



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**INSTITUTO DE POSGRADO Y EDUCACION CONTINUA**

**“DESARROLLO DE UN MODELO DE CONTROL DE  
OPERACIONES CRÍTICAS DE AJUSTE PARA MEJORAR LA  
CALIDAD EN EL ENSAMBLE DE LOS VEHÍCULOS EN CIAUTO  
AMBATO”**

**AUTOR: Ing. Eddy Stalin Alvarado Pacheco**

**Trabajo de Titulación modalidad Proyectos de Investigación y Desarrollo,  
presentado ante el Instituto de Postgrado y Educación Continua de la ESPOCH,  
como requisito parcial para la obtención del grado de Magíster en GESTIÓN  
INDUSTRIAL Y SISTEMAS PRODUCTIVOS**

**RIOBAMBA- ECUADOR**

**Octubre - 2016**



# ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

## CERTIFICACIÓN:

EL TRIBUNAL DE TRABAJO DE TITULACIÓN CERTIFICA QUE:

El **Trabajo de Titulación** modalidad **Proyectos de Investigación y Desarrollo**, titulado “DESARROLLO DE UN MODELO DE CONTROL DE OPERACIONES CRÍTICAS DE AJUSTE PARA MEJORAR LA CALIDAD EN EL ENSAMBLE DE LOS VEHÍCULOS EN CIAUTO AMBATO”, de responsabilidad del Ing. Eddy Stalin Alvarado Pacheco, ha sido prolijamente revisado y se autoriza su presentación.

## TRIBUNAL

Ing. Fredy Proaño Ortiz PhD.  
PRESIDENTE

\_\_\_\_\_  
FIRMA

Ing. Pablo Sinchiguano Conde M.I.P.  
DIRECTOR

\_\_\_\_\_  
FIRMA

Ing. Carlos Santillán Mariño M.Sc.  
MIEMBRO

\_\_\_\_\_  
FIRMA

Ing. Jorge Freire Miranda M.Sc.  
MIEMBRO

\_\_\_\_\_  
FIRMA

Riobamba – Octubre 2016

## DERECHOS INTELECTUALES

Yo, EDDY STALIN ALVARADO PACHECO, declaro que soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en el **Trabajo de Titulación modalidad Proyectos de Investigación y Desarrollo**, y que el patrimonio intelectual generado por la misma pertenece exclusivamente a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

---

Ing. Eddy Stalin Alvarado Pacheco  
C.I. 070312998-1

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, EDDY STALIN ALVARADO PACHECO, declaro que el presente **Trabajo de Titulación modalidad Proyectos de Investigación y Desarrollo**, es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor/a, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este proyecto de investigación de maestría.

Riobamba, Octubre del 2016

---

Ing. Eddy Stalin Alvarado Pacheco  
070312998-1

## **DEDICATORIA**

Todos mis esfuerzos y sacrificios están dedicados a Dios en primer lugar y a toda mi familia que en cada instante de mi vida me han brindado su apoyo incondicional, y de forma muy especial a mi esposa y a mis hijas quienes me brindaron todo su apoyo.

Eddy Alvarado.

## AGRADECIMIENTO

Siempre muy agradecido con Dios por darme la oportunidad de desarrollarme académicamente, para el bien de toda mi familia.

Siempre estaré muy agradecido con mi esposa y mis hijas por el sacrificio de tiempo muy valioso que me permitieron tomar para dedicarlo al desarrollo de esta maestría y tesis.

Muy agradecido con el Ing. Pablo Cesar Sinchiguano por todo el apoyo, guía y respaldo brindado como tutor de esta tesis de grado, por guiarme en el desarrollo de la misma sin ninguna reserva.

A los Ingenieros, Jorge Freire y Carlos Santillán quiénes fueron parte fundamental en la terminación de este proyecto de tesis, debido al aporte de sus conocimientos como tutores.

Me es grato expresar mis agradecimientos al M.Sc. José Gavidia y familia por todo su apoyo durante el desarrollo de esta maestría, ha sido como un hermano apoyándome de forma incondicional.

Un agradecimiento muy especial al Ing. Juan Carlos Escobar Jefe de Manufactura de la empresa CIAUTO por todo su apoyo y permitirme ingresar a sus instalaciones y trabajar en el desarrollo de esta tesis.

Eddy Alvarado

## INDICE DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
CERTIFICACIÓN:.....	ii
DERECHOS INTELECTUALES.....	iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
INDICE DE CONTENIDOS .....	vii
INDICE DE GRAFICOS .....	xiii
INDICE DE TABLAS .....	xvi
INDICE DE ANEXOS.....	xvii
RESUMEN .....	xviii
ABSTRACT.....	xix
CAPÍTULO I .....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Problema de investigación.....	3
1.1.1. Planteamiento del problema.....	3
1.1.2. Formulación del problema.....	4
1.1.3. Sistematización del problema.....	4
1.1.4. Justificación de la investigación.....	4
1.1.5. Objetivos.....	5
1.1.5.1. Objetivo general.....	5
1.1.5.2. Objetivos específicos.....	5
1.1.6. Hipótesis.....	6

CAPITULO II .....	7
2. MARCO REFERENCIAL .....	7
2.1. Torque: conceptos y tipos.....	7
2.1.1. Torque Dinámico: .....	8
2.1.2. Torque Estático: .....	9
2.2. Operaciones críticas. ....	9
2.2.1. Operaciones Críticas de ajuste:.....	9
2.2.2. Clasificación de operaciones críticas:.....	9
2.3 Característica.....	10
2.3.1. Característica de la calidad .....	10
2.3.2. KPC: Característica critica del producto.....	11
2.3.3. KCC Característica critica de control .....	11
2.3.4. Proceso.....	12
2.3.5. Producto. ....	12
2.3.6. Tipos de juntas .....	13
2.4 MSA (Análisis del sistema de medición).....	14
2.4.1. Calidad de los Datos de Medición .....	14
2.4.1.1. Terminología .....	15
2.4.2. Valor de Referencia.....	17
2.4.3. Valor verdadero.....	17
2.4.4. Error de Medición. ....	17
2.4.4.1. Discriminación: .....	18
2.4.4.2. Exactitud: .....	18
2.4.4.3. Estabilidad:.....	19
2.4.4.4. Linealidad: .....	20
2.4.4.5. Repetibilidad o Precisión:.....	20
2.4.4.6. Reproducibilidad: .....	21
2.5. ESTUDIO DE REPETIBILIDAD Y REPRODUCIBILIDAD (R&R).....	22

2.5.1.	Por atributos.....	22
2.5.2.	Por variables.....	22
2.6.	Control de herramientas: .....	25
2.6.1.	Selección de Herramientas. ....	25
2.7.	Control estadístico del proceso.....	27
2.7.1.	Tipos de Datos.....	27
2.7.2.	Tendencia Central y Dispersión.....	29
2.7.2.1.	Mediciones de tendencia central.....	30
2.7.3.	Distribuciones No-Normales .....	31
2.7.4.	Rango y Desviación Estándar.....	32
2.7.5.	Errores Tipo I y Tipo II .....	34
2.7.6.	Índices de capacidad de proceso a corto plazo: .....	34
2.7.6.1.	Interpretación del índice Cp .....	36
2.7.7.	Grafica de control X-R.....	38
2.7.7.	Índices de capacidad de proceso a largo plazo: .....	48
2.8.	Prueba de error .....	50
2.8.1.	Qué es el Error: .....	50
2.8.2.	Qué es un Defecto. ....	51
2.8.3.	Propósito de una prueba de error. ....	51
2.8.4.	Beneficios de una prueba de error. ....	51
CAPITULO III.....		53
3.	DIAGNÓSTICO ACTUAL DEL PROCESO DEL CONTROL DE OPEERACIONES CRITICAS DE AJUSTE EN LA LINEA DE ENSAMBLE EN CIAUTO .....	53
3.1.	Antecedentes. ....	53
3.2.	Lógica de la Investigación.....	53
3.3.	Métodos.....	54
3.3.1.	Métodos teóricos a emplear.....	54

3.3.2.	Métodos empíricos a emplear.....	54
3.4.	Estructura del sistema actual de control de Calidad de la línea de Ensamble .....	55
3.5.	Descripción del sistema actual del Control de Calidad de la línea de Ensamble.....	55
3.5.1.	Planificación del control de operaciones críticas.....	56
3.5.2.	Elaboración de planes y cronogramas de trabajo.....	56
3.5.3.	Monitoria de Producto.....	56
3.5.4.	Monitoria de proceso.....	57
3.5.4.1.	Control del errorprofing de la herramienta.....	57
3.5.4.2.	Control del uso de la herramienta asignada en el proceso.....	58
3.5.4.3.	Actualización de Cartelera.....	58
3.5.4.4.	Control del seteo del herramental.....	58
3.5.4.5.	Conocimiento de del sistema CCO.....	59
3.5.5.	Reportes .....	59
3.5.6.	Solución de problemas.....	59
3.6.	Diagnóstico actual del control de Calidad en ajustes críticos .....	59
3.6.1.	Interpretación del checklist.....	61
3.6.2.	Interpretación resultados del checklist.....	61
CAPITULO IV.....		63
PROPUESTA DEL CONTROL DE AJUSTES CRÍTICOS DE CALIDAD PARA LOS VEHÍCULOS ENSAMBLADOS EN CIAUTO.....		63
4.1.	METODOLOGÍA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LAS OPERACIONES CRITICAS DE AJUSTE .....	63
4.2.	Propuesta de la metodología de control de Calidad.....	63
4.2.1.	Estructura del sistema de control de Calidad propuesto para la línea de Ensamble .....	63
4.2.2.	Estructura del sistema CCO para la línea de ensamble.....	64
4.3.	Planificación (Planes y cronogramas).....	65
4.4.	Hacer (control de producto y proceso).....	67

4.4.1.	Control de Producto.....	67
4.4.1.1	Definición de ajustes críticos:.....	67
4.4.1.2.	Creación de hojas CCO: .....	71
4.4.1.3.	Gráficos de Control: .....	74
4.4.1.4.	Calculo de Cp y Cpk .....	75
4.4.1.5.	Calculo de Pp y Ppk .....	81
4.4.2.	Control del Proceso. ....	85
4.4.2.1.	Control de herramientas .....	85
4.4.2.2.	Control de documentación.....	89
4.4.2.3.	Control de carteleras.....	94
4.4.2.4.	Control de MSA (Análisis del sistema de medición).....	95
4.5.	VERIFICAR.....	96
4.5.1	Reportes del sistema CCO.....	96
4.5.1.1.	Reporte de Cartelera CCO.....	97
4.5.2.2.	Reporte de incumplimientos al sistema. ....	97
4.6.	ACTUAR. ....	98
4.6.1.	Solución de problemas .....	98
4.6.1.1.	Cinco pasos. ....	98
4.6.1.2.	Criterios para no abrir un cinco pasos fase 0. ....	100
4.6.1.3.	Proceso 7 diamantes .....	100
4.6.1.4.	Análisis de la capacidad de procesos (ACP).....	103
4.6.1.5.	Plan de reacción y escalonamiento de alarmas. ....	104
4.6.1.6.	Comité CCO.....	105
4.7	RESULTADOS.....	105
4.7.1.	Previsión de la evaluación .....	105
4.7.2.	Método de evaluación de los datos .....	106
4.7.3.	Diagnóstico de los parámetros de control para el sistema CCO en la propuesta. ....	107
4.7.4.	Comprobación de la hipótesis.....	108

CONCLUSIONES .....	114
RECOMENDACIONES .....	115
GLOSARIO DE TÉRMINOS Y DEFINICIONES .....	116
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

## INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1-2. El Torque como un fenómeno físico. ....	7
Gráfico 2-2. Comportamiento de las fuerzas aplicadas en una junta. ....	8
Gráfico 3-2. Ejemplos de KPC. ....	11
Gráfico 4-2. Ejemplos de KCC. ....	11
Gráfico 5-2. KPC y KCC's dentro del proceso de ensamblaje del vehículo. ....	12
Gráfico 6-2. Caratula de reloj. ....	14
Gráfico 7-2. Representación gráfica de la medición. ....	15
Gráfico 8-2. Instrumento de medición. ....	15
Gráfico 9-2. Representación gráfica de un proceso de medición. ....	16
Gráfico 10-2. Patrón de calibración. ....	16
Gráfico 11-2. Patrón de calibración de torquímetro. ....	17
Gráfico 12-2. Exactitud. ....	19
Gráfico 13-2. Estabilidad. ....	20
Gráfico 14-2. Linealidad. ....	20
Gráfico 15-2. Repetibilidad o precisión. ....	21
Gráfico 16-2. Reproducibilidad. ....	21
Gráfico 17-2. Brazos articulados y balanceadores. ....	27
Gráfico 18-2. Representación de datos variables. ....	28
Gráfico 19-2. Representación de datos por atributos. ....	29
Gráfico 20-2. Tendencia central y la dispersión. ....	30
Gráfico 21-2. Distribuciones no normales. ....	32
Gráfico 22-2. Error tipo I y Tipo II. ....	34
Gráfico 23-2. Operación de una carta X-R. ....	39
Gráfico 24-2. Cambios detectados en la media por una carta X. ....	39

Gráfico 25-2. Cambios significativos en la dispersión R.....	40
Gráfico 26-2. Dos tercios en el tercio central. ....	47
Gráfico 27-2. Dos tercios fuera del tercio central.....	47
Gráfico 28-2. Fuentes de error. ....	50
Gráfico 1-3. Lógica de la investigación.....	53
Gráfico 2-3. Organigrama de Calidad. ....	55
Gráfico 3-3. Comprobación diaria de torques. ....	57
Gráfico 4-3. Verificación de torquímetro. ....	58
Gráfico 5-3. Auditoria CCO.....	60
Gráfico 6-3. Resultados Auditoria CCO.....	62
Gráfico 1-4. Organigrama de Calidad propuesto.....	64
Gráfico 2-4. Estructura CCO.....	64
Gráfico 3-4. Cronograma de Auditorias CCO.....	65
Gráfico 4-4. Horario de Auditorias CCO. ....	66
Gráfico 5-4. Plan y control de Monitorias CCO.....	66
Gráfico 6-4. Instrucciones de trabajo de fuente.....	67
Gráfico 7-4. Tipo de junta. ....	70
Gráfico 8-4. Método de evaluación del tipo de junta.....	71
Gráfico 9-4. Hoja CCO. ....	71
Gráfico 10-4. Toma de datos dinámicos.....	73
Gráfico 11-4. Toma de datos residuales. ....	73
Gráfico 12-4. Grafica de Control.....	74
Gráfico 13-4. Análisis de normalidad.....	76
Gráfico 14-4. Formato toma de datos Cp y Cpk.....	79
Gráfico 15-4. Base de cálculo de Cp y Cpk.....	80
Gráfico 16-4. Formato toma de datos Pp y Ppk.....	83
Gráfico 17-4. Base de cálculo de Pp y Ppk. ....	84
Gráfico 18-4. Registro de datos del proceso y laboratorio.....	86

Gráfico 19-4. Registro verificación de torquímetro inicio de turno.....	87
Gráfico 20-4. Rango de uso de una herramienta.....	88
Gráfico 21-4. Cuadro de estrategia de tecnología.....	90
Gráfico 22-4. Base de Cp y Cpk.....	92
Gráfico 23-4. Base de Cp y Cpk datos de la junta. ....	93
Gráfico 24-4. Cartelera ensamble.....	94
Gráfico 25-4. Cartelera de calidad.....	95
Gráfico 26-4. Reporte de incumplimientos. ....	97
Gráfico 27-4. Responsables de los 7 diamantes. ....	103
Gráfico 28-4. Método de evaluación de datos. ....	107
Gráfico 29-4. Checklist de evaluación actual. ....	107
Gráfico 30-4. Resultados de evaluación de datos. ....	108
Gráfico 31-4. Tabulación del peso. ....	110
Gráfico 32-4. Zona de aceptación de la H0. ....	112

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1-2. Tabla de capacidad de Herramientas. ....	26
Tabla 2-2. Valores del Cp y su interpretación. ....	37
Tabla 1-4. Códigos CCO por componentes. ....	68
Tabla 2-4. Códigos CCO por componentes. ....	69
Tabla 3-4. Listado de Ítems CCO modelo M4. ....	75
Tabla 4-4. Valores de Cp y su interpretación. ....	77
Tabla 5-4. Frecuencias de Auditorias de producto. ....	89
Tabla 6-4. Criterios de evaluación para tabulación de datos. ....	106
Tabla 7-4. Tabulación de resultados generales. ....	109
Tabla 8-4. Calculo de los grados de libertad. ....	110
Tabla 9-4. Calculo de Ji cuadrado ( $X^2$ ). ....	111
Tabla 10-4. Valores críticos de la distribución Ji cuadrado. ....	112
Tabla 11-4. Resultados. ....	112

## **INDICE DE ANEXOS**

ANEXO A. Factores para la construcción de las cartas de control.

ANEXO B. Estructura CCO Planta CIAUTO.

ANEXO C. Códigos CCO por componentes.

ANEXO D. Control de herramienta parte posterior hojas CCO.

ANEXO E. Registro de calibración de herramientas.

ANEXO F. Recomendaciones uso de herramientas.

ANEXO G. Rangos en Kg.cm de las pistolas Shutoff Uryu.

ANEXO H. Rangos en Kg.cm de llaves neumáticas angulares.

ANEXO I. Formato de Auditoria de Proceso.

ANEXO J. Base control de herramienta del Proceso.

ANEXO K. Base Monitoria de Proceso.

ANEXO L. Formato 5 pasos.

ANEXO M. Formato análisis de capacidad de proceso (ACP).

ANEXO N. Hoja de diagnóstico del proceso.

ANEXO O. Plan de reacción CCO.

ANEXO P. Escalonamiento de alarmas CCO.

ANEXO Q. Mesa de análisis MSA CIAUTO.

ANEXO R. Formato toma de datos análisis MSA CIAUTO.

ANEXO S. Base de cálculo MSA CIAUTO.

ANEXO T. Estatus resultados MSA.

## RESUMEN

El objetivo fue desarrollar un modelo de control de operaciones críticas de ajuste para mejorar la calidad en el ensamble de los vehículos en CIAUTO Ambato. El principal enfoque está en los procesos de ajuste dentro del ensamblaje de un vehículo, de una gran cantidad de juntas que tiene una unidad. Este documento se enfoca en dos indicadores principales, Capacidad de proceso a corto plazo ( $C_p$ ,  $C_{pk}$ ) y Capacidad de proceso a largo plazo ( $P_p$ ,  $P_{pk}$ ), de estos dos indicadores el principal será  $C_p$  y  $C_{pk}$ , indicador de corto plazo que nos mostrara el nivel de calidad sigma que tiene la planta, como base para este indicador se sugiere comenzar con un valor de 1.33 como objetivo de nivel de calidad sigma lo que nos posiciona en el nivel 4 de calidad. Para un mejor entendimiento de la metodología se ha estructurado según el ciclo Planear, Hacer, Verificar y Actuar (PHVA), dentro del planear se ha considerado todo lo que el Auditor CCO planifica para sus actividades, en el hacer, se involucran actividades como toma de datos, graficas de control, generación de documentación y control de la misma, en la parte del verificar, están todos los indicadores, por último esta actuar, en esta categoría se coloca de forma documentada cada una de las mejoras propuestas. Con la implementación de esta metodología de un sistema implementado en un 6% se logró llegar a un 74% de implementación lo que se refleja en mejora de calidad. Es importante resaltar que el sistema CCO no es una herramienta correctiva por el contrario es preventiva. El liderazgo tiene que garantizar que la metodología se mantenga activa, esto se puede obtener con un control cruzado entre las áreas involucradas.

**Palabras claves:** <TECNOLOGIA Y CIENCIAS DE LA INGENIERIA>, <TECNOLOGIA DE LOS PROCESOS INDUSTRIALES>, <MERCADO AUTOMOTRIZ>, <CONTROL DE CALIDAD>, <CALIDAD 6 SIGMA>, <MEJORA CONTINUA>

## **ABSTRACT**

The objective of this research was to develop a model of critical operation of setting control, to improve the quality in the assembly of CIAUTO vehicles from Ambato city. The main focus is on the adjustment process of the Assembly of a vehicle, from a large number of boards that has a unit. This document focuses on two main indicators, The Short-Term process capacity (St, Stc) and long Term (Lt, Ltc) process capacity, from these two indicators, the man indicator will be the Short-term process capacity. This indicator will show us the sigma quality level that the commercial has. As base for this indicator is suggested to start with a value of 1.33 as objective of level of quality sigma, this one will allow us to be positioned in level 4 of quality. For a better understanding of the methodology, it was structured according to the Deming or Plan cycle: plan – do – check – act (PDCA). In the plan part, it is considered everything that the CCA Auditor plans for his activities. The do part involves activities such as data, control charts, documents generation and control of it. Them, in the check part are all the indicator an finally is the Act part where is placed documented form each one of the improvements proposed. Whit the implementation of this methodology, an implemented system of 6% was possible to reach 74% of the implementation and this reflects an improvement of quality. It is important to highlight that the CCO system it in not a corrective tools by the contrary it is a preventive tool. The leadership has to ensure that the methodology be active, this can be obtained with a control crossed between the involved areas.

**Key words:** <ENGINEERING SCIENCES AND TECHNOLOGY>, <TECHNOLOGY OF INDUSTRIAL PROCESSES>, <AUTOMOTIVE MARKET>, <QUALITY CONTROL>, <SIGMA 6 QUALITY>, <CONTINUOUS IMPROVEMENT>.

# CAPÍTULO I

## 1. INTRODUCCIÓN.

En 1883 el ingeniero alemán Karl Benz crea la Benz & Company. Karl Benz construyó su primer modelo en 1885 en Mannheim. Benz lo patentó el 29 de enero de 1886 y empezó a producirlo en 1888. Ha sido considerado históricamente como el primer vehículo equipado con motor de combustión interna pero fue hasta el 8 de octubre de 1908 donde Henry Ford comenzó a producir automóviles en una cadena de montaje, son más de 100 años ensamblando vehículos que llevaron a muchos ingenieros a trabajar en los niveles más altos de calidad dentro de una planta de ensamblaje donde nace el control de las operaciones críticas de ajuste dentro del ensamblaje de un vehículo. (Navarro, 2010)

El proceso de aplicación de un par de fuerza en una sujeción roscada, comúnmente llamado "torque" sobre una tuerca o tornillo, va más allá de lo que es el simple cumplimiento de una especificación de ensamble. El ejercicio de girar el sujetador roscado significa convertir el par de apriete en una fuerza axial para obtener una deformación, principalmente en el tornillo, el cual funciona como un acumulador de energía o "precarga" permitiendo que el ensamble trabaje como un componente único bajo las condiciones de carga esperada. En muchos casos prácticos la "precarga" no está asociada con ningún parámetro de control, en su lugar se observa el torque o par de apriete. La forma en que el torque y la precarga se relacionan se ve afectada principalmente por las pérdidas por fricción al girar un componente respecto al otro y por las pérdidas debido a la resistencia que presentan algunos ensambles a ser unidos cuando se trata de cerrar los espacios libres requeridos para embonar las partes, incluyendo al propio conjunto de tornillo y tuerca.

El control de torque dinámico permite reducir el margen de variación en el torque residual resultante, y el control de giro asociado con la deformación elástica del tornillo plantea la posibilidad de obtener un mejor control de precarga en el elemento roscado.

En las líneas de ensamble los problemas de apriete en una sujeción roscada se pueden manifestar en las siguientes formas: Torques por debajo de la especificación que llevan a ensambles flojos durante o posteriormente al proceso de apriete, sobre-torques con falla del sujetador roscado o del ensamble, o por un atascamiento entre las roscas antes de alcanzar la precarga requerida. (Garib, 2008)

Es evidente la necesidad dentro de la Industria automotriz la necesidad de desarrollar un control estadístico de Calidad enfocado en las operaciones críticas del ensamblaje de un vehículo.

Según Duncan “Walter Shewhart de los Laboratorios Bell fue el primero en aplicar las cartas de control en 1924 haciendo un esbozo de la carta de control”. Por otra parte “H. Dodge y H. Romig desarrollaron las tablas de inspección por muestreo de Dodge-Romig”, como una alternativa a la inspección 100% al producto terminado, sin embargo su adopción en occidente fue muy lenta, Freeman, sugiere que esto se dio por “la tendencia de los ingenieros americanos a eliminar la variación, y su desdén por las teorías probabilísticas, así como a la falta de estadígrafos industriales, adecuadamente entrenados”.

El trabajo de Shewhart, Dodge y Romig, constituye la mayor parte de lo que hoy se conoce como “Control Estadístico del Proceso”. De esta forma con objeto de hacer más eficientes a las organizaciones de inspección, “se proporciona a los inspectores con unas cuantas herramientas estadísticas, tales como cartas de control y tablas de muestreo”. Se reduce el nivel de variación del proceso hasta los límites predecibles y se identifican las oportunidades de mejora. Se establecen sistemas de medición formales desde los proveedores hasta el producto final y el proceso se “estandariza”. Hoy en día la herramienta de las cartas de control (CEP) es utilizada por los círculos de control de calidad para la identificación de problemas. (Reyes, 2006)

Un procedimiento basado en la toma de datos confiables genera un nivel de confianza adecuado esto depende de la calidad de las mediciones. Si la calidad de los datos es baja, nos dará procesos de baja calidad. De manera similar, si la calidad de los datos es alta, el beneficio será alto también en los procesos.

Para asegurar que el beneficio derivado del uso de los datos de medición es lo suficientemente bueno para garantizar el costo de obtenerlos, se necesita que la atención esté focalizada en la calidad de los datos.

Siempre que registramos o medimos los resultados de un proceso nos encontramos con cierta variación en los datos obtenidos. Esta variación puede provenir de fuentes distintas: por un lado, siempre habrá diferencias intrínsecas entre cualquier par de elementos que se pretendan medir,

por otro, ningún método de medición es perfecto (si midiésemos el mismo elemento en repetidas ocasiones no obtendríamos siempre el mismo dato numérico). El Control Estadístico de Calidad (SPC) tiene como misión identificar las causas de variaciones intrínsecas en los procesos a fin de poder reducir dicha variación a niveles “tolerables”, pero antes de aplicar las técnicas del SPC es necesario asegurarnos de que la variación registrada no es debida, al menos en su mayor parte, a los sistemas de medición utilizados. (GM, Analisis del sistema de medición, 2004)

## **1.1. Problema de investigación.**

### ***1.1.1. Planteamiento del problema.***

En la actualidad el sistema de Control de Calidad de CIAUTO no dispone de un modelo de control de operaciones críticas de ajuste en el ensamblaje de sus vehículos.

Dentro de la industria automotriz el control de los ajustes durante todo el proceso de ensamblaje de un vehículo es de vital importancia, puede significar la vida o la muerte del usuario de un vehículo armado dentro de la ensambladora CIAUTO.

**Torque:** Partiendo de la concepción del torque se puede aseverar que se trata de un momento de fuerza, que cuando aplicado a un ajuste se obtiene como resultado la fuerza de unión de dos o más componentes que forman una junta.

En el control de torque estático únicamente se controla que la junta no este floja, para tomar los datos se setea el torquímetro digital al valor objetivo que esta seteado la herramienta de ajuste, este control únicamente nos permite controlar que la junta no está floja pero no sabemos si tiene sobre ajuste, y estos datos no nos sirve para el control estadístico.

Los datos recolectados son registrados sin ningún análisis posterior a la toma en los registros, por lo tanto no se tiene gráficos de control para el análisis de datos del comportamiento del proceso de ajuste, esto ha ocasionado que actualmente no se dispone de una certificación de MSA para que los datos sean de calidad y confiables para la toma de decisiones del liderazgo.

### ***1.1.2. Formulación del problema.***

¿Permite este sistema de control de Calidad de operaciones críticas de ajuste mejorar el nivel de calidad de los vehículos ensamblados en CIAUTO y garantizar la seguridad y satisfacción de sus usuarios?

Lo expuesto anteriormente se determinó de una visita a la Planta y mediante entrevistas al personal encargado del control de torques. De esta forma se logró determinar que no se tiene un control estadístico de sus procesos críticos de ajuste dentro de la planta de ensamble.

### ***1.1.3. Sistematización del problema.***

El desarrollo de un modelo de control de operaciones críticas de ajuste en el ensamblaje de vehículos como parte del sistema de control de calidad.

¿De qué forma incidirá en el mejoramiento del nivel de seguridad de los vehículos?

¿La implementación de un modelo de control de operaciones críticas de ajuste mejorara la Calidad de los vehículos ensamblados en CIAUTO?

¿Se podrá adaptar este modelo de control de Calidad a todos los procesos involucrados en el ensamblaje de los vehículos?

### ***1.1.4. Justificación de la investigación.***

#### **Justificación de la investigación teórica:**

Dentro de la Industria Automotriz se maneja una cantidad muy importante de ítems que son ensamblados dentro de los vehículos, estos ítems si no son ajustados según lo especificado por la fuente, pueden desembocar en insatisfacciones menores o mayores de los usuarios considerando como una insatisfacción menor que la unidad deje de ser funcional o una mayor donde puede darse una fatalidad con el usuario, por este motivo es muy importante el control de Calidad desde

el proceso de ensamblaje y esto se garantiza con esta nueva metodología de control de operaciones críticas de ajuste.

Esta metodología exige que la persona que la está desarrollando y va a implementarla, tenga conocimientos profundos a nivel de un maestrante para poder desarrollar competencias de alto nivel en Calidad y Procesos dentro de la organización.

### **Justificación metodológica y práctica.**

Actualmente en el Ecuador CIAUTO es la segunda empresa automotriz en crecimiento dentro de las ensambladoras que mantienen sus operaciones activas con una participación de crecimiento del 1.1 % del mercado lo que pone en evidencia la necesidad de mejorar los procesos de ensamblaje, especialmente todo lo relacionado con el ajuste de sus componentes y de esta manera mejorar el nivel de calidad y seguridad para los usuarios de los vehículos ensamblados en CIAUTO, otro punto importante es el mantener un nivel Internacional de Calidad para que sus vehículos sean competitivos en mercados externos, y aumentar sus niveles de exportación, contribuyendo de esta manera con el cambio de la matriz productiva del País.

La implementación de esta metodología en la planta CIAUTO es muy importante para mejorar los controles de Calidad enfocados en procesos críticos dentro de los procesos de ensamblaje.

#### ***1.1.5. Objetivos.***

##### ***1.1.5.1. Objetivo general.***

Desarrollar un modelo de control de operaciones críticas de ajuste para mejorar la calidad en el ensamble de los vehículos en CIAUTO Ambato.

##### ***1.1.5.2. Objetivos específicos.***

Realizar un estudio bibliográfico del modelo a implementar como base del desarrollo para la mejora del control de calidad en CIAUTO.

Realizar un levantamiento inicial del estatus del control de ajustes dentro del proceso de ensamblaje en CIAUTO.

Realizar una propuesta para la implementación de este modelo de control a los líderes de la Empresa.

Realizar una evaluación semanal del desarrollo de esta metodología de control de Calidad según el cronograma propuesto.

#### ***1.1.6. Hipótesis.***

H1: El desarrollo del modelo de control de Calidad de operaciones críticas de ajuste, permite incrementar la confiabilidad, seguridad, fiabilidad y calidad de los vehículos ensamblados en CIAUTO.

H0: El desarrollo del modelo de control de Calidad de operaciones críticas de ajuste, no permitirá incrementar la confiabilidad, seguridad, fiabilidad y calidad de los vehículos ensamblados en CIAUTO.

## CAPITULO II

### 2. MARCO REFERENCIAL

En el presente capítulo se definen los fundamentos teóricos y metodológicos del objeto de investigación de esta metodología de control de operaciones críticas dentro de la ensambladora CIAUTO, se considera el nivel de calidad y seguridad que se debe estar presente en cada vehículo ensamblado, de manera que se resalta los siguientes temas de estudio.

- Control de torque en operaciones críticas.
- Análisis del sistema de medición MSA.
- Control de la capacidad de proceso.
- Control del error-proofing

#### 2.1. Torque: conceptos y tipos

Torque es un efecto de torsión aplicado a un cuerpo (tornillo o tuerca), que resulta de aplicar una fuerza rotativa a una determinada longitud medida desde el centro de rotación, uno de los resultados del torque es la fuerza de unión.

Se puede describir el torque como la multiplicación de la fuerza rotativa aplicada, multiplicada por la longitud que tiene la herramienta desde el centro del perno, tuerca o mando hasta la señal del mango, ver gráfico 1-2.

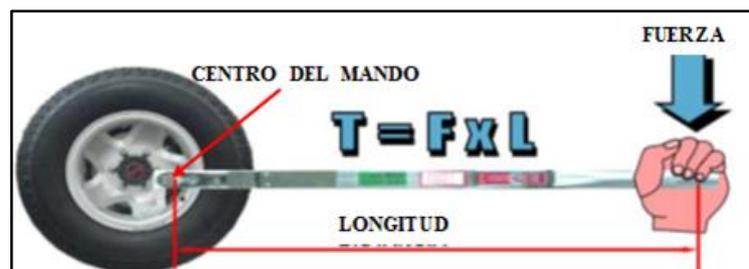


Gráfico 1-2. El Torque como un fenómeno físico.

Realizado por: Eddy Alvarado, 2016

Al apretar se tiene que vencer la resistencia de fricción quedando solo parte de la fuerza para estirar el tornillo. Es aplicable para casi todas las uniones atornilladas que aproximadamente 40 % de par torsional se pierde en vencer la resistencia de fricción de la rosca, otro 50 % para la fricción en el asentamiento de la cabeza con la superficie de trabajo, quedando sólo 10 % para conseguir la fuerza de sujeción de la unión. (Castillo, 2008)

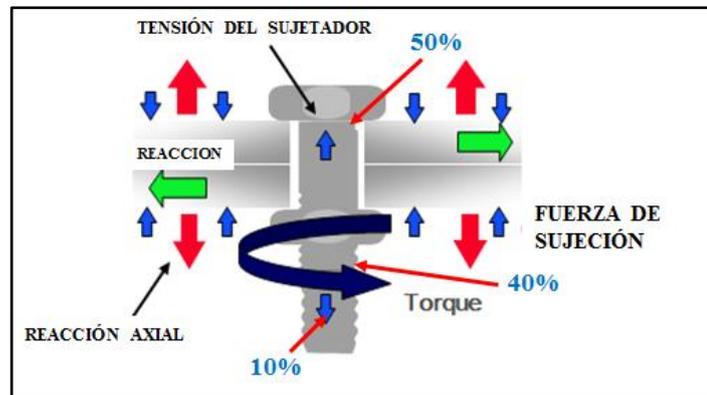


Gráfico 2-2. Comportamiento de las fuerzas aplicadas en una junta.

Fuente: (GM-OBB, TOOL DE TORQUES, 2012)

Dicha fricción en las partes de contacto de las uniones atornilladas, o sea el asentamiento de la cabeza y en las cuerdas, es importante debido que al aplicar el par torsional especificado al tornillo, la fuerza de sujeción varía en función del coeficiente de fricción de la junta. Se menciona que dicha fricción es necesaria, pues si no existiera o fuera mínima, los ensambles atornillados se aflojarían con facilidad (Castillo, 2008).

Los valores de torque pueden expresarse en diferentes unidades de medida. Ej. Kg.cm, Nm, Kg.m, Lbs.pie, Lbs. Pulg. etc. que cuando es aplicado a un ajuste obtiene como resultado la fuerza de unión de dos componentes. Puede ser clasificado como:

**2.1.1. Torque Dinámico:** Consiste en la medición continua del torque aplicado mientras el sujetador roscado gira durante el proceso de apriete. El torque dinámico máximo corresponde al valor pico durante el proceso, punto en el cual la aplicación de torque se detiene. Es una medida indirecta de la fuerza de carga en un sujetador roscado y es una medida más precisa de la fuerza de carga comparada con la obtenida por el torque residual.

Debido a condiciones tales como la relajación de la carga de apriete y el torque residual mayor por condiciones estáticas de fricción, en muchos casos no se tiene una relación clara entre el torque dinámico y el torque residual. De hecho, para la producción en masa se dificulta contar

con una formula o método, herramienta o dispositivo que garantice que en la aplicación de cierto torque se obtendrá una fuerza de precarga uniforme y precisa. (Villarreal, 2010).

**2.1.2. Torque Estático:** Es el par requerido para re-iniciar el giro en la dirección de apriete en un sujetador roscado. Este se mide con llaves de torque manuales o eléctricas. La lectura de torque residual se toma en el momento justo en que el tornillo o tuerca comienza a girar. Ocasionalmente, el procedimiento de inspección resulta en un fuerte tronido o chasquido al romperse la fricción estática, seguido por una lectura de torque más baja después del movimiento inicial. La lectura más precisa se toma justo después del punto alto de liberación, en el cual el tornillo o tuerca empiezan a girar. En este momento la precarga al tornillo empieza a incrementarse nuevamente, esto ocurre en un punto muy cercano al nivel de torque final obtenido durante el ensamble. Es por esta razón que el torque residual es el método más común para inspeccionar y evaluar el ensamble de una sujeción roscada.

## **2.2. Operaciones críticas.**

**2.2.1. Operaciones Críticas de ajuste:** Dentro del proceso de ensamblaje existen operaciones críticas de ajuste que pueden estar definidas en las instrucciones de ensamblaje emitidas por la fuente o pueden ser definiciones propias realizadas por parte del área de ingeniería de CIAUTO definición local.

**2.2.2 Clasificación de operaciones críticas:** la clasificación de las operaciones críticas está dada por rangos de seguridad obtenidos de especificaciones de fuente o modelos desarrollados por el departamento de ingeniería de la Empresa para nuestro desarrollo se definirá de la siguiente manera.

**KCDS (Key Characteristic Designation System):** Las KCDS se puede definir como los niveles de criticidad dentro de los procesos de ajustes. SN1, SN2, FN1, FN2.

**SN1:** Nivel máximo de seguridad donde se relaciona directamente con la seguridad del usuario (seguridad activa). Ejemplo sistema de frenos.

**SN2:** Nivel menor de seguridad donde el usuario puede sufrir un daño en su vehículo pero no se ve afectada su integridad (seguridad pasiva). Ejemplo cinturones de seguridad.

**FN1:** Nivel máximo funcional no relacionado con la seguridad del usuario, temas funcionales de insatisfacción mayor del usuario. Ejemplo ajuste de masa del aire acondicionado en el tablero.

**FN2:** Nivel menor funcional no relacionado con la seguridad del usuario, temas funcionales de insatisfacción menor del usuario. Ejemplo ajuste de la luz del salón.

## **2.3 Característica.**

### ***2.3.1. Característica de la calidad***

Característica es un rasgo diferenciador, esta definición de característica en la norma ISO 9000 tiene tres notas importantes las cuales dicen lo siguiente:

Nota 1. Una característica puede ser inherente o asignada.

Nota 2. Una característica puede ser cualitativa o cuantitativa.

Nota 3. Existen varias clases de características, tales como: físicas (por ejemplo, características mecánicas, eléctricas, químicas o biológicas); sensoriales, de comportamiento, de tiempo, ergonómicas, funcionales.

La característica que se utilizará en el presente estudio es una física cuantitativa, es decir una característica que medirá un fenómeno físico. (ISO-9000, 2000)

En cuanto a característica de calidad la norma ISO manifiesta lo siguiente “Característica de la calidad es una característica inherente de un producto, procesos o sistema relacionado con un requisito” ésta definición tiene dos notas las cuales manifiestan lo siguiente:

Nota 1. Inherente significa que existe en algo, especialmente como una característica permanente.

Nota 2. Una característica asignada a un producto, proceso o sistema (por ejemplo, el precio de un producto, el propietario de un producto) no es una característica de la calidad de ese producto, proceso o sistema.

La característica de calidad que la ensambladora controla para su análisis de control estadístico de procesos es el torque residual. La siglas KPC (característica crítica del producto) es utilizada para su identificación. Para que una KPC cumpla con sus especificaciones y objetivos dentro del proceso de ensamblaje se debe controlar varias KCC (característica crítica de control), puede

existir una o varias KCC dentro de cada una de las 6M's (material, mano de obra, maquinaria, método, medio ambiente, medición) que intervienen en el proceso. (ISO-9000, 2000)

### 2.3.2 KPC: Característica crítica del producto

Los productos pueden describirse en términos de sus características. Las características de un producto son sus rasgos, por ejemplos: tamaño, color, potencia, funcionalidad, diseño, horas de servicio, sabor, etc. Los rasgos del producto son fácilmente definibles y son controladas en el producto final.



Gráfico 3-2. Ejemplos de KPC.

Realizado por: Eddy Alvarado, 2016

### 2.3.3 KCC Característica crítica de control

Son parámetros que influyen directamente en un proceso. Las características de control son magnitudes o variables, por ejemplos: temperatura, presión, flujo, fuerza, viscosidad, conductividad. Etc., estas son controladas en el proceso y son medibles.



Gráfico 4-2. Ejemplos de KCC.

Realizado por: Eddy Alvarado, 2016

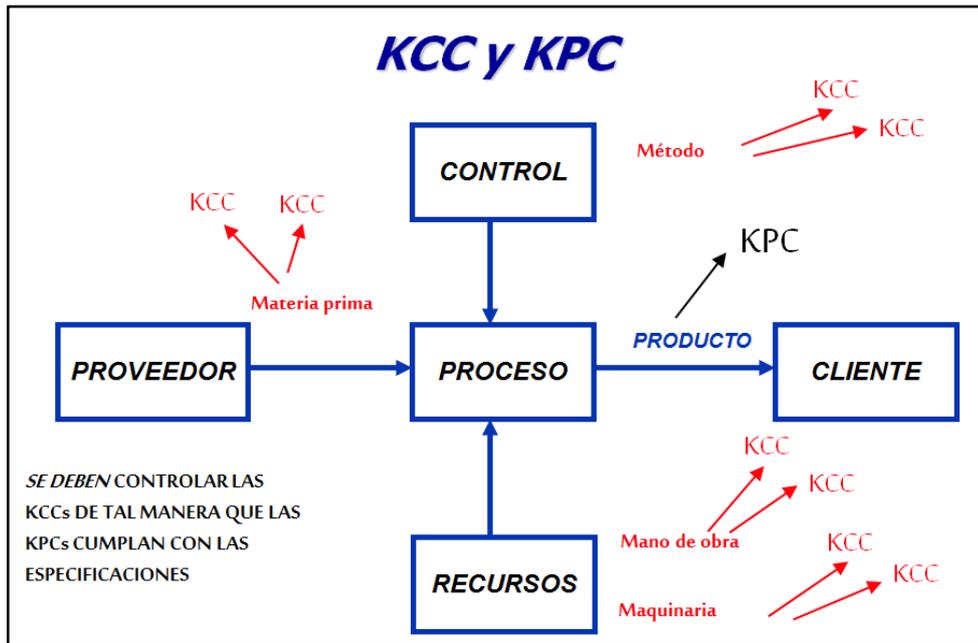


Gráfico 5-2. KPC y KCC’s dentro del proceso de ensamblaje del vehículo

Realizado por: Eddy Alvarado, 2016

### 2.3.4 Proceso

Procesos es un “conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados” (ISO-9000, 2000), el gráfico 5 nos muestra claramente como la materia prima es transformada en un producto final por medio del uso de los recursos y el cumplimiento de los métodos y procedimientos. En la ensambladora CIAUTO el producto terminado es el vehículo que será entregado al cliente, los insumos son todos los componentes que ingresarán a las líneas de producción de las áreas de suelda, pintura, ensamble y proveedores, como ejemplo de los recursos utilizados podemos mencionar a las herramientas utilizadas en el proceso de ensamble (pistolas de impulso, torquímetro de click), por el Control está el trabajo estandarizado, procedimientos, los estándares de calidad, y las auditorias de proceso y producto, todo esto interviene en el proceso de fabricación de un vehículo.

### 2.3.5 Producto.

Producto es el “resultado de un conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan entre sí, las cuales transforman elementos de entrada en resultados”. Por tratarse de

una empresa ensambladora de vehículos el producto terminado es el vehículo que será entregado al cliente (ISO-9000, 2000).

### ***2.3.6 Tipos de juntas***

Según la norma ISO 5393 define la clasificación de juntas y recomienda métodos de prueba para herramientas de poder con varios valores de clasificación de juntas.

Actualmente ISO 5393 identifica tres clasificaciones de juntas; Dura, Media y Blanda.

Una Junta Dura se define como: 30 grados o menos de rotación desde Snug hasta el torque final. (De 10% a 100% del torque, con desplazamiento angular de 27 grados o menos)

Una Junta Media se define como: 31 a 719 grados de rotación desde snug hasta el torque final. (De 10% a 100% del torque, con desplazamiento angular de más de 30 grados pero menos de 650 grados)

Una Junta Blanda se define como: 720 grados de rotación o más desde Snug hasta el torque final. (De 10% a 100% del torque, con desplazamiento angular de no menos de 650 grados)

Muchas compañías van más allá y definen otros tipos de clasificaciones como Dura, Medio Dura, Media y Blanda (A, B, C y D).

Estas clasificaciones ofrecen una mayor resolución para clasificar la Dureza y la Rigidez de las Juntas. (ISO N. , 1994)

Es muy fácil identificar los grados de rotación en una junta. Si te imaginas la caratula de un reloj con el fastener siendo el punto de rotación de las manecillas, y las 12:00 siendo el inicio del conteo del Angulo, cada hora en el sentido de giro normal del reloj equivale a 30 grados. A la 1:30 tendrías 45 grados de rotación desde el “Inicio del conteo”.

El inicio es el punto de “Snug” o el mínimo torque umbral, normalmente siendo el 10% del torque meta. El punto final o la posición final son siempre especificados por el torque final. (Ver gráfico 6-2)

Cuando tratamos de almacenar energía tenga en cuenta que las juntas blandas consumen más energía que las juntas duras. Si la junta es muy suave no podremos almacenar energía en el fastener.

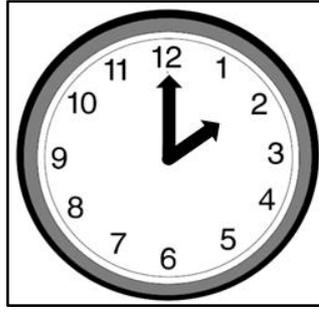


Gráfico 6-2. Caratula de reloj

Fuente: (Aimco, 2003)

## **2.4 MSA (Análisis del sistema de medición).**

Los datos son la medida de las características de lo hecho y se usan cada día más. Por ejemplo, la decisión de realizar ajustes en un proceso de manufactura se basa en datos de medición.

Las mediciones o resultados de cálculos estadísticos a partir de ellas se comparan con límites de control para indicar si el proceso se encuentra fuera de control. En este caso se decide realizar ajustes al proceso. Otro uso de los datos de medición es para determinar si existe una relación significativa entre dos o más variables.

En general, un Estudio Analítico es aquel que incrementa el conocimiento sobre las causas que afectan el proceso.

La importancia del mismo radica en que nos guía hacia la comprensión de los procesos.

El beneficio del uso de procedimientos basados en datos depende de la calidad de los datos de medición (GM, Analisis del sistema de medición, 2004).

### ***2.4.1. Calidad de los Datos de Medición***

Las propiedades estadísticas que más se utilizan para caracterizar la calidad de los datos de medición son el sesgo o exactitud y la varianza o precisión del sistema de medición.

El sesgo se refiere a la posición de los datos con respecto a un valor de referencia o patrón mientras que la varianza se refiere a la dispersión de los datos.

Una de las razones más comunes de baja calidad de los datos es una excesiva variación.

### 2.4.1.1. Terminología

**Medición:** asignación de números (o valores) a una magnitud que representan la relación con otra magnitud de la misma especie adoptada como unidad.

El proceso de asignación de los números se define como proceso de medición, y el valor asignado se define como valor de medición o medida.

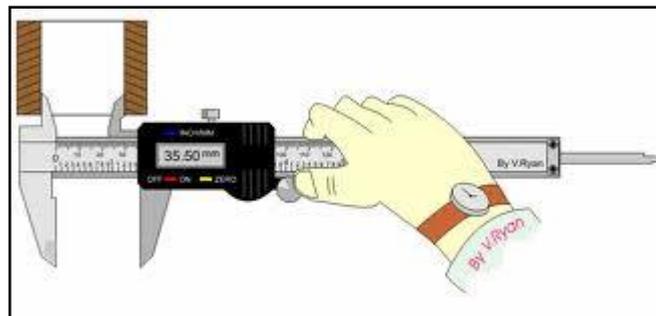


Gráfico 7-2. Representación gráfica de la medición

Realizado por: Eddy Alvarado, 2016

**Instrumento:** Dispositivo usado para obtener mediciones. Incluye los dispositivos pasa / no pasa.



Gráfico 8-2. Instrumento de medición

Realizado por: Eddy Alvarado, 2016

**El proceso de medición:** puede ser analizado como un proceso de manufactura que produce números como salida.

Ver al sistema de medición de esta manera nos permite aplicar los conceptos, filosofía y herramientas que han demostrado su utilidad en el área de control estadístico de procesos.

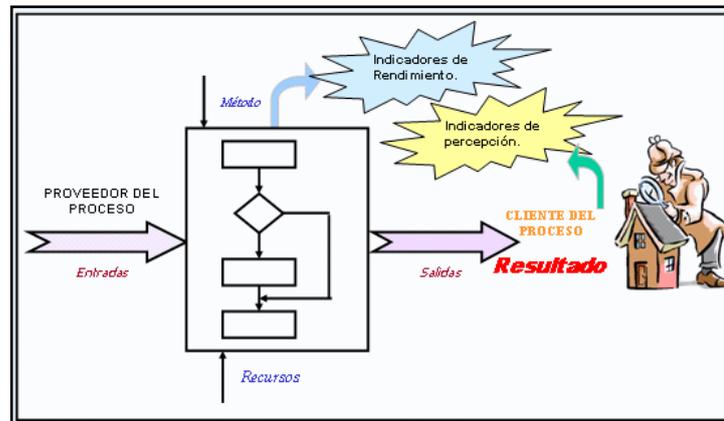


Gráfico 9-2. Representación gráfica de un proceso de medición

Realizado por: Eddy Alvarado, 2016

**Patrón o Standard:** Un patrón es algo tomado por el consenso general como la base de comparación.

Un patrón sirve como referencia en la performance de la rutina de calibración

Criterio de aceptación.

Valor conocido, entre ciertos límites de incertidumbre, aceptado como valor real.



Gráfico 10-2. Patrón de calibración

Realizado por: Eddy Alvarado, 2016

### 2.4.2. Valor de Referencia.

Valor acatado de un artefacto.

Requiere una definición operacional.

Se usa como sustituto del valor verdadero.

**Ejemplo:** Para la Calibración de un torquímetro se setea la herramienta a un valor específico. En la mesa de calibración de verifica cuanto es el valor que la herramienta no arroja como resultado, aquel valor es nuestra referencia para poder calibrarlo.



Gráfico 11-2. Patrón de calibración de torquímetro

**Realizado por:** Eddy Alvarado, 2016

### 2.4.3. Valor verdadero.

Valor real de un artefacto.

Valor desconocido y no se puede conocer.

**Ejemplo:** Un torquímetro digital dispone de una sensibilidad del 2% donde nuestra medición va a variar de  $\pm 2\%$  de nuestra lectura.

### 2.4.4. Error de Medición.

$$y = \frac{|X - E|}{X} * 100\%$$

Donde:

X: Valor verdadero

E: Valor de la medición

Y: Error de la medición

Los errores de la medición pueden ocasionarse por diferentes fuentes que son:

Discriminación.

Exactitud (sesgo).

Estabilidad.

Linealidad.

Precisión (Repetibilidad).

Diferencia entre operadores (Reproducibilidad).

Diferencia entre instrumentos.

Sensibilidad (Umbral de movilidad).

Diferencia debido al medio ambiente.

Diferencias en los métodos de uso.

Daños en el instrumento.

**2.4.4.1. Discriminación:** (o resolución adecuada): capacidad del SM para detectar pequeñas variaciones de la característica que se está midiendo. Se considera inaceptable para el análisis si el SM no es capaz de detectar la variación del proceso y se considera inaceptable para el control si no detecta una causa especial de variación.

**2.4.4.2. Exactitud:** la medida de la diferencia entre el promedio observado de las mediciones de una característica y su valor real, verdadero o de referencia. Es la medida de posición de la distribución de mediciones efectuada con el SM

Valor de referencia: se obtiene promediando varias mediciones con el más exacto equipo de medición disponible.

Índice=exactitud/variación se lo puede comparar con un criterio de aceptación preestablecido.

Factores que determinan valores exagerados de exactitud: error en la pieza patrón, piezas desgastadas, dimensión equivocada, instrumento mal calibrado, método de uso del instrumento inapropiado.

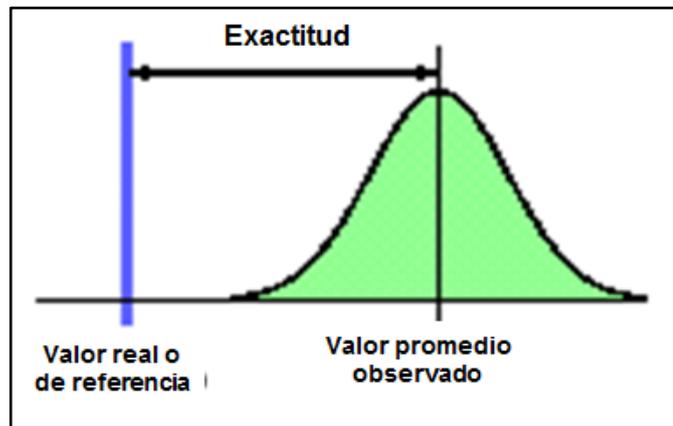


Gráfico 12-2. Exactitud

Realizado por: Eddy Alvarado, 2016

**2.4.4.3. Estabilidad:** la variación en la exactitud del SM (sistema de medición) a lo largo del tiempo, sobre una pieza considerada como pieza dada o patrón. Es importante para predecir la performance de un proceso en el futuro. En función del estudio de estabilidad del SM se va a determinar el período de re-calibración del instrumento

Determinación: mediante gráficos de control, se grafican los valores de X media y rango de una pieza patrón durante intervalos definidos de tiempo y se analiza si los puntos fuera de control son señales de una necesidad de re-calibración o no.

Puntos fuera de control en el gráfico de rangos: inestabilidad en la repetibilidad

Puntos fuera de control en el gráfico de X media: la exactitud ha variado (por desgaste, por ejemplo).

Diseños de Experimentos: permiten determinar los principales factores de inestabilidad

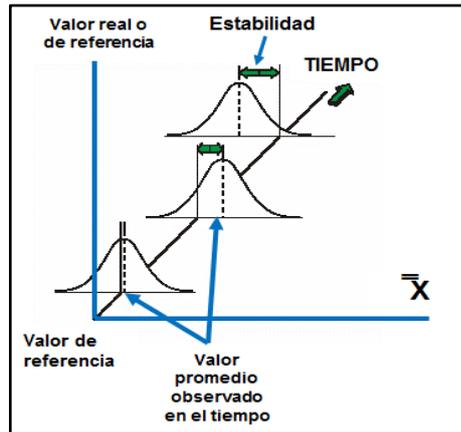


Gráfico 13-2. Estabilidad

Realizado por: Eddy Alvarado, 2016

**2.4.4.4. Linealidad:** La Linealidad se refiere a las diferencia del bias o exactitud sobre todo el rango de operación requerido. Variación de la exactitud a lo largo del rango operativo del instrumento de medida, si el sistema no tiene la linealidad esperada, verificar la calibración del instrumento al principio y en el fondo de su escala, si no existe desgaste del instrumento, puede ser el diseño propio del instrumento de verificación.

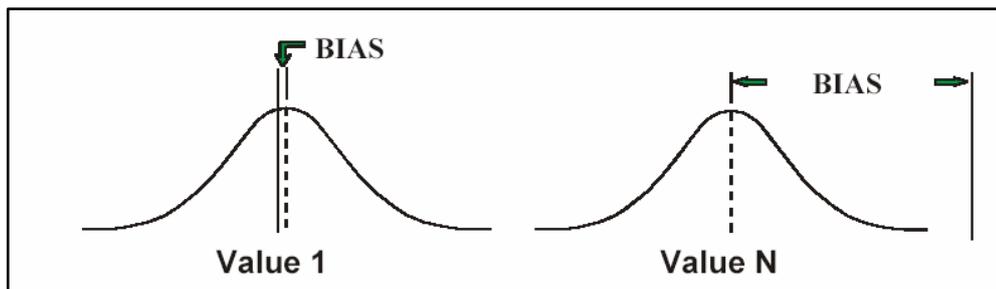


Gráfico 14-2. Linealidad

Realizado por: Eddy Alvarado, 2016

**2.4.4.5. Repetibilidad o Precisión:** medida de variabilidad de lecturas al medir repetidas veces una misma característica. Es una medida de dispersión del sistema de medición.

Condiciones que la influyen: variaciones debidas al instrumento y al posicionamiento de la pieza en el instrumento.

Verificación: se realiza en el gráfico de rangos.

Si todos los operadores muestran puntos fuera de control, el SM es sensible al método de medición y necesita ser mejorado para obtener información útil.

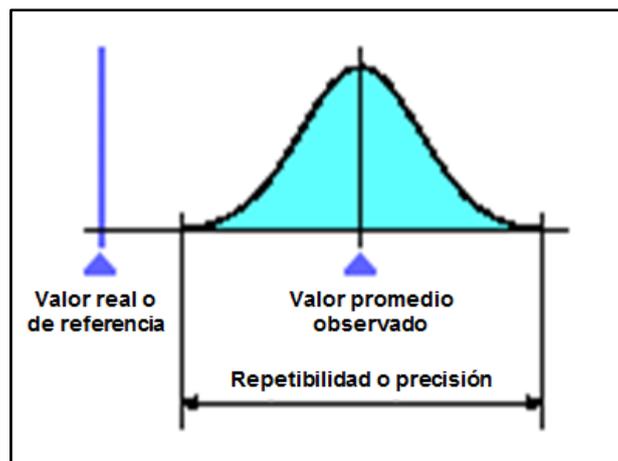


Gráfico 15-2. Repetibilidad o precisión

Realizado por: Eddy Alvarado, 2016

**2.4.4.6. Reproducibilidad:** habla de la consistencia en la variabilidad entre los operadores. Es la medida de la variabilidad de una medición de una misma propiedad al ser efectuada por diferentes operadores, es decir, es la dispersión resultante de la superposición de las dispersiones individuales (GM, Analisis del sistema de medición, 2004)

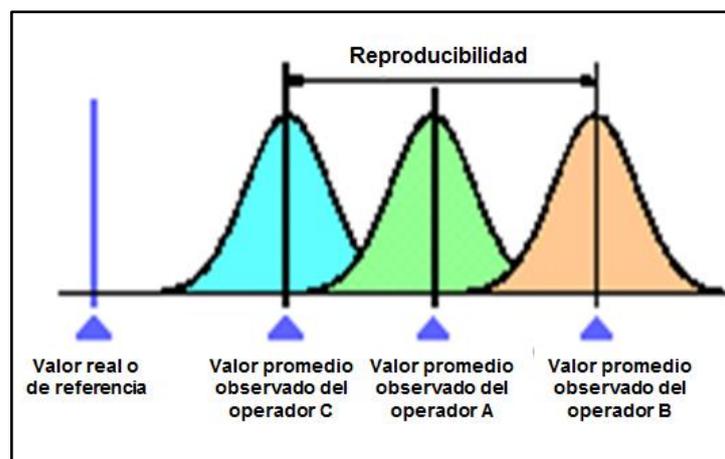


Gráfico 16-2. Reproducibilidad.

Realizado por: Eddy Alvarado, 2016

## 2.5. ESTUDIO DE REPETIBILIDAD Y REPRODUCIBILIDAD (R&R)

### 2.5.1. *Por atributos.*

Un ejemplo típico es el sistema de medida mediante un pasa/no pasa; es una comparación que se realiza para cada parte dentro de un ajuste específico de límites.

**Desventaja:** Este método de control del SM entrega información limitada para el análisis.

**Métodos:**

**Método cortó:**

**Recursos:** Se toma de muestra 20 piezas y 2 operadores efectúan dos mediciones (toma de datos) por cada parte.

**Procedimiento:**

1. Seleccionar 20 partes al azar, del sistema de producción, y garantizar que cumplan con las especificaciones.
2. Seleccionar dos operadores; identificarlos como A y B.
3. Identificar las partes en orden numérico del 1 al 20.
4. El A realiza las mediciones de las partes en orden y el coordinador registra los resultados.
5. El operador B realiza la misma operación del punto 4, sin mirar los resultados de A.
6. Se repiten los últimos dos pasos. (GM, Analisis del sistema de medición, 2004)

**Criterio de aceptación:** todas las mediciones (2 por pieza) deben concordar con una variación mínima, si no se tiene este comportamiento se tiene que revisar el método de medición y se repite el procedimiento.

**Método Largo:** Se realiza el mismo procedimiento del método corto pero se utilizan 10 partes y cada operador realiza 20 mediciones por componente. (GM, Analisis del sistema de medición, 2004)

### 2.5.2. *Por variables*

**Método del rango (corto):** da una rápida aproximación a la variabilidad del sistema de medición.

**Desventaja:** no permite distinguir entre repetibilidad y reproductibilidad

**Recursos:** 2 operadores, los mismos que miden una sola vez un grupo de 5 piezas al azar.

**Procedimiento:** para cada pieza se establece el rango de medición de cada operador y se calcula el promedio de los rangos sumando todos los valores que surgen como diferencias y dividiendo por 5. El error se obtiene afectando el promedio de rangos por un factor estadístico que surge del tamaño de muestra.

**Criterio de Aceptación:** si el R&R expresado en % respecto de la variación del proceso o del intervalo de tolerancia es  $\leq$  al 20%, el SM es apto. Si no, se rechaza, corrige el método e instruye a los operadores y se evalúa nuevamente.

**R&R:** incluye el error de la persona, la diferencia entre personas y la diferencia componente a componente. Asegurarse de que una falta de homogeneidad de la pieza no introduzca error.

**Método del promedio y el rango (largo):** Distingue entre repetibilidad (error asociado al instrumento o método de medición) y reproductibilidad (error asociado a al operador). No se discrimina la variabilidad dentro de la parte (incluida dentro de la repetibilidad si bien con cálculos adicionales se la puede separar), ni la interacción entre operadores y herramienta. (GM, Analisis del sistema de medición, 2004)

**Recursos:** 2 o 3 operadores que efectúan 2 o 3 mediciones sobre 10 partes al azar.

**Procedimiento:**

1. Numerar las piezas del 1 al 10 sin que sea visible para los operarios.
2. Garantizar que el herramental a usarse en el procedimiento esta verificado con un Patrón (calibrado).
3. El primer operador mide las 10 partes, se registran los resultados en un formato.  
Los operadores B y C repiten el mismo procedimiento, pero no pueden ver los resultados de los operadores anteriores.
4. Se repite el paso 3 alterando el orden de las piezas una o dos veces más.
5. Se efectúan los cálculos:

(GM, Analisis del sistema de medición, 2004)

$$\text{Repetibilidad o variación del equipo (VE)} = \text{promedio de rangos } (\bar{R}) * K1$$

Dónde: K1: obtenido de tablas según número, de mediciones por operador (2 o 3).

*Reproductibilidad o variación del operador (VO) = rango de promedio ( $\bar{X}$ ) \* K2*

Dónde: K2: obtenido de tablas según número, de mediciones por operador (2 o 3).

$\bar{X}$  : primero se calculan los promedios de las lecturas para cada operador. La diferencia entre el promedio máximo y mínimo de los operadores es el rango de los promedios que quiero averiguar.

$$R\&R = \sqrt{VE^2 + VO^2}$$

Estudio de porcentajes absorbidos por cada error: (se recomienda referirlos a la tolerancia, no a  $6\sigma$  )

$$\%VE = \frac{VE^2 * 100}{R\&R * Tolerancia}$$

$$\%VO = \frac{VO^2 * 100}{R\&R * Tolerancia}$$

$$\%R\&R = \%VE * \%VO$$

Criterio de aceptación:

Si  $\%R\&R < 10\%$ , se aprueba el SM,

Si está ubicado entre 10 y 30% se acepta condicional y temporalmente,

Si es superior a 30% es inaceptable.

Análisis del resultado:

- si reproductibilidad > repetibilidad, entrenar al operador en el uso y lectura del instrumento y/o mejorar la visión del elemento de lectura.
- Si repetibilidad > reproductibilidad, efectuar mantenimiento del instrumento, rigidizar el dispositivo de medición y mejorar el posicionamiento de la pieza en el instrumento. (GM, Analisis del sistema de medición, 2004)

## **2.6. Control de herramientas:**

Dentro del proceso de ajuste es fundamental realizar una elección adecuada de la herramienta para el uso dentro de los procesos, llevar un control del uso correcto del herramental y su correcta calibración y mantenimiento para garantizar la capacidad del proceso de ajuste de los diferentes elementos dentro de un vehículo.

### **2.6.1. Selección de Herramientas.**

En cualquier proceso de montaje las herramientas a ser utilizadas, deben ser cuidadosamente escogidas, debido a su fundamental influencia sobre el mismo. A partir de este momento vamos a resaltar los factores más importantes a considerar cuándo especifiquemos las herramientas de apriete.

Cinco pasos para determinar la herramienta adecuada para una operación en particular.

**Primer Paso:** Determinar el torque medio del proceso.

Conseguimos los valores Inferior y superior de torque en la hoja de procesos los sumamos a ambos y al resultado lo dividimos entre dos.

$$(LS+LI)/2= \text{TORQUE MEDIO}$$

**Segundo paso:** Determine el rango de dispersión del proceso.

El rango de dispersión resulta de restarle el límite inferior del valor de ajuste especificado, del valor superior de ajuste especificado.

$$LS-LI=\text{Rango}$$

**Tercer paso:** determine la capacidad del apriete.

Dividir el resultado del segundo paso con el resultado del primero y multiplicar ese resultado por 100, para obtener un valor porcentual.

**(Rango / Torque medio) X 100**

**Cuarto Paso:** Determinar la capacidad que requiere el proceso.

Dividir el resultado del tercer paso por el CPK requerido en la hoja de procesos, para esa operación.

**Quinto paso:** Elegir una herramienta con un porcentual de capacidad igual o menor al requerido por el proceso. (Stanley, 2015)

Tabla 1–2. **Tabla de capacidad de Herramientas.**

<b>HERRAMIENTA</b>	<b>JUNTA ÚNICA</b>	<b>ISO 5393</b>
<b>Impacto</b>	60%	?
<b>Por Ahogo</b>	30%	40%
<b>Impulso</b>	25%	>25
<b>TP SH / OFF</b>	12%	24%
<b>Embrague</b>	10%	20%
<b>Solenoide</b>	6%	10%
<b>CC s/Carbones</b>	3%	3%
<b>AC-SH/OFF</b>	10%	15%
<b>CC c/Carbones</b>	5%	8%

Fuente: (Stanley, 2015)

Con estos cinco pasos terminamos con la selección de la herramienta de acuerdo con lo que requiere la hoja de proceso. A partir de aquí debemos considerar otros elementos que también influyen en la selección de la herramienta adecuada para una operación particular, como son las siguientes:

Ergonomía

Acceso a la operación

Potencia de la herramienta

**Ergonomía:**

- Tamaño y peso de la herramienta.
- Elementos necesarios para la operación, Balanceadores, tubos o brazos de reacción, barras de reacción.
- Verificar acceso de la herramienta a la operación

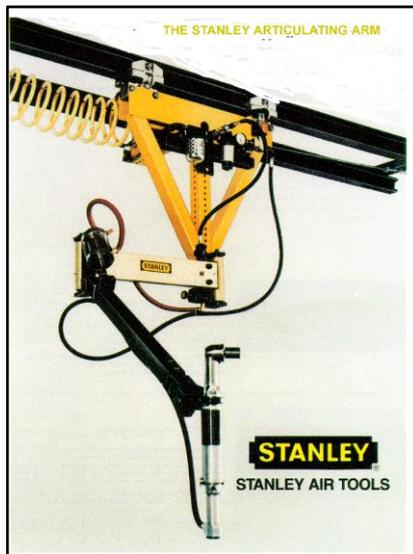


Gráfico 17-2. Brazos articulados y balanceadores.

Fuente: (Stanley, 2015)

Brazos articulados y balanceadores, son imprescindibles para la operación segura y ergonómicamente adecuada de las herramientas.

**Acceso a la Operación:** En éste punto debemos combinar el acceso adecuado de la herramienta a la operación y la ergonomía. De nada sirve que la herramienta acceda a la operación pero que ergonómicamente sea incómoda o muy pesada para el operario.

Aquí también debemos considerar que tipo de balanceadores o brazos podemos utilizar. (Stanley, 2015)

## 2.7. Control estadístico del proceso

### 2.7.1. Tipos de Datos

Existen dos tipos de datos por variables y por atributos.

**Datos por Variables:** son datos obtenidos con una medición cuantitativa. Es medido con una escala continua, con una unidad de medida.

Las unidades de medida generalmente pueden ser quebradas en unidades menores, como cm/mm. o pulg./16avo de una pulg. El color rojo podría ser descrito como una fina medición de tonalidad, saturación, etc. (GM-OBB, Graficos de control, 2009)

**Ejemplos:**

Largo del vidrio en pulgadas.

Galones de líquido.

Valores de torque.

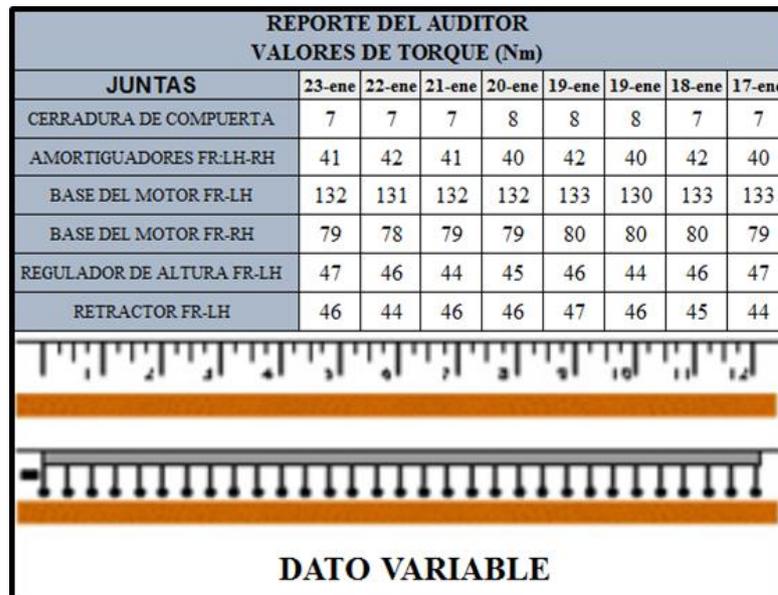


Gráfico 18-2. Representación de datos variables.

Realizado por: Eddy Alvarado, 2016

**Datos por Atributo:** deben contarse, no medirse. La información básica es discreta o el número total de cosas tangibles.

Los datos por atributo muestran el número de veces que algo falla para conformar un criterio específico. (GM-OBB, Graficos de control, 2009)

**Ejemplos:**

Superficies no conformes.

- Cantidad de Scrap.
- Suciedades en pintura.
- Número de reparos.
- Colores fuera de especificación.
- Incumplimientos en auditorias de proceso.



Gráfico 19-2. Representación de datos por atributos.

Realizado por: Eddy Alvarado, 2016

### 2.7.2. Tendencia Central y Dispersión

Gráficos basados en datos y estadísticos muestran información en forma útil ya que son más visuales que simples números que algunas veces indican cambios en el tiempo.

Estos gráficos muestran pautas de variación para una característica particular. Esto es llamado distribución, una representación gráfica de los patrones de variación para una muestra de la población.

Los datos tienden a ubicarse alrededor de un valor central.

Este representa un gravitacional o la tendencia central de los datos.

Los datos también tienden a dispersarse hacia fuera desde el centro de gravedad. Esta tendencia de esparcirse se la llama dispersión.

La distribución formada por estas dos tendencias es generalmente una forma simétrica de campana llamada como Curva de Campana o Distribución Normal.

Una población representa ejemplos de una característica particular. Por ejemplo, altura humana o ajuste de lateral con tapa de baúl para un automóvil.

Una muestra es una porción de un gran grupo de ejemplos de manera que la cantidad de este gran grupo puede ser juzgada a través de la muestra.

El número de veces que el valor de una medición particular o categorías numéricas ocurre, determina el alto de la categoría.



Gráfico 20-2. Tendencia central y la dispersión.

Fuente: (GM-OBB, Graficos de control, 2009)

### 2.7.2.1. Mediciones de tendencia central.

Las tres mediciones de tendencia central comúnmente usadas son:

**Media:** Supongamos que  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$  son las observaciones numéricas de una muestra; entonces, la medida más usual de su tendencia central es proporcionada por la media (o promedio) muestral, que es igual a la media aritmética de todos los datos:

$$\bar{X} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Es decir, la media muestral se obtiene sumando todos los datos y el resultado de la suma se divide entre el número de datos (n). (Gutiérrez Pulido, 2009)

Valores extremos pueden “empujar” a la media en una dirección u otra desde el centro de la distribución. (Gutiérrez Pulido, 2009)

**Mediana:** Otra medida de tendencia central de un conjunto de datos es la mediana X, que es igual al valor que divide a la mitad a los datos cuando son ordenados de menor a mayor. Así, para calcular la mediana cuando el número de datos es impar, éstos se ordenan de manera creciente y el que quede en medio de dicho ordenamiento será la mediana. Pero si el número de datos es par, entonces la mediana se calcula dividiendo entre dos la suma de los números que están en el centro del ordenamiento. (Gutiérrez Pulido, 2009)

**Moda:** Otra forma de medir la tendencia central de un conjunto de datos es mediante la moda, que es igual al dato que se repite más veces. Si varios datos tienen la frecuencia más grande, entonces cada uno de ellos es una moda, y se dice que el conjunto de datos es multimodal. (Gutiérrez Pulido, 2009)

Si la media, mediana, y modo son iguales, la distribución es simétrica. En el mundo real, hay diferencias menores en las mediciones y por lo tanto las distribuciones no son perfectamente simétrica, pero tenderán a la simetría. (GM-OBB, Graficos de control, 2009)

### ***2.7.3. Distribuciones No-Normales***

Los Datos a menudo forman distribuciones cuya forma no es una imagen espejo, de una “campana” simétrica. Su forma es “oblicua” de un lado o del otro, que significa que la pendiente de un “lado” es más gradual.

Esta forma oblicua en los datos nos indica la diferencia entre media y mediana.

Para algunas distribuciones por atributos y variable una forma oblicua es “normal”, el comportamiento, de un proceso estable para dicha característica.

Recordar que no todas las distribuciones “normales” (estables) tienen una distribución “Normal” (forma de campana). También, toda distribución posee características de tendencia central y dispersión.

Una distribución simétrica puede ser más aplastada que la Distribución Normal, a pesar de que su media, mediana, y moda sean casi iguales. La moda no “hace el pico” más alto en relación a toda la distribución.

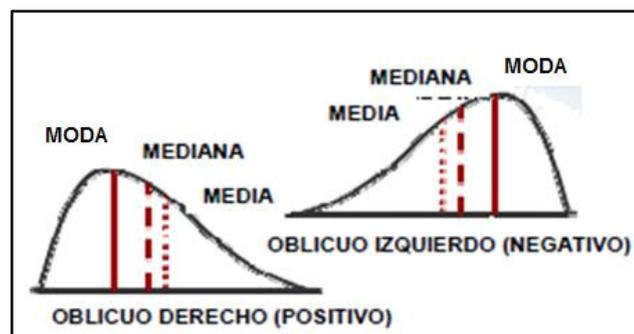


Gráfico 21-2. Distribuciones no normales.

Fuente: (GM-OBB, Graficos de control, 2009)

#### 2.7.4. Rango y Desviación Estándar

Hay dos mediciones principales de dispersión: Rango y Desvío Estándar.

**El Rango:** es la diferencia entre el valor más alto y el más bajo en un grupo particular de valores de la misma distribución de datos. Recordar, el rango es afectado sólo por la diferencia entre el valor más alto y el más bajo en un grupo de valores.

**La desviación estándar muestral:** es la medida más usual de variabilidad e indica qué tan esparcidos están los datos con respecto a la media; se denota con la letra S y se calcula mediante la siguiente expresión:

$$S = \sqrt{\frac{(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + (x_n - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Donde  $x_1, x_2, \dots, x_n$  son las observaciones numéricas de la muestra,  $n$  su tamaño y  $\bar{x}$  es la media muestral. Como se puede apreciar,  $S$  mide la distancia que en “promedio” hay entre los datos y la media; por ello, entre más grande sea el valor de  $S$  habrá mayor variabilidad en los datos. La desviación estándar es expresada en las mismas unidades de medición (gramos, milímetros, etc.) que los datos. Además,  $S$  no muestra la magnitud de los datos, sólo refleja lo retirado que están los datos de la media y, al igual que ésta, es afectado por datos atípicos. (Gutiérrez Pulido, 2009)

**Desviación Estándar de una Población:** La desviación estándar de una población está, generalmente no disponible y no es factible medir a todos los miembros de una población. Por consiguiente  $N$ , el número de valores de la población, no es conocido, tampoco  $\mu$ , el promedio de la población. (GM-OBB, Graficos de control, 2009)

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \mu)^2}{N}}$$

**Desvío Estándar estimado de un Gráfico de Control:** Una fórmula más simple para estimar la desviación estándar, puede ser usado cuando el proceso muestra estar en control, esto se evidencia mediante el uso de gráficos de control por variable.

Esto tiene el beneficio adicional que está respaldado por pruebas estadísticas que el proceso está en un estado de control, y que las mediciones tienen un valor predecible. En otras palabras, un proceso estable puede esperarse que mantenga la desviación estándar estimada tanto como el proceso mantenga su control estadístico. En la ecuación, es el rango promedio de los subgrupos de datos de las muestras, para un proceso que está en control estadístico, como es mostrado por los gráficos de control, y está afectado por un factor que depende del número de valores individuales de cada subgrupo de la muestra.

$$\hat{\sigma} = \frac{\bar{R}}{d_2}$$

### 2.7.5. Errores Tipo I y Tipo II

Existen dos tipos de errores que resultan de las observaciones inexactas. Estas pueden definirse como:

Tipo I (falsa alarma): En este error atribuimos un resultado de una causa especial de variación cuando realmente se produce por una causa común de variación.

Tipo II (no escuchando la alarma): En este error atribuimos un resultado de una causa común de variación cuando realmente se produce por una causa especial. A lo mejor parece que es parte del orden normal de las cosas, o variación dentro del “rango” normal, y por lo tanto no lo pensamos como algo “especial”. (GM-OBB, Graficos de control, 2009)



Gráfico 22-2. Error tipo I y Tipo II.

Fuente: (GM-OBB, Graficos de control, 2009)

### 2.7.6. Índices de capacidad de proceso a corto plazo:

**Índice Cp:** El índice de capacidad potencial del proceso, Cp, se define de la siguiente manera:

$$C_p = \frac{(LSE - LIE)}{6\sigma_{ST}} \qquad \hat{\sigma}_{\frac{R}{d_2}} = \frac{\bar{R}}{d_2}$$

**Donde:**

**C<sub>p</sub>:** Capacidad potencial del proceso.

**LSE:** Límite superior de especificaciones.

**LIE:** Límite inferior de especificaciones.

$\sigma_{R/d_2}$  : Desviación estándar a corto plazo.

Y  $\sigma_{R/d_2}$  representa la desviación estándar del proceso, mientras que ES y EI son las especificaciones superior e inferior para la característica de calidad. Como se puede observar, el índice C<sub>p</sub> compara el ancho de las especificaciones o la variación tolerada para el proceso con la amplitud de la variación real de éste:

$$C_p = \frac{\text{Variación tolerada}}{\text{Variación real}}$$

Decimos que  $6\sigma$  (seis veces la desviación estándar) es la variación real, debido a las propiedades de la distribución normal, en donde se afirma que entre  $\mu \pm 3\sigma$  se encuentra

99.73% de los valores de una variable con distribución normal. Incluso si no hay normalidad, en  $\mu \pm 3\sigma$  se encuentra un gran porcentaje de la distribución debido a la desigualdad de Chebyshev y a la regla empírica.

Una forma de apreciar claramente el significado de la desviación estándar como medida de dispersión en torno a la media, es a través de la relación entre la media y la desviación estándar, la cual está dada por la desigualdad de Chebyshev y la regla empírica. Dos hechos particulares que afirman la desigualdad de Chebyshev, es que:

Entre  $\bar{X} - 2S$  y  $\bar{X} + 2S$  están por lo menos 75% de los datos de la muestra, y que entre  $\bar{X} \pm 3S$  están por lo menos 89% de éstos.

En cuanto a la regla empírica se afirma que en muchos de los datos que surgen en la práctica se ha observado por la experiencia que:

- Entre  $\bar{X} - S$  y  $\bar{X} + S$  está 68% de los datos de la muestra.
- Entre  $\bar{X} - 2S$  y  $\bar{X} + 2S$  está 95%.
- Entre  $\bar{X} - 3S$  y  $\bar{X} + 3S$  está 99.7%.

Todos los intervalos anteriores son válidos sólo para los datos muestrales y no necesariamente para toda la población o proceso. Sin embargo, si los intervalos se calculan con la media y la desviación estándar del proceso o población, entonces serán válidos para toda la población.

Por lo tanto, en la medida que se tengan muestras aleatorias grandes y representativas, los intervalos anteriores podrán dar una idea aproximada de lo que pasa en el proceso.

Lo que afirma el teorema de Chebyshev se aplica para cualquier tipo de datos, independientemente de su comportamiento o distribución.<sup>3</sup> Mientras que la regla empírica, como su nombre lo dice, se obtuvo por medio de la observación empírica, y es válida para muchos de los casos que se dan en la práctica, sobre todo si los datos tienen un comportamiento con cierto grado de similitud a una campana o a la distribución normal. De cualquier manera, ambos casos ilustran muy bien cómo la desviación estándar mide la variabilidad en torno a la media. (Gutiérrez Pulido, 2009)

#### ***2.7.6.1. Interpretación del índice Cp***

Para que el proceso sea considerado potencialmente capaz de cumplir con especificaciones, se requiere que la variación real (natural) siempre sea menor que la variación tolerada. De aquí que lo deseable es que el índice Cp sea mayor que 1; y si el valor del índice Cp es menor que uno, es una evidencia de que el proceso no cumple con las especificaciones. Para una mayor precisión en la interpretación en la tabla 2-2 se presentan cinco categorías de procesos que dependen del valor del índice Cp, suponiendo que el proceso está centrado. Ahí se ve que el Cp debe ser mayor que 1.33, o que 1.50 si se quiere tener un proceso bueno; pero debe ser mayor o igual que dos si se quiere tener un proceso de clase mundial (calidad Seis Sigma). Además, en la tabla 5.2 se representó el valor del índice en el porcentaje de artículos que no cumplirían especificaciones, así como en la cantidad de artículos o partes defectuosas por cada millón producido (PPM). Por ejemplo, si el índice  $C_p = 0.8$  y el proceso estuviera centrado, entonces el correspondiente proceso produciría 1.64% de piezas fuera de especificaciones (que corresponde a 16 395 partes malas por cada millón producido). Una observación que se deriva de la tabla referida es que el valor del índice Cp no es igual al porcentaje de piezas que cumplen con especificaciones. (Gutiérrez Pulido, 2009)

Tabla 2-2. Valores del Cp y su interpretación.

VALOR DEL ÍNDICE CP	CLASE O CATEGORÍA DEL PROCESO	DECISIÓN (SI EL PROCESO ESTÁ CENTRADO)
$C_p \geq 2$	Clase mundial	Se tiene calidad Seis Sigma.
$C_p > 1.33$	1	Adecuado.
$1 < C_p < 1.33$	2	Parcialmente adecuado, requiere de un control estricto.
$0.67 < C_p < 1.33$	3	No adecuado para el trabajo. Es necesario un análisis del proceso. Requiere de modificaciones serias para alcanzar una calidad satisfactoria.
$C_p < 0.67$	4	No adecuado para el trabajo. Requiere de modificaciones muy serias.

Fuente: (Gutiérrez Pulido, 2009)

**Índice Cpk:** Como ya se mencionó, la desventaja del índice Cp es que no toma en cuenta el centrado del proceso, debido a que en las fórmulas para calcularlos no se incluye de ninguna manera la media del proceso,  $\mu$ . Una forma de corregir esto consiste en evaluar por separado el cumplimiento de la especificación inferior y superior.

Por su parte el índice Cpk, que se conoce como índice de capacidad real del proceso, es considerado una versión corregida del Cp que sí toma en cuenta el centrado del proceso. Existen varias formas equivalentes para calcularlo, una de las más comunes es la siguiente:

$$C_{pk} = \min(|Z_{PI}, Z_{PS}|) \quad Z_{pi} = \frac{\bar{X} - EI}{3\sigma} \quad Z_{ps} = \frac{ES - \bar{X}}{3\sigma}$$

Como se aprecia, el índice Cpk es igual al valor más pequeño de entre Cpi y Cps, es decir, es igual al índice unilateral más pequeño, por lo que si el valor del índice Cpk es satisfactorio (mayor que 1.25), eso indica que el proceso en realidad es capaz. Si  $Cpk < 1$ , entonces el proceso no cumple con por lo menos una de las especificaciones. Algunos elementos adicionales para la interpretación del índice Cpk son los siguientes:

- El índice Cpk siempre va a ser menor o igual que el índice Cp. Cuando son muy próximos, eso indica que la media del proceso está muy cerca del punto medio de las especificaciones, por lo que la capacidad potencial y real son similares.
- Si el valor del índice Cpk es mucho más pequeño que el Cp, significa que la media del proceso está alejada del centro de las especificaciones. De esa manera, el índice Cpk estará indicando la

capacidad real del proceso, y si se corrige el problema de descentrado se alcanzará la capacidad potencial indicada por el índice Cp.

- Cuando el valor del índice Cpk sea mayor a 1.25 en un proceso ya existente, se considerará que se tiene un proceso con capacidad satisfactoria. Mientras que para procesos nuevos se pide que  $Cpk > 1.45$ .
- Es posible tener valores del índice Cpk iguales a cero o negativos, e indican que la media del proceso está fuera de las especificaciones.

### **2.7.7. Grafica de control $\bar{X}$ -R**

Existen muchos procesos industriales considerados de tipo “masivo”, en el sentido de que producen muchos artículos, partes o componentes durante un lapso de tiempo pequeño.

Por ejemplo: líneas de ensamble, máquinas empacadoras, procesos de llenado, operaciones de soldadura en una línea de producción, moldeo de piezas de plástico, torneado de una pieza metálica, el corte de una tira en pedazos pequeños, etc.

Algunos de estos procesos realizan miles de operaciones por día, mientras que otros efectúan varias decenas o centenas. En ambos casos se está ante un proceso masivo. Si, además, las variables de salida de interés son de tipo continuo, entonces estamos ante el campo ideal de aplicación de las cartas de control  $\bar{X}$ -R.

La idea es la siguiente: imaginemos que a la salida del proceso fluyen (uno a uno o por lotes) las piezas resultantes del proceso, como se ilustra en el grafico 23, cada determinado tiempo o cantidad de piezas se toma un número pequeño de piezas (subgrupo) a las que se les medirá una o más características de calidad. Con las mediciones de cada subgrupo se calculará la media y el rango, de modo que cada periodo de tiempo (media hora por ejemplo) se tendrá una media y un rango muestral que aportarán información sobre la tendencia central y la variabilidad del proceso, respectivamente. Con la carta  $\bar{X}$  se analiza la variación entre las medias de los subgrupos, para detectar cambios en la media del proceso, como los que se muestran en el grafico 23. Mientras que con la carta R se

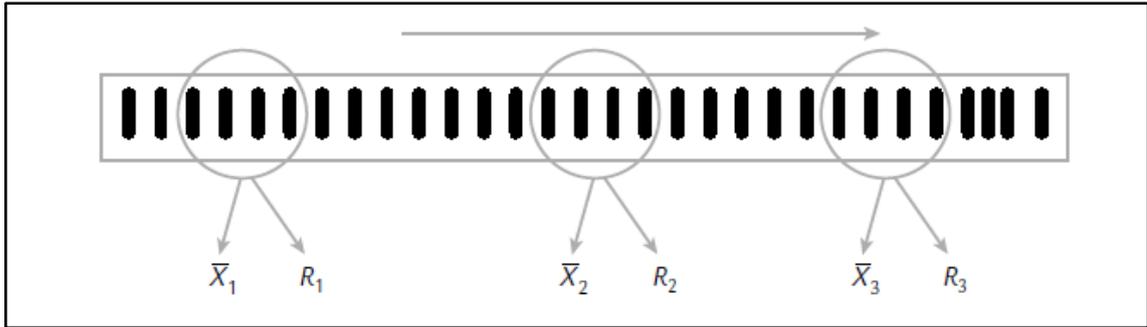


Gráfico 23-2. Operación de una carta  $\bar{X}$ -R.

Fuente: (Gutiérrez Pulido, 2009)

Analiza la variación entre los rangos de los subgrupos, lo cual permite detectar cambios en la amplitud o magnitud de la variación del proceso, como se ilustra en el gráfico 39.

Con respecto a los gráficos 24, y 25, al afirmar que el proceso es estable se está diciendo que es predecible en el futuro inmediato y, por lo tanto, la distribución o comportamiento del proceso no necesariamente tiene la forma de campana como se sugiere en las gráficas referidas.

Éstas pueden ser una curva con sesgo o incluso otras formas más inusuales. Claro que si la forma es poco usual, se recomienda investigar la causa.

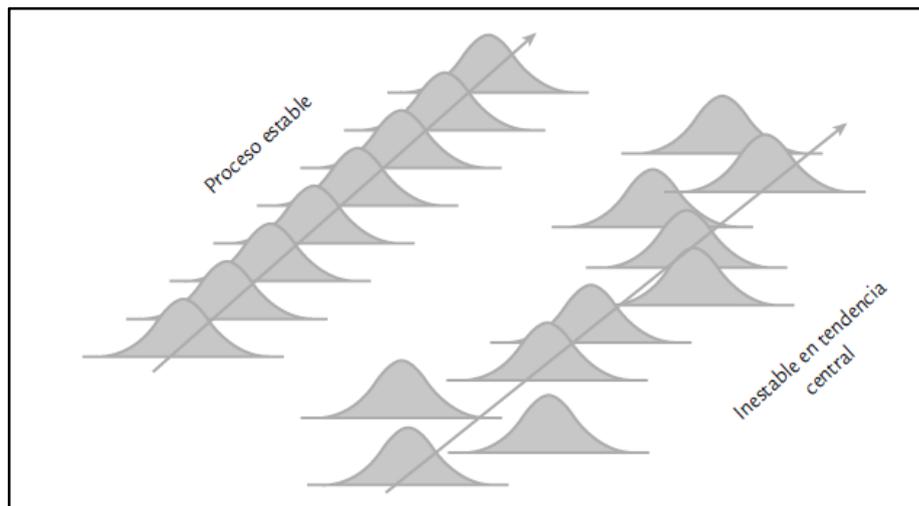


Gráfico 24-2. Cambios detectados en la media por una carta  $\bar{X}$ .

Fuente: (Gutiérrez Pulido, 2009)

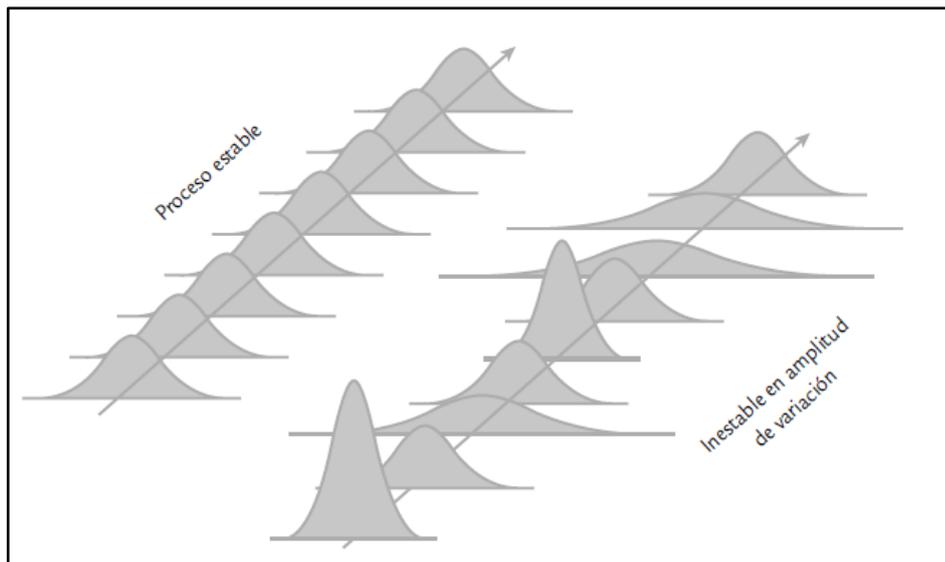


Gráfico 25-2. Cambios significativos en la dispersión R.

Fuente: (Gutiérrez Pulido, 2009)

#### Límites de control de la carta $\bar{X}$

Como se ha señalado, los límites de control de las cartas tipo Shewhart están determinados por la media y la desviación estándar del estadístico W que se grafica en la carta, mediante la expresión  $\mu_w \pm 3\sigma_w$ . En el caso de la carta de medias, el estadístico W es la media de los subgrupos  $\bar{X}$ , por lo que los límites están dados por:

$$\mu_{\bar{X}} \pm 3\sigma_{\bar{X}}$$

Donde  $\mu_{\bar{X}}$  representa la media de las medias, y  $3\sigma_{\bar{X}}$  la desviación estándar de las medias, que en un estudio inicial se estiman de la siguiente manera:

$$\mu_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} \text{ y } \sigma_{\bar{X}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

Donde  $\bar{\bar{X}}$  es la media de las medias de los subgrupos,  $\sigma$  la desviación estándar del proceso, que indica qué tan variables son las mediciones individuales y n es el tamaño de subgrupo.

Como por lo general en un estudio inicial no se conoce  $\sigma$ , ésta puede estimarse de dos formas principalmente. Una es calculando la desviación estándar, S, incluyendo la variabilidad entre muestras y dentro de muestras que corresponde a la  $\sigma$  de largo plazo. La otra manera de estimar

$\sigma$  que es más apropiada para la carta  $\bar{X}$ , y parte de sólo considerar la variabilidad dentro de muestras ( $\sigma$  de corto plazo) a través de los rangos de los subgrupos, y la estimación está dada por:

$$\hat{\sigma} = \frac{\bar{R}}{d_2}$$

Donde  $\bar{R}$  es la media de los rangos de los subgrupos y  $d_2$  es una constante que depende de  $n$ , el tamaño de subgrupo o muestra. En el anexo A1 se dan varios valores de  $d_2$  para distintos valores de  $n$ . De esta manera, tres veces la desviación estándar de las medias se estima con

$$3\sigma_{\bar{x}} = 3\left(\frac{\bar{R}/d_2}{\sqrt{n}}\right) = \frac{3}{d_2\sqrt{n}}\bar{R} = A_2\bar{R}$$

Como se observa, se introduce la constante  $A_2$  para simplificar los cálculos. Esta constante está tabulada en el anexo A1 y depende del tamaño de subgrupo  $n$ . Con base en lo anterior, los límites de control para una carta de control  $\bar{X}$ , en un estudio inicial, se obtienen de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} LCS &= \bar{\bar{X}} + A_2\bar{R} \\ \text{Línea central} &= \bar{\bar{X}} \\ LCI &= \bar{\bar{X}} - A_2\bar{R} \end{aligned}$$

Cuando ya se conocen la media,  $\mu$ , y la desviación estándar del proceso,  $\sigma$ , entonces estos límites para la carta de medias están dados por:

$$\begin{aligned} LCS &= \mu + 3\frac{\sigma}{\sqrt{n}} \\ \text{Línea central} &= \mu \\ LCI &= \mu - 3\frac{\sigma}{\sqrt{n}} \end{aligned}$$

### **Límites de control de la carta R**

Con esta carta se detectarán cambios en la amplitud o magnitud de la variación del proceso, como se ilustra en el gráfico 39, y sus límites se determinan a partir de la media y la desviación estándar de los rangos de los subgrupos, ya que en este caso es el estadístico  $W$  se grafica en la carta R. Por ello, los límites se obtienen con la expresión:

$$\mu_R \pm 3\sigma_R$$

Donde  $\mu_R$  representa la media de los rangos, y  $\sigma_R$  la desviación estándar de los rangos, que en un estudio inicial se estiman de la siguiente manera:

$$\mu_R = \bar{R} \text{ y } \sigma_R = d_3\sigma \approx d_3\left(\frac{\bar{R}}{d_2}\right)$$

Donde  $\bar{R}$  es la media de los rangos de los subgrupos,  $\sigma$  la desviación estándar del proceso y  $d_3$  es una constante que depende del tamaño de subgrupo que está tabulada en el anexo A1.

Como por lo general en un estudio inicial no se conoce  $\sigma$ , ésta puede estimarse a través de  $\bar{R}/d_2$ , como ya lo habíamos explicado antes. En forma explícita, los límites de control para la carta R se calculan con:

$$LCL = \bar{R} - 3d_3\left(\frac{\bar{R}}{d_2}\right) = \left[1 - 3\left(\frac{d_3}{d_2}\right)\right]\bar{R} = D_3\bar{R}$$

$$\text{Línea central} = \bar{R}$$

$$LCS = \bar{R} + 3d_3\left(\frac{\bar{R}}{d_2}\right) = \left[1 + 3\left(\frac{d_3}{d_2}\right)\right]\bar{R} = D_4\bar{R}$$

Donde se han introducido las constantes  $D_3$  y  $D_4$  para simplificar los cálculos, y están tabuladas en el anexo A1, para diferentes tamaños de subgrupo,  $n$ .

### **Interpretación de las cartas de Control en el proceso:**

Los límites de control pueden interpretarse de la forma siguiente, si la variabilidad pieza a pieza del proceso y la media del proceso permanecieran constantes a sus niveles actuales (estimados por  $R$  y  $\bar{X}$ , respectivamente), los recorridos  $R$  y medias  $\bar{X}$ , de cada subgrupo variarían solo de forma fortuita, pero rara vez sobrepasarán los límites de control (0.27% de las veces para los límites calculados). Asimismo no habría tendencias ni pautas claras en los datos, a parte de las que podrían suceder por razones fortuitas. El objetivo del análisis mediante gráficos de control es determinar cualquier evidencia de que la variabilidad del proceso o la media del proceso no se mantienen a un nivel constante (uno o ambos están fuera de control estadístico) y tomar las medidas apropiadas. Los gráficos  $R$  y  $\bar{X}$  se analizan separadamente, pero la comparación de comportamientos entre los dos gráficos permite comprender mejor las causas especiales que afectan al proceso.

## **Análisis de los datos marcados en el gráfico de recorridos o $\bar{R}$ :**

Como la capacidad de interpretar los recorridos de la muestra o las medias de la muestra dependen de la estimación de la variabilidad pieza a pieza, primero se analiza el gráfico R. Los puntos de datos se comparan con los límites de control, para verificar la presencia de puntos fuera de control o pautas o tendencias poco usuales.

**1.- Puntos fuera de los límites de control:** la presencia de uno o más puntos fuera de los límites de control constituye una prueba primaria de una falta de control en ese punto, ya que esto sería muy raro si la variación se daría solo por causas comunes, prevemos que el valor fuera de los límites es por una causa especial. Así pues, la presencia de un punto fuera de los límites de control es una señal para el análisis inmediato de causas especiales.

La existencia de un punto fuera de los límites de control tanto superior o inferior es señal generalmente que:

- El límite de control o el punto marcado han sido incorrectamente calculados o marcados, o
- La variabilidad pieza a pieza o la dispersión de la distribución han aumentado, empeorado, ya sea en ese punto de tiempo o como parte de una tendencia, o
- El sistema de medición ha sido modificado (por ejemplo, cambio de inspector o herramienta de medición)

**2.- Tendencias dentro de los límites de control:** La presencia de tendencias inusuales, incluso cuando todos los datos están dentro de los límites de control, puede ser prueba de falta de control o cambio en la dispersión del proceso durante el periodo de control, esto podría ser el primer aviso de condiciones desfavorables que necesitan ser controlados, antes de que se tengan puntos fuera de los límites de control.

Tener 7 puntos consecutivos, sobre o bajo la media o tener 7 puntos consecutivos ascendentes o descendentes significa:

- Un mal funcionamiento del equipo de medición.
- Cambio de un lote de material.
- Cambio de un inspector.

**3.- Pautas obvias no fortuitas:** Además de la presencia de datos fuera de los límites o tendencias podemos tener otros comportamientos de los datos que pueden ser provocados por causas especiales.

Distancia de los puntos de  $\bar{R}$ , Aproximadamente 2/3 de los datos deben estar dentro del tercio central de la región entre los límites de control; aproximadamente 1/3 de los datos deben estar en los dos tercios exteriores de dicha región.

Si más de 2/3 de los datos están cerca de  $\bar{R}$  (para 25 muestras, si más del 90% están en el tercio medio de la región entre límites de control), verificar si:

- Los límites de control o datos marcados han sido incorrectamente calculados o marcados, o
- El proceso o el método de muestreo están estratificados; cada subgrupo contiene sistemáticamente mediciones de dos o más fuentes o flujos del proceso que tienen medias de proceso muy diferentes.
- Los datos han sido corregidos (se han alterado o suprimido muestras con rangos que debieron apartarse mucho de la media).

Si bastante menos de 2/3 de los datos están cerca de  $\bar{R}$  verificar si:

- Los límites de control o los datos marcados han sido incorrectamente calculados o marcados. O
- El proceso o el método de muestreo hacen que muestras sucesivas tengan mediciones de dos o más fuentes o flujos de procesos que tienen una variabilidad significativamente distinta, por ejemplo materias primas mezcladas de lotes distintos.

Cuando existan varias fuentes o flujos de procesos se deben identificar y controlar de forma separada.

**Detección y corrección de causas especiales:** Para cada causa especial en los datos R realizar un análisis de funcionamiento del proceso, a fin de determinar la causa; corregir el problema e impedir que se repita de nuevo. El propio gráfico de control constituirá una ayuda valiosa en el análisis del problema, indicando cuando comenzó tal situación y durante cuánto tiempo continuo.

La destreza es un factor importante en el análisis del problema, tanto en la reducción de la producción de partes defectuosas como en la obtención de una evidencia actual para el diagnóstico, por ejemplo la aparición de un solo punto fuera de los límites de control es suficiente para comenzar de forma inmediata un análisis del proceso.

## **Análisis de datos marcados en el gráfico de medias $\bar{X}$ :**

Cuando los rangos están bajo control estadístico, la dispersión del proceso (variación dentro de la muestra) se considera estable. Entonces pueden analizarse las medias, a fin de comprobar si el lugar central del proceso está cambiando a través del tiempo. Si las medias están bajo control estadístico, estas reflejan únicamente la variación detectada en los rangos, la variación por causas comunes del sistema.

Si las medias están fuera de control estadístico, ello indica la existencia de causas especiales que probablemente están haciendo inestable el lugar central del proceso.

**1.- Puntos fuera de los límites de control:** La presencia de uno o más puntos fuera de los límites de control indica la presencia de causas especiales en ese punto del ensamblaje. Es la señal de aviso para iniciar inmediatamente el estudio de la operación.

Un punto fuera de los límites de control indica generalmente que:

- El límite de control o el punto marcado son incorrectos, o
- El proceso ha cambiado, ya sea en ese instante de tiempo (posiblemente un accidente aislado) o está formando parte de una tendencia, o
- El sistema de medición ha cambiado (por ejemplo incorporación de un nuevo inspector o instrumento de medida).

**2.- Tendencias dentro de los límites de control:** La presencia de tendencias extrañas puede indicar una situación fuera de control o un cambio de la capacidad durante el periodo de esa tendencia. Tal vez ayude comparar las tendencias de rangos con las de medias.

Estas son las señales de una tendencia en el proceso:

- Tener 7 puntos consecutivos a un lado de la media, o
- Tener 7 puntos consecutivos formando una tendencia creciente o decreciente.

Un tramo por encima de la media, significa que:

- Ha cambiado y puede estar cambiando la media del proceso, o
- Ha cambiado el sistema de medición.

**3.- Ciclos recurrentes (periodicidad):** Otro movimiento no aleatorio que pueden presentar los puntos en las cartas es un comportamiento cíclico de los puntos. Por ejemplo, se da un flujo de puntos consecutivos que tienden a crecer y luego se presenta un flujo similar pero de manera descendente y esto se repite en ciclos. Cuando un comportamiento cíclico se presenta en la carta  $\bar{X}$ , entonces las posibles causas son:

- Cambios periódicos en el ambiente.
- Diferencias en los dispositivos de medición o de prueba que se utilizan en cierto orden.
- Rotación regular de máquinas u operarios.
- Efecto sistemático producido por dos máquinas, operarios o materiales que se usan alternadamente.

**4.- Pautas obvias no fortuitas:** Hay otras pautas que también pueden indicar la presencia de causas de variación especiales, aunque habrá que tener cuidado de no sobre interpretar los datos. Entre estas pautas se incorporan tendencias, ciclos, la dispersión inusual de puntos dentro de los límites de control y relaciones entre valores dentro de los subgrupos.

Distancia de los puntos a la media del proceso: Aproximadamente 2/3 de los puntos de los datos deben hacerse en el tercio central de la región situada entre los límites de control; aproximadamente 1/3 debe hacerse en los dos tercios externos de dicha región dentro de los límites de control.

Falta de variabilidad (estaticación): Si hay bastante más de 2/3 de  $\bar{X}$  cerca de la media del proceso (para 25 muestras, si más del 90% están en el tercio medio de la región entre límites de control), verificar si:

- Los límites de control o datos marcados han sido incorrectamente calculados o marcados, o
- El proceso o el método de muestreo están estratificados; cada subgrupo contiene sistemáticamente mediciones de dos o más fuentes o flujos del proceso que tienen medias diferentes, o
- Los datos han sido corregidos (se han alterado o suprimido muestras con medias que debieron apartarse mucho de la media central).

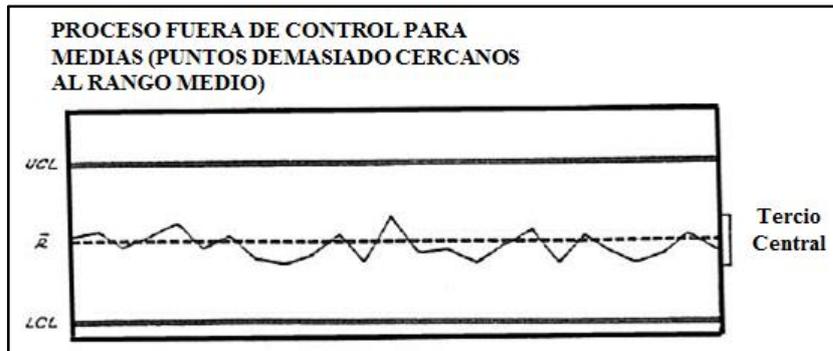


Gráfico 26-2. Dos tercios en el tercio central.

Fuente: (Ford, 2003).

**Mucha variabilidad:** Si hay bastante menos de  $2/3$  de datos cerca de la media del proceso (para 25 muestras, si 40% o menos están comprendidos en el tercio intermedio), verificar si:

- Los límites de control o los datos han sido incorrectamente calculados o marcados, o
- El proceso o el método de muestreo hacen que muestras sucesivas contengan mediciones de dos o más fuentes diferentes del proceso (esto puede deberse al sobre control de un proceso ajustable, en que el ajuste del proceso se hacen en respuesta a fluctuaciones fortuitas en los datos del proceso).

Cuando existan varias fuentes o flujos de procesos se deben identificar y controlar de forma separada.



Gráfico 27-2. Dos tercios fuera del tercio central.

Fuente: (Ford, 2003).

**Detección y corrección de causas especiales:** Para cada causa especial en los datos de medias realizar un análisis de funcionamiento del proceso, a fin de determinar la causa; corregir el problema e impedir que se repita de nuevo. El propio gráfico de control constituirá una ayuda valiosa en el análisis del problema, indicando cuando comenzó tal situación y durante cuánto

tiempo continuo. La oportunidad es un factor importante en el análisis del problema, tanto para su diagnóstico como para reducir al mínimo la cantidad de producción no conforme.

Para la solución del problema pueden utilizarse las herramientas de mejora continua de seis sigmas (Pareto, lluvia de ideas, diagrama de Ishikawa, etc.).

Nuevo cálculo de límites de control: Al realizar un estudio inicial del proceso o al evaluar la capacidad del proceso, excluir todos los puntos fuera de control correspondientes a causas especiales ya identificadas; hacer de nuevo los cálculos y marcar la media del proceso y los límites de control. Verificar que todos los puntos están bajo control al compararlos con los nuevos límites, repitiendo de ser necesario la secuencia identificación / corrección / nuevo cálculo.

### ***2.7.7. Índices de capacidad de proceso a largo plazo:***

Cuando hablamos de capacidad de un proceso podemos tener una perspectiva de corto o largo plazo. La capacidad de corto plazo se calcula a partir de muchos datos tomados durante un periodo suficientemente corto para que no haya influencias externas sobre el proceso (por ejemplo, que no haya importantes cambios de temperatura, turnos, operadores, lotes de materia prima, etc.). Por lo tanto, esta capacidad representa el potencial del proceso, es decir, lo mejor que se puede esperar del mismo. Por otra parte está la perspectiva de largo plazo que, a final de cuentas, es la que la interesa al cliente. De aquí que la capacidad de largo plazo se calcula con muchos datos tomados de un periodo de tiempo suficientemente largo como para que los factores externos influyan en el desempeño del proceso.

En la práctica, para diferenciar entre capacidad de corto y de largo plazo se emplean dos diferentes formas de estimar la desviación estándar del proceso.

La primera sólo se considera la variación dentro de los subgrupos, y refleja la variación de corto plazo a través del rango de los subgrupos mediante la siguiente expresión:

$$\hat{\sigma}_{\frac{\bar{R}}{d_2}} = \frac{\bar{R}}{d_2}$$

Donde  $\bar{R}$  es el promedio de los rangos de los subgrupos, mientras que la constante  $d_2$  depende del tamaño del subgrupo según anexo A1.

Por lo general, los índices de capacidad de corto plazo se calculan con esta forma de obtener la desviación estándar.

La otra forma de calcular  $\sigma$  consiste en determinar de manera directa la desviación estándar de todos los datos. Por lo tanto, si se tiene una buena cantidad de datos y éstos representan un periodo

de tiempo suficientemente grande, entonces se tendrá una perspectiva de largo plazo en la cual se consideran los desplazamientos y la variación del proceso a través del tiempo; además, se toma en cuenta la variación entre muestras y dentro de muestras.

Con esta desviación estándar se pueden calcular los índices Pp y Ppk.

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

**Índice Pp y Ppk:** Estos índices están enfocados al desempeño del proceso a largo plazo, y no sólo a su capacidad.

Por ello, el índice de desempeño potencial del proceso (process performance) Pp se calcula de la siguiente manera:

$$P_p = \frac{(ES - EI)}{6\sigma_L}$$

Donde:

**P<sub>p</sub>:** Índice de desempeño potencial

**LSE:** Límite superior de especificaciones

**LIE:** Límite inferior de especificaciones

$\sigma_{LT}$ : Desviación estándar estimada a largo plazo

Entonces  $\sigma_L$  es la desviación estándar de largo plazo. Nótese que el índice Pp se calcula en forma similar al Cp, la única diferencia es que Pp utiliza  $\sigma_L$ , mientras que Cp usualmente se calcula con la desviación estándar de corto plazo. Un problema del índice Pp es que no toma en cuenta el centrado del proceso, por ello suele complementarse con el índice de desempeño real del proceso Ppk que se obtiene con.

$$P_{pk} = \text{menor} |Z_I, Z_S| \quad Z_S = \frac{ES - \bar{X}}{3\sigma_L} \quad Z_I = \frac{\bar{X} - EI}{3\sigma_L}$$

Advierta que este índice se calcula de la misma manera que el índice Cpk, la única diferencia es que Ppk utiliza  $\sigma_L$  (la desviación estándar de largo plazo). (GM-OBB, Graficos de control, 2009)

## 2.8. Prueba de error

Error Proofing se refiere a la aplicación de los mecanismos a prueba de fallos para evitar un proceso de producción con defectos, también conocido como poka-yoke término japonés:

POKA (errores involuntarios)

YOKERu (para evitar).

Error Proofing un método para reducir la variación en el proceso de producción mediante la eliminación de un modo de fallo potencial, para reducir el error humano y el fracaso en el proceso.

Es la metodología de la aplicación para la prevención y la detección del elemento. "En el Control de Procesos y Verificación".

Se trata de un método de verificación de 100%, no de muestreo o control estadístico.

### 2.8.1. Qué es el Error:

Son acciones involuntarias que generan desviaciones en las especificaciones y no permite cumplir los objetivos trazados.

**Fuente de Errores:** Diseño, Materiales, Métodos, Máquinas, Procesos, Humanos.

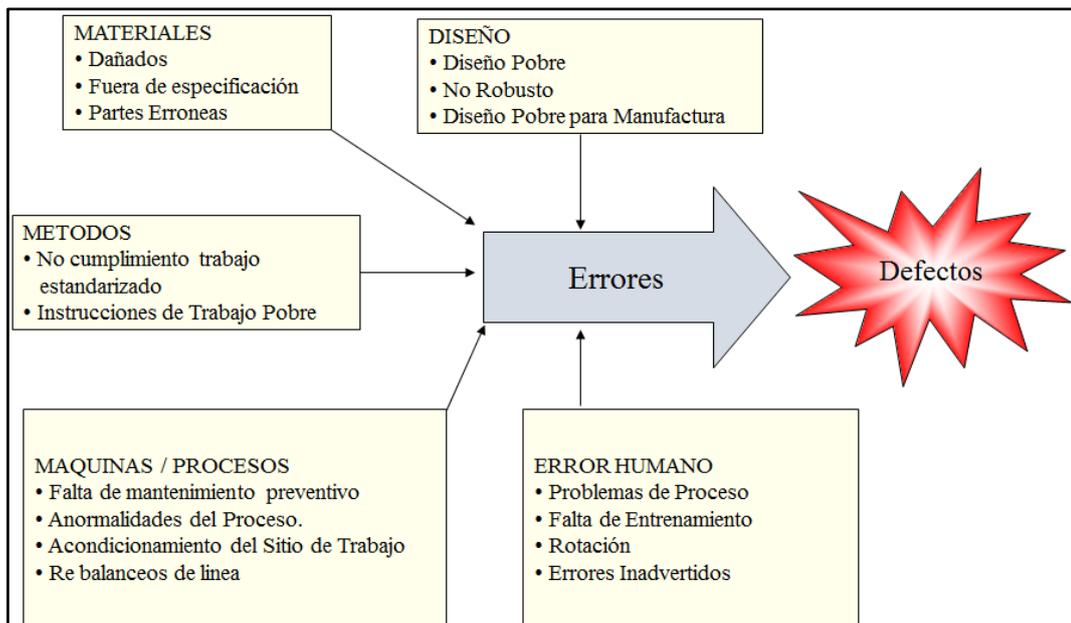


Gráfico 28-2. Fuentes de error.

**Fuente:** (GM, Error Profing, 2008)

### **2.8.2. Qué es un Defecto.**

Defecto es una condición donde un producto no alcanza los estándares de calidad exigidos por los clientes.

#### **Un defecto es desperdicio y puede ocasionar:**

Reparaciones costosas y consumo de tiempo.

Costos de garantía como causa de defectos que salen de planta.

Materiales dañados y escrapeados.

Pérdida de Producción por paradas de línea innecesarias.

#### **Un defecto puede impactar la posición en el mercado:**

Con clientes insatisfechos por defectos generados en el proceso

Perdida en demanda.

### **2.8.3. Propósito de una prueba de error.**

Eliminación completa de los defectos.

Resaltar inmediatamente los problemas para liberar a los trabajadores de constante atención a los detalles.

100% de Inspección a través de controles mecánicos o físicos.

Cambiar el paradigma de detección y reducción de defectos por prevención de defectos.

### **2.8.4. Beneficios de una prueba de error.**

Promueve la Seguridad y la Ergonomía.

Promueve la Creatividad del Empleado y su participación en el Plan de Sugerencias.

Previene Daños al Producto y mejora la Calidad

Reduce Desperdicios, Reparaciones y Costos.

Promueve la Auto – Inspección en el área de Trabajo.

Este sistema de prevención de errores durante el proceso de ajuste de los componentes, si los errores no se presentan en la línea de producción, entonces la calidad será alta y el re-trabajo disminuirá. Esto aumenta la satisfacción del cliente y disminuye los costos al mismo tiempo. El resultado, es de alto valor para el cliente. No solamente es el simple concepto, pero normalmente las herramientas y/o dispositivos son también simples. (GM, Error Profing, 2008)

## CAPITULO III

### 3. DIAGNÓSTICO ACTUAL DEL PROCESO DEL CONTROL DE OPEERACIONES CRITICAS DE AJUSTE EN LA LINEA DE ENSAMBLE EN CIAUTO

#### 3.1. Antecedentes.

Dentro del control de Calidad en CIAUTO no se contempla un control estadístico de operaciones críticas, actualmente se lleva un control de torques basado únicamente en comprobar que el valor de ajuste de las juntas no sea inferior al valor especificado por la fuente, este método no nos permite saber cuan centrado esta nuestro proceso y mucho menos nos garantiza que el 100% de los procesos de ajuste cumplan con la especificación emitida por nuestra fuente, esta afirmación se realiza debido a que nuestro control es por muestreo.

#### 3.2. Lógica de la Investigación.

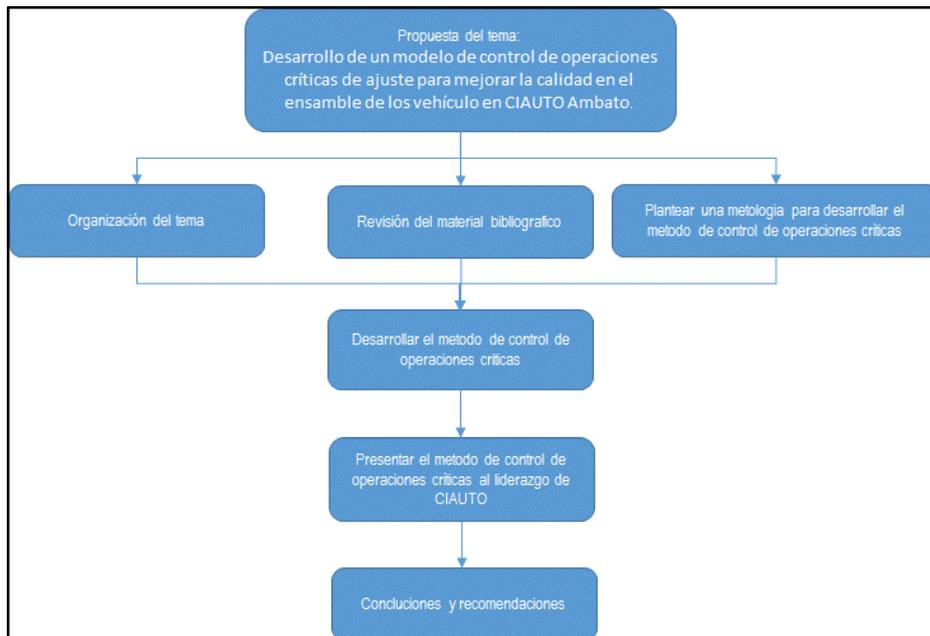


Gráfico 1-3. Lógica de la investigación.

Realizado por: Eddy Alvarado, 2016

### **3.3. Métodos.**

#### ***3.3.1. Métodos teóricos a emplear.***

##### **Método Histórico - Lógico:**

Con la investigación bibliográfica previa referente al desarrollo de un sistema de control de operaciones críticas de ajuste dentro del control de Calidad se lograra evidenciar la importancia del control de los procesos de ajuste durante el ensamblaje de los vehículos en CIAUTO.

##### **Análisis y Síntesis:**

Con el análisis de la problemática determinada, será posible encontrar soluciones al desarrollo de un control de operaciones críticas de Calidad óptimo y eficiente para entregar el nivel de calidad que esperan nuestros usuarios, los mismos que se controlaran mediante indicadores internos de la Empresa.

##### **Método sistémico:**

Permite revelar la estructura y las relaciones funcionales de control de Calidad, a través del estudio y la aplicación de herramientas de Calidad.

#### ***3.3.2. Métodos empíricos a emplear.***

**Método de Observación Científica:** Es de vital importancia porque permitirá transformar el conocimiento empírico en científico, el mismo que nace con el problema, los objetivos, la justificación y se encuentra como base para la estructura del Marco Teórico en el tema de estudio, por lo que dentro del tema a investigar es necesario indicar que se encuentra inmerso en el análisis de resultados debido a que una vez obtenidos todos los datos analizados en tablas y gráficos se puede emitir juicios de valor y generalizar los resultados para el diagnóstico del problema a investigar, mediante el reconocimiento de la problemática existente en la ejecución de los procesos en los diferentes puestos de trabajo.

**Consulta con Expertos en la rama:** La relación cercana con directivos inmersos en el campo de estudio fundamentalmente con los de la empresa CIAUTO permitirá la obtención de información en función de su experticia que aportará directamente en este estudio.

### 3.4. Estructura del sistema actual de control de Calidad de la línea de Ensamble

El departamento de Calidad en la actualidad está estructurado según el organigrama adjunto.

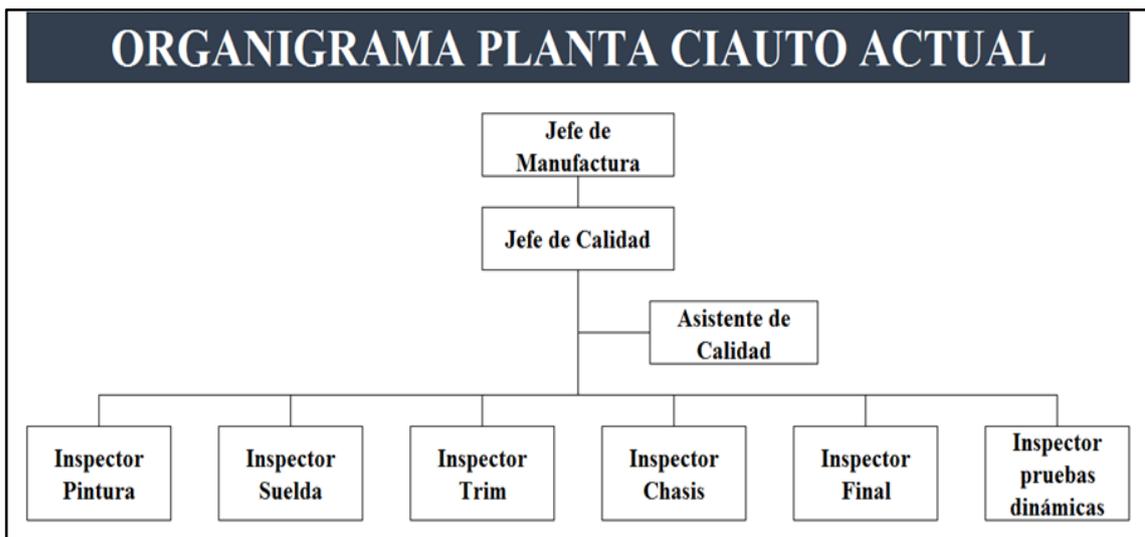


Gráfico 2-3. Organigrama de Calidad.

Fuente: (CIAUTO, 2016)

Dentro de la estructura de Calidad no se tiene un auditor de Operaciones críticas de ajuste debido a que no se tiene constituido un órgano de control para este tipo de operaciones.

### 3.5. Descripción del sistema actual del Control de Calidad de la línea de Ensamble.

Como parte fundamental para el correcto desarrollo de una propuesta para el control estadístico del proceso se determinan mediante una estructura PHVA del sistema, para esto referirse al anexo A2, según este ordenamiento expresado en el este anexo se desarrolla la situación actual del control estadístico del proceso en la Planta CIAUTO a continuación.

### ***3.5.1. Planificación del control de operaciones críticas.***

Como en toda empresa con cultura de calidad es muy importante cumplir con el ciclo de PHVA comenzamos con la planificación, en este momento la planta no tiene un sistema planificado de auditorías de Calidad en operaciones críticas, esta planificación permite al auditor tener un control de cada una de sus actividades dentro del sistema de auditorías, para esto el auditor tiene que planificar sus auditorías de producto y proceso, cada una de estas auditorías tendrá reportes e indicadores de calidad que se presentaran al liderazgo de la empresa.

### ***3.5.2. Elaboración de planes y cronogramas de trabajo.***

El plan de trabajo como instrumento de planificación, ordena y sistematiza información de modo que pueda tenerse una visión del trabajo a realizar, así nos indica: objetivos, metas, actividades, responsables y cronograma.

Es importante la elaboración de un gráfico que muestre el conjunto total de actividades y su duración, es decir un cronograma, estas herramientas no se están usando para control de torques en operaciones críticas.

### ***3.5.3. Monitoria de Producto.***

En la actualidad se lleva un control de torque el mismo que se enfoca en garantizar que las juntas no tengan valores inferiores al especificado por la fuente como podemos observar en el formato de comprobación diaria grafico 30.

Esto se realiza utilizando un torquímetro digital en el cual se seteaba el valor de ajuste especificado y se procedía a tomar el valor en sentido horario hasta que se dé la alarma del torquímetro digital indicando que llego al valor especificado.

Este método no nos permitía saber en qué posición del rango de ajuste se encuentra el valor depositado sobre las juntas críticas en control, por lo que nos deja a siegas sobre la calidad y la seguridad de los autos ensamblados.

No se llevaba control estadístico con graficas de control por lo que no se sabía exactamente en qué posición del rango se está moviendo el proceso, adicional en un control por muestreo es muy

importante saber cómo se comportan cada uno de los procesos críticos dentro de la planta y esto no se podía saber con listas de datos numéricos.

		<b>COMPROBACION DIARIA DE TORQUES</b>										Código: SOP-09-FR-26					
												Versión: 02					
SOP-09 GESTION DE LA CALIDAD										Fecha Emisión: 2014/02/07							
MODELO: M4					SUPERVISOR:					INSPECTOR:							
FECHA:					LOTE:												
Items	Estación	Rango máximo de operación	Mando	Torque aplicado (Nm)	Componente a torqurear	RESULTADOS											
						DIA 1		DIA 2		DIA 3		DIA 4		DIA 5			
						NUMERO DE VIN	VALOR	NUMERO DE VIN	VALOR	NUMERO DE VIN	VALOR	NUMERO DE VIN	VALOR	NUMERO DE VIN	VALOR		
1	E1:34	200Nm	1/2"	130±2.6Nm	BASES DEL MOTOR FR-LH												
2	E1:34	100Nm	3/8"	78±5Nm	BASES DEL MOTOR FR-RH												
3	E1:34	100Nm	3/8"	40±5Nm	AMORTIGUADORES FR-LH-RH												
4	E1:1	25Nm	3/8"	7±1Nm	CERRADURA DE COMPUERTA												

Gráfico 3-3. Comprobación diaria de torques.

Fuente: (CIAUTO, 2016)

### 3.5.4. Monitoria de proceso.

Lo más importante para estar en control estadístico es tener un control sólido del proceso y de esta manera garantizar la estabilidad de los datos levantados de piso para el control estadístico y su análisis e interpretación por parte de los líderes de la Planta.

Puntos críticos para el control de un proceso crítico:

- Control del errorprofing de la herramienta.
- Control del uso de la herramienta asignada en el proceso.
- Actualización de Cartelera.
- Control del seteo del herramental.
- Conocimiento de del sistema CCO.

#### 3.5.4.1. Control del errorprofing de la herramienta.

En la actualidad no se tiene un control del errorprofing de la herramienta dentro de la planta, lo que no permite tener certeza de que la herramienta este trabajando correctamente en cada uno de sus ajustes dentro de los procesos críticos de la Planta.

### 3.5.4.2. Control del uso de la herramienta asignada en el proceso.

Dentro de un proceso bajo control estadístico es muy importante el control del uso de la herramienta correcta dentro del proceso, esta actividad no se está controlando por que no se tiene un documento oficial que indique exactamente que herramienta está asignada para cada proceso y esto deja en libertad, el uso de cualquier herramienta para realizar el ajuste, este control es importante que se realice tanto para los torquímetro como las herramientas de pre-ajuste (pistolas neumáticas).

### 3.5.4.3. Actualización de Cartelera.

La cartelera de operaciones criticas es importante para tener siempre la información del sistema CCO disponible para todos los operarios de la planta este es un punto de instrucción para mantener un proceso siempre estándar, dentro de la Planta al no tener este sistema CCO implementado no se tiene una cartelera pero mantenían desplegado directamente las hojas de proceso.

### 3.5.4.4. Control del seteo del herramental.

El seteo o parametrización de las herramientas dentro de un proceso de ajuste es importante para garantizar la repetibilidad del proceso y su estabilidad para esto se tiene que tener registros donde conste cada herramienta con qué valor está trabajando dentro de los procesos, dentro de la planta si se mantiene un control de los valores con que están seteados cada uno de los torquímetro que están dentro de los procesos.

CIAUTO		PLAN DE VERIFICACIÓN DE INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN Y TORQUE														CÓDIGO:	SOP-09-PL-02				
		Referencia: SOP-09-IT-08 Instructivo para la Verificación y Calibración de Instrumentos														VERSIÓN:	00				
																FECHA EMISIÓN:	2013-10-10				
ITEM	ESTADÍSTICO	DESCRIPCIÓN	CODIGO FABRICA	RANGO OPERACIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	MANDO	TORQUE APLICADO	CODIGO CIAUTO	E (ESTABILIDAD DEL EQUIPO)	I (INTERFERENCIA DE USO DEL EQUIPO)	S (REPRODUCIBILIDAD DE USO DEL EQUIPO)	D (DETERIORO DEL EQUIPO)	M (MOVIBILIDAD DEL EQUIPO)	ST	INTERVALO DE VERIFICACION	Última comprobación	% DE ERROR	ok/ No ok	FECHA DE VERIFICACION	PRÓXIMA FECHA DE VERIFICACION	OBSERVACIONES
2	SUB MOTOR SM	LLAVE TORSION	1142121	50	Nm	19mm	16	MA-SM-LAVE-21	2,00	0,00	1,00	0,00	3,00	10,00	MENSUAL	16,61	0,6%	/	13/01/2016	13/02/2016	
3		TORQUIMETRO	91791E	100	Nm	1/2"	46	MA-SM-TR-51E	2,00	0,00	1,00	0,00	3,00	10,00	MENSUAL	-5,06	0,1%	/	13/01/2016	13/02/2016	
4		TORQUIMETRO	1210048	100	Nm	3/8"	40	MA-SM-TR-48	2,00	0,00	1,00	0,00	2,00	10,00	MENSUAL	40,03	0,1%	/	13/01/2016	13/02/2016	
5		TORQUIMETRO	91791E	100	Nm	1/2"	55	MA-SM-TR-51E	2,00	0,00	1,00	0,00	2,00	10,00	MENSUAL	54,95	0,1%	/	13/01/2016	13/02/2016	
6		TORQUIMETRO	91900E	50	Nm	3/8"	30	MA-SM-TR-00E	2,00	0,00	1,00	0,00	2,00	10,00	MENSUAL	26,00	1,1%	/	13/01/2016	13/02/2016	
7		TORQUIMETRO	919122E	50	Nm	3/8"	26	MA-SM-TR-22E	2,00	0,00	1,00	0,00	3,00	10,00	MENSUAL	26,30	1,2%	/	13/01/2016	13/02/2016	
8		TORQUIMETRO	91900E	50	Nm	3/8"	24	MA-SM-TR-00E	2,00	0,00	1,00	0,00	2,00	10,00	MENSUAL	23,63	0,7%	/	13/01/2016	13/02/2016	

Gráfico 4-3. Verificación de torquímetro.

Fuente: (CIAUTO, 2016)

#### ***3.5.4.5. Conocimiento de del sistema CCO.***

El conocimiento del sistema CCO es fundamental dentro de la planta, las personas involucradas en los procesos críticos del ensamble tienen que conocer cada uno de los procedimientos y los parámetros que se deben cumplir para garantizar el correcto proceso y su estabilidad para de esta manera garantizar la satisfacción y seguridad de los clientes.

#### ***3.5.5. Reportes***

En la actualidad los reportes que se están generando son los de cumplimiento con las auditorías y la garantía de que los valores están dentro de parámetro, pero desde que la toma de datos no era la correcta no se puede actuar con precisión sobre las anomalías encontradas y reportadas en este momento, para esto se tiene que manejar reportes de Auditorias de proceso y reportes de Auditorias de producto, estos reportes actualmente no se están manejando dentro de la planta.

#### ***3.5.6. Solución de problemas.***

La solución de problemas o determinación de la causa raíz de un problema es muy importante para apoyar la mejora continua de los procesos, en la actualidad se tiene un método de solución denominado 5 pasos, este método de solución de problemas no se está aplicando a procesos críticos si no a novedades detectadas por el sistema de control de Calidad de la planta, para operaciones críticas es importante a más de los 5 pasos llevar un control denominado ACP (análisis de la capacidad del proceso).

### **3.6. Diagnóstico actual del control de Calidad en ajustes críticos**

El diagnóstico actual del control de operaciones críticas dentro de la planta CIAUTO línea de ensamble se realizó mediante un checklist de Auditoria del proceso.

Este checklist nos reveló que el estatus inicial está en el 19% de la implementación de un sistema de control de Calidad en Operaciones críticas.

CHECKLIST CCO			PLANTA	ENSAMBLE	FECHA AUDITORIA	15/11/16																														
EVALUADO POR: EDDY ALVARADO TURNO: 1T			LINEA	M4	ESTATUS INICIAL IMPLEMENTACION TOTAL	6%																														
			EVALUADO	AUDITOR CCO	ESTATUS FINAL IMPLEMENTACION TOTAL	6%																														
ITEMS	VARIABLES A EVALUAR	Tipo de parametro	POT	STF	CRITERIO				PESO			TOTAL																								
					NA	NI	IP	IM	0	1	2																									
1	¿Se tienen auditorias de Proceso en operaciones criticas?	Proceso	SI			X						0																								
2	¿Tiene un Plan Mensual semanal y diario para sus Monitorias de Proceso y Producto?	Planificación	SI			X						0																								
3	¿Conoce el plan de reacción de CCO, cuando lo aplica?	Planificación	SI			X						0																								
4	¿Se tienen hojas de control de operaciones criticas CCO?	Proceso	SI			X						0																								
5	¿La planta tiene un procedimiento para la validación de la herramienta de la Planta?	Proceso	SI				Δ			1		1																								
6	¿Se tiene un procedimiento para validar las herramientas (torques, pistolas) en linea luego de haber sido validadas por mantenimientos?	Proceso	SI			X						0																								
7	Se tienen registros de las herramientas que son validadas por parte de mantenimiento?	Proceso	SI				Δ			1		1																								
8	Pida una explicación de cómo se realiza el proceso de validación de herramientas ?	Proceso	SI				Δ			1		1																								
9	Las herramientas (nuevas, por fecha de calibración, daño) tiene una entrega recepción por parte de producción/calidad?	Proceso	SI				Δ			1		1																								
10	¿El equipo de medición se encuentra calibrado?(Torques)	Proceso	SI			X						0																								
11	¿Se dispone de herramientas back up tienen una frecuencia de calibración apropiada antes de su uso?	Producto	NO			NA						0																								
12	¿Las herramientas en piso se encuentran calibradas y etiquetas?	Proceso	SI	0				0			2	2																								
13	¿Tiene la planta identificada una lista con los equipos criticos y cuales son estos?	Proceso	SI			X						0																								
14	La planta realiza auditorias de producto(toma de datos de torque)?	Producto	SI				Δ			1		1																								
15	La planta tiene identificada cada una de las operaciones criticas en la linea de producción?	Proceso	SI	0				0			2	2																								
16	La planta realiza auditorias de proceso de las operaciones criticas (seguimiento al cumplimiento de especificaciones en el proceso)?	Proceso	SI			X						0																								
17	La planta tiene graficas de control para analisis de capacidad?	Producto	SI			X						0																								
18	¿Tienen trabajo estandarizado anclado a CCO para la realización de sus actividades?	Proceso	SI			X						0																								
19	La Planta tiene un sistema de solución de problemas para los incumplimientos encontrados en sus procesos criticos?	Solucion de problemas	SI				Δ			1		1																								
20	La planta tiene un metodo de control estadistico de sus procesos criticos?	Producto	SI			X						0																								
<b>EL MONITOR CCO</b>																																				
21	La Planta tiene un Monitor CCO para control de Operaciones Criticas?	Producto	SI				Δ			1		1																								
22	La Planta tiene un procedimiento de mejora continua?	Solucion de problemas	SI				Δ			1		1																								
23	La Planta tiene un plan de reaccion?	Solucion de problemas	SI			X						0																								
24	La Planta tiene un escalonamiento de alarmas?	Solucion de problemas	SI			X						0																								
25	La Planta tiene un comite CCO?	Solucion de problemas	SI			X						0																								
26	La Planta tiene un analisis de capacidad de proceso ACP?	Solucion de problemas	SI			X						0																								
27	La planta dispone de un control MSA?	Producto	SI			X						0																								
28	La planta dispone de una cartelera para la revision de indicadores CCO?	Reportes	SI			X						0																								
29	El Monitor CCO conoce como interpretar los datos de las auditorias?	Producto	SI				Δ			1		1																								
30	El Monitor CCO conoce el procedimiento cuando se encuentra un ITEM fuera de especificacion?	Producto	SI				Δ			1		1																								
<b>PRODUCCION</b>																																				
31	El MET conoce que tipo de hojas CCO tiene en su estación de trabajo	Proceso	SI			X						0																								
32	Produccion dispone de una cartelera de operaciones criticas en cada equipo?	Reportes	SI			X						0																								
33	El MET conoce que tipo de juntas existen en su puesto de trabajo	Proceso	SI			X						0																								
34	El MET conoce procedimiento de calibracion de su herramienta? Revise una.	Producto	SI				Δ			1		1																								
35	Producción conoce los indicadores de capacidad CP y CPK?	Reportes	SI			X						0																								
Evaluación: Implementado y trabajado (IM) (0), NO Implementado (NI) (C), Implementado parcial (IP) (1), No aplica (NA), Potencial de implementación (POT).																																				
<table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>21</td> <td>11</td> <td>2</td> <td>TOTAL</td> <td>70</td> <td>ITEMS REALES</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>3%</td> <td>60%</td> <td>31%</td> <td>6%</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>NA</td> <td>C</td> <td>D</td> <td>O</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													1	21	11	2	TOTAL	70	ITEMS REALES	15	3%	60%	31%	6%					NA	C	D	O				
1	21	11	2	TOTAL	70	ITEMS REALES	15																													
3%	60%	31%	6%																																	
NA	C	D	O																																	

Gráfico 5-3. Auditoria CCO.

Realizado por: Eddy Alvarado, 2016

### ***3.6.1. Interpretación del checklist***

En el formato del checklist utilizado para evaluar la condición actual de la planta CIAUTO tenemos las siguientes características, las variables a evaluar que son las preguntas que nos ayudaran a extraer la información del sistema en la planta, el tipo de parámetro que es el enlace del checklist con el PHVA del sistema, tenemos la columna POT donde colocaremos si el punto evaluado es potencialmente de implementar, la columna STF es el estatus final que se evaluara cuando este implementado el sistema CCO en la planta, en las columnas de criterio se distribuye el estatus de cada uno de los puntos evaluados los que detallamos a continuación NA (punto que la planta no podrá implementar en el corto plazo principalmente por temas de inversión) NI (es un punto no implementado pero con potencial de implementación), IP (implementación parcial del de la variable evaluada), IM (implementado y trabajando en piso), las siguientes columnas tenemos los valores de ponderación de cada punto evaluado siendo 0 cuando no está implementado, 1 parcialmente implementado, 2 totalmente implementado, esta distribución de los pesos nos ayudar a realizar una evaluación más justa del estatus de la planta y el ingeniero estadístico tendrá una orientación en que variables tiene que trabajar primero para mejorar el indicador de la planta.

En el encabezado del formato tenemos información general de la planta evaluada, al pie del formato encontramos los cálculos y un detalle de las abreviaturas del formato checklist.

### ***3.6.2. Interpretación resultados del checklist.***

Podemos identificar que el 60% del sistema CCO no está implementado, un 31 % está en proceso de implantación, el 6% esta implementado y tenemos un 3% de este sistema que no se implementara por temas de inversión versus producción en este momento dentro de la planta.

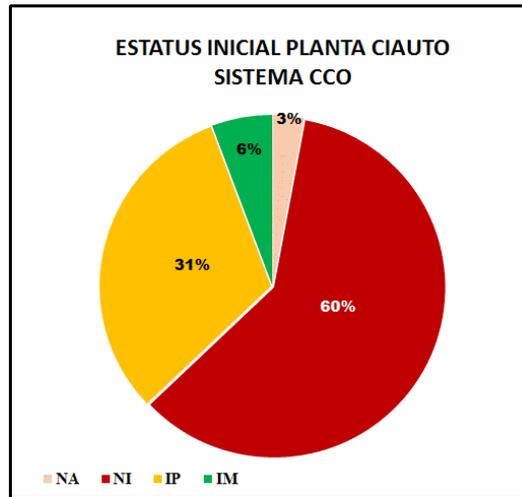


Gráfico 6-3. Resultados Auditoria CCO.

Realizado por: Eddy Alvarado, 2016

El método de evaluación está enfocado en el total de ítems ponderados según el peso establecido y el valor que obtiene cada variable evaluada, de esta manera se van determinando los valores de forma individual.

## CAPITULO IV

### PROPUESTA DEL CONTROL DE AJUSTES CRÍTICOS DE CALIDAD PARA LOS VEHÍCULOS ENSAMBLADOS EN CIAUTO.

#### 4.1. METODOLOGÍA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LAS OPERACIONES CRITICAS DE AJUSTE

En este capítulo se va a desarrollar la propuesta metodológica del control de calidad de operaciones críticas para la planta CIAUTO, esta propuesta está estructurada en base al PHVA como una estrategia de mejora continua de la Calidad, Los resultados de la implementación de este ciclo permiten a las empresas una mejora integral de la competitividad, de los productos y servicios, mejorando continuamente la calidad, reduciendo los costos, optimizando la productividad, reduciendo los precios, incrementando la participación del mercado y aumentando la rentabilidad de la empresa u organización.

#### 4.2. Propuesta de la metodología de control de Calidad.

La propuesta del control de operaciones críticas está estructurado según se muestra en el grafico 34, donde se puede observar una estructura bastante comprensible pero muy completa de todos los puntos importantes que se tienen que ir desarrollando dentro del sistema de control de operaciones críticas, si necesitan tener la estructura completa podemos observarla en el anexo A2:

##### *4.2.1. Estructura del sistema de control de Calidad propuesto para la línea de Ensamble*

Es importante colocar en la estructura de calidad al auditor de operaciones críticas para darle el respaldo en todas las decisiones que se tienen que tomar dentro de los controles del Auditor CCO, esta estructura la podemos observar en el grafico 34.

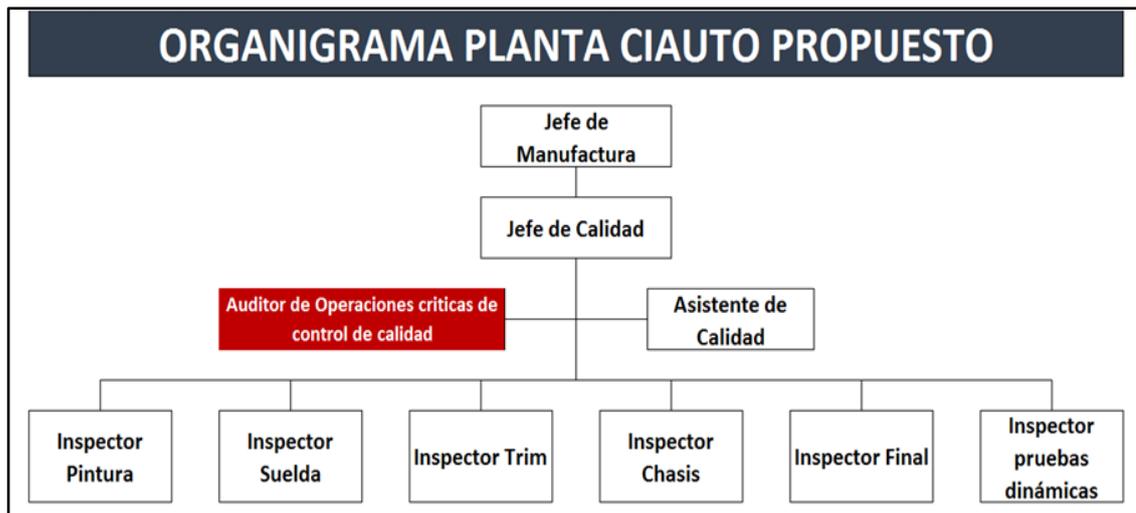


Gráfico 1-4. Organigrama de Calidad propuesto.

Realizado por: Eddy Alvarado, 2016

#### 4.2.2. Estructura del sistema CCO para la línea de ensamble.

Para un mejor entendimiento del sistema CCO se estructura según el PHVA y se va a desarrollar toda la propuesta bajo esta estructura.



Gráfico 2-4. Estructura CCO.

Realizado por: Eddy Alvarado, 2016

### 4.3. Planificación (Planes y cronogramas).

En planificación se establecen las actividades del proceso, necesarias para obtener el resultado esperado. Al basar las acciones en el resultado esperado, la exactitud y cumplimiento de las especificaciones a lograr se convierten también en un elemento a mejorar. Cuando sea posible conviene realizar pruebas de preproducción o pruebas piloto para probar los posibles efectos.

Planear es la forma de planificar, controlar, verificar y reportar el manejo y aplicación de la herramienta CCO. Estas actividades las realizamos a través de:

- Cronograma de Monitoria
- Horarios de auditorías CCO
- Cronograma de actividades Monitor

#### Cronograma de Monitoria:

Este cronograma nos muestra al detalle cuantas hojas CCO tiene cada equipo de trabajo y de cada modelo, esto nos ayuda a organizar que cantidad de hojas se van a Monitorear en cada semana.

 <b>CRONOGRAMA GENERAL MONITORIAS DE PROCESOS CCO TORQUES</b> (DOCUMENTACIÓN) 																							
MONITOR CCO: ??????				OPERACIONES CCO				MES:															
EQUIPO	TURNO	PLANTA	LET	# MOVIL	M4	HAYAL	VINGLE	OPE	S1	S2	S3	S4											
				11	6	12	29					29											
INGRESE EL NOMBRE DEL EQUIPO DE TRABAJO				INGRESE EL NÚMERO DE HOJAS CCO POR MODELO				INGRESE EL NÚMERO DE HOJAS CCO A CONTROLAR POR EQUIPO DE TRABAJO															
INGRESE LA PLANTA DE ENSAMBLAJE		INGRESE EL NOMBRE DEL LIDER DE EQUIPO																					
NUMERO DE SEMANAS		8		OBJETIVO SEMANAL		4		11		6		12		29		0		0		0		29	

Gráfico 3-4. Cronograma de Auditorias CCO.

Realizado por: Eddy Alvarado, 2016

#### Horarios de auditorías CCO:

En el cronograma de Auditorias tenemos nuestra planificación semanal mientras que en nuestro horario esta especificada una hora en el día en la que se van a realizar las Auditorías realizadas por el Monitor CCO.

Este horario es sociabilizado con la planta de producción con el fin de que todos estén informados de las horas en las que se van a realizar las auditorías y con esto evitamos conflictos por la afectación del indicador en caso de que no estén realizadas las actividades del sistema CCO.

HORARIOS DE AUDITORIAS								
VERIFICACION DE TORQUES 07:15		MONITOR:	EDDY ALVARADO					
HORA AUDITORIAS EN LINEA		MONITORIA	SEMANA					
ENTRADA 07:00 a 15:45	SABADO		LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
8:15	9:00	PRIMERA	X		X			
11:00	11:00	SEGUNDA		X		X		X
15:00		TERCERA					X	

Gráfico 4-4. Horario de Auditorias CCO.

Realizado por: Eddy Alvarado, 2016

**Cronograma de actividades Monitor:** Dentro de la planificación el Monitor CCO tiene que llevar un control integrado de todas sus actividades en el día a día este plan y control de actividades se detalla una a una las actividades con sus tiempos de duración.

Este control nos permite saber con exactitud cómo está la carga laboral del Auditor.

CIAUTO		PLAN Y CONTROL DE MONITORIAS CCO		MES: JUNIO 2016		Great Wall																							
MONITOR 1T: EDDY ALVARADO			LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	LUN	USO DE PC							
HERR	ITEM	MONITORIA	FREC	30	31	1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	13	14	15	16	17	18	20	21	22	23	24	25	27	
PRE-OPERATIVA	LECTURA 5 MINUTOS	DIA	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
	REVISION DE e-mails	DIA	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	X
TORQUE	PREPARAR EQUIPO, HERR Y TRASPORTAR CARRO DE HERR	SEM	20							20						20						20							
	MONITORIA PRODUCTO TORQUE RANGO (PS1-PS2-PF1-PF2)	SEM	257							257						257						257						X	
	GRAFICAR DATOS DE MONITORIAS EN GRAFICAS DE TENDENCIA - ENSAMBLE	SEM	128							128						128						128							
	ACTUALIZAR BASE (CP-CPK) ENSAMBLE PASAJEROS	SEM	60							60						60						60							X
	REVISAR EL CONTENIDO PRINCIPAL DE LAS HOJAS QCDS	SEM	60	60						60	60					60	60					60	60						X
	REVISAR QUE PRODUCCION ESTE REALIZANDO LAS AUDITORIAS DE PRODUCTO (TORQUE)	SEM	60	60						60	60					60	60					60	60						
	REVISAR QUE PRODUCCION ESTE VALIDANDO LA HERRAMIENTA Y GRAFICANDO	SEM	15	15						15	15					15	15					15	15						
	REVISAR QUE ESTEN CERRADOS LOS PLANES DE ACCION DEL LIBRO DE ALARMA Y SEGUIMIENTO Y SE RESPETE EL ESCALONAMIENTO DE ALARMAS	SEM	5	5						5	5					5	5					5	5						
	REVISAR QUE ESTEN LOS PLANES DE ACCION PARA LOS PUNTOS FUERA DE ESPECIFICACIÓN Y CONTROL	SEM	15	15						15	15					15	15					15	15						

Gráfico 5-4. Plan y control de Monitorias CCO.

Realizado por: Eddy Alvarado, 2016

#### 4.4. Hacer (control de producto y proceso).

La parte medular del control de las operaciones críticas dentro de la planta está en el Hacer, en esta parte se plasma el control del herramental, análisis del proceso aguas arriba aguas abajo, manejo de documentación, mejora continua documentada.

##### 4.4.1. Control de Producto.

##### 4.4.1.1 Definición de ajustes críticos:

Todo el sistema de control de operaciones críticas comienza por la definición del listado de ajustes críticos dentro de proceso de ensamblaje.

Desde la fuente nos envían siempre las instrucciones de ensamblaje donde están definidos los valores de ajuste de cada operación crítica, este es el comienzo para el equipo de ingeniería local empiece con el desarrollo del listado de operaciones críticas que se van a desplegar para un determinado modelo.

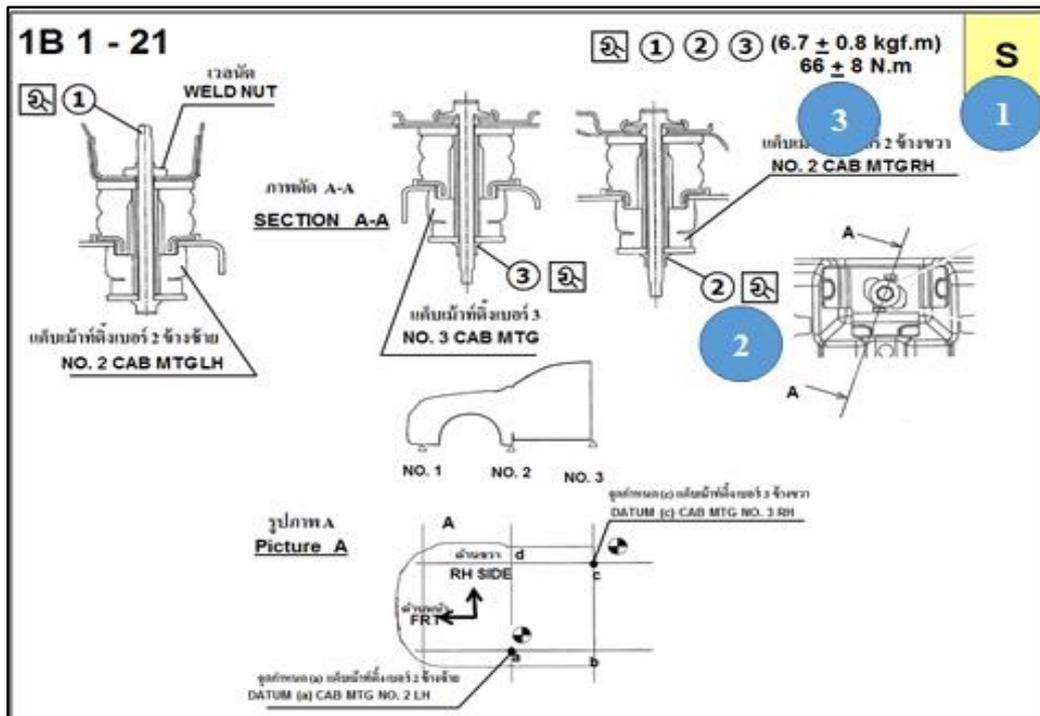


Gráfico 6-4. Instrucciones de trabajo de fuente.

Fuente: (CIAUTO, 2016)

En el grafico 38 tenemos un ejemplo de una hoja de trabajo de fuente para lo que se detallara algunos puntos relevantes como.

**Punto 1:** En este punto tenemos una **S** lo que nos indica que es un ítem de seguridad y debe estar considerado dentro del sistema como SN1 o SN2.

**Punto 2:** En el punto dos tenemos un símbolo de una llave lo que nos indica que se tiene un valor de torque.

**Punto3:** En el punto tres se detallan los valores de torque que se tiene que controlar en el proceso.

Con las hojas de trabajo se tiene la especificación de ajuste definida por la fuente, con esta información la planta tiene que definir el grado de criticidad que se le va a designar a cada ajuste, para esto nos ayudamos con la tabla 4-1.

**Tabla 1-4. Códigos CCO por componentes.**

<b>CARROCERIA - EXTERIOR</b>	<b>CODIGO CCO</b>
Mecanismo del limpiaparabrisas	SN2
Motor del limpia parabrisas a la carrocería	FN2
Ganchos de remolque	SN1
Parrillas techo porta equipaje	SN2

**Realizado por:** Eddy Alvarado, 2016

La tabla completa de los códigos CCO por componentes puede revisarse en el anexo A3.

Para poder definir de forma clara la asignación de los códigos CCO se ha elaborado la tabla 4 – 2 donde se puede entender de mejor manera la criticidad de cada uno de los códigos SN1 – SN2 – FN1 – FN2, es importante recalcar que todas las juntas definidas como SN1 en caso de falla le puede causar la muerte al usuario y lo opuesto un FN2 que es una junta que si llegara a fallar no causara molestia al usuario ni le dejaran botado en la vía.

**Tabla 2-4. Códigos CCO por componentes.**

<b>CLASIFICACIÓN</b>	<b>COD: CCO</b>	<b>CRITERIO</b>
<b>H</b> (Alto)	SN1	Directamente relacionado con la <b>SEGURIDAD HUMANA (Seguridad activa)</b> (Ej: Falla en los frenos) 
<b>M</b> (Moderado)	SN2	Indirectamente relacionado con la <b>SEGURIDAD HUMANA (Seguridad pasiva)</b> (Ej: Falla cinturón de seguridad, Vehículo no arranca) 
	FN1	Directamente relacionado con la parte <b>FUNCIONAL DEL VEHICULO</b> (Ej: Mal ajuste base caja de cambios, Soporte de cañerías del AC mal ajustados) 
<b>L</b> (Bajo)	FN2	Indirectamente relacionado con la parte <b>FUNCIONAL DEL VEHICULO</b> (Ej: Mal ajuste en los bornes de la batería, Mal ajuste de retrovisores) 

Realizado por: Eddy Alvarado, 2016

**Definición de tipo de junta:** Para fines de este estudio nos enfocaremos en una forma sencilla de definir el tipo de junta para fines de análisis del comportamiento del asentamiento de la junta y su variación en el análisis de la capacidad de proceso.

Una forma sencilla y práctica (para auditores, ensambladores y herramentistas) de estimar la rigidez de la “junta” es identificar la clasificación de ésta para cada aplicación específica.

La norma ISO 5393 define la clasificación de “juntas” y recomienda métodos de prueba para herramientas de poder con varios valores de clasificación de “juntas”.

Actualmente ISO 5393 identifica tres clasificaciones de “juntas”; Dura, Media y Blanda.

Una “junta” **Dura** se define como: aquella en la que el tornillo, a partir del asentamiento o “snug” requiere un giro 30 grados o menos para alcanzar el toque final.

Una “junta” **Media** se define como: aquella en la que el tornillo a partir del asentamiento o “snug” requiere un giro de 31 a 719 grados para alcanzar el toque final.

Una “junta” **Blanda** se define como: aquella en la que el tornillo a partir del asentamiento o “snug” requiere un giro de 720 o más grados para alcanzar el toque final; es decir, casi dos vueltas.

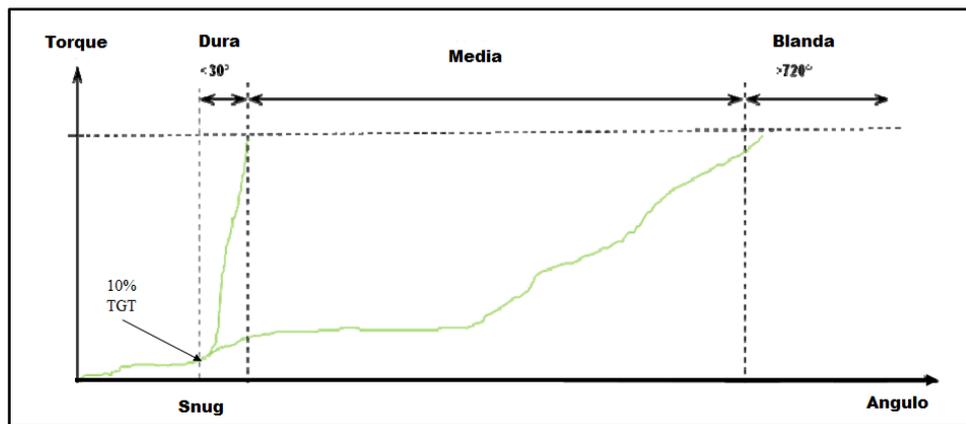


Gráfico 7-4. Tipo de junta.

Fuente: (Gómez, 2009)

**Asentamiento snug:** Se considera el asentamiento snug al punto en que las partes de la junta están completamente asentadas, algunos analistas colocan al asentamiento snug como el 10% del ajuste objetivo de la junta, es desde este punto donde se comenzara a evaluar el Angulo de giro para determinar el tipo de junta.

### Método práctico para determinar la rigidez de una “junta” y el ángulo de giro:

Para identificar la rigidez de la “junta” y los grados de rotación de la misma podemos hacer lo siguiente:

- 1.- Toma el tornillo en la “junta” y se acerca con la mano hasta que todos los materiales se acoplen (punto de asentamiento o “snug”).
- 2.- Marca una línea con un lápiz en el tornillo y el material, éste es el punto inicial, ahora con un torquímetro manual aplícale el toque especificado que tiene esa “junta”, la marca del tonillo quedará desplazada o girada tanto como la rigidez de la “junta”.
- 3.- El ángulo de la “junta”, es el que se forma entre la marca de la “junta” y la del tornillo. Para medir el ángulo no se requiere ningún transportador o equipo especial, con un reloj de caratula es suficiente pues no se requiere gran precisión, cada separación de una hora son 30 grados, por ejemplo, si ponemos el punto de inicio en las 12:00 y el punto final a las 3:00 tendremos un ángulo de 90 grados, entonces esta “junta” es “Media” y con esto ya sabemos más del comportamiento que debemos esperar al momento de aplicarle torque y auditar la “junta”., esto lo veremos un poco más adelante al analizar las variables y sus efectos en el proceso de atornillado.

Cuando tratamos de almacenar energía tenga en cuenta que las “juntas” blandas consumen más energía que las “juntas” duras. Si la “junta” es muy suave no podremos almacenar energía en el Tornillo.

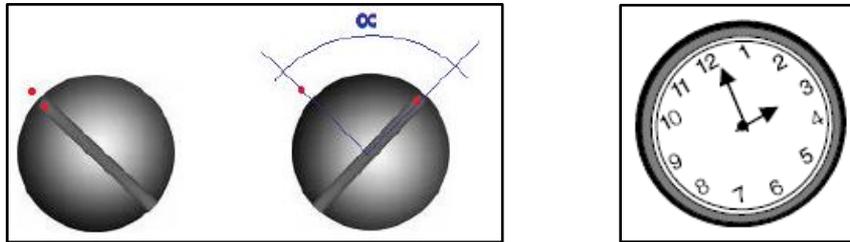


Gráfico 8-4. Método de evaluación del tipo de junta.

Fuente: (Barrios, 2009)

**4.4.1.2 Creación de hojas CCO:** Con el listado de operaciones críticas definida por ingeniería, se procede a la elaboración de las hojas CCO, las hojas CCO es un documento en el que esta detallado las especificaciones que se tienen que cumplir en cada proceso.

**Hoja CCO:** A continuación se detallara el llenado de una hoja CCO.

	KCDS Designada	SN1	Modelo	M4	Número Control Plan	CH011-8292-1034				
	Número CCO	9	Carrocería	1	Números de partes	3506100XS56XA 3506200XS56XA				
	Operación	Ajustar	Línea	1	Descripción de la parte	BRAKE PIPE, MAIN CYLINDER FR/RR CHAMBER				
	Año	2016	Estación	E3-1	Referencia	1				
Descripción Del Elemento	Conexión de la cañería de freno al cilindro principal									
Histórico de Revisión	1ra Revisión									
Aprobaciones	No.	Fecha	Tipo De Herramienta	Año tuerca / perno						
Aprobación Procesos	3		4		Boca # 10	N/A				
Aprobación Producción										
Aprobación Calidad										
Item	Equipo		A prueba de Error		Control de Proceso					
No.	Especific Dinámica (Nm)	No. Número	6	Equipo de Medida	Especific Estática (Nm)	7	Frecuencia	Quién	Tipo de Registro	Documento
1	16±2Nm	Torquímetro clk serie 1140594	100	Torquímetro digital	16±2Nm		Lista de 1 diaria	Monitor OCOS	Carta de tendencia manual con valores de pre-control al 75%	HOJAS DE PROCESO
Item	Inspección al 300%		Calibración			Auditoría de Procesos				
No.	Qué	Estación	Qué	Frecuencia	Quién	Item	Estación	Frecuencia	Quién	Documento
1	Totalmente recorrido & marca amarilla	E3-1	Torquímetro clk serie 1140594	9	Calidad	CONTROL DEL PROCESO	E3-1	10	MONITOR DE CALIDAD	FORMATO DE MONITORIA DE PROCESO
2	Totalmente recorrido & marca verde					EQUIPO / ERROR PROOFING				
3	Totalmente recorrido & asensado & marca azul					CALIBRACION DEL EQUIPO				

Gráfico 9-4. Hoja CCO.

Realizado por: Eddy Alvarado, 2016

**Punto 1:** El punto uno es el encabezado de la hoja en esta parte Ingeniería ingresa toda la información emitida por fuente relacionado con el proceso de ajuste de la junta en análisis.

**Punto 2:** En esta parte del formato ingresamos el nombre claro y exacto del componente en control, conjuntamente con los cambios históricos.

**Punto 3:** En el punto tres se coloca los nombres de las personas responsables de la aprobación de la hoja y la fecha en que fue aprobada.

**Punto 4:** En esta parte del formato se ingresa la herramienta y el tamaño del componente (tuerca o perno).

**Punto 5:** En el punto 5 se ingresa la especificación dinámica emitida por fuente y el código de herramienta a ser usado en este proceso.

**Punto 6:** En el punto 6 se ingresa la prueba de error con la que cuenta la herramienta para asegurar el proceso.

**Punto 7:** Punto 7 control del proceso esta información es muy importante, ingresamos el valor residual del proceso y la frecuencia del control del producto en otras palabras con qué frecuencia se va a realizar la toma de datos del proceso de ajuste.

**Punto 8:** Inspección al 100% la inspección tiene que realizarse al 100% de las unidades por lo menos en un punto adicional al realizado durante el proceso de ajuste, denominado auto-inspección, para esto en esta parte del formato CCO colocamos el código de la estación donde se van a realizar las inspecciones.

**Punto 9:** Calibración de la herramienta en este espacio se coloca el código de la herramienta que está asignada a este proceso, la frecuencia de calibración y quien es el responsable de realizar esta calibración.

**Punto 10:** Auditoria del proceso ingresamos los controles que se van a realizar como auditoria del proceso.

**Punto 11:** Grafico es muy importante colocar un gráfico y marcar cual es el ajuste que se está controlando con esta hoja CCO, esto ayudara a un mejor entendimiento por parte del auditor y el auditado de las novedades levantadas.

**Toma de datos de torque:** para la toma de datos de torque es importante conocer los siguientes conceptos:

**Que es torque:** Torque es un momento de fuerza, medida en N.m (Newton metro) que cuando aplicado a un ajuste se obtiene como resultado la fuerza de unión de dos o más componentes. Puede ser clasificado como:

**Torque Dinámico:** es el valor máximo medido del torque obtenido cuando el ajuste está siendo realizado por la herramienta.



Gráfico 10-4. Toma de datos dinámicos.

**Realizado por:** Eddy Alvarado, 2016

**Torque estático o residual:** Es el torque requerido para mover un tornillo, perno o tuerca en la misma dirección del ajuste previamente realizado.

Los valores de torque deben ser medidos antes de los 5 minutos de realizado el ajuste.



Gráfico 11-4. Toma de datos residuales.

**Realizado por:** Eddy Alvarado, 2016

#### 4.4.1.3 Gráficos de Control:

Los Gráficos de Control recolectan y muestran datos de un proceso a través del tiempo. Cada dato en un gráfico de control representa una medición o estadístico para una muestra tomada del proceso.

Indicando si los procesos son o no estables, los gráficos de control dan pautas sobre que puede o podría ser realizado para mejorarlos.

Los Gráficos de Control también ayudan a juzgar si un cambio aparente en el proceso es parte de la variación aleatoria de causas comunes o se debe a una causa especial o asignable.

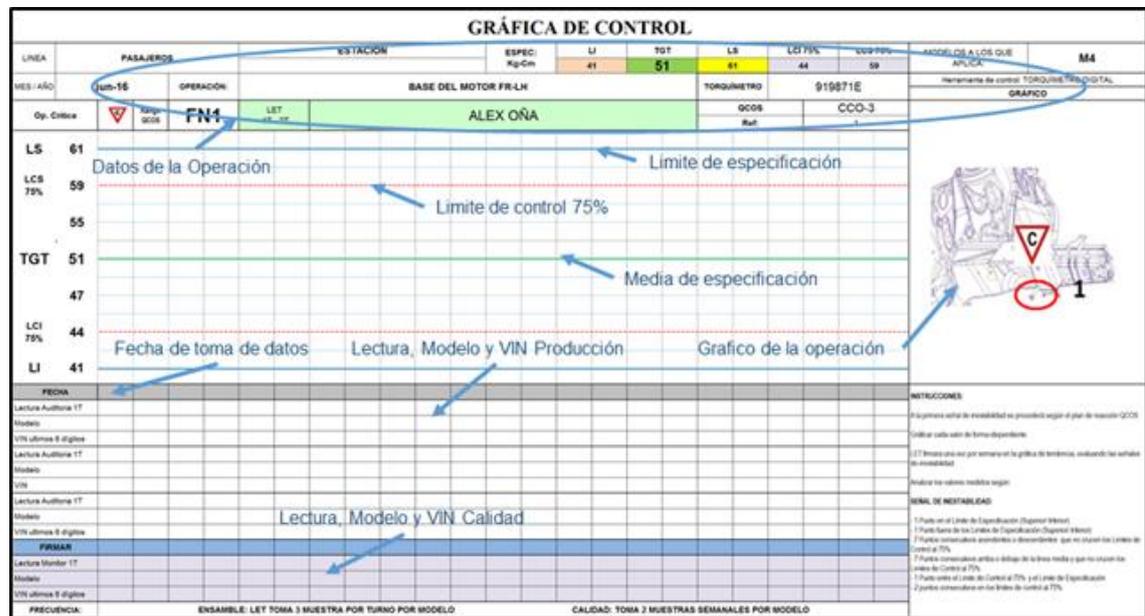


Gráfico 12-4. Grafica de Control.

Realizado por: Eddy Alvarado, 2016

**Límites de control:** Los límites de control, inferior y superior, definen el inicio y final del rango de variación de las muestras, de forma que cuando el proceso está en control estadístico existe una alta probabilidad de que prácticamente todos los valores de la muestra caigan dentro de los límites. Por ello, si se observa un punto fuera de los límites de control, es señal de que ocurrió algo fuera de lo usual en el proceso. Por el contrario, si todos los puntos están dentro de los límites y no tienen algunos patrones no aleatorios de comportamiento, entonces será señal de que en el proceso no ha ocurrido ningún cambio fuera de lo común, y funciona de manera estable (que está

en control estadístico). Así, la carta se convierte en una herramienta para detectar cambios en los procesos.

#### 4.4.1.4 Calculo de Cp y Cpk

Dentro de la planta CIAUTO se generó el listado de operaciones críticas con las que se empezaría la implementación del sistema CCO.

Tabla 3-4. Listado de Ítems CCO modelo M4.

EQUIPOS	ITEM	ANALISIS Cp Y Cpk			Rangos de especificación Requerimiento: Cp y Cpk > 1,67				
		MODELO (M4) DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN	HOJA CCO	Rango CCO	Rangos de Torque			CP	CPK
					MIN LIE (N.m)	MAX LSE (N.m)	NOM Tgt (N.m)		
M4-VESTIDURA	1	CERRADURA DE COMPUERTA	CCO-1	FN1	6	8	7	1,32	1,16
	2	AMORTIGUADORES FR-LH-RH	CCO-2	SN1	35	45	40	1,16	0,82
	3	BASE DEL MOTOR FR-LH	CCO-3	FN1	120	140	130	1,62	1,46
	4	BASE DEL MOTOR FR-RH	CCO-4	FN1	73	83	78	1,27	1,07
	5	REGULADOR DE ALTURA FR-LH	CCO-5	SN2	40	50	45	1,45	1,27
	6	RETRACTOR FR-LH	CCO-6	SN2	40	50	45	1,72	1,70
	7	COLUMNA DE LA DIRECCIÓN	CCO-7	SN1	22	28	25	1,54	1,08
	8	PEDAL DE FRENO Y CONJUNTO DEL CILINDRO DEL SERVO FRENO	CCO-8	SN1	18	28	23	1,74	1,57
	9	CAÑERÍAS DE FRENO AL CILINDRO PRINCIPAL	CCO-9	SN1	14	18	16	1,68	1,38
	10	CAÑERÍAS DE FRENO FR-LH-RH	CCO-10	SN1	14	18	16	1,33	1,08
	11	AMORTIGUADORES RR-LH-RH	CCO-11	SN1	32	38	35	1,33	0,88
	12	CERRADURAS DE PUERTAS FR-LH-RH	CCO-12	SN2	6	8	7	0,92	0,70
	13	AMORTIGUADOR DE PUERTA A LA CABINA FR-RR;LH-RH	CCO-13	SN1	20	26	23	1,76	1,28
	14	CONJUNTO DE CAÑERÍAS DE FRENOS RR-LH-RH	CCO-14	SN1	14	18	16	1,62	1,31
	15	SISTEMA DE ESCAPE	CCO-15	FN1	54	66	60	1,64	1,47
	16	TANQUE DE COMBUSTIBLE	CCO-16	FN1	23	29	26	1,15	1,05
	17	CONJUNTO DE SUSPENSIÓN RR-LH-RH	CCO-17	SN1	110	130	120	2,37	1,92
	18	PERNOS DE LA MORDAZA RR-LH-RH	CCO-18	SN1	32	38	35	0,97	-4,44
	19	CREMALLERA	CCO-19	FN1	100	114	107	2,05	1,51
	20	PUNTAS DE EJES INFERIORES FR-LH-RH	CCO-20	SN1	70	90	80	3,14	2,70
	21	PUNTAS INTERMEDIAS DE EJES FR-LH-RH	CCO-21	SN1	44	54	49	1,97	1,50
	22	SUSPENSIÓN Y BASE DEL MOTOR FR	CCO-22	FN1	73	83	78	1,50	1,29
	23	CONJUNTO DE SUSPENSIÓN Y CABINA FR-LH-RH(PERNOS RR-LH-RH)	CCO-23	SN1	190	230	210	5,75	5,18
	24	PERNOS DEL BASTIDOR A LA CABINA FR-LH-RH	CCO-24	SN1	135	155	145	2,77	2,73
	25	BASE DEL MOTOR A LA CABINA FR-LH-RH(COMPARTIMIENTO MOTOR)	CCO-25	FN1	73	83	78	1,11	-7,10
	26	AMORTIGUADORES Y PUNTAS DE EJES SUPERIORES FR-LH-RH	CCO-26	SN1	122	142	132	2,40	1,97
	27	CAÑERÍA DE FRENO INFERIOR FR-LH-RH	CCO-27	SN1	14	18	16	3,26	-8,89
	28	PERNOS DE LA MORDAZA FR-LH-RH	CCO-28	SN1	32	38	35	1,11	0,96
	29	CAÑERÍA DEL EMBRAGUE FR	CCO-29	SN1	14	18	16	1,53	1,18
	30	TUERCAS DE LOS NEUMATICOS FR-RR-LH-RH	CCO-30	SN1	100	120	110	2,40	1,99
	31	PERNOS DE LOS ASIENTOS FR-LH-RH	CCO-31	SN2	40	50	45	2,05	1,63
	32	PERNOS DE LOS ASIENTOS RR-LH-RH	CCO-32	SN2	40	50	45	1,46	-4,83
	33	CONJUNTO DE LA CERRADURA DE LA COMPUERTA INTERNA-INFERIOR	CCO-33	FN1	21	25	23	0,88	0,54
	34	CAÑERÍA DE EMBRAGUE DEL CILINDRO	CCO-34	SN1	14	18	16	2,96	-8,04
	35	BASE DE LA CAJA DE CAMBIO	CCO-35	FN1	41	51	46	2,21	1,87
	36	TUERCAS DE LOS TERMINALES FR-LH-RH	CCO-36	SN1	67	81	74	4,39	-17,41
	37	TUERCA DEL VOLANTE	CCO-37	SN1	46	54	50	0,94	-4,82

Realizado por: Eddy Alvarado, 2016

Para determinar que los datos de cálculo de la capacidad de procesos dentro de la planta, tienen un comportamiento normal ósea su distribución es normal, se tomara el ITEM 3 de la tabla 4 - 3 para realizar la evaluación, con los datos de este ITEM vamos a realizar un análisis de normalidad o comportamiento normal de los datos, el mismo que se realizara con Minitab para demostrar esta distribución de los datos levantados del procesos.

**Análisis de normalidad:**

Con los datos levantados del proceso para la operación ajuste base de motor con hoja CCO-3 y nivel de criticidad FN1 con un Cp=1.62 y un Cpk=1.46 realizamos el análisis de normalidad.

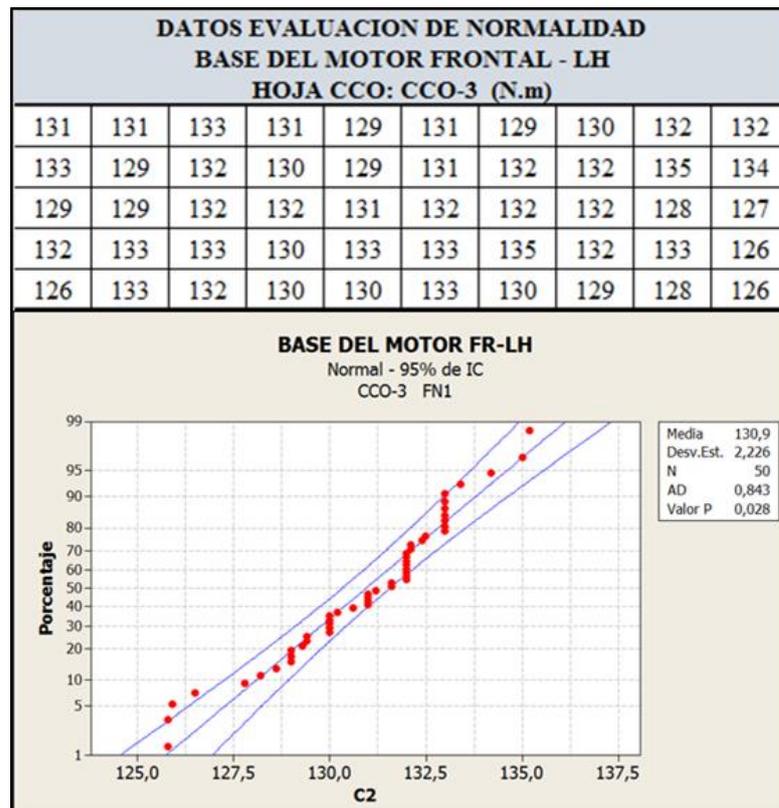


Gráfico 13-4. Análisis de normalidad.

Realizado por: Eddy Alvarado, 2016

Si analizamos el grafico 45 podemos ver que todos los datos están dentro del intervalo de confianza de la gráfica por lo que determinamos que los datos se comportan de forma normal y

podemos analizar la capacidad de los procesos mediante Cp y Cpk, índices de capacidad que pueden ser aplicados para tomar como indicador de Planta.

**Índice Cp:** El índice de capacidad potencial del proceso, Cp, se define de la siguiente manera:

$$C_p = \frac{ES - EI}{6\sigma}$$

Donde  $\sigma$  representa la desviación estándar del proceso, mientras que ES y EI son las especificaciones superior e inferior para la característica de calidad. Como se puede observar, el índice Cp compara el ancho de las especificaciones o la variación tolerada para el proceso con la amplitud de la variación real de éste.

Para que el proceso sea considerado potencialmente capaz de cumplir con especificaciones, se requiere que la variación real (natural) siempre sea menor que la variación tolerada. De aquí que lo deseable es que el índice Cp sea mayor que 1; y si el valor del índice Cp es menor que uno, es una evidencia de que el proceso no cumple con las especificaciones. Para una mayor precisión en la interpretación, en la tabla 4-3 se presentan cinco categorías de procesos que dependen del valor del índice Cp, suponiendo que el proceso está centrado. Ahí se ve que el Cp debe ser mayor que 1.33, o que 1.50 si se quiere tener un proceso bueno; pero debe ser mayor o igual que dos si se quiere tener un proceso de clase mundial (calidad Seis Sigma).

**Tabla 4-4. Valores de Cp y su interpretación.**

VALOR DEL ÍNDICE $C_p$	CLASE O CATEGORÍA DEL PROCESO	DECISIÓN (SI EL PROCESO ESTÁ CENTRADO)
$C_p \geq 2$	Clase mundial	Se tiene calidad Seis Sigma.
$C_p > 1.33$	1	Adecuado.
$1 < C_p < 1.33$	2	Parcialmente adecuado, requiere de un control estricto.
$0.67 < C_p < 1$	3	No adecuado para el trabajo. Es necesario un análisis del proceso. Requiere de modificaciones serias para alcanzar una calidad satisfactoria.
$C_p < 0.67$	4	No adecuado para el trabajo. Requiere de modificaciones muy serias.

**Fuente:** (Gutiérrez Pulido, 2009)

**Cálculo de Cp:** Del Ítem 3 que estamos analizando con los datos levantados del proceso tenemos que  $\bar{X}=130.9$  y  $\bar{R}=2.3$  y la constante  $d_2=1.128$ , para  $n=2$  y aplicando la fórmula de sigma analizada en el punto 2.7.7 tenemos que  $\sigma=2.1$  con los límites de especificación **LI=120** y **LS=140** calculamos el Cp que para este ejercicio tenemos  $Cp=1.62$ .

**Índice Cpk:** el índice Cpk, que se conoce como índice de capacidad real del proceso, es considerado una versión corregida del Cp, que sí toma en cuenta el centrado del proceso. Existen varias formas equivalentes para calcularlo, una de las más comunes es la siguiente:

$$C_{pk} = \text{Mínimo} \left[ \frac{\mu - EI}{3\sigma}, \frac{ES - \mu}{3\sigma} \right]$$

Como se aprecia, el índice Cpk, es igual al índice unilateral más pequeño, por lo que si el valor del índice Cpk es satisfactorio (mayor que 1.33), eso indica que el proceso en realidad es capaz. Si  $Cpk < 1$ , entonces el proceso no cumple con por lo menos una de las especificaciones. Algunos elementos adicionales para la interpretación del índice Cpk son los siguientes:

- El índice Cpk siempre va a ser menor o igual que el índice Cp. Cuando son muy próximos, eso indica que la media del proceso está muy cerca del punto medio de las especificaciones, por lo que la capacidad potencial y real son similares.
- Si el valor del índice Cpk es mucho más pequeño que el Cp, significa que la media del proceso está alejada del centro de las especificaciones. De esa manera, el índice Cpk estará indicando la capacidad real del proceso, y si se corrige el problema de descentrado se alcanzará la capacidad potencial indicada por el índice Cp.
- Cuando el valor del índice Cpk sea mayor a 1.33 en un proceso ya existente, se considerará que se tiene un proceso con capacidad satisfactoria. Mientras que para procesos nuevos se pide que  $Cpk > 1.45$ .
- Es posible tener valores del índice Cpk iguales a cero o negativos, e indican que la media del proceso está fuera de las especificaciones.

**Calculo de Cpk:** Con los datos obtenidos en el cálculo del Cp, aplicamos la fórmula de Cpk, tabulamos el Cpk y con el menor valor, obtenemos que Cpk=1.46 para este punto evaluado.

Con los valores calculados para este Ítem y aplicando la tabla 4 – 4 podemos decir que para este proceso con un Cp>1.33, estamos en nivel 1 de calidad considerado adecuado.

**Base de cálculo de Cp - Cpk:** Como parte muy importante para el control de la capacidad de proceso se tiene que elaborar una base de cálculo de estos índices de capacidad para todas las operaciones críticas en el modelo M4.

Esta base grafico 45, está formada de 25 subgrupos con un valor de n=2 para la utilización de todas las constantes del anexo A1.

**Formato levantamiento de datos para Cp y Cpk:** Para la toma de datos es importante tener un formato estándar y con la misma estructura que la base de Cp y Cpk, en este caso se registraran los datos en el siguiente formato:

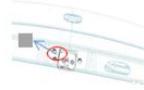
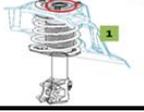
CIAUTO		TOMA DE DATOS PARA CONTROL DE Cp y Cpk							Great Wall		mes				JULIO		AGOSTO	
ITEM	GRAFICO	OPERACIÓN	HOJA CCO	R	MIN	MAX	TGT	SPC		estadistico		estadistico		estadistico		estadistico		
								Cp	Cpk	LEC	VIN	LEC	VIN	LEC	VIN	LEC	VIN	
1		Insatallación de la cerradura de compuerta	CCO-01	FN1	6	8	7	1,32	1,16									
2		Insatallación del amortiguador FR-RH	CCO-02	PS1	180	260	220	1,55	1,35									

Gráfico 14-4. Formato toma de datos Cp y Cpk.

Realizado por: Eddy Alvarado, 2016

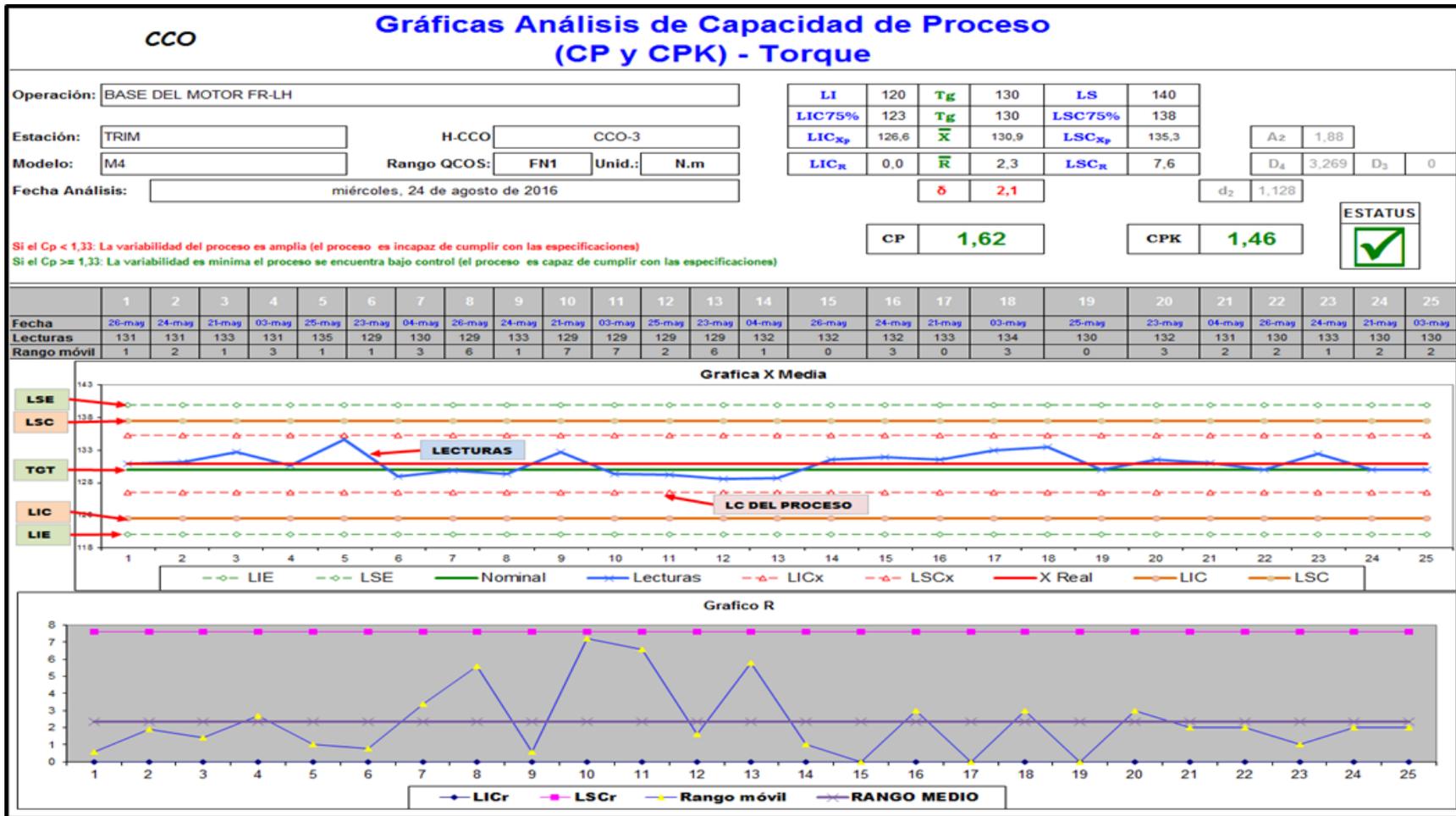


Gráfico 15-4. Base de cálculo de Cp y Cpk.

Realizado por: Eddy Alvarado, 2016

#### 4.4.1.5 Cálculo de $P_p$ y $P_{pk}$

**Índice  $P_p$ :** Cuando hablamos de capacidad de un proceso podemos tener una perspectiva de corto o largo plazo. La capacidad de corto plazo se calcula a partir de muchos datos tomados durante un periodo suficientemente corto para que no haya influencias externas sobre el proceso (por ejemplo, que no haya importantes cambios de temperatura, turnos, operadores, lotes de materia prima, ajustes, etc.). Por lo tanto, esta capacidad representa el potencial del proceso, es decir, lo mejor que se puede esperar del mismo. Por otra parte está la perspectiva de largo plazo que, a final de cuentas, es la que la interesa al cliente. De aquí que la capacidad de largo plazo se calcula con muchos datos tomados de un periodo de tiempo suficientemente largo como para que los factores externos influyan en el desempeño del proceso.

Estos índices están enfocados al desempeño del proceso a largo plazo, y no sólo a su capacidad.

Por ello, el índice de desempeño potencial del proceso (process performance)  $P_p$  se calcula de la siguiente manera:

$$P_p = \frac{ES - EI}{6\sigma_L}$$

Donde  $\sigma_L$  es la desviación estándar de largo plazo. Nótese que el índice  $P_p$  se calcula en forma similar al  $C_p$ , la única diferencia es que  $P_p$  utiliza  $\sigma_L$ , mientras que  $C_p$  usualmente se calcula con la desviación estándar de corto plazo. Un problema del índice  $P_p$  es que no toma en cuenta el centrado del proceso, por ello suele complementarse con el índice de desempeño real del proceso  $P_{pk}$  que se obtiene con.

$$P_{pk} = \text{mínimo} \left[ \frac{\mu - EI}{3\sigma_L}, \frac{ES - \mu}{3\sigma_L} \right]$$

En la práctica, para diferenciar entre capacidad de corto y de largo plazo se emplean dos diferentes formas de estimar la desviación estándar del proceso.

Para obtener  $\sigma$  de corto plazo de cada subgrupo se toma los datos de un periodo pequeño de tiempo. Entonces, con estos datos hay dos formas de calcular la desviación estándar.

En la primera sólo se considera la variación dentro de los subgrupos, y refleja la variación de corto plazo a través del rango de los subgrupos mediante la siguiente expresión:

$$\hat{\sigma} = \frac{\bar{R}}{d_2}$$

La otra forma de calcular  $\sigma$  a largo plazo, consiste en determinar de manera directa la desviación estándar de todos los datos.

$$S = \sqrt{\frac{(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + (x_n - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

### **Formato levantamiento de datos para Pp y Ppk:**

Para la toma de datos es importante tener un formato estándar y con la misma estructura que la base de Pp y Ppk, en este caso se registrarán los datos en el siguiente formato, que es el mismo de Cp y Cpk debido a que se puede seguir alimentando las dos bases de forma simultánea para llevar un control de los cuatro indicadores.

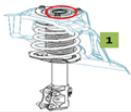
CIAUTO		TOMA DE DATOS PARA CONTROL DE Pp y Ppk							mes		JULIO				AGOSTO			
									SPC		estadístico		estadístico		estadístico		estadístico	
ITEM	GRAFICO	OPERACIÓN	HOJA CCO	R	MIN	MAX	TGT	Cp	Cpk	LEC	VIN	LEC	VIN	LEC	VIN	LEC	VIN	
1		Insatallación de la cerradura de compuerta	CCO-01	FN1	6	8	7	1,32	1,16									
2		Insatallación del amortiguador FR-RH	CCO-02	PS1	180	260	220	1,55	1,35									

Gráfico 16-4. Formato toma de datos Pp y Ppk.

Realizado por: Eddy Alvarado, 2016

**Base de cálculo de Pp - Ppk:** Como parte importante para el control de la capacidad de proceso a largo plazo se tiene que elaborar una base de cálculo de estos índices de capacidad para todas las operaciones críticas controladas en el modelo M4.

Esta base grafico 49, está formada de 25 subgrupos con un valor de  $n=5$  para la utilización de todas las constantes del anexo A1.

**Calculo de Pp y Ppk:** Los cálculos de Pp y Ppk no se pueden realizar en este momento porque no tenemos datos históricos, por este motivo queda propuesto para que la planta CIAUTO realice los cálculos después del año de levantar los datos del proceso, con estos datos históricos podemos tabular este indicador.

Una vez realizado estos cálculos debemos recordar que la diferencia entre Cp y Pp, tanto como Cpk y Ppk no debe ser mucha, si esta diferencia es grande el analista estadístico de la Planta debe revisar de forma minuciosa el comportamiento de variación entre los subgrupos.

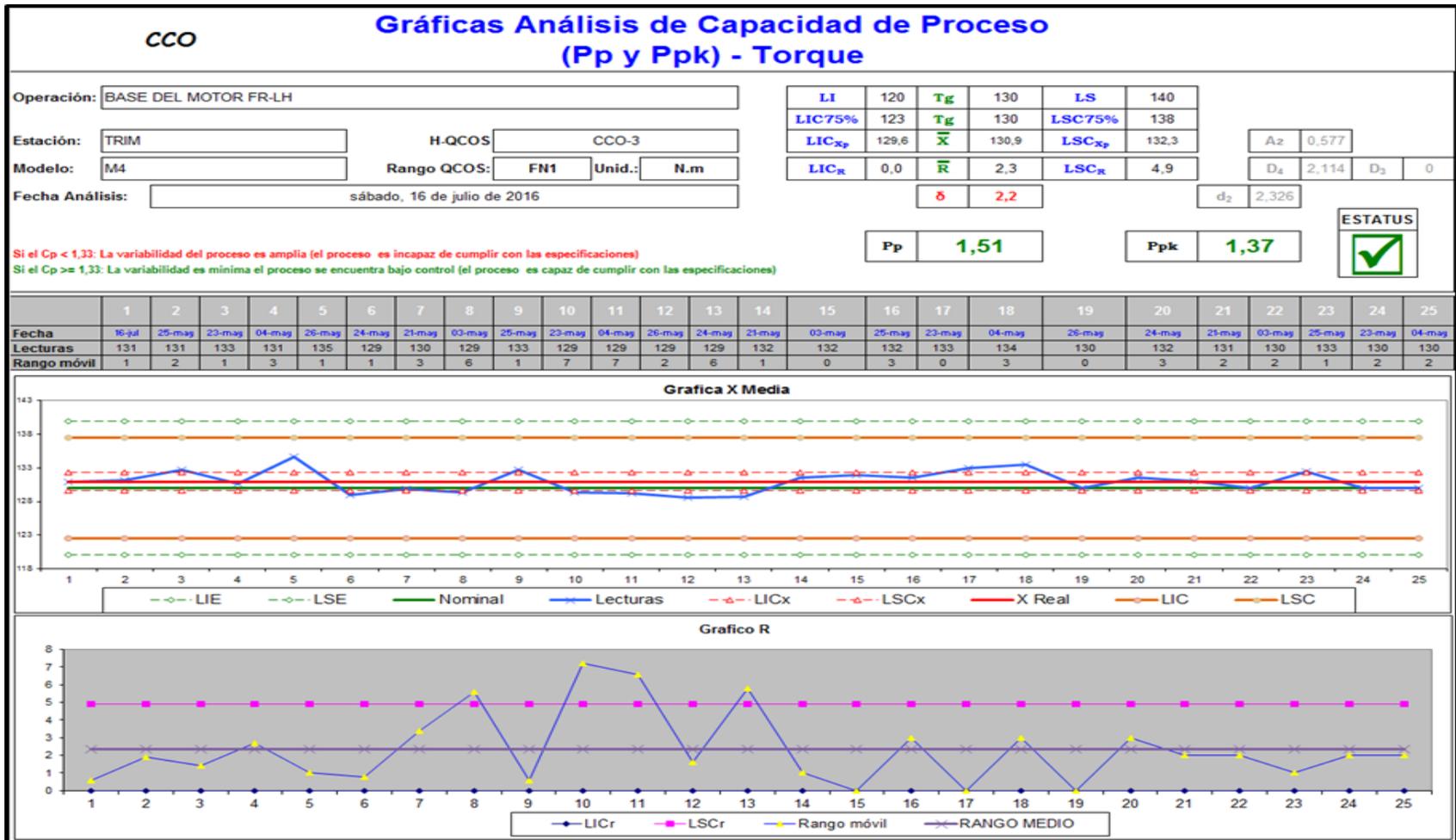


Gráfico 17-4. Base de cálculo de Pp y Ppk.

Realizado por: Eddy Alvarado, 2016

#### **4.4.2. Control del Proceso.**

##### **4.4.2.1. Control de herramientas**

Definitivamente, la rigurosidad, exactitud y la precisión es una verdadera virtud en la industria; de hecho, en el trabajo diario, a los profesionales del sector se les exige cada vez mayor esmero en la realización de sus labores; a la vez que, los fabricantes de máquinas y herramientas se esfuerzan por diseñar y construir equipos de alta calidad para alcanzar máximo rendimiento y reducir posibles errores que, en muchos casos, pueden ser fatales.

De lo expuesto anteriormente podemos resaltar que si el fabricante de las herramientas se esfuerza por generar cada vez más herramientas con alta precisión, nosotros tenemos que esforzarnos en cuidar y generar procedimientos internos para su control y de esta forma mantener su exactitud y la precisión, para esto se proponen los siguientes cuidados en el proceso.

- Validación de la herramienta en el proceso
- Control de la herramienta al inicio del turno
- Control del error proofing de la herramienta
- Uso correcto de una herramienta
- Selección de la herramienta correcta

**Validación de herramienta:** Dentro del control de herramienta la validación en el proceso es muy importante, porque de esta forma garantizamos que el seteo dinámico de la herramienta sea el correcto para obtener los valores residuales especificados por la fuente.

Este procedimiento es muy importante y se describe a continuación:

- Validación de la herramienta en laboratorio
- Validación de la herramienta en el proceso

**Validación de la herramienta en laboratorio:** La herramienta ya sea nueva o de uso del proceso tiene que pasar por el laboratorio de mantenimiento de herramientas, la herramienta va con la hoja CCO para que se registre su validación, en el laboratorio se setea la herramienta, se genera un documento llamado registros de calibración según se muestra en el anexo A5.

**Validación de la herramienta en el proceso:** Una vez que la herramienta sale del laboratorio se tiene que validar en el proceso, para esto se entrega la herramienta al operario y se usa en el proceso de forma controlada, el operario realiza el ajuste y el auditor CCO (producción y calidad) toma los datos residuales y se van registrando en la parte posterior de la hoja CCO según se indica

en el gráfico 48, si los datos del proceso están con mucha variación con relación a la especificación de fuente se tiene que mover los valores dinámicos de seteo para obtener el valor especificado este procedimiento se realiza por tanteo, se va modificando el valor dinámico y se van levantando datos residuales con un torquímetro digital.

Una vez encontrado el valor dinámico se tiene que registrar estos valores en los datos de laboratorio y se tiene que actualizar la hoja CCO para tener claramente identificado el valor dinámico para una próxima calibración de la herramienta.

CONTROL DE HERRAMIENTA																
HERRAMIENTA	CODIGO	SALE					ENTRA			ENTREGA	RECEPCION (LET)				OBSERVACIONES	
		FECHA	MANTENIMIENTO	CALIBRACION	REPARACION	CAMBIO	OTRA	FECHA	NUOVA	REINPROSO	BACKUP	FIRMA ESPECIALISTA DE MANTENIMIENTO	MEDICION	MEDICION		MEDICION
Torquímetro	PR-001	19/07/2016		x			20/07/2016		x		<i>[Firma]</i>	19,1	19,2	18,9	<i>[Firma]</i>	

Gráfico 18-4. Registro de datos del proceso y laboratorio.

Realizado por: Eddy Alvarado, 2016

Es muy importante tomar en cuenta este cambio de especificación dinámica para actualizar todos los formatos y bases donde este registrada esta información por ejemplo hoja de validación de herramienta de inicio de turno, base de control de herramientas del laboratorio de mantenimiento y las bases de control del auditor de Calidad, es muy importante la comunicación de estos cambios a todas las áreas involucradas (Procesos, Calidad, Producción, Ingeniería).

**Control de la herramienta al inicio del turno:** Como parte fundamental para estabilizar un proceso y mejorar su capacidad es el control de la herramienta al inicio de cada turno, con este control garantizamos que el seteo dinámico de la herramienta es el especificado por las hojas CCO, adicional a esto este control nos indicara si la herramienta está trabajando dentro de los márgenes de error especificado por el fabricante de la herramienta.

Para este control utilizaremos una gráfica de tendencia según el gráfico 50, en este gráfico se especificara el valor dinámico como la media de control y de este valor dinámico se calculara los límites de especificación según el porcentaje de error que emita el fabricante.

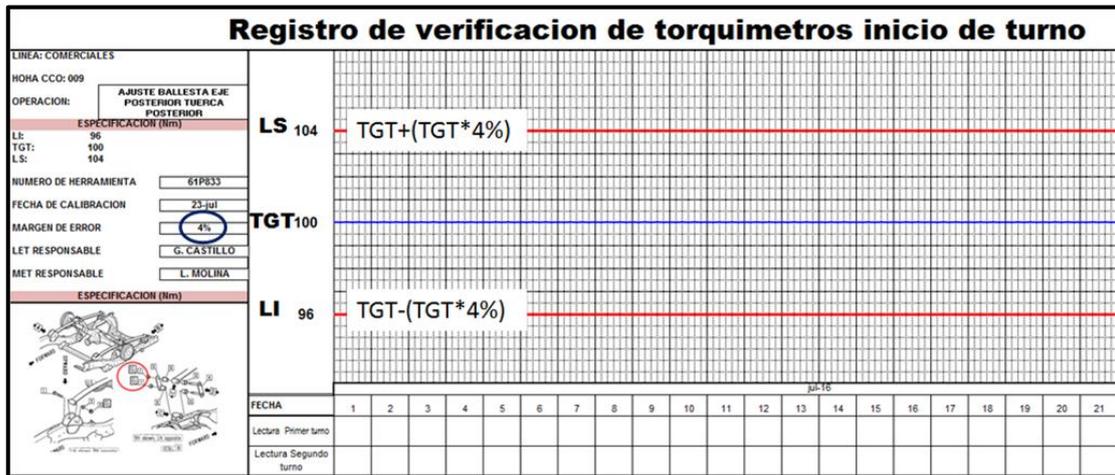


Gráfico 19-4. Registro verificación de torquímetro inicio de turno.

Realizado por: Eddy Alvarado, 2016

**Control del error proofing de la herramienta:** En un proceso de ajuste manual el error proofing de la herramienta está determinado de la siguiente manera:

**Pistolas de pre ajuste:** Se recomienda el uso de pistolas con control de ajuste, pistolas Shutoff con este tipo de herramienta garantizamos que el pre ajuste se controle y de esta manera no sobre torqueamos o dejemos muy flojo el asentamiento de la junta, de esta forma garantizamos capacidad del proceso de ajuste.

**Torquímetro:** El torquímetro es la herramienta principal en el ajuste final, la herramienta de pre ajuste tiene que dejar siempre a un cuarto de vuelta para poder centrar el proceso por esto es importante que el click del torquímetro esté operando correctamente y que el operario este respetando este error proofing de la herramienta, de lo contrario no podremos tener capacidad de proceso.

El control del error proofing de las herramientas se tiene que realizar durante la auditoria de producto, en este momento el auditor validara que el operario este realizando Shutoff en las pistolas de pre ajuste y este realizando solo un click de la herramienta de torque (torquímetro de click).

Durante esta auditoria es muy importante controlar que el operario este utilizando de forma correcta la herramienta en el proceso.

**Uso correcto de una herramienta:** Para poder tener un mejor entendimiento revisemos el anexo A6 donde se especifican algunas reglas para el correcto uso de una herramienta ya sea en el ajuste de una junta o la toma de datos de una auditoria.

Es muy importante recalcar que las herramientas son de precisión y si una herramienta sufre un golpe por caída o durante el uso dentro del proceso esta herramienta tiene que ir inmediatamente a laboratorio para ser validada y pueda seguir siendo usada en el proceso.

**Selección de la herramienta correcta:** Es muy importante seleccionar la herramienta correcta para el proceso, para esto tenemos que tomar en cuenta algunas variables:

- Rango de la junta
- Tipo de junta
- Accesibilidad a la junta

Estas tres variables son muy importante durante la selección de la herramienta, para el rango de la junta es importante utilizar una herramienta de pre ajuste que se encuentre dentro del rango según lo especificado en el anexo A7 o anexo A8, el tipo de junta nos guía para tener en cuenta si es una junta flexible o rígida, la accesibilidad es importante tener en cuenta para la selección de la herramienta de pre ajuste que puede ser pistola o angular.

Cuando se seleccione una herramienta se tiene que tomar en cuenta también la parte ergonómica del operario, por esta razón se recomienda adquirir herramientas de pre ajuste Shutoff y un torquímetro que valla de acuerdo al valor de ajuste, si son valores altos usar herramientas grandes, valores pequeños herramientas pequeñas, para esto debemos recordar que una herramienta de torque no debe ser usada al mínimo de su capacidad, tenemos que recordar la regla que en el 20% del rango mínimo donde no se debe usar una herramienta debido a que aumenta el error esto lo entenderemos mejor en el grafico 51. (ISO, 2008)

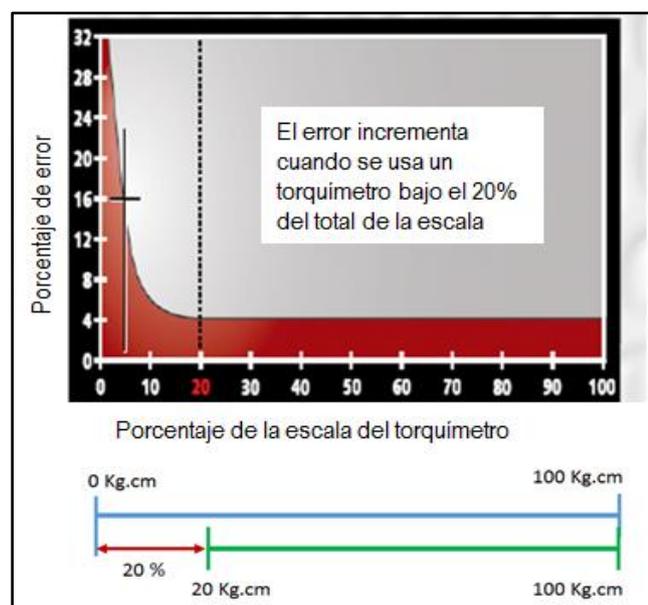


Gráfico 20-4. Rango de uso de una herramienta.

Realizado por: Eddy Alvarado, 2016

#### 4.4.2.2. Control de documentación

Dentro del control de documentación es importante resaltar los siguientes puntos:

- Cumplimiento de las Auditorias por parte de Producción.
- Cumplimiento de los registros de Mantenimiento.
- Cumplimiento de los registros de Calidad.

**Auditorias de Producción:** Es importante recalcar que Producción es la dueña de la Calidad y no como se piensa que Calidad es la que hace Calidad, el departamento de Calidad es responsable de guiar, instruir y gestionar los requerimientos de Calidad para que la Planta mantenga un nivel alto de calidad.

Dentro de las auditorías que están bajo responsabilidad de producción son:

- Auditoria de producto de Producción
- Auditoria de Proceso de Producción

**Auditoria de Producto de Producción:** Se recomienda que producción lleve un control del producto mediante la toma de datos de torque de la línea de ensamble siguiendo las recomendaciones establecidas en el anexo 6, estas muestras deben realizarse según lo establecido en la tabla 4-3.

**Tabla 5-4. Frecuencias de Auditorias de producto.**

<b>Auditorias de producto varios modelos por linea</b>			
<b>Volumen de producción diaria</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>observación</b>
<b>0 - 25</b>	<b>3</b>	semana/ml	se debe cubrir todos los modelos en la semana
<b>26 - 100</b>	<b>1</b>	diaria/ml	se debe cubrir todos los modelos en la semana
<b>101 - 200</b>	<b>2</b>	diaria/ml	se debe cubrir todos los modelos en la semana
<b>201 en adelante</b>	<b>3</b>	diaria/ml	se debe cubrir todos los modelos en la semana
ml= modelo en linea			

Realizado por: Eddy Alvarado, 2016

Basados en estándares automotrices para la toma de datos de ajustes se recomienda realizar un levantamiento de tres muestras por turno para volúmenes de producción alto 200 unidades día, basados en este criterio se elabora la tabla 4-3 donde se desglosa para volúmenes menores de producción. (GM-OBB, TOOL DE TORQUES, 2012)

Es importante tener más control del producto mientras más sea el volumen de producción, esta recomendación es para tener lotes más pequeños en caso de que se encuentre una unidad con novedades durante la auditoria.

Para entender mejor este punto vamos a poner un ejemplo si tenemos una producción de 25 unidades diarias y realizo una auditoria lunes, miércoles, viernes, se cumple con las tres por semana y si encuentro una novedad el miércoles tendré máximo 50 unidades en patios entre lunes y martes, unidades que tendré que realizar un barrido de la novedad encontrada, si la producción es de más de 200 unidades al día y realizo tres auditorias por día, tendré una producción de 25 unidades por hora y las auditorias se realizaran cada 2.7 horas aproximadamente, y se encuentra una novedad en la segunda auditoria, tendré como máximo 67 unidades en patio con esta novedad la mismas que tendré que realizar un barrido de la novedad detectada.

No se recomienda subir la cantidad de auditorías para producciones mayores a 200 unidades diarias por el alto costo que esto genera y debido a que para sostener este nivel de producción la planta tiene que estar en otro nivel de tecnología en su línea de ensamble la misma que garantiza la capacidad de sus procesos y a mas tecnología menor son los controles según el grafico 52.



Gráfico 21-4. Cuadro de estrategia de tecnología.

Fuente: (GM-OBB, TOOL DE TORQUES, 2012)

**Auditoria de Proceso de Producción:** La auditoría de procesos que realiza producción es parte fundamental para mantener la estabilidad de la capacidad de procesos de la planta.

Para entender mejor todas las variables de control por favor referirnos al anexo A9 donde se detalla claramente las variables y la frecuencia recomendada con la que se debe controlar.

**Rregistros de Mantenimiento:** Mantenimiento es responsable de garantizar que los registros de calibración de la herramienta anexo A5 estén de acuerdo a toda la documentación que se encuentra desplegada en piso.

Las fechas de calibración de la herramienta que está en los registros de mantenimiento deben coincidir con las que están registradas en las hojas CCO anexo A4, desplegadas en piso, de igual manera la herramienta que está registrada en la hoja CCO y validada por el laboratorio de mantenimiento tiene que ser la misma que se está utilizando en el proceso.

Es muy importante que mantenimiento lleve una base anexo A10, con la información de la herramienta y su ubicación en el proceso la misma que debe ser auditada por Calidad.

**Registros de Calidad:** El departamento de Calidad tiene la responsabilidad de garantizar que toda la documentación del sistema CCO está siempre desplegada y siendo utilizada en el proceso, tanto la documentación que lleva producción como la de mantenimiento, adicional a esta documentación Calidad también lleva documentación propia como se detalla a continuación.

- Base de capacidad de proceso (Cp-Cpk)
- Base de auditoria de proceso
- Formato de registro de producto
- Formatos de planificación de actividades

**Base de capacidad de proceso:** Esta base se tiene que mantener siempre actualizada para mantener un dato entiempro real de la capacidad de proceso y poder actuar de manera inmediata se detectaran cambios en el mismo.

**Llenado de la base:** en la base se ingresan los datos que están en las hojas CCO en forma horizontal de aquí que es muy importante que la información que está ingresada en las hojas CCO sean los correctos para no tener que estar modificando de forma constante.

Las columnas de Cp y Cpk son el resultado de los datos ingresados para este ítem estos casilleros no se ingresa nada.

En esta parte de la base se tienen dos botones denominados (Históricos) (Residual) grafico 53, siempre se debe primero activar el botón Históricos y luego se activa el botón residual.

<b>ANALISIS Cp Y Cpk</b>			Rangos de especificación Requerimiento: Cp y Cpk > 1,67					FECHA - DATOS	Histórico
MODELO (M4) DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN	Hoja CCO	Rango Ocos	Rangos de Torque			CP	CPK	Vin/Mod	Residual
			MIN LIE (N.m)	MAX LSE (N.m)	NOM Tgt (N.m)				
Cremallera de la dirección	C-001	SN1	150	170	160	4,27	3,32		ok
Cremallera de la dirección	C-001	SN1	90	110	100	0,77	0,72		ok
Almohadillas FR/LH y RH	C-002	FN1	58	68	63	4,27	3,98		ok

Gráfico 22-4. Base de Cp y Cpk.

**Realizado por:** Eddy Alvarado, 2016

En las celdas rojas se ingresan los datos residuales levantados del proceso y en la columna Vin/Mod según grafico 53, ingresamos el número de VIN y el MODELO de donde se están tomando los datos para la tabulación de la capacidad del proceso.

En el grafico 54 podemos observar otra parte que se tiene que actualizar en la base en punto 1 ingresamos 2 si el ítem es de la línea de Chasis, en el punto 2 se evalúa si el ítem es continuo o esporádico, esto quiere decir que si un dato es continua es porque está en todas las versiones del modelo y es una versión que sale siempre, si es esporádico es un ítem que se toma de versiones que no se producen muy seguido esto es importante porque de esta manera podemos tener conocimiento de que si el modelo es esporádico tenemos que planificar muy bien para realizar las mejoras del proceso para los ítems que estén fuera de capacidad, en el punto 3 ingresamos el tipo de junta si es dura, flexible, extremadamente flexible, en el punto 4 se tiene que ingresar que herramienta está trabajando en cada proceso, en este punto se tiene que ingresar solo de la información estándar que están en la parte superior del formato.

Es muy importante el llenado correcto de toda esta información debido a que la base toma esta información para generar los reportes y que son de mucha ayuda para el análisis del ingeniero responsable de la capacidad de proceso de la planta.

1	TRIM	DATOS		EX-FLEX >720°	SHUT OFF + TORQUIMETRO	ANGULAR	TORQUIMETRO	ELECTRICA
2	CHASIS	CONTINUO	ESPORADICO	FLEXIBLE >30°<720°	AT	Información estándar		ELECTRICO + TORQUIMETRO
				RIGIDA	CAÑERIAS ANGULAR + TORQUIMETRO	ATORNILLADOR	CONTROLADO + TORQUIMETRO	ANGULAR + TORQUIMETRO
ESTÁNDAR CARE	LINEA	2		3 TIPO DE JUNTA	4 TIPO DE HERRAMIENTA	TRIM 1 CHASIS 2	SN2-FN1-FN2	OK
	CHASIS		1	FLEXIBLE >30°<720°	SHUT OFF + TORQUIMETRO	2	0	
	CHASIS		1	FLEXIBLE >30°<720°	SHUT OFF + TORQUIMETRO	2	0	
	CHASIS		1	FLEXIBLE >30°<720°	SHUT OFF + TORQUIMETRO	2	1	1

Gráfico 23-4. Base de Cp y Cpk datos de la junta.

Realizado por: Eddy Alvarado, 2016

**Base de auditoria de proceso:** La base de la auditoria de proceso es importante para lograr mantener siempre activa la capacidad de un proceso, con esta auditoria logramos que un proceso se mantenga estable en el tiempo.

Esta base está conformada de un checklist de puntos importantes a controlar en el proceso este listado de muestra en el anexo A11, los ítems a evaluar deben ser los mismos que evalúa producción en su checklist de la auditoria de proceso.

**Formato de registro de producto:** Este formato es el mismo que se revisó en el punto 4.4.1.4, cálculo de Cp y Cpk, grafico 45, es importante que este formato tenga la misma secuencia de registro de datos de la base de cálculo de Cp y Cpk.

Se recomienda que se lleve con gráficos para un mejor entendimiento del ítem que se tiene que levantar la información.

**Formatos de planificación de actividades:** Todos estos formatos se revisaron en el punto 4.3, de planificación, todos estos deben estar siempre actualizados para poder llevar un buen control de todo el sistema CCO.

Toda la documentación de calidad debe ser auditada por un tercero para garantizar que el sistema CCO se mantenga siempre activo y la planta no pierda su capacidad y nivel de calidad.

#### 4.4.2.3. Control de carteleras

Es importante llevar la información del sistema en carteleras para que siempre esté disponible para todo el personal de la planta.

Las carteleras se recomiendan tener por equipos de trabajo de producción, de esta forma se responsabiliza a cada líder de equipo los procesos CCO que estén realizándose en su equipo.

**Cartelera ensamble:** Se recomienda que la cartelera de ensamble (producción) este estructurada según el PHVA según se muestra en el grafico 55.

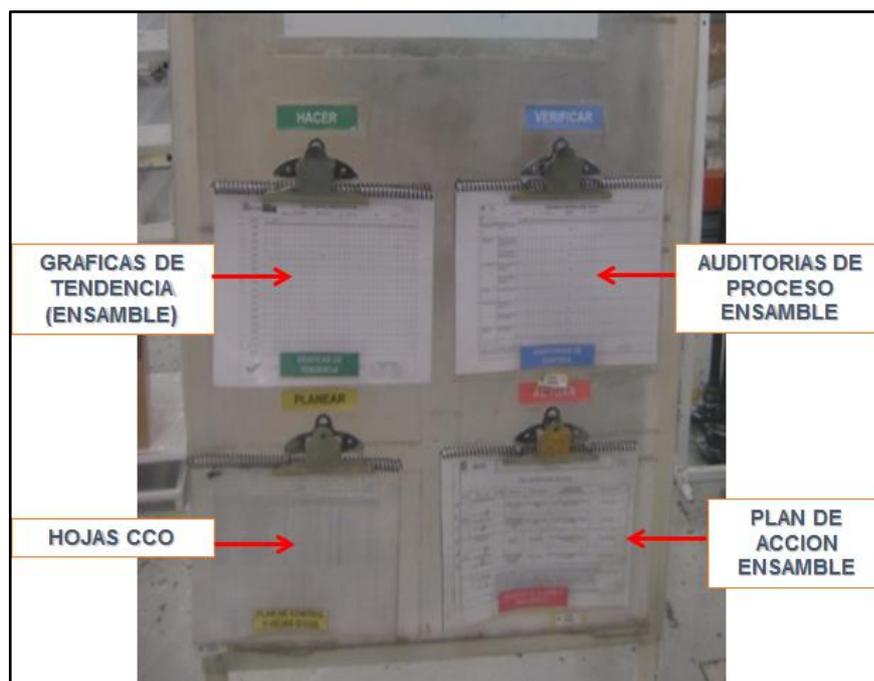


Gráfico 24-4. Cartelera ensamble.

Realizado por: Eddy Alvarado, 2016

**Cartelera de Calidad:** En la cartelera de Calidad se llevara dos tipos de información principalmente, los reportes de capacidad de proceso de la planta y los formatos de planificación del Monitor de Calidad.

En el grafico 56 podemos observar una estructura simple de una cartelera informativa del indicador de capacidad de proceso  $C_p - C_{pk}$ .

Este reporte se tiene que realizar cada quince días para poder tener una visión clara del comportamiento de cada uno de los procesos que están en evaluación de  $C_p$  y  $C_{pk}$ .

Con este periodo de tiempo recomendado podemos tener una imagen de cómo se está comportando el proceso y poder actuar de forma inmediata si se observa alguna variación que pueda afectar la capacidad de la planta.

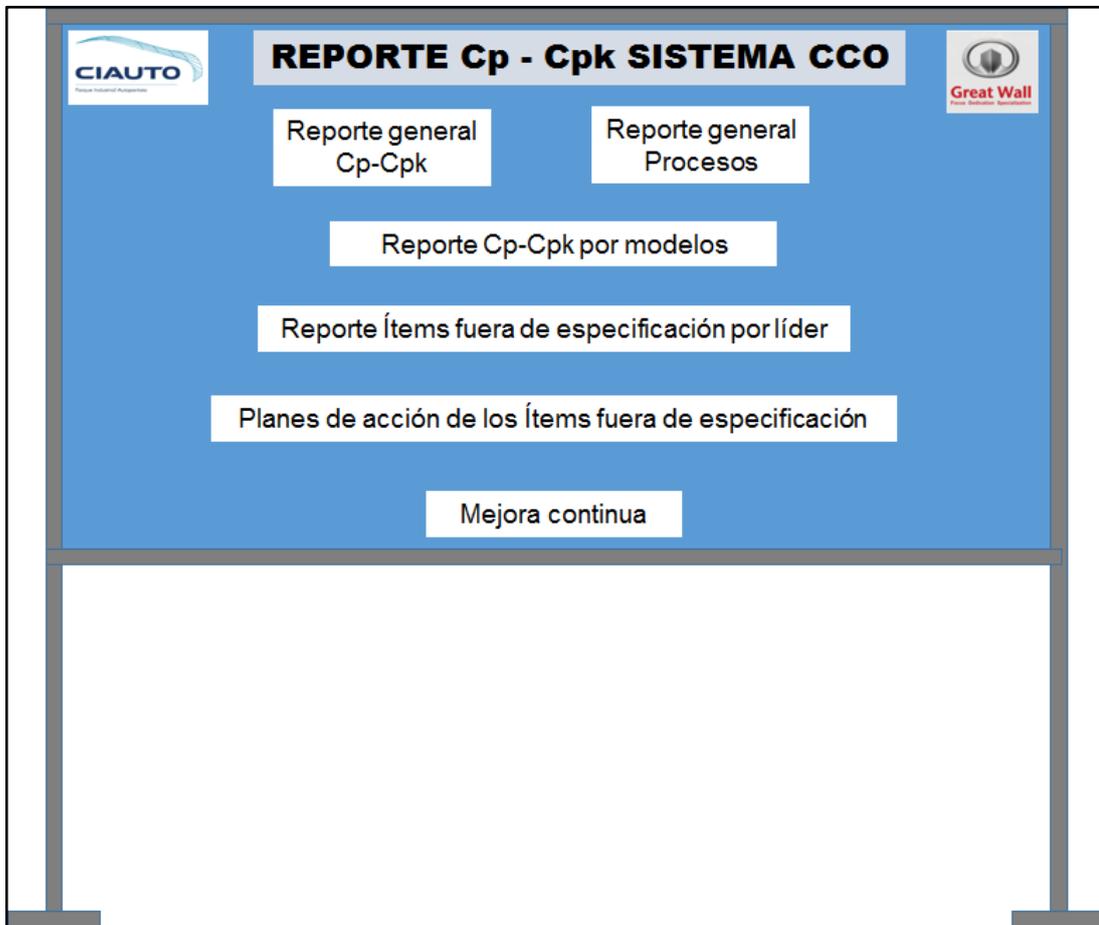


Gráfico 25-4. Cartelera de calidad.

Realizado por: Eddy Alvarado, 2016

#### 4.4.2.4. Control de MSA (Análisis del sistema de medición).

Es un método preventivo para asegurar que el proceso de medición se ha realizado correctamente y los errores de medición no afectan la aceptación del producto final.

Estudio del R&R Repetividad y Reproducibilidad.

**Repetitividad:** Variación en las mediciones sucesivas observadas en el mismo operador.

**Reproducibilidad:** Variación entre los promedios de medición de diferentes evaluadores utilizando el mismo equipo y la misma muestra.

#### **Procedimiento R&R PASO a PASO.**

- Seleccionar una muestra de turcas y pernos para llevar a cabo el estudio mínimo  $n=10$  de la mesa del MSA según anexo A17.
- Seleccionar los pernos y turcas para el análisis de R&R en torques bajos-medios-altos.
- Setear los torquímetros para la evolución en torques bajos=10Nm, medios=50Nm, altos=100Nm.
- Antes de iniciar la evaluación revisar en estado de los pernos y turcas de la mesa, si hubieran pernos o turcas dañadas proceder a cambiar.
- Seleccionar mínimo dos personas para el análisis de MSA.
- Realizar una charla explicativa del objetivo y el procedimiento del MSA.
- Con los torquímetros de Clic seteados colocar los valores en la mesa de evaluación.
- Pedir que uno de los evaluados realice la toma de datos de los pernos y tuercas seteados.
- Registrar los valores tomados en el formato del Anexo A18.
- Aflojar los pernos y turcas y volver a ajustar con los torquímetros seteados y nuevamente tomar los datos y registrarlos.
- Repetir este procedimiento hasta obtener los treinta datos necesarios para la evaluación del MSA.
- Ingresar los datos en la base de cálculo de R&R Anexo A19.
- Verificar el estatus de aprobación según el Anexo A20.

#### **4.5. VERIFICAR.**

##### *4.5.1 Reportes del sistema CCO.*

En el sistema CCO se manejarán al menos dos reportes principales:

- Reporte de Cartelera CCO.
- Reporte de incumplimientos al sistema.

#### 4.5.1.1. Reporte de Cartelera CCO.

En el reporte de cartelera se mostraran los resultados de la capacidad de proceso de la planta, a esta revisión tienen que asistir Producción, Procesos, Calidad y áreas de soporte para la solución de problemas propuestos para revisión de ese día.

El reporte debe presentar información detallada hasta el líder del equipo y los líderes que tienen novedades deben presentar en cada revisión de cartelera los avances de las mejoras de sus procesos en conflicto esta planificación la realiza la persona de calidad.

Como en toda reunión el moderador de la revisión de cartelera debe llevar una minuta de los puntos acordados y que se presentaran sus avances en la siguiente revisión de indicadores.

Al finalizar la revisión de los indicadores de capacidad los ingenieros de calidad a cargo de las líneas de ensamble entregaran los documentos de mejora continua abiertos para trabajar en los días siguientes previo a la siguiente revisión de cartelera.

#### 4.5.2.2. Reporte de incumplimientos al sistema.

Este reporte tiene el carácter de inmediato, esto quiere decir que se tendrá que publicar al equipo y líderes en el mismo instante que se encuentre la novedad y se generará según se indica en el gráfico 57 donde se coloca el problema encontrado en el equipo donde se encontró y los líderes responsables del equipo.

<b>REPORTE INCUMPLIMIENTO ENSAMBLE CCOS</b>		<b>1-ago.-16</b>
<b>PLANTA</b>	<b>PROBLEMA</b>	<b>OBSERVACION</b>
<b>TRIM PASAJEROS</b>	<b>NO REALIZA AUDITORIA PRODUCTO TORQUE</b>	
	EQUIPO: QUIMBITOS	
	LET ROBERTO RIVAS	
	LG DARWIN TOPON	

Gráfico 26-4. Reporte de incumplimientos.

Realizado por: Eddy Alvarado, 2016

## **4.6. ACTUAR.**

### ***4.6.1. Solución de problemas***

Dentro de solución de problemas vamos a utilizar las siguientes herramientas de mejora continua:

- Cinco pasos
- ACP
- Plan de reacción
- Escalonamiento de alarmas
- Comité CCO

#### ***4.6.1.1. Cinco pasos.***

El 5 pasos es una metodología de apoyo utilizada en la documentación de un proceso de solución de problemas y cuya característica es hacerlo de una forma estructurada.

En el anexo A12 podemos observar un formato de 5 pasos, la estructura de los cinco pasos puede ser mejorada pero el principio es el mismo, para esto se va a definir cada paso de esta herramienta de mejora continua para un llenado correcto paso a paso.

#### **Paso 1 - Descripción del problema:**

Dueño natural: Nombre de la persona o departamento responsable (origen del problema), quien será el líder en la solución del problema.

Emisor: Nombre de la persona que detecta el problema.

Descripción del problema: Enunciar el problema de la manera más clara y concreta posible.

#### **Pasó 2 - Acción Inmediata (Curita):**

La acción correctiva inmediata: es la etapa del proceso de solución de problemas en la cual se establecen las acciones inmediatas necesarias para contener el problema; dando el tiempo suficiente para iniciar un análisis más detallado de dicho problema e identificar su causa raíz.

Generalmente las acciones correctivas inmediatas más efectivas son:

- En adelante inspeccionar al 100% ;
- Selección y/o segregación de partes ;
- Re trabajo de partes y/o;
- Sustitución de partes.

### **Pasó 3 – Análisis de la causa raíz:**

Causa raíz: es la etapa del proceso de solución de problemas en la cual se identifica el foco de origen del problema y se establecen las acciones necesarias para eliminar el problema.

Algunas de las acciones definitivas pueden ser:

- Desarrollo de una nueva parte
- Incorporación de una nueva herramienta o equipo
- Emisión de un cambio de ingeniería
- Cambio definitivo de proceso.

El análisis de causa raíz:

Marque con una x, si verificó el proceso, herramienta o la parte, utilizando los cuatro diamantes. Describa la causa raíz del problema.

### **Pasó 4 - Implementación Plan de Acción:**

Acción correctiva definitiva: En este paso del proceso de solución de problemas se debe planear y hacer las modificaciones necesarias al proceso para garantizar que no se vuelva a presentar la misma discrepancia.

En este paso se debe asegurar que las acciones tomadas estén amarradas con la identificación de la causa raíz, es importante tener en cuenta que cuando se encuentra la raíz del problema el investigador puede reproducir y eliminar el problema con toda libertad. Dichas acciones generalmente son:

Planear acciones correctivas definitivas

Ejecución de las acciones planeadas

### **Pasó 5 – verificación y aseguramiento de la solución (seguimiento):**

Seguimiento y verificación: En esta etapa se debe evaluar la efectividad de las acciones tomadas.

Generalmente para que la evaluación de las acciones correctivas definitivas sean válidas, éstas deben realizarse en el sitio de emisión del problema.

La evaluación, así como la duración del mismo, es determinada por el emisor dependiendo de la naturaleza del problema y de la complejidad de las acciones correctivas tomadas.

En el caso de que los resultados finales no sean los esperados, se debe iniciar nuevamente el proceso de análisis.

#### ***4.6.1.2. Criterios para no abrir un cinco pasos fase 0.***

1. Problemas de naturaleza sencilla con una causa raíz clara y fácilmente identificada
2. Problemas que los Equipos de Trabajo puedan solucionar directamente
3. Problemas que se puedan resolver mediante una comunicación directa entre equipos de trabajo o áreas.
4. Problemas que puedan ser solucionados mediante la metodología de Tres Diamantes

#### ***4.6.1.3. Proceso 7 diamantes***

La herramienta de mejora continua 5 pasos está ligada al análisis de los 7 diamantes de calidad, el proceso de 7 Diamantes es un método estandarizado para facilitar al proceso de Resolución de Problemas.

Es utilizado para soportar la toma de datos cuando un problema ha sido identificado.

Este proceso busca asegurar que los productos cumplen con los requerimientos de los clientes externo y/o internos.

Esto se logra mediante prácticas de Trabajo Estandarizado implementadas de manera efectiva.

El Proceso de 7 Diamantes confirma que el trabajo se está realizando de la manera que fue diseñado.

Es un proceso de investigación que ayuda a determinar si hay causas de los problemas durante la realización de la operación.

Los 7 diamantes son un “proceso escalonado” que significa que la discrepancia puede investigarse hasta que todos los recursos se han agotado. Si la discrepancia no puede resolverse, se debe examinar en un nivel más profundo.

El Proceso de 7 Diamantes se divide en 2 Etapas:

ETAPA 1 Diamantes del 1 al 4: En la etapa uno la rresponsabilidad del análisis del problema es de producción, en esta etapa se considera que es una herramienta estandarizada para la búsqueda de causas especiales, en el diamante #4 inicia la transición de causas especiales a causas comunes de problemas.

Si el proceso y las piezas son confirmados en los diamantes del 1 al 4 se continúa con la etapa 2

ETAPA 2 Diamantes del 5 al 6: En esta etapa se va a proveer soporte adicional porque las discrepancias no pueden resolverse en los primeros 4 diamantes.

Usarse cuando la etapa 1 determine que la causa del problema se encuentra en un nivel más profundo, si el proceso no fue diseñado correctamente debe modificarse y validarse nuevamente.

Diamante 7: Cambios de Ing. deben intentar modificarse cuando el proceso o la pieza no pueden ser modificados, se requiere de estudios estadísticos para determinar la causa del problema.

Diamante 1 proceso correcto: El Diamante 1 es el primer paso en la identificación de las discrepancias de proceso. La pregunta es:

¿El Proceso Correcto está siendo utilizado?

Diamante 2 herramienta correcta: La pregunta en el diamante 2 son para identificar problemas relacionados con las herramientas utilizadas en el proceso de producción. La pregunta es:

¿La Herramienta Correcta está siendo utilizada en el proceso?

Diamante 3 parte correcta: El Diamante 3 determina si las piezas identificadas en las hojas de materiales y del trabajo estandarizado están siendo utilizadas. La pregunta es:

¿La Pieza Correcta está siendo utilizada?

Diamante 4 Calidad de la Parte: Las preguntas del Diamante 4 identifican si las piezas de los proveedores locales y CKD cumplen con las especificaciones, el grupo de manufactura junto con inspección en recibo verificará el cumplimiento de especificaciones de las piezas. La pregunta es:

¿La Pieza cumple con los requerimientos especificados?

Diamante 5: El Diamante 5 examina el proceso que fue implementado analizando la información de los primeros 4 diamantes.

Según lo detectado se determinará si el proceso debe ser modificado o es que existe mucha variación en la pieza.

El Diamante 5 se divide en 3 partes: a, b y c.

Diamante 5a: El Diamante 5a consiste en realizar un filtro que separa los problemas menos complejos antes de llevarlos a estudios estadísticos.

El Ing. de calidad de manufactura debe conducir algunos estudios previos para determinar si la variación se debe al proceso o a la parte estos estudios son.

- Árbol de Definición de Problemas
- Análisis de los 5 porqués
- Control Estadístico de Procesos
- 7 herramientas de Calidad (Diagramas de Causa – Efecto, Planillas de inspección, Gráficos de control, Diagramas de flujo, Histogramas, Gráficos de Pareto, Diagramas de dispersión)

Basado en el análisis se direccionará el problema al siguiente escalón.

Nota: Revisar si lo definido en el trabajo estandarizado corresponde a lo indicado por Ing. de Procesos.

Diamante 5b: Una vez completo el análisis en el Diamante 5a, los Ing. de Calidad de Proveedores locales y CKD deberán determinar si la pieza está o no fuera de especificación, pasando así al Diamante 5b.

Si la pieza no está fuera de especificación se pasará al Diamante 6 para cambio en las especificaciones, si la pieza está fuera de especificación se retorna al Diamante 4 para su resolución.

El Diamante 5b es importante porque está integrado con los Diamantes 6 y 7 e involucra a Ing. con los problemas que ocurren.

Diamante 5c: Este diamante 5c determina dentro del análisis, si la discrepancia puede eliminarse con un cambio en el proceso, si el cambio en el proceso no soluciona el problema se deberá continuar hacia el Diamante 6.

Diamante 6: El diamante 6 involucra a Ing. de Calidad, de Proceso e Ing. de Producto.

Ellos deben determinar si cambios de ingeniería en la pieza elimina la discrepancia para futuros productos.

¿Si se modifica el diseño de la pieza, el problema se soluciona?

Si no se verifica posibilidad de modificación que solucione el problema se deberá pasar al Diamante 7.

Diamante #7: El Diamante 7 es el nivel más alto en el escalonamiento.

Requiere del análisis de los primeros 6 diamantes antes de entrar en esta etapa.

Los problemas que llegan a esta etapa son de solución muy compleja o aquellos que ocurren regularmente y llevan mucho tiempo ocurriendo.

El problema se lleva a un nivel de solución analizado por los Ing. Estadísticos que tiene la organización para la solución de los problemas.

El proceso de 7 Diamantes es responsabilidad de:

Diamante 1	Diamante 2	Diamante 3	Diamante 4	Diamante 5a	Diamante 5b	Diamante 5c	Diamante 6a & 6b	Diamante 7
Producción			Ing. Cal. Proveedores Proveedor	Ing. de Calidad	Ing. Calidad Proveedores	Ing. de Proceso	Ing. de Producto	Ing. Estadíst.

Gráfico 27-4. Responsables de los 7 diamantes.

Realizado por: Eddy Alvarado, 2016

#### 4.6.1.4. Análisis de la capacidad de procesos (ACP).

Un ACP o análisis de capacidad de proceso es una herramienta de mejora de procesos exclusiva del sistema CCO.

En el anexo A13 podemos observar los formatos de ACP, este es una herramienta que esta creado para adentrarse en el análisis de los procesos a este formato se le adjunta la hoja de diagnóstico anexo A14.

Cuando se haya realizado todas las mejoras dentro del proceso producción comunicara a Ing. de calidad para realizar la validación de la efectividad de los cambios realizados y en la parte posterior del ACP se registraran los nuevos datos tanto los levantados por producción como los que tome calidad, si los datos coinciden o su variación es muy pequeña se tomara los datos suficientes para limpiar los datos malos registrados en la base de cálculo de Cp y Cpk, estos datos los tomara producción y se levantarán de 5 en 5 en horarios diferentes, una vez levantada la nueva información calidad actualizara la base de Cp y Cpk y realizar el análisis de la nueva capacidad del proceso evaluado, se registran estos nuevos resultados de Cp y Cpk en el formato ACP y con un valor superior a 1.67 se dará por cerrado el ACP.

#### ***4.6.1.5. Plan de reacción y escalonamiento de alarmas.***

El plan de reacción y el escalonamiento de alarmas son dos herramientas de mucha ayuda para la mejora continua de un proceso.

Plan de reacción: El plan de reacción para el sistema CCO está enfocado en las diversas tendencias o señales de inestabilidad en un proceso previo a salirse de control para un mejor entendimiento podemos ver el anexo A15 donde está el formato de un plan de reacción para control de operaciones críticas.

Esta herramienta nos ayuda a tener claro que tenemos que hacer si se presenta un problema en el proceso al momento de estar realizando una auditoria.

Escalonamiento de alarmas: Los escalonamientos de alarmas anexo A16 sirven para la rápida comunicación hacia los niveles superiores de liderazgo, de todos los problemas con mayor impacto en el incumplimiento de una especificación y que afectan a las métricas de la planta, para llevar a una rápida solución y revisión del riesgo que se está detectando en los procesos.

Una mala interpretación del escalonamiento es pensar que se usa para hacer llamar la atención de la persona que está realizando el proceso, este no es el objetivo de un escalonamiento, esta herramienta está diseñada para que los líderes muevan recursos de forma inmediata y poder

corregir la causa raíz del problema encontrado y que no se entreguen unidades defectuosas a los usuarios posteriores.

#### ***4.6.1.6. Comité CCO.***

Este comité se formara con la finalidad de llevar a una sala todos los problemas más complicados de solucionar y que ya han sido analizados con el ACP y 5 pasos, en este equipo de trabajo se analizara el 7mo diamante de calidad.

En el comité CCO participan muchas áreas como: Ing. de producto, Ing. de Calidad, Ing. de procesos, Ing. de producción, Mantenimiento.

Cada una de las áreas tiene la obligación de aportar con la solución del problema que se encuentre en su área de responsabilidad.

En esta reunión se llevara una minuta, la misma que se revisara mínimo cada dos semanas, esta minuta se revisara una vez al mes con la gerencia de calidad para dar seguimiento a la solución de los problemas reportados por el sistema de control de operaciones críticas.

## **4.7 RESULTADOS**

### ***4.7.1. Previsión de la evaluación***

A continuación se muestra la autoevaluación de los parámetros que interactúan en el sistema de control de operaciones críticas de Calidad, para de esta manera comprobar los avances de la propuesta.

**Tabla 6-4. Criterios de evaluación para tabulación de datos.**

<b>SIGLAS</b>	<b>CRITERIO DE CALIFICACION</b>	<b>PESO</b>
<b>IM</b>	<b>Implementado:</b> Trabajando en piso.	100%
<b>IP</b>	<b>Implementado parcial:</b> Se dispone pero no hay evidencia de un control integral.	50%
<b>NI</b>	<b>No Implementado:</b> De acuerdo con los parametros de evaluación no esta trabajando en piso.	0%

Realizado por: Eddy Alvarado, 2016

#### *4.7.2. Método de evaluación de los datos*

En este trabajo de investigación el método de cálculo es simple, este proyecto está enfocado en un solo modelo de la planta el M4, por este motivo se tabula de la siguiente manera.

Para cada parámetro ponderado de evaluación se va dividir para el total de ítems ponderados de esta manera se tendrán valores tanto para IM como para IP, NI no registrarán valores de avance hasta que cambie de estatus de evaluación y de esta manera obtenemos los resultados de avances de la implementación.

Cabe recalcar si la planta toma la decisión de implementar para los demás modelos se tendrá que modificar las tablas de cálculo para presentar un reporte de avances por modelo y el general de planta.

En el grafico 61 podemos observar lo antes descrito, adicional observamos una categoría denominada NA (no aplica) esta se asignara a los puntos dentro del checklist que no se podrán implementar en el corto plazo generalmente por temas de inversión.

CRITERIO				PESO			TOTAL
NA	NI	IP	IM	0	1	2	
1	21	11	2	TOTAL ITEMS	70	ITEMS REALES	15
3%	60%	31%	6%	Total ponderado Planta			21%

Gráfico 28-4. Método de evaluación de datos.

Realizado por: Eddy Alvarado, 2016

#### 4.7.3. Diagnóstico de los parámetros de control para el sistema CCO en la propuesta.

CHECKLIST CCO										PLANTA	ENSAMBLE	FECHA AUDITORIA	19-sep	
EVALUADO POR: EDDY ALVARADO TURNO: 1T										LINEA	M4	ESTATUS INICIAL IMPLEMENTACION TOTAL		6%
										EVALUADO	AUDITOR CCO	ESTATUS FINAL IMPLEMENTACION TOTAL		74%
ITEMS	VARIABLES A EVALUAR	Tipo de parametro	STI	POT	STF	CRITERIO				PESO			TOTAL	
						NA	NI	IP	IM	0	1	2		
1	¿Se tienen auditorias de Proceso en operaciones criticas?	Proceso	SI	O					O			2	2	
2	¿Tiene un Plan Mensual, semanal y diario para sus Monitorias de Proceso y Producto?	Planificación	SI	O					O			2	2	
3	¿Conoce el plan de reacción de CCO, cuando lo aplica?	Planificación	SI	O					O			2	2	
4	¿Se tienen hojas de control de operaciones criticas CCO?	Proceso	SI	O					O			2	2	
5	¿La planta tiene un procedimiento para la validación de la herramienta de la Planta?	Proceso	SI	O					O			2	2	
6	¿Se tiene un procedimiento para validar las herramientas (torques, pistolas) en linea luego de haber sido validadas por mantenimientos?	Proceso	SI				X						0	
7	Se tienen registros de las herramientas que son validadas por parte de mantenimiento?	Proceso	SI	O					O			2	2	
8	Pida una explicación de cómo se realiza el proceso de validación de herramientas ?	Proceso	SI	O					O			2	2	
9	Las herramientas (nuevas, por fecha de calibración, daño) tiene una entrega recepción por parte de producción/calidad?	Proceso	SI	O					O			2	2	
10	¿El equipo de medición se encuentra calibrado?(Torques)	Proceso	SI	O					O			2	2	
11	¿Se dispone de herramientas back up tienen una frecuencia de calibración apropiada antes de su uso?	Producto	NO			NA							0	
12	¿Las herramientas en piso se encuentran calibradas y etiquetas?	Proceso	O	SI	O				O			2	2	
13	¿Tiene la planta identificada una lista con los equipos criticos y cuales son estos?	Proceso	SI	O					O			2	2	
14	La planta realiza auditorias de producto(toma de datos de torque)?	Producto	SI	O					O			2	2	
15	La planta tiene identificada cada una de las operaciones criticas en la linea de producción?	Proceso	O	SI	O				O			2	2	
16	La planta realiza auditorias de proceso de las operaciones criticas (seguiminto al cumplimiento de especificaciones en el proceso)?	Proceso	SI					Δ			1		1	
35	Producción conoce los indicadores de capacidad CP y CPK?	Reportes	SI	O					O			2	2	
Evaluación: Implementado y trabajado (IM) (O), NO Implementado (NI) (C), Implementado parcial (IP) (D), No aplica (NA), Potencial de implementación (POT).						1	3	5	26	TOTAL ITEMS	70	ITEMS REALES	57	
						3%	9%	14%	74%	Total ponderado Planta			81%	
						NA	C	D	O					

Gráfico 29-4. Checklist de evaluación actual.

Realizado por: Eddy Alvarado, 2016

Aplicando esta metodología de control en las operaciones críticas dentro del ensamblaje de los vehículos, se prevé una mejora positiva y significativa en la confiabilidad, seguridad, fiabilidad y calidad de los vehículos ensamblados en la planta de CIAUTO.

Para esto se presentaran tablas de resultados de los avances de la implementación.

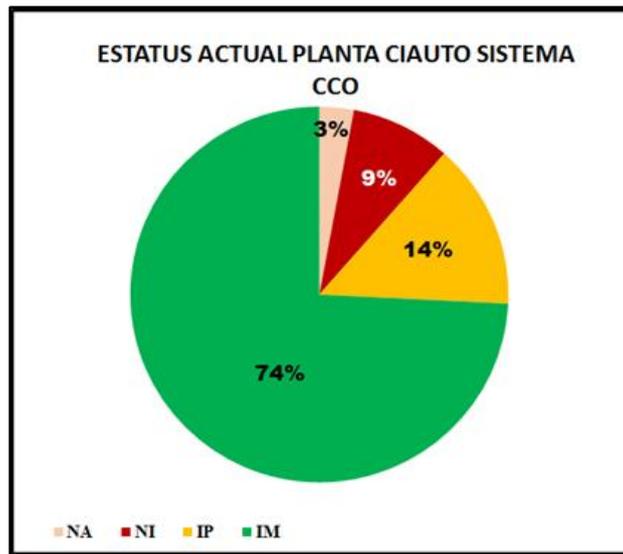


Gráfico 30-4. Resultados de evaluación de datos.

Realizado por: Eddy Alvarado, 2016

**Análisis:** Con los resultados obtenidos de un 74% de mejora en cada punto evaluado del sistema CCO, muchas de las actividades que estaban en NI e IP han pasado a estatus IM y esto hace que se evidencia que a pesar del gran esfuerzo de implementación del sistema todavía tenemos puntos de mejora por trabajar para garantizar la Calidad, seguridad y confiabilidad de los clientes en la marca.

#### 4.7.4. Comprobación de la hipótesis

Para la comprobación de la hipótesis se utilizara el método del **Ji cuadrado**, inicialmente se plantean dos hipótesis, tanto la nula como la alternativa.

H1: El desarrollo del modelo de control de Calidad de operaciones críticas de ajuste, permite incrementar la confiabilidad, seguridad, fiabilidad y calidad de los vehículos ensamblados en CIAUTO.

H0: El desarrollo del modelo de control de Calidad de operaciones críticas de ajuste, **NO** permitirá incrementar la confiabilidad, seguridad, fiabilidad y calidad de los vehículos ensamblados en CIAUTO.

A continuación se tabulan los datos que se obtuvieron en el levantamiento de la información con la utilización de la herramienta checklist, los que servirán para la comprobación de la hipótesis, mediante el método del **Ji cuadrado**.

**Tabla 7-4. Tabulación de resultados generales.**

<b>Parametros</b>	<b>Peso</b>	<b>Metodo actual</b>	<b>Metodo propuesto</b>
<b>Planificación</b>	7%	0%	6%
<b>Producto</b>	24%	7%	16%
<b>Proceso</b>	40%	11%	31%
<b>Reportes</b>	11%	0%	9%
<b>Solucion de problemas</b>	18%	3%	14%
<b>TOTAL</b>	100%	21%	76%

**Realizado por:** Eddy Alvarado, 2016

**Peso:** Para la determinación del peso primero de todos los puntos o parámetros de control del checklist, le agrupamos según el PHVA de esta manera obtenemos un cierto grupo de ítems en

cada categoría y con esto dividido para el total de Ítems del checklist se va obteniendo el peso en cada categoría del PHVA.

TABULACION DEL PESO		
Parametros	ITEMS	PESO
Planificación	4	7%
Producto	13	24%
Proceso	22	40%
Reportes	6	11%
Solucion de problemas	10	18%
TOTAL ITEMS	55	100%

4 dividido para 55

Gráfico 31-4. Tabulación del peso.

Realizado por: Eddy Alvarado, 2016

Se procede a calcular los grados de libertad (Gl), y con un nivel de significancia del 10% que significa un 90% de confianza, obtenemos el valor crítico en tablas.

Tabla 8-4. Calculo de los grados de libertad.

Calculo grados de libertad
$Gl=(r-1)(K-1)$
$Gl=(5-1)(2-1)=4$
$r=$ No de filas=5
$K=$ No de columnas=2
Valor critico en tablas
Nivel Sig=10%

Realizado por: Eddy Alvarado, 2016

Con los datos obtenidos, se procede a calcular los resultados mediante el método del **Ji cuadrado**, del cual obtenemos los siguientes resultados.

**Tabla 9-4. Calculo de Ji cuadrado (X<sup>2</sup>).**

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Parametros	METODO ACTUAL (O <sub>i</sub> )	METODO PROPUESTO (E <sub>i</sub> )	SUMA	O <sub>i</sub> -E <sub>i</sub>	(O <sub>i</sub> -E <sub>i</sub> ) <sup>2</sup>	$\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$
Planificación	0	4	4	-4	16	4,0
Producto	5	13	18	-8	64	4,9
Proceso	8	22	30	-14	196	8,9
Reportes	0	6	6	-6	36	6,0
Solucion de problemas	2	10	12	-8	64	6,4
<b>TOTALES</b>	<b>15</b>	<b>55</b>	<b>70</b>		$\sum (X^2)$	<b>30,2</b>

Realizado por: Eddy Alvarado, 2016

Con un 10 % del nivel de significancia y tres (4) grados de libertad, es posible encontrar el valor crítico asociado utilizando para ello la tabla de valores de distribución ji Cuadrada. Si el valor  $X^2$  calculado es mayor al límite elegido por significancia estadística, entonces la hipótesis nula se rechaza en favor de la hipótesis alternativa.

**Tabla 10-4. Valores críticos de la distribución Ji cuadrado.**

DISTRIBUCION DE $\chi^2$												
Grados de libertad	Probabilidad											
	0,95	0,90	0,80	0,70	0,50	0,30	0,20	0,10	0,05	0,01	0,001	
1	0,004	0,02	0,06	0,15	0,46	1,07	1,64	2,71	3,84	6,64	10,83	
2	0,10	0,21	0,45	0,71	1,39	2,41	3,22	4,60	5,99	9,21	13,82	
3	0,35	0,58	1,01	1,42	2,37	3,66	4,64	6,25	7,82	11,34	16,27	
4	0,71	1,06	1,65	2,20	3,36	4,88	5,99	7,78	9,49	13,28	18,47	
5	1,14	1,61	2,34	3,00	4,35	6,06	7,29	9,24	11,07	15,09	20,52	
6	1,63	2,20	3,07	3,83	5,35	7,23	8,56	10,64	12,59	16,81	22,46	
7	2,17	2,83	3,82	4,67	6,35	8,38	9,80	12,02	14,07	18,48	24,32	
8	2,73	3,49	4,59	5,53	7,34	9,52	11,03	13,36	15,51	20,09	26,12	
9	3,32	4,17	5,38	6,39	8,34	10,66	12,24	14,68	16,92	21,67	27,88	
10	3,94	4,86	6,18	7,27	9,34	11,78	13,44	15,99	18,31	23,21	29,59	
	No significativo								Significativo			

Fuente: (Mason, 2003)

**Tabla 11-4. Resultados.**

RESULTADOS	
$X^2 =$	30,2
Valor crítico =	7,78

Realizado por: Eddy Alvarado, 2016

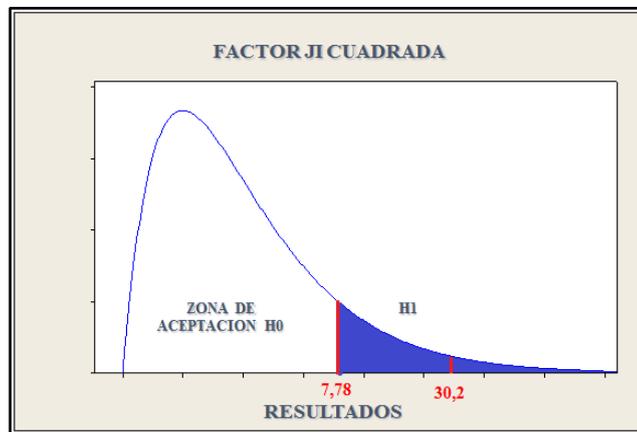


Gráfico 32-4. Zona de aceptación de la H0.

Realizado por: Eddy Alvarado, 2016

Con estos resultados analizamos los resultados, al tomar el valor crítico de la tabla, con un nivel de significancia de 0,1 y con cuatro (4) grados de libertad, se tiene: 7,78

Entonces:  $7,78 < 30,2$

De estos resultados interpretamos que la hipótesis nula se rechaza, en favor de la hipótesis alternativa, que dice:

El desarrollo del modelo de control de Calidad de operaciones críticas de ajuste, permite incrementar la confiabilidad, seguridad, fiabilidad y calidad de los vehículos ensamblados en CIAUTO.

De esto podemos definir que la confiabilidad, seguridad, fiabilidad y calidad de los vehículos depende de la implementación de este sistema de control de operaciones críticas CCO.

## CONCLUSIONES

- Por lo tanto al concluir este trabajo de investigación podemos ver la importancia de tener un control de cada operación crítica dentro del proceso de ensamblaje de un vehículo, este control podemos definirlo como la vida o la muerte de un cliente al usar una unidad ensamblada por nosotros.
- Entonces podemos decir que con un buen control estadístico de los procesos críticos dentro del proceso de ensamblaje garantizamos un nivel de calidad y seguridad superior en nuestros vehículos ensamblados, reflejándose en mayor seguridad para los ecuatorianos que usen un vehículo ensamblado en nuestro país.
- Esta metodología bien llevada dentro de la planta se convierte en una herramienta de mejora continua muy fuerte por que no se enfoca únicamente en recoger datos del proceso más bien está enfocada en la mejora de los procesos para garantizar su estabilidad y el nivel de calidad y seguridad que nuestros clientes necesitan.
- Esta herramienta implementada al 100% interactúa directamente con muchas áreas de la planta y se vuelve un núcleo de unión muy fuerte que enfoca a los líderes de la planta para la mejora de los procesos y la asignación correcta de los recursos con los que cuenta la empresa.
- Es importante resaltar que el sistema CCO no es una herramienta correctiva dentro de la planta por el contrario es preventiva y de esta manera trabaja con anterioridad a la presencia de novedades en el ensamblaje de las unidades.

## RECOMENDACIONES

- La principal recomendación es que el liderazgo de la planta tiene que garantizar que la herramienta se mantenga activa dentro de la planta, esto se puede garantizar con un control cruzado entre las áreas involucradas y de esta forma garantizar la permanencia en el tiempo.
- Esta metodología desarrollada en este trabajo de investigación es muy fuerte dentro de los procesos por lo que se recomienda abrir el control a otros procesos como operaciones manuales y de carga de fluidos dentro de la planta de ensamble, esto también puede ser implementado en otras plantas dentro de la empresa como la planta de suelda y pintura y de esta forma garantizar la estabilidad de todos los procesos críticos de la planta.
- Es muy importante que el liderazgo de la planta amplíe la fuente de ingreso de operaciones críticas al sistema CCO, se recomienda para el inicio de la implementación del sistema tomar la información que emite la fuente de cada uno de los modelos ensamblados y que se tome como fuentes adicionales de ingreso de operaciones críticas al sistema problemas encontrados en auditorías internas y reclamos de clientes finales.
- Se recomienda que este sistema de mejora continua, sea utilizado de manera preventiva y no se la confunda como una herramienta reactiva, se recomienda que este directamente involucrada en todo lanzamiento de nuevos modelos ya que el sistema CCO interviene de forma directa sobre el nivel del herramental que la planta debe adquirir, para que el lanzamiento arranque como un proyecto de nivel 6 sigma.
- El auditor CCO al ser un Ing. estadístico de la planta debe presentar un resumen de los procesos más débiles en modelos similares para que se tomen todas las acciones correctivas en los nuevos modelos

## GLOSARIO DE TÉRMINOS Y DEFINICIONES

- **Combustión interna:** Es un tipo de química de un combustible que arde dentro de la cámara de combustión para luego ser transformada en energía mecánica.
- **Torque:** Es un momento de fuerza, que aplicado a un ajuste se obtiene como resultado la fuerza de unión de dos partes.
- **Torque Dinámico:** Es el valor máximo medido del torque cuando el ajuste está siendo realizado por la herramienta.
- **Torque Estático:** Es el valor requerido para quebrar el ajuste en el sentido de apriete después de la aplicación de torque.
- **Control de Calidad:** Actividad donde se trata de evitar que se generen defectos en la línea de ensamble.
- **Calidad:** Satisfacción de un cliente al adquirir un producto.
- **Operating Tool:** Documentos de métodos de operación que se tienen que cumplir.
- **Operaciones Críticas:** Procesos dentro del ensamblaje en el que no se puede incumplir una especificación.
- **KCDS:** (Key Characteristic Designation System) característica clave de diseño.
- **SN1:** Seguridad nivel uno.
- **SN2:** Seguridad nivel dos.
- **FN1:** Funcional nivel uno.
- **FN2:** Funcional nivel dos.
- **Característica:** condición única de un producto que la diferencia.
- **Kpc:** (key product characteristic) Característica crítica del producto.
- **Kcc:** (Key characteristic control) Característica crítica de control.
- **Junta:** Unión de dos componentes.
- **MSA:** (Measurement systems analysis) Análisis del sistema de medición.
- **SM:** Sistema de medición.
- **R&R:** Repetibilidad y Reproducibilidad.
- **LS:** Límite superior.
- **LI:** Límite inferior.
- **TGT:** (Target) media de especificación.
- **Cp:** (Capability process) Capacidad de proceso.
- **Cpk:** (Capability process key) Capacidad del centrado de un proceso.
- **Pp:** (Potential process) Desempeño potencial del proceso.
- **Ppk:** (Potential process key) Desempeño real del proceso.

- **Defecto:** Incumplimiento de una especificación.
- **Error proofing:** Sistema a prueba de error de un operario.
- **PHVA:** Planear, Hacer, Verificar, Actuar.
- **CIAUTO:** Ciudad del auto.
- **CCO:** (Control Critico de operaciones) Es un sistema que permite controlar operaciones críticas dentro de los procesos de manufactura.
- **ACP:** Análisis de la capacidad del proceso.
- **Cinco pasos:** Herramienta de mejora continua de un proceso.
- **VIN:** Número de identificación del vehículo.
- **MOD:** Modelo del vehículo.
- **EX – FLEX:** Extremadamente flexible.
- **CKD:** (Completely Knock Down) Sistema logístico mediante el cual se consolidan en un almacén partes para el armado de un componente.
- **CCO torques:** Control y Verificación del Torque de Apriete
- **CCO manuales:** Operaciones manuales de conexión de arneses, ruteos y aplicaciones de sellantes.
- **CCO fluidos:** llenado de fluido como: aceite, líquido de freno, refrigerante.

## BIBLIOGRAFÍA

1. **AIMCO.** (2003). *Introducción al Torque*. Portland: Aimco.
2. **BARRIOS, I. D.** (2009). *Seminario de torque y atornillado*. Mexico: Supplier & Services México, S.A. de C.V.
3. **CINAE, C. d.** (s.f.). *Normas de Calidad*. Obtenido de <http://www.cinae.org.ec/index.php/la-industria/67-normas-de-calidad>.
4. **CASTILLO, A.** (2008). *Especificación Técnica de Par Torsional*. Mexico: Volkswagen de México, S. A.
5. **CHRYSLER CORPORATION, F. M.** (1994 2008). *Advanced Product Quality Planning (APQP)*. . Quito: GM OBB.
6. **CIAUTO ECUADOR.** (2016). *Departamento de Calidad*. Ambato: CIAUTO.
7. **DAIMLER CHRYSLER CORPORATION, F. M.** (1992 - 2005). *Control Estadístico del Proceso*. Quito: GM OBB.
8. **DAIMLER CHRYSLER CORPORATION, F. M.** (19993 2006). *Production Part Approval Process (PPAP) Adare Carwin (UK) in Europe*.
9. **FERNÁNDEZ HATRE, A.** (2002). *Manual y Procedimientos de un Sistema de Calidad ISO 9001-2000*.
10. **FORD.** (2003). *Control estadístico del proceso*. Quito: GM.
11. **GARIB, J. A.** (2008). *Estrategias de Control Mediante “torque dinámico” y “torque ángulo” aplicadas a un ensamble típico*. Mexico: Facultad de Ingeniería Mecánica, Universidad Autónoma de Nuevo León. Apartado Postal 076 F, Cd.
12. **GM, G. M.** (2000). *Herramienta de operaciones*. Quito: GM OBB.
13. **GIMA., S. L.** (2002). *Calidad Total*. QUITO GM.
14. **GM.** (2004). *Análisis del Sistema de Medición*. Quito: GM.
15. **GM.** (2008). *Error Profing*. Quito: GM.
16. **GM-OBB.** (2009). *Graficos de Control*. Quito: GM-University.
17. **GM-OBB.** (2012). *Tool de Torques*. ECUADOR: GM.
18. **GÓMEZ, B. D.** (2009). *Seminario de Torque y Atornillado*. Mexico: Supplier & Services.
19. **GUTIÉRREZ PULIDO, H.** (2009). Control Estadístico de Calidad Seis Sigma. En H. G. Pulido, & P. E. Vázquez (Ed.), *Control estadístico de Calidad seis sigma* (Vol.

segunda edición, págs. 19-21). México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A.

20. **INDECOPI.** (2001). *Sistemas de Gestión de la Calidad. Principios y Vocabulario.*
21. **ISO.** (2008). *Assembly Tools for Screws and Nuts.* India: Price Group 7.
22. **ISO, N.** (1994). *Definición tipo de juntas.* Switzerland: ISO.
23. **ISO-9000.** (2000). *Sistemas de Gestión de la Calidad.* Ginebra: Impreso en la Secretaría Central de ISO en Ginebra, Suiza,.
24. **MASON, L. &.** (2003). *Estadística para Administración y Economía.* Bogotá: Alfaomega.
25. **NAVARRO, G. Á.** (2010). *Historia del Automóvil.* Mexico: NAUCALPAN EDO.
26. **REYES, D. P.** (2006). *Control Estadístico del Proceso.* Mexico: CONCAMIN.
27. **STANLEY.** (2015). *Stanley Air Tools.* América Latina: Departamento técnico Stanley.
28. **URDAZI, L. O.** (2013). *El Control de Calidad de los Trabajos e Informes de los Órganos de Control Externo .*
29. **VILLARREAL, P. G.-P.** (2010). *Estrategias de Control Mediante “torque dinámico” y “torque ángulo”.* Mexico: Daimler Chrysler. Carretera a Derramadero Km 1.5, Saltillo, Coahuila, 25090,.

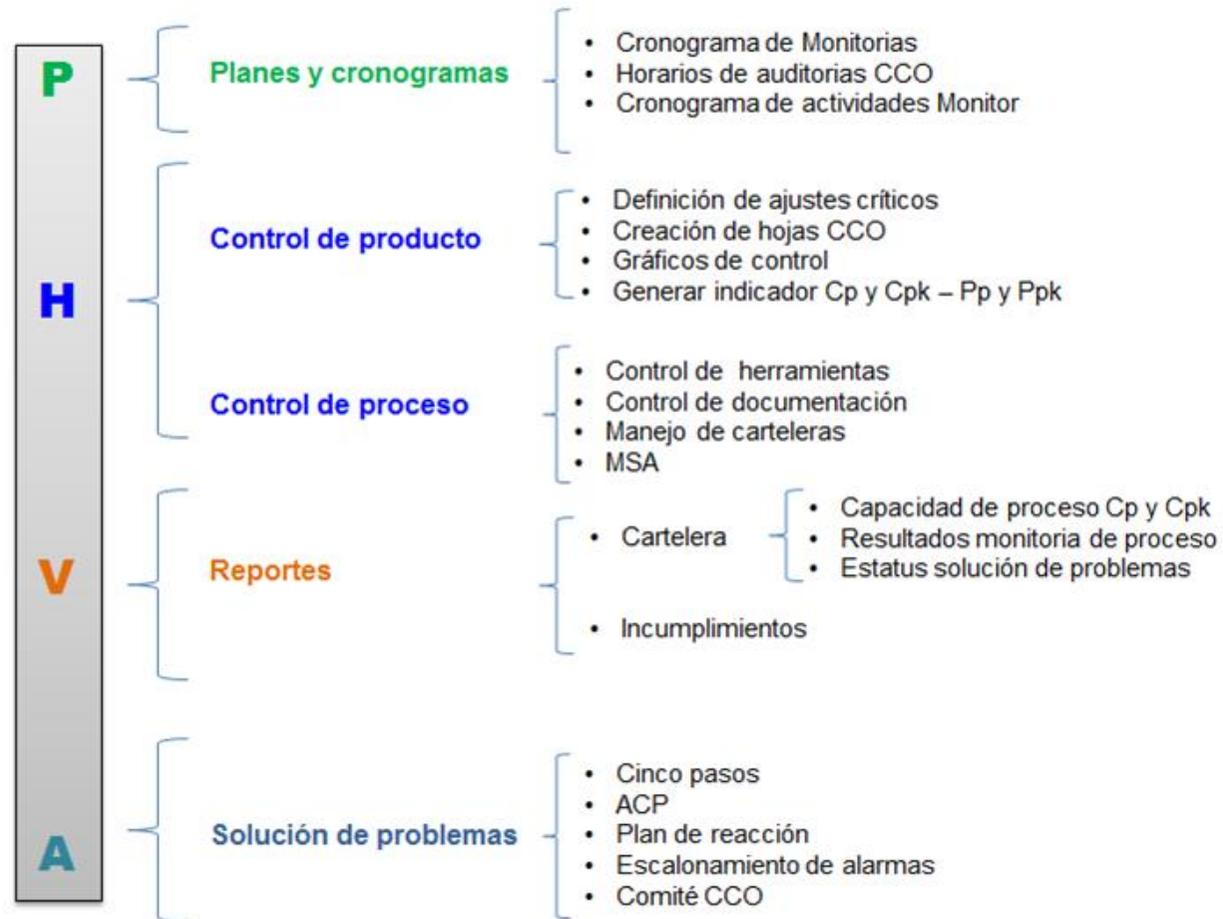
## ANEXOS

### ANEXO A. Factores para la construcción de las cartas de control.

TAMAÑO DE MUESTRA, $n$	CARTA $\bar{X}$	CARTA R			CARTA S	ESTIMACION DE $\sigma$
	$A_2$	$d_3$	$D_3$	$D_4$	$c_4$	$d_2$
2	1.880	0.853	0.0000	3.2686	0.7979	1.128
3	1.023	0.888	0.0000	2.5735	0.8862	1.693
4	0.729	0.880	0.0000	2.2822	0.9213	2.059
5	0.577	0.864	0.0000	2.1144	0.9400	2.326
6	0.483	0.848	0.0000	2.0039	0.9515	2.534
7	0.419	0.833	0.0758	1.9242	0.9594	2.704
8	0.373	0.820	0.1359	1.8641	0.9650	2.847
9	0.337	0.808	0.1838	1.8162	0.9693	2.970
10	0.308	0.797	0.2232	1.7768	0.9727	3.078
11	0.285	0.787	0.2559	1.7441	0.9754	3.173
12	0.266	0.778	0.2836	1.7164	0.9776	3.258
13	0.249	0.770	0.3076	1.6924	0.9794	3.336
14	0.235	0.763	0.3281	1.6719	0.9810	3.407
15	0.223	0.756	0.3468	1.6532	0.9823	3.472
16	0.212	0.750	0.3630	1.6370	0.9835	3.532
17	0.203	0.744	0.3779	1.6221	0.9845	3.588
18	0.194	0.739	0.3909	1.6091	0.9854	3.640
19	0.187	0.734	0.4031	1.5969	0.9862	3.689
20	0.180	0.729	0.4145	1.5855	0.9869	3.735
21	0.173	0.724	0.4251	1.5749	0.9876	3.778
22	0.167	0.720	0.4344	1.5656	0.9882	3.819
23	0.162	0.716	0.4432	1.5568	0.9887	3.858
24	0.157	0.712	0.4516	1.5484	0.9892	3.898
25	0.153	0.708	0.4597	1.5403	0.9896	3.931

ANEXO B. Estructura CCO Planta CIAUTO.

## ESTRUCTURA CCO



## ANEXO C. Códigos CCO por componentes.

<b>BODY - EXTERIOR</b>	<b>CODIGO CCO</b>
WINDSHIELD WIPER ARM TO SHAFT	SN2
WINDSHIELD WIPER MODULE TO DASH PANEL	FN2
REAR BUMPER TO FRAME WHEN TRAILER HITCH IS ATTACHED TO BUMPER	SN1
LUGGAGE CARRIER MOLDING ADJUST TO ROOF (FNA 0201A)	SN2
<b>BODY - CLOSURES</b>	<b>CODIGO CCO</b>
OUTSIDE RR VIEW MIRROR	FN2
MIDGATE STRIKER	SN2
DOOR LOCK STRIKER	SN2
DOOR HINGE TO DOOR (DOORS ON PROCESS)	FN2
DOOR HINGE TO DOOR (DOORS OFF PROCESS – DOOR HINGE SIDE REMOVAL)	FN2
DOOR HINGE TO DOOR (DOOR OFF PROCESS - LIFT OFF HINGE)	FN2
DOOR HINGE TO BODY	FN2
DOOR WINDOW REGULATOR TO DOOR	FN2
LIFTGATE HINGE TO LIFTGATE	FN2
LIFTGATE HINGE TO BODY	FN2
LIFTGATE LOCK STRIKER	SN2
ENDGATE LATCH	SN2
ENDGATE HINGE TO ENDGATE	FN2
ENDGATE HINGE TO BODY	FN2
ENDGATE LOCK STRIKER	SN2
HOOD PRIMARY LATCH AND STRIKER - REAR HINGED HOOD SYSTEM	SN2
HOOD HINGE - FRONT HINGE SYSTEM	SN2
<b>BODY - INTERIOR</b>	<b>CODIGO CCO</b>
INFLATABLE RESTRAINT MODULES	SN1
SEAT BELT RETRACTOR	SN2
CENTER SEAT BELT TO FLOOR (BUCKLE SIDE)	SN2
CENTER SEAT BELT TO FLOOR (LATCH SIDE)	SN2
SHOULDER BELT GUIDE TO PILLAR	SN2
SHOULDER BELT ANCHOR TO FLOOR	SN2
SHOULDER BELT GUIDE LOOP	SN2
CHILD SEAT TETHER	SN2
FRONT SEAT TO FLOOR,	SN2
REAR SEAT TO FLOOR	SN2
REAR SEAT STRIKER	SN2
STEERING WHEEL TO COLUMN (FASTENER POA OF COLUMN)	SN1
STEERING WHEEL TO COLUMN (FASTENER LOOSE INSTALL)	SN1
STEERING COLUMN TO INSTRUMENT PANEL	SN2
<b>HVAC/POWERTRAIN COOLING</b>	<b>CODIGO CCO</b>
AIR CONDITIONING REFRIGERANT LINES	SN2

**ANEXO C (continuación). Códigos CCO por componentes.**

<b>ELECTRICAL</b>	<b>CODIGO CCO</b>
INFLATABLE RESTRAINT SENSORS	SN1
INFLATABLE RESTRAINT SENSING & DIAGNOSTIC MODULE (SDM)	SN1
BATTERY GROUND TO BODY	FN1
BATTERY GROUND TO ENGINE	FN1
BATTERY NEGATIVE CABLE TO BATT TERMINAL	FN1
BATTERY POSITIVE CABLE TO BATT TERMINAL	FN1
BATTERY POSITIVE CABLE TO STARTER	FN1
BATTERY POSITIVE CABLE TO GENERATOR	SN1
BATTERY POS LEAD TO FUSE BLK, JUNC BLK, OR BEC	SN1
YAW RATE SENSOR ATTACHMENT	SN1
FORWARD LAMP GROUNDS	SN1
WINDSHIELD WIPER GROUNDS	FN1
ANTI LOCK BRAKE SYSTEM GROUNDS	FN1
ELECTRIC POWER STEERING GROUNDS	FN1
FUEL PUMP GROUNDS	FN1
TAIL LAMP GROUNDS	SN1
IGNITION, COOLING, COMPUTERS, & SENSOR GROUNDS	FN1
CLUSTER, HAZARD, RADIO, & HVAC GROUNDS	FN1
CRUISE & IP GROUNDS	FN1
AIR BAG GROUNDS	SN1
SDM GROUNDS	SN1
EXTERIOR LIGHTING GROUNDS	FN1
INTERIOR LIGHTING, POWR WNDW, LOCKS, & OVERHEAD ELECTRICAL GROUNDS	FN1
REAR WINDOW DEFOGGER & HORN GROUNDS	FN1
BCM, ECM, PCM, TCM GROUNDS, CONNECTORS & ATTACHMENTS	FN1
DRIVE MOTOR GENERATOR CONTROL MODULE FEED CONECTIONS (HYBRID VEHICLE)	SN1
COVER TO DRIVE MOTOR GENERATOR CONTROL MODULE FEED CONNECTIONS (HYBRID VEHICLE)	FN1
DRIVE MOTOR GENERATOR POWER INVERTER MODULE FEED CONECTIONS (HYBRID VEHICLE)	SN1
COVER TO DRIVE MOTOR GENERATOR POWER INVERTER MODULE FEED CONNECTIONS (HYBRID VEHICLE)	FN1
WIRING HARNESS TO BEC CONNECTIONS	SN1
FUSE/JUNCTION BLOCK TO WIRING CONNECTORS	SN1
ANTENNA GROUNDS	FN1
<b>CHASSIS - SUSPENSION/STRUCTURE</b>	<b>CODIGO CCO</b>
CRADLE TO BODY	SN1
FRONT WHEEL HUB (BEARING BOLTS)	SN1
STEERING KNUCKLE LOWER BALL JOINT	SN1
STEERING KNUCKLE UPPER BALL JOINT	SN1
FRONT SUSPENSION UPPER CONTROL ARM	SN1
FRONT SUSPENSION LOWER CONTROL ARM	SN1
LOWER CONTROL ARM TO KNUCKLE BALL JOINT, TAPERED BALL STUD DESIGN	SN1
STEERING KNUCKLE	SN1
UPPER STRUT TO TOWER BRACKET	SN2
FRONT SUSPENSION LOWER SHOCK ABSORBER	SN1
FRONT SUSPENSION UPPER SHOCK ABSORBER	FN1
FRONT STABILIZER SHAFT INSULATOR CLAMP	FN1
FRONT STABILIZER SHAFT LINK	FN2
REAR SUSPENSION UPPER CONTROL ARM LINK TO FRAME	SN1
REAR SUSPENSION UPPER CONROL ARM LINK TO AXLE	SN1
REAR SUSPENSION LOWER CONTROL ARM LINK TO AXLE	SN1
REAR SUSPENSION LOWER CONTROL ARM LINK TO FRAME	SN1
REAR SUSPENSION TRAILING ARM BRACKET TO BODY	SN1
REAR SUSPENSION EQUALIZER BEAM TO LINK	SN1
REAR CONTROL ARM TO RR SUSPENSION SUPPORT	SN1
REAR AXLE TIE ROD / TRACK BAR TO AXLE	SN1
REAR AXLE TIE ROD/ TRACK BAR TO FRAME	SN1
REAR LEAF SPRING FRONT ATTACHMENT	SN1
REAR LEAF SPRING U BOLTS TO AXLE	SN1
REAR LEAF SPRING SHACKLE TO SPRING	SN1
FRONT WHEEL DRIVE - REAR SUSPENSION BRACKET BOLTS TO UNDERBODY	FN1
FRONT WHEEL DRIVE - REAR INSULATOR TO BODY	SN2
REAR WHEEL DRIVE - TIE ROD TO UNDERBODY	SN1
REAR WHEEL DRIVE - TIE ROD BRACE TO AXLE	SN1
REAR SUSPENSION LOWER SHOCK ABSORBER LOWER ATTACHMENT	SN2
REAR STRUT TO KNUCKLE	SN1
REAR SUSPENSION LOWER SHOCK ABSORBER UPPER ATTACHMENT	SN2
FRONT WHEEL DRIVE - SHOCK ABSORBER TO REAR CONTROL ARM	FN1
REAR STABILIZER SHAFT INSULATOR CLAMP	FN2
REAR STABILIZER BAR LINK	FN2
UNDERBODY SPARE TIRE FIXATION	SN2
TRAILER WEIGHT DISTRIBUTING PLATFORM HITCH	SN1

**ANEXO C (continuación). Códigos CCO por componentes.**

<b>CHASSIS - STEERING</b>	<b>CODIGO CCO</b>
STEERING GEAR TO FRAME OR CRADLE	SN1
INTERMEDIATE STEERING SHAFT	SN1
STEERING GEAR (LINKAGE) ASM - TIE ROD JAMB NUT (FINAL TORQUE ADJUSTMENT)	SN1
STEERING LINKAGE ASM TO SHOCK ABSORBER	FN1
STEERING PIT ARM TO STEERING GEAR/LINKAGE	SN1
STEERING IDLER ARM TO FRAME/LINKAGE	SN1
STEERING LINKAGE OUTER TIE ROD TO KNUCKLE	SN1
POWERSTEERING PUMP TO ENGINE	FN2
POWERSTEERING FLUID RESERVOIR	FN2
POWERSTEERING FLUID COOLER	FN2
POWERSTEERING HOSE TO PUMP - TUBE NUT "SAGINAW STYLE"	SN1
POWERSTEERING HOSE TO PUMP - BANJO BOLT W/ COPPER WASHER	SN1
POWERSTEERING HOSE TO GEAR - TUBE NUT "SAGINAW STYLE"	SN1
POWERSTEERING HOSE TO GEAR - PLATE TYPE	FN2
<b>CHASSIS - BRAKES</b>	<b>CODIGO CCO</b>
FRONT WHEEL HUB (BEARING BOLTS)	SN1
FRONT BRAKE CALIPER TO KNUCKLE	SN1
REAR WHEEL HUB TO KNUCKLE	SN1
REAR BRAKE CALIPER TO KNUCKLE OR BACKING PLATE	SN1
REAR WHEEL HUB (BACKING PLATE OR AXLE)	SN1
BRAKE PEDAL (MODULE) TO INSTRUMENT PANEL	SN1
BRAKE PEDAL (MODULE) TO FRONT OF DASH	SN1
BRAKE PEDAL PIVOT BOLT	SN1
BAS SENSOR TO BRAKE PEDAL BRACKET	SN2
MANUAL PARK BRAKE TO I/P OR VEHICLE STRUCTURE	SN2
ELECTRIC PARK BRAKE TO BRACKET	SN2
ELECTRIC PARK BRAKE BRACKET TO VEHICLE STRUCTURE	SN2
BRAKE MASTER CYLINDER TO BOOSTER	SN1
FRONT BRAKE HOSE TO CHASSIS, SUSPENSION OR FRAME	SN1
BRAKE FUEL BUNDLE GROUND (TYPICAL FILTER LOCATION)	SN2
BRAKE BOOSTER TO VEHICLE	SN1
BRAKE HYDRO-BOOST TO STEERING PUMP OUTLET HOSE	SN1
BRAKE ABS MODULATOR(ECBM)/BRACKET TO VEHICLE STRUCTURE	SN2
BRAKE ABS MODULATOR (ECBM) TO MOUNTING BRACKET	SN2
<b>CHASSIS - TIRE/WHEEL</b>	<b>CODIGO CCO</b>
WHEEL LUGS	SN1
<b>CHASSIS - POWERTRAIN MOUNTS</b>	<b>CODIGO CCO</b>
TRANSVERSE ENGINE: (RH/LH) MOUNT TO VEHICLE STRUCTURE	FN2
TRANSVERSE ENGINE: (RH/LH) MOUNT TO MOUNT BRACKET – PENDULUM DESIGN	FN1
TRANSVERSE ENGINE: (RH/LH) MOUNT TO MOUNT BRACKET - NEUTRAL TORQUE AXIS (NTA)	FN2
TRAVERSE ENGINE (RH/LH) MOUNT BRACKET TO ENGINE/TRANSMISSION - PENDULUM DESIGN	FN1
TRANSVERSE ENGINE: (RH/LH) MOUNT BRACKET TO ENGINE/TRANSMISSION - NEUTRAL TORQUE AXIS (NTA)	FN2
TRANSVERSE ENGINE: REAR MOUNT	FN2
TRANSVERSE ENGINE: FRONT MOUNT - NEUTRAL TORQUE AXIS (NTA)	FN2
LONGITUDINAL ENGINE: ENGINE/TRANSMISSION MOUNTS – ALL POWERTRAIN MOUNTING FASTENERS BETWEEN	FN2

## ANEXO C (continuación). Códigos CCO por componentes

<b>CHASSIS - DRIVELINE</b>	<b>CODIGO CCO</b>
FRONT WHEEL HALF SHAFT TO DIFFERENTIAL CARRIER/HUB	SN1
FRONT DIFFERENTIAL TO VEHICLE STRUCTURE	FN1
DRIVELINE DIFFERENTIAL	FN2
INTERMEDIATE DRIVE SHAFT TO BRACKET	FN2
INTERMEDIATE DRIVE SHAFT BRACKET TO ENGINE	FN2
FRONT PROP SHAFT TO TRANSMISSION/DIFFERENTIAL CARRIER/AXLE	SN2
REAR DIFFERENTIAL TO VEHICLE STRUCTURE	FN2
REAR WHEEL HALF SHAFT TO DIFFERENTIAL CARRIER/HUB	SN1
REAR PROP SHAFT TO TRANSMISSION/DIFFERENTIAL CARRIER/AXLE	SN2
PROP SHAFT CENTER BEARING SUPPORT	SN2
PROP SHAFT INTERMEDIATE BEARING SUPPORT/HANGER	SN2
INTERMEDIATE PROP SHAFT	SN2
<b>CHASSIS - FUEL SYSTEMS</b>	<b>CODIGO CCO</b>
FUEL TANK STRAP ATTACHMENT	SN2
FUEL FILLER PIPE BRACKET(NOT A GROUND)	SN2
CLAMP ASM-FUEL FILLER HOSE	SN2
FUEL TANK VENT HOSE CLAMP	SN2
FUEL FILLER PIPE GROUND	SN2
FUEL LINE BUNDLE GROUND SCREW	SN2
FUEL EVAPORATOR EMISSION CANISTER TO VEHICLE,	SN2
HOSE ASM TO EVAPORATOR EMISSION CANISTER VENT	SN2
EVAPORATOR EMISSION CANISTER - PURGE SOLENOID VALVE BRACKET	FN2
<b>CHASSIS - EXHAUST</b>	<b>CODIGO CCO</b>
EXHAUST MANIFOLD TO ENGINE	FN1
EXHAUST MANIFOLD TO INTERMEDIATE PIPE	FN1
EXHAUST SYSTEM JOINTS	FN1
<b>CHASSIS - MECHANICAL CONTROLS</b>	<b>CODIGO CCO</b>
SHIFT LEVER CABLE BRACKET TO AUTOMATIC TRANSMISSION	SN2
SHIFT LEVER TO AUTOMATIC TRANSMISSION	SN1
SHIFT LEVER TO MANUAL TRANSMISSION	FN1
<b>POWERTRAIN</b>	<b>CODIGO CCO</b>
TORQUE TUBE ATTACHMENT TO TRANS	SN2
TORQUE TUBE ATTACHMENT TO PROPSHAFT	SN2
IDLER PULLEY (FAN DRIVEN)	FN1
TENSIONER PULLEY	FN1
FAN BLADE	SN2
WATER PUMP PULLEY (NOT FAN DRIVEN)	FN1
A. I. R. VALVE ASM TO ENGINE	FN2
FLYWHEEL TO CONVERTER	FN1
TORQUE CONVERTER TO FLEXPLATE	FN2
ENGINE TO TRANSMISSION BRACE	FN2
MANUAL TRANSMISSION CLUTCH ACTUATOR	FN2
TRANSMISSION FLUID FILL TUBE	SN2
TRANSFER CASE	FN1
TRANSFER CASE ADAPTER	FN1
SENSORS - FOLLOW LINK FOR LIST OF UPC/FNA COMBINATIONS	SN2

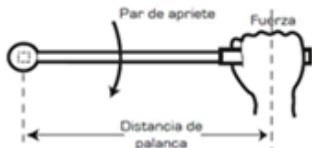




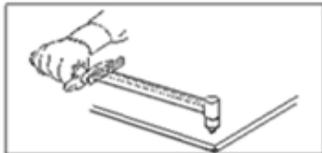
**ANEXO F. Recomendaciones uso de herramientas.**



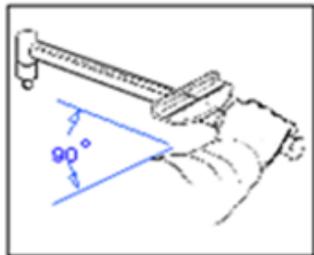
**EVITE AJUSTAR EL PERNO O LA TUERCA CON MAS DE UN CLICK SEGUIDO, YA QUE ESTO PUEDE AUMENTAR EL VALOR DE TORQUE APLICADO.**



**SIEMPRE HALE PARA APLICAR LA FUERZA DE TORQUE, NO EMPUJE.**

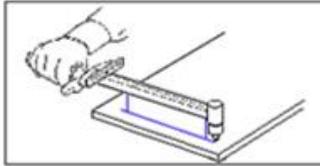


**POCICIONE DE FORMA CORRECTA LA HERRAMIENTA SOBRE LA JUNTA.**

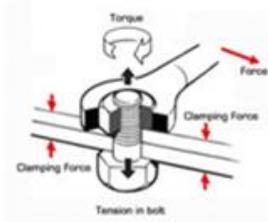


**FORME UN ANGULO DE 90 GRADOS ENTRE EL BRAZO Y LA HERRAMIENTA.**

**ANEXO F (continuación). Recomendaciones uso de herramientas.**



**COLOQUE LA HERRAMIENTA EN FORMA PARALELA CON LA SUPERFICIE A AJUSTAR.**



**APLICAR DE FORMA SUAVE Y CONTINUA LA FUERZA DE AJUSTE CON UN MOVIMIENTO CONTINUO.**



**EL MOVIMIENTO DE LA HERRAMIENTA NO DEBE SUPERAR LOS 5 GRADOS.**

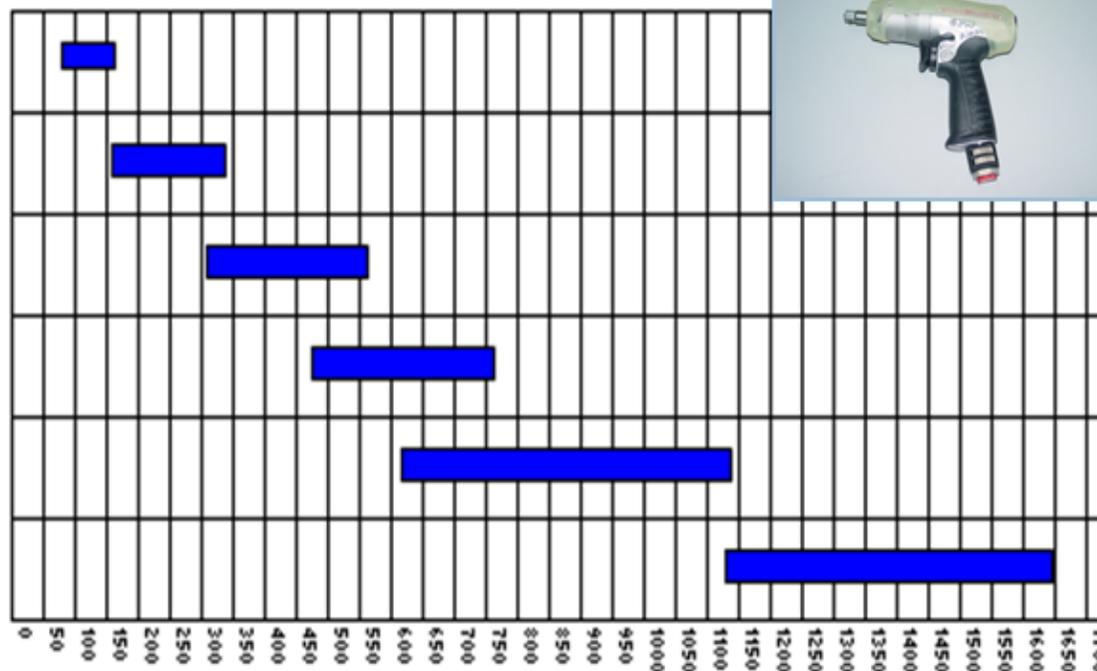


**LAS LECTURAS DEBEN SER TOMADAS DENTRO DE LOS 5 MINUTOS LUEGO DE QUE SE TERMINE DE APLICAR EL VALOR DINAMICO.**

ANEXO G. Rangos en Kg.cm de las pistolas Shutoff Uryu.

## **PISTOLAS DE IMPULSO HIDRAULICO TIPO SHUT-OFF** **VARIEDAD DE RANGOS**

DESCRIPCION	MIN	MAX
ULT-50	70	160
ULT-60	153	326
ULT-70	306	561
ULT-90	459	765
ULT-100	612	1122
T-130	1122	1632

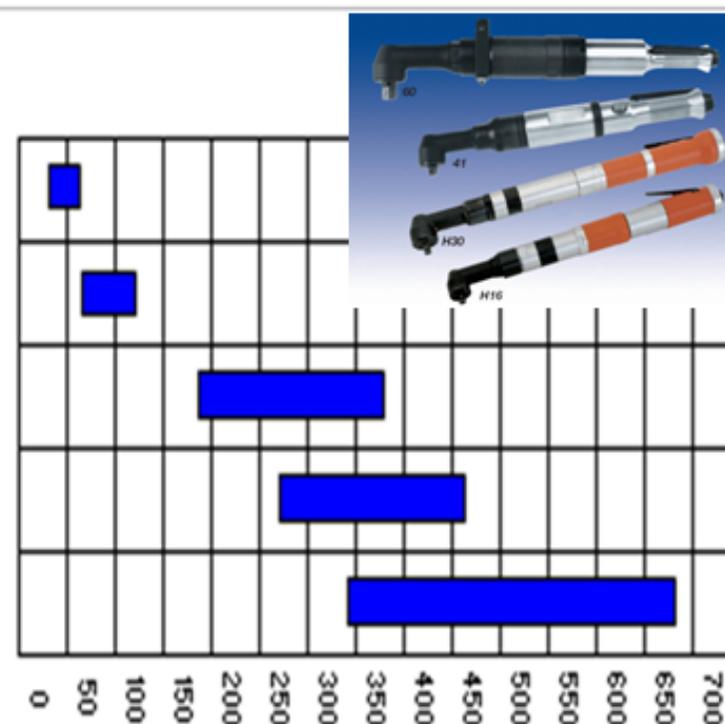


ANEXO H. Rangos en Kg.cm de llaves neumáticas angulares.

## **LLAVE NEUMÁTICA ANGULAR**

### **VARIEDAD DE RANGOS**

MODELO	VELOCIDAD RPM	RANGO DE TORQUE Kg.cm	
		Min	Max
A32LRAACT-11S3	1050	30	60
A32LRAACT-7S2	700	60	120
A32LRA2ACT-3	320	190	380
A33LRA2ACT-4	400	230	460
A33LRA3CT-2	270	340	680



ANEXO I. Formato de Auditoria de Proceso.

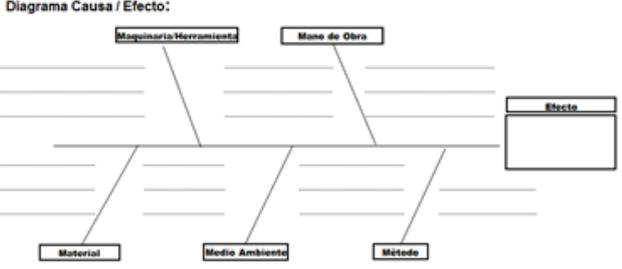
CIAUTO		AUDITORIA DE PROCESOS <b>CCO TORQUE</b>												Great Wall										
M = Mensual D = Diario S = Semanal		PLANTA: _____	AREA: _____	EQUIPO: _____	LET: _____	TURNO: _____																		
VARIABLES DE CONTROL		VARIABLE A CUANTIFICAR		Frec	MES: JULIO																			
					L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V
Herramienta	Uso de Herramienta correcta	Revisar que la herramienta asignada en la hoja Ccos (principal o de remplazo) esta siendo utilizada en el proceso		2xS																				
	Validación en el proceso	Verificar que la calibración y validación de la herramienta esta actualizada en la hoja Ccos (fechas, datos, firmas y motivo de movimiento de herramienta)		2xS																				
Calibración	Fecha de calibración	Chequear si la calibración de la herramienta o torquimetro esta dentro de fechas de calibración		2xM																				
		Revisar que las etiquetas de calibración se encuentren legibles y en buen estado																						
Control de Procesos	Verificación de Torques	Validar si el MET esta realizando la verificación de los torques de inicio de turno y registrando los valores en su respectiva grafica.		D																				
	Cartelera Ccos	Revisar la actualización de la cartelera Ccos: El Delta C debe estar actualizado y Los formatos deben cumplir el ciclo PHVA.																						
	Escalonamiento de Alarma	Revisar si las acciones correctivas fueron realizadas correctamente: Proceso de escalonamiento de alarma. Trazabilidad = Registro de alarma y seguimiento (barrido de unidades y firmas de producción) <b>Planes de acción por las señales de inestabilidad de proceso</b>		2xS																				
	Graficas de tendencia	Verificar que las operaciones críticas (PS1, PS2, PF1, PF2) tengan sus Gráficas de tendencia dibujadas y actualizadas y estén de acuerdo con los planes de control (Confirmar que el numero de graficas sea igual a las operaciones realizadas por el equipo)																						
	Procedimientos	Preguntar a un MET/ LET el procedimiento de calibración de herramientas, el procedimiento en el caso de una operación fuera de especificación, la interpretación de la hoja CCOS (Valores de Torque y conversión de unidades)		M																				
Error Proofing	Auto inspección	Revisar que el MET realice la marca de pintura, evaluar que la marca cubra el perno o tuerca y la parte que esta sujetando.		D																				
	Garantizar funcionamiento	Verificar si el MET RESPETA Y ENTIENDE el Error Proofing de las herraminetas, signos (audible, visual, corte de aire, click de las herramienta)																						
	Verificar funcionamiento de equipos	Revisar el funcionamiento y Corte de aire de las pistolas shut off Verificar el correcto funcionamiento del seguro del nonio y del click en los torquímetros																						
Documentación	Chequeo Secundario	<b>(Chequeo Sucesivo)</b> Verificar que las SOS y JES esten actualizadas y siendo seguidas , el MET debe revisar que el perno o tuerca tenga la marca de pintura del 100% y este totalmente asentado.																						
	Hojas ccos	Chequear si las hojas Ccos están disponibles en la estación de trabajo y se encuentran actualizadas (verificar información de los campos asignados a las áreas de a Ing. de procesos, Ensamble y Calidad)																						
	Identificación de las operaciones	Chequear si las estaciones de trabajo donde se realizan operaciones críticas (SN1, SN2, FN1) están identificadas con la delta C.		M																				
	Estandarizado	Revisar si el trabajo estandarizado esta actualizado y esta siendo seguido. Si el proceso requiere una secuencia mandatoria se debe revisar su cumplimiento. Verificar si los números de hojas Ccos están linkeadas con el trabajo estandarizado (verificar la información en piso) Los planes de control se encuentran desplegados y actualizados																						
Material	Material Correcto	Chequear si el MET esta ensamblando el material correcto (verificar el número de parte)		M																				
				RESULTADO AUDITORIA (%)																				
				FIRMA LET:																				
				RESULTADO MONITORIA (%)																				
				FIRMA LG:																				
<b>PLAN DE REACCION</b>																								
Si una discrepancia es encontrada durante la auditoria de procesos:																								
1.- Retroalimentar de manera verbal al LG. Resp: LET																								
2.- Registrar en la hoja de Registro de Alarma y Seguimiento/ Registro de señal de inestabilidad la no conformidad y establecer plan de acción. Resp: LET																								
3.- El seguimiento y solución de las no conformidades es responsabilidad del LG - LET																								
				SIMBOLOGIA DE RESULTADOS																				
				√ O																				
				X N																				

ANEXO J. Base control de herramienta del Proceso.

<b>BASE GENERAL DE CONTROL DE HERRAMIENTAS</b>																			
<b>INFORMACION COMPLETA DE LA HERRAMIENTAS EN EL PROCESO</b>											REALIZADO POR		ING. EDDY ALVARADO		PASAJEROS M4			31-jul-16	
											VALIDACION HOJA CCO								
HERRAMIENTA PRINCIPAL						HERRAMIENTA DE PREAJUSTE					N° HOJA CCOS	KCD S	MODEL O	NOMBRE DEL PROCESO	VALORES DE TORQUE			LET RESPONSABLE	LINEA
ACTIVO	MODELO	MARCA	CODIGO	ESP. DINAMICA	FECHA DE CALIBRACION	MARCA	CODIGO	NUMERO DE BODEGA	ESP. DINAMICA	FECHA DE CALIBRACION					MIN	TGT	MAX		
1	REGULABLE	TONICHI	919468E	7	30/05/2016	URIU	9198	NA	6,5	15/07/2016	CCO-1	FN1	M4	CERRADURA DE COMPUERTA	6	7	8	ALEX OÑA	VESTIDURA



ANEXO L. Formato 5 pasos.

		<h1>REPORTE 5 PASOS</h1>			
<small>ÁREA: CALIDAD CLASIFICACIÓN: NORMAL</small>					
<b>Modelo:</b> VITARA		<b>Autor:</b> Oscar Agama		<b>Fecha de apertura:</b> 22 octubre 2008	
<b>Lote:</b>		<b>Turno:</b> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/>		<b>Registro N°:</b> GCA - 124	
<b>Vin:</b> 8LDBSE44390009681		<b>Criticidad:</b>		<b>Problema reportado por:</b>	
<b>Entregado a:</b>		10 <input type="checkbox"/> 5 <input checked="" type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/>		EV _____ CAMPO _____ AUDITORIA GCA	
<b>Reasignado a:</b>				Mantenimiento _____ Producción _____ OTROS _____	
<b>P A S O 1</b> DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA					
<b>Descripción del Problema:</b>  Suciedad (sellante) interior techo parte posterior derecha		<b>Esquema:</b> 			
<b>P A S O 2</b> ACCIÓN DE CONTENCIÓN					
<b>Descripción:</b>		<b>Responsable:</b>		<b>Vin Afectado: Inicio / Fin</b>	
_____ _____ _____		_____ _____ _____		_____ _____ _____	
_____ _____ _____		_____ _____ _____		_____ _____ _____	
<b>P A S O 3</b> ANÁLISIS DE CAUSA RAÍZ					
<b>Proceso / Verif. de piezas:</b> (Problemas de Calidad que corresponden a los primeros 4 Diamantes) Relacione los resultados abajo					
1 <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO ¿El proceso seguido es el correcto?.....		3 <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO ¿La pieza utilizada es la correcta?.....		1 <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO ¿El proceso seguido es el correcto?.....	
2 <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO ¿Las herramientas y equipos utilizados son los correctos? .....		4 <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO ¿La calidad de la pieza es la adecuada?.....		2 <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO ¿Las herramientas y equipos utilizados son los correctos? .....	
<b>Análisis de los 5 Por qué:</b> 1. Por qué? _____ 2. Por qué? _____ 3. Por qué? _____ 4. Por qué? _____ 5. Por qué? _____		<b>Diagrama Causa / Efecto:</b> 			
<b>P A S O 4</b> SOLUCIÓN DEFINITIVA					
<b>Detalle:</b> _____ _____ _____ _____				<b>Fecha de Corte :</b> _____  <b>Vin o lote de corte:</b> _____  <b>Responsable:</b> _____	
<b>P A S O 5</b> VERIFICACIÓN Y ASEGURAMIENTO					
<b>PERIODO DE EVALUACIÓN:</b> _____		<b>FECHA DE CIERRE:</b> _____			
<b>PROBLEMA SOLUCIONADO:</b> SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		<b>RESPONSABLE:</b> _____			

ANEXO M. Formato análisis de capacidad de proceso (ACP).

**PARTE FRONTAL**

**INFORME DE ANALISIS DE CAPACIDAD DE PROCESO**

Número de documento: CCO 77      Fecha: 12/05/2016

Sección PASAJEROS      Operación AJUSTE CERRADURAS DE PUERTAS FR-LH-RH

LG MANUEL LASCANO      N.- QCOS C-M4-012

LET ALEX OÑA      Especificaciones LSE B LIE 6

Plataforma M4      Herramienta  Torque controlado

Valor actual  Neumática de impulso

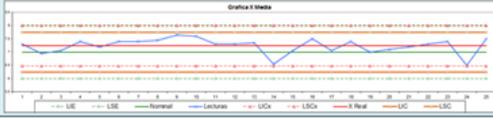
CP 0,92       Neumática de shut off

CPK 0,7       Torquímetro de quiebre

Otra - Torque de Click

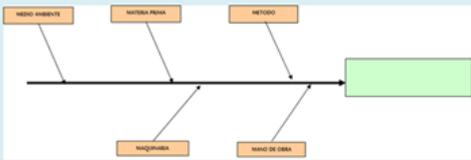
**OBSERVACIONES**

Analisis de gráfico de control



**HOJA DE DIAGNOSTICO**

**DIAGRAMA DE CAUSA-EFECTO (POTENCIALES CONTRIBUIDORES)**



Problema

Operación/ Gráfico



**PLAN DE ACCION**

Actividades	Responsable	Fecha	Estatus

**PARTE POSTERIOR**

**VALIDACION REALIZADA POR ENSAMBLE**

Muestra							
Lectura 01							
Lectura 02							
Lectura 03							
Lectura 04							
Lectura 05							

**DESEMPEÑO DEL PROCESO**

El proceso es capaz

CP \_\_\_\_\_ CPK \_\_\_\_\_

Comentarios \_\_\_\_\_

Elaborado por \_\_\_\_\_ Responsable \_\_\_\_\_

**VALIDACION REALIZADA POR CALIDAD (MONITOR)**

Muestra							
Lectura 01							
Lectura 02							
Lectura 03							
Lectura 04							
Lectura 05							

**DESEMPEÑO DEL PROCESO**

El proceso es capaz

CP \_\_\_\_\_ CPK \_\_\_\_\_

Responsable \_\_\_\_\_

ANEXO N. Hoja de diagnóstico del proceso.

ITEM:		OPERACION:			GRUPO:		
ITEM A EVALUAR	1ra Eval		2da Eval		TIPO	COMENTARIOS:	
	O/X	RESP	O/X	O/X			
Prevenición de Ocurrencia	METODO	1. ¿Los aprietes / piezas están correctos y dentro de las especificaciones?				OB	
		2. ¿La pieza queda firme durante el ajuste?				OB	
		3. ¿Se pueden instalar las piezas sin interferencia con otras piezas o herramientas?				OB	
		4. ¿El operador está trabajando en la estación y siguiendo el trabajo estandarizado?				OB	
		5. ¿El operador hace un ajuste base con la mano?				OB	
		6. ¿Con el torquimetro de quiebre se esta realizando doble click?				OB	
		7. ¿El torque está paralelo al tornillo durante la operación.				OB	
		8. ¿El torquimetro de quiebre tiene un movimiento mayor a 90°?				OB	
	MAQUINARIA	9. Si una misma herramienta realiza varios ajustes				OB	
		10. Si para realizar el ajuste se requiere de una pistola de impulso, el torque está especificado?				OB	
		11. ¿La herramienta está funcionando correctamente y en buenas condiciones?				OB	
		12. ¿Las herramientas y dispositivos de fijación están calibradas (validadas) y funcionando correctamente?				OB	
	MATERIAL	13. ¿Trabas químicas?				Op	
		14. ¿Piezas similares?				Op	
Clasificación de la prevenición de la ocurrencia (O X)							
Prevenición de la omisión	MAQUINARIA	1. ¿Se realiza el chequeo de torque al inicio de turno?				OB	
		2. ¿Se calibran los torquímetros de quiebre en forma rutinaria? (verificar el registro y la etiqueta de calibración)				OB	
		3. Si el ajuste no está alineado o ajustado en forma correcta, se afectará la finalización de una tarea posterior?				OB	
	METODO	4. Si existe un dispositivo a prueba de error, está funcionando correctamente?				OB	
Clasificación de la prevenición de la omisión (O X)							
Evaluación general (O Δ X)							



Hoja de Diagnóstico de Proceso

Evaluador: \_\_\_\_\_

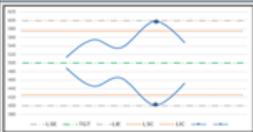
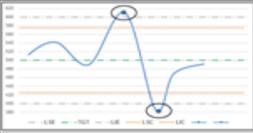
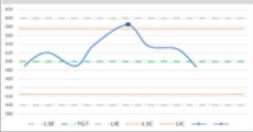
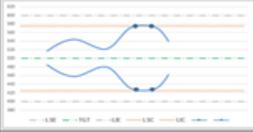
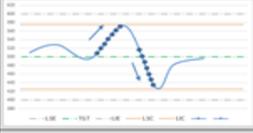
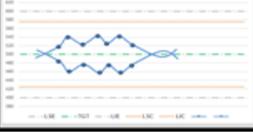
Coordinador: \_\_\_\_\_

RESP: MT: Mantenimiento, PC: Proceso

En: Ensamble

TIPO: OB: Obligatorio, Op: Opcional

ANEXO O. Plan de reacción CCO.

CIAUTO		Aseguramiento de Calidad Sistema de Alarmas		Great Wall				
<b>Plan de Reacción CCO</b>								
CRICIDAD CCO	SEÑAL DE INESTABILIDAD			PLAN DE REACCION				
				ACCION	RESPONSABLE			
<b>SN1, SN2, FN1, FN2,</b>		1	<b>A L T A</b>	<b>1</b> Punto en el Limite de Especificación (Superior/ Inferior)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplica escalonamiento de alarma</li> <li>- Apertura de 5 pasos</li> <li>- Realizar Auditoria del proceso LET/Monitor</li> <li>- Definir paso dos hasta cierre de 5 pasos</li> <li>- Realizar barrido de unidades aguas arriba y abajo hasta la ultima unidad Auditada por el LET o Monitor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- LET / Monitor</li> <li>- LET / Monitor</li> <li>- LET / Monitor</li> <li>- LET</li> </ul>		
		2		<b>1</b> Punto fuera de los Limites de Especificación (Superior/ Inferior)			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Si existiera unidades sospechosas en Patios se realizara bloqueo de unidades</li> <li>- Realizar compra de unidades en Patio</li> <li>- Realizar liberación de unidades</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Producción</li> <li>- LET / CRI</li> <li>- Producción</li> </ul>
		3	<b>M E D I A</b>	<b>1</b> Punto entre el Limite de Control al 75% y el Limite de Especificación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicar escalonamiento de alarma</li> <li>- Realizar Auditoria del proceso LET/Monitor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- LET / Monitor</li> <li>- LET / Monitor</li> </ul>		
		4		<b>2</b> puntos consecutivos en los límites de control al 75%				
		5	<b>B A J A</b>	<b>7</b> Puntos consecutivos acendentes o descendentes que no crucen los Limites de Control al 75%			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tomar muestra hasta que se estabilize el proceso en cada lote</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- LET / LG</li> </ul>
		6		<b>7</b> Puntos consecutivos arriba o debajo de la linea media y que no crucen los Limites de Control al 75%				

## ANEXO P. Escalonamiento de alarmas CCO

 <b>ESCALONAMIENTO DE ALARMAS CCO</b>										
A QUIEN COMUNICO		SN1 CCO TORQUES		SN2 CCO TORQUES		FN1 CCO TORQUES		MONITORIA DE PROCESO		TOP 3 MENSUAL POR PLATAFORMA CP Y CPK
		1 CASO	2 CASO	1 CASO	2 CASO	1 CASO	2 CASO	1 CASO	2 CASO	+ 1,30
PRODUCCIÓN	JEFE DE MANUFACTURA		X							
	COORDINADOR		X		X		X		X	X
	SUPERVISOR	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	LIDER DE GRUPO	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	MIEMBRO DE EQUIPO	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CALIDAD	JEFE DE MANUFACTURA		X		X					
	COORDINADOR	X	X	X	X		X		X	X
	ASISTENTE	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	MONITOR CCO	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CINCO PASOS	X		X			X		X		
FORMATO ACP									X	
										
<b>TIEMPO DE RESPUESTA:</b> <b>SI AL ESCALAR LA COMUNICACIÓN AL NIVEL INDICADO, NO RECIBE RESPUESTA, ESCALE AL NIVEL SUPERIOR DE PRODUCCIÓN O ÁREA PERIFÉRICA EN CADA 5 MINUTOS DE TIEMPO TRANSCURRIDO.</b>										
<b>REGLAS PARA EL USO DEL DOCUMENTO:</b> 1) EL ESCALONAMIENTO DE ALARMAS APLICA PARA CADA TURNO DE PRODUCCIÓN. 2) EL SEGUNDO CASO PARA LAS OPERACIONES CRÍTICAS (12,9 Y 8) SE EVALUA EN EL MES ACUMULADO. 3) LAS OPORTUNIDADES DETECTADAS EN LA MONITORIA DE PROCESO SERÁN REVISADAS EN UNA PRÓXIMA MONITORIA LUEGO DE 3 DÍAS. SI EN LA SEGUNDA MONITORIA LAS OPORTUNIDADES DE MEJORA RETROALIMENTADAS SIGUEN ABIERTAS (SEGUNDO CASO) SE PROCEDERÁ A LA APERTURA DE UN CINCO PASOS. <b>CRITERIO PARA EL CIERRE DE CINCO PASOS:</b> 1) SEGUIMIENTO EN LA PRÓXIMA MONITORIA LUEGO DEL PUNTO DE CORTE. 2) EL SEGUIMIENTO DE LOS PLANES DE ACCIÓN PARA EL TOP CP Y CPK DEBEN SER REGISTRADOS EN EL FORMATO DE ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE PROCESO.										
_____ GERENTE DE CALIDAD			_____ SUP. ENSAMBLE				_____ SPRV. OPERACIONES			

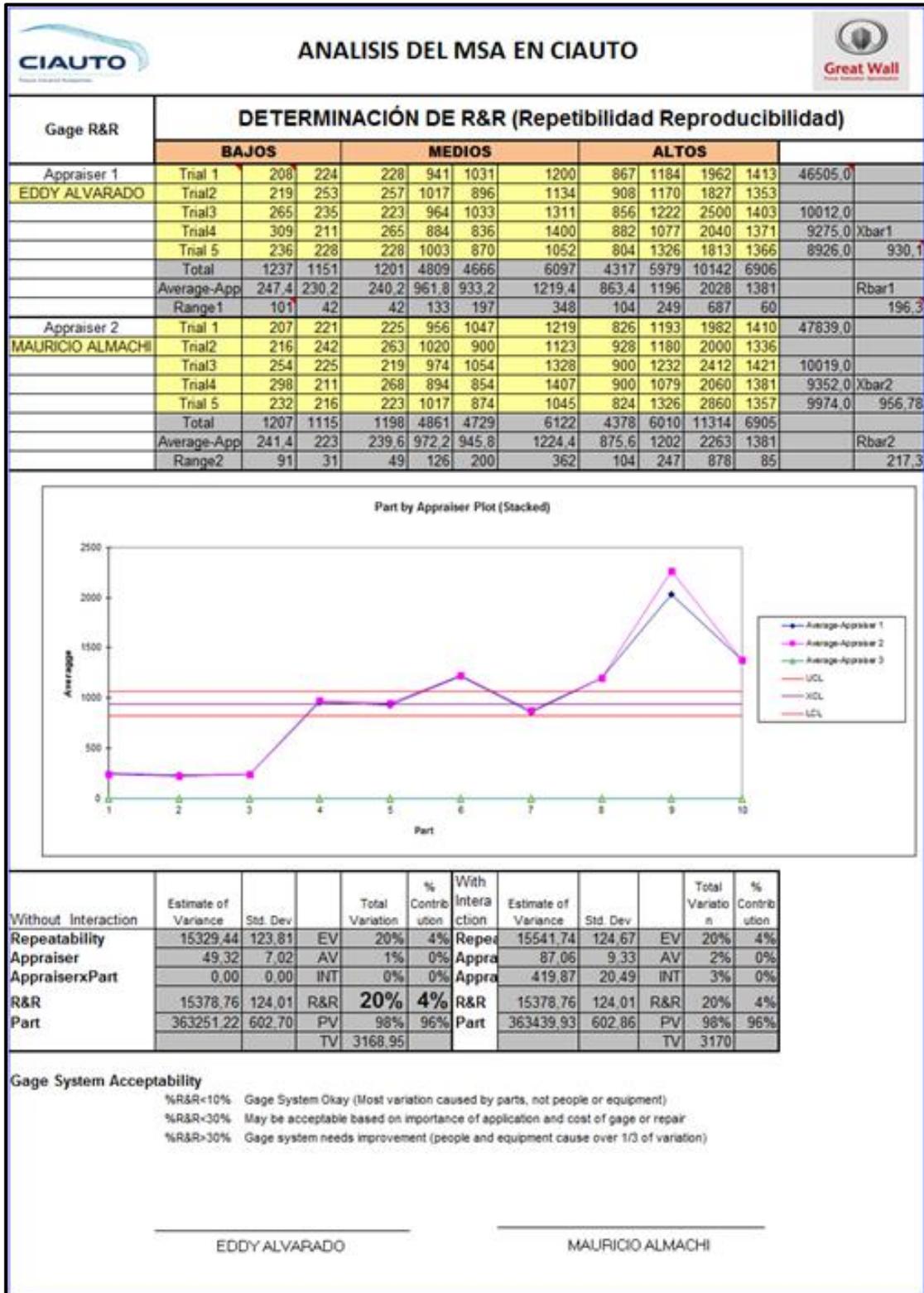
## ANEXO Q. Mesa de análisis MSA CIAUTO



ANEXO R. Formato toma de datos análisis MSA CIAUTO

Estudio R&R		NÚMERO DE COMPONENTES									
Metode de medias y rangos		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
VALOR DE SETEO DE HERRAMIENTA 											
Appraiser 1	Medida 1										
Mauricio Almachi	Medida 2										
	Medida 3										
	Medida 4										
	Medida 5										
Appraiser 2	Medida 1										
Eddy Alvarado	Medida 2										
	Medida 3										
	Medida 4										
	Medida 5										
Appraiser 3	Medida 1										
	Medida 2										
	Medida 3										
	Medida 4										
	Medida 5										
<b>Gage System Acceptability</b>											
	%R&R<10%										
	%R&R<30%										
	%R&R>30%										
		Gage System Okay (Most variation caused by parts, not people or equipment)									
		May be acceptable based on importance of application and cost of gage or repair									
		Gage system needs improvement (people and equipment cause over 1/3 of variation)									

ANEXO S. Base de cálculo MSA CIAUTO



## ANEXO T. Estatus resultados MSA.

APROBADO	% R&R < 10%
APROBADO PARCIALMENTE	% R&R < 30%
REPROBADO	% R&R >30%

### NOTAS:

- ⚠ Para el análisis R&R la persona a certificarse no debe tener interrupciones (Celulares-móvil apagado).
- ⚠ El facilitador debe ser siempre la persona que inicie y finalice con la operación de torqueado de los pernos y tuercas.
- ⚠ El área de ensamble será el custodio de la mesa para el análisis R&R.
- ⚠ Los ángulos de posición de la mesa y valores de torque serán escogidos por el facilitador.
- ⚠ Es muy importante revisar el estado de los pernos, tuercas y arandelas antes de empezar el análisis.
- ⚠ Cada operador debe venir con el torquimetro con el cual realiza la auditoría QCOS. Revisar la etiqueta de calibración.
- ⚠ Los 3 facilitadores son responsables del mantenimiento de la mesa y cuidado de las herramientas.