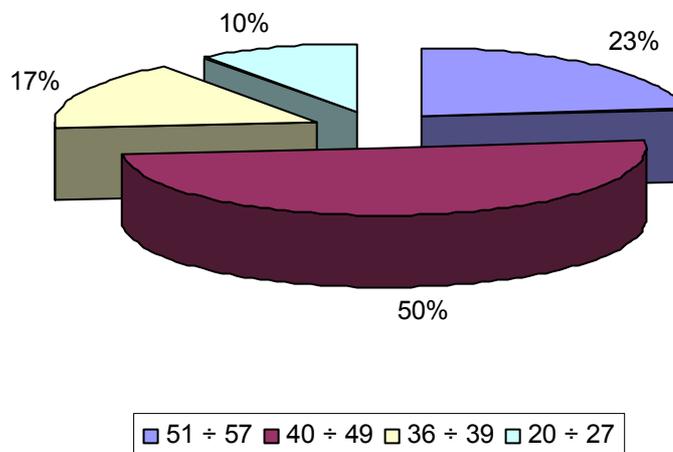


Figura 2.5 Gráfico las relación de trabajadores por edad.

También se analizó la situación del nivel escolar de los trabajadores en las (figuras 2.6 y 2.7) llegando a la conclusión que en estos momentos la misma es muy baja ya que el 41% del total tiene 9^{no} grado lo que afecta de manera notable el desarrollo del trabajo en el taller, aunque en estos momentos tres trabajadores se encuentran estudiando el 12^{mo} grado y tres están cursando estudios de nivel superior.

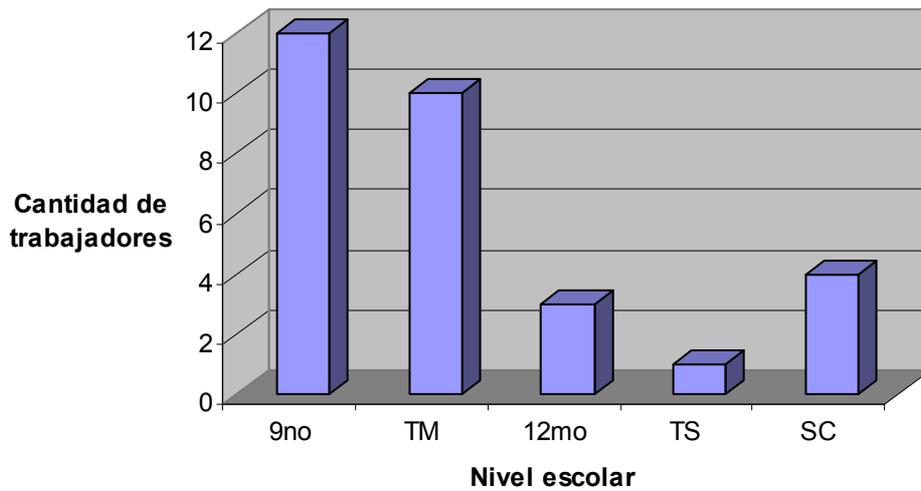


Figura 2.6 Gráfica del nivel escolar de los trabajadores.

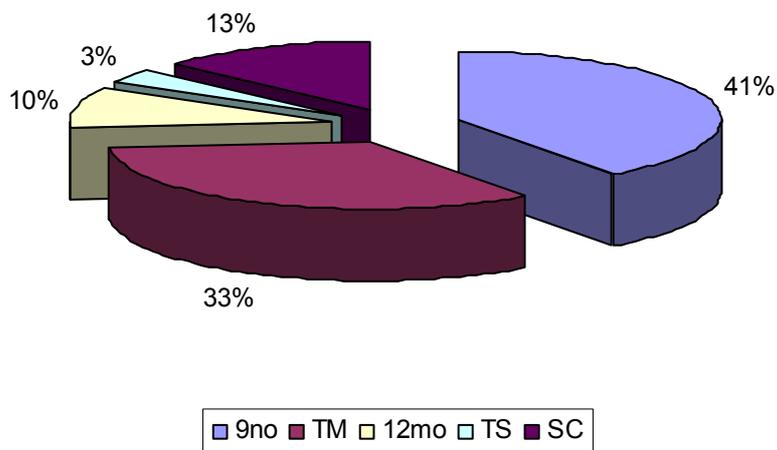


Figura 2.7 Gráfico del nivel escolar de los trabajadores.

Además se hizo un análisis en cuanto a la calificación de los trabajadores y se pudo observar en las (figuras 2.8 y 2.9) que a pesar de que el nivel escolar es bajo la calificación de los obreros es más bien alta, pero hay que señalar que la plantilla del taller no está totalmente cubierta, afectando el funcionamiento óptimo del taller y para esto se relacionaron en la (tabla 2.2) que aparece más adelante las plazas que faltan completar.

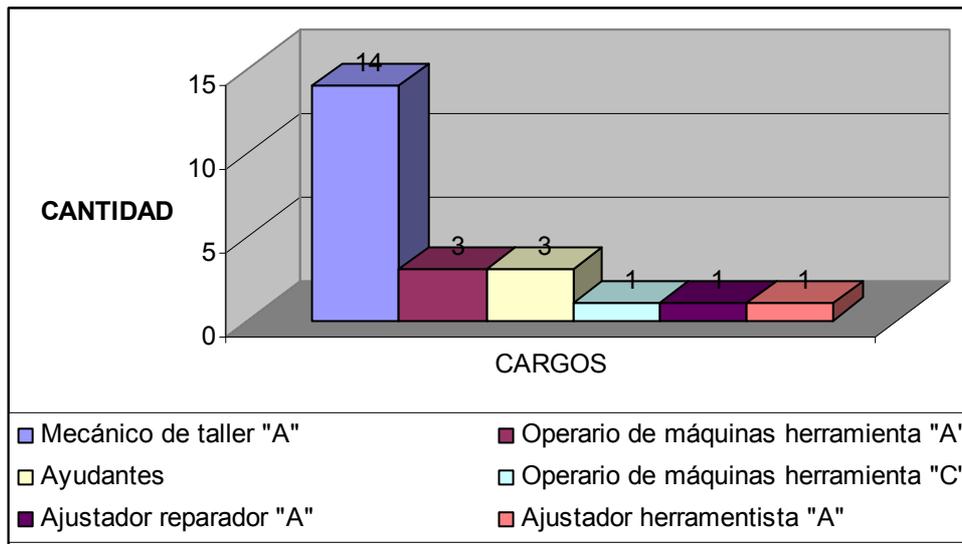


Figura 2.8 Gráfico que muestra la calificación de los trabajadores

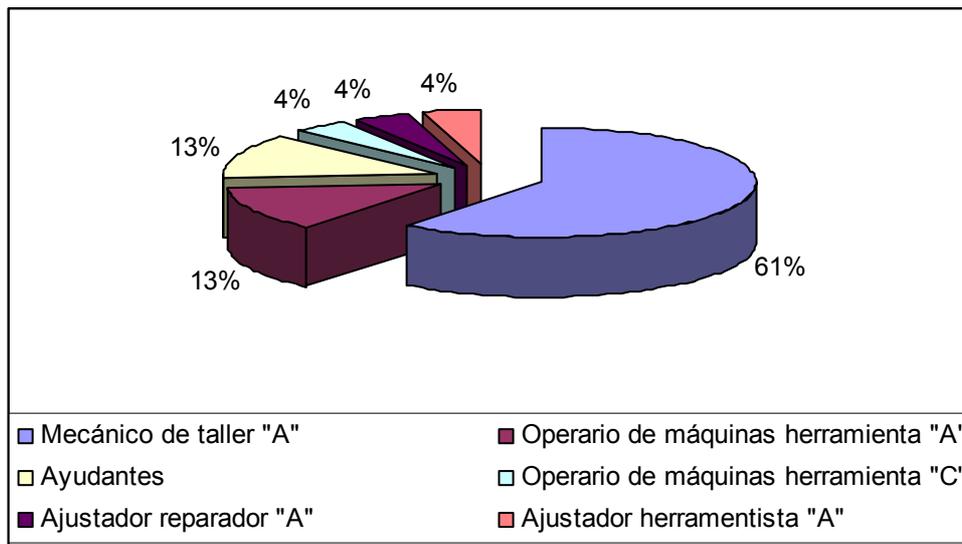


Figura 2.9 Gráfico que muestra la calificación de los obreros en el taller

Tabla 2.2 Plazas vacantes en el taller de maquinado

PLAZAS	CANTIDAD
Técnico en maquinado	1
Jefe de brigada	1
Mecánico de taller "A"	3
Operario de máquinas herramientas "A"	1
Operario de máquinas herramientas "C"	3
Ayudante	1
Total	10

En el análisis que se realizó para determinar el nivel de experiencia en los trabajadores del taller como se observa en las (figuras 2.10 y 2.11) los resultados arrojaron que sólo el 23% de los trabajadores en el taller tienen entre 25 y 30 años de experiencia en la labor, el 44% posee entre 14 y 24 años de experiencia laboral y 33% entre 1 y 10 años de experiencia, de lo que se puede concluir que el nivel de experiencia promedio entre los trabajadores es alto.

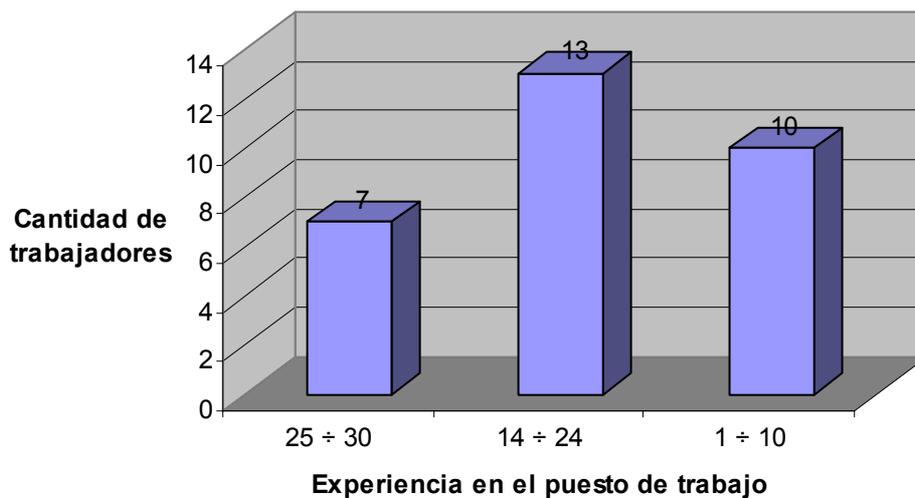


Figura 2.10 Gráfica de la experiencia de los trabajadores en su puesto de trabajo.

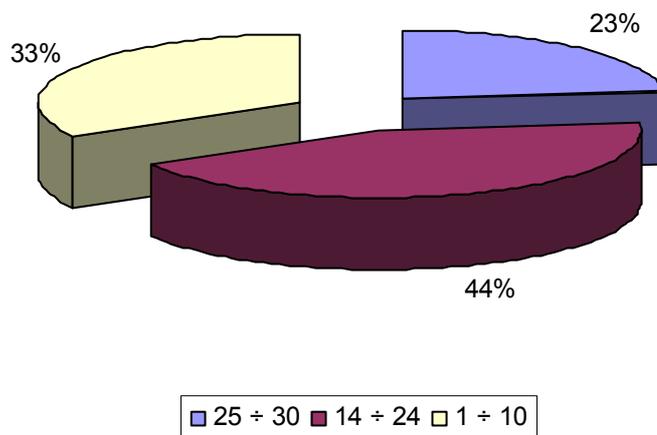


Figura 2.11 Gráfico de la experiencia de los trabajadores en su puesto de trabajo.

De esta forma se ha hecho un diagnóstico con el objetivo de conocer las principales causas que dan origen a los problemas de calidad en las producciones del taller.

2.3.2 Propuesta para la solución de los problemas de calidad de las producciones en el taller de maquinado

Atendiendo al interés expresado por la dirección de la empresa y de la división de máquinas agrícolas, se ha realizado una propuesta que pretende dar solución a los problemas de calidad en las producciones mecánicas del taller de maquinado. Teniendo en cuenta su objetivo principal que es el perfeccionamiento continuo de la calidad.

2.3.3 Propuesta para implementar un Comité de Calidad

El comité de calidad de estar constituido por un grupo de aproximadamente seis integrantes el mismo debe tener una estructura como se muestra a continuación:

- Jefe administrativo. Un representante de la administración, es decir, alguien con autoridad administrativa en la organización.
- Coordinador. Un representante del área de calidad, en este caso el técnico de control de la calidad.

- Responsable. Este será elegido por los propios miembros., y representa al comité ante todas las partes interesadas internas.
- Miembros. Estos deben estar asociados preferiblemente a un mismo proceso, o de una misma área de trabajo.

Su función consiste en identificar, seleccionar y analizar problemas y posibilidades de mejora relacionados con su trabajo, con el debido consentimiento de la dirección.

El comité de calidad se establece con el objetivo de lograr un mayor protagonismo del personal, un amplio desarrollo de los trabajadores y generar beneficios tangibles.

Se recomienda comenzar con programas sencillos, que faciliten la familiaridad de los miembros con las técnicas y ambiente nuevo del comité al que no están acostumbrados.

Estos harán uso de las siguientes técnicas:

- Técnicas de registro de la información.
- Muestreo.
- Análisis de Pareto.
- Diagrama causa-efecto.

Estas técnicas son las que a continuación se utilizan para desarrollar toda la propuesta que se ha propuesto para dar respuesta al problema.

2.3.4 Determinación de las áreas de organización que serán objeto de análisis

Primeramente es apropiado establecer bien las bases para realizar un buen control en el taller, organizándose en base a tres categorías fundamentales con sus correspondientes criterios y haciéndolo girar en el sentido correcto para que sea un proceso de mejora continua como se muestra en la figura 2.10.

1. Determinar síntomas y causas. (PLANEAR).
2. Organizar y capacitar. } (HACER).
3. Actividades de mejora. }
4. Comprobar resultados. (VERIFICAR).

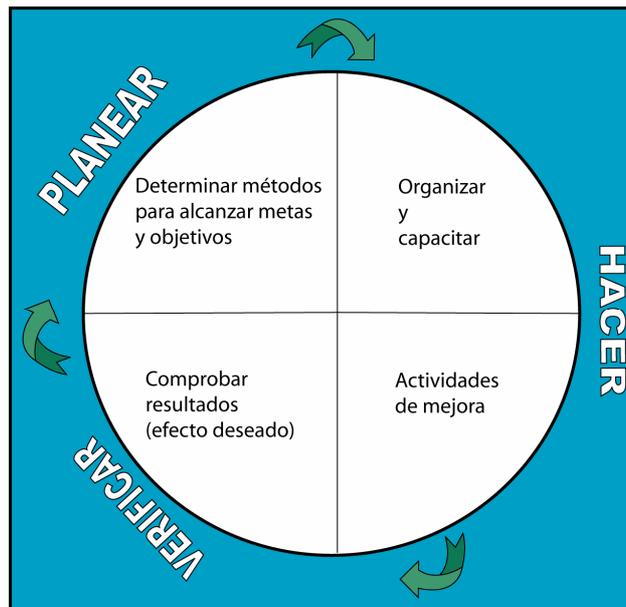


Figura 2.10 Círculo de control de Deming [Adaptado de Ishikawua, 1988]. Seguidamente se hace una breve explicación de los criterios y subcriterios para una mejor comprensión.

1. *Determinar métodos para alcanzar metas y objetivos.* Esto permite ver de qué modo y desde qué área del trabajo pueden actuar las posibles causas.
2. *Organizar.* Se analiza si los campos de responsabilidad y autoridad están claramente definidos y cómo se promueve la cooperación entre los trabajadores. También se examina cómo está organizado el taller para llevar a cabo el control de la calidad en las producciones. El criterio organización se subdivide en tres subcriterios:
 - a. Situación de las actividades de comités y grupos de mejora.
 - b. Claridad de la autoridad y responsabilidad.
 - c. Situación de las actividades del personal.

Capacitar. Los superiores tienen la función de educar y desarrollar a sus subalternos. El superior deberá educar a los subalternos de manera personal, en el trabajo práctico. Una vez que el subalterno ha sido educado, se le delega autoridad y se le da libertad para hacer su trabajo.

3. *Actividades de mejora.* Se examina como se seleccionan y analizan los problemas críticos o no relativos a la calidad y cuál es el uso que se hace de estos análisis. Se examinan los métodos empleados y el uso

que se hace de las herramientas estadísticas. El criterio “actividades de mejora” se divide en cinco subcriterios:

- Métodos de selección de temas (problemas importantes y asignación de prioridades).
 - Enlace entre los métodos analíticos y la tecnología.
 - Utilización de los resultados de los análisis.
 - Situación de la confirmación de los resultados de mejoras y su transferencia a actividades de mantenimiento y control.
 - Contribución de las actividades de los Círculos o comités de calidad.
4. Comprobar los resultados. Se examinan los resultados producidos en la calidad de las producciones. Se comprueba también si ha existido mejora en las producciones desde el punto de vista de la calidad, del coste y de la cantidad. El criterio “resultados” se divide en cuatro subcriterios:
- Resultados tangibles (como calidad, entrega, costes, beneficio, seguridad).
 - Resultados intangibles (como motivación y modo científico de pensar de los directivos y trabajadores del taller).
 - Métodos para medir y mantener los resultados.
 - Satisfacción de los clientes tanto internos como externos y de los empleados.

Cuando se tomen las acciones correspondientes es imprescindible tener en cuenta los siguientes aspectos:

- No enojarse con los subalternos cuando se equivocan.
- Si usted frecuentemente tiene la excusa “no sé”, es porque no tiene un concepto cabal del control.
- Tomada una acción hay que verificar su efecto y luego verificarlo nuevamente para ver si hemos impedido la repetición de errores.
- Si ponemos en práctica la prevención de repeticiones, el progreso y el avance se notarán poco a poco.

Si en los cuatro pasos anteriores se emplean métodos estadísticos, el proceso se convierte en control estadístico. Respecto a la calidad se convierte en

control de la calidad estadístico y respecto al costo se convierte en control estadístico de costos.

2.3.5 Disposición ordenada de teorías a través de un diagrama causa-efecto

La elaboración del la espina de pescado de Ishikawua como también le podemos llamar para este caso se hace con el objetivo de establecer de manera clara y objetiva las principales causas que originan el problema, para que se entienda mejor el mismo lo podemos observar en la Figura 2.11.

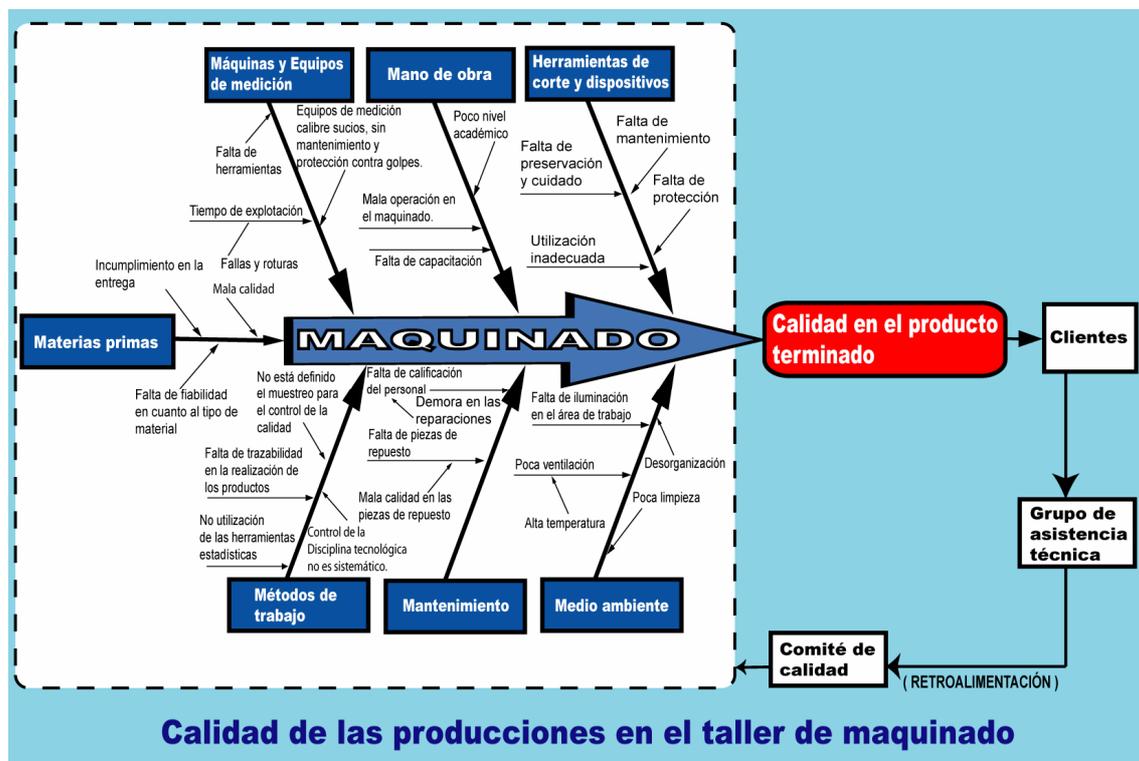


Figura 2.11 Diagrama de Ishikawua, 1988. [Adaptado por el autor]

Con esta técnica se analizan las causas principales y subcausas que originan el problema en el taller las mismas se señalan a continuación:

- Materia prima (piezas en bruto).
- Máquinas y equipos de medición.
- Mano de obra.
- Herramientas de corte y dispositivos.
- Métodos de trabajo.
- Mantenimiento.
- Medio ambiente.

Estas causas y subcausas anteriormente expuestas al eliminarlas obtendríamos el efecto deseado que sería el perfeccionamiento de la calidad de los productos terminados que se les ofertan tanto a clientes internos como externos, para esto se propone realizar el control de calidad en cada uno de estos factores. Con el empleo de este diagrama se amplía la visión, enriqueciendo su análisis y la identificación de soluciones, conduce a modificar procedimientos, métodos, costumbres, actitudes o hábitos. La variabilidad de las características de calidad es un efecto observado que tiene múltiples causas que generan la fluctuación o dispersión de dichos valores.

2.3.6 Elaboración del diagrama de Pareto

El análisis de Pareto consiste en listar los factores que contribuyen a un problema y jerarquizarlos de acuerdo a su magnitud en la generación del problema ver figura 3.3 para una descripción detallada de la técnica. En muchas situaciones una pequeña cantidad relativa de causas es la que contribuye a un porcentaje relativamente alto del problema de calidad, para que el mejoramiento tenga impacto y se pueda reducir sustancialmente el problema de calidad el esfuerzo debe dirigirse hacia los más importantes. Se debe utilizar el análisis de Pareto para estratificar los elementos que más contribuyen al deterioro de la calidad. Usando esta estratificación con el análisis de Pareto los procesos y/o actividades que contribuyen al descenso de la calidad en las producciones pueden ser identificados ubicando el esfuerzo en algún proyecto de mejoramiento que tendrá un gran impacto en el aumento de la calidad en el taller, y por ende productos que se ajusten a la conformidad con requerimientos. Partiendo de una serie de datos recogidos durante la investigación realizada en el taller de maquinado, donde se obtuvo una muestra de los principales defectos y sus causas como se muestra a continuación en la Tabla 2.2 para poder elaborar el diagrama de Pareto con el objetivo de agrupar las causas en Pocos vitales y Muchos triviales.

Tabla 2.2 Hoja de registro

Clasif.	Subcausas	Variable independiente	Frecuencia
A	Falta de piezas de repuesto	Mantenimiento	13
B	Falta de protección contra golpes	Máquinas y equipos de medición	52

C	Falta de herramientas y utilización inadecuada.	Herramientas de corte y dispositivos	52
A	Falta de calificación del personal	Mantenimiento	5
D	Falta de control de la disciplina tecnológica	Métodos de trabajo	20
E	Incumplimiento en la entrega	Materia prima	2
F	Demora en las reparaciones	Mantenimiento	3
G	Mala operación de maquinado	Mano de obra	1
G	Mala calidad en las piezas de repuesto	Mantenimiento	2
H	Falta de iluminación	Medio ambiente	1
I	Poca limpieza.	Medio ambiente	1
I	Falta de mantenimiento	Herramientas de corte y dispositivos	2
J	Poca ventilación	Medio ambiente	1
I	Equipos de medición y calibre sucios	Máquinas y equipos	6
K	Mala calidad.	Materia prima	192
L	Falta de fiabilidad en cuanto al tipo de material.	Materia prima	105
M	Falta de muestreo para el control de la calidad	Métodos de trabajo	15
J	Fallas y roturas	Máquinas y equipos de medición	22

Luego de recopilar los defectos y sus causas en el taller de maquinado se encontró que en la categoría de causas habían trece elementos que contribuían a que esta categoría fuese la que ocasionaba más problemas. Se utilizó una lista de chequeo y se recolectaron las frecuencias de los elementos. El resultado del estudio, en forma de una tabla de Pareto se presenta en la Tabla 3.3. A los elementos se le asignan letras de la "A" a la "M". Obsérvese que la tabla de Pareto contiene los tres elementos básicos descritos anteriormente. La primera columna presenta la lista de elementos que contribuyen al problema (13 elementos), en orden jerárquico basándose en las magnitudes. La segunda y tercera columnas presentan el tamaño de la contribución, tanto en frecuencias como con su porcentaje del total. La cuarta

columna muestra el tanto por ciento acumulado del total. Esta columna es la clave del análisis de Pareto. Observemos que los primeros cuatro elementos generan un porcentaje acumulado del 81% del total de causas que producen el problema. Estos elementos se convierten en “Pocos vitales”. Basado en los mismos datos de la figura 3.3 obtenemos el diagrama de Pareto. En el eje horizontal tenemos los 13 elementos, ubicados de acuerdo a su contribución del gran total. La altura de cada barra se relaciona con el eje vertical y muestra las frecuencias de las ocurrencias. La curva se relaciona con el eje de la derecha donde se tienen los porcentajes acumulados del total. Obsérvese como empieza a cambiar la pendiente de la curva después de la cuarta categoría, en el elemento “C”. Este cambio en la pendiente de la curva representa el límite entre los “Pocos vitales” y los “Muchos triviales”. El análisis de Pareto permitió centrarse solamente en aquellos elementos vitales que tendrán el mayor impacto en la mejora continua de la calidad. Primeramente se construye la tabla de frecuencias con ayuda del tabulador electrónico Excel empleando las columnas frecuencia, porcentaje y porcentaje acumulado; luego se calcula el porcentaje y después el porcentaje acumulado como se puede observar en la Tabla 2.3:

Tabla 2.3 Calculo del porcentaje y porcentaje acumulado.

Causas	Frecuencia	Por ciento (%)	Acumulado (%)
K	192	39	39
L	105	21	60
B	52	11	71
C	52	11	81
J	23	5	86
D	20	4	90
A	18	4	93
M	15	3	96
I	9	2	98
F	3	1	99
G	3	1	99
E	2	0	100
H	1	0	100
Total	495	100	

Con la ayuda de esta tabla y utilizando sus datos se pudo obtener el diagrama donde se puede hacer una lectura fácil sobre cuáles deben ser las causas del

problema que deben ser atacadas mediante un plan de mejoras, como se muestra en la Figura 2.12.

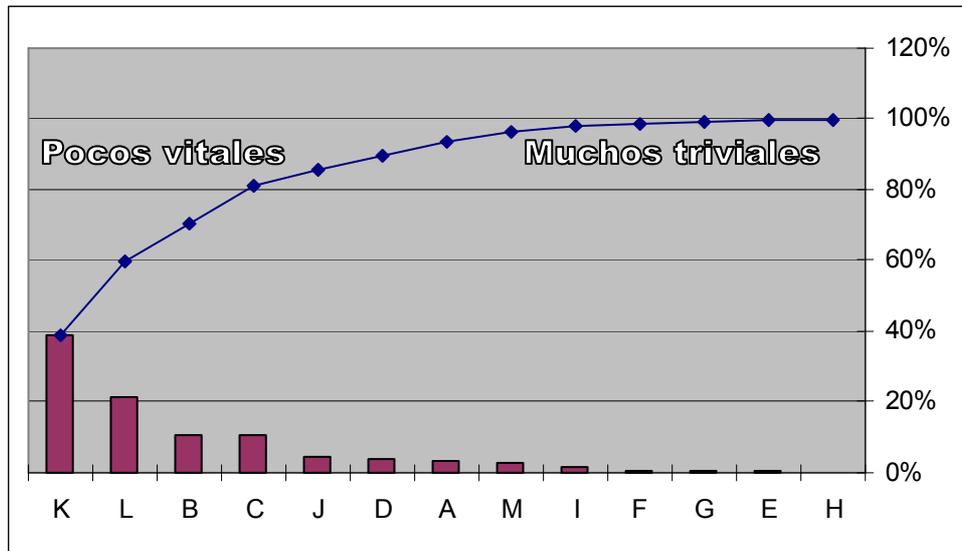


Figura 2.12 Diagrama de Pareto.

El empleo de esta herramienta permitió visualizar que el 81% de los defectos están contenidos en K y L, y en menor medida B y C, por tanto, si se eliminan estas causas desaparecerán la mayor parte de los problemas de calidad.

2.3.7 Diagrama de flujo

El diagrama de flujo es una representación gráfica de la secuencia de pasos que aquí se utilizan para obtener un resultado deseado, que para el caso del taller de maquinado sería el perfeccionamiento continuo de la calidad en las producciones, como se puede observar en la figura 2.13. La utilización de esta herramienta de trabajo será beneficiosa para el desarrollo de los proyectos abordados por los equipos y grupos de mejora y por todos aquellos individuos o departamentos que estén implicados en la mejora de la calidad, el mismo proporciona información sobre el proceso de forma clara, ordenada y concisa. Particularmente el objetivo del empleo de esta herramienta consiste primeramente en detectar fallas en el proceso en general del taller y a partir de ahí ir analizando y mejorando a la vez cada detalle, para al final obtener una mejor organización en el proceso y por ende una mejora continua de la calidad en las producciones del taller.

Análisis del proceso antiguo

El mismo comienza cuando llegan las piezas en bruto al taller procedente de otro taller como puede ser por ejemplo el taller de Corte. Anteriormente este proceso no se realizaba con rigurosidad sin darse cuenta que de este paso dependía la calidad durante la parte restante del procedimiento, de no cumplir con las especificaciones se devolvían al taller emisor, de aquí seguían hacia el almacén y luego el tecnólogo realizaba las instrucciones tecnológicas para los diferentes puestos de trabajo sin tener en cuenta la herramienta de corte a utilizar según material de la pieza en bruto y además del empleo de la computación y los diferentes software para el cálculo de los regímenes de corte.

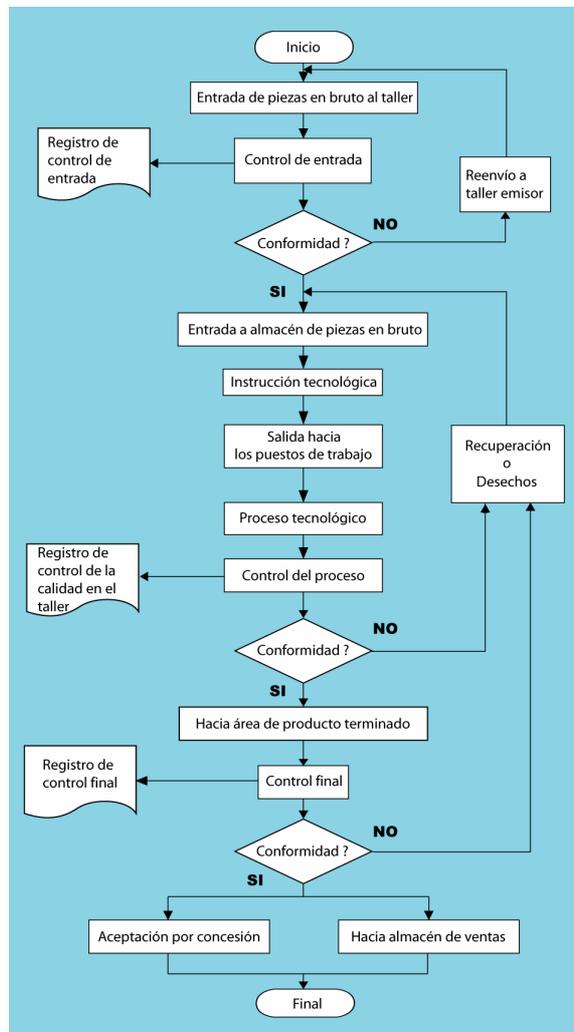


Figura 2.13 Diagrama de flujo del taller de maquinado.

Después el planificador distribuye las piezas con las instrucciones por los puestos de trabajo para que los operarios hagan el proceso tecnológico correspondiente, durante el mismo se le hace un control de proceso por el técnico de control de la calidad, no llevándose a cabo en cada paso tecnológico según complejidad de la pieza, y no teniendo definido el tipo de muestreo para realizar la inspección, si existen no conformidades se analiza que tipo de no conformidad es y se le da el tratamiento correspondiente que puede ser recuperación o desecho, una vez, si es para reproceso retorna al almacén de piezas en bruto y el tecnólogo registra la tecnología de recuperación y se calcula el costo y se suma a los costos de calidad del mes y en el caso que sea desecha el tecnólogo del taller registra todas las operaciones hasta donde se produjo la no conformidad o defecto incluyendo el material y también se calcula el costo y el mismo se le suma a los costos de calidad del mes. En el próximo paso las piezas terminadas van hacia el área de productos terminados donde el técnico de control de la calidad examina las piezas si cumplen con las especificaciones continúan hacia el almacén de ventas, para el caso que sea de aceptación por concesión el cliente valora la no conformidad y si está de acuerdo en llevarla firma un documento como constancia y este es todo el proceso en el taller. Como se puede observar existen una serie de dificultades que traen como consecuencia la variación de las características de calidad de los productos.

Análisis del la propuesta del nuevo proceso

Este inicia cuando se realiza la recepción de las piezas en bruto, estas provienen mayormente del taller de Corte. Inmediatamente se reúnen los factores que en este caso deben ser el técnico de control de calidad, la tecnóloga, el jefe de taller y el comité de calidad, se hace hincapié en el control de entrada ya que de este depende en un gran porcentaje el cumplimiento de las especificaciones del producto terminado, para esto primeramente se busca el plano original del grupo de ingeniería y desarrollo por si ha ocurrido algún cambio esto debe informarse previamente por el departamento de producción al taller de corte y conformado y el mismo lo transmita al taller de maquinado, seguidamente se realiza el muestreo por atributos según norma ISO 2859-1-99 y la que establece el nivel de calidad aceptable para la inspección lote a lote y los resultados, se le realiza a la muestra un análisis metalográfico y químico y

se recogen en el registro de control de entrada como se observa en la siguiente figura:

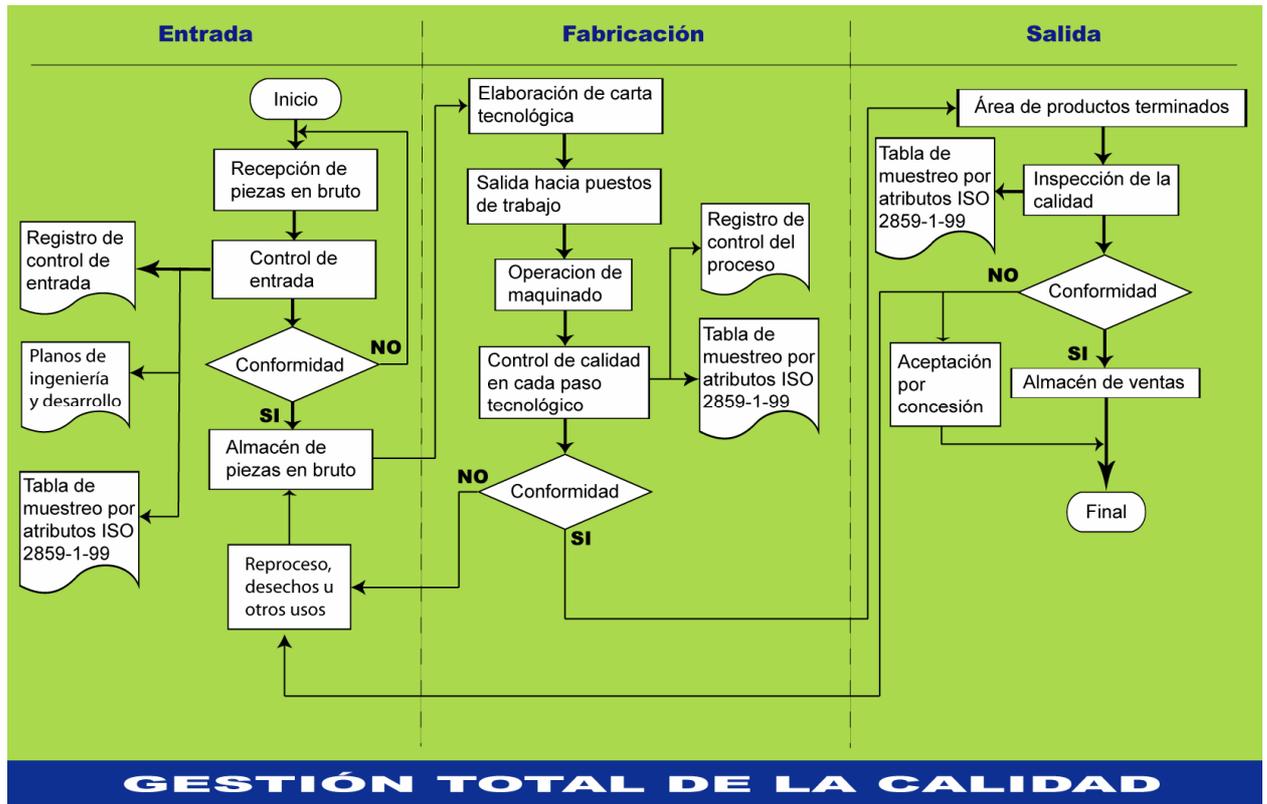


Figura 2.14 Diagrama de flujo del taller de maquinado.

Durante el proceso de fabricación las piezas van hacia el almacén y de aquí son distribuidas por el planificador por los diferentes puestos de trabajo luego de la tecnóloga haber elaborado la carta tecnológica con el objetivo de realizar las operaciones de maquinado, donde a pesar de que cada operario es controlador de la calidad, pues el técnico de control de la calidad realiza el control del proceso, donde se controla por paso tecnológico según la complejidad de la pieza a fabricar y se analiza con el comité de calidad, aquí también se aplica el muestreo por atributos como vimos anteriormente. De haber piezas no conformes que no sobrepasen el nivel de aceptación de calidad del lote, a las mismas se les da el tratamiento correspondiente, es decir, recuperación, desecho u otros usos.

Por último en el área de productos terminados se realiza la inspección de la calidad a toda la producción, si hubieran piezas que se rechacen, independientemente de todo el procedimiento anterior, entonces existe la aceptación por concesión para el caso de las piezas de repuesto donde el cliente manifiesta que está de acuerdo en llevarla y el mismo firma un

documento legal como constancia y luego se procede a efectuar el cobro solamente en moneda nacional.

2.3.8 Plan de medidas para la solución de los problemas detectados en la producción

Como medidas que se proponen para eliminar los problemas de calidad en la producción del taller está lo siguiente:

- Adoptar un procedimiento de muestreo para la inspección por atributos donde se selecciona según el modo de producción que se lleva a cabo en el taller y se propone una tabla según la norma ISO 2859-1-99 Nivel de calidad aceptable (NCA) para la inspección lote a lote la misma se puede observar en el (anexo 4).
- Realizar durante la operación de maquinado de las piezas el control por cada paso tecnológico según la complejidad de la pieza, esto debe quedar bien definido en la carta tecnológica, así como el tipo de herramienta de corte a emplear según el tipo de material de la pieza en bruto.
- Emplear las herramientas estadísticas con el objetivo de determinar las causas y los síntomas y así poder eliminar los problemas de calidad.
- Lograr la trazabilidad de las producciones en el taller.
- Lograr que las condiciones tanto en el área del taller como en los puestos de trabajo, así como una iluminación óptima y una mejor ventilación como factores que inciden de manera directa en la calidad de la producción.
- En cuanto al mantenimiento identificar, limpiar, conservar los dispositivos y equipos tecnológicos, con respecto a los equipos de medición y calibres organizar, controlar, proteger con grasa, separarlos del estante con cartón o plástico en el Pañol del taller.
- Hacer una mejor selección de los proveedores respecto a la calidad de las piezas de repuesto que se adquieren para la reparación de las máquinas herramienta, además se requiere de capacitar mejor al

personal que realiza esta tarea con el objetivo de minimizar el tiempo de reparación de las máquinas y tener una mejor disponibilidad en el taller.

- Hacer un riguroso análisis a la hora de llevar a cabo el control de entrada las piezas en bruto que vienen con tratamiento térmico, por ejemplo hacer un análisis metalográfico y químico de dichas piezas, ya que de esto depende en gran medida la calidad de las producciones y la disminución de los costos.
- Tener en cuenta para el grado de correspondencia no solo la exactitud de la dimensión de las superficies sino también otros aspectos tales como:
 - ⇒ La exactitud de la forma geométrica de las superficies
 - ⇒ Rugosidad de las superficies
 - ⇒ La exactitud de la posición mutua de las superficies

Por último, es de suma importancia la capacitación y la superación en cuanto a nivel académico de la mayoría de los trabajadores, a pesar de que en estos momentos se encuentran estudiando para alcanzar el 12^{mo} grado tres trabajadores y el nivel superior tres trabajadores, pero aún es insuficiente si se compara con el 41% que solamente poseen el 9^{no} grado y un 13% sin calificación.

2.3.9 Expectativas con los resultados de la propuesta

- Mayores niveles de calidad.
- Mayores volúmenes de producción.
- Mayor eficiencia en los costos de producción.
- Demanda constante y homogénea.
- Penetración de nuevos mercados.
- Ampliar posibilidades de exportación y sustitución de importaciones.

En la primera parte de este capítulo se realizaron las caracterizaciones de la empresa, la división y el taller como parte de un estudio preliminar para luego entrar en un análisis más detallado a través del diagnóstico y dejar establecido de una manera explícita la propuesta correspondiente a la solución de los problemas de calidad en las producciones del taller de maquinado, donde a

través de un modelo elaborado mediante la recopilación y adaptación de varias teorías de la que se creó una propuesta adecuada para darle respuesta a dichos problemas de calidad, y también un sistema eficaz para integrar los esfuerzos en materia de desarrollo de calidad, mantenimiento de calidad y mejoramiento de calidad, realizado por la mayor cantidad posible de trabajadores en la organización, de lo que sea posible producir bienes a niveles más económicos y que sean compatibles con la plena satisfacción de los clientes, es decir, un sistema de gestión total de la calidad.

CONCLUSIONES

Al finalizar el trabajo se ha llegado a las siguientes conclusiones:

1. Se hizo un diagnóstico del taller que arrojó resultados a tener en cuenta para la solución del problema.
2. Se propuso la creación e implantación en el taller de un comité de calidad.
3. Se elaboró un Diagrama de flujo del taller a partir de las soluciones propuestas.
4. Se estableció un nivel de calidad aceptable mediante el procedimiento de muestreo por atributos para la inspección lote a lote.
5. Los resultados obtenidos para la implantación de este procedimiento en el taller se pueden generalizar para toda la empresa.

RECOMENDACIONES

Tomando como base el trabajo realizado se recomienda:

- Certificar el Sistema de gestión de la calidad ISO 9001: 2008.
- Tratar siempre el tema de la calidad como clientes internos y externos.
- Tener siempre vinculada la calidad con los costos de producción.
- Lograr anticipadamente la participación e involucramiento de la alta dirección en el la implantación de la propuesta, así como desarrollar una selección adecuada del personal que participará en todas sus fases de manera preliminar y luego hacerlo extensivo hacia todo el personal.
- Que esta sea una herramienta de trabajo para la toma de decisiones.
- Profundizar en el estudio de este trabajo para posteriores propuestas con el propósito de llevarlo a cabo en otras entidades del SIME.

BIBLIOGRAFÍA

- Alexander, Alberto G. La mala calidad y su costo. Wilmington, Delaware, U.S.A: Addison-Wesley Iberoamericana, S.A. 1994. 111p.
- Alvarado Chaves, Armando. Mecanización agrícola ¿Deterioro o conservación del suelo? Revista Tecnología en marcha, vol. 19-1, 2006.
- Castanyer Figueras, Francesc. Cómo mejorar la productividad en el taller. Editorial Alfaomega Marcombo 1999. p 125.
- Catálogo GMAC Grupo de la Maquinaria Agrícola.
- Colectivo de Autores. Temas de Gestión de la Calidad. La Habana marzo de 2005. p188.
- Crosby, P. Dinámica gerencial. México: Mc Graw Hill, 1980.
- Deming, W. E. Calidad, productividad y competitividad. La salida de la crisis. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, 1989.
- Egorov, M. E. V. I, Dementiev. V. L, Dmitriev. Tecnología de construcción de maquinaria. Ciudad de La Habana: Editorial Pueblo y educación, 1983. Parte 1.
- Feingenbaum, A. V. Control total de la calidad. Ingeniería y administración – La Habana: Editorial Revolucionaria, 1971 – 730 p.
- Hernández Sampier, Roberto. Metodología de la Investigación. Tomo 1. Editorial Félix Varela. La Habana, 2003.
- Hernández Sampier, Roberto. Metodología de la Investigación. Tomo 2. Editorial Félix Varela. La Habana, 2003.
- http://www.fundibeq.org/metodologias/herramientas/diagrama_de_flujo.pdf.
Cómo se construye un diagrama de flujo.
- <http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/eco/diagparetoexcel.pdf>.
Procedimiento para la elaboración del Diagrama de Pareto en MS Excel. Matías Sales.
- <http://www.monografias.com/trabajos42/diagrama-causa-efecto/diagrama-causa-efecto2.shtml>.
Cómo elaborar un diagrama causa-efecto. Ramírez, José.
- Ishikawua, Kaoru. ¿Qué es el control total de la calidad? La modalidad japonesa. Editorial Ciencias Sociales/ La Habana 1988. p 212.
- Juran, J. M. Gryna, F. M. Jr. Juran's Quality Control Handbook. Publisher Mc

Graw-Hill, 1988. Fourth Edition. 1808p.

NC ISO 2859-0: 2000 Procedimientos del muestreo para la inspección por atributos-parte 0: Introducción al muestreo por atributos.

NC ISO 2859-1: 2003 Procedimiento de muestreo para la inspección por atributos-parte 1: Esquemas de muestreo indexado por nivel de calidad aceptable para la inspección lote a lote.

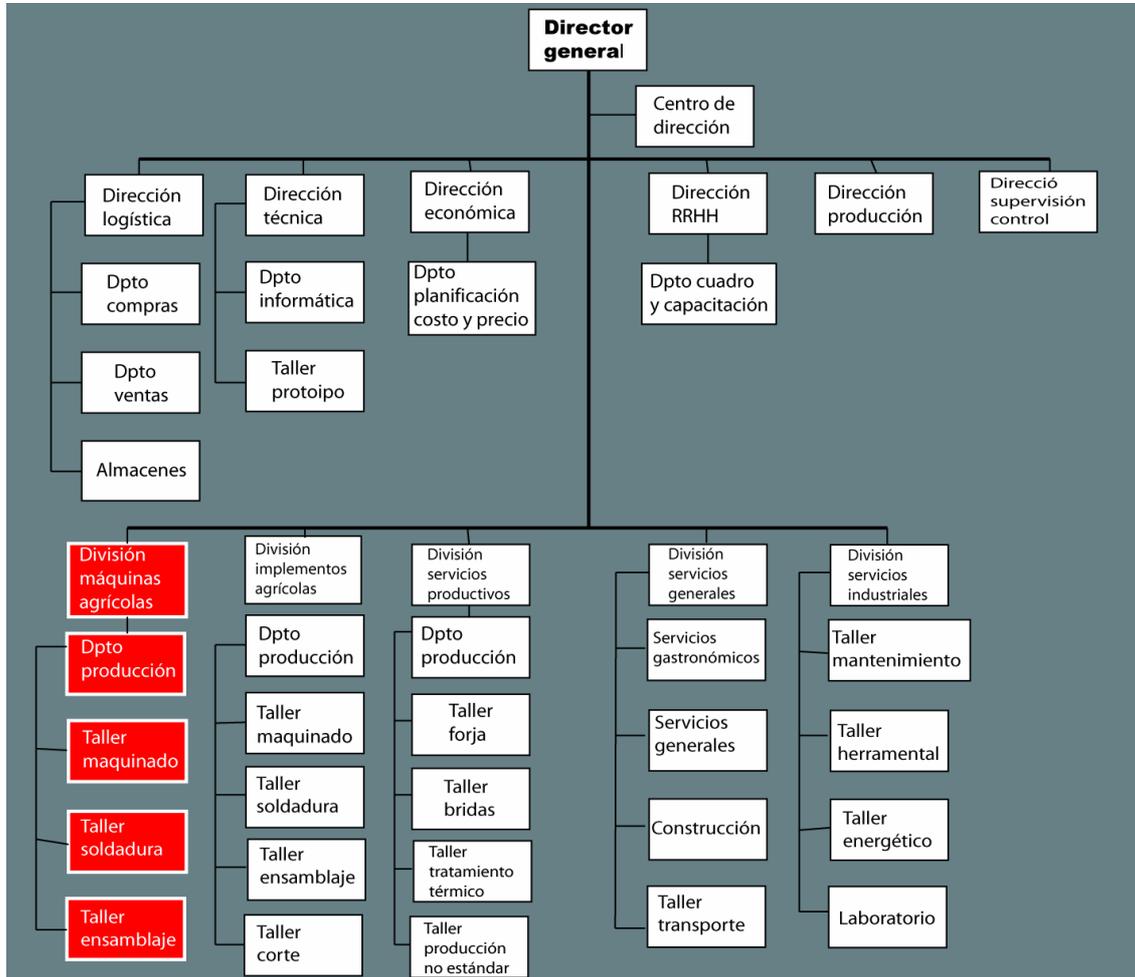
NC ISO 9000: 2000. Sistema de Gestión de la Calidad. Fundamentos y vocabulario.

NC ISO 9001: 2000. Sistema de Gestión de la Calidad. Requisitos.

Urquiada Mergarejo, Ibrahím. Tabloide, Cultura por la calidad. La Habana: Editorial Academia, 2006. 32 p.

ANEXOS

Anexo 1. Estructura de la empresa (estructura de la división)



Anexo 2. Plantilla del taller de maquinado

No.	Cargos y descripción	Fecha Ing.	Sexo	Cat.	Exp. Lab.	Grado
1	Pañolero	24-01-83	F	O	65012009453	9no
2	Mec. Taller "A"	9-08-86	M	O	64041011844	9no
3	J'Taller Maquinado	4-10-82	M	D	64052906329	TM
4	Mec. Taller "A"	1-Oct-07	M	O	66103109547	TM
5	Ajust.Herramientista "A"	10-Aug-82	M	O	58103007583	10mo
6	Mec. Taller "A"	25-May-81	M	O	61122320107	TM
	Mec. Taller "A"			O		
7	Especialista Superior Mecánico	1-Sep-95	F	T	71020625396	TS
8	Op.Grua Viajera	8-Jul-80	F	O	53031507472	9no
9	Ayudante	11-Sep-07	M	O	90081841261	9no
	Operario de Máquinas Herramientas "A "			O		
10	Ajustador Reparador "A "	8-Jul-85	M	O	62072008208	TM
11	Mec. Taller "A" (J' Brig)	9-Feb-96	M	O	70070214544	SC
	Tec. en Maquinado			T		
12	Operario de Máquinas Herramientas "A "	9-Oct-08	M	O	53012405603	9no
13	Operario de Máquinas Herramientas "A "	6-Jul-82	M	O	57070807344	SC
14	Operario de Máquinas Herramientas "C "	14-Sep-06	M	O	58070907143	TM
15	Operario de Máquinas Herramientas "A "	1-Oct-08	M	O	66072909248	9no
16	Ayudante	22-Nov-07	M	O	87082526869	12mo
17	Mec. Taller "A"	28-Jul-86	M	O	62102824504	9no
18	Ayudante	24-Feb-09	M	O	54020300507	9no
19	Mec. Taller "A"	21-Jul-88	M	O	70022608862	12mo
	Mec. Taller "A" (J' Brig)			O		
20	Mec. Taller "A"	1-Sep-90	M	O	68061213585	TM
	Ayudante			O		
21	Mec. Taller "A"	10-Jul-08	M	O	83062519406	TM
22	Téc. en Gestión de la Calidad	1-Aug-86	M	T	63120424709	TM
	Operario de Máquinas Herramientas "C "			O		
23	Mec. Taller "A"	5-Apr-94	M	O	72101913447	12mo
	Operario de Máquinas Herramientas "C "			O		
	Mec. Taller "A"			O		
24	Mec. Taller "A"	1-Oct-96	M	O	72081924388	TM
25	Mec. Taller "A"	1-Oct-96	M	O	74042414645	TM
26	Ayudante	27-Nov-07	M	O	74071414680	9no
27	Mec. Taller "A"	26-Apr-00	M	O	64050114586	9no
28	Auxiliar de Limpieza	1-Oct-96	F	S	59041011558	SC
	Operario de Máquinas Herramientas "C "			O		
29	Mec. Taller "A"	12-Feb-88	M	O	66102524443	9no
30	Mec. Taller "A"	28-Sep-92	M	O	61080713949	SC

SC: Sin calificación.

S: Servicio.

D: Directivo.

T: Técnico.

O: Operario.

Anexo 3. Máquinas herramienta del taller de maquinado.

No.	Denominación	Modelo	No.	Denominación	Modelo
1	Afiladora bilateral	3B634	33	Torno Revolver	1П365
2	Afiladora universal	4-G	34	Torno Revolver	1П365
3	Afiladora universal	3M642	35	Torno Semiautomático	1B284
5	Fresadora Centradora	MP71M	36	Torno Semiautomático	1B284
6	Fresadora Universal	6P13B	37	Torno Semiautomático	1H713
7	Fresadora Universal	6P12	38	Torno Universal	16K20
8	Fresadora Universal	6 P82	39	Torno Universal	16K20
9	Fresadora Universal	6P83	40	Torno Universal	16K20
10	Fresadora Universal	6P82	41	Torno Universal	16K20
11	Fresadora Universal	6P82	42	Torno Universal	16K20
12	Fresadora Universal	6P13	43	Torno Universal	C13B
13	Grúa Pescante	T3050	44	Torno Universal	CU502
14	Grúa Pescante	T3050	45	Torno Universal	CU502
15	Grúa Puente 2 T.	T332051120	46	Torno Universal	CU502
16	Grúa Puente 3.2 T.	T332051120	47	Torno Universal	1M63
17	Grúa Puente 3.2 T.	T332051120	48	Torno Vertical	1512
18	Mandrinadora	2706	49	Torno Vertical	1512
19	Rebordadora	MBD-3000	50	Amoladora	
20	Rectificadora Cilíndrica	3Y131	51	Amoladora	
21	Roscadora	5Д07	52	Amoladora	
22	Taladro columna	2H125			
23	Taladro columna	2H125			
24	Taladro columna	2H125T			
25	Taladro columna	PK031			
26	Taladro columna	2Г175			
27	Taladro radial	2M55			
28	Taladro radial	2M55			
29	Taladro radial	2M55			
30	Taladro radial	2M55			
31	Torno horizontal de 6 Husillos	1B240-6K			
32	Torno horizontal de 6 Husillos	1B265-6K			

Anexo 4 Tabla para el muestreo por atributos

Tamaño		Criterio		
<i>Lote</i>		<i>Muestra</i>	<i>A</i>	<i>R</i>
<i>Desde</i>	<i>Hasta</i>			
1	9	2	0	1
10	15	3	1	2
16	25	5	1	2
26	50	8	2	3
51	90	13	2	3
91	150	20	3	4
151	280	32	5	6
281	500	50	7	8
501	1200	80	10	11
1201	3200	125	14	15
3201	10000	200	21	22
Más de 10000		250	29	30