



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
**FACULTAD DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN,
TELECOMUNICACIONES E INDUSTRIAL**
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE
AUTOMATIZACIÓN**

Tema:

**CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD EN EL ENSAMBLE DE
CARROCERÍAS EN PICO SÁNCHEZ CÍA. LTDA.**

Trabajo de Graduación Modalidad: Proyecto de Investigación, presentado previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial en Procesos de Automatización.

SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN
Sistema de gestión de calidad total.

AUTOR: Guamán Pinto Fausto Andrés

TUTOR: Ing. Mg. Luis Morales Perrazo

AMBATO – ECUADOR

JULIO 2019

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de (tutor) del Trabajo de Investigación sobre el tema: CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD EN EL ENSAMBLE DE CARROCERÍAS EN PICO SÁNCHEZ CÍA. LTDA., del señor Fausto Andrés Guamán Pinto, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial en procesos de automatización, de la Facultad de tecnologías de la información, telecomunicaciones e industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, considero que el informe investigativo reúne los requisitos suficientes para que continúe con los trámites y consiguiente aprobación de conformidad con el numeral 7.2 de los Lineamientos Generales para la aplicación de Instructivos de las Modalidades de Titulación de las Facultades de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato julio, 2019

EL TUTOR

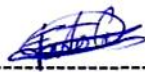


Luis Alberto Morales Perrazo

AUTORÍA

El presente Proyecto de Investigación titulado: CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD EN EL ENSAMBLE DE CARROCERÍAS EN PICO SÁNCHEZ CÍA. LTDA., es absolutamente original, auténtico y personal, en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato julio, 2019



Fausto Andrés Guamán Pinto

CC: 1804629275

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga uso de este Trabajo de Titulación como un documento disponible para la lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los derechos de mi Trabajo de Titulación, con fines de difusión pública, además autorizo su reproducción dentro de las regulaciones de la Universidad.

Ambato julio, 2019



Fausto Andrés Guamán Pinto

CC: 1804629275

APROBACIÓN DE COMISIÓN CALIFICADORA

La Comisión Calificadora del presente trabajo conformada por los señores docentes Alexis Sánchez Miño e Israel Naranjo Chiriboga, revisó y aprobó el Informe Final del Proyecto de Investigación titulado Control estadístico de calidad en el ensamble de carrocerías en Pico Sánchez Cía. Ltda., presentado por el señor Fausto Andrés Guamán Pinto de acuerdo al numeral 9.1 de los Lineamientos Generales para la aplicación de Instructivos de las Modalidades de Titulación de las Facultades de la Universidad Técnica de Ambato.



Ing. Mg. Elsa Pilar Urrutia Urrutia

PRESIDENTA DEL TRIBUNAL



Ing. Alexis Sánchez Miño

DOCENTE CALIFICADOR



Ing. Israel Naranjo Chiriboga

DOCENTE CALIFICADOR

DEDICATORIA

A mi madre por su amor y compañía, por ser la luz que me ilumina cada día, por ser apoyo cuando el mundo se derriba, por ser la mejor madre que cualquier hombre querría.

A mi padre por ser siempre un ejemplo, de sacrificio, de carácter y de esfuerzo, por enseñarme a querer siempre en silencio, que las acciones dicen más que palabras al viento.

Al ñaño Gus por ser la luz que hoy me guía, por la persona que fue cuando aún vivía, es el ser que más admiro en la vida, cada paso que doy es homenaje a tu partida.

A mi hermana por ser siempre un complemento, la inspiración para seguir en mi trayecto, por su sonrisa, decisión, por su afecto, mi cómplice, mi vida, mi motor y movimiento.

A mis primos casi hermanos Alex y David, la familia que el destino quiso obsequiarme a mí, que no hay caídas que nos puedan destruir, que todo éxito es mejor si también están ahí.

Al ñaño Fer por ser el perfecto equilibrio, de rebeldía, libertad y raciocinio, la seriedad de Gus por siempre la combino, con la alegría y ligereza que traes a mi camino.

A mi familia, amigos, compañeros de tiempo, por las risas, las copas, los errores y aciertos, por los que están, los que se fueron, quiero que este logro hoy sea por todos ellos.

Andrés Guamán.

AGRADECIMIENTO

A la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO, por ser un segundo hogar y permitirme alimentar mi mente y espíritu.

A todo el personal de la Facultad de ingeniería en sistemas, electrónica e industrial, por permitirme inferir su conocimiento, por permitirme aprender un poco de cada uno, como personas y profesionales.

Al Ing. Luis Morales por la guía brindada para culminar este peldaño, mi respeto es enorme tanto al docente, al tutor y a la persona.

Al Ing. Carlos Castillo por ser un guía para el desarrollo del proyecto, por la confianza brindada a las labores que realizo y por los conocimientos compartidos a mi persona.

A Pico Sánchez Cía. Ltda. por abrirme las puertas a un nuevo campo, por la calidad humana de su personal, que sus éxitos se multipliquen.

Andrés Guamán.

ÍNDICE GENERAL

PORTADA	i
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA	iii
DERECHOS DE AUTOR.....	iv
APROBACIÓN DE COMISIÓN CALIFICADORA.....	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
RESUMEN	xvi
ABSTRACT.....	xvii
INTRODUCCIÓN	xviii
CAPÍTULO I	1
EL PROBLEMA.....	1
1.1. Tema	1
1.2. Planteamiento del problema	1
1.3. Delimitación.....	3
1.3.1. Delimitación de contenidos	3
1.3.2. Delimitación espacial	3
1.3.3. Delimitación temporal.	3
1.4. Justificación	4
1.5. Objetivos	5
1.5.1. Objetivo General	5
1.5.2. Objetivos Específicos	5
CAPÍTULO II.....	6
MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. Antecedentes investigativos	6
2.2. Fundamentación teórica	8
2.2.1. Gestión por procesos	8
2.2.2. Gestión de calidad	9
2.2.3. Métricas sigma	18
2.2.4. Propuesta de solución.....	21
CAPÍTULO III.....	22
METODOLOGÍA	22
3.1. Modalidad de investigación.....	22

3.1.1. Modalidades	22
3.2. Población y muestra	23
3.3. Recolección de información	23
3.4. Procesamiento y análisis de datos	26
3.5. Desarrollo del proyecto	26
CAPÍTULO IV	33
DESARROLLO DE LA PROPUESTA	33
4.1. Análisis de situación actual de la empresa.....	33
4.1.1. Antecedentes Generales.....	33
4.1.2. Mapa de procesos	36
4.1.3. Sistema de producción.....	37
4.1.4. Proceso de producción.....	37
4.2. Análisis de fallas existentes en el proceso de fabricación de carrocería	50
4.2.1. Definición de fallas identificadas en el proceso de ensamble	50
4.2.2. Criterios de ponderación para análisis de fallas	57
4.2.3. Matriz de ponderación de defectos por áreas	59
4.3. Recolección de datos	66
4.3.1. Hojas de verificación para defectos cualitativos por áreas.....	66
4.3.2. Hojas de verificación para variables cuantitativas	71
4.4. Procesamiento de datos recolectados.....	71
4.4.1. Diagramas de Pareto.....	71
Discusión de resultados – Diagramas de pareto	77
4.4.2. Cartas de control para defectos potenciales	79
4.4.3. Cálculo de métricas sigma.....	97
4.4.4. Análisis de causas raíz.....	100
4.5. Acciones de mejora	107
4.5.1. Plan de mejora de la calidad en Pico Sánchez Cía. Ltda.....	107
4.6. Registros de control de calidad.....	129
4.6.1. Instrucciones para el llenado de registros de control de calidad	130
CAPÍTULO V.....	132
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	132
5.1. Conclusiones	132
5.2. Recomendaciones.....	133
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	135
ANEXOS	139

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Fórmulas para calcular límites naturales en cartas de control de variables	15
Tabla 2 Fórmulas para cálculo de límites naturales en cartas de control por atributos	16
Tabla 3 Patrones que determinan inestabilidad en un proceso	17
Tabla 4 Tabla de determinación de capacidad de proceso	19
Tabla 5 Delimitación de zonas para supervisiones de calidad.....	28
Tabla 6 Grados de ponderación de fallos	28
Tabla 7 Formato de matriz de ponderación de defectos	28
Tabla 8 Matriz de información general de la empresa.....	33
Tabla 9 Matriz de definición de fallos en la fabricación de carrocerías - Por áreas.....	50
Tabla 10 Dimensiones de cordones de soldadura.....	56
Tabla 11 Zonificación Estructuras	57
Tabla 12 Zonificación Forrado.....	58
Tabla 13 Zonificación Pintura.....	58
Tabla 14 Zonificación Acabados.....	58
Tabla 15 Matriz de ponderación de defectos - Estructuras	60
Tabla 16 Matriz de ponderación de defectos - Forrado	61
Tabla 17 Matriz de ponderación de defectos - Pintura – Página 1.....	62
Tabla 18 Matriz de ponderación de defectos - Acabados - Página 1	64
Tabla 19 Cuadro de datos recolectados - Defectos Grado 1	66
Tabla 20 Cuadro de datos recolectados - Defectos Grado 2	68
Tabla 21 Cuadro de resultados - Defectos grado 3.....	69
Tabla 22 Tabla resumen de pocos vitales identificados.....	77
Tabla 23 Cálculo e interpretación de índices de capacidad – Página 1.....	98
Tabla 24 Cálculo de DPMO de cada área.....	100
Tabla 25 Definición de clientes internos y externos del proceso de ensamble de carrocerías en PICO SÁNCHEZ CÍA. LTDA.	109
Tabla 26 Acciones de mejora recomendadas para estructuras.....	110
Tabla 27 Acciones de mejora recomendadas para el área de forrado	111
Tabla 28 Acciones de mejora recomendadas para el área de pintura.....	112
Tabla 29 Acciones de mejora recomendadas para el área de acabados	114
Tabla 30 Acciones de mejora para variables nominales	116
Tabla 31 Planificación de acciones de mejora para estructuras	117
Tabla 32 Planificación de acciones de mejora para forrado	120

Tabla 33 Planificación de acciones de mejora para pintura	121
Tabla 34 Planificación de acciones de mejora para acabados.....	124
Tabla 35 Planificación de mejora para el proceso de soldado de estructuras.....	126
Tabla 36 Planificación de mejora para proceso de aplicación de capa de pintura	128

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Simbología para elaborar diagramas de flujo	8
Fig. 2 Simbología utilizada en el cursograma analítico	9
Fig. 3. Línea de tiempo de evolución de la calidad	11
Fig. 4. Esquema de Diagrama Causa - Efecto basado en las 6M	12
Fig. 5. Ejemplo - hoja de verificación	12
Fig. 6. Tipos de histogramas	13
Fig. 7. Diagrama de Pareto	14
Fig. 8. Formas de correlación entre dos variables	14
Fig. 9 Partes de medidor de espesor de revestimiento	25
Fig. 10. Formato de hoja de verificación para variables cualitativas	29
Fig. 11. Formato de hoja de verificación para soldadura.....	29
Fig. 12. Formato de hoja de verificación de espesor de pintura.....	30
Fig. 13. Mapa de procesos de PICOSA	36
Fig. 14. Diag. de flujo de ensamble de carrocerías en Pico Sánchez Cía. Ltda. – Página 1 ..	38
Fig. 15. Diag. de flujo de ensamble de carrocerías en Pico Sánchez Cía. Ltda. – Página 2 ..	39
Fig. 16. Diag. de flujo de ensamble de carrocerías en Pico Sánchez Cía. Ltda. – Página 3 ..	40
Fig. 17. Diag. de flujo de ensamble de carrocerías en Pico Sánchez Cía. Ltda. – Página 4 ..	41
Fig. 18. Cursograma analítico - Interprovincial - Página 1	42
Fig. 19. Cursograma analítico - Interprovincial - Página 2.....	43
Fig. 20. Cursograma analítico - Urbano - Página 1	44
Fig. 21. Cursograma analítico - Urbano - Página 2	45
Fig. 22. Cursograma analítico - Turismo - Página 1	46
Fig. 23. Cursograma analítico - Turismo - Página 2.....	47
Fig. 24. Cursograma analítico - Escolar - Página 1	48
Fig. 25. Cursograma analítico - Escolar - Página 2	49
Fig. 26. Diagrama de Pareto - Estructuras Grado 1	72
Fig. 27. Diagrama de Pareto - Forrado grado 1	72
Fig. 28. Diagrama de Pareto - Pintura grado 1	73
Fig. 29. Diagrama de Pareto - Acabados grado 1	74
Fig. 30. Diagrama de Pareto - Estructuras grado 2.....	75
Fig. 31. Diagrama de Pareto - Acabados grado 2	76
Fig. 32. Carta "C" - Cordones de soldadura desalineados	80
Fig. 33. Carta "C" - Desalineación de partes	80
Fig. 34. Carta "C" - Porosidades en soldadura	81
Fig. 35. Carta "C" - Cordones y puntos de soldadura sin pulir	81

Fig. 36. Carta "C" - Ondulaciones en planchas	82
Fig. 37. Carta "C" - Chorreados	82
Fig. 38. Carta "C" - Impurezas/Inclusión de partículas	83
Fig. 39. Carta "C" - Piel de naranja	83
Fig. 40. Carta "C" - Humeado/Pulverizado	84
Fig. 41. Carta "C" - Cuarteado de pintura	84
Fig. 42. Carta "C" - Bajo poder cubriente	85
Fig. 43. Carta "C" - Burbujas en sellado	85
Fig. 44. Carta "C" - Despostillado.....	86
Fig. 45. Carta "C" - Desalineación de elementos y fibras.....	86
Fig. 46. Carta "C" - Rayones.....	87
Fig. 47. Carta "X" - Longitud de cordón - unión techo lateral.....	89
Fig. 48. Carta "S" - Longitud de cordón - unión techo lateral	89
Fig. 49. Carta "X" - Longitud de cordón - unión posterior techo lateral.....	90
Fig. 50. Carta "S" - Longitud de cordón - unión posterior techo lateral	90
Fig. 51. Carta "X" - Longitud de cordón - unión frente techo lateral.....	91
Fig. 52. Carta "S" - Longitud de cordón - unión frente techo lateral	91
Fig. 53. Carta "X" - Amplitud de cordón - unión techo lateral	92
Fig. 54. Carta "S" - Amplitud de cordón - unión techo lateral.....	92
Fig. 55. Carta "X" - Amplitud de cordón - unión posterior techo lateral	93
Fig. 56. Carta "S" - Amplitud de cordón - unión posterior techo lateral.....	93
Fig. 57. Carta "X" - Amplitud de cordón - unión frente techo lateral.....	94
Fig. 58. Carta "S" - Amplitud de cordón - unión frente techo lateral.....	94
Fig. 59. Carta "X" - Espesor de capa de pintura	95
Fig. 60. Carta "S" - Espesor de capa de pintura.....	95
Fig. 61. Diagrama causa - efecto para porosidades en soldadura	101
Fig. 62. Diagrama causa - efecto para cordones desalineados	101
Fig. 63. Diagrama causa - efecto para partes desalineadas	101
Fig. 64. Diagrama causa- efecto para ondulaciones en planchas	102
Fig. 65. Diagrama causa - efecto para cordones y puntos de soldadura sin pulir.....	102
Fig. 66. Diagrama causa - efecto para chorreados de pintura	102
Fig. 67. Diagrama causa - efecto para impurezas/ inclusión de partículas.....	103
Fig. 68. Diagrama causa - efecto para piel de naranja	103
Fig. 69. Diagrama causa - efecto para bajo poder cubriente.....	103
Fig. 70. Diagrama causa - efecto para cuarteados de pintura.....	104
Fig. 71. Diagrama causa - efecto para humeado/pulverizado	104

Fig. 72. Diagrama causa - efecto para burbujas en sellado	104
Fig. 73. Diagrama causa - efecto para rayones	105
Fig. 74. Diagrama causa - efecto para despostillados	105
Fig. 75. Diagrama causa - efecto para desalineación de elementos	105
Fig. 76. Diagrama causa - efecto para ausencia de sellante	106
Fig. 77. Diagrama causa - efecto para despegado de partes.....	106
Fig. 78. Diagrama causa efecto para analizar inestabilidad en el soldado de estructuras....	106
Fig. 79. Diagrama causa efecto para analizar inestabilidad en el proceso de aplicación de capa de pintura	107
Fig. 80. Ejemplo de página 1 de registro de calidad	129
Fig. 81. Ejemplo de página 2 de registro de calidad	130
Fig. 82. Ejemplo de página 3 de registro de control de calidad	130
Fig. 83. Campos a llenar previo a la inspección de calidad	130
Fig. 84. Ejemplo de llenado de registro de control de calidad	131
Fig. 85. Campos a llenar en registro de control de calidad	131

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Certificado de calibración de regla patrón para verificación de flexómetros	139
Anexo 2.	Certificado de calibración de medidor de espesor de revestimiento.	140
Anexo 3.	Hoja de verificación –Inspección de calidad en el área de estructuras.....	141
Anexo 4.	Hoja de verificación –Inspección de calidad en el área de forrado	142
Anexo 5.	Hoja de verificación –Inspección de calidad en el área de forrado	143
Anexo 6.	Hoja de verificación –Inspección de calidad realizada en el área de acabados	145
Anexo 7.	Hojas de verificación para dimensiones de cordones de soldadura.....	147
Anexo 8.	Hoja de verificación para espesor de capa de pintura	151
Anexo 9.	Tablas de cálculos usadas para elaborar cartas de control para atributos	152
Anexo 10.	Cálculos realizados para elaborar cartas de control para variables	155
Anexo 11.	Factores para la construcción de cartas de control.	160
Anexo 12.	Tabla de conversión Six sigma	161
Anexo 13.	Registros de control de calidad actuales.	162
Anexo 14.	Registros de control de calidad - Anteriores	177
Anexo 15.	Plano de carrocería - Especificaciones de soldadura.....	178

RESUMEN

El aseguramiento de la calidad de un producto es un aspecto que toda organización debe priorizar para mantenerse competitiva en el mercado. Por ello, el presente proyecto de investigación se centra en la elaboración de un plan de control estadístico de calidad al ensamble de carrocerías en la empresa metalmecánica Pico Sánchez.

La metodología se basa en la aplicación de técnicas estadísticas para evaluación de calidad en los procesos productivos, aplicadas a una muestra de diez carrocerías definidas mediante un muestreo sistemático, además se utiliza el cálculo de índices de capacidad y DPMO como herramientas de evaluación del proceso.

Según los resultados se establece como fallos potenciales a porosidades, cordones de soldadura desalineados, desalineación de elementos en el caso de estructuras con un rendimiento de 65.60%; en forrado se registran ondulaciones y cordones de soldadura sin pulir, con un rendimiento de 54%; en pintura se evidencian chorreados, humeados, inclusión de partículas, cuarteados de pintura, bajo poder cubriente, piel de naranja, y un rendimiento de 61.80% y en acabados burbujas en sellado, desalineación de partes en acabados, rayones despostillados, ausencia de sellante, despegado de partes, con un rendimiento de 75.80%; esto genera un rendimiento global de 64.30%.

Por otra parte se analizan variables cuantitativas como son la dimensión de soldadura y el espesor de capa de pintura para las cuales se realizan cálculos de índices de capacidad, en el caso de dimensionamiento de cordones de soldadura la evaluación registra que la longitud de cordones de soldadura se realiza en forma parcialmente adecuada ya que sus índices de capacidad superan un C_p de 1, por otra parte la amplitud de soldadura y el espesor de capas de pintura son procesos que de acuerdo a la metodología se los considera como no adecuados y que requieren controles estrictos pues sus índices de capacidad oscilan entre 0.67 y 0.99.

Con los resultados obtenidos se concluye que los procesos son ineficientes y generan numerosos problemas de calidad en las unidades fabricadas, esto implica pérdida de tiempo, recursos y mano de obra disponible por lo cual es necesario el establecimiento de propuestas de mejora.

ABSTRACT

Quality's product is an aspect that every organization must prioritize to remain competitive in the market. Therefore, this research project focuses on the development of a statistical quality control's plan to the assembly of metal bodies in the metalworking company Pico Sánchez.

The methodology is based on the application of statistical techniques for quality evaluation in production processes, applied to a sample of ten metal bodies defined by systematic sampling. In addition, the calculation of capacity indexes and DPMOs are used as a process evaluation tool

According to the results it is established as potential failures to porosities, misaligned welding cords, misalignment of elements in the case of structures with a yield of 65.60%; in lining, ripples and unpolished weld seams are recorded, with a yield of 54%; in paint, there is evidence of dripping, powdered, particle inclusions, paint cracks, low covering power, orange peel, and a yield of 61.80% and in finished sealing bubbles, misalignment of parts in finishes, scratched edges, absence of sealant, detachment of parts, with a yield of 75.80%; this generates an overall yield of 64.30%.

On the other hand, quantitative variables are analyzed, such as the welding dimension and the thickness of the paint layer for which capacity index calculations are carried out. In the case of welding cords dimensioning, the evaluation records that the length of weld beads it is performed in a partially adequate manner since its capacity indexes exceed a C_p of 1, on the other hand the amplitude of welding and the thickness of layers of paint are processes that according to the methodology are considered as not adequate and that require strict controls because their capacity indexes range between 0.67 and 0.99.

With the obtained results, it is concluded that the processes are not efficient and generate numerous quality problems in the manufactured units, it implies loss of time, resources and available labor, for which it is necessary to establish improvement proposals.

INTRODUCCIÓN

Históricamente las técnicas de producción en las empresas han sido objeto de constante innovación [1], lo cual ha generado un crecimiento abismal en la competencia industrial obligando a los empleadores a ofertar al mercado productos que cumplan cada vez con estándares de calidad más altos y estrictos [2].

La calidad es un término que se ha visto en permanente evolución ya que los criterios que la determinan actualmente no son los mismos que hace un par de décadas [3], no obstante el hombre ha visto influencia de dicho término en la mayoría de actividades comerciales que ha realizado [4], ya que siempre existió la necesidad de que un producto se destaque del resto con el fin de obtener mayor éxito, prestigio y por consecuencia mayores ingresos económicos [5].

Una herramienta de gran importancia para disminuir la variabilidad en los procesos productivos de una empresa o en la prestación de un servicio y aumentar la calidad del producto final que ofrece al mercado es el control estadístico [2], los beneficios de aplicar esta metodología en una organización ha generado mayor interés en los empleadores y supervisores de calidad en todas las instituciones de cualquier razón social, siendo una herramienta de uso común a nivel industrial [6].

El control de calidad mediante técnicas estadísticas aporta procedimientos sencillos y económicos que permiten obtener una apreciación técnica y fiable del grado de calidad que tiene el producto que oferta una organización [6], esta metodología conlleva a conocer cuándo, cómo y dónde actuar para reducir el número de fallos en un proceso productivo [7]. Además el control estadístico incluye también la aplicación de métricas sigma estas determinan un diagnóstico conciso sobre la situación de la empresa en materia de calidad, facilitando la definición de acciones de mejora en caso de ser necesarias [2]. La convergencia correcta de todas las técnicas aplicadas permiten que el proceso de control de calidad se lleve a cabo de una forma adecuada, que los fallos puedan ser identificados correctamente y que con el tiempo la cantidad de estos disminuya [8].

Existen numerosos estudios que evidencian los beneficios que ha significado la aplicación de control estadístico de calidad en una institución específica [9] donde los resultados obtenidos muestran un incremento notable del nivel de calidad mediante

evaluaciones enfocadas en la conformidad de los clientes tanto internos como externos, debido a esto dichas organizaciones han incorporado la metodología a sus procedimientos, certificando la enorme utilidad de las herramientas estadísticas en los procesos productivos [10].

Fundamentado en estos antecedentes, el presente trabajo de investigación tiene como finalidad la aplicación del control estadístico de calidad en una empresa manufacturera como metodología de evaluación a su proceso productivo, para posteriormente determinar los aspectos que influyen en la calidad del producto y definir estrategias de mejora que permitan disminuir la cantidad de defectos encontrados, para finalmente realizar la actualización de registros de calidad que se utilizarán en futuras inspecciones dentro de la organización.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. Tema

Control estadístico de calidad en el ensamble de carrocerías en PICO SÁNCHEZ CÍA. LTDA.

1.2. Planteamiento del problema

La industria carrocera en el Ecuador es uno de los segmentos industriales que genera mayor empleo en el país, sin embargo el desarrollo económico de este campo productivo se ha visto afectado debido a la presencia de carrocerías extranjeras de Brasil y China principalmente [11]. Empresas como Marcopolo, Mascarello, Neobus, Comil, Yutong, ZhongTong ofrecen al mercado nacional carrocerías de calidad mayor y a precios que no difieren significativamente de los nacionales [12]. El conflicto principal radica en el deficiente control de calidad en las empresas ecuatorianas presentando problemas repetitivos en el producto final que ofrecen a sus clientes, siendo los más comunes el deterioro prematuro del forro de la carrocería, asientos en mal estado, luces dañadas, superficies despostilladas entre otros; esto de acuerdo a información otorgada por la agencia nacional de tránsito [13]. Por otra parte en cada una de las empresas del país se presentan varios defectos identificados en las revisiones técnicas realizadas por el CADME (Único organismo que realiza la verificación y certificación de conformidad, direccionada a asegurar el cumplimiento de las normas y reglamentos técnicos ecuatorianos vigentes), principalmente en la etapa de estructuración, que es la etapa más crítica y donde los defectos deben corregirse obligatoriamente o la unidad no podrá terminarse de ensamblar y mucho menos circular en ningún lugar del país; entre los principales defectos en esta etapa están: La rigidez excesiva de la carrocería, incumplir con dimensiones de espacio de

supervivencia, incumplir con el espacio necesario por pasajero, soldadura defectuosa, etc. [14] [15].

La zona 3 del país que comprende las provincias de Chimborazo, Cotopaxi, Tungurahua y Pastaza, es la zona donde se concentra más del 65% de la producción nacional de latonería [16]. Sin embargo muchas de las empresas ven afectada su economía debido a distintos factores como la calidad del producto, el prestigio de la empresa, y la falta de innovación en diseños, siendo el primer factor el que implícitamente desencadena a los demás por lo que se debe prestar mucha atención a este aspecto [12]. La importancia de un control de calidad adecuado que garantice el cumplimiento de la normativa legal permite que una empresa siga siendo competitiva en el mercado, por ejemplo varias empresas en la provincia de Chimborazo, tuvieron un paro temporal de producción debido a no poder cumplir con la normativa planteada por los entes reguladores [17]. En contraste a estos casos hubieron empresas de la misma jurisdicción que han asignado grandes esfuerzos al área de control de calidad lo que les han permitido posicionarse como empresas sólidas y de gran prestigio en el país, dejando entrever de esta manera la enorme importancia del control de calidad adecuado para disminuir la cantidad de defectos en las carrocerías y cumplir con la normativa legal vigente [18].

Tungurahua es una provincia carrocera por excelencia, esta alberga 32 de las 60 industrias carroceras del país [16]. Además en esta jurisdicción se localizan las instituciones de mayor renombre a nivel nacional [11]; no obstante en materia de control de calidad se evidencia un desarrollo incipiente en las empresas tungurahueses, siendo muy pocas las que prestan atención a metodologías estadísticas para controlar sus procesos y hacerlos más estables, por ende se evidencian varios defectos comunes tales como: filtraciones de agua en las pruebas de estanqueidad, defectos de soldadura, fallas en el sistema eléctrico y neumático, problemas con los cauchos de empaque de las puertas, piezas de la carrocería mal soldadas, han provocado un cierto grado de insatisfacción en los clientes, que los ha impulsado a adquirir carrocerías importadas como se mencionó en el análisis macro [19].

Pico Sánchez Cía. Ltda. fundada el 27 de marzo de 1967, es una empresa ecuatoriana ubicada en la Provincia de Tungurahua, al sur de la ciudad de Ambato, dedicada al diseño y ensamble de carrocerías para transporte de pasajeros, dicho establecimiento

ofrece al cliente el servicio de construcción de carrocerías de Bus urbano, Bus Interprovincial, Bus Intra provincial, Bus escolar, Bus turismo, entre otros.

La empresa ha logrado alto prestigio a nivel nacional debido a la atinada gestión empresarial en materia de innovación y sistemas de gestión de calidad alcanzando la certificación ISO 9001, pese a esto la alta dirección ha prestado muy poco interés en materia de control estadístico de calidad; la escasa atención a este aspecto ha provocado la existencia de anomalías en carrocerías entregadas que con el tiempo crea cierto grado de insatisfacción en los clientes, los cuales se ven obligados a volver a la empresa en búsqueda de soluciones a dichas anomalías, implicando pérdida de tiempo y dinero tanto al cliente como a la empresa.

Al referirse a técnicas estadísticas de control de calidad se aprecia que Pico Sánchez Cía. Ltda. no cuenta con la aplicación de dichas metodologías, el inconveniente principal de la ausencia de métodos estadísticos es que el control de calidad establecido tiene un enfoque totalmente subjetivo y no se mantiene un registro y seguimiento apropiado de los inconvenientes encontrados ni cómo se los dio solución, por lo que se ha evidenciado la presencia de la misma falla en distintas unidades.

1.3. Delimitación

1.3.1. Delimitación de contenidos

Área académica: Industrial y manufactura

Línea de investigación: Industrial

Sublínea de investigación: Sistemas de gestión de calidad

1.3.2. Delimitación espacial

El proyecto de investigación se realiza en planta de producción de carrocerías PICO SÁNCHEZ CÍA. LTDA. ubicada en la provincia de Tungurahua, cantón Ambato, en la avenida José Peralta y Manuelita Sáenz.

1.3.3. Delimitación temporal.

El proyecto de investigación se realiza en un lapso de 9 meses comprendidos entre Septiembre 2018 a Mayo 2019.

1.4. Justificación

El interés por la realización del proyecto de investigación se enfoca en la aplicación de herramientas estadísticas de control de fallas en los procesos de ensamble de carrocerías, ya que un aspecto fundamental de un producto para satisfacer las necesidades del cliente es la calidad, algo que la alta dirección nunca debe pasar por alto y que determina el éxito o fracaso de una marca. Además teniendo en cuenta que Tungurahua es una provincia carrocera y sumamente competitiva, se hace necesario que todo lo producido en la provincia cuente con estrictas normas internas de control de calidad.

Por otra parte, la importancia de la realización del proyecto radica en la necesidad de Pico Sánchez Cía. Ltda. de mejorar el procedimiento de control de calidad que ha venido realizando regularmente en cada una de sus áreas, permitiéndole al supervisor de cada área identificar de una forma técnica y eficaz las falencias presentes en la carrocería al salir de un proceso determinado. Para ello se aplican metodologías de control estadístico, y herramientas básicas de control de calidad, para posteriormente establecer prioridades y facilitar la toma de decisiones con respecto a propuestas de mejora.

La utilidad de la investigación a la empresa radica en el hecho de obtener un procedimiento de control de calidad tecnificado que permitirá la identificación apropiada de fallas potenciales y mejorará los criterios para toma de decisiones o aplicación de estrategias que tengan como finalidad disminuir la cantidad de defectos en las carrocerías. Por otra parte la investigación sirve como apoyo bibliográfico a futuros proyectos de investigación aplicados al control estadístico o al sector carrocerero.

El beneficiario directo por la realización del proyecto es la empresa y todos sus integrantes puesto que al mantener un control de calidad tecnificado y organizado se podrá disminuir y corregir la cantidad de fallos en las carrocerías, lo que implica una mejora notable en la calidad del producto final y un mejor posicionamiento de la empresa con respecto a la competencia, esto a su vez permite que el empleador genere fuentes de empleo económicamente estables, y que los empleados adquieran mayor adiestramiento para realizar correctamente su trabajo.

La realización del proyecto de investigación es totalmente factible, debido a que se cuenta con el apoyo total de la alta dirección, lo que implica el permiso de acceso a las instalaciones y a la documentación que sirve como material de apoyo para la cristalización del proyecto, además de que el investigador cuenta con las herramientas necesarias para poner en práctica todo el conocimiento adquirido durante su período de formación académica, lo que genera la obtención de resultados óptimos y útiles tanto para la empresa como para el ejecutor el proyecto.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

- Desarrollar el Control estadístico de calidad en el ensamble de carrocerías en PICO SÁNCHEZ CÍA. LTDA.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Analizar la situación actual de las áreas de producción de Pico Sánchez Cía. Ltda., mediante la observación y la recolección de datos en planta.
- Determinar las principales falencias encontradas en cada área de producción al igual que los factores que provocan la presencia de las mismas.
- Realizar el control estadístico en cada área con el fin de determinar oportunidades de mejora.
- Proponer estrategias de mejora en la calidad de ensamble de carrocerías basándose en los resultados obtenidos del control estadístico.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes investigativos

Mediante la búsqueda en repositorios virtuales de universidades nacionales y extranjeras además de otras fuentes investigativas relacionadas al tema se obtiene los siguientes antecedentes investigativos:

Un proyecto de investigación desarrollado en las instalaciones de carrocerías “Patricio Cepeda” de la ciudad de Ambato consistió en la realización de un control estadístico de calidad en los procesos productivos de la misma, con el fin de disminuir el número de defectos encontrados en las carrocerías ensambladas; la elaboración del control estadístico utilizando la metodología Six Sigma, demostró que los niveles de calidad en los diferentes procesos no son adecuados y que no cubren totalmente las expectativas del cliente, encontrando un total de 30 modos de fallo en todos los procesos y obteniendo un nivel de sigma de 0.57σ , por lo que fue necesario proponer un plan de mejora donde constan todas las acciones a realizar para incrementar el nivel de calidad del producto, al igual que las supervisiones y capacitaciones programadas para el seguimiento del programa de mejora y la evaluación de los objetivos trazados [19].

Otro estudio desarrollado en carrocerías “Cepeda” de la ciudad de Ambato pero únicamente en el área de Terminados, se centró en la generación de un plan de mejoramiento de calidad a través del control estadístico y la reducción de fallas mediante la herramienta AMEF (Análisis Modal de Efectos y Fallas), análisis que generó como resultado un rendimiento medio del proceso, que al ser evaluado el DPMO otorgó una eficiencia global del 51.67%, además se detectó que el proceso estadísticamente era estable pero productivamente deficiente, por lo que se

propusieron estrategias de mejora de carácter correctivo para mejorar los controles de detección de fallos, originando así un nuevo registro, hojas de control y diagramas estadísticos del proceso [9].

La tesis “Mejoramiento del nivel de calidad de los procesos en la sección de estructuras a través de la metodología seis sigma en la fábrica de carrocerías corporación “MEGABUSS” de la ciudad de Riobamba, se centró en proponer estrategias de mejora continua en el proceso de estructuras basándose en los resultados obtenidos de la aplicación de herramientas estadísticas para evaluar la estabilidad del proceso, el mismo que al ser evaluado antes de aplicar acciones de mejora de acuerdo a la metodología Seis Sigma, otorgó un nivel de calidad de 1.47 mientras que al aplicar las medidas correctivas se logró incrementar el nivel de calidad a 1.68 lo que significó beneficios económicos y productivos para la empresa [20].

En la empresa PROAUTO de la ciudad de Quito se desarrolló una investigación que aplica el ciclo DMAIC para conseguir mejoras en el proceso de post venta del taller metal mecánico, aplicando en la fase de medición distintas herramientas estadísticas para obtener la estabilidad del proceso, donde se concluyó que las etapas que generaban mayor inconveniente eran: recepción del vehículo y diagnóstico, provocando la creación de un plan de mejora enfocado en atacar a la causa raíz pretendiendo eliminarla progresivamente; un aspecto interesante del proyecto es que el investigador realizó pruebas piloto después de haber aplicado la metodología DMAIC en el establecimiento, comparando la situación actual con la anterior y demostrando la efectividad de la investigación realizada [21].

En Quetzaltenango – Guatemala, se elaboró un proyecto de investigación que analizó al control de calidad como una herramienta administrativa para el mejoramiento de los procesos de elaboración de carrocerías de madera en 8 empresas de la ciudad, cuyo fin fue establecer la incidencia del control de calidad para generar beneficios productivos a los establecimientos, en donde se logró demostrar el escaso interés y conocimiento de los empleadores en materia de control de calidad y su aplicación empírica en la mayoría de casos, aspecto que generaba reclamos de los clientes por anomalías en el producto constantemente, finalmente el estudio concluyó demostrando la extrema importancia del control de calidad tecnificado en los procesos, sugiriendo que el personal que supervise y realice el procedimiento sea personal capacitado y apto para

la actividad, lo que posteriormente generó un incremento notable en la calidad del producto y una gran disminución de fallas y anomalías [22].

La investigación realizada en la empresa Kemmerich Ibérica S.L.U. dedicada a la elaboración de piezas para estructuras del sector de la automoción, ubicada en el polígono industrial Juan Carlos I en Valencia - España. Se centra en el análisis y mejora de calidad en los procesos de soldadura mediante técnicas estadísticas, cuyo objetivo es incrementar la eficiencia de dichos procesos; de la investigación se concluyó que el proceso en todas sus etapas era estable pero que se podía asignar esfuerzos para mejorarlos aún más, definiendo un plan de mejoras correctivas y un estudio financiero para definir las estrategias a aplicar para mejorar el proceso y a su vez el presupuesto proyectado a gastarse en la aplicación de dichas mejoras [23].

2.2. Fundamentación teórica

2.2.1. Gestión por procesos

Proceso

Conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados [24].

Flujograma de procesos

Un diagrama de flujo es una representación gráfica que desglosa un proceso en cualquier tipo de actividad a desarrollarse tanto en empresas industriales o de servicios y en sus departamentos, secciones u áreas de su estructura organizativa [25]. La nomenclatura utilizada para la elaboración de un flujo grama de procesos es:

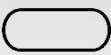





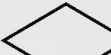

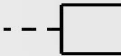

SIMBOLO	REPRESENTA	SIMBOLO	REPRESENTA
	Terminal. Indica el inicio o la terminación del flujo, puede ser acción o lugar; además se usa para indicar una unidad administrativa o persona que recibe o proporciona información.		Documento. Representa cualquier tipo de documento que entra, se utilice, se genere o salga del procedimiento.
	Disparador. Indica el inicio de un procedimiento, contiene el nombre de éste o el nombre de la unidad administrativa donde se da inicio.		Archivo. Representa un archivo común y corriente de oficina.
	Operación. Representa la realización de una operación o actividad relativas a un procedimiento.		Conector. Representa una conexión o enlace de una parte del diagrama de flujo con otra parte lejana del mismo.
	Decisión o alternativa. Indica un punto dentro del flujo en que son posibles varios caminos alternativos.		Conector de página. Representa una conexión o enlace con otra hoja diferente, en la que continúa el diagrama de flujo.
	Nota aclaratoria. No forma parte del diagrama de flujo, es un elemento que se adiciona a una operación o actividad para dar una explicación.		Linea de comunicación. Proporciona la transmisión de información de un lugar a otro mediante ?

Fig. 1. Simbología para elaborar diagramas de flujo [25]

Cursograma analítico

También denominado Diagrama de Curso de Proceso que muestra la trayectoria de un producto o procedimiento señalando todos los hechos sujetos a examen mediante el símbolo correspondiente. Sirve para ver en una primera ojeada las actividades de que se trata, con objeto de eliminar las innecesarias o de combinar las que puedan hacerse juntas [26]. La nomenclatura utilizada para la elaboración de cursogramas analíticos es:

SIMBOLO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
○	OPERACIÓN	Indica las principales fases del proceso Agrega, modifica, montaje, etc.
□	INSPECCIÓN	Verifica la calidad y cantidad. En general no agrega valor.
➡	TRANSPORTE	Indica el movimiento de materiales. Traslado de un lugar a otro.
D	ESPERA	Indica demora entre dos operaciones o abandono momentáneo.
▽	ALMACENAMIENTO	Indica depósito de un objeto bajo vigilancia en un almacén
◻	COMBINADA	Indica varias actividades simultáneas

Fig. 2 Simbología utilizada en el cursograma analítico [27]

2.2.2. Gestión de calidad

Calidad

Desde el punto de vista de la norma ISO 9000 – 2015, calidad son comportamientos, actitudes, actividades y procesos para proporcionar valor mediante el cumplimiento de las necesidades y expectativas de los clientes y otras partes interesadas pertinentes [27].

Según el libro “Control estadístico de calidad y seis sigma” calidad es el juicio que el cliente tiene sobre un producto o servicio, resultado del grado con el cual un conjunto de características inherentes al producto cumple con sus requerimientos [28].

Control de calidad

El control de calidad fue y sigue siendo lo que mucha gente considera como gestión de la calidad. El departamento de control de la calidad de la empresa se encarga de la verificación de los productos. Mediante este sistema se procura que no lleguen productos defectuosos a los clientes y en modo alguno se evita la aparición de esos errores [29].

Para implantar adecuadamente el proceso de control de calidad es necesario utilizar las metodologías o modelos existentes que ordenan adecuadamente las tareas de calidad en las organizaciones [30].

Aseguramiento de la calidad

La dirección de la empresa se da cuenta de la importancia que tiene la calidad para su empresa, y empieza a plantearse el implantar un sistema de gestión de la calidad, como por ejemplo, el basado en las normas ISO 9000. Esta necesidad puede partir de la exigencia de un cliente importante o por convencimiento de que es bueno para la empresa. Por ello se empieza a considerar a la calidad como la fabricación de un producto apto para su uso, es decir que cumpla ciertas especificaciones que le permitan cumplir la función para la que se supone fue diseñado [29].

Calidad total (Total Quality Management)

La gestión de la calidad total, TQM, es una filosofía empresarial que se basa en la búsqueda de la satisfacción del cliente, W. Scherkenbach afirma que “el proceso empresarial comienza con el cliente. De hecho, si no comienza con el cliente, lo normal es que termine de repente con él”; a pesar de la nueva conciencia de valor al cliente, la TQM implica mucho más que desear los buenos días o regalar los periódicos en un hotel, sino es una actitud por parte de toda la compañía orientada a proporcionar valor al producto o servicio destinado al consumidor [31].

El concepto de calidad total era concebido como el hecho de que en cada fase del proceso se debían identificar las necesidades del cliente siguiente, después traducir esas necesidades en especificaciones que se logaran y permitieran ser controladas para asegurar la conformidad, así como evitar errores o fallas, contando con el compromiso de todos los miembros de la organización [32].

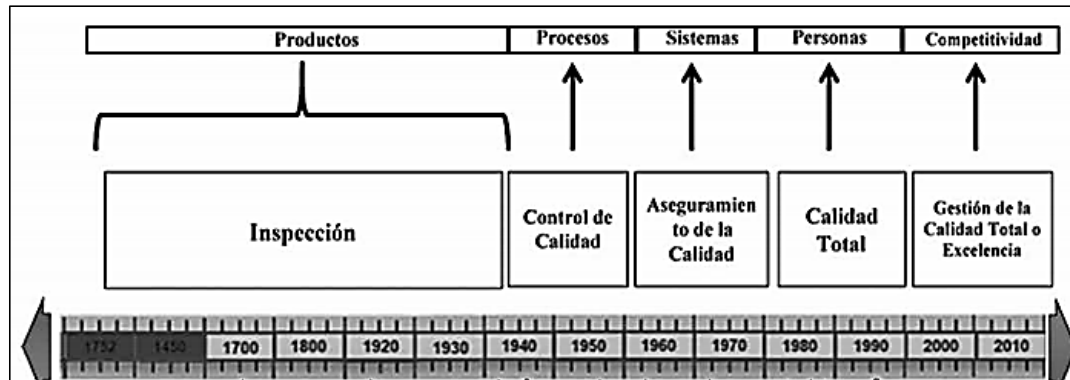


Fig. 3. Línea de tiempo de evolución de la calidad [33]

Control estadístico de calidad

El control estadístico de procesos (SPC) se utiliza para resolver problemas para conseguir estabilidad y mejorar la capacidad del mismo proceso mediante la reducción de la variabilidad y puede aplicarse a cualquier proceso [33].

Herramientas para la calidad

Entre las diversas técnicas de mejora de la calidad, las herramientas estadísticas básicas son las más sencillas y utilizadas por los operarios. Con estas actividades los individuos y la organización pueden aprender, lo que lleva posteriormente a mejorar. De esta manera, la mejora de la calidad va a depender, en gran medida, de las personas implicadas en dichas actividades, dichas técnicas usadas son [34]:

➤ Diagrama causa efecto

El diagrama causa-efecto, también conocido como diagrama de espina de pescado o diagrama de Ishikawa permite identificar las posibles causas asociadas a un problema (efecto) estructurado según una serie de factores genéricos. Es decir, detectada una no conformidad (efecto), es necesario investigar las causas que la provocan [34].

Este tipo de diagrama se construye generalmente a partir de las reflexiones de los grupos de trabajo relacionando un efecto con las causas que lo generan y visualiza de una sola vez todas las causas asociadas al disfuncionamiento y las relaciones que hay entre ellas, permitiendo a todos los participantes tener una visión del conjunto del problema [34].

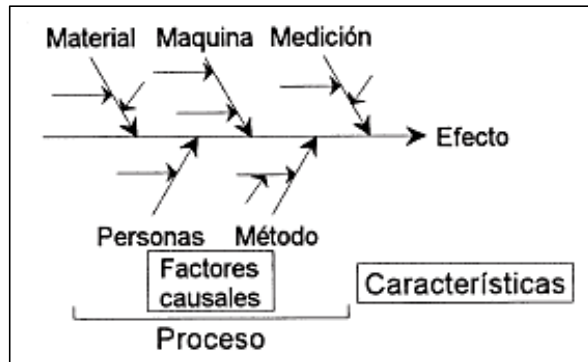


Fig. 4. Esquema de Diagrama Causa - Efecto basado en las 6M [35]

➤ Hoja de verificación

La hoja de verificación es un documento en el que se recoge y sintetiza de una manera ordenada los datos que los empleados consideran importantes para posteriormente procesarlos. Esta hoja no tiene un diseño prefijado, sino que hay que ajustarla a los objetivos y necesidades propias de cada momento debiendo tener un formato que facilite la recogida y posterior análisis y procesamiento de los datos existentes en ella [34].

Entre las ventajas de utilizar un formato de hoja de verificación tenemos:

- Proporciona datos fáciles de comprender.
- Los datos son obtenidos mediante un proceso simple y eficiente que puede ser aplicado a cualquier área de la organización.
- Reflejan rápidamente las tendencias y patrones subyacentes en los datos [35].

PRODUCTO: MUÑECAS NANCY VA A LA PLAYA
EMPRESA: MUÑECAS PARA TODOS, S.L.
FECHA DE INICIO: LUNES 24/04/17
FECHA DE FIN: SÁBADO 29/04/17
INSPECTOR/A: PEPE

Defecto	Frecuencia						Total
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	
Pintura movida en los ojos	### II	III	###### I	III	IIII	### III	36
Cabello mal cosido	II			I	III	II	8
Brazos mal encajados	III	###	### I	II	###### III	III	32
Otros	III		I				4
Total	15	8	18	6	20	13	80

Fig. 5. Ejemplo - hoja de verificación para identificar la frecuencia de ocurrencia de un defecto [36]

➤ Histogramas

El histograma o diagrama de distribución de frecuencias, es un gráfico donde se muestra la distribución de una variable a partir de los datos recogidos en una tabla de frecuencias. Adopta la forma de diagrama de barras en cuyo eje vertical se representa la frecuencia (número de veces) con la que aparece cada uno de los valores de una variable y en cuyo eje horizontal aparece el rango de valores que ha tomado la variable analizada o los diferentes atributos que definen el sistema analizado [34].

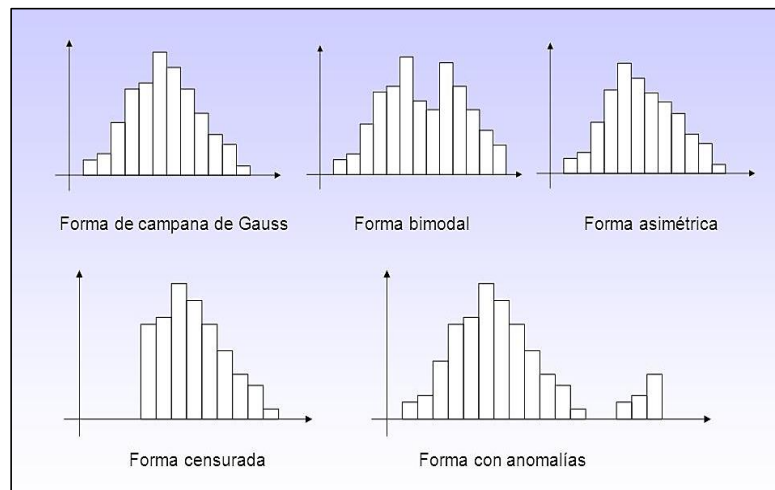


Fig. 6. Tipos de histogramas [37]

➤ Diagrama de Pareto

El gráfico de Pareto es una técnica de representación gráfica que clasifica las causas de un problema por su importancia. Establece una jerarquía según la variable a estudiar siguiendo la regla de Pareto que dice que el 80% de los problemas tienen su origen en un 20% de las causas y viceversa. De esta manera, cuando un problema se descompone en sus causas, unas pocas son las responsables de la mayor parte del problema [34].

El análisis de Pareto puede ser útil para identificar los factores clave de una determinada situación o aquellos que mayor influencia tienen y señalar la importancia relativa de las diferentes causas de los problemas. De esta manera, se pueden determinar las causas más frecuentes que originan el problema estudiado y darles una mayor o menor importancia a la hora de decidir sobre qué aspectos trabajar [34].

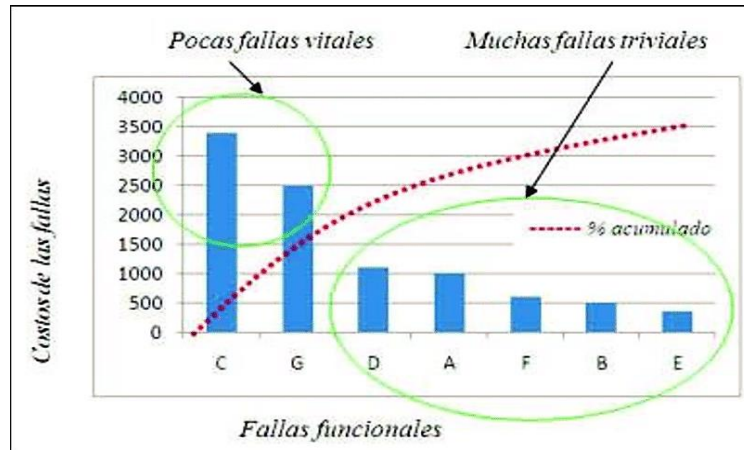


Fig. 7. Diagrama de Pareto [38]

➤ Diagrama de dispersión

El diagrama de dispersión se utiliza para determinar si existe relación entre dos variables, normalmente una causa y un efecto, en función de los valores alcanzados por éstas sobre diferentes elementos o situaciones consideradas en el análisis. Para su representación se utiliza un gráfico de dos ejes de coordenadas donde se sitúan los valores de cada una de las variables a analizar para cada elemento y se determina su punto de corte sobre el plano del gráfico. Una vez realizado este proceso, con todos los datos de las variables, se obtiene una nube de puntos que permite conocer si existe o no relación entre ambas variables [34].

Sobre la base del diagrama de dispersión graficado el índice de correlación calculado, la relación entre las variables puede ser positiva, negativa, nula o ideal. Además al aplicar un diagrama de dispersión se puede determinar la relación entre: una causa y un efecto, entre causas, entre efectos [36].

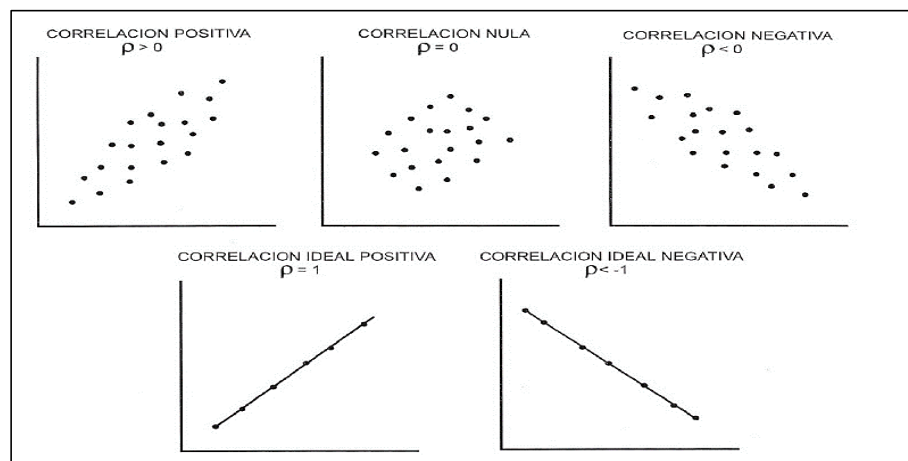


Fig. 8. Formas de correlación entre dos variables [39]

➤ **Gráficos de control**

El gráfico de control se utiliza para medir la estabilidad de un proceso en el tiempo, de acuerdo a lo enunciado por Juran “es una comparación gráfica de los datos de desempeño del proceso con los límites de control estadístico calculados”. Estos límites superior e inferior (máximo y mínimo) de la especificación de un producto son, por ellos mismos, una orientación de cara al operario que le sirven como guía para ayudarle a controlar el estado del proceso [34].

Los límites de control no son las especificaciones, tolerancias o deseos para el proceso. Por el contrario, se calculan a partir de la variación del estadístico (datos) que se representa en la carta. De esta forma, la clave está en establecer los límites para cubrir cierto porcentaje de la variación natural del proceso, pero se debe tener cuidado de que tal porcentaje sea el adecuado, ya que si es demasiado alto (99.999999%) los límites serán muy amplios y será más difícil detectar los cambios en el proceso [28].

➤ **Tipos de cartas de control**

Existen dos tipos generales de cartas de control: para variables y para atributos.

➤ **Cartas de control para variables:** se aplican a características de calidad de tipo continuo, que intuitivamente son aquellas que requieren un instrumento de medición (peso, volumen, voltaje, longitud, etc.) [28].

- \bar{X} (de medias).
- R (de rangos).
- S (de desviaciones estándar) [28].

Tabla 1 Fórmulas para calcular límites naturales en cartas de control de variables [28]

CARTA	LCS	LC	LCI
X	$\mu + 3 \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$	μ	$\mu - 3 \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$
R	$D4\bar{R}$	\bar{R}	$D3\bar{R}$
S	$\bar{S} + 3 \frac{\bar{S}}{c_4} \sqrt{1 - c_4^2}$	\bar{S}	$\bar{S} - 3 \frac{\bar{S}}{c_4} \sqrt{1 - c_4^2}$

Donde:

μ =Promedio de las medias de todos los subgrupos

n=número de subgrupos

σ =Desviación estándar del proceso

D3, D4, c_4 = Constantes que dependen del tamaño del sub grupo (Ver anexo 11).

\bar{s} = Media de las desviaciones estándar [28].

➤ **Cartas de control para atributos:** Diagramas que se aplican al monitoreo de características de calidad del tipo “pasa, o no pasa”, o donde se cuenta el número de no conformidades que tienen los productos analizados [28].

- p (proporción o fracción de artículos defectuosos).
- np (número de unidades defectuosas).
- c (número de defectos). Donde $\bar{c} = \frac{\text{\# de defectos}}{\text{\# de sub grupos}}$.
- u (número de defectos por unidad) [28].

Tabla 2 Fórmulas para cálculo de límites naturales en cartas de control por atributos

CARTA	LCS	LC	LCI
P	$\bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n}}$	\bar{p}	$\bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n}}$
Np	$n\bar{p} + 3\sqrt{n\bar{p}(1 - \bar{p})}$	$n\bar{p}$	$n\bar{p} - 3\sqrt{n\bar{p}(1 - \bar{p})}$
C	$\bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}}$	\bar{c}	$\bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}}$
U	$\bar{u} + 3 \sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$	\bar{u}	$\bar{u} - 3 \sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$

Donde:

\bar{p} = Proporción promedio de artículos defectuosos en el proceso

n=número de subgrupos

$$\bar{c} = \frac{\text{total de defectos}}{\text{total de sub grupos}}$$

$$\bar{u} = \frac{\text{total de defectos}}{\text{total de productos inspeccionados}} [28].$$

➤ **Interpretación de cartas de control**

La estabilidad de un proceso no se determina únicamente si todos los puntos analizados están dentro de los límites naturales, existen otros patrones que determinan si el proceso analizado es realmente estable. Estos se analizan de acuerdo a zonas en las cartas de control las mismas que están determinadas de acuerdo a los cálculos de los límites naturales para 3,2 y 1 sigma. Para la interpretación de las cartas de control es importante identificar que patrón determina inestabilidad para posteriormente indagar sus causas. De esta manera se puede apreciar los siguientes patrones de inestabilidad [37]:

Tabla 3 Patrones que determinan inestabilidad en un proceso [37]

Patrones que determinan inestabilidad en los procesos		
Cód.	Detalle	Gráfico
A	Puntos fuera de los límites de control	
B	9 puntos seguidos en la Zona de A	
C	6 puntos seguidos con aumento o disminución estables.	
D	14 puntos seguidos alternando arriba y abajo	

E	2 de cada 3 puntos seguidos en la zona A	
F	4 de cada 5 puntos seguidos en la zona B	
G	15 puntos seguidos en la zona C (Arriba y abajo)	
H	8 puntos seguidos a ambos lados de la recta sin pasar por ella	

2.2.3. Métricas sigma

➤ Capacidad del proceso

Es la cualidad de un proceso para cumplir con las especificaciones de calidad establecidas en el diseño de un producto. Se pueden dar 3 escenarios en este aspecto:

El primero es que la capacidad del proceso sea mayor que las especificaciones, es la situación más indeseable dentro de una organización ya que esto obliga a tomar ciertas acciones como que se establezcan especificaciones más estrictas para el producto elaborado, o disminuir la variabilidad del proceso. El segundo es que la capacidad del proceso sea igual que las especificaciones, puede llegar a ser un suceso indeseable pues se corre el riesgo de que en cualquier momento el proceso salga de control y se torne inestable. El tercero es que la capacidad del proceso sea menor a las especificaciones, se considera un caso ideal pues se obtiene menos productos de rechazo [8].

➤ **Índices de capacidad**

Permiten evaluar qué tan capaz es un proceso para cumplir con las especificaciones [28].

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

$$Cp = \frac{\text{Variación tolerada}}{\text{Variación real}} = \frac{Es-Ei}{6\sigma} \quad (1)$$

Donde:

Es = Especificación superior de la variable medida

Ei = Especificación inferior de la variable medida

σ = Media de las desviaciones estándar de los subgrupos

El valor obtenido del cálculo del índice Cp se lo compara en la siguiente tabla para definir la categoría del proceso [28]:

Tabla 4 Tabla de determinación de capacidad de proceso [29]

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.

Índice Cpk: El índice de capacidad real del proceso se define en función del Cpi (índice de capacidad para la especificación inferior) y del Cps (índice de capacidad para la especificación superior), los mismos que se definen de la siguiente manera [28]:

$$Cpi = \frac{\mu - Ei}{3\sigma} \quad (2)$$

$$Cps = \frac{Es - \mu}{3\sigma} \quad (3)$$

$$Cpk = \text{Mínimo [Cpi, Cps]} \quad (4)$$

Donde:

Es = Especificación superior de la variable medida

Ei = Especificación inferior de la variable medida

σ = Media de las desviaciones estándar de los subgrupos

En este caso para determinar que un proceso es “capaz” se debe obtener un Cpk mayor a 1.25 [28].

Índice K (Centrado de proceso):

Un aspecto importante en el estudio de la capacidad de un proceso es evaluar si la distribución de la característica de calidad está centrada con respecto a las especificaciones, por ello es útil calcular el índice de centrado del proceso, K [28].

$$k = \frac{\mu - N}{\frac{Es - Ei}{2}} \times 100 \rightarrow \text{Centrado del proceso} \quad (5)$$

Donde:

Es = Especificación superior de la variable medida

Ei = Especificación inferior de la variable medida

μ = Promedio de las medias de los subgrupos

N = Valor nominal de la variable medida

Para determinar que un proceso está centrado el índice K debe otorgar un valor menor al 20%, además el signo del resultado determina si el proceso está descentrado hacia la especificación mayor o menor [28].

➤ DPMO

El DPMO (Defectos por millones de oportunidades), es una técnica aplicada a variables por atributos que nos permite asimilar el comportamiento de un proceso en base a los defectos encontrados en las inspecciones, por ello para nuestro estudio se calculará el DPMO para cada una de las áreas en análisis, siendo estas: estructuración, forrado, pintura, y acabados. La obtención de este parámetro nos permitirá establecer: Que proceso es el que tiene más probabilidades de generar fallos en el ensamble y el rendimiento el cual indica que tan capaz es el proceso para cumplir con las especificaciones de calidad [28].

La fórmula que se utiliza para determinar el DPMO es la siguiente:

$$\text{DPMO} = \frac{d}{U*o} \times 1000000 \quad (6)$$

Donde:

d=Número de defectos registrados en las inspecciones.

U=Número de unidades inspeccionadas.

o=Número de oportunidades de fallos en cada unidad.

Mediante el cálculo del DPMO se define el nivel sigma del proceso y a su vez el rendimiento mediante su apreciación en tablas preestablecidas (ver anexo) [28].

2.2.4. Propuesta de solución

Mediante la realización del presente proyecto de investigación se pretende generar acciones que permitan disminuir el número de defectos en el producto y elaborar documentación para inspecciones de calidad idóneas.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Modalidad de investigación

La presente investigación es de tipo aplicado, se realiza específicamente en la empresa Carrocera Pico Sánchez Cía. Ltda. Y para conseguir el objetivo planteado se utilizan diversas estrategias y herramientas de control de calidad ya definidas por lo que no se tiene que crear nuevas metodologías.

3.1.1. Modalidades

De acuerdo al tipo de datos a manejarse, se trata de una investigación mixta pues al trabajar con los fallos de las carrocerías se manejan defectos cualitativos como: raspones, hendiduras, etc. Y datos cuantitativos como la magnitud de los cordones de soldadura.

De acuerdo al nivel de profundización en el objeto de estudio, se trata de una investigación descriptiva, pues a través de la recolección de información se detalla lo más profundo posible la problemática encontrada en la empresa así como los medios para resolver dicha problemática.

De acuerdo al origen de la información se trata de una investigación bibliográfica documental y de campo.

Bibliográfica – documental, pues se recurrió a fuentes de información primaria y secundaria como revistas, libros, periódicos, informes y artículos científicos para obtener información necesaria para sustentar las actividades realizadas en el proyecto de investigación.

De campo, pues la recolección de datos e identificación de fallas y anomalías en la carrocería se realizó exclusivamente en las instalaciones de PICO SÁNCHEZ CÍA. LTDA.

3.2. Población y muestra

La investigación se aplica sobre los procesos de ensamble de carrocerías, por ello la muestra se establece de acuerdo a un muestreo probabilístico del tipo sistemático que consiste en: seleccionar una muestra tomando cada k-ésima unidad (intervalo de muestreo) de la población, una vez que las unidades de muestreo están numeradas o arregladas de alguna forma. La letra k es la razón del tamaño de la población entre el tamaño de la muestra [38]. Por ello se realiza la toma de datos en un tiempo de 2 meses y de acuerdo a datos históricos la empresa tiene una tendencia de producción de 10 carrocerías mensuales, por lo que la población total es 20, además se establece un índice $K=2$ que significa que se realiza una inspección cada dos carrocerías producidas, por lo que la muestra se establece de la siguiente manera:

$$n = \frac{\text{Población}}{k} = \frac{20}{2} = 10 \text{ carrocerías a inspeccionar.} \quad (7)$$

Es importante recalcar que el análisis no se centraliza en un solo modelo de carrocería debido a que tanto los registros de calidad como el actual procedimiento manejado por la organización están orientados al producto final entregado al cliente independientemente del modelo. Además, los posibles defectos y fallos están establecidos de manera general por lo que al momento de realizar inspecciones se puede identificar cualquier defecto en todos los tipos de carrocería.

3.3. Recolección de información

La recolección de información la realiza el investigador a través de: observación, reuniones con el personal del departamento técnico y personal de producción, hojas de verificación y revisión de registros de control de calidad.

El tiempo en el que se recolectó la información fue a partir del 1 de diciembre del 2018 hasta el 25 de febrero del 2019, tomándose alrededor de 3 meses en la recolección de datos, esto debido a la baja de producción durante el último mes del 2018 y los 3 primeros meses del 2019.

La observación se realiza para conocer cada uno de los procesos que conforman el ensamble de carrocerías, apreciar la situación actual de cada una de las áreas y generar criterios de valor iniciales útiles para la aplicación de las metodologías posteriores. El levantamiento de procesos es el punto de partida para el desarrollo técnico del

proyecto, para ello se presencia la elaboración de cada tipo de carrocería, se registran los procesos y actividades en hojas de borrador, luego se analizan las operaciones y se determina las diferencias entre un modelo y otro, posteriormente se digitaliza la información en base a la normativa que se utiliza, ANSI para el presente estudio. Finalmente se traslada la información obtenida a los cursogramas analíticos en base a la nomenclatura ASME, realizando un cursograma para cada tipo de carrocería.

La revisión de registros anteriores sirve como fuente de datos históricos para conocer las fallas con que previamente ha lidiado el departamento técnico, de esta manera se compila la mayor cantidad de información para establecer una lista maestra de fallos en el producto.

Las hojas de verificación son el documento de registro de defectos encontrados en las inspecciones y la frecuencia de aparición de los mismos, esta información se recolecta en las carrocerías determinadas como muestra; el investigador revisa minuciosamente la carrocería de acuerdo a los defectos definidos en la lista maestra realizada previamente, y registra todas las novedades encontradas durante la inspección en las hojas de verificación cuyos modelos se aprecian en las figuras 9, 10 y 11, esto permite establecer y obtener los datos que son procesados en el control estadístico (ver anexos 3, 4, 5, 6, 7, 8). En caso de que el investigador identifique un defecto que no se encuentra en la lista maestra es necesario que los anote y lo incluya posteriormente con el fin de actualizar y mejorar permanentemente dicho listado.

Las reuniones con el personal proporcionan juicios de valor de parte de operarios y supervisores para que el investigador tenga una idea clara sobre los aspectos negativos y fallas que suelen presentarse en el proceso de fabricación y su posible causa raíz. Estas reuniones se realizan habiendo determinado los pocos vitales, el operario o el inspector indica cuales son las causas más comunes por las que se originan los defectos potenciales, lo que permite llegar a la definición de causas raíz, criterios útiles para posteriormente definir el plan de mejoras.

Cada una de las metodologías de recolección de información enunciadas se aplica a todas las áreas de producción de la empresa.

Por otra parte, para datos cuantitativos se recolectan datos con equipos de medición debidamente calibrados, los equipos que se utiliza para la recolección de datos cuantitativos son:

- ✓ **Medidor de espesor de revestimiento:** Utilizado para realizar la medición del grosor de capa de pintura (ver certificado de calibración en anexo 2). El protocolo de medición con este instrumento se da de la siguiente manera:

1. Descripción del medidor

1. Pantalla LCD
2. Botón de encendido
3. Sensor detector
4. Botones de navegación [39].

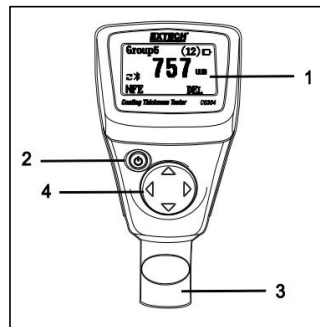


Fig. 9 Partes de medidor de espesor de revestimiento [39]

2. Toma de mediciones

1. Encienda el medidor de espesor
2. Coloque el sensor de resorte del medidor contra la película de referencia. Guiarse en los cuadrantes determinados en la hoja de verificación para realizar la medida en un lugar específico (Ver fig. 12.)
3. El medidor emitirá un tono audible indicando que ha tomado una medida.
4. La pantalla LCD mostrará la lectura en el centro del área de la pantalla, registre esta lectura en la hoja de verificación. La unidad de medida son micro metros μm .
5. Además la pantalla mostrará: NO = número de lectura tomada, AVG = Promedio de medición en caso de tomarla por grupos, DIR = modo de operación (toma individual o por grupo). En caso de realizar

mediciones por grupo se puede registrar un máximo de 80 lecturas y 5 promedios.

- ✓ **Flexómetro:** Utilizado para la medición de longitud y amplitud de cordones de soldadura (ver certificado de calibración en anexo 1). El protocolo de medición con el flexómetro es el siguiente:
 1. Estire la cinta métrica a lo largo del cordón de soldadura a medir.
 2. Identifique la magnitud del cordón y regístrela en la hoja de verificación. Es importante tener en cuenta los siguientes aspectos:
 - Las marcas con números grandes indican los centímetros.
 - Las marcas medianas indican la mitad de un centímetro.
 - Las marcas pequeñas indican los milímetros.

3.4. Procesamiento y análisis de datos

Para el procesamiento de datos obtenidos se utiliza:

- ✓ El software Excel del paquete de Microsoft Office para:
 - Registro de datos cualitativos y cuantitativos.
 - Cálculos y aplicación de fórmulas para tratamiento de datos.
 - Aplicación de herramientas estadísticas
- ✓ El software Word del paquete de Microsoft Office para
 - Elaboración de formatos de documentación generada durante la investigación.
 - Elaboración de herramientas cualitativas de calidad.
- ✓ Visio del paquete de Microsoft Office
 - Para la elaboración de mapas de proceso y cursogramas analíticos.

Por otra parte el análisis de datos se realiza de la siguiente manera:

- Clasificación de información necesaria y no necesaria.
- Determinación de datos cuantitativos y cualitativos.
- Tabulación de datos cuantitativos y cualitativos (ver anexo 10).
- Interpretación de datos mediante gráficos estadísticos.

3.5. Desarrollo del proyecto

- ✓ **Elaboración de matriz de información general de la empresa en estudio.**

Esta matriz contiene los aspectos generales de la organización tales como: nombre de la empresa, misión, visión, política de calidad, valores corporativos, propietario, RUC, dirección, actividad económica, número de trabajadores, organigrama funcional y productos ofertados al mercado.

✓ **Elaboración de diagrama de procesos del ensamble de carrocerías.**

El diagrama de procesos se elabora en forma general para el proceso de ensamble de carrocerías, el mismo se realiza bajo la normativa ANSI cuya nomenclatura se estableció en la fundamentación teórica.

✓ **Elaboración de cursogramas analíticos de los procesos descritos.**

Los cursogramas analíticos del proceso se realizan de acuerdo a la nomenclatura ASME definida en la fundamentación teórica, estos cursogramas se realizan para cada tipo de carrocería y sirve para evidenciar las actividades en las que se diferencia la fabricación de cada modelo.

✓ **Análisis de fallas en los distintos procesos de fabricación mediante herramientas cualitativas**

El investigador construye una matriz que identifique cada uno de los defectos, estos se obtienen basándose en los registros de calidad manejados por la empresa y en la observación de campo por parte del investigador, permitiendo de esta manera obtener un compilado extenso de las posibles fallas en cada área.

Además se divide a la carrocería en zonas como muestra la tabla 5, para generar una ponderación adecuada de los defectos, ya que no se puede considerar igual de grave un defecto que aparece en un lugar fácilmente visible para el cliente como en un lugar donde la visibilidad es nula.

Tabla 5 Delimitación de zonas para supervisiones de calidad

ZONAS DELIMITADAS EN CARROCERÍA		
ZONAS	Descripción	Color
A	Lugares claramente visibles de la carrocería (Laterales, frente, posterior, etc.)	
B	Lugares medianamente visibles de la carrocería. (compuertas, techo, etc.)	
C	Lugares poco visibles a simple vista, esquinas, rincones, etc.	

Basados en este principio se establecen también criterios de evaluación de defectos en donde se asigna un valor al defecto de acuerdo a la gravedad que tiene el mismo, ver tabla 6.

Tabla 6 Grados de ponderación de fallos

TABLA DE PONDERACIÓN DE DEFECTOS EN LA CARROCERÍA		
Ponderación	Descripción	Valor de asignación
Grado 1	Defecto con daños leves, pérdidas de tiempo moderadas en reproceso, apreciación leve en la apariencia del producto.	1
Grado 2	Defecto con daños funcionales considerables, pérdidas de tiempo moderadas en reproceso, apreciación notable en la apariencia del producto.	5
Grado 3	Defecto con daños potenciales, pérdidas de tiempo considerables en reproceso, expone la seguridad del cliente, incumple normativas legales	50

Una vez definidos estos parámetros, se elabora una matriz de ponderación de defectos multicriterio en donde constan los aspectos que muestra la tabla 7:

Tabla 7 Formato de matriz de ponderación de defectos

No.	Falla	Tamaño	Descripción	Cantidad	Ponderación
Numeración de defectos	Defecto en análisis	Dimensión aproximada del defecto analizado. (Longitudes, superficies, diámetros, etc.)	Descripción breve de magnitud del defecto	Frecuencia con que el defecto aparece para seguir siendo considerado de una magnitud.	Zonificación por área

✓ **Elaboración de hojas de verificación en cada área para registro de fallos y su frecuencia.**

Una vez obtenida la matriz de defectos multicriterio por cada área, se procede a elaborar formatos de hojas de verificación tanto para variables cualitativas y cuantitativas encontradas en el análisis de fallos, dichas hojas de verificación son manejadas por el investigador para efecto de recolección de datos puesto que para inspecciones formales de calidad en la empresa se elaborarán registros de calidad

posteriormente (Los resultados de las inspecciones se evidencian en los anexos 3, 4, 5, 6, 7, 8).


		HOJA DE VERIFICACIÓN													
Número de contrato:															
Tipo de carrocería:															
Fecha de inspección:		Fecha fin de inspección				Área de inspección:									
Inspeccionado por:												Hoja N°			
No.	Defecto	Pond.	Frecuencia										Total	Observaciones	
			M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10			
		1													
		5													
		50													

Fig. 10. Formato de hoja de verificación para variables cualitativas

El formato que muestra la figura 10 se utiliza para la identificación de defectos cualitativos durante las inspecciones de calidad, en la parte superior se registra el número de contrato y el tipo de carrocería al que pertenece la unidad a inspeccionar, posteriormente se registran fechas de inicio y fin de inspección, el número de hoja y el encargado de la inspección. Ya en el cuerpo de la hoja de verificación se encuentran los posibles defectos definidos en la lista maestra para cada área, y en las columnas M1, M2, etc. se registra la cantidad de veces que se identificó un defecto en cada carrocería. Finalmente en la columna “total” se suman la cantidad de veces que se repitió el defecto en las 10 muestras.


		HOJA DE VERIFICACIÓN SOLDADURA											
Fecha de inspección												Hoja Num.	
Inspeccionado por													
Registro de medidas de soldadura longitud													
Contrato:		Unión techo-lateral											
Tipo de carro:		Unión posterior-techo-lateral											
		Unión frente-techo-lateral											

Fig. 11. Formato de hoja de verificación para soldadura

En el formato de la figura 111, se registran las longitudes y amplitudes de los cordones de soldadura inspeccionados en una carrocería. En primera instancia el inspector registra los datos del encabezado como fechas de inicio y fin de la inspección, número de hoja y el nombre del inspector. Ya en el cuerpo de la hoja de verificación, el inspector registra los valores de longitud o amplitud registrados durante la inspección de acuerdo a la zona donde se recolectó la información y repite esto para cada muestra.


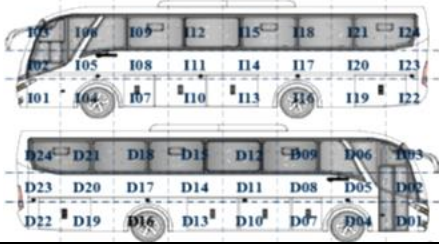
		REGISTRO DE ESPESOR DE PINTURA														
Cuadrantes para toma de medida de espesor																
		Fecha inicio de inspección:	Fecha fin de inspección:			Hoja No.		Observaciones								
Inspeccionado por:		Mediciones por unidad:											No. Muestras:			
Unidad:																
Cuadrantes	D22	D19	D16	D23	D20	D17	D13						D10	D07	D14	D11
	I22	I19	I16	I23	I20	I17	I13	I10	I07	I14	I11	I08	I04	I01	I05	
Contrato: 1090																
Tipo de carrocería: Urbano																

Fig. 12. Formato de hoja de verificación de espesor de pintura

El formato de la figura 12, permite registrar los valores obtenidos con el medidor de espesor de revestimiento, para ello se definen cuadrantes en la carrocería para organizar adecuadamente la información, en primera instancia, el inspector llena la información del encabezado como fechas de inicio y fin de inspección, número de hoja, encargado de la inspección, unidad de medida en que se registran los valores, número total de lecturas a tomar y cuantas unidades debe inspeccionar. Posteriormente registra los valores obtenidos del medidor para cada cuadrante de la carrocería.

✓ **Determinación de causas potenciales de fallos en la fabricación de carrocerías.**

Conociendo la frecuencia de aparición de cada defecto, se elaboran diagramas de Pareto que permiten establecer el 20% de los defectos que influyen en el 80% de problemas de calidad. El análisis y obtención de pocos vitales se realiza para cada área del proceso de ensamble de carrocerías.

✓ **Desarrollo de control estadístico sobre las variables y atributos que se detectaron como pocos vitales.**

Se elaboran cartas de control idóneas para cada variable, el uso y determinación de cada carta de control depende de las necesidades que se requiere para evaluar el proceso, el tipo de datos a manejar y el tipo de subgrupo con el que se trabaja. Por ello para atributos se manejan cartas tipo “C”, mientras que para variables se generan cartas “X” y “S”.

✓ **Cálculo de métricas sigma para determinar la capacidad y nivel sigma del proceso.**

Se evalúa el proceso mediante el cálculo de índices de capacidad para variables nominales y de defectos por millón de oportunidades (DPMO) para atributos, esto permite definir el nivel sigma de la empresa y el rendimiento de sus procesos. El fin es concatenar con la información obtenida en las cartas de control, y corroborar si los análisis están siendo correctos.

✓ **Elaboración de diagramas causa – efecto para determinar causas raíz de los problemas.**

Se generan diagramas de Ishikawa para determinar las causas que originan cada uno de los fallos definidos como pocos vitales, estos diagramas se elaboran con base en las 6M, y su nomenclatura se encuentra definida en la fundamentación teórica.

✓ **Planteamiento de estrategias de mejora.**

Una vez definidas las causas que originan los defectos se genera un plan de mejora donde se establecen las actividades a realizar para mitigar la aparición de fallos, y cómo se gestiona el seguimiento al cumplimiento de las mismas. Este plan de mejora consta de los siguientes aspectos:

1. Introducción
2. Objetivo
3. Análisis
4. Definición de acciones de mejora.
5. Planificación de actividades
6. Seguimiento de cumplimiento de actividades

✓ **Elaboración de registros de control de calidad.**

Habiendo definido el plan de mejoras se elaboran registros de calidad para las inspecciones en cada área, dichos registros se basan en todos los criterios previos determinados tanto en el análisis de fallos como en el procesamiento de datos. De esta manera los registros de control de calidad se fundamentan en los siguientes aspectos:

- Lista maestra de defectos en los procesos productivos.
- Zonas de la carrocería (ver tabla 5).
- Criterios de ponderación (ver tabla 6).
- Cuadrantes de identificación (ver tabla 12).

La elaboración de estos registros facilita la detección y ponderación de defectos encontrados en el proceso pretende disminuir la cantidad de acciones correctivas innecesarias levantadas por la mala ponderación actual.

CAPÍTULO IV



DESARROLLO DE LA PROPUESTA

4.1. Análisis de situación actual de la empresa

4.1.1. Antecedentes Generales

PICO SANCHEZ CIA. LTDA. empezó siendo una empresa carrocera dedicada a la fabricación de carrocerías metálicas, autobuses urbanos e interprovinciales, furgones y casetas; nació en el año de 1967; con la idea del Sr. Bladimir Pico. Está ubicada en la avenida José Peralta y Manuelita Sáenz del cantón Ambato, provincia de Tungurahua; contando con aproximadamente 90 trabajadores distribuidos en los diferentes departamentos y áreas, contando con un sistema de Gestión de Calidad en base a las normativas ISO 9001-2015. En la tabla 8 se aprecia información general de la empresa.

Tabla 8 Matriz de información general de la empresa

DATOS INFORMATIVOS DE LA EMPRESA	
	<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <h2 style="margin: 0;">CARROCERÍAS</h2> <h2 style="margin: 0;">PICO SÁNCHEZ CÍA LTDA</h2> </div>  </div>
FILOSOFÍA EMPRESARIAL	
<p>MISIÓN</p> <p>Fabricamos carrocerías metálicas de calidad, con atención personalizada, brindando garantía y confianza.</p>	<p>VISIÓN</p> <p>Incrementar el posicionamiento de nuestro producto a nivel nacional.</p>
<p>POLÍTICA DE CALIDAD</p> <p>PICOSA, industria carrocera produce unidades de transporte bajo un efectivo Sistema de gestión de calidad en base a la normativa ISO 9001, comprometida con la mejora continua de sus procesos, con personal capacitado, cumpliendo las normas nacionales e internacionales de calidad, construcción para la industria carrocera y la normativa</p>	

DATOS INFORMATIVOS DE LA EMPRESA



**CARROCERÍAS
PICO SÁNCHEZ CÍA LTDA**



legal vigente, para satisfacer las necesidades de las partes interesadas. A través de los siguientes objetivos:

1. Ser innovadores en nuestros productos y acabados
2. Incrementar la productividad
3. Incrementar el nivel de satisfacción de los clientes internos y externos
4. Proveer un ambiente laboral seguro y laborable
5. Fortalecer las competencias, habilidades y compromiso del personal

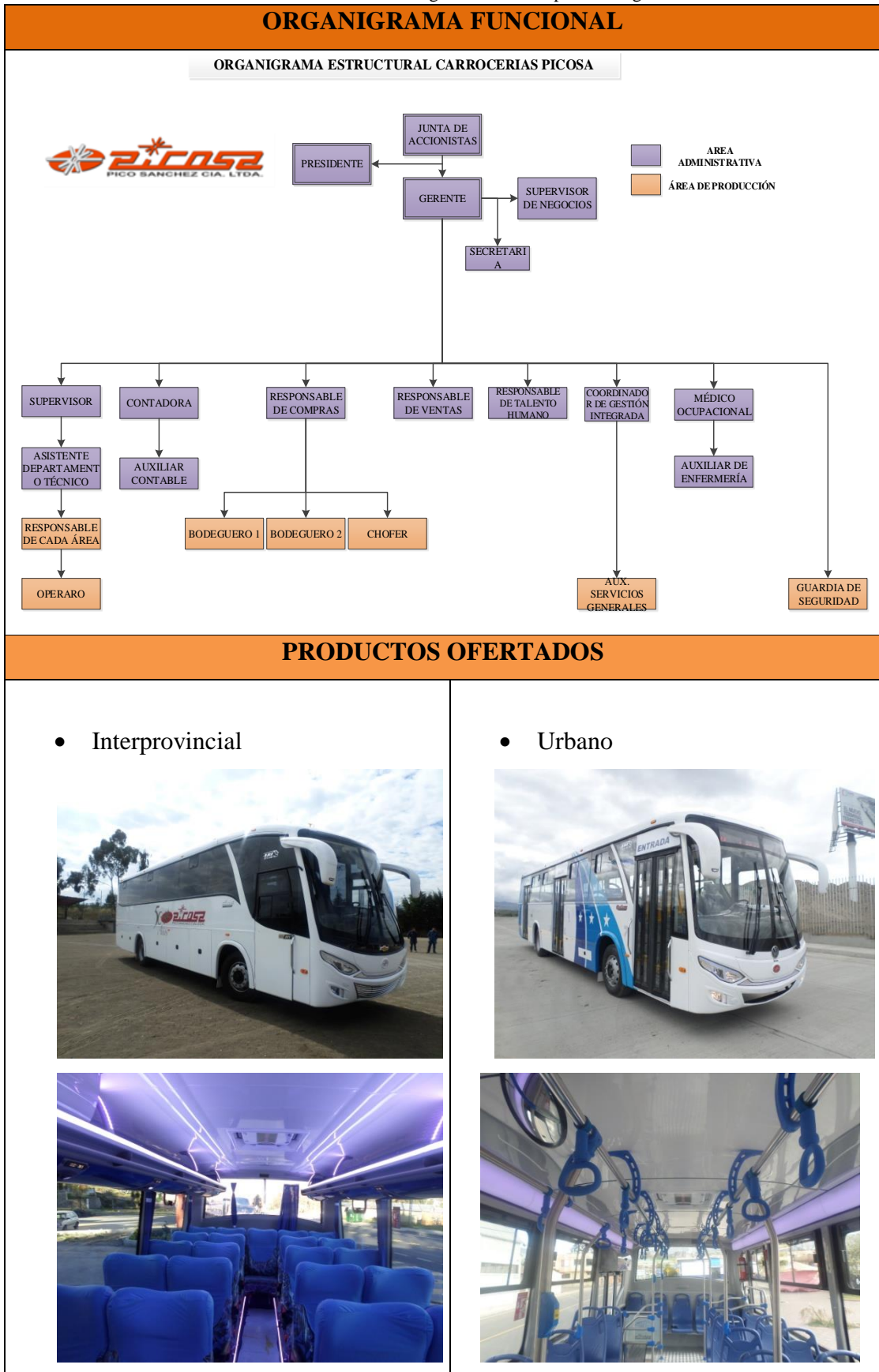
Finalmente, expresamos el compromiso de facilitar los recursos materiales y humanos que sean necesarios para la consecución de nuestros objetivos.

VALORES CORPORATIVOS

- Integridad
- Innovación
- Perseverancia
- Trabajo en equipo

INFORMACIÓN DE LA EMPRESA

Propietario	Sr. Bladimir Pico
RUC	1890053919001
Dirección	Avda. José Peralta S/N y Manuelita Sáenz Vía a Guaranda Km. 7 - Huachi la Magdalena
Actividad económica	Fabricación de carrocerías metálicas para vehículos
Nº de Trabajadores	90 colaboradores
Tipo de Personal	1 Gerente 13 Administrativos 76 Obreros





4.1.2. Mapa de procesos

En el mapa de procesos de la figura 13 se aprecia cómo se lleva a cargo los trabajos en la institución además, permite determinar el grado de relación entre los procesos y de qué manera aporta cada uno a la cadena de valor.

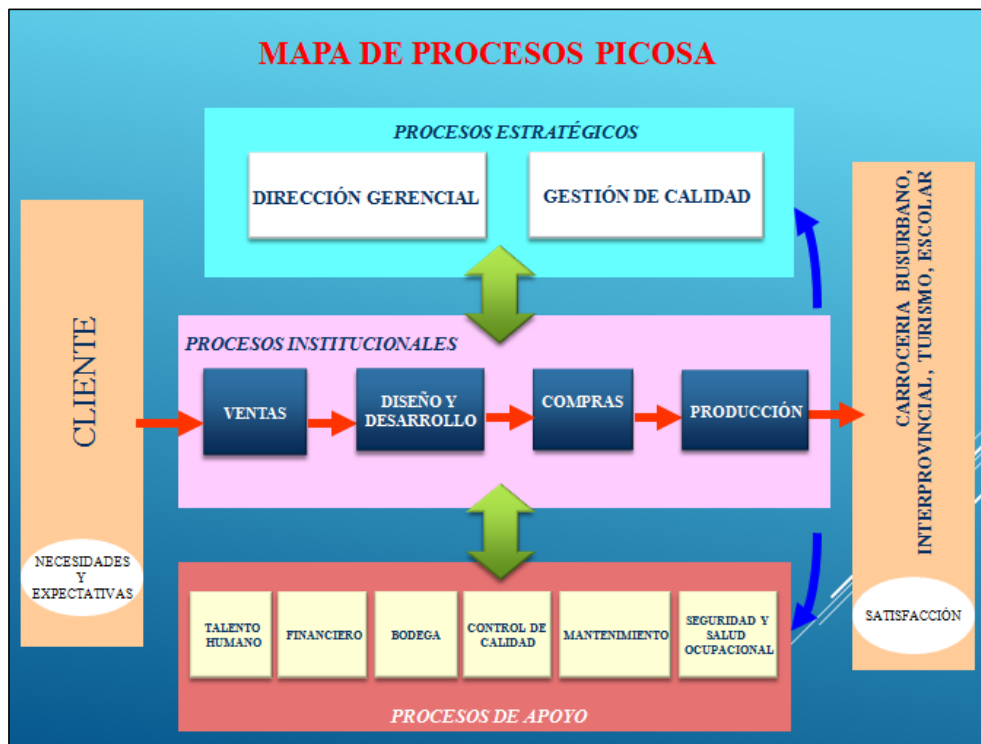


Fig. 13. Mapa de procesos de PICOSA

4.1.3. Sistema de producción

Pico Sánchez Cía. Ltda. trabaja bajo un sistema “Pull”, esto implica que la demanda del producto determina la cantidad a producir.

Por otra parte, las operaciones que se realizan para cada unidad son las mismas en su mayoría, diferenciándose una cantidad de acuerdo al servicio que prestará la unidad fabricada, cambios que se palpan en el área de acabados principalmente.

4.1.4. Proceso de producción

Para una adecuada organización y asimilación de actividades que comprenden la fabricación de carrocerías se realiza un diagrama de flujo general de los procesos que ejecutados en planta de producción y posteriormente cursogramas analíticos para cada tipo de carrocería.

- **Diagrama de flujo general**

Los procesos para la fabricación de carrocerías en PICOSA se realizan básicamente en 10 estaciones (numeradas consecutivamente del 1 al 10 y establecidas para efectos de orden en la construcción y avance de la línea de producción) para la consecución final de la carrocería, mientras que las áreas de producción son 4: estructuras, forrado, pintura y acabados. El diagrama de flujo que se aprecia en las figuras 14, 15, 16 y 17 se realiza enfocado en las estaciones mencionadas y en las áreas de producción establecidas en planta. La simbología a utilizarse para la elaboración del diagrama de flujo se basa en la normativa ANSI:

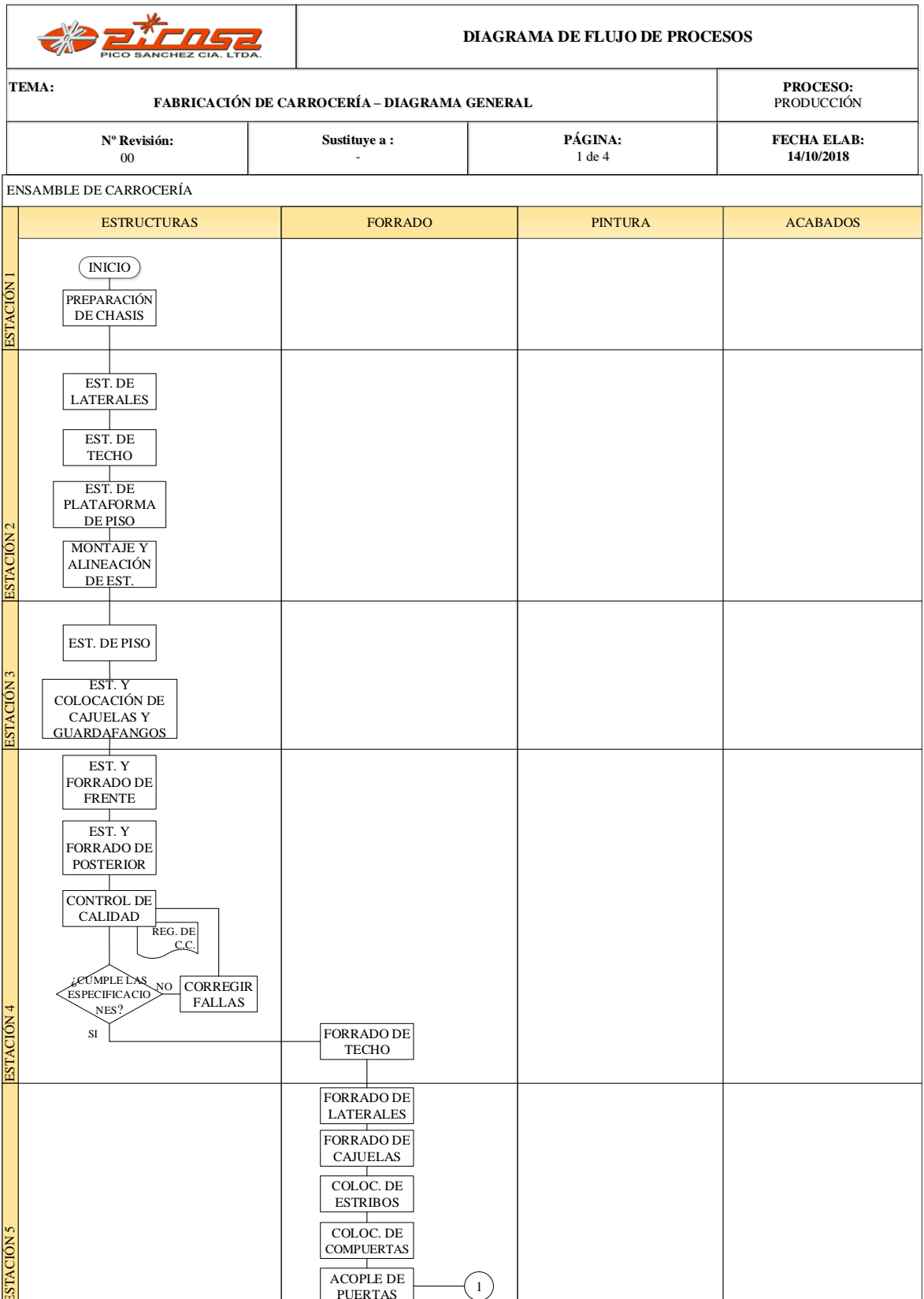


Fig. 14. Diagrama de flujo de ensamble de carrocerías en Pico Sánchez Cía. Ltda. – Página 1

TEMA: FABRICACIÓN DE CARROCERÍA – DIAGRAMA GENERAL			PROCESO: PRODUCCIÓN
N° Revisión: 00	Sustituye a : -	PÁGINA: 2 de 4	FECHA ELAB: 14/10/2018

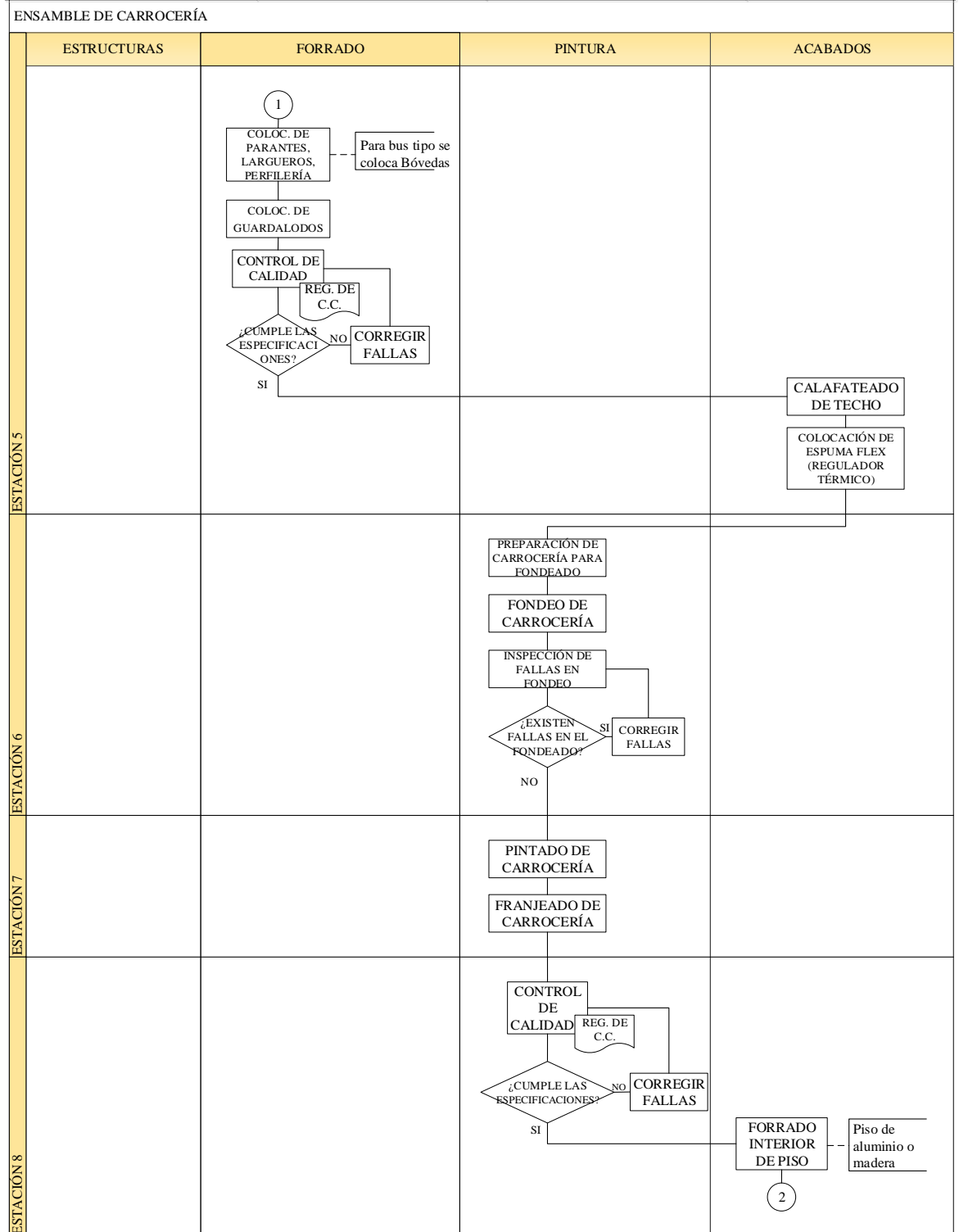
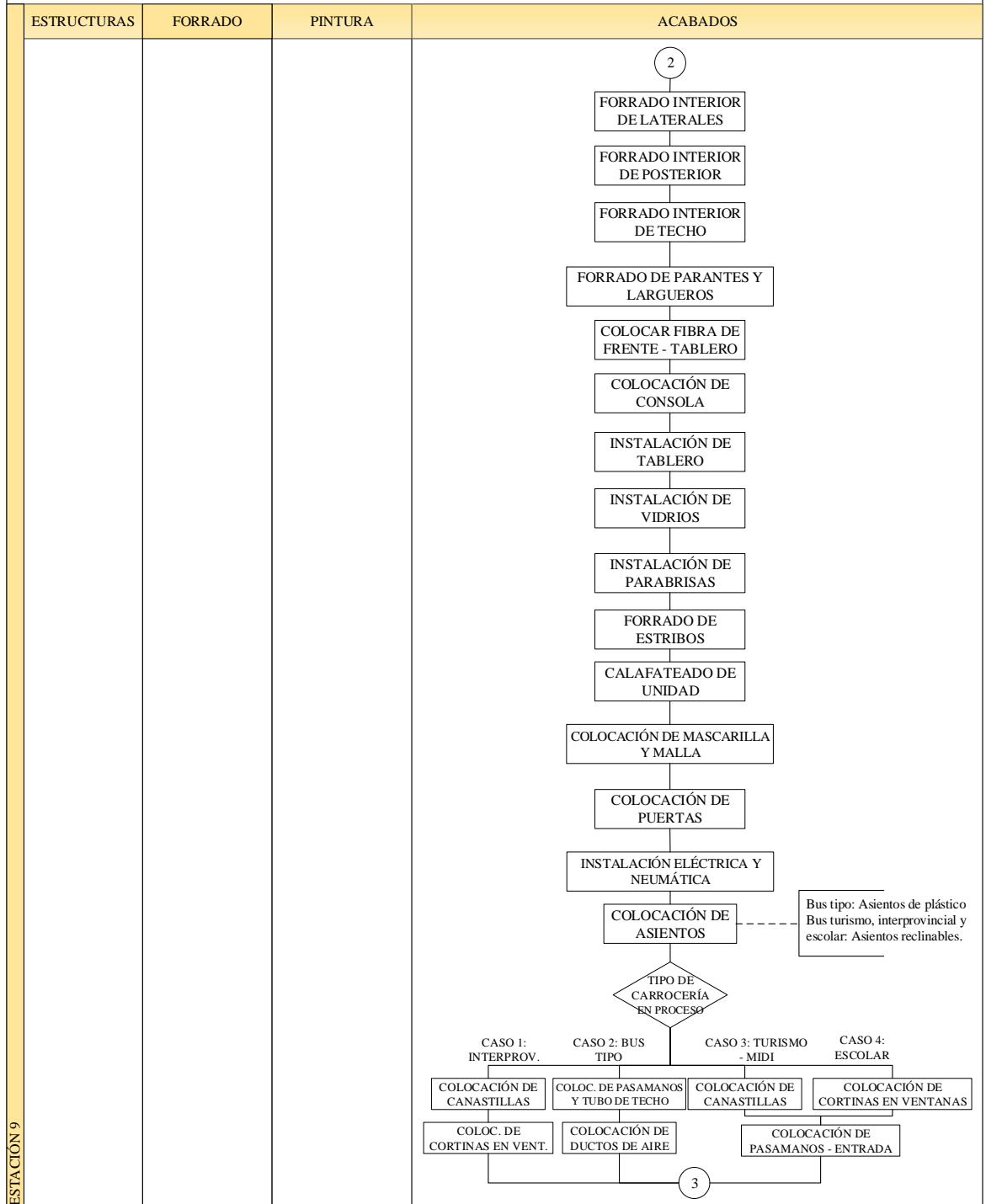


Fig. 15. Diagrama de flujo de ensamble de carrocerías en Pico Sánchez Cía. Ltda. – Página 2

TEMA: FABRICACIÓN DE CARROCERÍA – DIAGRAMA GENERAL			PROCESO: PRODUCCIÓN
N° Revisión: 00	Sustituye a : -	PÁGINA: 3 de 4	FECHA ELAB: 14/10/2018

ENSAMBLE DE CARROCERÍA



ESTACIÓN 9

Fig. 16. Diagrama de flujo de ensamble de carrocerías en Pico Sánchez Cía. Ltda. – Página 3

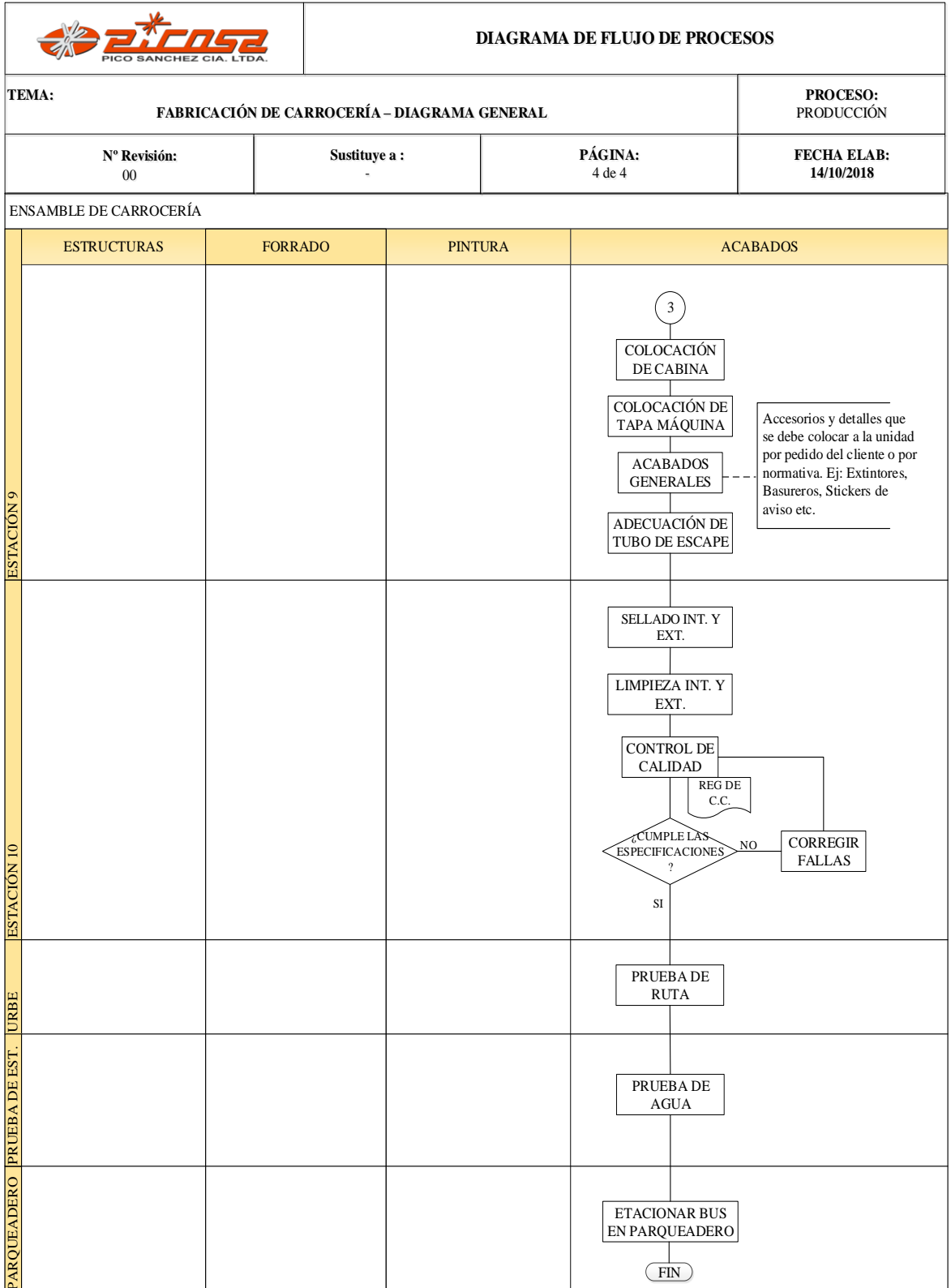


Fig. 17. Diagrama de flujo de ensamble de carrocerías en Pico Sánchez Cía. Ltda. – Página 4

- **Cursogramas analíticos por tipo de carrocería**

Para obtener una idea concreta y entendible del desarrollo del proceso de fabricación de carrocerías se realizan cursogramas analíticos para cada tipo de carrocería ofertada en la empresa debido a las diferencias en el proceso de fabricación de cada modelo de bus.

Cursograma analítico – Bus Interprovincial

Diagrama Num:		H. Núm:		Tipo de carroc.		Interprov.		Resumen	
Objetivo: Conocer el flujo de operaciones realizadas para la fabricación de carrocerías.								Actividad	Actual
Área		Proceso		Método		Inspección		4	
Producción		Ensamblaje de carrocería		Actual		Demora		0	
Elaborado por:		Revisado por:		Aprobado por:		Almacenamiento		1	
Andrés Guamán						Ins - Proc.		2	
Nº	Descripción	Distanc. (m)	# Pers.	Simbología					Observaciones
1	Transporte de chasis a estación 1	156	1						X
2	Preparación de chasis	-	2	X					
3	Transporte de carrocería a estación 2	-	4						X
4	Estructuración de plataforma de piso	-	2	X					
5	Estructuración de laterales	-	2	X					
6	Estructuración de techo	-	1	X					
7	Transporte de laterales a estación 2	26	8						X
8	Montaje y alineación de laterales	-	2	X					
9	Transporte de techo a estación 2	13	6						X
10	Montaje y alineación de techo	-	2	X					
11	Transporte a estación 3	13	6						X
12	Estructuración de piso	-	1	X					
13	Estructuración y colocación de cajuelas y guardafangos	-	1	X					
14	Transporte a estación 4	8.2	6						X
15	Estructuración y forrado de frente	-	2	X					
16	Estructuración y forrado de posterior	-	2	X					
17	Control de calidad - Estructura	-	1						X
18	Corrección de fallas en estructura	-	2	X					
19	Forrado de techo	-	1	X					
20	Transporte a estación 5	22	6						X
21	Forado de laterales	-	4	X					
22	Forrado de cajuelas	-	1	X					
23	Colocación de estribos	-	1	X					
24	Colocación de compuertas	-	2	X					
25	Acople de puertas	-	3	X					
26	Colocación de parantes, largueros, perfilera	-	2	X					
27	Colocación de guardalodos	-	1	X					
28	Control de calidad - Forrado	-	1						X
29	Corrección de fallas en forrado	-	2	X					
30	Calafateado de techo	-	1	X					
31	Colocación de espuma flex (Regulador térmico)	-	1	X					
32	Transporte a estación 6	6.3	6						X
33	Preparación de carrocería para fondeo	-	5	X					
34	Fondeo de carrocería	-	5	X					
35	Inspección de fallas en fondeo	-	3						X

Fig. 18. Cursograma analítico -Bus Interprovincial - Página 1

Diagrama Num:		01	H. Núm:	01	Tipo de carrocería:	Interprov.	Resumen					
Objetivo: Conocer el flujo de operaciones realizadas para la fabricación de carrocerías.							Actividad	Actual				
							Operación	55				
Área	Proceso		Método				Inspección	4				
Producción	Ensamblaje de carrocería		Actual				Demora	0				
							Transporte	12				
Elaborado por:		Revisado por:		Aprobado por:			Almacenamiento	1				
Andrés Guamán							Ins - Proc.	2				
N°	Descripción	Distanc. (m)	# Pers.	Simbología						Observaciones		
				○	□	D	→	▽	⊗			
36	Corrección de fallas en fondeo	-	5	X								
37	Transporte a estación 7	5	6							X		
38	Pintado de carrocería	-	5	X								
39	Franjeado de carrocería	-	5	X								
40	Transporte a estación 8	6.2	6							X		
41	Control de calidad - Pintura	-	1	X								
42	Corrección de fallas	-	2	X								
43	Forrado interior de piso	-	2	X								
44	Transporte a estación 9	7.4	6							X		
45	Forrado interior de laterales	-	1	X								
46	Forrado interior de posterior	-	2	X								
47	Forrado interior de techo	-	2	X								
48	Forrado de parantes y largueros	-	1	X								
49	Colocación de fibra de frente - Bajo tablero	-	1	X								
50	Colocación de consola	-	2	X								
51	Instalación de tablero	-	2	X								
52	Instalación de vidrios	-	2	X								
53	Instalación de parabrisas	-	2	X								
54	Forrado de estribos	-	1	X								
55	Calafateado inferior de la unidad	-	1	X								
56	Colocación de malla y mascarilla	-	1	X								
57	Colocación de puertas	-	1	X								
58	Instalación eléctrica y neumática	-	4	X								
59	Colocación de asientos	-	2	X								
60	Colocación de canastillas	-	8	X								
61	Colocación de cortinas de ventanas	-	4	X								
62	Colocación de cabina	-	1	X								
63	Colocación de tapa máquina	-	1	X								
64	Colocación de acabados generales	-	2	X								
65	Adecuación de tubo de escape	-	1	X								
66	Transporte a estación 10	13.5	1	X								
67	Limpieza de carrocería	-	2	X								
68	Sellado de carrocería	-	2	X								
69	Control de calidad - Acabados	-	1	X								
70	Prueba de ruta	-	4		X			X				
71	Prueba de agua	-	2							X		
72	Transporte a parqueadero	150	1							X		
73	Estacionar bus en parqueadero	-	1	X								
TOTAL		426.6	-	55	4	0	12	1	2			

Fig. 19. Cursograma analítico -Bus Interprovincial - Página 2

Cursograma analítico – Bus Urbano







		DIAGRAMA DE PROCESO						
Diagrama Num:	02	H. Núm:	01	Tipo de carroc.	Tipo	Resumen		
Objetivo: Conocer el flujo de operaciones realizadas para la fabricación de carrocerías.						Actividad	Actual	
						Operación	55	
Área	Proceso	Método				Inspección	4	
Producción	Ensamblaje de carrocería	Actual				Demora	0	
						Transporte	12	
Elaborado por:		Revisado por:		Aprobado por:		Almacenamiento	1	
Andrés Guamán						Ins - Proc.	2	
N°	Descripción			Distanc. (m)	# Pers.	Simbología		Observaciones
						    		
1	Transporte de chasis a estación 1			156	1		X	
2	Preparación de chasis			-	2	X		
3	Transporte de carrocería a estación 2			-	4		X	
4	Estructuración de plataforma de piso			-	2	X		
5	Estructuración de laterales			-	2	X		
6	Estructuración de techo			-	1	X		
7	Transporte de laterales a estación 2			134	8		X	
8	Montaje y alineación de laterales			-	2	X		
9	Transporte de techo a estación 2			13	6		X	
10	Montaje y alineación de techo			-	2	X		
11	Transporte a estación 3			13	6		X	
12	Estructuración de piso			-	1	X		
13	Estructuración y colocación de cajuelas y guardafangos			-	1	X		
14	Transporte a estación 4			8.2	6		X	
15	Estructuración y forrado de frente			-	2	X		
16	Estructuración y forrado de posterior			-	2	X		
17	Control de calidad - Estructura			-	1	X		
18	Corrección de fallas en estructura			-	2	X		
19	Forrado de techo			-	1	X		
20	Transporte a estación 5			22	6		X	
21	Forado de laterales			-	4	X		
22	Forrado de cajuelas			-	1	X		
23	Colocación de estribos			-	1	X		
24	Colocación de compuertas			-	2	X		
25	Acople de puertas			-	3	X		
26	Colocación de parantes, largueros, perfilera			-	2	X		
27	Colocación de guardalodos			-	1	X		
28	Control de calidad - Forrado			-	1	X		
29	Corrección de fallas en forrado			-	2	X		
30	Calafateado de techo			-	1	X		
31	Colocación de espuma flex (Regulador térmico)			-	1	X		
32	Transporte a estación 6			6.3	6		X	
33	Preparación de carrocería para fondeo			-	5	X		
34	Fondeo de carrocería			-	5	X		
35	Inspección de fallas en fondeo			-	3		X	
36	Corrección de fallas en fondeo			-	5	X		
37	Transporte a estación 7			5	6		X	
38	Pintado de carrocería			-	5	X		
39	Franjeado de carrocería			-	5	X		
40	Transporte a estación 8			6.2	6		X	

Fig. 20. Cursograma analítico - Bus Urbano - Página 1

Diagrama Num:		H. Núm:		Tipo de carrocería		Tipo		Resumen				
Objetivo: Conocer el flujo de operaciones realizadas para la fabricación de carrocerías.								Actividad		Actual		
								Operación		55		
Área	Proceso	Método		Inspección				4				
Producción	Ensamblaje de carrocería	Actual		Demora				0				
				Transporte				12				
Elaborado por:		Revisado por:		Aprobado por:		Almacenamiento		1				
Andrés Guamán						Ins - Proc.		2				
N°	Descripción			Distanc. (m)	# Pers.	Simbología						Observaciones
41	Control de calidad - Pintura			-	1	X						
42	Corrección de fallas			-	2	X						
43	Forado interior de piso			-	2	X						
44	Transporte a estación 9			7.4	6				X			
45	Forado interior de laterales			-	1	X						
46	Forado interior de posterior			-	2	X						
47	Forado interior de techo			-	2	X						
48	Forado de parantes y largueros			-	1	X						
49	Colocación de fibra de frente - Bajo tablero			-	1	X						
50	Colocación de consola			-	2	X						
51	Instalación de tablero			-	2	X						
52	Instalación de vidrios			-	2	X						
53	Instalación de parabrisas			-	2	X						
54	Forado de estribos			-	1	X						
55	Calafateado inferior de la unidad			-	1	X						
56	Colocación de malla y mascarilla			-	1	X						
57	Colocación de puertas			-	1	X						
58	Instalación eléctrica y neumática			-	4	X						
59	Colocación de asientos			-	2	X						
60	Colocación de pasamanos y tubos de techo			-	8	X						
61	Colocación de ductos de aire en techo			-	4	X						
62	Colocación de cabina			-	1	X						
63	Colocación de tapa máquina			-	1	X						
64	Colocación de acabados generales			-	2	X						
65	Adecuación de tubo de escape			-	1	X						
66	Transporte a estación 10			13.5	1	X						
67	Limpieza de carrocería			-	2	X						
68	Sellado de carrocería			-	2	X						
69	Control de calidad - Acabados			-	1	X						
70	Prueba de ruta			-	4	X	X					
71	Prueba de agua			-	2					X		
72	Transporte a parqueadero			150	1				X			
73	Estacionar bus en parqueadero			-	1	X						
TOTAL				534.6	-	55	4	0	12	1	2	

Fig. 21. Cursograma analítico – Bus Urbano - Página 2

Cursograma analítico – Bus Turismo



Diagrama Num:	03	H. Núm:	01	Tipo de carroc.	Turis. Midi	Resumen		
Objetivo: Conocer el flujo de operaciones realizadas para la fabricación de carrocerías.						Actividad	Actual	
						Operación	55	
Área	Proceso	Método			Inspección	4		
Producción	Ensamblaje de carrocería	Actual			Demora	0		
						Transporte	12	
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:			Almacenamiento	1		
Andrés Guamán					Ins - Proc.	2		
Nº	Descripción	Distanc. (m)	# Pers.	Simbología				Observaciones
				○	□	▷	▽	◻
1	Transporte de chasis a estación 1	156	1				X	
2	Preparación de chasis	-	2	X				
3	Transporte de carrocería a estación 2	-	4				X	
4	Estructuración de plataforma de piso	-	2	X				
5	Estructuración de laterales	-	2	X				
6	Estructuración de techo	-	1	X				
7	Transporte de laterales a estación 2	134	8				X	
8	Montaje y alineación de laterales	-	2	X				
9	Transporte de techo a estación 2	13	6				X	
10	Montaje y alineación de techo	-	2	X				
11	Transporte a estación 3	13	6				X	
12	Estructuración de piso	-	1	X				
13	Estructuración y colocación de cajuelas y guardaf.	-	1	X				
14	Transporte a estación 4	8,2	6				X	
15	Estructuración y forrado de frente	-	2	X				
16	Estructuración y forrado de posterior	-	2	X				
17	Control de calidad - Estructura	-	1				X	
18	Corrección de fallas en estructura	-	2	X				
19	Forrado de techo	-	1	X				
20	Transporte a estación 5	22	6				X	
21	Forrado de laterales	-	4	X				
22	Forrado de cajuelas	-	1	X				
23	Colocación de estribos	-	1	X				
24	Colocación de compuertas	-	2	X				
25	Acople de puertas	-	3	X				
26	Colocación de parantes, largueros, perfilería	-	2	X				
27	Colocación de guardalodos	-	1	X				
28	Control de calidad - Forrado	-	1				X	
29	Corrección de fallas en forrado	-	2	X				
30	Calafateado de techo	-	1	X				
31	Colocación de espuma flex (Regulador térmico)	-	1	X				
32	Transporte a estación 6	6,3	6				X	
33	Preparación de carrocería para fondeo	-	5	X				
34	Fondeo de carrocería	-	5	X				
35	Inspección de fallas en fondeo	-	3				X	
36	Corrección de fallas en fondeo	-	5	X				
37	Transporte a estación 7	5	6				X	
38	Pintado de carrocería	-	5	X				
39	Franjeado de carrocería	-	5	X				
40	Transporte a estación 8	6,2	6				X	

Fig. 22. Cursograma analítico – Bus Turismo - Página 1

Diagrama Num:		H. Núm:		Tipo de carroc.		Turis. Midi		Resumen			
Objetivo: Conocer el flujo de operaciones realizadas para la fabricación de carrocerías.								Actividad		Actual	
Área		Proceso		Método		Inspección		Demora		Transporte	
Producción		Ensamblaje de carrocería		Actual		Almacenamiento		Ins - Proc.			
Elaborado por:		Revisado por:		Aprobado por:							
Andrés Guamán											
N°	Descripción	Distanc. (m)	# Pers.	Simbología						Observaciones	
				○	□	▷	▽	◻	◻		
41	Control de calidad - Pintura	-	1								
42	Corrección de fallas	-	2	X							
43	Forrado interior de piso	-	2	X							
44	Transporte a estación 9	7.4	6						X		
45	Forrado interior de laterales	-	1	X							
46	Forrado interior de posterior	-	2	X							
47	Forrado interior de techo	-	2	X							
48	Forrado de parantes y largueros	-	1	X							
49	Colocación de fibra de frente - Bajo tablero	-	1	X							
50	Colocación de consola	-	2	X							
51	Instalación de tablero	-	2	X							
52	Instalación de vidrios	-	2	X							
53	Instalación de parabrisas	-	2	X							
54	Forrado de estribos	-	1	X							
55	Calafateado inferior de la unidad	-	1	X							
56	Colocación de malla y mascarilla	-	1	X							
57	Colocación de puertas	-	1	X							
58	Instalación eléctrica y neumática	-	4	X							
59	Colocación de asientos	-	2	X							
60	Colocación de canastillas	-	8	X							
61	Colocación de pasamanos de entrada	-	4	X							
62	Colocación de cabina	-	1	X							
63	Colocación de tapa máquina	-	1	X							
64	Colocación de acabados generales	-	2	X							
65	Adecuación de tubo de escape	-	1	X							
66	Transporte a estación 10	13.5	1	X							
67	Limpieza de carrocería	-	2	X							
68	Sellado de carrocería	-	2	X							
69	Control de calidad - Acabados	-	1	X							
70	Prueba de ruta	-	4		X			X			
71	Prueba de agua	-	2							X	
72	Transporte a parqueadero	150	1						X		
73	Estacionar bus en parqueadero	-	1	X							
TOTAL		534.6	-	55	4	0	12	1	2		

Fig. 23. Cursograma analítico – Bus Turismo - Página 2

Cursograma analítico – Bus Escolar



Diagrama Num:	04	H. Núm:	01	Tipo de carroc.	Escolar	Resumen		
Objetivo: Conocer el flujo de operaciones realizadas para la fabricación de carrocerías.						Actividad	Actual	
						Operación	55	
Área	Proceso		Método		Inspección	4		
Producción	Ensamblaje de carrocería		Actual		Demora	0		
						Transporte	12	
Elaborado por:		Revisado por:		Aprobado por:		Almacenamiento	1	
Andrés Guamán						Ins - Proc.	2	
N°	Descripción	Distanc. (m)	# Pers.	Simbología				Observaciones
1	Transporte de chasis a estación 1	156	1				X	
2	Preparación de chasis	-	2	X				
3	Transporte de carrocería a estación 2	-	4				X	
4	Estructuración de plataforma de piso	-	2	X				
5	Estructuración de laterales	-	2	X				
6	Estructuración de techo	-	1	X				
7	Transporte de laterales a estación 2	126	8				X	
8	Montaje y alineación de laterales	-	2	X				
9	Transporte de techo a estación 2	13	6				X	
10	Montaje y alineación de techo	-	2	X				
11	Transporte a estación 3	13	6				X	
12	Estructuración de piso	-	1	X				
13	Estructuración y colocación de cajuelas y guardafangos	-	1	X				
14	Transporte a estación 4	8,2	6				X	
15	Estructuración y forrado de frente	-	2	X				
16	Estructuración y forrado de posterior	-	2	X				
17	Control de calidad - Estructura	-	1				X	
18	Corrección de fallas en estructura	-	2	X				
19	Forrado de techo	-	1	X				
20	Transporte a estación 5	22	6				X	
21	Forrado de laterales	-	4	X				
22	Forrado de cajuelas	-	1	X				
23	Colocación de estribos	-	1	X				
24	Colocación de compuertas	-	2	X				
25	Acople de puertas	-	3	X				
26	Colocación de parantes, largueros, perfilera	-	2	X				
27	Colocación de guardalodos	-	1	X				
28	Control de calidad - Forrado	-	1				X	
29	Corrección de fallas en forrado	-	2	X				
30	Calafateado de techo	-	1	X				
31	Colocación de espuma flex (Regulador térmico)	-	1	X				
32	Transporte a estación 6	6,3	6				X	
33	Preparación de carrocería para fondeo	-	5	X				
34	Fondeo de carrocería	-	5	X				
35	Inspección de fallas en fondeo	-	3				X	
36	Corrección de fallas en fondeo	-	5	X				
37	Transporte a estación 7	5	6				X	
38	Pintado de carrocería	-	5	X				
39	Franjeado de carrocería	-	5	X				
40	Transporte a estación 8	6,2	6				X	

Fig. 24. Cursograma analítico – Bus Escolar - Página 1

Diagrama Num:		H. Núm:		Tipo de carrocería:		Escolar		Resumen					
Objetivo: Conocer el flujo de operaciones realizadas para la fabricación de carrocerías.								Actividad		Actual			
Área		Proceso		Método		Operación		Inspección		4			
Producción		Ensamblaje de carrocería		Actual		Demora		0		Transporte		12	
Elaborado por:		Revisado por:		Aprobado por:		Almacenamiento		1		Ins - Proc.		2	
Andrés Guamán													
N°	Descripción			Distanc. (m)	# Pers.	Simbología						Observaciones	
41	Control de calidad - Pintura			-	1	X							
42	Corrección de fallas			-	2	X							
43	Forrado interior de piso			-	2	X							
44	Transporte a estación 9			7.4	6					X			
45	Forrado interior de laterales			-	1	X							
46	Forrado interior de posterior			-	2	X							
47	Forrado interior de techo			-	2	X							
48	Forrado de parantes y largueros			-	1	X							
49	Colocación de fibra de frente - Bajo tablero			-	1	X							
50	Colocación de consola			-	2	X							
51	Instalación de tablero			-	2	X							
52	Instalación de vidrios			-	2	X							
53	Instalación de parabrisas			-	2	X							
54	Forrado de estribos			-	1	X							
55	Calafateado inferior de la unidad			-	1	X							
56	Colocación de malla y mascarilla			-	1	X							
57	Colocación de puertas			-	1	X							
58	Instalación eléctrica y neumática			-	4	X							
59	Colocación de asientos			-	2	X							
60	Colocación de cortinas de ventana			-	8	X							
61	Colocación de pasamanos de entrada			-	4	X							
62	Colocación de cabina			-	1	X							
63	Colocación de tapa máquina			-	1	X							
64	Colocación de acabados generales			-	2	X							
65	Adecuación de tubo de escape			-	1	X							
66	Transporte a estación 10			13.5	1	X							
67	Limpieza de carrocería			-	2	X							
68	Sellado de carrocería			-	2	X							
69	Control de calidad - Acabados			-	1	X							
70	Prueba de ruta			-	4		X			X			
71	Prueba de agua			-	2						X		
72	Transporte a parqueadero			150	1						X		
73	Estacionar bus en parqueadero			-	1	X							
TOTAL				526.6	-	55	4	0	12	1	2		

Fig. 25. Cursograma analítico - Bus Escolar - Página 2

4.2. Análisis de fallas existentes en el proceso de fabricación de carrocería

4.2.1. Definición de fallas identificadas en el proceso de ensamble

Para la identificación de fallas existentes en el proceso de fabricación de carrocerías, se analiza las 4 áreas de producción, las mismas que son objeto de aplicación del control estadístico. Los puntos del proceso donde se establece el control estadístico son al finalizar: la estructuración, el forrado, el pintado y los acabados de la carrocería en construcción.

Las fallas definidas se basan principalmente en datos históricos obtenidos de registros de control de calidad de la institución, y en las inspecciones de calidad realizadas por el investigador en las distintas áreas, la tabla 9 muestra el compilado de fallos.

Tabla 9 Matriz de definición de fallos en la fabricación de carrocerías - Por áreas

DEFINICIÓN DE FALLAS EN CARROCERÍAS POR ÁREAS		
ÁREA	DEFECTO	ILUSTRACIÓN
Estructuras	Cordón de soldadura desalineado	
	Falta de relleno en juntas	
	Perforaciones en estructura	
	Porosidades	
	Relleno de agujeros	
	Remendado en bases de apoyo	

Tabla 9 Matriz de definición de fallos en la fabricación de carrocerías - Por áreas - Página 2

Estructuras	Salpicadura de sueldas en estructura	
	Soldadura de tapón incompleta	
	Unión sin soldar	
	Desalineación de partes	
	Oxidado - Corroído	
Forrado	Falta de parche en fibras	
	Cordones y puntos de soldadura sin pulir	
	Mal parchado de fibra	
	Ondulación en planchas	

Tabla 9 Matriz de definición de fallos en la fabricación de carrocerías - Por áreas - Página 3



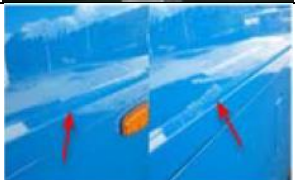




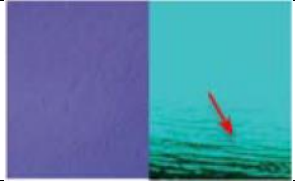

Forrado	Despegado de forros (Fibras y planchas)	
	Desalineación de fibras por mal acople	
Pintura	Burbujas de aire	
	Arrugado / Pliegue	
	Bajo poder cubriente	
	Chorreado	
	Diferencia de tono	
	Huella de lijado	
	Rechupado	

Tabla 9 Matriz de definición de fallos en la fabricación de carrocerías - Por áreas – Página 4



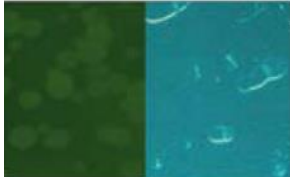


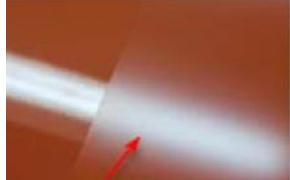


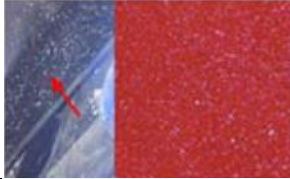

Pintura	Impurezas / Inclusión de partículas	
	Mala preparación de superficie	
	Manchas de agua	
	Marca de herramientas	
	Pérdida de adherencia	
	Pérdida de brillo	
	Piel de naranja	
	Porosidades en pintura	
	Pulverizado/Humeado	
	Sangrado	

Tabla 9 Matriz de definición de fallos en la fabricación de carrocerías - Por áreas - Página 5









Pintura	Cráteres	
	Cuarteado de pintura	
Acabados	Despegado de tapiz	
	Burbujas en sellado	
	Despostillado, Raspado	
	Juego entre superficies	
	Desalineación de elementos y fibras	
	Mal empacado	
	Rayones	

Tabla 9 Matriz de definición de fallos en la fabricación de carrocerías - Por áreas - Página 6

Acabados	Trisado de vidrios	
	Ausencia de sellante	
	Suciedad/Impurezas	
	Arrugado en tapiz	
	Burbujas en stickers	
	Mal funcionamiento de partes mecánicas (puertas, chapas, etc.)	
	Mal funcionamiento de partes neumáticas	
	Mal funcionamiento de partes eléctricas	

- **Criterios para inspección de soldadura**

Uno de los posibles defectos que también tiene lugar en el proceso de ensamble y que tiene un tratamiento particular al tratarse de dimensiones se centra en los cordones de soldadura para controlar este aspecto se toma en cuenta las siguientes dimensiones de acuerdo a su localización y el tipo de carrocería teniendo en cuenta también que para todos los casos se permite una holgura de 10mm para la longitud de cordón y 1mm para su amplitud esto se puede apreciar en los planos de la carrocería (Ver anexo 15). Las localizaciones a inspeccionarse son las uniones de las diferentes estructuras al chasis, ya que dichas uniones son consideradas como puntos críticos de acuerdo a lo manifestado por el jefe de producción de la empresa. La tabla 10 muestra las dimensiones y tolerancia que debe tener un cordón de soldadura de acuerdo al lugar donde se encuentra.

Tabla 10 Dimensiones de cordones de soldadura

DIMENSIONES DE SOLDADURA POR TIPO DE CARROCERÍA		
TIPO DE CARROCERÍA	CARACTERÍSTICAS DE CORDÓN DE SOLDADURA	LOCALIZACIÓN DE CORDÓN EN CARROCERÍA
BUS INTERPROVINCIAL	Largo: 80 mm Ancho: 8 mm	Unión techo – lateral
	Largo:60 mm Ancho: 7 mm	Posterior unión con techo y lateral
	Largo:60 mm Ancho: 7 mm	Frente unión con techo y lateral
BUS URBANO	Largo: 80 mm Ancho: 8 mm	Unión techo – lateral
	Largo: 60 mm Ancho: 7 mm	Posterior unión con techo y lateral
	Largo: 60 mm Ancho: 7 mm	Frente unión con techo y lateral
BUS TURISMO MIDI	Largo: 70 mm Ancho: 7 mm	Unión techo – lateral
	Largo: 60 mm Ancho: 7 mm	Posterior unión con techo y lateral
	Largo: 60 mm Ancho: 7 mm	Frente unión con techo y lateral
BUS ESCOLAR	Largo: 70 mm Ancho: 7 mm	Unión techo – lateral
	Largo:60 mm Ancho: 7 mm	Posterior unión con techo y lateral
	Largo: 60 mm Ancho: 7 mm	Frente unión con techo y lateral

- **Criterios para evaluación de pintura**

Para evaluar la correcta profundidad de la capa de pintura en carrocerías se utiliza un instrumento medidor de espesor de pintura, el mismo realiza la medición en micras y los valores en que debe oscilar la capa de pintura para aceptarla son entre **80 y 150 micras**, valores establecidos por la institución para fines de control de calidad y reajustados en base a estudios de CESVIMAP que es un centro de experimentación y seguridad vial, dichos valores están establecidos en el folleto “Introducción al proceso de pintado de vehículos” [40].

4.2.2. Criterios de ponderación para análisis de fallas

La detección de defectos durante las inspecciones de calidad son un factor determinante para el estudio, por ello es sumamente importante asimilar que un defecto no tiene la misma trascendencia si se encuentra en un lugar u otro de la carrocería, para facilitar este análisis se realizó la zonificación de la carrocería y se instauraron grados de ponderación para cada defecto.

- **Zonificación de carrocería**

En este punto de la investigación se divide a la carrocería en tres zonas (Como muestran las tablas 11, 12, 13, 14), las que permiten delimitar áreas de inspección para la posterior ponderación de fallos, estas zonas ayudan a evitar que un defecto localizado en un lugar sumamente visible de la carrocería tenga la misma ponderación que uno encontrado en un rincón poco apreciable, evitando de esta manera el levantamiento de acciones correctivas innecesarias en el proceso de control de calidad. La manera en cómo se delimitan las zonas de la carrocería se encuentran definidas en la metodología (ver tabla 6).

Tabla 11 Zonificación Estructuras

Zonas de carrocería - Estructuras		
Zona A	Zona B	Zona C
Unión lateral - techo	Arraste	Estructura de tapa máquina
Unión frente - laterales	Estructura de techo	Estructura de cajuelas
Unión Posterior - Laterales	Biseles	Estructura de mesa posterior
Estructura Lateral	Bóvedas	Estructura de mascarilla
Estructura de frente	Estructura de compuertas	
Estructura posterior	Estructura de puertas	
Anclajes		
Estructura de piso		
Plataforma de piso		

Tabla 12 Zonificación Forrado

Zonas de carrocería - Forrado		
Zona A	Zona B	Zona C
Forro Lateral superior	Forro de compuertas	Forrado de techo
Forra lateral inferior	Forro de cajuelas	Fibra de alerones
Fibra posterior	Fibra de mascarilla	Forrado de bóvedas
Fibra frontal	Fibra compuerta trasera	Faldón
	Guardafangos	

Tabla 13 Zonificación Pintura

Zonas de carrocería - Pintura		
Zona A	Zona B	Zona C
Pintura de lateral superior	Pintura de bandejas de puertas	Pintura de partes y piezas
Pintura de lateral inferior	Pintura de entradas	Pintura de techo
Pintura de compuerta	Pintura de puertas	
Pintura de frente	Pintura de cabina	
Pintura de posterior	Retorvisor	
Pintura de mascarilla	Guardafangos	
	Tablero	
	Mecanismo de pantográfico	

Tabla 14 Zonificación Acabados

Zonas de carrocería - Acabados		
Zona A	Zona B	Zona C
Tablero	Stickers exteriores	Canastilla interior
Marco de ventana exterior	Stickers interiores	Sellados interiores
Marco de ventana interior	Cajuelas	
Parabrisas frontal	Mascarilla	
Parabrisas posterior	Espejos interiores	
Cabina	Pasamanos	
Consola	Ductos de aire (cajones)	
Canastilla exterior		
Asientos		
Forro de piso interior		
Forro de laterales interiores		
Forro de posterior interior		
Parantes		
Largueros		
Puertas		
Vidrios		
Elementos eléctricos		
Elementos neumáticos		
Retrovisor		

En las tablas de zonificación se definen que partes de la carrocería se considera como zona A, zona B y Zona C de acuerdo al área de inspección, ya que para cada área se consideran distintos parámetros de evaluación

Grado de ponderación de fallos. Cada fallo puede tener un valor de ponderación de 1, 5 o 50 los criterios para evaluar los defectos se encuentran en la tabla 5 definida en la metodología del proyecto de investigación.

4.2.3. Matriz de ponderación de defectos por áreas

Para establecer la ponderación de un defecto el investigador construye matrices multicriterio para cada área de producción (ver tablas 15,16,17, y 18). Los criterios de esta matriz están constituidos de acuerdo a como se definió en la metodología (ver tabla 7).

Es importante recalcar que los parámetros establecidos para la ponderación del defecto especialmente para el tamaño, están basados en el procedimiento de calidad anterior manejado por la empresa, que si bien es cierto no define tan minuciosamente la ponderación de defectos; pero contiene indicios de ponderación que fueron útiles para la investigación. Por otra parte el dimensionamiento de cada defecto para determinarlo “pequeño”, “mediano” o “grande” son únicamente valores referenciales que guían al inspector para poder ponderar un defecto.

Tabla 15 Matriz de ponderación de defectos - Estructuras


		MATRIZ DE PONDERACIÓN DE DEFECTOS EN ESTRUCTURAS					
NOMENCLATURA UTILIZADA:				n=cantidad s=superficie d=diámetro l= longitud ac=área contaminada	PONDERACIÓN		
No	FALLA/UBICACIÓN	Tamaño	Descripción	Cantidad	Zona A	Zona B	Zona C
1	Cordón de soldadura desalineado	-	-	$n \leq 3$ en una misma zona	1	-	-
		-	-	$3 < n < 6$	5	1	-
		-	-	$n \geq 6$ en una misma zona	5	5	1
2	Falta de relleno en juntas	$d \leq 5\text{mm}$	Pequeña	1 pequeña	1	-	-
		$5\text{mm} < d < 10\text{mm}$	Mediana	Varias pequeñas o 1 mediana	5	1	-
		$d \geq 10\text{mm}$	Grande	Varias medianas - 1 o más grandes	5	5	1
3	Perforaciones en estructura	$d < 5\text{mm}$	Pequeña	1 pequeña	1	-	-
		$5\text{mm} \leq d < 10\text{mm}$	Mediana	Varias pequeñas o 1 mediana	5	1	-
		$d \geq 10\text{mm}$	Grande	Varias medianas - 1 o más grandes	5	5	1
4	Porosidades	$d < 2\text{mm}$ por cm de sold	Pequeña	1 pequeña	1	-	-
		$2\text{mm} \leq d < 5\text{mm}$ por cm de sold	Mediana	Varias pequeñas o 1 mediana	5	1	-
		$d \geq 6\text{mm}$ por cm de sold	Grande	Varias medianas - 1 o más grandes	5	5	5
5	Relleno de agujeros	$d < 5\text{mm}$	Pequeño	1 pequeño	1	-	-
		$5\text{mm} \leq d < 10\text{mm}$	Mediano	Varios pequeños o 1 mediano	5	1	-
		$d \geq 10\text{mm}$	Grande	Varios medianos - 1 o más grandes	5	5	5
6	Remendado en bases de apoyo	-	-	1 Remiendo encontrado	5	-	-
		-	-	Entre 2 y 4 remiendos encontrados	50	-	-
		-	-	5 o más remiendos encontrados	50	-	-
7	Salpicadura de soldas en estructura	$ac < 5\text{cm}^2$	Pequeño	1 pequeño	1	-	-
		$5\text{cm}^2 \leq ac < 10\text{cm}^2$	Mediano	Varios pequeños o 1 mediano	5	1	-
		$ac \geq 10\text{cm}^2$	Grande	Varios medianos - 1 o más grandes	5	5	1
8	Soldadura de tapón incompleta	$d < 2\text{mm}$ por cm de sold	Menor	1 pequeño	1	1	-
		$2\text{mm} \leq d < 5\text{mm}$ por cm de sold	Mediana	Varios pequeños o 1 mediano	5	5	1
		$d \geq 6\text{mm}$ por cm de sold	Alta	Varios medianos - 1 o más grandes	5	5	5
9	Unión sin soldar	-	-	1 Unión sin soldar en la zona	1	1	-
		-	-	entre 2 y 4 uniones sin soldar en la zona	5	5	1
		-	-	5 o más uniones sin soldar en la zona	5	5	5
10	Oxidado – Corroído	-	Leve	-	1	1	-
		-	Mediano	-	5	5	1
		-	Alto	-	5	5	5
11	Desalineación de partes	-	-	1 elemento desalineado	-	1	-
		-	-	2 Elementos desalineadas	-	-	-
		-	-	3 o más elementos desalineados	-	5	-
12	Deformado de elementos	-	-	1 Elemento deformado	1	1	-
		-	-	2 Elementos deformados	1	1	1
		-	-	3 o más elementos deformados	5	5	1

Tabla 16 Matriz de ponderación de defectos - Forrado


		MATRIZ DE PONDERACIÓN DE DEFECTOS EN FORRADO					
NOMENCLATURA UTILIZADA:				n=cantidad s=superficie d=diámetro l= longitud ac=área contaminada	PONDERACIÓN		
No	FALLA/UBICACIÓN	Tamaño	Descripción	Cantidad	Zona A	Zona B	Zona C
1	Ampollas en fibra	$d < 2\text{mm}$	Pequeña	1 pequeña	1		-
		$2\text{mm} \leq d < 5\text{mm}$	Mediana	Varias pequeñas o 1 mediana	5	1	1
		$d \geq 6\text{mm}$	Grande	Varias medianas - 1 o más grandes		5	5
2	Falta de parche en fibras	$l < 3\text{cm}$	Pequeña	1 segmento pequeño sin parchar	1		
		$3\text{cm} \leq l < 8\text{cm}$	Mediana	Varios segmentos pequeños o 1 mediano	5	1	1
		$l \geq 8\text{cm}$	Grande	Varios segmentos medianos o 1 o más grandes		5	
3	Cordones y puntos de soldadura sin pulir	-	-	De 1 a 3 en la misma zona	1	1	-
		-	-	De 3 a 5 en la misma zona			-
		-	-	Número mayor a 5 en la misma zona	5	5	1
4	Mal parchado de fibra	-	-	1 anomalía en la misma zona	1	1	-
		-	-	De 2 o 3 anomalías en la misma zona			-
		-	-	Más de 3 anomalías en la misma zona	5		1
5	Ondulación en planchas	-	-	1 Ondulación en la misma zona	1	1	-
		-	-	2 o 3 ondulaciones en la misma zona			-
		-	-	Más de 3 ondulaciones en la misma zona	5	5	1
6	Trizado de fibra	$s \leq 4\text{cm}^2$	Pequeño	1 pequeño	1	-	-
		$4\text{cm}^2 < s < 6\text{cm}^2$	Mediano	Varios pequeños o 1 mediano		1	-
		$s \geq 6\text{cm}^2$	Grande	Varios medianos - 1 o más grandes	5	5	1
7	Despegado de forros (Fibras y planchas)	-	-	1 anomalía en la misma zona	1	1	-
		-	-	De 2 o 3 anomalías en la misma zona			-
		-	-	Más de 3 anomalías en la misma zona	5		1
8	Desalineación de fibras por mal acople	-	-	1 anomalía en la misma zona	5	1	1
		-	-	De 2 o 3 anomalías en la misma zona			
		-	-	Más de 3 anomalías en la misma zona	5	5	

Tabla 17 Matriz de ponderación de defectos - Pintura – Página 1

NOMENCLATURA UTILIZADA:					PONDERACIÓN			
No	FALLA/UBICACIÓN	Tamaño	Descripción	Cantidad	Zona A	Zona B	Zona C	
1	Burbujas de aire	$d < 2\text{mm}$	Pequeña	1 pequeña	1	-	-	
		$2\text{mm} \leq d < \text{mm}$	Mediana	Varias pequeñas o 1 mediana		-	-	
		$d \geq 6\text{mm}$	Grande	Varias medianas - 1 o más grandes		5	1	-
2	Arrugado / Pliegue	$s \leq 4\text{cm}^2$	Pequeño	1 pequeño	1	-	-	
		$2\text{cm}^2 < s < 6\text{cm}^2$	Mediano	Varios pequeños o 1 mediano		-	-	
		$s \geq 6\text{cm}^2$	Grande	Varios medianos - 1 o más grandes		5	1	-
3	Bajo poder cubriente	$s \leq 7\text{cm}^2$	Pequeño	1 pequeño	1	-	-	
		$7\text{cm}^2 < s < 9\text{cm}^2$	Mediano	Varios pequeños o 1 mediano		5	1	-
		$s \geq 9\text{cm}^2$	Grande	Varios medianos - 1 o más grandes			5	1
4	Chorreado	$s \leq 7\text{cm}^2$	Pequeño	1 pequeño	1	-	-	
		$7\text{cm}^2 < s < 9\text{cm}^2$	Mediano	Varios pequeños o 1 mediano		-	-	
		$s \geq 9\text{cm}^2$	Grande	Varios medianos - 1 o más grandes		5	1	-
5	Diferencia de tono	$s \leq 1 \text{ cm}^2$	Pequeña	1 pequeña	1	-	-	
		$1\text{cm}^2 < s < 9 \text{ cm}^2$	Mediana	Varias pequeñas o 1 mediana		1	-	
		$s \geq 9\text{cm}^2$	Grande	Varias medianas - 1 o más grandes		5	5	1
6	Huella de lijado	$s \leq 7\text{cm}^2$	Pequeña	1 pequeña	1	-	-	
		$7\text{cm}^2 < s < 9\text{cm}^2$	Mediana	Varias pequeñas o 1 mediana		5	1	-
		$s \geq 9\text{cm}^2$	Grande	Varias medianas - 1 o más grandes			5	1
7	Rechupado	$s \leq 7\text{cm}^2$	Pequeña	1 pequeña	1	-	-	
		$7\text{cm}^2 < s < 9\text{cm}^2$	Mediana	Varias pequeñas o 1 mediana		5	1	-
		$s \geq 9\text{cm}^2$	Grande	Varias medianas - 1 o más grandes			5	1
8	Impurezas / Inclusión de partículas	$sc \leq 3\text{cm}^2$	Pequeña	1 pequeña	1	-	-	
		$3\text{cm}^2 < sc < 5\text{cm}^2$	Mediana	Varias pequeñas o 1 mediana		1	1	-
		$sc \geq 5\text{cm}^2$	Grande	Varias medianas - 1 o más grandes			5	1
9	Superficie no preparada	$s \leq 3\text{cm}^2$	Pequeña	1 pequeña	1	-	-	
		$3\text{cm}^2 < s < 5\text{cm}^2$	Mediana	Varias pequeñas o 1 mediana		1	1	-
		$s \geq 5\text{cm}^2$	Grande	Varias medianas - 1 o más grandes			5	1

Tabla 17 Matriz de ponderación de defectos – Pintura - Página 2

 MATRIZ DE PONDERACIÓN DE DEFECTOS EN PINTURA							
No	FALLA/UBICACIÓN	Tamaño	Descripción	Cantidad	Zona A	Zona B	Zona C
10	Manchas de agua	$s \leq 3\text{cm}^2$	Pequeña	1 pequeña	1	-	-
		$3\text{cm}^2 < s < 9\text{cm}^2$	Mediana	Varias pequeñas o 1 mediana		1	-
		$s \geq 9\text{cm}^2$	Grande	Varias medianas - 1 o más grandes		5	1
11	Marca de herramientas	$s \leq 6\text{cm}^2$	Pequeña	1 pequeña	1	-	-
		$6\text{cm}^2 < s < 16\text{cm}^2$	Mediana	Varias pequeñas o 1 mediana		1	-
		$s \geq 16\text{cm}^2$	Grande	Varias medianas - 1 o más grandes		5	1
12	Pérdida de adherencia	$s \leq 4\text{cm}^2$	Pequeña	1 pequeña	1	-	-
		$4\text{cm}^2 < s < 16\text{cm}^2$	Mediana	Varias pequeñas o 1 mediana		1	-
		$s \geq 16\text{cm}^2$	Grande	Varias medianas - 1 o más grandes		5	1
13	Pérdida de brillo	$s \leq 25\text{cm}^2$	Pequeña	1 pequeña	1	1	-
		$25\text{cm}^2 < s < 50\text{cm}^2$	Mediana	Varias pequeñas o 1 mediana		5	1
		$s \geq 50\text{cm}^2$	Grande	Varias medianas - 1 o más grandes		5	1
14	Piel de naranja	$s \leq 25\text{cm}^2$	Pequeña	1 pequeña	1	1	-
		$25\text{cm}^2 < s < 50\text{cm}^2$	Mediana	Varias pequeñas o 1 mediana		5	1
		$s \geq 50\text{cm}^2$	Grande	Varias medianas - 1 o más grandes		5	1
15	Porosidades en pintura	$s \leq 5\text{cm}^2$	Pequeña	1 pequeña	1	-	-
		$5\text{cm}^2 < s < 9\text{cm}^2$	Mediana	Varias pequeñas o 1 mediana		1	-
		$s \geq 9\text{cm}^2$	Grande	Varias medianas - 1 o más grandes		5	1
16	Pulverizado/Humeado	$s \leq 16\text{cm}^2$	Pequeño	1 pequeño	1	-	-
		$16\text{cm}^2 < s < 25\text{cm}^2$	Mediano	Varias pequeños o 1 mediano		1	-
		$s \geq 25\text{cm}^2$	Grande	Varias medianos - 1 o más grandes		5	1
17	Sangrado	$s \leq 25\text{cm}^2$	Pequeño	1 pequeño	1	-	-
		$25\text{cm}^2 < s < 50\text{cm}^2$	Mediano	Varias pequeños o 1 mediano		1	-
		$s \geq 50\text{cm}^2$	Grande	Varias medianos - 1 o más grandes		5	1
18	Cráteres	$d < 2\text{mm}$	Pequeño	1 pequeño	1	-	-
		$2\text{mm} \leq d < 6\text{mm}$	Mediano	Varias pequeños o 1 mediano		5	1
		$d \geq 6\text{mm}$	Grande	Varias medianos - 1 o más grandes		5	1
19	Cuarteado de pintura	$s \leq 16\text{cm}^2$	Pequeño	1 pequeño	1	-	-
		$16\text{cm}^2 < s < 36\text{cm}^2$	Mediano	Varias pequeños o 1 mediano		1	-
		$s \geq 36\text{cm}^2$	Grande	Varias medianos - 1 o más grandes		5	1
20	Raspones - Rayones	$l \leq 3\text{cm}$	Pequeño	1 pequeño	1	-	-
		$3\text{cm} < l < 6\text{cm}$	Mediano	Varias pequeños o 1 mediano		1	-
		$l \geq 6\text{cm}$	Grande	Varias medianos - 1 o más grandes		5	1


Tabla 18 Matriz de ponderación de defectos - Acabados - Página 1



MATRIZ DE PONDERACIÓN DE DEFECTOS EN ACABADOS

NOMENCLATURA UTILIZADA:				n=cantidad s=superficie d=diámetro l= longitud	PONDERACIÓN		
No	FALLA/UBICACIÓN	Tamaño	Descripción	Cantidad	Zona A	Zona B	Zona C
1	Burbujas en sellado	$d < 4\text{mm}$	Pequeña	1 pequeña	-	-	-
		$4\text{mm} \leq d < 8\text{mm}$	Mediana	Varias pequeñas o 1 mediana	1	-	-
		$d \geq 8\text{mm}$	Grande	Varias medianas - 1 o más grandes	5	1	-
2	Despegado	$s \leq 2\text{cm}^2$	Pequeño	1 pequeño	1	-	-
		$8\text{cm}^2 < s < 8\text{cm}^2$	Mediano	Varios pequeños o 1 mediano		-	-
		$s \geq 8\text{cm}^2$	Grande	Varios medianos - 1 o más grandes		1	1
3	Despostillado, Raspado	$s \leq 2\text{cm}^2$	Pequeño	1 pequeña	1	-	-
		$2\text{cm}^2 < s < 8\text{cm}^2$	Mediano	Varias pequeñas o 1 mediana	5	1	-
		$s \geq 8\text{cm}^2$	Grande	Varias medianas - 1 o más grandes	5	5	1
4	Juego entre superficies	-	-	1 anomalía en la zona	1	-	-
		-	-	de 2 a 4 anomalías en la misma zona		-	-
		-	-	Más de 4 anomalías en la misma zona		5	1
5	Desalineación de elementos y fibras	-	-	1 elemento desalineado	1	-	-
		-	-	2 elementos desalineados	5	1	-
		-	-	3 o más elementos desalineados			-
6	Mal empacado	-	-	1 anomalía en la zona	1	-	-
		-	-	de 2 a 4 anomalías en la misma zona		-	-
		-	-	Más de 4 anomalías en la misma zona		5	1
7	Rayones	$s \leq 2\text{cm}^2$	Pequeño	1 pequeño	1	-	-
		$8\text{cm}^2 < s < 8\text{cm}^2$	Mediano	Varios pequeños o 1 mediano	5	1	-
		$s \geq 8\text{cm}^2$	Grande	Varios medianos - 1 o más grandes			5

Tabla 18 Matriz de ponderación de defectos – Acabados – Página 2

		MATRIZ DE PONDERACIÓN DE DEFECTOS EN ACABADOS					
No	FALLA/UBICACIÓN	Tamaño	Descripción	Cantidad	Zona A	Zona B	Zona C
8	Trisado de vidrios	$s \leq 2\text{cm}^2$	Pequeño	1 pequeño	5		
		$2\text{cm}^2 < s < 8\text{cm}^2$	Mediano	Varios pequeños o 1 mediano			
		$s \geq 8\text{cm}^2$	Grande	Varios medianos - 1 o más grandes			
9	Ausencia de sellante	$l \leq 1\text{cm}$	Pequeño	1 pequeño	1	1	-
		$1\text{cm} < l < 3\text{cm}$	Mediano	Varios pequeños o 1 mediano	5		-
		$l \geq 3\text{cm}$	Grande	Varios medianos - 1 o más grandes			-
10	Suciedad/Impurezas	$s \leq 20\text{cm}^2$	Pequeña	-	1	1	1
		$20\text{cm}^2 < s < 25\text{cm}^2$	Mediana	-			
		$s \geq 25\text{cm}^2$	Grande	-	5	5	
11	Arrugado en tapiz	$s \leq 2\text{cm}^2$	Pequeño	1 pequeño	1	1	-
		$8\text{cm}^2 < s < 8\text{cm}^2$	Mediano	Varios pequeños o 1 mediano			-
		$s \geq 8\text{cm}^2$	Grande	Varios medianos - 1 o más grandes	5	5	1
12	Burbujas en stickers	$d < 2\text{mm}$	Pequeña	1 pequeña en el mismo sticker	1	-	-
		$2\text{mm} \leq d < \text{mm}$	Mediana	Varias pequeñas o 1 mediana en el mismo sticker		1	-
		$d \geq 6\text{mm}$	Grande	Varias medianas - 1 o más grandes en el mismo sticker	5		-
13	Mal funcionamiento de partes mecánicas (puertas, chapas, etc.)	-	-	-	5		
		-	-	-			
		-	-	-			
14	Mal funcionamiento de partes neumáticas	-	-	-	5		
		-	-	-			
		-	-	-			
15	Mal funcionamiento de partes eléctricas	-	-	-	5		
		-	-	-			
		-	-	-			

4.3. Recolección de datos

4.3.1. Hojas de verificación para defectos cualitativos por áreas

Habiendo determinado las fallas existentes en el proceso de ensamble de carrocerías se elaboran hojas de verificación por cada área con el fin de registrar la frecuencia de aparición de las fallas durante las inspecciones sobre la muestra en estudio. Los resultados de las inspecciones se evidencian los anexos 3, 4, 5, 6 y el formato utilizado para la hoja de verificación se evidencia en la figura 10 localizada en la metodología.

- Tabla resumen de muestra obtenida

Se elaboran tres tablas resumen con los datos recolectados de las inspecciones y llenado de hojas de verificación, estas tablas están clasificadas en base al grado de ponderación de los defectos. En ellas se registra la frecuencia de aparición de un fallo en la muestra de 10 carrocerías.

Tabla 19 Cuadro de datos recolectados - Defectos Grado 1

Cuadro de resultados de datos recolectados Defectos Grado 1		
Área	Defecto	Frecuencia
Estructuras	Cordón de soldadura desalineado	12
	Falta de relleno en juntas	2
	Perforaciones en estructura	1
	Porosidades	19
	Relleno de agujeros	0
	Remendado en bases de apoyo	0
	Salpicadura de sueldas en estructura	2
	Soldadura de tapón incompleta	0
	Unión sin soldar	0
	Oxidado - Corroído	0
	Desalineación de partes	10
	Deformado de elementos	0
	Forrado	Ampollas en fibra
Falta de parche en fibras		0
Cordones y puntos de soldadura sin pulir		6
Mal parchado de fibra		2
Ondulación en planchas		10
Trizado de fibra		2
Despegado de forros (Fibras y planchas)		0
Desalineación de fibras por mal acople		1

Tabla 19 Cuadro de datos recolectados - Defectos Grado 1 – continuación

Cuadro de resultados de datos recolectados Defectos Grado 1		
Área	Defecto	Frecuencia
Pintura	Burbujas de aire	0
	Arrugado / Pliegue	2
	Bajo poder cubriente	4
	Chorreado	9
	Diferencia de tono	0
	Huella de lijado	0
	Rechupado	0
	impurezas/Inclusión de partículas	17
	Superficie no preparada	0
	Manchas de agua	0
	Marca de herramientas	1
	Pérdida de adherencia	0
	Pérdida de brillo	0
	Piel de naranja	4
	Porosidades en pintura	1
	Pulverizado/humeado	4
	Sangrado	0
	Cráteres	3
	Cuardeado de pintura	4
	Raspones - Rayones	3
Acabados	Burbujas en sellado	30
	Despegado	0
	Despostillado/Raspado	18
	Juego entre superficies	0
	Desalineación de elementos y fibras	13
	Mal empacado	0
	Rayones	14
	Trizado de vidrio	0
	Ausencia de sellante	0
	Suciedad/Impurezas	0
	Arrugado de tapiz	5
	Burbujas en stickers	12
	Mal funcionamiento de partes mecánicas	0
	Mal funcionamiento de partes neumáticas	0
	Mal Funcionamiento de partes eléctricas	0

Tabla 20 Cuadro de datos recolectados - Defectos Grado 2

Cuadro de resultados de datos recolectados Defectos Grado 2		
Área	Defecto	Frecuencia
Estructuras	Cordón de soldadura desalineado	2
	Falta de relleno en juntas	0
	Perforaciones en estructura	1
	Porosidades	12
	Relleno de agujeros	0
	Remendado en bases de apoyo	0
	Salpicadura de soldas en estructura	0
	Soldadura de tapón incompleta	0
	Unión sin soldar	1
	Oxidado - Corroído	0
	Desalineación de partes	0
	Deformado de elementos	0
	Forrado	Ampollas en fibra
Falta de parche en fibras		0
Cordones y puntos de soldadura sin pulir		0
Mal parchado de fibra		0
Ondulación en planchas		14
Trizado de fibra		0
Despegado de forros (Fibras y planchas)		0
Desalineación de fibras por mal acople		0
Pintura	Burbujas de aire	0
	Arrugado / Pliegue	0
	Bajo poder cubriente	0
	Chorreado	0
	Diferencia de tono Huella de lijado	0
	Huella de lijado	0
	Rechupado	0
	impurezas/Inclusión de partículas	0
	Superficie no preparada	0
	Manchas de agua	0
	Marca de herramientas	0
	Pérdida de adherencia	0
	Pérdida de brillo	0
	Piel de naranja	0
	Porosidades en pintura	0
	Pulverizado/humeadado	1
	Sangrado	0
	Cráteres	0
	Cuardeado de pintura	0

Tabla 20 Cuadro de datos recolectados - Defectos Grado 2 – continuación

Cuadro de resultados de datos recolectados Defectos Grado 2		
Área	Defecto	Frecuencia
Acabados	Burbujas en sellado	0
	Despegado	1
	Despostillado/Raspado	1
	Juego entre superficies	0
	Desalineación de elementos y fibras	0
	Mal empacado	0
	Rayones	2
	Trizado de vidrio	0
	Ausencia de sellante	2
	Suciedad/Impurezas	0
	Arrugado de tapiz	0
	Burbujas en stickers	0
	Mal funcionamiento de partes mecánicas	0
	Mal funcionamiento de partes neumáticas	0
	Mal Funcionamiento de partes eléctricas	1

Tabla 21 Cuadro de resultados - Defectos grado 3

Cuadro de resultados de datos recolectados Defectos Grado 3		
Área	Defecto	Frecuencia
Estructuras	Cordón de soldadura desalineado	0
	Falta de relleno en juntas	0
	Perforaciones en estructura	0
	Porosidades	0
	Relleno de agujeros	0
	Remendado en bases de apoyo	0
	Salpicadura de soldas en estructura	0
	Soldadura de tapón incompleta	0
	Unión sin soldar	0
	Oxidado - Corroído	0
	Deformado de elementos	0
Forrado	Ampollas en fibra	0
	Falta de parche en fibras	0
	Cordones y puntos de soldadura sin pulir	0
	Mal parchado de fibra	0
	Ondulación en planchas	0
	Trizado de fibra	0
	Despegado de forros (Fibras y planchas)	0
	Desalineación de fibras por mal acople	0

Tabla 21 Cuadro de datos recolectados - Defectos Grado 3 – continuación

Cuadro de resultados de datos recolectados Defectos Grado 3		
Área	Defecto	Frecuencia
Pintura	Burbujas de aire	0
	Arrugado / Pliegue	0
	Bajo poder cubriente	0
	Chorreado	0
	Diferencia de tono Huella de lijado	0
	Huella de lijado	0
	Rechupado	0
	impurezas/Inclusión de partículas	0
	Superficie no preparada	0
	Manchas de agua	0
	Marca de herramientas	0
	Pérdida de adherencia	0
	Pérdida de brillo	0
	Piel de naranja	0
	Porosidades en pintura	0
	Pulverizado/humeado	0
	Sangrado	0
	Cráteres	0
	Cuardeado de pintura	0
	Raspones - Rayones	0
Acabados	Burbujas en sellado	0
	Despegado	0
	Despostillado/Raspado	0
	Juego entre superficies	0
	Desalineación de elementos y fibras	0
	Mal empacado	0
	Rayones	0
	Trizado de vidrio	0
	Ausencia de sellante	0
	Suciedad/Impurezas	0
	Arrugado de tapiz	0
	Burbujas en stickers	0
	Mal funcionamiento de partes mecánicas	0
	Mal funcionamiento de partes neumáticas	0
	Mal Funcionamiento de partes eléctricas	0

Se aprecia que en las inspecciones realizadas no se detectaron defectos que tengan un grado de ponderación 3, es decir que pese a existir fallos en el proceso de ensamble ninguno de los existentes determina riesgos para la empresa ni para el cliente, como se define en la tabla 5 de ponderación.

4.3.2. Hojas de verificación para variables cuantitativas

En el análisis de fallos previo se registraron dos aspectos cuantitativos críticos, que son objeto de evaluación con el fin de corroborar si su realización es la apropiada en las condiciones actuales, estos aspectos son:

- Las dimensiones longitud y amplitud de los cordones de soldadura en áreas críticas de la carrocería (ver tabla 9.)
- El espesor de capa de pintura, con una inspección al 100% en todos los cuadrantes de la carrocería debido a la criticidad del aspecto.

Se elaboran las hojas de verificación en las que se recolectaron los valores obtenidos en las inspecciones (ver anexos 7, 8), para posteriormente procesar dichos datos y entregar cartas de control donde se aprecia la estabilidad de estas actividades. Los formatos de dichas hojas de verificación se aprecian en la metodología en las figuras 11, 12.

4.4. Procesamiento de datos recolectados.

Se procede a la aplicación de técnicas estadísticas de calidad que nos permita definir los defectos más frecuentes en cada área de producción, para ello se aplica en primera instancia un diagrama de Pareto, de esta manera se definen los pocos vitales.

El análisis de los pocos vitales se lo realiza por grado de ponderación, es decir que se realiza un análisis para defectos de grado 1 y uno para defectos de grado 2. Durante las inspecciones no se han registrado defectos de grado 3, por lo que no se realiza el análisis a estos aspectos.

4.4.1. Diagramas de Pareto

Se determinan los pocos vitales mediante la aplicación de diagramas de Pareto por área. Adicionalmente se realiza una interpretación y discusión de resultados obtenidos para encaminar el análisis estadístico por el sentido correcto, de esta forma se conocen los defectos con mayor frecuencia de aparición lo que implícitamente indica que son los más influyentes en la calidad del producto final entregado por cada área, hasta la carrocería terminada entregada al cliente.

- Diagrama de Pareto para defectos de Grado 1

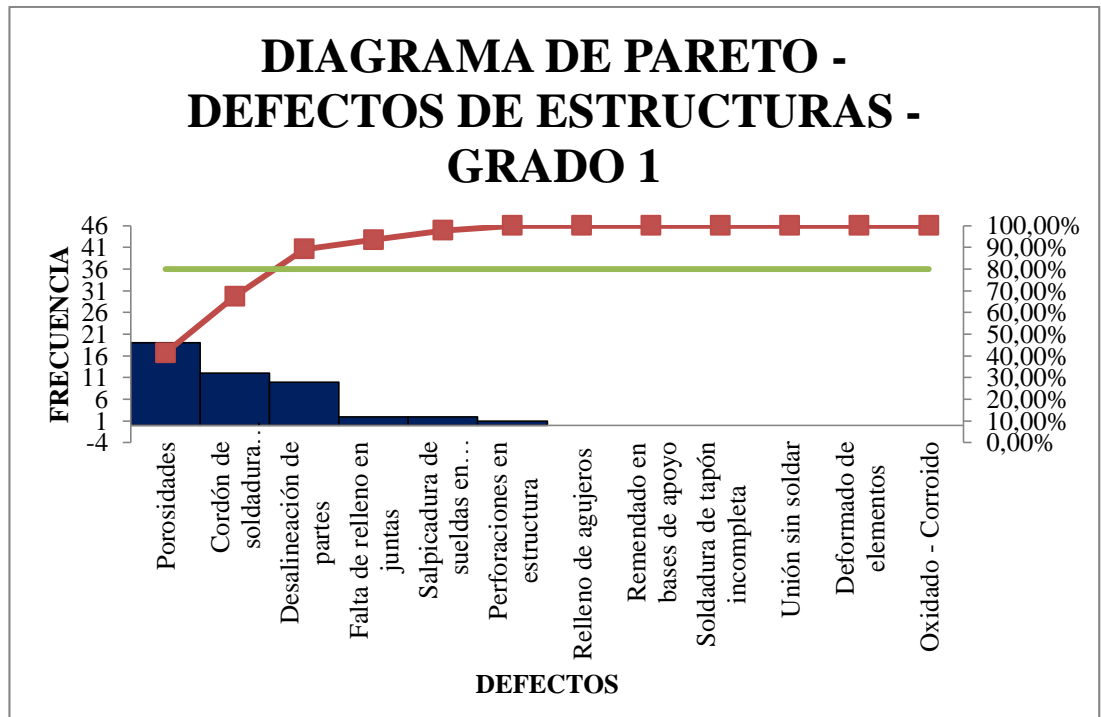


Fig. 26. Diagrama de Pareto - Estructuras Grado 1

Se aprecia en el diagrama que los pocos vitales de grado 1 en el área de estructuras son los defectos: “Porosidades”, “Cordones de soldadura desalineados” y “Desalineación de partes”. Entonces, de acuerdo a Pareto se debe prestar atención prioritaria a la disminución de dichas fallas. Las mismas que se han presenciado en la mayoría de carrocerías inspeccionadas.

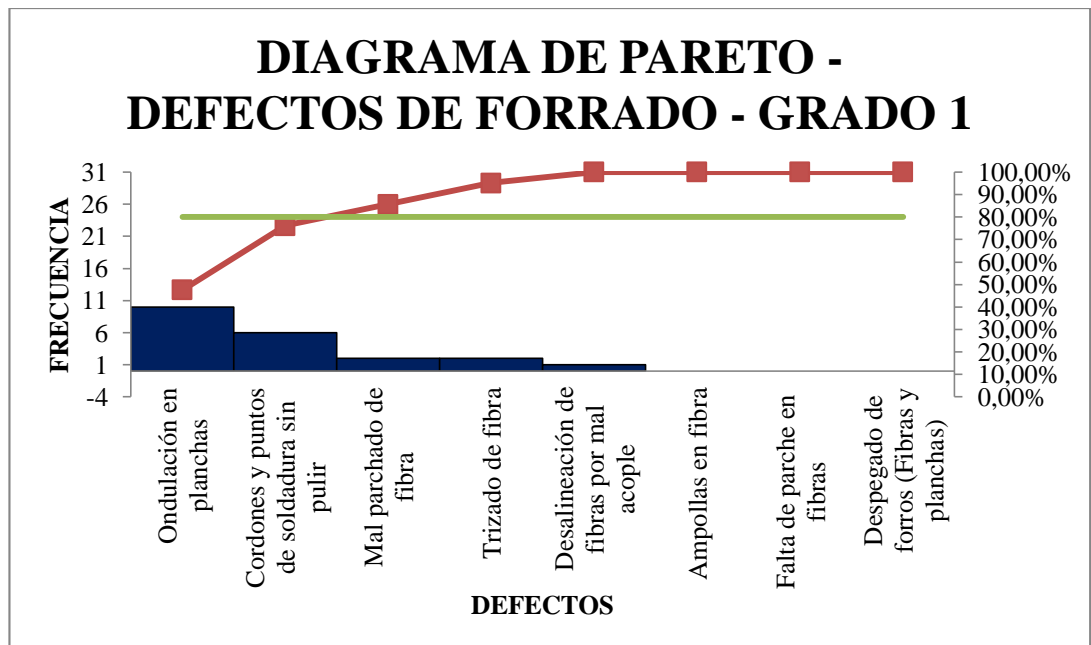


Fig. 27. Diagrama de Pareto - Forrado grado 1

En el presente diagrama de Pareto se aprecia que los pocos vitales de grado 1 para el área de forrado son los defectos: “Ondulación de planchas” y “Cordones de soldadura sin pulir”, esto implica que se deben orientar esfuerzos especialmente a estos defectos con el fin de disminuir su presencia en futuras inspecciones de calidad e incrementar la calidad del producto.

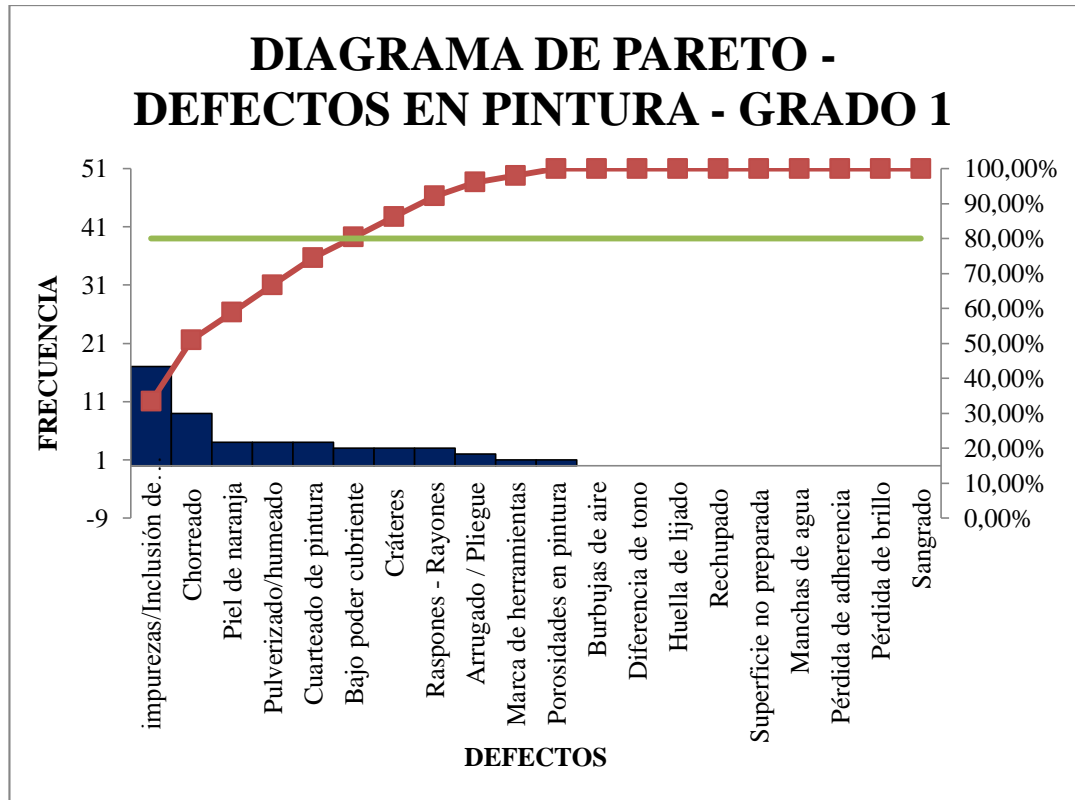


Fig. 28. Diagrama de Pareto - Pintura grado 1

El diagrama de Pareto para pintura muestra que los pocos vitales de grado 1 son los defectos: “Impurezas/inclusión de partículas”, “Chorreado”, “Piel de naranja”, “Humeado/Pulverizado”, “Cuarteado de pintura” y “bajo poder cubriente”. Se aprecia también que el número de pocos vitales respecto a los análisis anteriores es mayor. Sin embargo, se debe prestar la misma importancia que a los pocos vitales del resto de áreas.

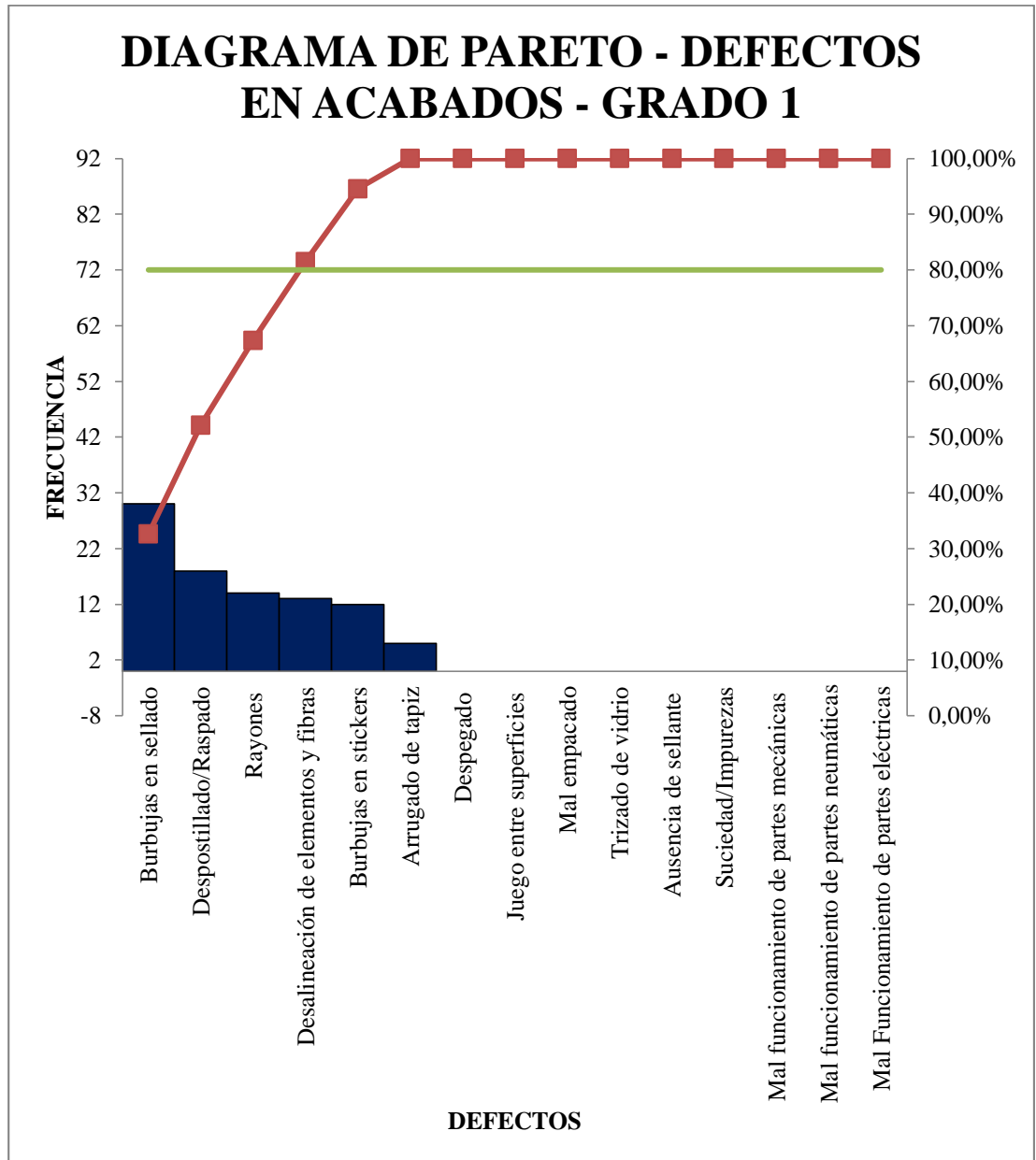


Fig. 29. Diagrama de Pareto - Acabados grado 1

El diagrama de Pareto muestra que se detectaron 4 pocos vitales para los defectos del área de acabados, estos son: “Burbujas en sellado”, “Despostillado/Raspado”, “Rayones” y “Desalineación de elementos y fibras”, dichos defectos son de aparición común en las inspecciones y a se sugiere prestar atención para disminuir su presencia en futuras unidades fabricadas.

- Diagramas de Pareto para defectos de Grado 2

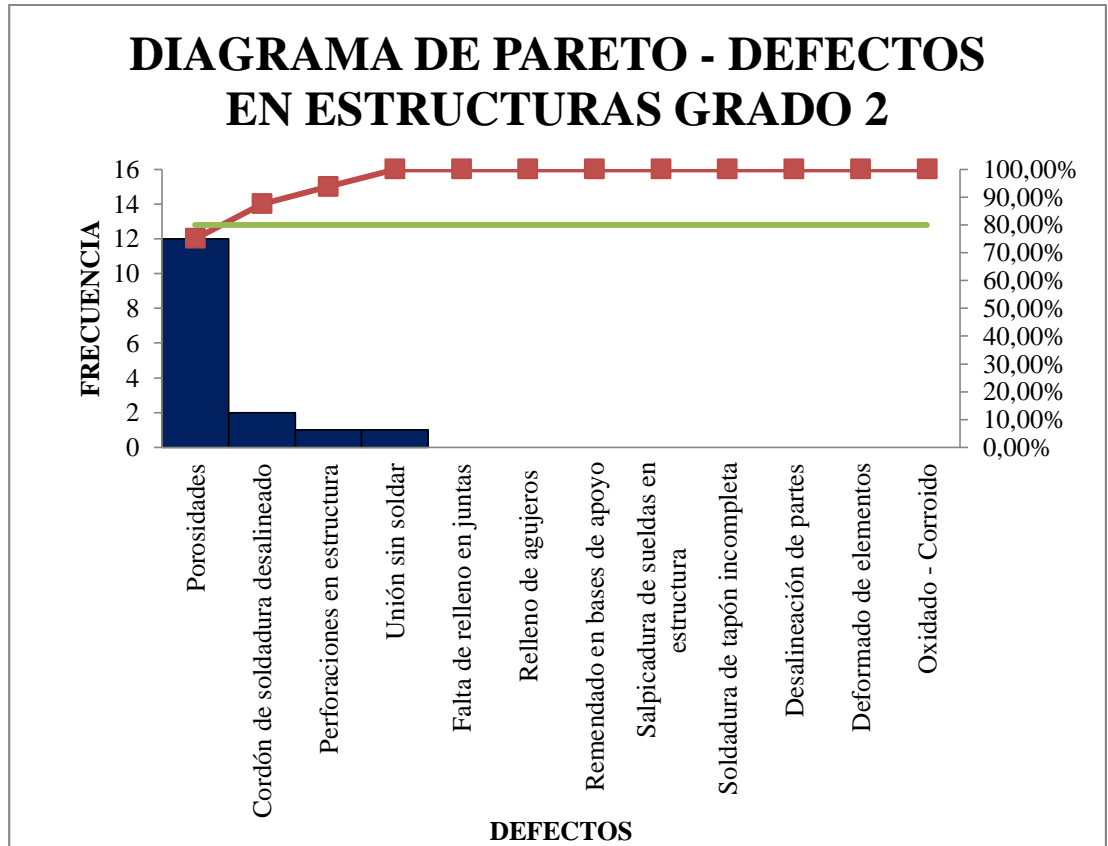


Fig. 30. Diagrama de Pareto - Estructuras grado 2

El diagrama muestra que para el área de estructuras existe un poco vital de grado 2 que es el defecto: “porosidades”, al existir el mismo entre los pocos vitales de grado 1 se entiende que dicho defecto es uno de los más recurrentes y que su presencia en las inspecciones de calidad es constante, por ende las acciones correctivas deben estar enfocadas en su desaparición.

Por otra parte el diagrama de Pareto para defectos en forrado de grado 2 no se lo realiza debido a que existe un solo defecto recurrente que es “Ondulación en planchas”, sin embargo debido a que su frecuencia de aparición es 14 veces en una muestra de 10 carrocerías, se considera a dicho defecto como un poco vital.

En el caso del área de pintura solo existió un defecto de grado 2 con frecuencia 1, por lo que al igual que el área de forrado no se realiza diagrama de Pareto, sin embargo no se considera como un poco vital debido a que su frecuencia solo fue de 1 en una muestra de 10 carrocerías.

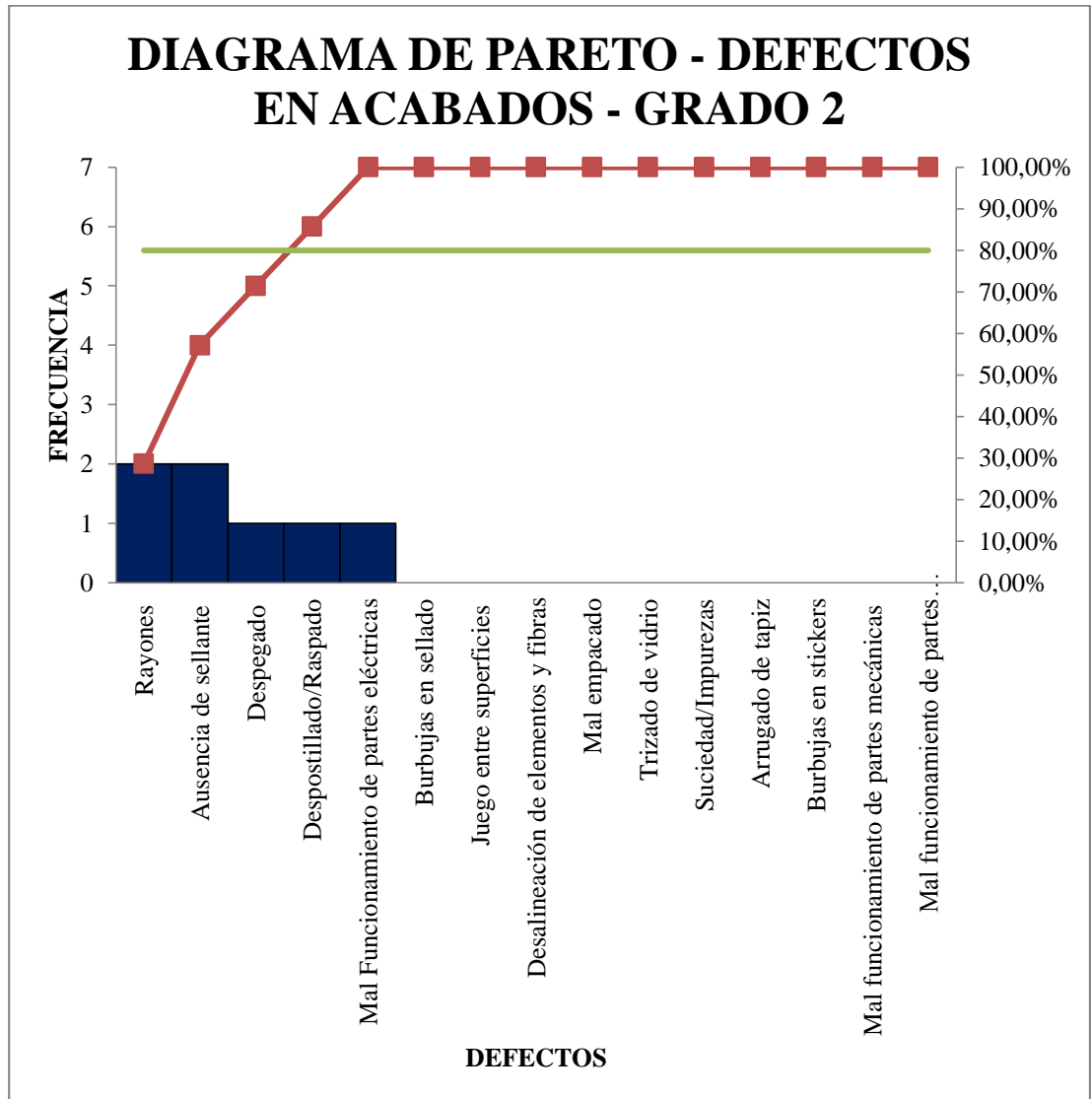


Fig. 31. Diagrama de Pareto - Acabados grado 2

En el caso del área de acabados, se tiene un número total de 7 defectos de grado 2, una vez realizado el diagrama de Pareto se determinaron los siguientes pocos vitales: “Rayones”, “Ausencia de sellante”, “Despegado de partes”, y “Despostillado/Raspado”. Se puede apreciar que despostillados y rayones son defectos que aparecen tanto en la ponderación de grado 1, como en la ponderación de grado 2. Esta división de defectos por ponderación nos facilita la identificación de defectos críticos ya que nos indica que si un fallo aparece comúnmente en distintas ponderaciones, debe tener mayor atención para su desaparición.

- **Discusión de resultados**

Se realiza un cuadro resumen de los pocos vitales encontrados en cada área, con el fin de facilitar el análisis y comprensión de resultados obtenidos.

Tabla 22 Tabla resumen de pocos vitales identificados

ÁREA	POCOS VITALES
Estructuras	<ul style="list-style-type: none"> - Porosidades - Cordones de soldadura desalineados - Desalineación de partes
Forrado	<ul style="list-style-type: none"> - Ondulación de planchas - Cordones de soldadura sin pulir
Pintura	<ul style="list-style-type: none"> - Impurezas/Inclusión de partículas - Chorreado - Piel de naranja - Humeado/Pulverizado - Cuarteado de pintura - Bajo poder cubriente
Acabados	<ul style="list-style-type: none"> - Burbujas en sellado - Despostillado/Raspado - Rayones - Desalineación de elementos y fibras - Ausencia de sellante - Despegado de partes

Discusión de resultados – Diagramas de pareto

- Estructuras

Los pocos vitales definidos en la elaboración de diagramas de pareto, guardan concordancia con los fallos existentes en el proceso de estructuras de otros estudios realizados en el área metalmeccánica, por ejemplo en una investigación hecha en carrocerías Megabuss, se evidencia que dentro de la estructuración de carrocerías se identificaron porosidades en soldadura y cordones de soldadura desalineados o discontinuos [20], mientras que en otro análisis de defectos realizado en carrocerías Patricio Cepeda, además de los fallos en soldadura mencionados también se encuentran desalineaciones estructurales [19]. Esto nos provee un punto de partida importante para el análisis estadístico posterior pues indica que los fallos definidos como pocos vitales también se dan en otras organizaciones del mismo origen industrial, lo que podría ser de gran ayuda para definir estrategias de mejora.

- **Forrado**

En cuestión del forrado de carrocería, las “ondulaciones en planchas” es un defecto común en otras organizaciones también, un ejemplo claro es el estudio realizado en Patricio Cepeda, donde el mal templado de planchas en forrado es uno de los fallos de mayor frecuencia de aparición [19], mientras que en otro estudio realizado en Pillapa, las “ondulaciones en forro” es un defecto que pese a no ser un fallo potencial si tiene gran repercusión en la calidad del producto [41]. Cordones y puntos de soldadura sin pulir, no se evidenciaron comúnmente en otras investigaciones, no obstante en Patricio Cepeda la falta de pulido de cordones de soldadura si se registra como un fallo que aparece en la carrocería forrada [19], estos resultados nos generan un criterio mejor estructurado para posteriormente proceder al análisis estadístico de cada uno de los defectos.

- **Pintura**

En el caso del área de pintura los defectos determinados como pocos vitales son de frecuencia común en la mayoría de empresas del campo automotriz y metalmeccánico, por ejemplo en el estudio realizado en carrocerías Pillapa, se registra también la presencia de inclusión de partículas contaminantes, chorreados y piel de naranja [41]; mientras que de acuerdo a un artículo de la revista Sala Prensa de Zaragoza los defectos más comunes en superficies de vehículos de transporte humano son chorreados, cuarteados de pintura, inclusión de impurezas y baja adherencia de capa cubriente [42], adicionalmente en la investigación realizada en el taller “Colisiones” de enderezado y pintura ubicado en la ciudad de Ibarra menciona que los chorreados, humeados y cuarteados de pintura están entre los fallos más convencionales de los operarios después de prestar su servicio [43]; de estos datos se deduce que los pocos vitales determinados en el estudio guardan coherencia con la realidad de muchas otras empresas, por lo tanto es necesario evaluar el proceso de pintura mediante cartas de control para conocer posteriormente las causas de su aparición.

- **Acabados**

En el área de acabados se registraron varios pocos vitales y al igual que en el caso de pintura son muy comunes en distintas organizaciones del mismo tipo, por ejemplo en una investigación realizada en carrocerías “Cepeda” específicamente en el área de acabados se evidenció que durante el análisis estadístico se

encontraron fallos como burbujas de aire en sellado, raspones, despostillados, y elementos descuadrados, aspectos que se identificaron como pocos vitales en nuestro estudio también [9], por otra parte en el caso de Pillapa se aprecia que los defectos identificados en el área de acabados concuerdan con los de nuestro estudio pues se registraron rayones, despostillados, sellados incorrectos en donde engloba burbujas de aire y falta de sellante [41], la revisión de estos resultados son útiles para la identificación y gestión de causa raíz y oportunidades de mejora.

4.4.2. Cartas de control para defectos potenciales

Habiendo determinado los pocos vitales se realizan cartas de control tanto para variables como para atributos, el fin de realizarlas es la determinación de la estabilidad de los procesos, además nos facilita la detección de la causa raíz de cada fallo, que a su vez permite tener criterios de valor para definir las oportunidades de mejora.

- **Cartas de control para atributos**

Se utilizan cartas de control de tipo C, ya que esta nos permite evaluar el número de defectos por unidad inspeccionada que es como se fueron tomando los datos en las hojas de verificación. Esta carta refleja la realidad del defecto analizado, su frecuencia de aparición en cada muestra tomada y cómo se comporta en el período de tiempo evaluado.

Es importante tener en cuenta que para determinar las acciones de mejora en los fallos analizados por la carta C, la frecuencia repetitiva de un defecto en la muestra inspeccionada juega un papel esencial, esto implica que si se detecta un defecto común en todas las carrocerías revisadas entonces los planes de acción se enfocan mayoritariamente a dicho defecto.

Las cartas de control C se realizan para cada fallo potencial detectado en las distintas áreas de producción y que es considerado como atributo, generando los siguientes resultados:

- Cartas de control C – Área de estructuras

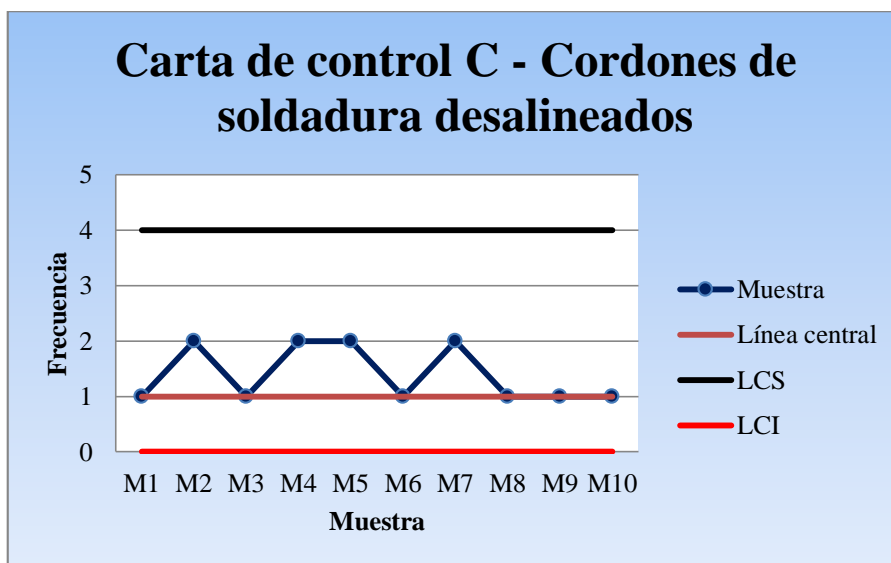


Fig. 32. Carta "C" - Cordones de soldadura desalineados

Esta carta de control muestra que en las 10 carrocerías analizadas, existe al menos un defecto de cordón de soldadura desalineado. Lo que nos indica que es un defecto de aparición constante en las estructuras de la carrocería, y que pese a que ningún punto supera los límites de control es recomendable identificar sus causas raíz para establecer acciones de mejora, con el fin de minimizar la aparición del defecto.

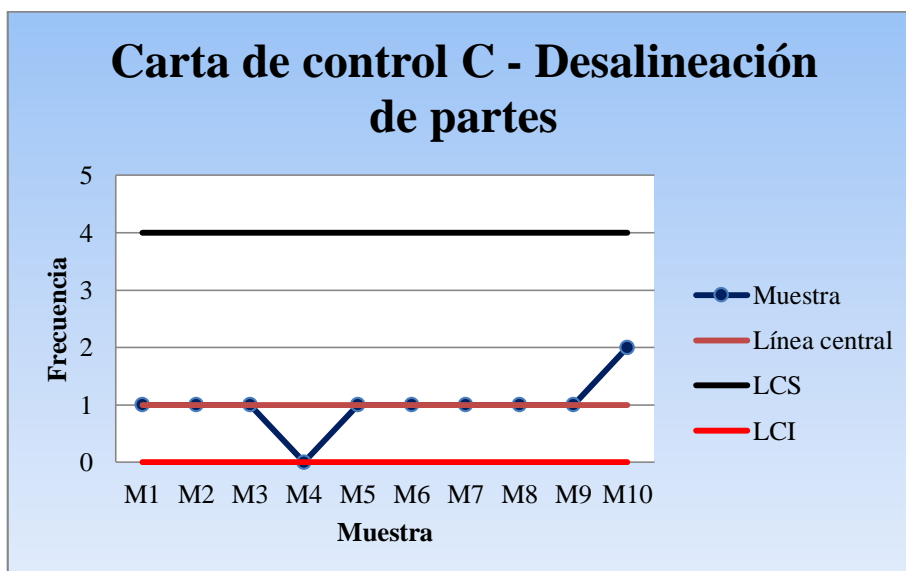


Fig. 33. Carta "C" - Desalineación de partes

Esta carta de control nos muestra que la desalineación de partes es un defecto que se presenta en al menos 9 de 10 carrocerías inspeccionadas, esto nos indica que su presencia es común en el producto y que pese a no tener ningún punto fuera de los límites, se deben establecer sus causas raíz para gestionar acciones de mejora.

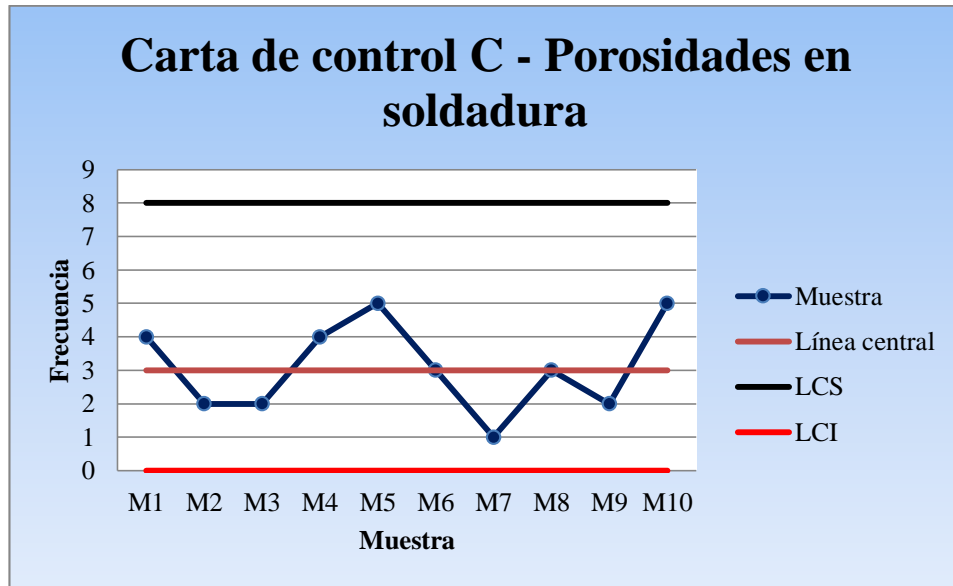


Fig. 34. Carta "C" - Porosidades en soldadura

Esta carta de control nos indica que las porosidades de soldadura además de ser un defecto común en todas las carrocerías inspeccionadas, tiene una frecuencia de aparición mayor que los dos defectos analizados anteriormente, esto implica que aunque no se tengan puntos fuera de control es recomendable encontrar sus causas raíz y gestionar acciones de mejora, ya que su frecuencia de aparición puede aumentar si no se establecen criterios de control.

- **Cartas de control C – área de forrado**

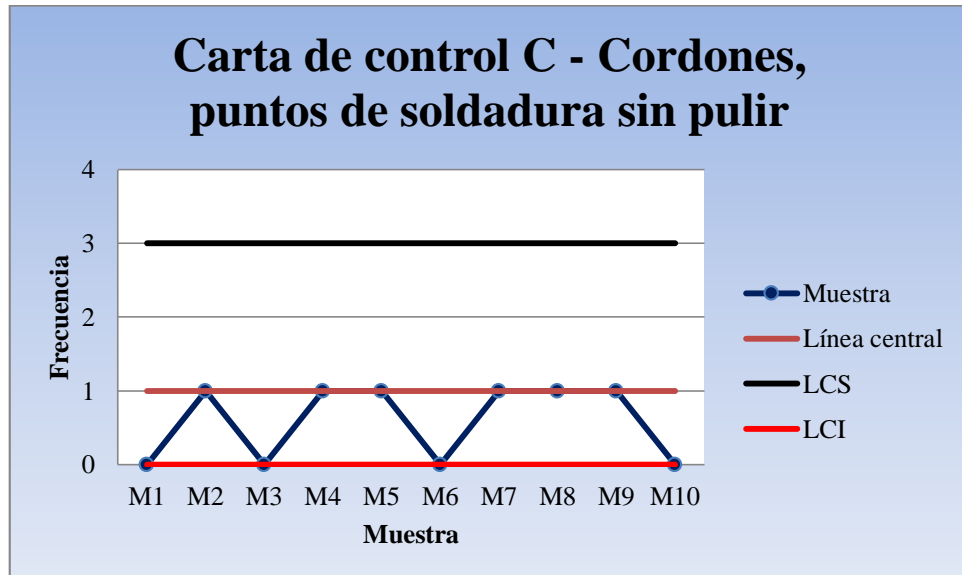


Fig. 35. Carta "C" - Cordones y puntos de soldadura sin pulir

Esta carta de control nos indica que no se registraron puntos fuera de los límites de control y que 4 muestras no tuvieron presencia de parámetros para considerar el defecto “cordones y puntos de soldadura sin pulir”, sin embargo su solución genera

pérdida de tiempo en reproceso que pese a no ser prolongada influye para el retraso de entrega de otras unidades, por lo que es necesario establecer las causas de su aparición y determinar estrategias de mejora.

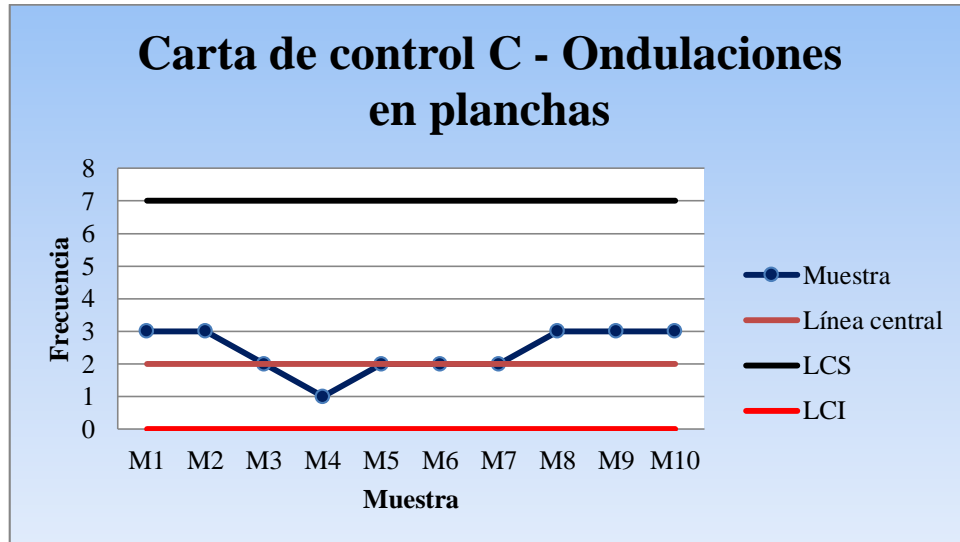


Fig. 36. Carta "C" - Ondulaciones en planchas

Esta carta de control nos muestra que la aparición de ondulaciones en carrocerías es un defecto constante, y que pese a no registrarse ningún punto fuera de los límites de control su presencia influye considerablemente en la calidad del producto, ya que produce pérdida de tiempo y de material pues para corregir estas ondulaciones se emplea macilla para igualar la superficie, por lo tanto es necesario identificar sus causas raíz y establecer acciones de mejora.

- Cartas de control C – Área de pintura

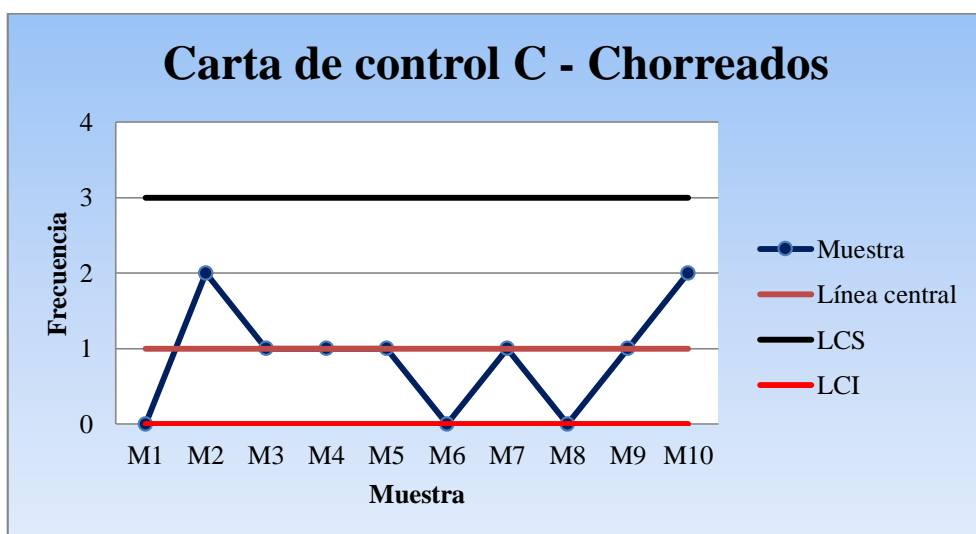


Fig. 37. Carta "C" - Chorreados

Esta carta de control muestra que en 7 carrocerías inspeccionadas se detectaron chorreados, y que su frecuencia en dos casos es mayor a uno, es decir que pese a no

registrarse puntos fuera de los límites, si se considera como un defecto común, por lo que es importante establecer sus causas raíz y gestionar acciones de mejora.

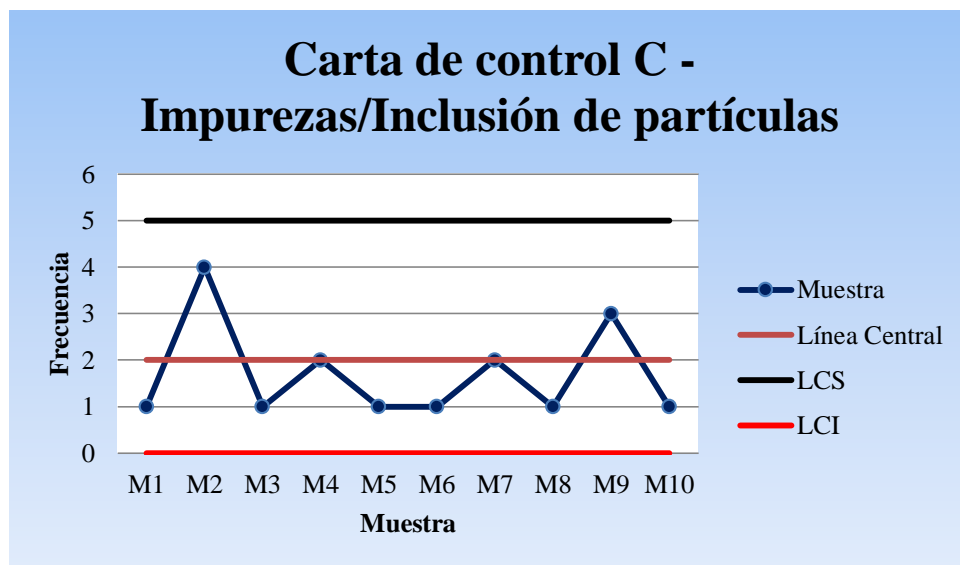


Fig. 38. Carta "C" - Impurezas/Inclusión de partículas

Esta carta de control plasma la constante aparición de impurezas en las carrocerías inspeccionadas, sugiriendo que este defecto se considere común y sea objeto de análisis para determinar sus causas raíz y acciones de mejora, aunque no se hayan registrados puntos fuera de sus límites de control.

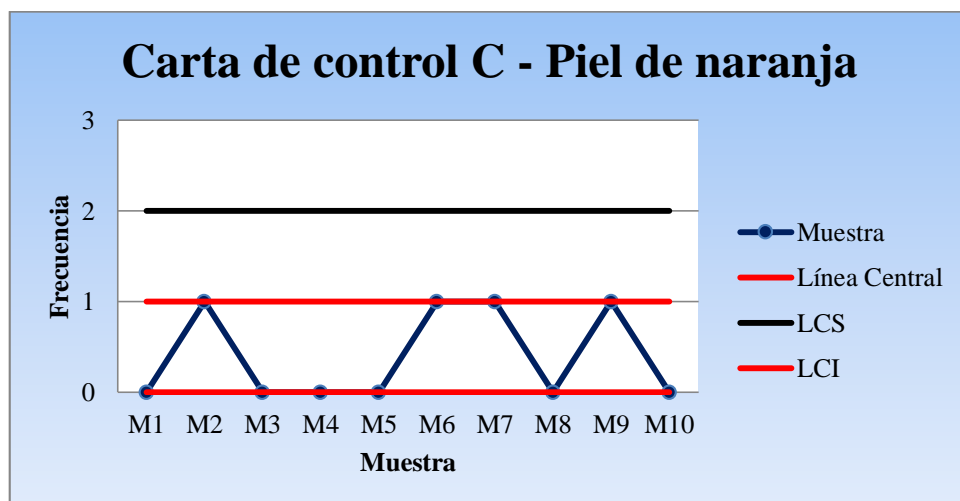


Fig. 39. Carta "C" - Piel de naranja

Esta carta de control nos muestra que en seis unidades inspeccionadas no se registraron defectos de piel de naranja, y que en la otra mitad de casos se registró únicamente el defecto en 1 oportunidad, de todas formas se recomienda la detección de sus causas y establecer estrategias de mejora, esto debido a que la corrección de esta falla implica pérdida de tiempo en la línea de producción y que en otras ocasiones no se corrige este fallo.

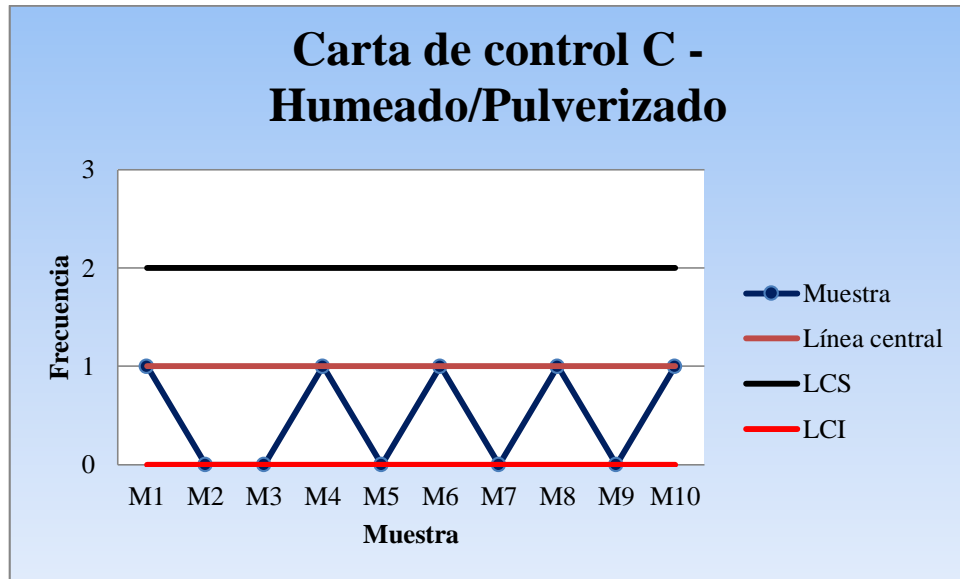


Fig. 40. Carta "C" - Humeado/Pulverizado

Al igual que en el caso anterior esta carta de control muestra que no existieron puntos fuera de sus límites de control sin embargo de cada 10 carrocerías inspeccionadas, esta anomalía se presenta en la mitad de unidades, por ende es necesario identificar las causas por las que se da este defecto y proponer estrategias de mejora.

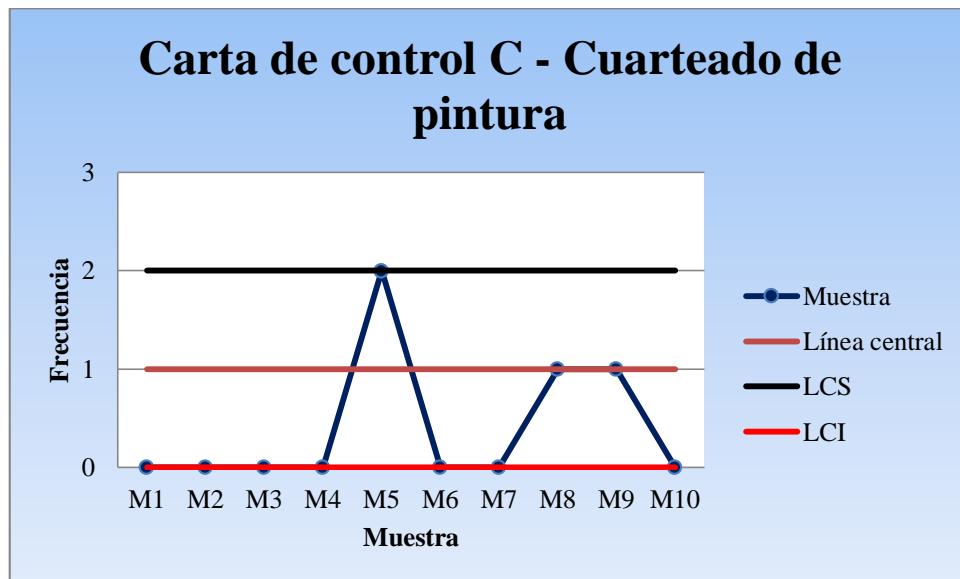


Fig. 41. Carta "C" - Cuarteado de pintura

Esta carta de control muestra que en 7 carrocerías no se registró el defecto, y que ningún punto está fuera de los límites de control, sin embargo el resolver esta problemática implica un gasto considerable de tiempo así que debido a su presencia en 3 carrocerías de cada 10, se opta por identificar sus causas de origen y establecer acciones de mejora.

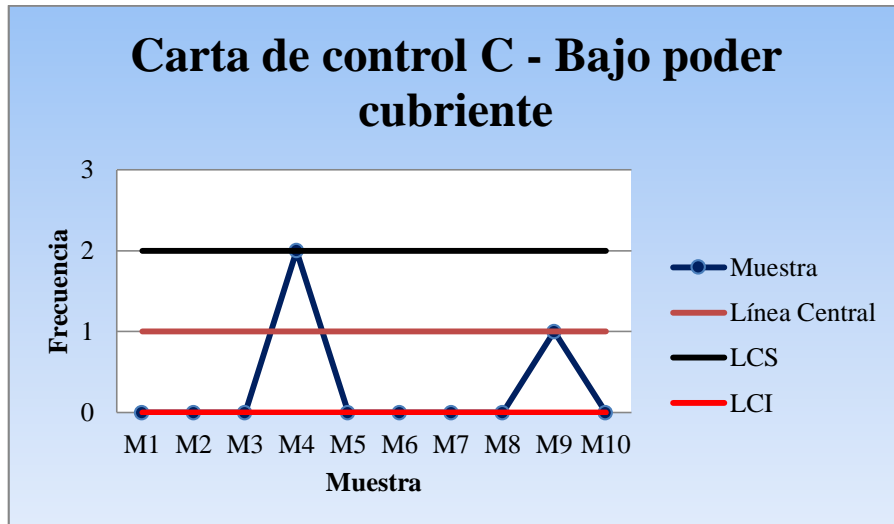


Fig. 42. Carta "C" - Bajo poder cubriente

En esta carta de control se muestra un escenario similar al anterior, en donde ningún punto supera los límites de control, sin embargo se aprecia que en una unidad se presentó el defecto en dos ocasiones, esto implica que el tiempo de corrección a la falla se prolongue considerablemente por ello es necesario establecer medidas para prevenir que el defecto vuelva a aparecer, o a su vez que no aparezca con una frecuencia mayor a 1.

- Cartas de control C – Área de acabados

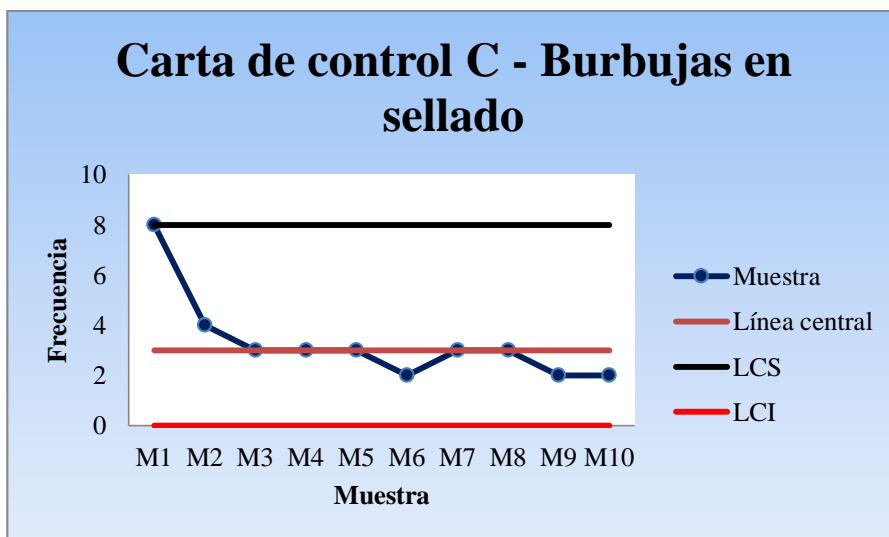


Fig. 43. Carta "C" - Burbujas en sellado

Esta carta de control muestra que las burbujas en sellado son de aparición constante en la carrocería, y que a pesar de que ningún punto supera los límites de control en una ocasión se llegó hasta el límite superior, por lo que se dispone analizar sus causas y establecer acciones de mejora.

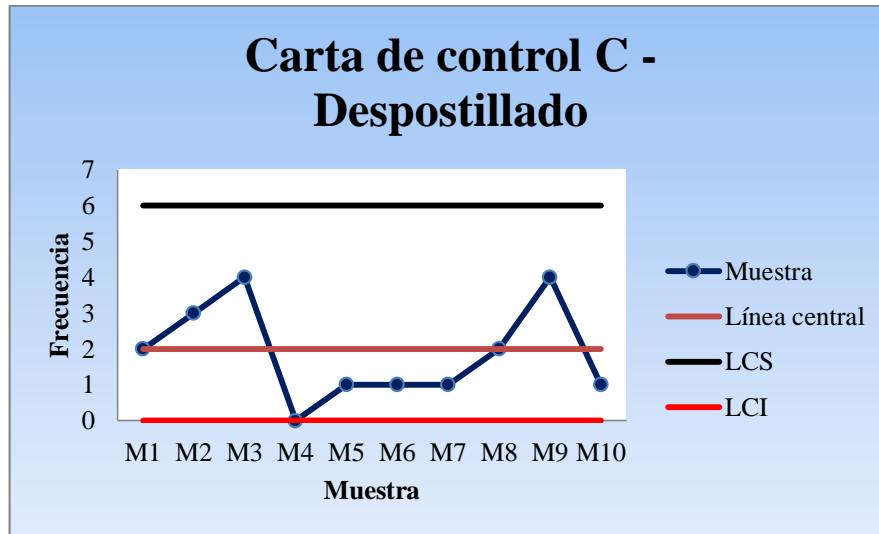


Fig. 44. Carta "C" - Despostillado

Esta carta de control plasma la frecuencia constante de despostillados en la carrocería, siendo la misma cero en una ocasión; esto implica que a pesar de no tener puntos fuera de control se recomienda establecer las causas de presencia de este defecto y proponer acciones de mejora.

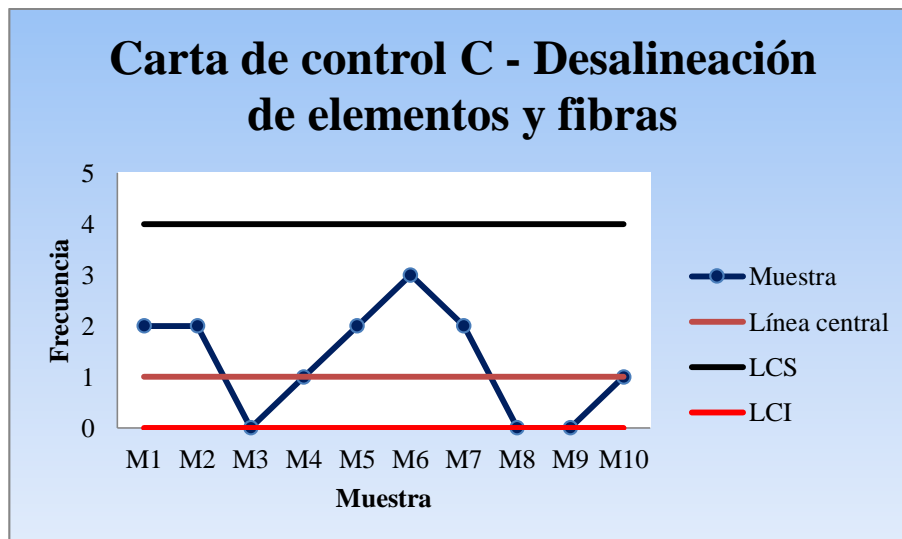


Fig. 45. Carta "C" - Desalineación de elementos y fibras

Esta carta de control indica que el defecto de desalineación de fibras aparece en 7 de las 10 carrocerías inspeccionadas, y que a pesar de que ningún punto se encuentra fuera de control su análisis posterior es recomendable debido a su alta frecuencia de aparición por muestra.

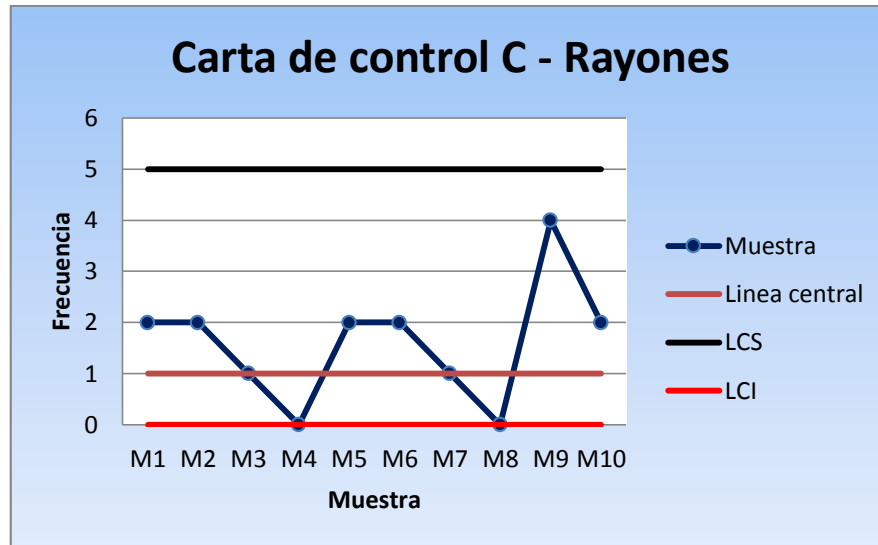


Fig. 46. Carta "C" - Rayones

Esta carta de control muestra que en 2 de las carrocerías inspeccionadas no se registraron defectos designados como rayones, sin embargo su frecuencia elevada sugiere que sea objeto de análisis posterior a pesar de no tener puntos fuera de los límites de control.

En el caso de los defectos ausencia de sellante y despegado de partes, no es necesario elaborar cartas de control debido a que la frecuencia de aparición es baja, no obstante se recuerda que estos defectos se registraron previamente como ponderación de grado 2, que sugiere mayor tiempo y recursos para su corrección, por ello pese a no ser analizados mediante cartas de control, si se elabora su identificación causa raíz y establecimiento de acciones de mejora.

- **Discusión de resultados – Cartas “C”**

En la elaboración de las cartas de control “C” para las distintas áreas de producción no se registra ningún defecto que supere los límites de control, pero si se evidencia la frecuencia de aparición de los mismos, criterio con el que se estableció la necesidad de identificar causas raíz en cada uno de los defectos, por ejemplo en un estudio realizado en carrocerías “Cepeda” se menciona que las cartas de control C no muestran dónde se quiere que estén los datos analizados sino la realidad del proceso, por ello si visualizamos en el gráfico que la línea de comportamiento de la muestra es irregular lo más apropiado es encontrar las causas de porqué existen estas irregularidades y plantear estrategias que minimicen al máximo la presencia de fallos [9], esto da como consecuencia un aumento considerable en la calidad del producto final, por otra parte el enfoque que tiene el estudio es un aspecto

sumamente importante para saber en base a que construir las cartas de control, por ejemplo existen otros proyectos realizados en empresas afines como Pillapa y Patricio Cepeda, donde las cartas de control se las realiza en base a las no conformidades que se presentan en un lugar específico, más no se enfocan en el defecto concretamente [19] [41], mientras que en nuestro estudio se elaboran cartas de control para cada poco vital definido en cada área, esto favorece a la investigación al punto que las acciones de mejora van encaminadas directamente al defecto más no al lugar donde aparece, detallando minuciosamente el análisis puesto que en las inspecciones se registró que un mismo defecto puede aparecer en más de un lugar de la carrocería, por lo tanto no es muy viable analizar “no conformidades en un lugar determinado” sino fallos potenciales independientemente.

- **Cartas de control para variables**

En este caso se utilizan cartas del tipo X, esto nos ayuda a visualizar los cambios en el proceso basados en la media. En caso de que no se detecten puntos fuera de los límites de control o que no existan patrones de inestabilidad, se opta por construir una carta de control del tipo S, que nos permite detectar cambios pequeños en los procesos analizados con mayor precisión. Los límites naturales (LCS, LC, LCI) se obtienen mediante las fórmulas establecidas en la fundamentación teórica, los cálculos y tabulación de resultados se observa en el anexo 10.

Para el estudio actual, los procesos que se analizan mediante la aplicación de cartas de control para variables son:

- El proceso de soldadura de estructuras (Analizado en los puntos de unión de estructuras, considerados internamente como puntos críticos)
- El proceso de espesor de capa de pintura (Analizado en los forros laterales de la carrocería debido a que el instrumento de medición no permite obtener muestras en fibra de vidrio).

Cartas de control para longitud de cordón de soldadura.

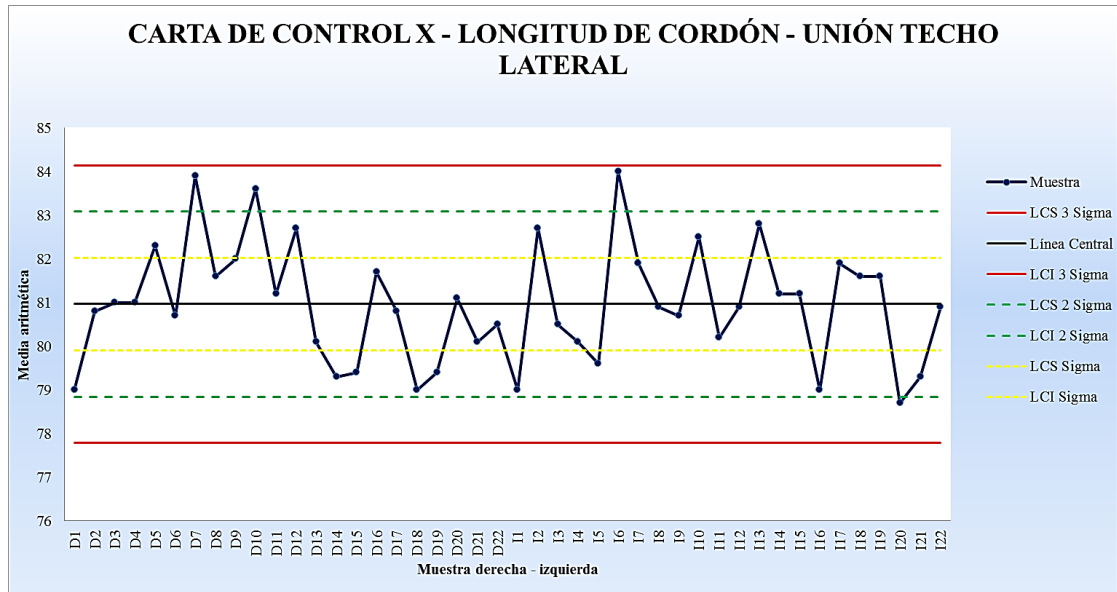


Fig. 47. Carta "X" - Longitud de cordón - unión techo lateral

En esta carta de control se puede apreciar que ningún punto supera a los límites de control establecidos, además se detecta un patrón de anomalía en el proceso, se trata de un patrón H (ver la tabla 3) que es recurrente en la secuencia de datos, por ende se concluye que el proceso no es estable en su totalidad, lo que se puede corroborar realizando una carta de control S para mayor precisión en el análisis.

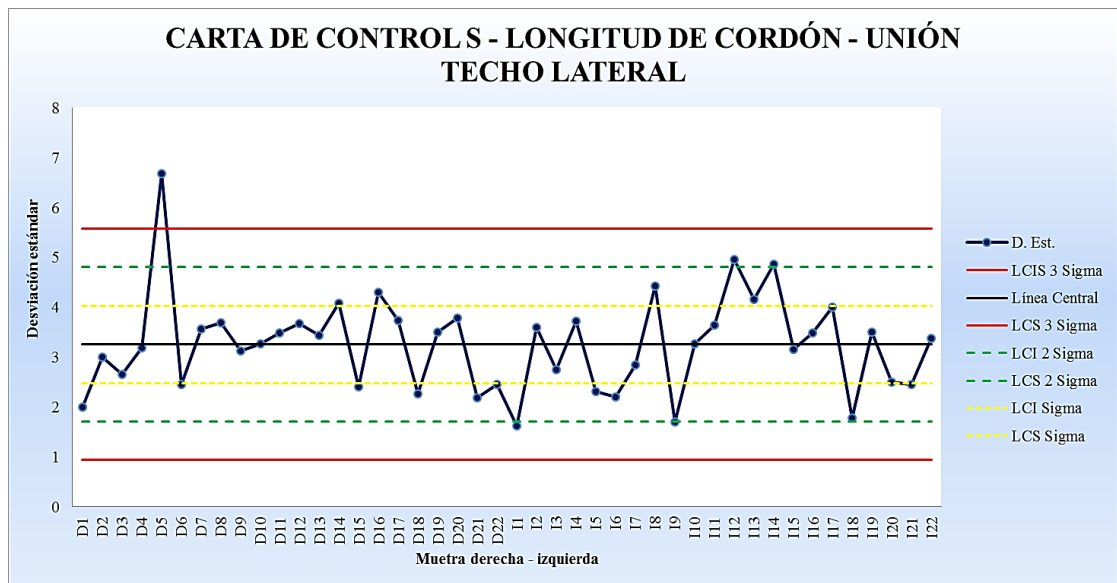


Fig. 48. Carta "S" - Longitud de cordón - unión techo lateral

Mediante la realización de la carta S, se detecta que el proceso no es estable en su totalidad, y que un punto está fuera de los límites de control, esto se puede originar porque la desviación en este punto entre los datos recolectados es sumamente amplia. Además se detecta también que el patrón de anomalía de la anterior carta persiste en

la actual, y se identifica también un patrón E (ver tabla 3), esto implica que se debe realizar un análisis de causas de inestabilidad y proponer acciones de mejora.

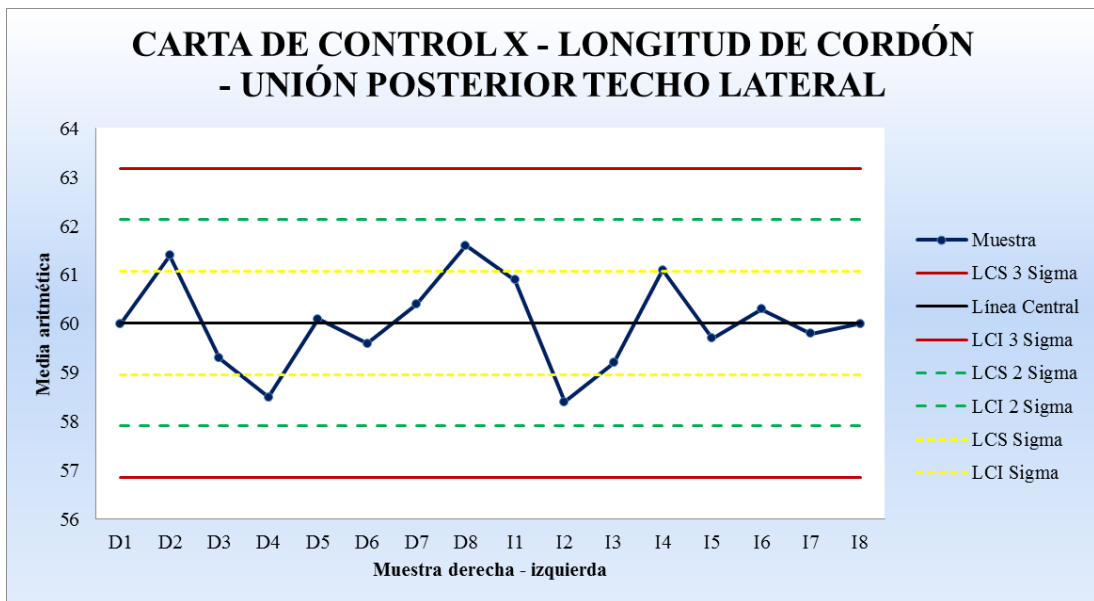


Fig. 49. Carta "X" - Longitud de cordón - unión posterior techo lateral

Esta carta de control indica que todos los puntos de la muestra están dentro de los límites de control, sin embargo se detecta que existe un patrón que determina inestabilidad en el proceso, este es el patrón H (ver tabla 3), para tener una mejor apreciación de la estabilidad de este proceso se realiza una carta de control S.

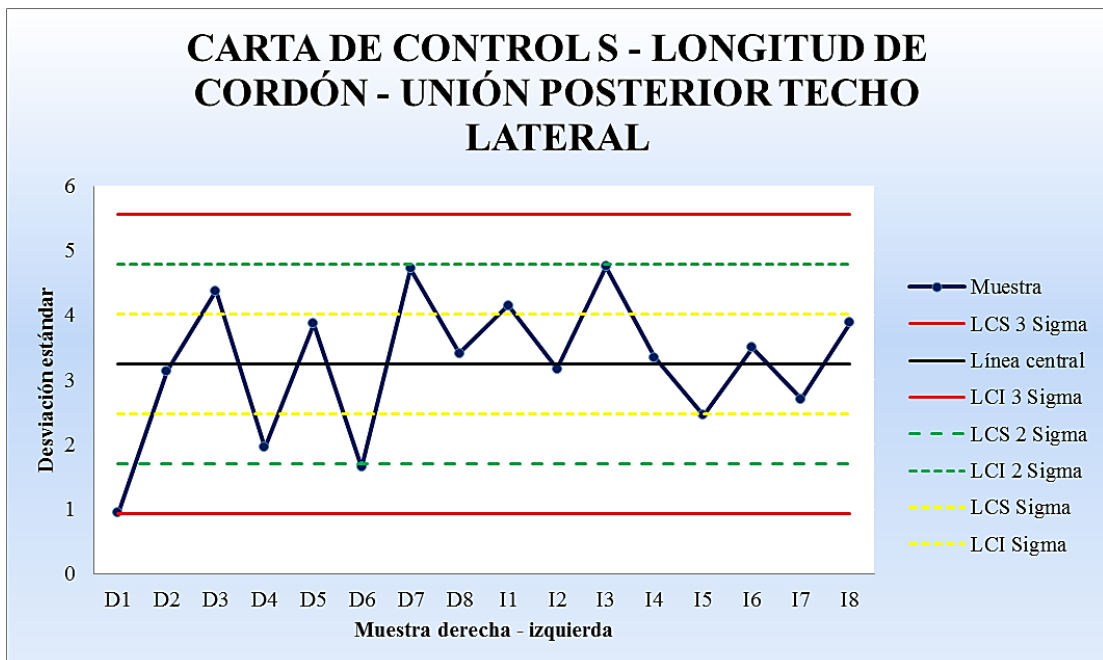


Fig. 50. Carta "S" - Longitud de cordón - unión posterior techo lateral

En esta carta de control se aprecia que ningún punto supera los límites de control, y que no se registró un patrón de inestabilidad entre los datos recolectados lo que si

sucede en la carta “X”, por lo que es necesario establecer un análisis de causas y gestionar acciones de mejora para estabilizar el proceso.

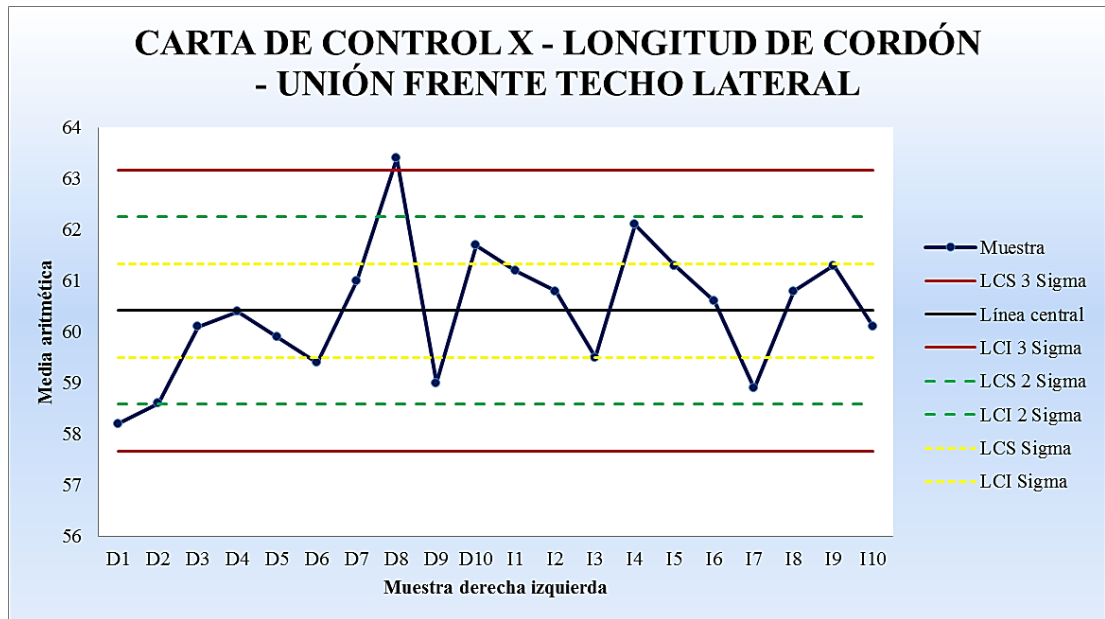


Fig. 51. Carta "X" - Longitud de cordón - unión frente techo lateral

Esta carta de control muestra que un punto excede de los límites de control, además se detecta un patrón H de inestabilidad (ver tabla 3) por lo que se considera un proceso inestable, pero se analiza la carta S para determinar la inestabilidad con mayor precisión.

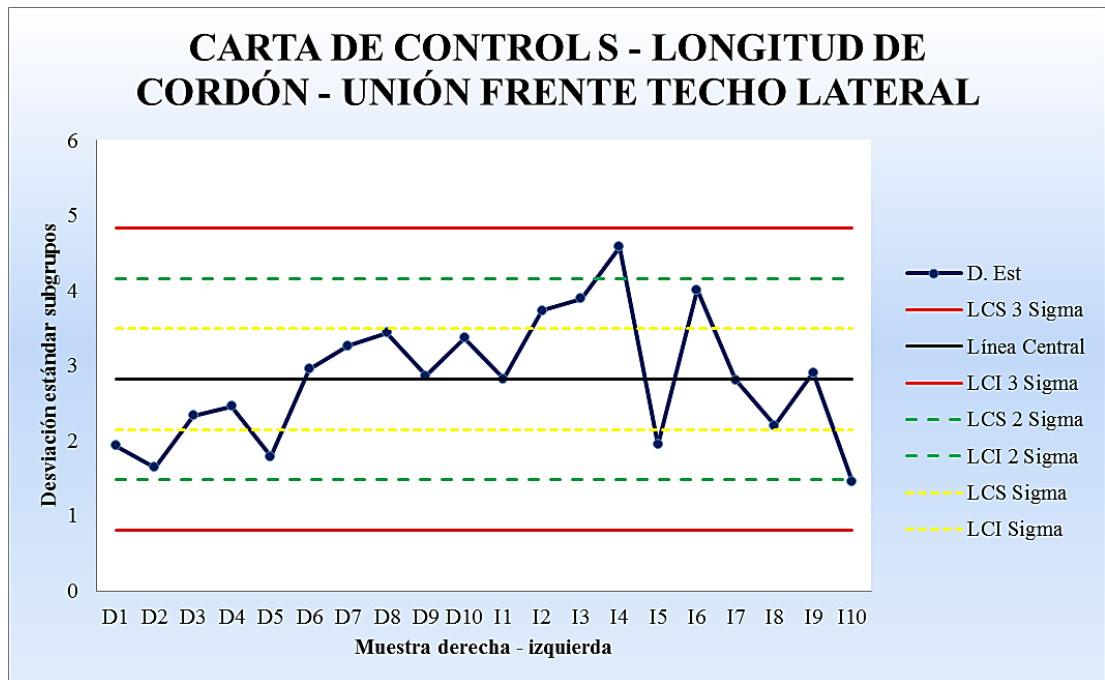


Fig. 52. Carta "S" - Longitud de cordón - unión frente techo lateral

En esta carta de control se aprecia que no existe ningún punto fuera de los límites de control, sin embargo se registra un patrón de inestabilidad que corresponde al patrón

H (ver tabla 3), por lo que las acciones de mejora tomadas después del análisis causa raíz aplica también a los operarios de este proceso.

Cartas de control para amplitud de cordón de soldadura.

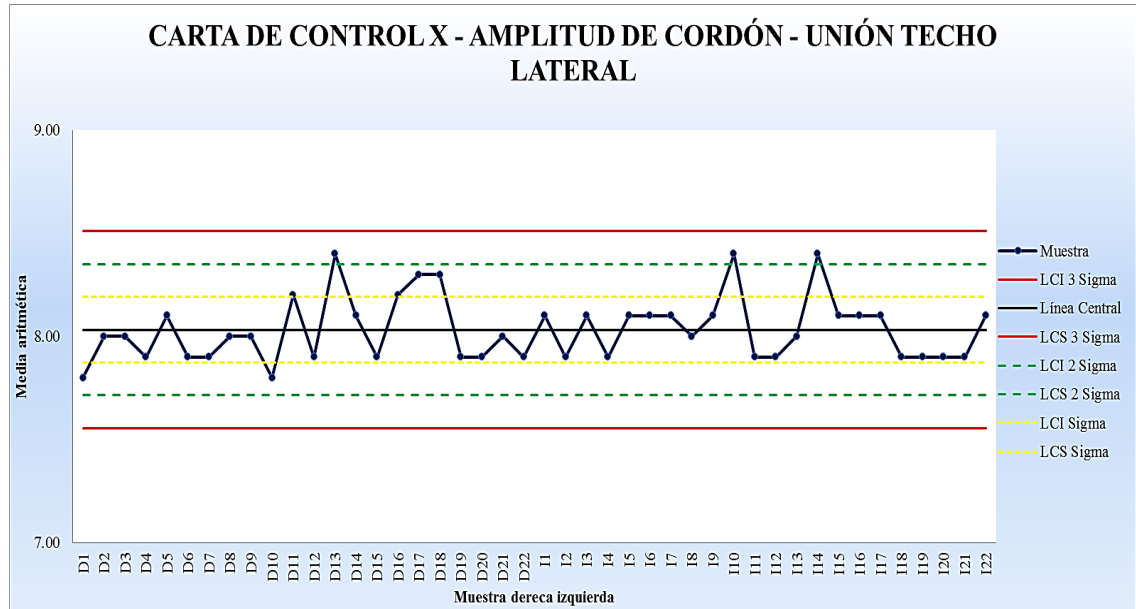


Fig. 53. Carta "X" - Amplitud de cordón - unión techo lateral

En esta carta no se registra ningún punto fuera de los límites de control, sin embargo se detectan dos patrones que determinan inestabilidad, los patrones F y E (ver tabla 3), esto sugiere que las acciones tomadas para soldadura tengan en cuenta también a este aspecto para su ejecución, sin embargo se realiza la carta S para determinar si existe mayor inestabilidad en esta operación.

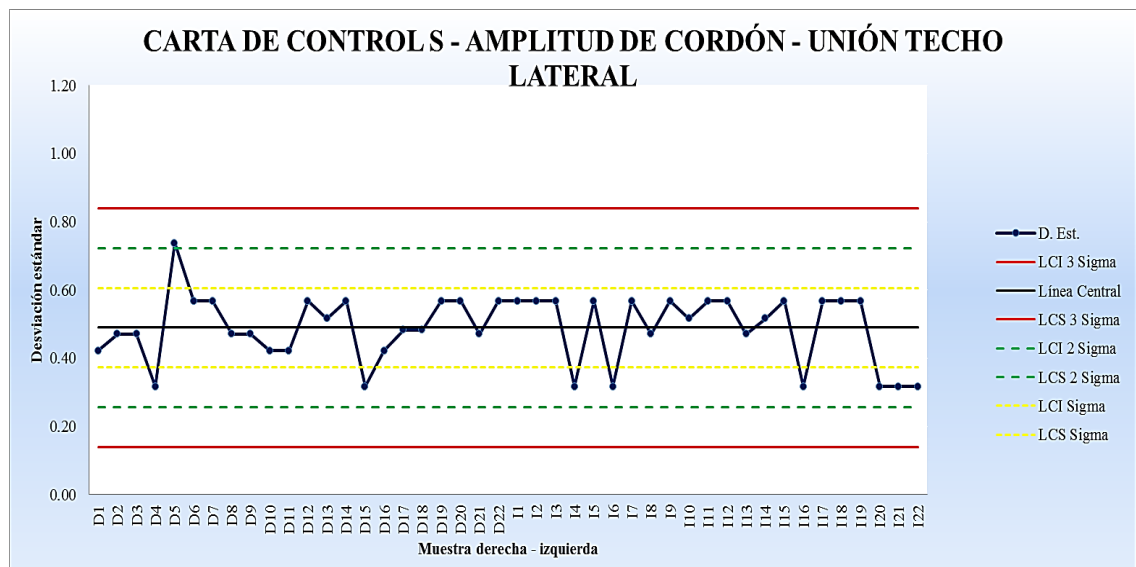


Fig. 54. Carta "S" - Amplitud de cordón - unión techo lateral

En esta carta de control se aprecia que no existe ningún punto fuera de los límites de control, sin embargo persisten los patrones H y E presentes en la secuencia de datos,

por ende se considera que el proceso no es estable y este aspecto se incluye también para el análisis posterior.

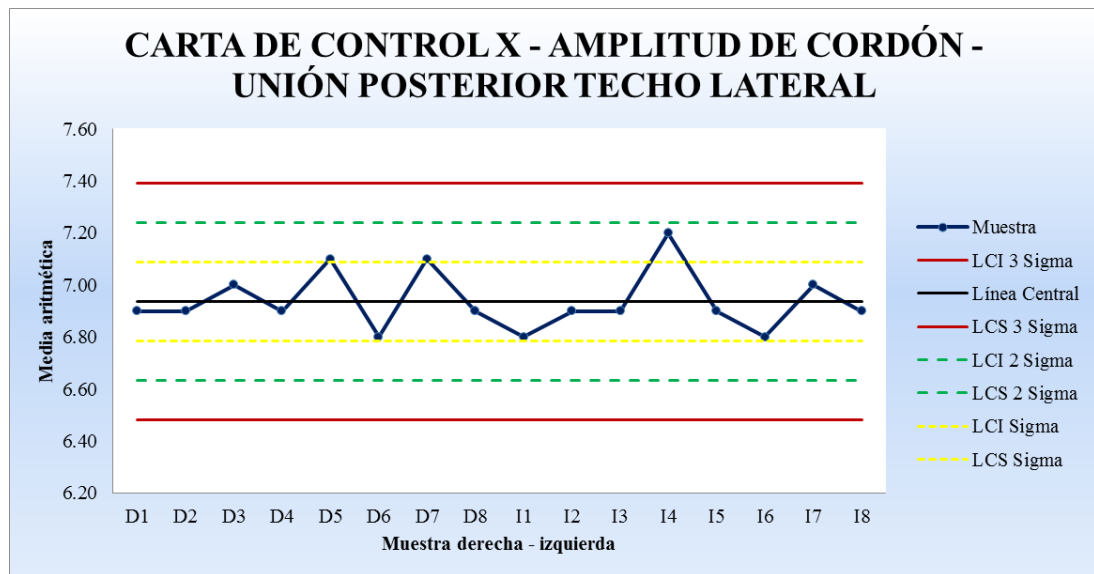


Fig. 55. Carta "X" - Amplitud de cordón - unión posterior techo lateral

Esta carta de control muestra que no existe ningún punto fuera de los límites de control, además en el post análisis se detecta un patrón H (ver tabla 3) que determina inestabilidad en el proceso, para apreciar de una forma más fina la inestabilidad del proceso se realiza una carta S.

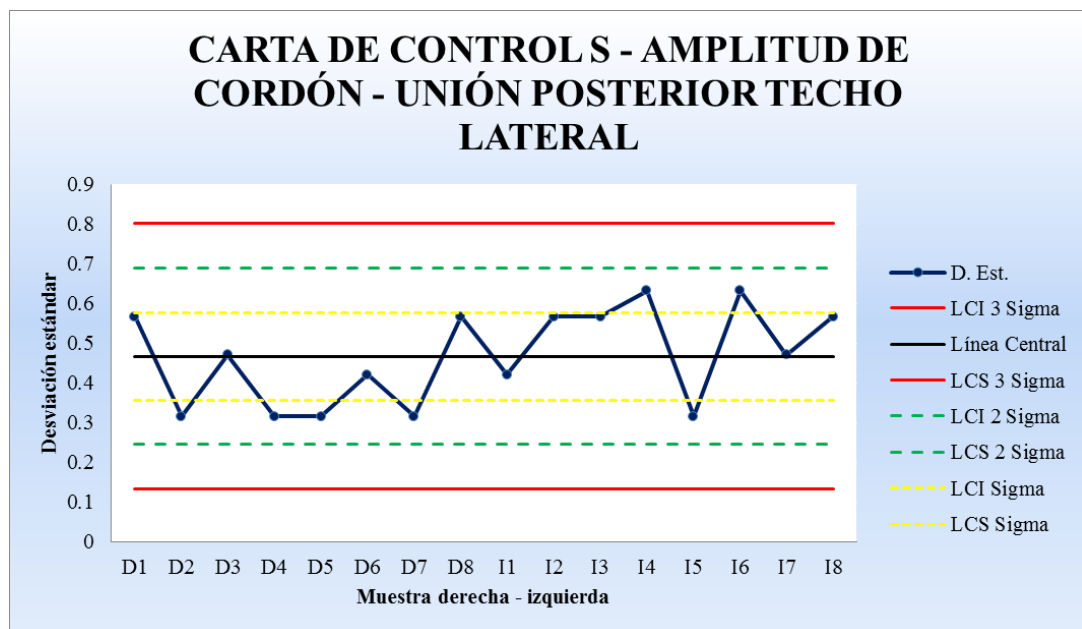


Fig. 56. Carta "S" - Amplitud de cordón - unión posterior techo lateral

Esta carta de control a diferencia de la anterior, si registra un patrón que determina inestabilidad en el proceso, este es el patrón H, lo que sugiere que al aspecto analizado en esta carta se lo considere para el análisis de causas y mejora posterior.

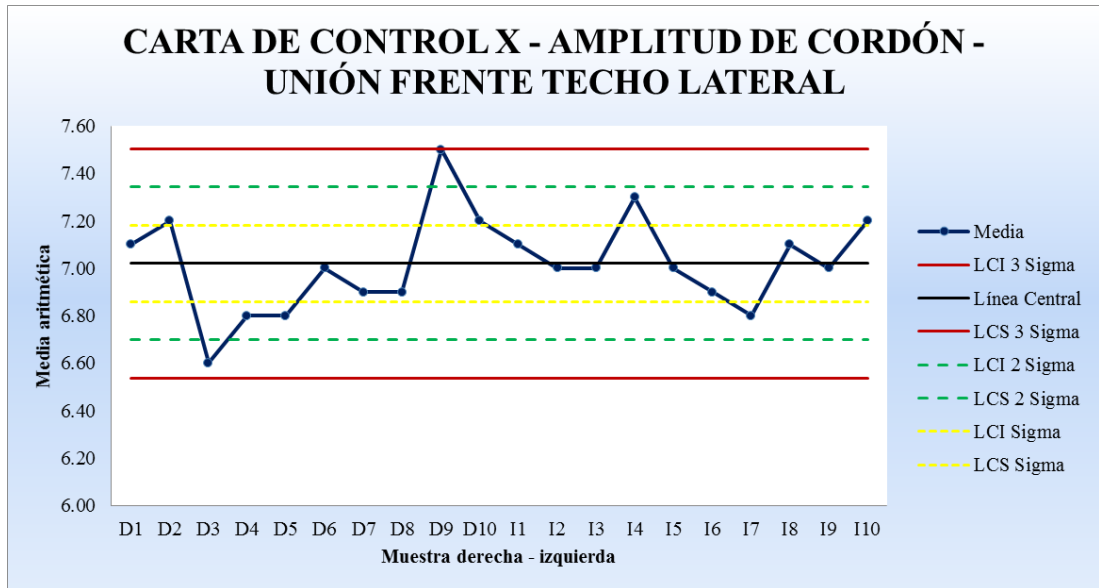


Fig. 57. Carta "X" - Amplitud de cordón - unión frente techo lateral

En esta carta no se registra ningún punto fuera de los límites de control, además el análisis posterior no determina ningún patrón de inestabilidad en el proceso por lo que se le puede considerar estable en función a la media de las medias de los subgrupos, no obstante se realiza una carta S para determinar si la estabilidad en función de la variabilidad es adecuada también.

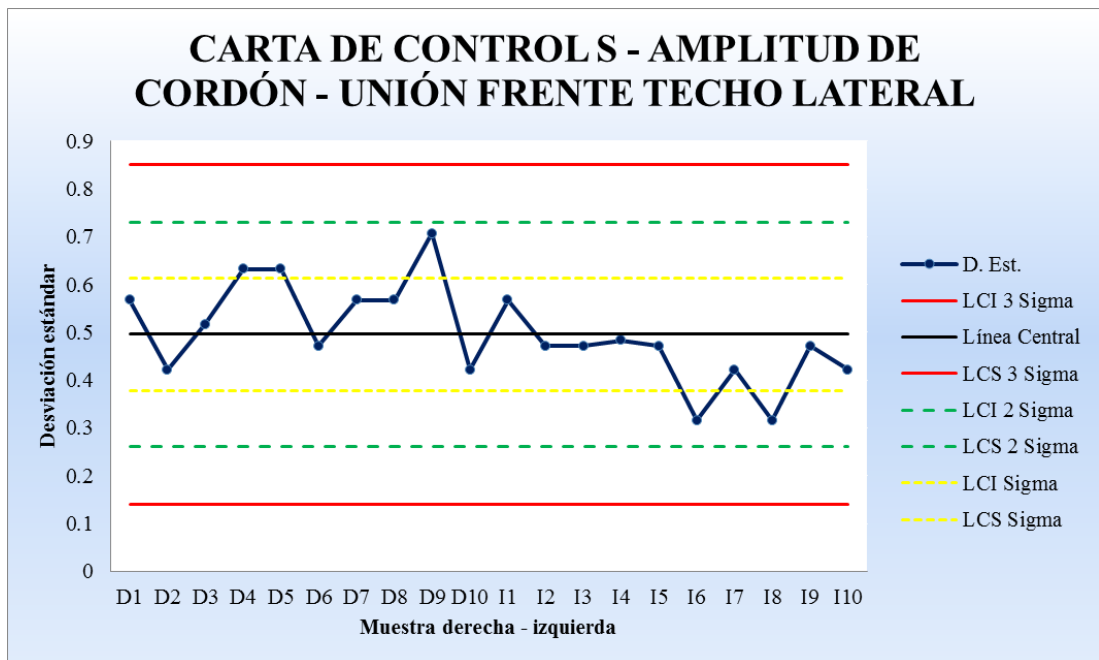


Fig. 58. Carta "S" - Amplitud de cordón - unión frente techo lateral

En esta carta de control se registra también uno de los patrones que ha sido común en el resto de análisis, este es el patrón H (ver tabla 3), por ende se determina este aspecto también para el análisis posterior de causas y mejoras.

Cartas de control para espesor de capa de pintura

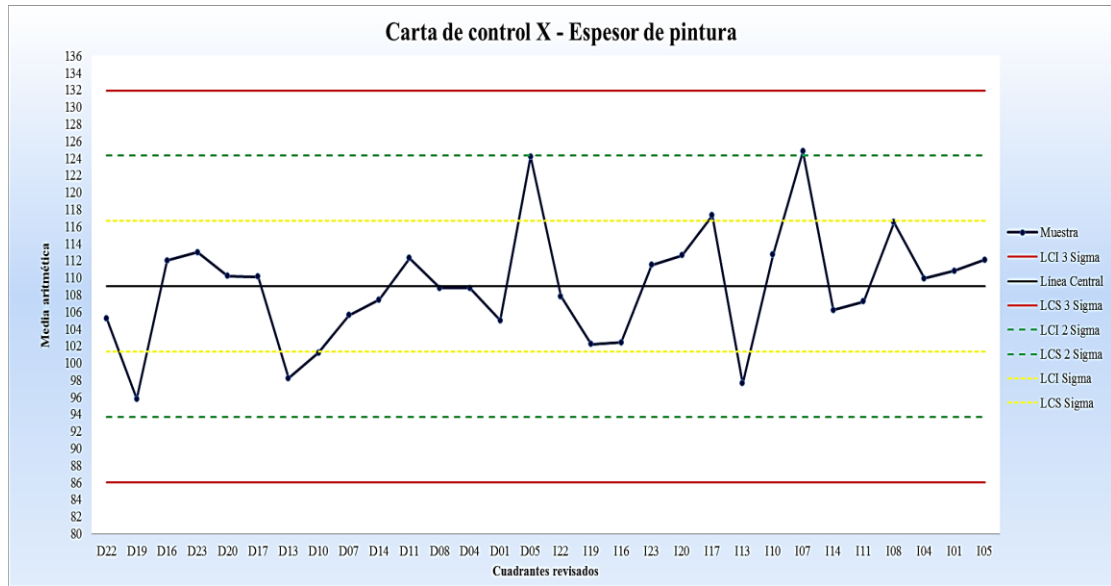


Fig. 59. Carta "X" - Espesor de capa de pintura

En el análisis del espesor de la capa de pintura, se elabora una carta X la que determina la estabilidad del proceso en función del promedio de las medias de los subgrupos, de esto se obtiene que ninguno de los puntos están fuera de los límites de control, no obstante el patrón H (ver tabla 3), se repite en varias ocasiones en la sucesión de datos, por lo que se considera que el proceso es inestable y que su análisis posterior de causas y mejoras es necesario. Por otra parte se elabora una carta S que nos brinda mayor precisión en el análisis de este proceso.

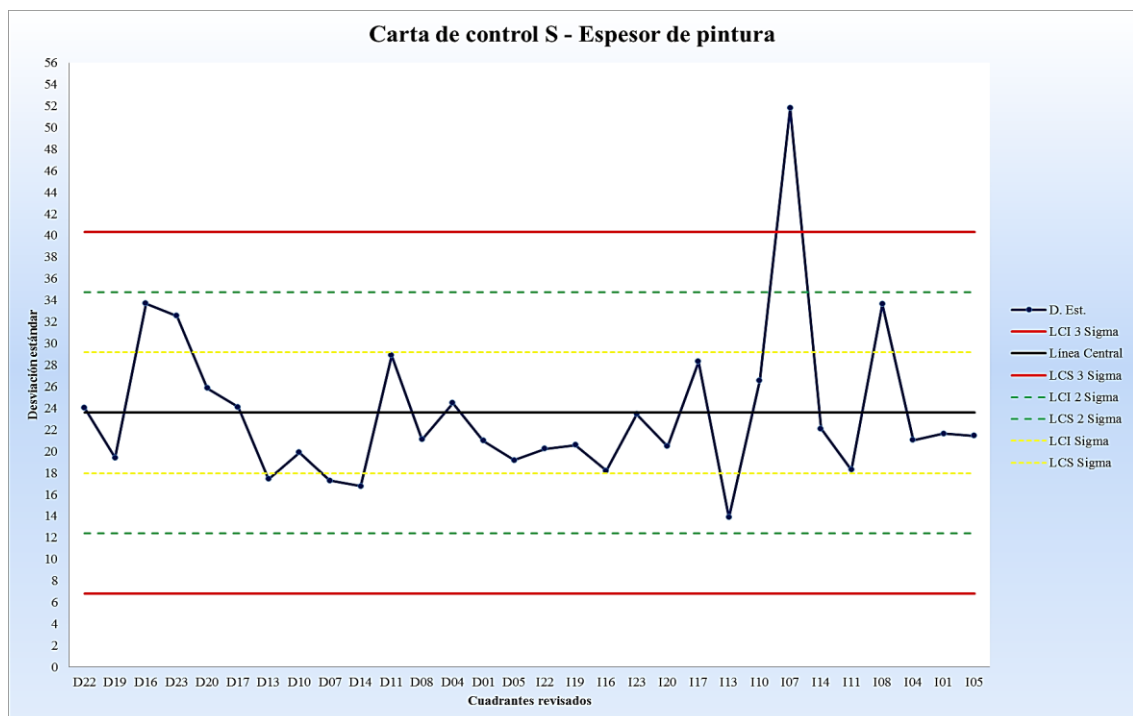


Fig. 60. Carta "S" - Espesor de capa de pintura

De la realización de esta carta se obtuvo que existe un punto que supera los límites de control este es un patrón A, además del comportamiento de los datos también se registró la presencia del patrón H en varias ocasiones, lo que indica que el proceso no es estable y debe ser objeto de análisis de causas y mejoras.

- **Discusión de resultados Cartas “X” y “S”**

De acuerdo a lo enunciado en el estudio “Control de calidad en la producción industrial”, las cartas de control para variables nos brindan mayor información que las cartas de control para atributos sobre el rendimiento de un proceso, facilitando el establecimiento de medidas de control [2], partiendo de esta premisa se aprecia que en nuestro caso todos los procesos numéricos analizados son inestables, ya que pese a no superar en varias ocasiones los límites de control si se registran patrones de inestabilidad que nos otorga el criterio de que es necesario implementar correcciones a estas actividades. Esta afirmación guarda coherencia con el estudio realizado en carrocías Megabuss, en donde el investigador genera cartas de control “X” y “R”, para evaluar el corte de material, aquí según el análisis se constata la inestabilidad del proceso pues además de que hay puntos fuera de los límites de control, también existen patrones de inestabilidad que el investigador no consideró en su estudio [20], situación que no sucede en el caso investigado en Volkswagen, donde se realiza un control estadístico de calidad a la aprobación de partes para la producción de vehículos, aquí el investigador si realiza el análisis de cartas de control de medias y de rangos tomando en cuenta los patrones de inestabilidad y no solo si un dato excede los límites de control [44], análisis que le permite obtener un estudio más desglosado de defectos y encontrar causas raíz con mayor eficiencia. Además, es importante recalcar que un aspecto positivo en nuestro estudio es el análisis del proceso mediante cartas de control “S”, ya que permite evaluar con mayor precisión la variabilidad del proceso y entender que si en relación a la media el proceso marcha bien puede ser que implícitamente tenga mucha variabilidad lo que indica que no se está llevando a cabo de la manera más adecuada y se debe plantear mejoras.

4.4.3. Cálculo de métricas sigma

Para determinar la situación actual de los procesos analizados mediante las técnicas de control de calidad se aplican cálculos relacionados con métricas sigma, tanto para variables cuantitativas como para atributos.

En el caso de las variables cuantitativas se aplica el cálculo de índices de capacidad aplicando las fórmulas definidas en la fundamentación teórica.

Por otra parte, para las variables cuantitativas se calcula los DPMO, que son los defectos por millón de oportunidades, esto nos permite establecer en que categoría sigma se encuentran nuestros procesos.

A partir de los resultados obtenidos en los cálculos se definen las estrategias de mejora por ello es de suma importancia calcular e interpretar adecuadamente todos los valores y criterios obtenidos.

Se detallan los resultados obtenidos de los cálculos:

- Índices de capacidad de proceso

Se realiza el cálculo de los índices de capacidad de los procesos cuyas variables tienen magnitudes estándares establecidas dentro de la organización, como son los procesos de soldadura de estructuras (ver tabla 9) y el espesor de capa de pintura cuyos valores permisibles se definieron en la etapa de análisis de fallas.

Los índices que se calculan para el estudio son Cp, Cpk y K, cuyas definiciones constan en la fundamentación teórica, al igual que sus criterios de interpretación.

Tabla 23 Cálculo e interpretación de índices de capacidad – Página 1

ÍNDICES DE CAPACIDAD DE LOS PROCESOS CON VARIABLES NOMINALES													
Parámetro	ES	El	σ	N	μ	Cp	Cpi	Cps	Cpk	K	Capacidad del proceso Cp	Capacidad del proceso considerando el centrado Cpk	Centrado de proceso K
Long. Sold. Unión techo lateral	90	70	3.25928	80	80.96	1.022720366	1.12127342	0.924167313	0.924167313	9.64%	Parcialmente adecuado, requiere de un control estricto.	El proceso no alcanza 1.25 que sugiere el mínimo para un proceso capaz, esto indica que el proceso no cumple correctamente con las especificaciones.	El signo indica que la media del proceso es mayor que la medida nominal. El porcentaje menor a 20% indica que se trata de un proceso relativamente centrado
Long. Sold. Unión posterior lateral techo	80	60	3.25058	70	60.02	1.025456774	0.001922731	2.048990816	0.001922731	-99.81%	Parcialmente adecuado, requiere de un control estricto.	El proceso no alcanza 1.25 que sugiere el mínimo para un proceso capaz, esto indica que el proceso no cumple correctamente con las especificaciones.	El signo indica que la media del proceso es menor que la medida nominal. El porcentaje mayor a 20% indica que se trata de un proceso totalmente descentralizado por lo que se deben asignar esfuerzos para corregirlo
Long. Sold. Unión frente lateral techo	80	60	2.82002	70	60.42	1.182024053	0.049053998	2.314994109	0.049053998	-95.85%	Parcialmente adecuado, requiere de un control estricto.	El proceso no alcanza 1.25 que sugiere el mínimo para un proceso capaz, esto indica que el proceso no cumple correctamente con las especificaciones.	El signo indica que la media del proceso es menor que la medida nominal. El porcentaje mayor a 20% indica que se trata de un proceso totalmente descentralizado por lo que se deben asignar esfuerzos para corregirlo

Tabla 23 Cálculo e interpretación de índices de capacidad - Continuación

ÍNDICES DE CAPACIDAD DE LOS PROCESOS CON VARIABLES NOMINALES													
Parámetro	ES	EI	σ	N	μ	Cp	Cpi	Cps	Cpk	K	Capacidad del proceso Cp	Capacidad del proceso considerando el centrado Cpk	Centrado de proceso K
Amp. Sold. Unión techo lateral	9	7	0.48988	8	8.03	0.680441594	0.702092009	0.65879118	0.65879118	3.18%	No adecuado para el trabajo. Es necesario un análisis del proceso. Requiere de modificaciones serias para alcanzar una calidad satisfactoria.	El proceso no alcanza 1.25 que sugiere el mínimo para un proceso capaz, esto indica que el proceso no cumple correctamente con las especificaciones.	El signo indica que la media del proceso es mayor que la medida nominal. El porcentaje menor a 20% indica que se trata de un proceso relativamente centrado
Amp. Sold. Unión posterior lateral techo	8	6	0.4669	7	6.94	0.713932187	0.669311425	0.758552948	0.669311425	-6.25%	No adecuado para el trabajo. Es necesario un análisis del proceso. Requiere de modificaciones serias para alcanzar una calidad satisfactoria.	El proceso no alcanza 1.25 que sugiere el mínimo para un proceso capaz, esto indica que el proceso no cumple correctamente con las especificaciones.	El signo indica que la media del proceso es menor que la medida nominal. El porcentaje menor a 20% indica que se trata de un proceso relativamente centrado
Amp. Sold. Unión frente lateral techo	8	6	0.4959	7	7.02	0.672173611	0.685617083	0.658730139	0.658730139	2.00%	No adecuado para el trabajo. Es necesario un análisis del proceso. Requiere de modificaciones serias para alcanzar una calidad satisfactoria.	El proceso no alcanza 1.25 que sugiere el mínimo para un proceso capaz, esto indica que el proceso no cumple correctamente con las especificaciones.	El signo indica que la media del proceso es mayor que la medida nominal. El porcentaje menor a 20% indica que se trata de un proceso relativamente centrado
Espesor de capa de pintura	150	80	23.5666	110	108.98	0.495051409	0.409902566	0.580200251	0.409902566	-2.91%	No adecuado para el trabajo. Requiere modificaciones serias	El proceso no alcanza 1.25 que sugiere el mínimo para un proceso capaz, esto indica que el proceso no cumple correctamente con las especificaciones.	El signo indica que la media del proceso es menor que la medida nominal. El porcentaje menor a 20% indica que se trata de un proceso relativamente centrado

- Cálculo de DPMO para cada área de producción

Se procede a calcular los defectos por millón de oportunidades mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$DPMO = \frac{d}{U*o} \times 1000000 \quad (8)$$

De este modo, *d* se obtiene de las hojas de verificación elaboradas en cada inspección de carrocería, *U* es la muestra que se inspeccionó y *o* son las zonas de inspección que se determinaron anteriormente para cada área (ver tablas 10, 11, 12, 13).

De la aplicación de dicha fórmula y de los parámetros obtenidos en la tabla de DPMO (Anexo 12) se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 24 Cálculo de DPMO de cada área

ÁREA	NÚMERO DE DEFECTOS TOTALES	NÚMERO OPORTUNIDADES (Zonas de inspección)	DPMO DEL PROCESO	NIVEL SIGMA DEL PROCESO	RENDIMIENTO DEL PROCESO
Estructuras	63	19	331578.95	1.9	65.60%
Forado	35	13	484615.38	1.6	54%
Pintura	52	16	393750	1.8	61.80%
Acabados	99	28	225000	2.2	75.80%
PROMEDIO				1.875	64.30%

Discusión de resultados:

Se concluye que el rendimiento en todas las áreas es bajo y que se tiene dificultades para cumplir con las especificaciones de calidad establecidas dentro de la organización, no obstante el resultado es alentador ya que de acuerdo a otras investigaciones realizadas en empresas del mismo campo industrial como Pillapa y Patricio Cepeda, el nivel sigma es superior, puesto que en Pillapa se registra un nivel sigma de 1.2 [41], mientras que en patricio cepeda de 0.57 [19], en Picoso por su parte se registra un nivel sigma de 1.875 que indica que en relación a dos empresas de la competencia el nivel de calidad es mayor sin embargo el rendimiento global es bajo por lo que se necesita establecer estrategias de mejora.

4.4.4. Análisis de causas raíz

Para analizar la causa raíz que origina cada uno de los defectos potenciales encontrados en las inspecciones se aplican diagramas de Ishikawa enfocados en las 6m, mientras que para establecer correctamente las causalidades se emplea implícitamente la metodología de los 5 porqué, con el fin de indagar a fondo y llegar a la detección correcta de la o las causas raíz del problema.

- Diagramas causa – efecto del área de estructuras.

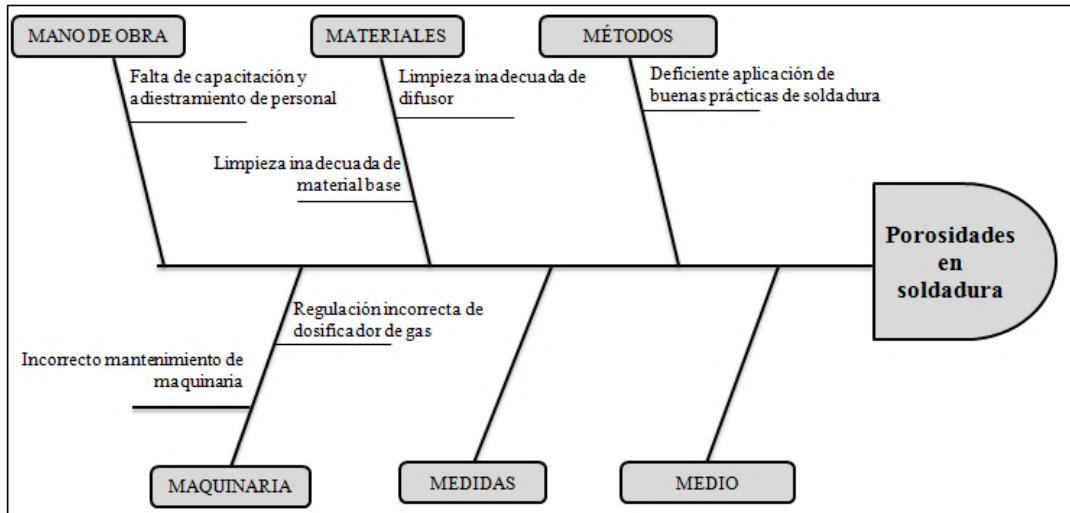


Fig. 61. Diagrama causa - efecto para porosidades en soldadura

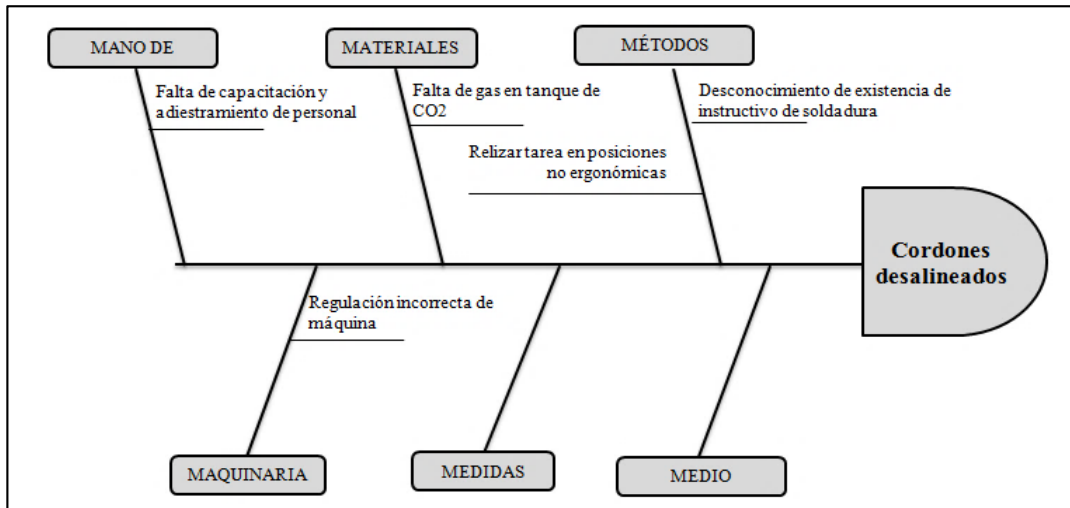


Fig. 62. Diagrama causa - efecto para cordones desalineados

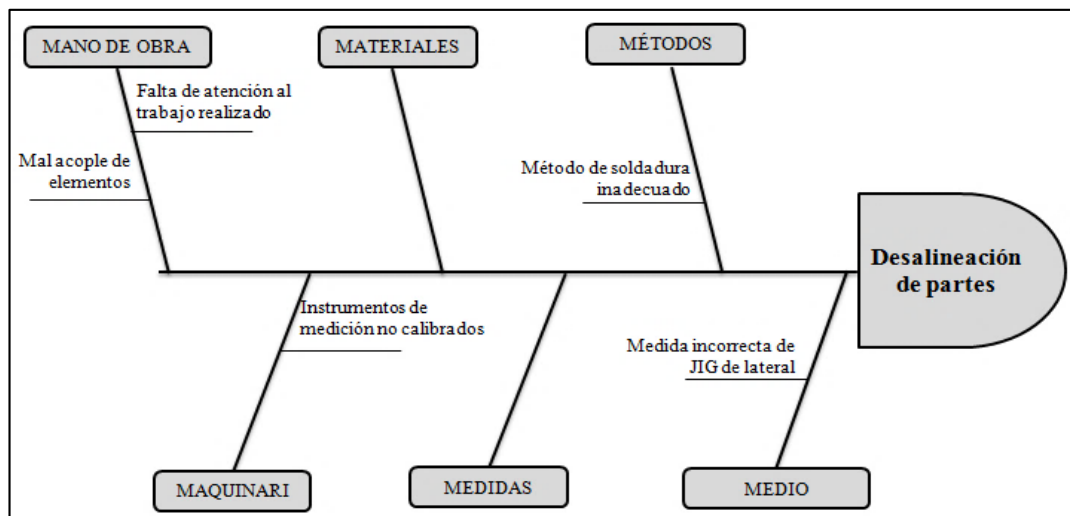


Fig. 63. Diagrama causa - efecto para partes desalineadas

- **Diagramas causa – efecto para el área de forrado**

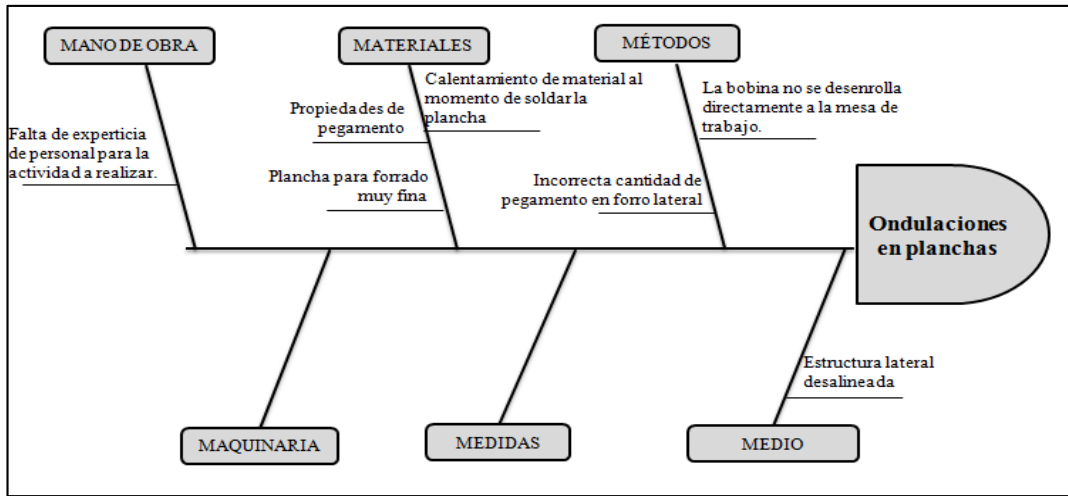


Fig. 64. Diagrama causa- efecto para ondulaciones en planchas

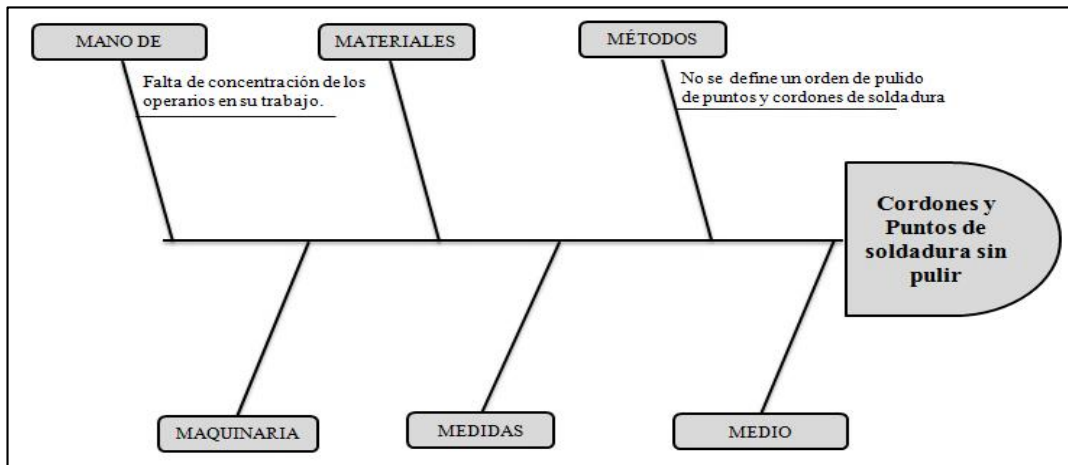


Fig. 65. Diagrama causa - efecto para cordones y puntos de soldadura sin pulir

- **Diagramas causa – efecto para el área de pintura**

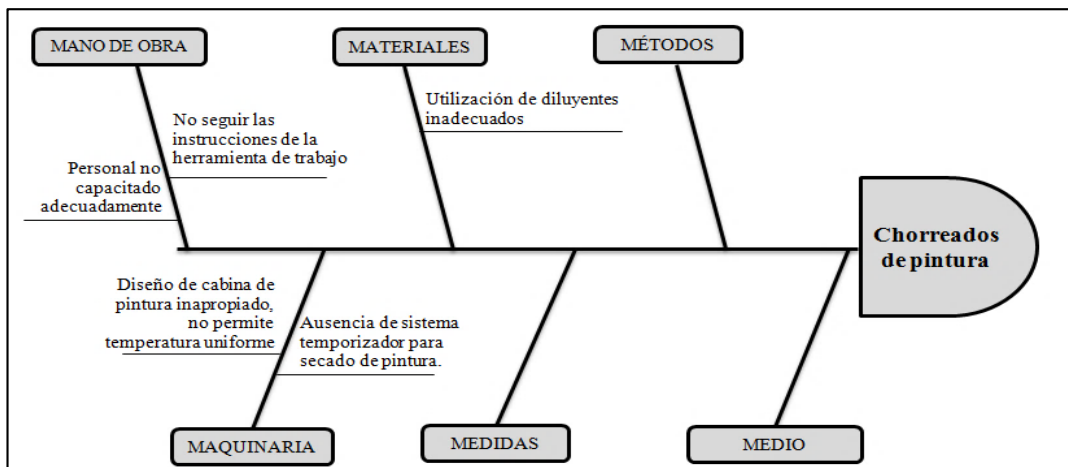


Fig. 66. Diagrama causa - efecto para chorreados de pintura

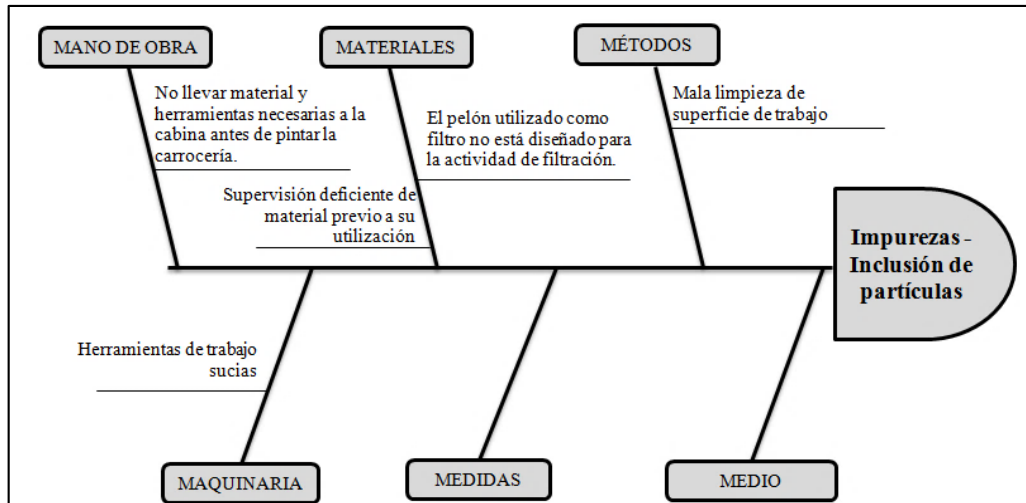


Fig. 67. Diagrama causa - efecto para impurezas/ inclusión de partículas

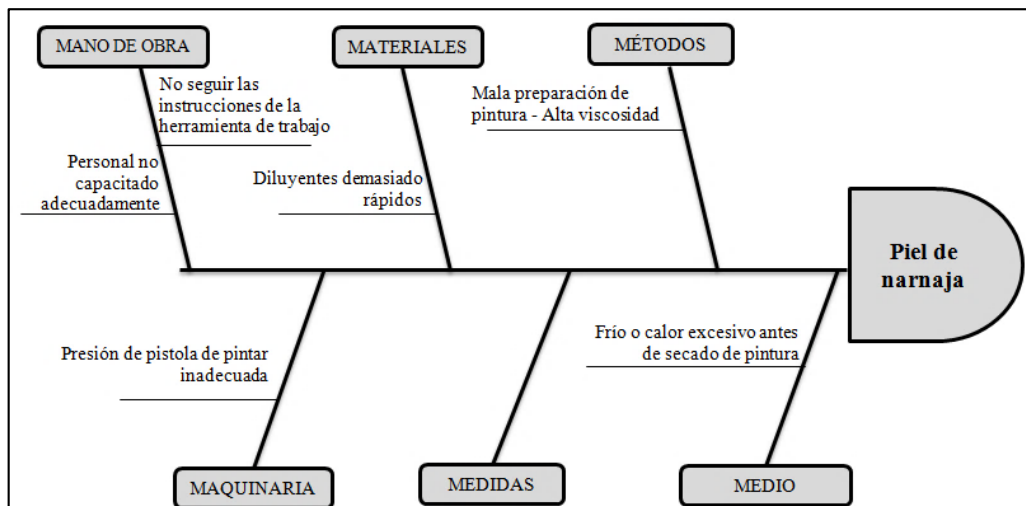


Fig. 68. Diagrama causa - efecto para piel de naranja

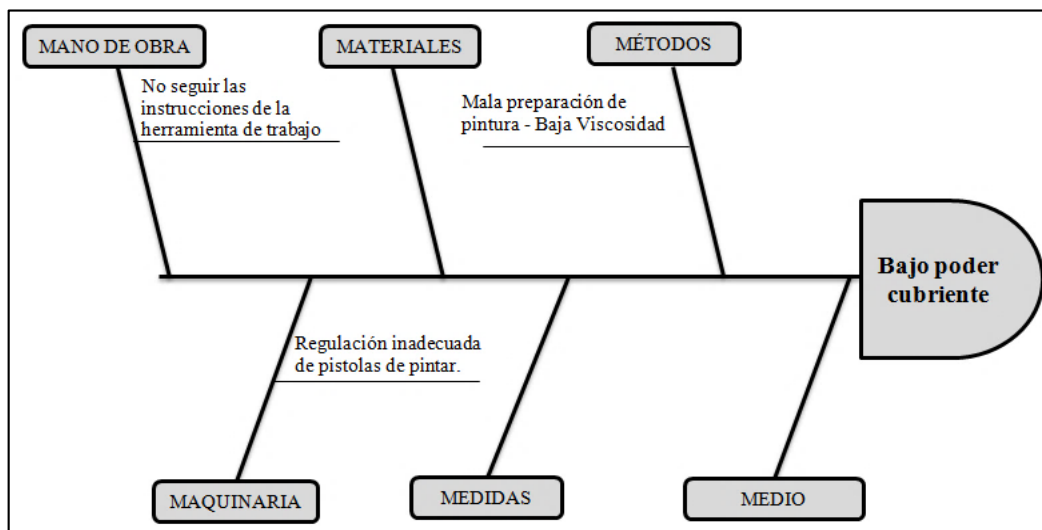


Fig. 69. Diagrama causa - efecto para bajo poder cubriente

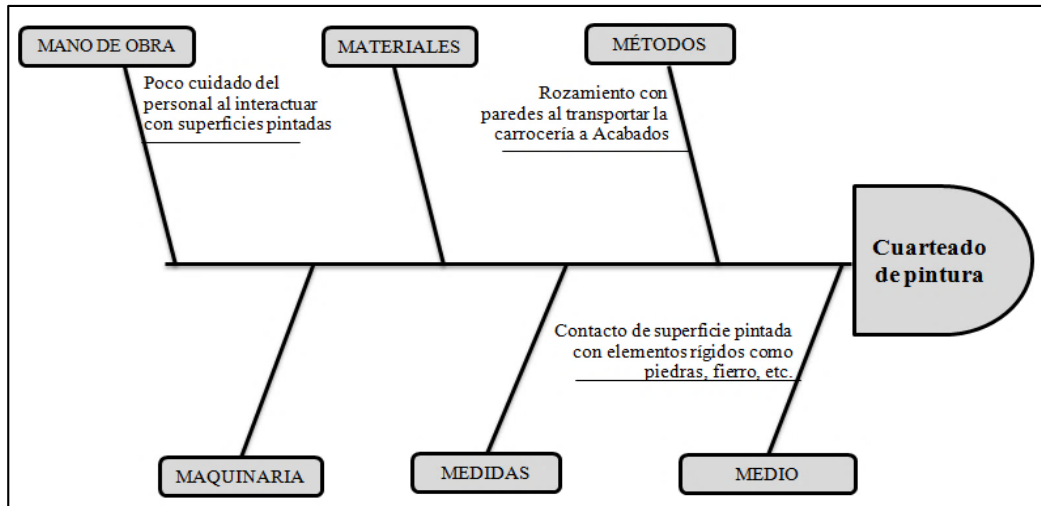


Fig. 70. Diagrama causa - efecto para cuarteados de pintura

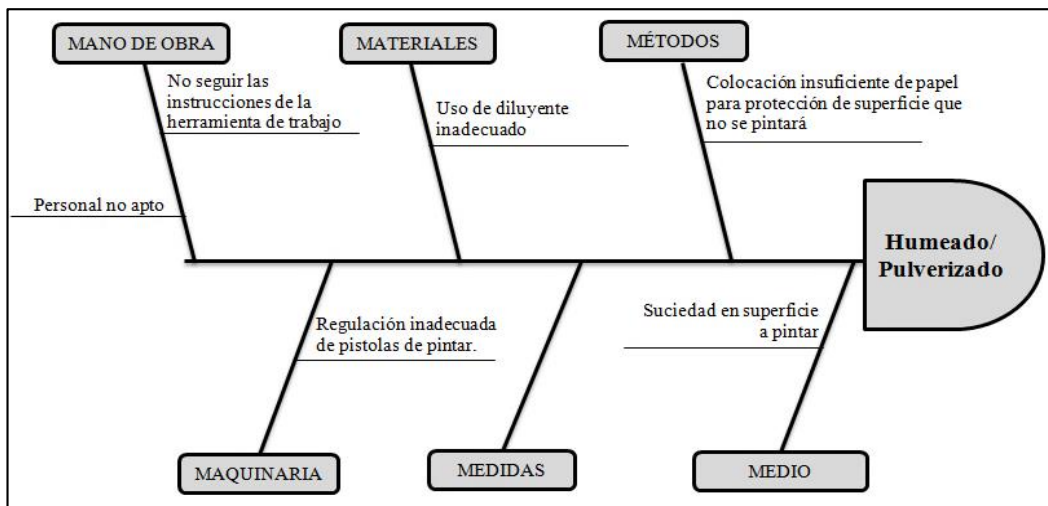


Fig. 71. Diagrama causa - efecto para humeado/pulverizado

- **Diagramas causa – efecto para el área de acabados**

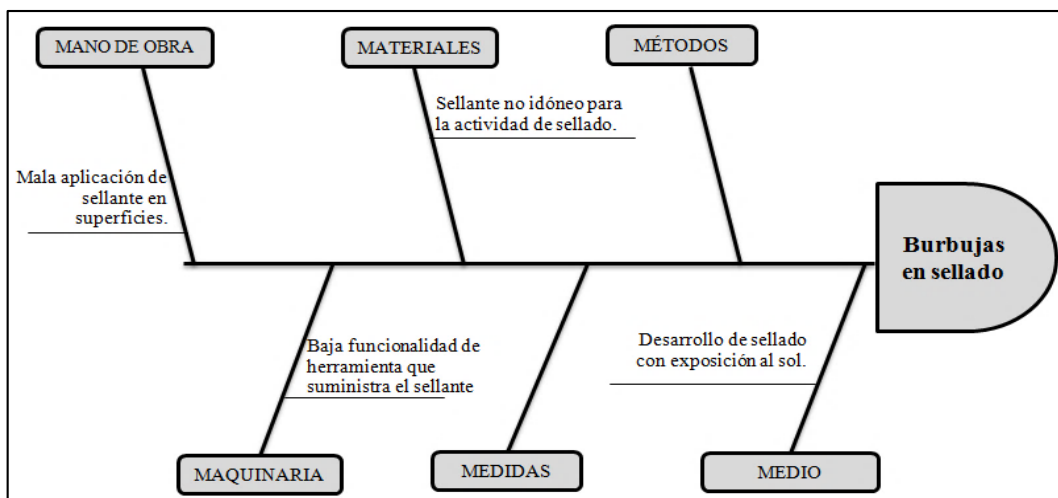


Fig. 72. Diagrama causa - efecto para burbujas en sellado

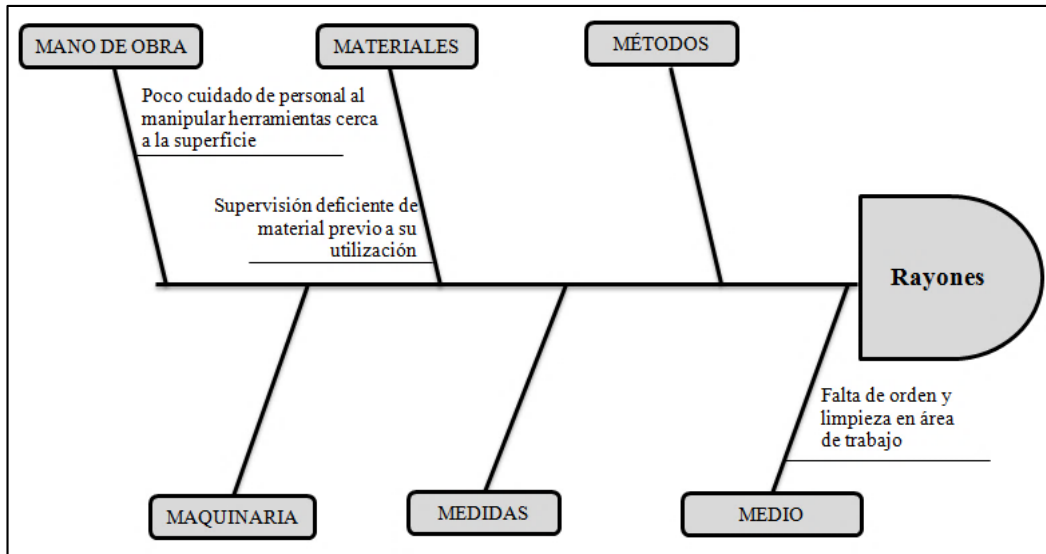


Fig. 73. Diagrama causa - efecto para rayones

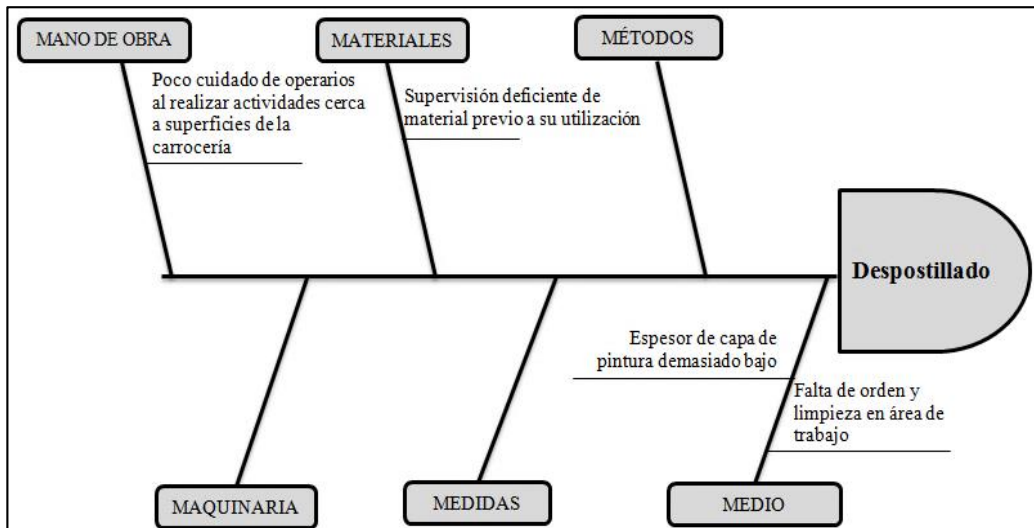


Fig. 74. Diagrama causa - efecto para despostillados

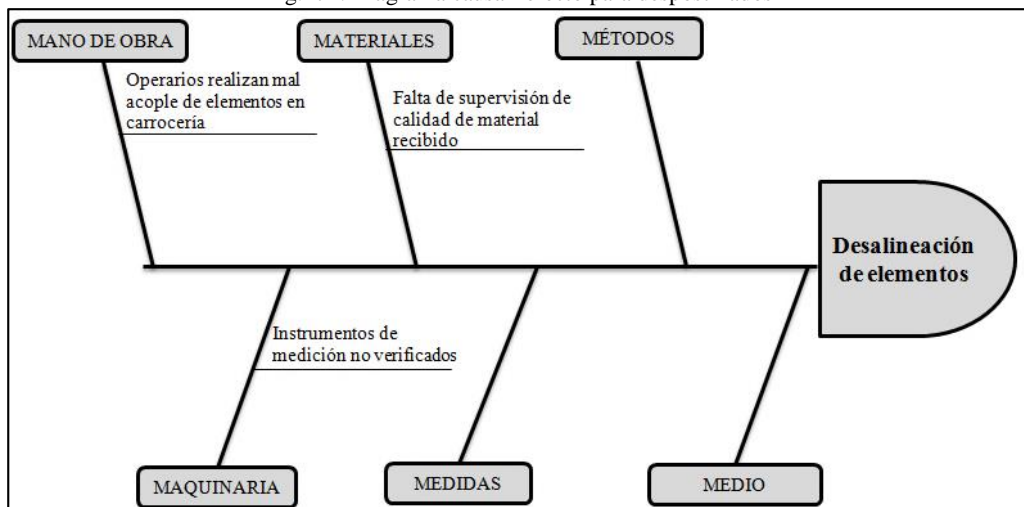


Fig. 75. Diagrama causa - efecto para desalineación de elementos

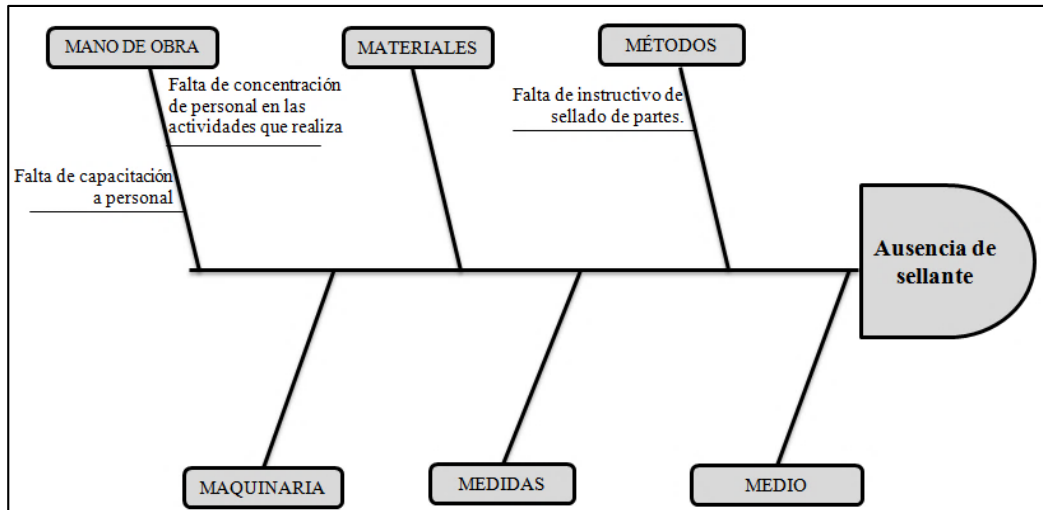


Fig. 76. Diagrama causa - efecto para ausencia de sellante

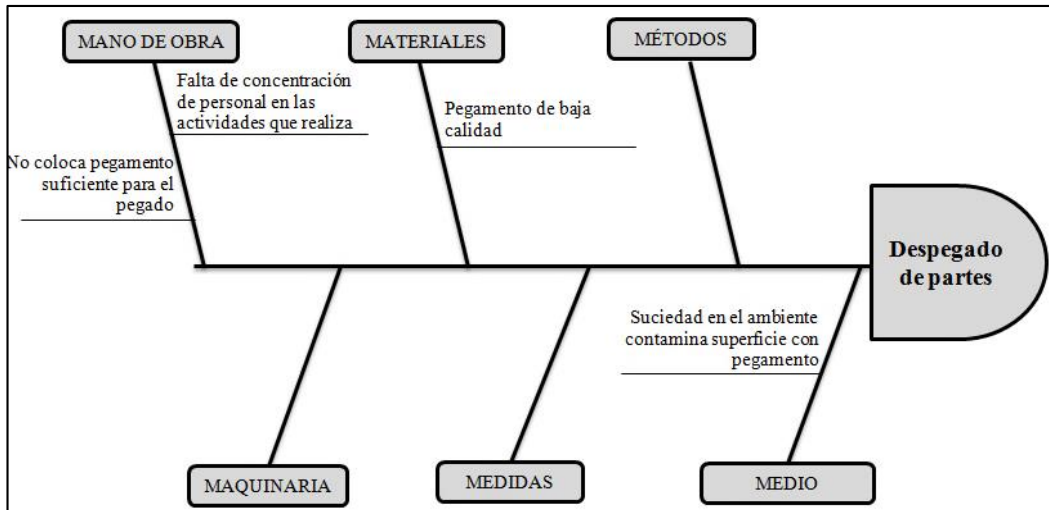


Fig. 77. Diagrama causa - efecto para despegado de partes

• **Diagramas causa efecto para variables nominales**

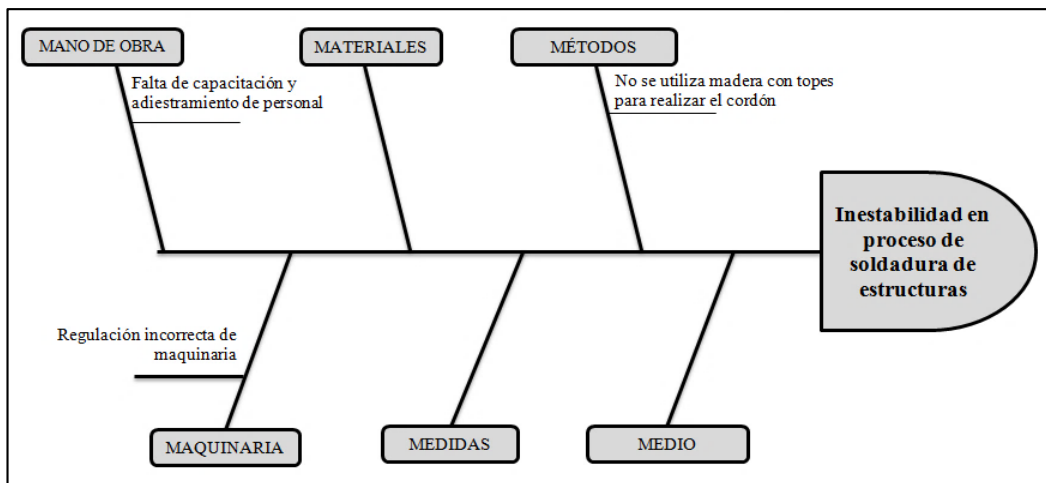


Fig. 78. Diagrama causa efecto para analizar inestabilidad en el soldado de estructuras

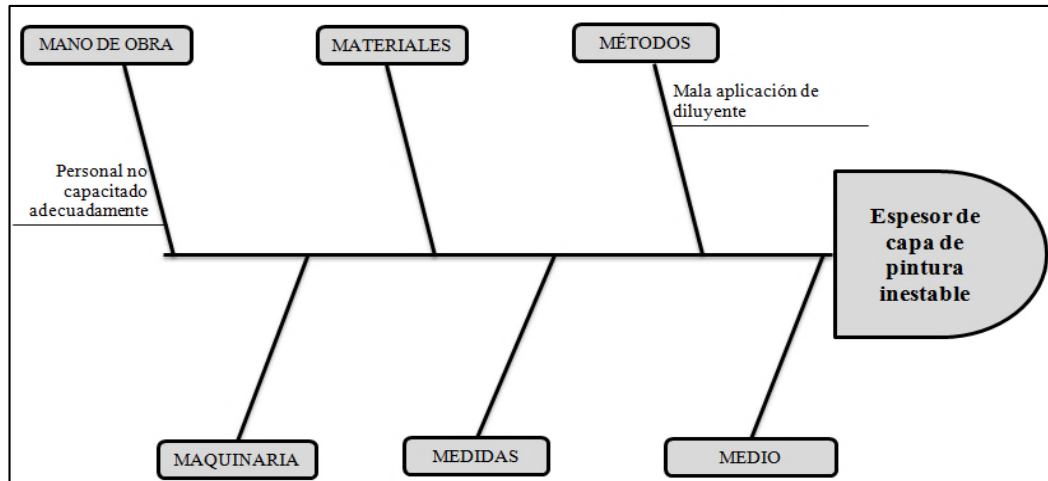


Fig. 79. Diagrama causa efecto para analizar inestabilidad en el proceso de aplicación de capa de pintura

La definición de las causas que pueden originar los distintos defectos analizados en el proyecto son los criterios por los que se parte al establecimiento de acciones de mejora.

4.5. Acciones de mejora

Para definir las acciones de mejora se establece un plan con formato definido en la metodología del estudio, las acciones de mejora establecidas se centrarán en las 6M, de donde se identificaron las causas de los defectos en los diagramas de Ishikawa, de esta manera se puede organizar y definir la información adecuadamente, cabe destacar que los objetivos del proyecto llegan hasta el establecimiento de las actividades de mejora por lo que el seguimiento solo se plantea mas no se ejecuta.

4.5.1. Plan de mejora de la calidad en Pico Sánchez Cía. Ltda.

El plan de mejora consta de:

- Documento del plan de mejora: Contiene las premisas y antecedentes base para la determinación de fallos sobre los que se aplican acciones. En este documento se establecen los puntos definidos en la metodología del proyecto de investigación con su debido desarrollo.
- Registros de control de calidad: Es la documentación interna que maneja la empresa para las inspecciones de calidad y la corrección de defectos encontrados. Es necesaria la elaboración de estos registros ya que los manejados anteriormente contenían muchas inconsistencias lo que hacía poco eficientes a las inspecciones de calidad.

- Instrucciones de llenado de registros de control de calidad: Se enmarcan los parámetros a tomar en cuenta para la realización correcta de inspecciones de calidad.

➤ **Documento del plan de mejora**

Introducción:

El control de calidad en Pico Sánchez Cía. Ltda. es un aspecto que tiene suma importancia dentro de su sistema de gestión integrado, sin embargo existen varias inconsistencias dentro de este proceso que no permiten que la evaluación de calidad sea adecuada y por ende la aparición de defectos en el producto final es constante; a pesar de que la empresa maneja registros de control de calidad, los mismos no están direccionados adecuadamente al objetivo de identificar fallos potenciales en la carrocería, más bien han provocado constantes levantamientos de acciones correctivas que no son estrictamente necesarias, por ello se optó por la reforma de registros internos de control de calidad.

Por otra parte, durante las frecuentes inspecciones se han detectado defectos cuya frecuencia de aparición ha sido repetitiva en cada unidad, para ello se han establecido actividades que tienen el objetivo de reducir la aparición de dichos defectos, para la ejecución de dichas actividades se generan tiempos límites de cumplimiento, esto con el fin de que se pueda tener un post seguimiento adecuado de los defectos y que se pueda evaluar si las acciones tomadas son eficientes.

Objetivo:

Establecer actividades encaminadas a la corrección de fallos por área de producción, con el fin de mitigar la aparición de defectos en el producto final entregado al cliente, y minimizar la cantidad de re-procesos.

Análisis:

El cálculo de los DPMO elaborado en cada área y en la empresa completa, genera un rendimiento global del 64.30%, siendo un resultado relativamente bajo que es consecuente con el análisis estadístico previo donde se evidenció la existencia de fallos que influyen considerablemente en la calidad del producto entregado tanto a clientes internos como externos de la organización.

Tabla 25 Definición de clientes internos y externos del proceso de ensamble de carrocerías en PICO SÁNCHEZ CÍA. LTDA.

CLIENTES QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO DE ENSAMBLE DE CARROCERÍAS		
PRODUCTO ENTREGADO	CLIENTE	CATEGORÍA
Estructura de carrocería	Operarios de forrado	Interno
Carrocería forrada	Operarios de pintura	Interno
Carrocería pintada y franjeada	Operarios de acabados	Interno
Carrocería terminada	Propietario de carrocería	Externo

Para definir cuáles defectos identificados en cada área tienen mayor influencia en la calidad del producto se determinan los pocos vitales con la metodología de Pareto, esto nos ayuda a priorizar sobre que fallos se centralizan las acciones correctivas, ya que los demás hallazgos encontrados en las inspecciones tienen una frecuencia de aparición incipiente que de acuerdo a la experiencia y fundamentación teórica pudieron tener lugar por causas especiales, fuera de las manos de supervisores o jefes de producción, además dichos defectos no suponen un problema constante en la calidad del producto final.

Por otra parte, las variables nominales que manejan un estándar interno en la organización generan valores de índice de capacidad relativamente bajos (analizados anteriormente), lo que concuerda también con la interpretación de las cartas de control en donde se evidencia que la mayoría de actividades no son estables y que es necesario tomar acciones para corregir las mismas.

Definición de acciones de mejora

Se establecen las actividades planteadas para mitigar la aparición de defectos, están se determinan en base a las 6M y a los pocos vitales definidos en el análisis estadístico.

Área de estructuras

Tabla 26 Acciones de mejora recomendadas para estructuras

Defecto	6m	Causa	Acciones de mejora recomendadas
Porosidades	Mano de obra	*Falta de capacitación y adiestramiento del personal	*Plan de capacitación y evaluación al personal de estructuras, en temas de soldadura
	Materiales	*Limpieza inadecuada de difusor *Limpieza inadecuada de material base	*Plan de capacitación interna sobre el uso correcto de maquinaria *Colocación de avisos en carteleras de planta de producción.
	Métodos	*Deficiente aplicación de buenas prácticas de soldadura	*Plan de capacitación y evaluación al personal de estructuras, en temas de soldadura
	Maquinaria	*Incorrecto mantenimiento a maquinaria *Regulación incorrecta de dosificador de aire	*Revisión minuciosa de cumplimiento de cronograma de mantenimiento *Instructivo de regulación correcta de soldadora
	Medidas	*NO APLICA	
	Medio	*NO APLICA	
Cordones de soldadura desalineados	Mano de obra	*Falta de capacitación y adiestramiento del personal	*Plan de capacitación y evaluación al personal de estructuras, en temas de soldadura
	Materiales	*Falta de gas en tanque de CO2	*Plan de capacitación interna sobre el uso correcto de maquinaria
	Métodos	*Desconocimiento de existencia de instructivo de soldadura *Realizar la tarea en posiciones no ergonómicas	*Socialización sobre el instructivo de soldadura *Plan de capacitación y evaluación al personal de estructuras en temas de soldadura
	Maquinaria	*Regulación incorrecta de máquina	*Instructivo de regulación correcta de soldadora
	Medidas	*NO APLICA	
	Medio	*NO APLICA	
Desalineación de partes	Mano de obra	*Falta de atención al trabajo realizado *Mal acople de elementos	*Supervisión minuciosa a operarios en planta *Evaluaciones periódicas a operarios.
	Materiales	*NO APLICA	
	Métodos	*Método de soldadura inadecuado	*Establecer un método de soldadura idóneo para evitar desalineación de estructuras
	Maquinaria	*Instrumentos de medición no verificados	*Revisión periódica de registro de calibración de instrumentos. *Planificación de verificación de instrumentos de medición.
	Medidas	*NO APLICA	
	Medio	*Medida incorrecta de JIG de lateral	Corregir medida de JIG de acuerdo al plano

Área de forrado

Tabla 27 Acciones de mejora recomendadas para el área de forrado

Defecto	6m	Causa	Acciones de mejora recomendadas
Ondulaciones en planchas	Mano de obra	*Falta de experticia del personal para realizar la actividad	*Plan de capacitación y evaluación al personal de estructuras, en temas de forrado de carrocería
	Materiales	*Calentamiento del material al momento de soldar la plancha *Propiedades del pegamento *Plancha para forrado muy fina	*Realizar estudio de factibilidad de cambio de material para forrado.
	Métodos	*Bobina no es desenrollada directamente a la mesa de trabajo *No se coloca la cantidad adecuada de pegamento	*Fabricar o adquirir artefacto para desenrollar la bobina. *Capacitación sobre uso correcto de pegamento.
	Maquinaria	*NO APLICA	
	Medidas	*NO APLICA	
	Medio	*Estructura lateral desalineada	*Establecer un método de soldadura idóneo para evitar desalineación de estructuras
Cordones y puntos de soldadura sin pulir	Mano de obra	*Falta de concentración de los operarios en su trabajo	*Supervisión minuciosa a operarios en planta
	Materiales	*NO APLICA	
	Métodos	*No se define un orden de pulido de puntos y cordones	*Establecer un esquema que determine todos los cordones y puntos de soldadura a pulir antes de pasar la unidad a el siguiente proceso.
	Maquinaria	*NO APLICA	
	Medidas	*NO APLICA	
	Medio	*NO APLICA	

Área de pintura

Tabla 28 Acciones de mejora recomendadas para el área de pintura

Defecto	6m	Causa	Acciones de mejora recomendadas
Chorreados	Mano de obra	*Falta de capacitación y adiestramiento del personal *No seguir las instrucciones de uso de la herramienta de trabajo	*Plan de capacitación y evaluación al personal de pintura, en temas relacionados a buenas prácticas de pintura. *Capacitación interna sobre uso correcto de herramienta
	Materiales	*Utilización de diluyentes inadecuados	* Revisión correcta de especificaciones de pintura
	Métodos	*NO APLICA	
	Maquinaria	*Diseño de cabina de pintura inapropiado, no permite temperatura uniforme *Ausencia de sistema temporizador para secado de pintura.	*Estudio de repotenciación de cabina de pintura
	Medidas	*NO APLICA	
	Medio	*NO APLICA	
Impurezas / Inclusión de partículas	Mano de obra	*No llevar material y herramientas necesarias a la cabina antes de pintar la carrocería.	*Control adecuado de material por parte del líder de área. Que es el encargado de proveer todos los insumos en cada proceso.
	Materiales	*Supervisión deficiente de material previo a su utilización *El pelón utilizado como filtro no está diseñado para la actividad de filtración.	*Establecer protocolo de supervisión de estado de material previo a su uso *Sustituir pelón por filtros especializados.
	Métodos	*Mala limpieza de superficie de trabajo	*Generar consciencia colectiva en la institución en temas de orden y limpieza.
	Maquinaria	*Herramientas de trabajo sucias	*Generar consciencia colectiva en la institución en temas de orden y limpieza.
	Medidas	*NO APLICA	
	Medio	*NO APLICA	
Piel de naranja	Mano de obra	*Falta de capacitación y adiestramiento del personal *No seguir las instrucciones de uso de la herramienta de trabajo	*Plan de capacitación y evaluación al personal de pintura, en temas relacionados a buenas prácticas de pintura. *Capacitación interna sobre uso correcto de herramienta
	Materiales	*Diluyentes demasiado rápidos	
	Métodos	*Mala preparación de pintura /Alta viscosidad	*Plan de capacitación y evaluación al personal de pintura, en temas relacionados a buenas prácticas de pintura.
	Maquinaria	*Presión de pistola de pintar inadecuada	*Instructivo de regulación de pistola de pintar
	Medidas	*NO APLICA	
	Medio	*Excesivo frío o calor antes de secado de pintura	*Regulación correcta de temperatura de cabina (Definida en repotenciación)

Tabla 28 Acciones de mejora recomendadas para el área de pintura (continuación)

Defecto	6m	Causa	Acciones de mejora recomendadas
Bajo poder cubriente	Mano de obra	*No seguir las instrucciones de uso de la herramienta de trabajo	*Capacitación interna sobre uso correcto de herramienta
	Materiales	*NO APLICA	
	Métodos	*Mala preparación de pintura /Baja viscosidad	*Plan de capacitación y evaluación al personal de pintura, en temas relacionados a buenas prácticas de pintura.
	Maquinaria	*Regulación inadecuada de pistola de pintar	*Instructivo de regulación de pistola de pintar
	Medidas	*NO APLICA	
	Medio	*NO APLICA	
Cuartheados de pintura	Mano de obra	*Poco cuidado del personal al interactuar con superficies pintadas	*Supervisión periódica en el área
	Materiales	*NO APLICA	
	Métodos	*Rozamiento con paredes al transportar la carrocería a Acabados	*Supervisión constante al realizar desplazamientos de la unidad
	Maquinaria	*NO APLICA	
	Medidas	*NO APLICA	
	Medio	*Contacto de superficie pintada con elementos rígidos como piedras, fierro, etc.	*Generar conciencia colectiva en la institución en temas de orden y limpieza.
Humeado/Pulverizado	Mano de obra	*Falta de capacitación y adiestramiento del personal *No seguir las instrucciones de uso de la herramienta de trabajo	*Plan de capacitación y evaluación al personal de pintura, en temas relacionados a buenas prácticas de pintura. *Capacitación interna sobre uso correcto de herramienta
	Materiales	*Uso de diluyente inadecuado	*Revisión correcta de especificaciones de pintura
	Métodos	*Colocación insuficiente de papel para protección de superficie que no se pintará	*Supervisión de líder previo a realizar franjeados
	Maquinaria	*Regulación inadecuada de pistola de pintar	*Instructivo de regulación de pistola de pintar
	Medidas	*NO APLICA	
	Medio	*Suciedad de superficie a pintar	*Supervisión minuciosa de superficie de carrocería.

Área de acabados

Tabla 29 Acciones de mejora recomendadas para el área de acabados

Defecto	6m	Causa	Acciones de mejora recomendadas
Burbujas en sellado	Mano de obra	*Mala aplicación de sellante en superficies.	*Plan de capacitación y evaluación a selladores, en temas relacionados a buena aplicación de sellante
	Materiales	*Sellante no idóneo para la actividad de sellado.	*Estudio de factibilidad de adquisición de nuevo sellante de mayor eficacia
	Métodos	*NO APLICA	
	Maquinaria	*Baja funcionalidad de herramienta que suministra el sellante	*Dotación de maquinaria en buen estado para actividades en planta.
	Medidas	*NO APLICA	
	Medio	*Desarrollo de sellado con exposición al sol	*Elaborar un instructivo de sellado correcto de partes
Rayones	Mano de obra	*Poco cuidado de personal al manipular herramientas cerca a la superficie	*Generar consciencia de orden y limpieza en las áreas de trabajo
	Materiales	*Supervisión deficiente de material previo a su utilización	*Establecer protocolo de supervisión de estado de material previo a su uso
	Métodos	*NO APLICA	
	Maquinaria	*NO APLICA	
	Medidas	*NO APLICA	
	Medio	*Falta de orden y limpieza en área de trabajo	*Generar consciencia de orden y limpieza en las áreas de trabajo
Despostillado	Mano de obra	*Poco cuidado de operarios al realizar actividades cerca a superficies de la carrocería	*Generar consciencia de orden y limpieza en las áreas de trabajo
	Materiales	*Supervisión deficiente de material previo a su utilización	*Establecer protocolo de supervisión de estado de material previo a su uso
	Métodos	*NO APLICA	
	Maquinaria	*NO APLICA	
	Medidas	*NO APLICA	
	Medio	*Espesor de capa de pintura demasiado bajo *Falta de orden y limpieza en área de trabajo	*Plan de capacitación y evaluación a pintores, en temas relacionados a buenas prácticas de pintura *Generar consciencia de orden y limpieza en las áreas de trabajo

Tabla 29 Acciones de mejora para el área de acabados (continuación)

Defecto	6m	Causa	Acciones de mejora recomendadas
Desalineación de elementos	Mano de obra	*Operarios realizan mal acople de elementos en carrocería	*Supervisión minuciosa a operarios en planta *Evaluaciones periódicas a operarios.
	Materiales	*Falta de supervisión de calidad de material recibido	*Establecer protocolo de supervisión de estado de material previo a su uso
	Métodos	*NO APLICA	
	Maquinaria	*Instrumentos de medición no verificados	*Revisión periódica de registro de calibración de instrumentos. *Planificación de verificación de instrumentos de medición.
	Medidas	*NO APLICA	
	Medio	*NO APLICA	
Ausencia de sellante	Mano de obra	*Falta de capacitación y adiestramiento del personal *Falta de concentración de personal en las actividades que realiza	*Plan de capacitación y evaluación a selladores, en temas relacionados a buena aplicación de sellante *Supervisión periódica de trabajo
	Materiales	*NO APLICA	
	Métodos	*Falta de instructivo de sellado de partes	*Elaborar un instructivo de sellado correcto de partes
	Maquinaria	*NO APLICA	
	Medidas	*NO APLICA	
	Medio	*NO APLICA	
Despegado de partes	Mano de obra	*Falta de concentración de personal en las actividades que realiza *No coloca pegamento suficiente para el pegado	*Supervisión periódica de trabajo
	Materiales	*Pegamento de baja calidad	*Cambio de marca de pegamento por uno de mejor calidad
	Métodos	*NO APLICA	
	Maquinaria	*NO APLICA	
	Medidas	*NO APLICA	
	Medio	*Suciedad en el ambiente contamina superficie con pegamento	*Generar consciencia de orden y limpieza en las áreas de trabajo

VARIABLES NOMINALES

Tabla 30 Acciones de mejora para variables nominales

Defecto	6m	Causa	Acciones de mejora recomendadas
Inestabilidad en soldadura de estructuras	Mano de obra	*Falta de capacitación y adiestramiento del personal	*Plan de capacitación y evaluación a operarios, en temas relacionados a soldadura *Supervisión periódica de trabajo
	Materiales	*NO APLICA	
	Métodos	*No se utiliza madera con topes para realizar el cordón	*Supervisión periódica de trabajo
	Maquinaria	*Regulación incorrecta de maquinaria	*Instructivo de regulación correcta de soldadora
	Medidas	*NO APLICA	
	Medio	*NO APLICA	
Inestabilidad en aplicación de capa de pintura	Mano de obra	*Falta de concentración de personal en las actividades que realiza *Falta de capacitación a operarios de pintura	*Supervisión periódica de trabajo *Plan de capacitación y evaluación a operarios en temas relacionados a pintura de carrocerías
	Materiales	*NO APLICA	
	Métodos	*Mala aplicación de diluyente en pintura	*Revisar especificaciones de pintura para saber que cantidad de diluyente colocar
	Maquinaria	*NO APLICA	
	Medidas	*NO APLICA	
	Medio	*NO APLICA	

Planificación y control de acciones de mejora

Definidas las acciones de mejora recomendadas es necesario establecer una planificación para la ejecución de las mismas, determinando también los responsables de ejecutarla y los medios con los que se controlará su cumplimiento.

Además en un ítem denominado “detalle” se definen los temas, actividades o estrategias necesarios para que la acción de mejora se cristalice.

El establecimiento de los planes de control se basan en las acciones de mejora establecidas previamente.

Área de estructuras

Tabla 31 Planificación de acciones de mejora para estructuras

Acción de mejora	Detalle	Responsable	Tiempo de ejecución	Medio de control
Plan de capacitación y evaluación al personal de estructuras, en temas de soldadura	Se requiere capacitación en los temas: *Definiciones básicas *Tipos de soldadura *Tipos de uniones *Posiciones de soldadura *Terminología y nomenclatura en soldadura *Soldadura en plano con uniones a tocar *Caudal de gas protector *Métodos de transferencia del metal de soldadura *Recomendaciones para buen uso de soldadora	*Departamento de talento humano *Supervisor del área	40 horas	*Certificado de asistencia a curso *Resultados de evaluación de desempeño
Plan de capacitación sobre uso adecuado de herramientas y maquinaria	Se sugiere capacitar en los siguientes aspectos: *Buenas prácticas de soldadura *Uso seguro de soldadora *Limpieza adecuada de difusor *Medios adecuados para soldar	*Departamento de mantenimiento *Supervisor del área	1 hora a la semana, charla en 2 grupos.	*Registro interno de asistencia
Colocación de avisos en carteleras de planta de producción	Se sugiere colocar avisos con información sobre: *Recomendaciones para buen uso de soldadora *Condiciones adecuadas para ejecutar tareas de soldadura	*Supervisor del área *Asistente de departamento técnico	4 horas	*Evidencia fotográfica
Revisión minuciosa de cumplimiento de cronograma de mantenimiento	Se sugiere revisar mensualmente el cumplimiento del cronograma de mantenimiento	*Departamento de mantenimiento	Mensual	*Registro - Tarjeta de inspección de mantenimiento

Tabla 31 Planificación de acciones de mejora para estructuras (Continuación)

Acción de mejora	Detalle	Responsable	Tiempo de ejecución	Medio de control
Instructivo de regulación correcta de soldadura	Se sugiere elaborar un instructivo que contenga los parámetros que se debe tomar en cuenta para regular una soldadora	*Departamento de mantenimiento	8 horas	*Documento de instructivo
Socialización sobre instructivo de soldadura	Se recomienda efectuar una reunión en donde se explique y entregue a los operarios el instructivo de soldadura existente en la empresa	*Supervisor del área	1 hora a la semana, charla en 2 grupos.	*Registro de asistencia a capacitación
Supervisión minuciosa a operarios en planta	Se recomienda incrementar las inspecciones de trabajo por parte del supervisor de área con el fin de evitar descuidos y malos procederes por parte de los operarios que puedan afectar al proceso productivo	*Supervisor del área	A criterio del supervisor	*Nivel de desempeño mensual de los operarios.
Evaluaciones periódicas a operarios	Se recomienda que las evaluaciones de desempeño a operarios se realice con mayor frecuencia. La frecuencia actual es de una vez al año y se considera un tiempo extenso para tomar decisiones para mejorar el desempeño	*Supervisor del área	2 veces al año	*Resultados de evaluación de desempeño
Revisión periódica de registro de calibración de instrumentos	Se debe realizar un seguimiento constante del registro de calibración de documentos, con el fin de saber cuando un instrumento de medición requiere su nueva calibración	*Encargado de procedimiento "Calibración - verificación de equipos de medición"	Revisión mensual	*Certificados de calibración de equipos actualizados

Tabla 31 Planificación de acciones de mejora para estructuras (Continuación)

Acción de mejora	Detalle	Responsable	Tiempo de ejecución	Medio de control
Planificación de verificación de instrumentos de medición	Se debe llevar a cabo las verificaciones de instrumentos de medición dentro de los tiempos estipulados en el registro de calibración de instrumentos de medición	*Encargado de procedimiento "Calibración - verificación de equipos de medición"	Revisión mensual	*Registro actualizado
Corregir medida de JIG de acuerdo al plano	Se debe realizar una revisión completa de las dimensiones del JIG de laterales, para determinar que todas las medidas estén correctas y en caso de no estarlo rectificar de inmediato	*Supervisor del área	Un mes	*Evidencia fotográfica
Establecer un método de soldadura idóneo para evitar la desalineación de estructuras	<p>Para definir el método adecuado de soldadura es recomendable tener en cuenta:</p> <ul style="list-style-type: none"> * No soldar más de lo necesario en lo que a longitud de los cordones se refiere. *No hacer cordones gruesos innecesarios para no aplicar calorías de más. *No dar más cordones en la misma unión de los necesarios. *Puntear y soldar en sentido contrapuesto para equilibrar las fuerzas de las tensiones producidas por el calor de los puntos y cordones de soldadura. *Planificar las secuencias de los cordones que vamos hacer para contraponer en fuerzas opuestas. *Reducir y minimizar los tiempos de soldadura para aportar la menor cantidad posible de calorías 	<ul style="list-style-type: none"> *Supervisor del área *Asistente de departamento técnico 	40 horas	*Instructivo de soldadura actualizado.

Área de forrado

Tabla 32 Planificación de acciones de mejora para forrado

Acción de mejora	Detalle	Responsable	Tiempo de ejecución	Medio de control
Plan de capacitación y evaluación al personal de estructuras, en temas de forrado de carrocería	Se requiere capacitación en los temas: *Igualación y preparación de superficies *Elementos estructurales del vehículo *Elementos metálicos y sintéticos *Formación y orientación laboral *Uso correcto de pegamentos elásticos de poliuretano.	*Departamento de talento humano *Supervisor del área	40 horas	*Certificado de asistencia a curso *Resultados de evaluación de desempeño
Realizar estudio de factibilidad de cambio de material para forrado.	Se recomienda analizar si es rentable cambiar la plancha de forrado utilizada actualmente por una plancha de mayor grosor y resistencia	*Jefe de compras *Supervisor de área	A criterio de los responsables	*Resolución de cambio subida al sistema documental
Fabricar o adquirir artefacto para desenrollar la bobina. Capacitación sobre uso correcto de pegamento.	Se recomienda elaborar una máquina que permita enrollar y desenrollar la bobina de forrado con mayor facilidad	*Supervisor del área	A criterio del supervisor	*Evidencia fotográfica
Establecer un método de soldadura idóneo para evitar desalineación de estructuras	Esta acción de mejora está detallada debidamente en el cuadro del área de estructuras debido a que la estructura de laterales se realiza en el anterior proceso sin embargo la mala realización de esta actividad influye en el proceso de forrado por lo que se considero a la estructura como el medio dentro de las 6M	*Supervisor del área *Asistente de departamento técnico	40 horas	*Instructivo de soldadura actualizado.

Tabla 32 Planificación de acciones de mejora para forrado (continuación)

Acción de mejora	Detalle	Responsable	Tiempo de ejecución	Medio de control
Supervisión minuciosa a operarios en planta	Se recomienda incrementar las inspecciones de trabajo por parte del supervisor de área con el fin de evitar descuidos y malos procederes por parte de los operarios que puedan afectar al proceso productivo	*Supervisor del área	A criterio del supervisor	*Nivel de desempeño mensual de los operarios.
Establecer un esquema que determine todos los cordones y puntos de soldadura a pulir antes de pasar la unidad a el siguiente proceso.	Se recomienda elaborar un diagrama donde indique los lugares que no deben tener cordones y puntos de soldadura sin pulir antes de pasar la unidad a preparación de carrocería para fondeo	*Supervisor del área *Asistente de departamento técnico	1 mes	*Diagrama de puntos y cordone de soldadura

Área de pintura

Tabla 33 Planificación de acciones de mejora para pintura

Acción de mejora	Detalle	Responsable	Tiempo de ejecución	Medio de control
Plan de capacitación y evaluación al personal de pintura, en temas relacionados a buenas prácticas de pintura.	Se sugiere planificar capacitaciones con los siguientes temas: *Preparación de superficies *Técnicas de enmascarado *Protección de superficies *Igualación y preparación de superficies *Embelllecimiento de superficies *Pintado de vehículos	*Dpto. de talento humano *Supervisor del área	40 horas	*Certificados de asistencia a curso *Resultados de evaluación de desempeño

Tabla 33 Planificación de acciones de mejora para pintura (continuación)

Acción de mejora	Detalle	Responsable	Tiempo de ejecución	Medio de control
Capacitación interna sobre uso correcto de herramienta	Se recomienda planificar capacitaciones sobre: *Uso correcto de lijadora orbital *Uso correcto de pistola de pintar *Criterios de regulación de pistola de pintar *Seguridad e higiene industrial	*Supervisor del área	1 hora a la semana	*Registro interno de asistencia
Revisión correcta de especificaciones de pintura	Se recomienda revisar constantemente todas las especificaciones que contiene la pintura a utilizar.	*Líder del área de pintura	Constantemente al retirar el material de bodega	*Registros de control de calidad
Estudio de repotenciación de cabina de pintura	Se recomienda realizar una evaluación técnica sobre la eficiencia de la cabina de pintura	*Consultor externo	Seis meses	*Informe técnico de consultor externo
Control adecuado de material por parte del líder de área. Que es el encargado de proveer todos los insumos en cada proceso.	Se recomienda que el líder controle que todos los materiales se encuentren disponibles para los operarios previo a realizar el pintado en la cabina.	*Líder del área de pintura	Cada vez que se utilice la cabina de pintura	*
Establecer protocolo de supervisión de estado de material previo a su uso	Se recomienda proveer al líder del área un documento en el que registre las novedades encontradas en el estado de materiales	*Líder del área de pintura	Constantemente al retirar el material de bodega	*Revisión mensual de documento de estado de materiales
Sustituir pelón por filtros especializados.	Se recomienda adquirir filtros especializados para actividades de pintura	*Supervisor del área	A criterio del supervisor	*Comprobantes de adquisición de filtro

Tabla 33 Planificación de acciones de mejora para pintura (continuación)

Acción de mejora	Detalle	Responsable	Tiempo de ejecución	Medio de control
Generar conciencia colectiva en la institución en temas de orden y limpieza.	Se sugiere organizar charlas sobre higiene y seguridad industrial, enmarcando la importancia de mantener limpio el puesto de trabajo	*Técnico de seguridad *Supervisor del área	1 hora a la semana - charla en 2 grupos	*Registro interno de asistencia
Instructivo de regulación de pistola de pintar	Se sugiere elaborar un instructivo que contenga los parámetros para una correcta regulación de pistola de pintar	*Supervisor del área	8 horas	*Documento de instructivo
Regulación correcta de temperatura de cabina	Se recomienda mejorar el sistema de control de temperatura en la cabina, con el fin de que sea constante en toda la cabina	*Supervisor del área	A criterio del supervisor	*Evidencia subida al sistema documental
Supervisión periódica en el área	Se recomienda incrementar las inspecciones de trabajo por parte del supervisor de área con el fin de evitar descuidos y malos procedimientos por parte de los operarios que puedan afectar al proceso productivo	*Supervisor del área	A criterio del supervisor	*Nivel de desempeño mensual de los operarios.
Supervisión constante al realizar desplazamientos de la unidad	Se recomienda que el supervisor se encuentre siempre que se transporta la unidad hasta el siguiente proceso, esto con el fin de evitar acciones imprudentes por parte de los operarios	*Supervisor del área	*Cada vez que se transporte la unidad de pintura a acabados	*Registros de control de calidad

Tabla 33 Planificación de acciones de mejora para pintura (continuación)

Acción de mejora	Detalle	Responsable	Tiempo de ejecución	Medio de control
Supervisión de líder previo a realizar franjeados	Se recomienda que el líder supervise el correcto empapelado de la unidad antes de que se proceda a realizar el franjeado	*Líder del área de pintura	Cada vez que se vaya a realizar el franjeado de la unidad	*Registros de control de calidad
Supervisión minuciosa de superficie de carrocería.	Se recomienda supervisar que la carrocería no contenga suciedad antes de realizar el pintado	*Líder del área de pintura	Constantemente previo a pintado de carrocería	*Registros de control de calidad

Área de acabados

Tabla 34 Planificación de acciones de mejora para acabados

Acción de mejora	Detalle	Responsable	Tiempo de ejecución	Medio de control
Plan de capacitación y evaluación a selladores, en temas relacionados a buena aplicación de sellante	Se recomienda capacitar al personal en temas como: *Tipos de sellante *Estrategias para un correcto sellado *Recomendaciones de uso correcto de sellante *Precauciones de uso del producto	*Supervisor del área	8 horas	*Certificado de asistencia a curso *Evaluación de desempeño de los operarios
Cambio de producto por un sellante idóneo para la actividad	Se recomienda sustituir el actual sellante que es Sika 256, por el Sika 263 que es un producto exclusivamente para sellado.	*Jefe de compras *Supervisor del área	A criterio de los responsables	*Comprobantes de adquisición de nuevo material
Dotación de maquinaria en buen estado para actividades en planta.	Se sugiere realizar revisiones periódicas de aplicadores tanto manuales como neumáticos, con el fin de mantener las herramientas en buen estado	*Técnico de mantenimiento	Trimestral	*Registro de entrega de maquinaria y herramienta

Tabla 34 Planificación de acciones de mejora para acabados (continuación)

Acción de mejora	Detalle	Responsable	Tiempo de ejecución	Medio de control
Generar consciencia de orden y limpieza en las áreas de trabajo	Se sugiere organizar charlas sobre higiene y seguridad industrial, enmarcando la importancia de mantener limpio el puesto de trabajo	*Técnico de seguridad *Supervisor del área	1 hora a la semana - charla en 2 grupos	*Registro interno de asistencia
Establecer protocolo de supervisión de estado de material previo a su uso	Se recomienda proveer al líder del área un documento en el que registre las novedades encontradas en el estado de materiales	*Líder del área de pintura	Constantemente al retirar el material de bodega	*Revisión mensual de documento de estado de materiales
Revisión periódica de registro de calibración de instrumentos.	Se debe realizar un seguimiento constante del registro de calibración de documentos, con el fin de saber cuando un instrumento de medición requiere su nueva calibración	*Encargado de procedimiento "Calibración - verificación de equipos de medición"	Revisión mensual	*Certificados de calibración de equipos actualizados
Planificación de verificación de instrumentos de medición.	Se debe llevar a cabo las verificaciones de instrumentos de medición dentro de los tiempos estipulados en el registro de calibración de instrumentos de medición	*Encargado de procedimiento "Calibración - verificación de equipos de medición"	Revisión mensual	*Registro actualizado
Elaborar un instructivo de sellado correcto de partes	Se sugiere elaborar un instructivo breve en el que se indican las partes y el procedimiento para realizar el sellado de la carrocería	*Supervisor del área *Asistente de departamento técnico	1 semana	*Documento de instructivo

Tabla 34 Planificación de acciones de mejora para acabados (continuación)

Acción de mejora	Detalle	Responsable	Tiempo de ejecución	Medio de control
Supervisión periódica de trabajo	Se recomienda incrementar las inspecciones de trabajo por parte del supervisor de área con el fin de evitar descuidos y malos procedimientos por parte de los operarios que puedan afectar al proceso productivo	*Supervisor del área	A criterio del supervisor	*Nivel de desempeño mensual de los operarios.
Cambio de marca de pegamento por uno de mejor calidad	Se recomienda utilizar el pegamento Loctite super glue - 3, ya que sus propiedades prestan mayor resistencia incluso a superficies mojadas garantizando un pegado fuerte.	*Jefe de compras *Supervisor del área	A criterio de los responsables	*Comprobantes de adquisición de nuevo material

Variables nominales

Inestabilidad en proceso de soldado de estructuras

Tabla 35 Planificación de mejora para el proceso de soldado de estructuras

Acción de mejora	Detalle	Responsable	Tiempo de ejecución	Medio de control
Supervisión minuciosa a operarios en planta	Se recomienda incrementar las inspecciones de trabajo por parte del supervisor de área con el fin de evitar descuidos y malos procedimientos por parte de los operarios que puedan afectar al proceso productivo	*Supervisor del área	A criterio del supervisor	*Nivel de desempeño mensual de los operarios.

Tabla 35 Planificación de mejora para el proceso de soldado de estructuras (continuación)

Acción de mejora	Detalle	Responsable	Tiempo de ejecución	Medio de control
Plan de capacitación y evaluación a operarios, en temas relacionados a soldadura	Se requiere capacitación en los temas: *Definiciones básicas *Tipos de soldadura *Tipos de uniones *Posiciones de soldadura *Terminología y nomenclatura en soldadura *Soldadura en plano con uniones a tocar *Caudal de gas protector *Métodos de transferencia del metal de soldadura *Recomendaciones para buen uso de soldadora	*Departamento de talento humano *Supervisor del área	40 horas	*Certificado de asistencia a curso *Resultados de evaluación de desempeño
Instructivo de regulación correcta de soldadura	Se sugiere elaborar un instructivo que contenga los parámetros que se debe tomar en cuenta para regular una soldadora	*Departamento de mantenimiento	8 horas	*Documento de instructivo

Inestabilidad en proceso de aplicación de capa de pintura

Tabla 36 Planificación de mejora para proceso de aplicación de capa de pintura

Acción de mejora	Detalle	Responsable	Tiempo de ejecución	Medio de control
Revisión correcta de especificaciones de pintura	Se recomienda revisar constantemente todas las especificaciones que contiene la pintura a utilizar.	*Líder del área de pintura	Constantemente al retirar el material de bodega	*Registros de control de calidad
Plan de capacitación y evaluación al personal de pintura, en temas relacionados a buenas prácticas de pintura.	Se sugiere planificar capacitaciones con los siguientes temas: *Preparación de superficies *Técnicas de enmascarado *Protección de superficies *Igualación y preparación de superficies *Embellecimiento de superficies *Pintado de vehículos	*Dpto. de talento humano *Supervisor del área	40 horas	*Certificados de asistencia a curso *Resultados de evaluación de desempeño
Supervisión periódica en el área	Se recomienda incrementar las inspecciones de trabajo por parte del supervisor de área con el fin de evitar descuidos y malos procedimientos por parte de los operarios que puedan afectar al proceso productivo	*Supervisor del área	A criterio del supervisor	*Nivel de desempeño mensual de los operarios.

4.6. Registros de control de calidad

En el desarrollo de la propuesta se evidencia que los registros de control manejados actualmente han generado varias inconsistencias en inspecciones de calidad, esto debido a que la lista de defectos que en ellos se maneja está totalmente desorganizada, y que los mismos no poseen una ponderación adecuada para poder definir la gravedad de su aparición, para ello se optó por la elaboración de nuevos registros de control de calidad con una estructura más organizada y que se pueden llevar a cabo de mejor manera.

Tanto los registros de control de calidad anteriores como los registros propuestos se aprecian en los anexos 13 y 14, allí se puede evidenciar que los registros manejados actualmente no son claros y pueden generar confusión en la persona que lo llena, mientras que los propuestos mantienen una estructura mejor definida.

A partir de los criterios y defectos identificados en el análisis de fallos, se elaboran los registros de control de calidad para la empresa, los mismos que se conforman de la siguiente manera:

- Una página en la que consta la zonificación de la carrocería donde se realizan las inspecciones, y los cuadrantes que facilitan la ubicación del defecto

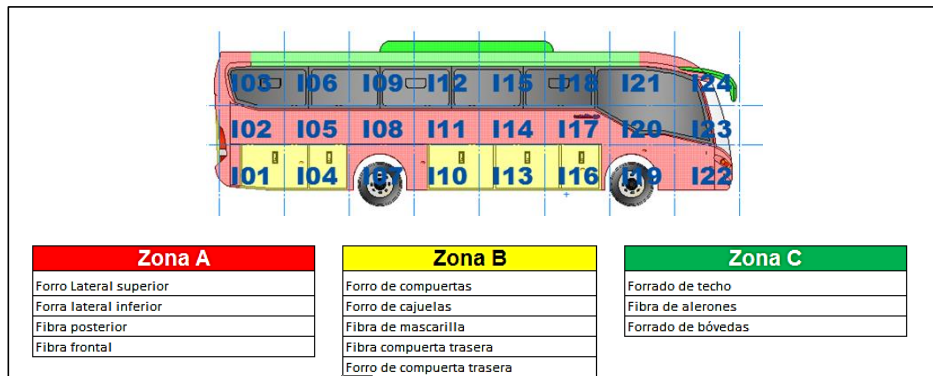


Fig. 80. Ejemplo de página 1 de registro de calidad

- Una página en la que se definen los posibles defectos a encontrar en las inspecciones junto a su codificación. Además en esta página se registran los fallos encontrados

CODIFICACIÓN DEFECTOS	
P-01	Ampollas en fibra
F-02	Falta de parche en fibras
F-03	Cordones y puntos de soldadura sin pulir
F-04	Mal parchado de fibra
F-05	Ondulación en planchas
F-06	Trizado de fibra
F-07	Despegado de forros (Fibras y planchas)
F-08	Desalineación de fibras por mal acople

DEFECTOS										
ITEM	COD.	DEFECTO	PARTE DEFEC.	UBICACIÓN		POND.	COMUNICADO A:	FIRMA	VERIFICACIÓN	
				Zo	Cuadrante				SI	NO
				Zo	Cuadrante				SI	NO

Fig. 81. Ejemplo de página 2 de registro de calidad

- Una página que se utiliza como hoja de verificación para registrar los defectos durante las inspecciones, los hallazgos en soldadura y las dimensiones de la capa de pintura.

REGISTRO INSPECCIÓN CONTROL DE CALIDAD																				Código: RCE-01-00-11			
																				Versión: 00			
																				F. Elaboración: 7/17/2018			
																				F. Vigencia: 7/17/2018			
Fecha de inspección:										Proceso:										Contrato:		Responsable de Proceso:	
Vuelo delantero					Vuelo posterior					Ancho interior					Ancho exterior					Ancho total			
Largo total					Ancho salón																		
N°	PARTE A REVISAR	ZONA	C. Cuad.	C. Cuad.	C. Cuad.	C. Cuad.	C. Cuad.	C. Cuad.	C. Cuad.	C. Cuad.	C. Cuad.	C. Cuad.	C. Cuad.	C. Cuad.	C. Cuad.	C. Cuad.	C. Cuad.	C. Cuad.	C. Cuad.	C. Cuad.	No aplica	Pendientes Estado	
																							C. Cuad.
1	ALIMENTO CICORTE DE CHASIS	A																					
2	ANCLAJES	A																					
3	ESTR. PISO	A																					
4	ESTR. LATER.	A																					
5	ESTR. FRENTE	A																					

Fig. 82. Ejemplo de página 3 de registro de control de calidad

Para las inspecciones de calidad que se realizarán utilizando los actuales registros de control, se necesitará el entendimiento y dominio de las matrices de ponderación de fallos, estas estarán disponibles para conocimiento del inspector.

4.6.1. Instrucciones para el llenado de registros de control de calidad

Es importante llenar correctamente los registros de control de calidad con el fin de que la información sea fiable para establecer acciones correctivas adecuadas, para ello se determinan los siguientes pasos.

- Llevar siempre con el inspector la matriz de ponderación de defectos ya que ella indica con que criticidad se evalúa un fallo.
- Llenar correctamente la información del encabezado.

Fecha de inspección:	Contrato:
Proceso:	Responsable de Proceso:

Fig. 83. Campos a llenar previo a la inspección de calidad

- Realizar las inspecciones de forma minuciosa, revisando todas las partes que indica la hoja de verificación y señalando correctamente el cuadrante en donde se identificó el fallo.
- En la hoja de verificación existen dos casilleros en la fila horizontal uno contiene una letra C y el otro las siglas Cuad. En la letra C se debe colocar la

cantidad de defectos de un tipo determinado que se detectó, mientras en el casillero Cuad, se debe colocar el o los cuadrantes donde se identificaron. En la fila vertical se aprecian las partes que se inspeccionan junto con la zona a la que pertenece dicha parte.

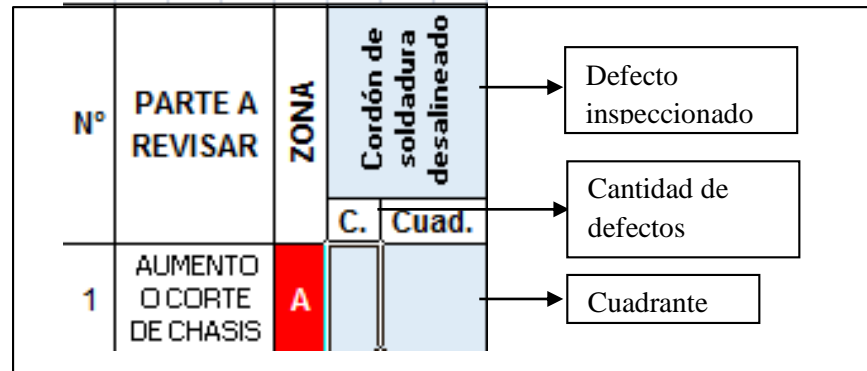


Fig. 84. Ejemplo de llenado de registro de control de calidad

- Después de realizar la inspección y registrar los defectos existentes, se procede a llenar la página 2 del registro de control de calidad, ya que en él consta la persona encargada de corregir el defecto, los campos a llenar en este registro son:

DEFECTOS								
ITEM	COD.	DEFECTO	PARTE DEFEC.	UBICACIÓN	POND	COMUNICADO A:	FIRMA	VERIFICACIÓN
				Zo Cuadrante				SI NO

Fig. 85. Campos a llenar en registro de control de calidad

En “ítem” se coloca el número de defecto a registrar, en “Cod.” se coloca el código del defecto, en “defecto” se coloca el nombre del fallo encontrado procurando que el mismo sea exactamente igual a como se indica en la codificación, “en parte defec.” Se registra la parte de la carrocería donde se encontró el defecto, en “Zo” se coloca la zona a la que pertenece dicha parte, en “cuadrante” se coloca el cuadrante donde se encontró el defecto, en “Pond” se coloca la ponderación con la que se evaluó el defecto en base a la matriz de ponderación respectiva, en “comunicado a” se coloca el nombre de la persona encargada de corregir el defecto, por lo general supervisores o líderes de área, en “firma” se coloca la firma del encargado de corregir el fallo y en “Verificación” se coloca un visto si el fallo ya se corrigió o no.

Es muy importante tener en cuenta todas estas consideraciones tanto al realizar la inspección como al registrar el defecto ya que así se podrá gestionar correctamente el fallo y disminuir su aparición.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Analizando la situación actual de la empresa se evidenció que el proceso productivo genera una gran cantidad de defectos en las distintas áreas de producción, lo que se demostró mediante la recolección de información utilizando hojas de verificación, en donde se apreciaron los defectos que tuvieron lugar en la inspección de 10 unidades ensambladas, datos que fueron el punto de partida para el control estadístico.
- Del análisis de información recolectada mediante la metodología de pareto, se obtuvieron pocos vitales en cada una de las áreas de producción estos fueron, porosidades, cordones de soldadura desalineados, desalineación de elementos en el caso de estructuras; en forrado se registran ondulaciones y cordones de soldadura sin pulir; en pintura se evidencian chorreados, humeados, inclusión de partículas, cuarteados de pintura, bajo poder cubriente, piel de naranja, y en acabados burbujas en sellado, desalineación de partes en acabados, rayones despostillados, ausencia de sellante, despegado de partes.
- El análisis estadístico mostró que en el caso de variables numéricas los procesos evaluados no se están llevando a cabo correctamente pues presentaron patrones de inestabilidad, además las cartas de control para atributos muestran que pese a que los defectos están estadísticamente correctos, su constante frecuencia de aparición implicó que merecían correcciones.
- Para complementar el análisis de los procesos se obtuvieron los índices de capacidad que evidenció que los procesos de soldadura en cuanto a longitud de cordón tienen un cp que supera a 1 por lo que se los considera como parcialmente adecuados, mientras que en el cálculo de índice de capacidad de amplitud de

cordón y espesor de capa de pintura los procesos registran un C_p que oscila entre 0.67 y 0.99 lo que implica que son procesos no adecuados y que necesitan estricto control; de acuerdo al cálculo de DPMO y en base a la tabla de conversión sigma, se obtuvo el rendimiento de cada proceso demostrando que el mismo es bajo en cada área con los siguientes resultados: el área de estructuras registró un rendimiento de 65.60%, el área de forrado 54%, en pintura 61.80% y acabados 75.80%, mientras que el rendimiento global de toda la línea de ensamble es de 64.30%. La obtención de estos valores sirvió para corroborar que la inestabilidad definida en las cartas de control existe y que se necesitan tomar medidas correctivas.

- El plan de mejora realizado en la empresa carrocería Pico Sánchez, establece todas las actividades que sugiere el investigador para mitigar la aparición de defectos, estas actividades se impusieron en base a criterios otorgados por el personal interno que colaboró en la investigación y estudios técnicos realizados en empresas del mismo origen industrial.

5.2. Recomendaciones

- Capacitar a supervisores y líderes de área sobre la importancia y procedimientos para llevar a cabo adecuadamente el control estadístico de calidad en los procesos.
- Asignar un inspector que se responsabilice del proceso de control de calidad como parte principal de sus funciones, el mismo será responsable de inspecciones, correcciones y aplicación de metodologías para mejorar la calidad del producto, disminuir la cantidad de defectos e inculcar en el personal la filosofía de mejora continua.
- Llenar adecuadamente los registros de calidad, tener en cuenta los distintos criterios de ponderación establecidos en la metodología y seguir correctamente los protocolos para inspecciones definidos en el procedimiento de control de calidad.
- Aplicar las acciones de mejora definidas en el plan, así mismo realizar el debido seguimiento para corroborar que su aplicación fue efectiva, tener como prioridad a los defectos que se registraron con un grado de ponderación 2 puesto que su criticidad es mayor al resto de defectos analizados.

- Elaborar un control estadístico de calidad periódico en los procesos de ensamble, esto definirá si fueron efectivas las acciones de mejora y si la calidad del producto incrementó, se mantuvo o disminuyó. Se recomienda que se realice un control estadístico al menos una vez al año.
- Mantener una base de datos de los estudios realizados en materia de control estadístico, esto con el fin de facilitar investigaciones futuras que permitan mejorar los procesos internos de la empresa.
- Actualizar la matriz de fallos en cada área cada vez que aparezca un nuevo defecto, puesto que la matriz presentada en el proyecto de investigación y utilizada en el procedimiento de control de calidad está basada en datos históricos y en defectos que se registraron en las inspecciones sin embargo no se descarta la aparición de nuevos defectos con otra denominación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] V. Ochoa, «Técnicas de producción,» Escuela Superior Técnica No. 29 , Xiuhtecuhtli, 2011.
- [2] S. Gutiérrez, «Control de Calidad en la Producción,» Universidad de Valladolid, Valladolid, 2014.
- [3] K. Torres, T. Sugey, L. Solís y F. Martínez, «Calidad y su evolución, Una revisión,» *Dimens empres*, vol. X, nº 2, pp. 100-107, 2012.
- [4] J. Penacho, «Uvigo,» 11 Enero 2016. [En línea]. Available: [http://oe.uvigo.es/asignaturas/gestioncalidad/Penacho.Cap1\(1\).pdf](http://oe.uvigo.es/asignaturas/gestioncalidad/Penacho.Cap1(1).pdf).
- [5] J. Diego, «Calidad: Historia, Evolución, Estado Actual y Previsiones a futuro,» de *Master en sistemas integrados de gestión de calidad, medio ambiente y prevención de riesgos*, AEC Asociación española de la calidad, 2014, pp. 3-14.
- [6] C. Camisón, S. Cruz y T. Gonzáles, «Introducción,» de *Gestión de la calidad: Enfoques, modelos y sistemas*, Valencia, Pearson, 2015, p. XXI.
- [7] B. Halsen, Control de calidad, Teoría y aplicaciones, Madrid: Díaz de Santos, 1990.
- [8] R. Acosta, Seis Sigma, Métodos estadísticos y sus aplicaciones, Montevideo: Universidad Tecnológica de Uruguay, 2011.
- [9] F. Aragón, «Plan de mejoramiento de la calidad a través del control y reducción de fallas en el área de terminados en Cepeda Cía. Ltda.,» Universidad técnica de Ambato, Ambato, 2016.
- [10] V. Mendoza y P. Nuño, «El control estadísticos de procesos: aplicaciones y beneficios en la industria,» *Coloquio 2013*, pp. 1-13, 2013.
- [11] G. Ortiz, «Estudio de la competitividad en el sector carroceros de la provincia de Tungurahua,» Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2017.
- [12] L. Sánchez, «Bus Ecuador,» weebly, 16 Marzo 2018. [En línea]. Available: <http://www.busecuador.com/noticias/carroceria-nacional-en-crisis>. [Último acceso: 24 Mayo 2018].
- [13] E. Pesantes, «Las cinco quejas al servicio de transporte,» *EL COMERCIO*, p. 21, 23 Septiembre 2014.
- [14] J. Veintimilla, «Ambato apoya al desarrollo metalmeccánico del país,» *LA HORA*, 30 Mayo 2016.

- [15] D. Astudillo, «Bus Ecuador,» Weebly, 30 Mayo 2017. [En línea]. Available: <http://www.busecuador.com/normas-inen-en-las-carrocerias.html>. [Último acceso: 24 Mayo 2018].
- [16] R. Chávez, «El sector carrocerero factura \$ 80 millones al año,» *EL TELÉGRAFO*, p. 4, 1 Julio 2017.
- [17] I. Colcha, «CANFAC ECUADOR,» Cámara Nacional de fabricantes de Carrocerías, Abril 18 2017. [En línea]. Available: <http://canfacecuador.com/index.php/eurocarrocerias-2>. [Último acceso: 24 Mayo 2018].
- [18] L. Alvarado, «CANFAC ECUADOR,» Cámara Nacional de Fabricantes de carrocerías, 4 Julio 2017. [En línea]. Available: <http://canfacecuador.com/index.php/cmegabus>. [Último acceso: 24 Mayo 2018].
- [19] M. Núñez, «Control estadístico de calidad de los procesos productivos mediante la metodología Six Sigma en la empresa carrocera Patricio Cepeda,» Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2016.
- [20] L. Pérez, «MEJORAMIENTO DEL NIVEL DE CALIDAD DE PROCESOS EN MEGABUSS,» Escuela Politécnica de Chimborazo, Riobamba, 2017.
- [21] P. Guerrero y L. Gabriel, «Ciclo de mejora DMAIC aplicado en el taller de servicio posventa de PROAUTO S.A.,» Universidad San Francisco de Quito, Quito, 2017.
- [22] A. Alvarez, «Control de calidad como una herramienta administrativa para el mejoramiento de los procesos en la fabricación de carrocerías de madera,» Universidad Rafael Landívar, CONTROL DE CALIDAD COMO UNA HERRAMIENTA, 2013.
- [23] I. Solano, «Análisis y mejora continua de la calidad de procesos de soldadura mediante técnicas estadísticas en un proveedor del sector de la automoción,» Universidad Técnica de Valencia, Valencia, 2017.
- [24] Consejo de auditoría interna general del gobierno, «Auditoría interna general del gobierno,» Junio 2016. [En línea]. Available: <http://www.auditoriainternadegobierno.gob.cl/wp-content/uploads/2015/07/DOCUMENTO-TECNICO-N-89-PROPUESTAS-METODOLOGICAS-PARA-EL-LEVANTAMIENTO-Y-MODELAMIENTO-DE-PROCESOS-2.pdf>. [Último acceso: 20 Junio 2018].
- [25] L. Manene, «Moodle2,» 19 Agosto 2013. [En línea]. Available: http://moodle2.unid.edu.mx/dts_cursos_mdl/lic/AE/EA/AM/07/Los_diagramas_de_flujo_su_definicion_objetivo_ventajas_elaboracion_fase.pdf. [Último acceso: 20 Junio 2018].






- [26] R. Carvajal, «Rey Magister,» Agosto 2014. [En línea]. Available: <https://reymagisteradmon.wikispaces.com/file/view/TALLER+3++CURSOGRAMA.pdf>. [Último acceso: 20 Junio 2018].
- [27] ISO, «Justicia la Rioja,» 11 Septiembre 2015. [En línea]. Available: http://www.justicialarioja.gob.ar/planificacion/pagina/Norma%20ISO%209000_2015%20Vocabulario%20Fundamentos.pdf. [Último acceso: 3 Junio 2018].
- [28] G. Pulido y R. De la Vara, Control estadístico de calidad y seis sigma, vol. 2, M. G. HILL, Ed., México DF: México, 2009, p. 5.
- [29] J. Nebrera, «Introducción a la Calidad,» de *CCI - Curso de calidad por internet*, vol. 1, México, SLD Galerías, 2012, p. 5.
- [30] M. Pérez, Control de Calidad, Técnicas y herramientas, Madrid: Grupo RC, 2014.
- [31] O. García y V. Saez, «Otras herramientas de gestión: TQM, Comparación con BPR y crítica de Ambas,» de *Innovación tecnológica en las empresas*, vol. 1, Roma, OCW, 2014, p. 7.
- [32] K. Torres, T. Ruiz y L. Solis, «Calidad y su evolución: una revisión,» *Dimens Empresa*, vol. 10, nº 2, pp. 100-107, Julio - Diciembre 2012.
- [33] E. Vives, «Concreto Online,» 29 Abril 2014. [En línea]. Available: http://www.concretonline.com/pdf/SERVICIOS/04_calidad/art_tec/29_control20estadistico20de20procesos.pdf. [Último acceso: 20 Junio 2018].
- [34] J. Tarín, Calidad total fuente de ventaja competitiva, vol. 1, Alicante: Compobell, 2000, p. 173.
- [35] G. Hernández, «Aprendiendo Calidad,» AKISMET, 24 Abril 2017. [En línea]. Available: <https://aprendiendocalidadyadr.com/hoja-de-verificacion-o-de-chequeo/>. [Último acceso: 20 Junio 2018].
- [36] G. Neria, «APIZACO - Control estadístico de Calidad,» Weebly, 12 Marzo 2014. [En línea]. Available: <http://guillermoneria-controlestadistico.weebly.com/165-diagrama-de-dispersioacuten>. [Último acceso: 20 Junio 2018].
- [37] F. Novas, 27 Diciembre 2012. [En línea]. Available: https://es.slideshare.net/redbaron_mex/explicacion-cartas-decontrol. [Último acceso: 22 Febrero 2019].
- [38] A. Velásquez, «Tipos de muestreo,» Centrogeo , México, 2017.
- [39] EXTECH, *Manual de usuario, probador de espesor de revestimiento*, Boston, Massachusetts: EXTEXH.

- [40] CESVIMAP, «Introducción al proceso de pintado de vehículos,» de *Manual de preparación de superficies*, CESVIMAP, 2010, pp. 1-11.
- [41] O. Pilla, «MEJORA DE CALIDAD EN LOS PROCESOS PRODUCTIVOS,» Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2019.
- [42] Centro Zaragoza, «Cuándo no es necesario el repintado,» *Revista técnica Sala Prensa*, vol. I, n° 58, pp. 80-84, 2013.
- [43] A. Aslalema, «Repositorio UTN,» Universidad Técnica del Norte, Tulcán, 2018.
- [44] V. Tinoco, «Aplicación del control estadístico en las líneas de producción de Volkswagen,» Universidad Veracruzana, Veracruz , 2013.
- [45] A. Hernández, «Herramientas de control de calidad,» 26 Noviembre 2016. [En línea]. Available:
<http://herramientasdecontroldecalidadher.blogspot.com/2016/11/histograma.html>.
[Último acceso: 20 Junio 2018].
- [46] W. services, «Wixsite,» wim services, 23 Marzo 2017. [En línea]. Available:
<https://wimservices.wixsite.com/servicios/single-post/S%C3%84DMBOLOS-DE-LA-NORMA-ANSI-PARA-ELABORAR-DIAGRAMAS-DE-FLUJO>. [Último acceso: 21 Julio 2018].
- [47] J. Díaz y J. Uzcátegui, «Aplicación de herramienta de clase mundial para la gestión de mantenimiento en empresas cementeras basado en la metodología MCC,» *Dialnet*, vol. 21, n° 1, pp. 77-88, 2017.
- [48] N. Ochoa, «Ingeniería y educación,» wordpress, 29 Mayo 2013. [En línea]. Available:
<https://ingenieriayeducacion.wordpress.com/2013/05/29/diagramas-para-el-estudio-del-trabajo/>. [Último acceso: 22 Julio 2018].

ANEXOS


Anexo 1. Certificado de calibración de regla patrón para verificación de flexómetros



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN No: TC-0041-003-18

		 Acreditación N° OAE I.C.C. 10-009 LABORATORIO DE CALIBRACIÓN																																									
IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE																																											
EMPRESA: PICO SANCHEZ CIA. LTDA																																											
DIRECCIÓN: HUACHI CHICO, JOSE PERALTA S/N Y AV. MANUELLITA SALIZ																																											
TELÉFONO: 32585489																																											
IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO																																											
EQUIPO: REGLA		CÓDIGO ASIGNADO: NO APLICA																																									
MARCA: NO ESPECIFICA		UNIDAD DE MEDIDA: cm																																									
MODELO / TIPO: NO ESPECIFICA		DIVISIÓN DE ESCALA: 0,05 cm hasta 10 cm, 0,1 cm desde 10 cm hasta 100 cm																																									
SERIE: NO ESPECIFICA		CAPACIDAD / TIRADO: 100 cm																																									
CÓDIGO: E-03038		UBICACIÓN: NO ESPECIFICA																																									
PATRONES UTILIZADOS																																											
CÓDIGO	NOMBRE	MARCA	MODELO	SERIE	FECHA CAL.	PROX. CAL.																																					
EL.PC.034	CINTA METRICA PATRON	STARRET	TS510-15M	13409	2016-10-26	2021-10-26																																					
EL.PC.035	LUPA BRINELL	PRECISION	SCOPE-X20	1112354	2018-10-09	2019-10-09																																					
EL.PT.597	BARÓMETRO DIGITAL	CONTROL COMPANY	1081	160458369	2018-05-17	2019-05-17																																					
EL.PT.632	TERMOHIGRÓMETRO	CENTER	342	161004518	2018-05-04	2019-05-04																																					
CALIBRACIÓN																																											
MÉTODO:		COMPARACIÓN DIRECTA CON CINTA MÉTRICA PATRÓN Y RETÍCULA PATRÓN																																									
PROCEDIMIENTO:		PEC.EL.37																																									
LUGAR DE CALIBRACIÓN:		LABORATORIO DE LONGITUD (ELICROM)																																									
CONDICIONES AMBIENTALES:		TEMP. (°C): 21,8		HUMEDAD (%HR): 64,1		PRESIÓN (hPa): 1007																																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Nominal de Prueba</th> <th style="text-align: center;">Valor Indicado</th> <th style="text-align: center;">Error</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">cm</th> <th style="text-align: center;">cm</th> <th style="text-align: center;">mm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td style="text-align: center;">10,0</td><td style="text-align: center;">10,000</td><td style="text-align: center;">0,00</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">20,0</td><td style="text-align: center;">20,005</td><td style="text-align: center;">0,05</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">30,0</td><td style="text-align: center;">30,025</td><td style="text-align: center;">0,25</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">40,0</td><td style="text-align: center;">40,030</td><td style="text-align: center;">0,30</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">50,0</td><td style="text-align: center;">50,040</td><td style="text-align: center;">0,40</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">60,0</td><td style="text-align: center;">60,055</td><td style="text-align: center;">0,55</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">70,0</td><td style="text-align: center;">70,064</td><td style="text-align: center;">0,64</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">80,0</td><td style="text-align: center;">80,079</td><td style="text-align: center;">0,79</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">90,0</td><td style="text-align: center;">90,079</td><td style="text-align: center;">0,79</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">100,0</td><td style="text-align: center;">100,089</td><td style="text-align: center;">0,89</td></tr> </tbody> </table>			Nominal de Prueba	Valor Indicado	Error	cm	cm	mm	10,0	10,000	0,00	20,0	20,005	0,05	30,0	30,025	0,25	40,0	40,030	0,30	50,0	50,040	0,40	60,0	60,055	0,55	70,0	70,064	0,64	80,0	80,079	0,79	90,0	90,079	0,79	100,0	100,089	0,89	Incertidumbre de Calibración (µm): 90				
Nominal de Prueba	Valor Indicado	Error																																									
cm	cm	mm																																									
10,0	10,000	0,00																																									
20,0	20,005	0,05																																									
30,0	30,025	0,25																																									
40,0	40,030	0,30																																									
50,0	50,040	0,40																																									
60,0	60,055	0,55																																									
70,0	70,064	0,64																																									
80,0	80,079	0,79																																									
90,0	90,079	0,79																																									
100,0	100,089	0,89																																									
OBSERVACIONES																																											
La estimación de la incertidumbre expandida se realiza con base en el documento JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", multiplicando la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura $k=2,00$, que para una distribución t (de Student) con V_{eff} 1599 (grados efectivos de libertad) corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95,45%. Este certificado no podrá reproducirse excepto en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio Elicrom Calibración. El presente certificado se refiere solamente al equipo arriba descrito al momento de la calibración.																																											
CALIBRACIÓN REALIZADA POR:		Mario Tigreros																																									
FECHA CALIBRACIÓN		2018-12-20																																									
		AUTORIZADO POR: Ing. Robert Pineda GERENTE TÉCNICO				RECIBIDO POR: RESPONSABLE - CLIENTE																																					

Anexo 2. Certificado de calibración de medidor de espesor de revestimiento.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN No: TC-0041-006-18



IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE

EMPRESA: PICO SANCHEZ CIA. LTDA
 DIRECCIÓN: HUACHI CHICO, JOSE PERALTA SIN Y AV. MANUELITA SALAZAR
 TELÉFONO: 32585-489

IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO

EQUIPO: MEDIDOR DE ESPESOR DE REVESTIMIENTO	MODO DE LECTURA: DIGITAL
MARCA: EXTECH	UNIDAD DE MEDIDA: μm
MODELO / TIPO: CG 304	RESOLUCIÓN: 0,1 ; 1
SERIE: 1411497	CAPACIDAD/RANGO: (0 a 2000) μm
CÓDIGO DE CLIENTE: E-03031	UBICACIÓN DEL EQUIPO: NO ESPECIFICA

PATRONES UTILIZADOS

CÓDIGO	NOMBRE	MARCA	MODELO	SERIE	FECHA CAL.	PROX. CAL.
EL PT 070	SET DE LÁMINAS	DESPELKO	NO APLICA	NO APLICA	2018-01-09	2019-01-09
EL PT 132	TERMÓMETRO DIGITAL DE SUPERFICIE	SPEER SCIENTIFIC	800024	110601219	2018-11-07	2019-11-07
EL PT 595	BARÓMETRO DIGITAL	CONTROL COMPANY	1081	160458374	2018-05-17	2019-05-17
EL PT 360	TERMOMIGRÓMETRO	CENTER	342	140102645	2018-04-03	2019-04-03

CALIBRACIÓN

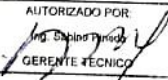
MÉTODO: COMPARACIÓN DIRECTA MEDIANTE BLOQUES PATRÓN LONGITUDINALES (BPL)
 PROCEDIMIENTO: PEC EL 21
 LUGAR DE CALIBRACIÓN: LABORATORIO DE LONGITUD (ELICROM)
 CONDICIONES AMBIENTALES: TEMP. (°C): 20,1 HUMEDAD (%HR): 54,1 PRESIÓN (hPa): 1008

Nominal μm	Patrón μm	Equipo μm	Corrección μm	Incertidumbre μm	k
0	0	0,1	-0,1	0,078	2,05
25,4	22,4	22,3	0,1	0,73	2,01
50,8	53	48,3	4,7	0,58	2,00
127	132	122	10	0,96	2,02
254	260	248	12	0,92	2,01
502	506	485	21	2,9	2,00


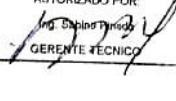
OBSERVACIONES

La estimación de la incertidumbre expandida se realizó en base al documento JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", multiplicando la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k, que para una distribución t (de Student) corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95,45%. Este certificado no podrá reproducirse excepto en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio Elicrom Calibración. El presente certificado se refiere solamente al equipo arriba descrito al momento de la calibración.


CALIBRACIÓN REALIZADA POR: Mario Tigreros
 FECHA CALIBRACIÓN: 2018-12-21

AUTORIZADO POR:

 GERENTE TÉCNICO


RECIBIDO POR:
 RESPONSABLE - CLIENTE


Anexo 3. Hoja de verificación – Resultados de la inspección de calidad en el área de estructuras

		HOJA DE VERIFICACIÓN													
Número de contrato:	1090	1091	1092	1093	1001	1002	1003	1004	1005	1006					
Tipo de carrocería:	Urbano	Urbano	Urbano	Urbano	Urbano	Urbano	Urbano	Interpro	Interpro	Urbano					
Fecha de inspección: (dd/mm/aa)	12/01/2018			Fecha fin de inspección	25/01/2019			Área de inspección:	Estructuras						
Inspeccionado por:	Andrés Guamán										Hoja N°	1			
No.	Defecto	Pond.	Frecuencia										Total	Observaciones	
			M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10			
1	Cordón de soldadura desalineado	G1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	1	12		
		G2	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2		
		G3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
2	Falta de relleno en juntas	G1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2		
		G2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
		G3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
3	Perforaciones en estructura	G1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1		
		G2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1		
		G3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
4	Porosidades	G1	3	2	2	2	3	2	0	1	1	3	19		
		G2	1	0	0	2	2	1	1	2	1	2	12		
		G3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
5	Relleno de agujeros	G1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
		G2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
		G3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
6	Remendado en bases de apoyo	G1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
		G2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
		G3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
7	Salpicadura de sueldas en estructura	G1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	2		
		G2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
		G3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
8	Soldadura de tapón incompleta	G1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
		G2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
		G3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
9	Unión sin soldar	G1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
		G2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1		
		G3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
10	Oxidado – Corroído	G2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
		G1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
		G0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
11	Desalineación de partes	G1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	2	10		
		G2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
		G3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
12	Deformado de elementos	G1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
		G2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
		G2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Total defectos por unidad			6	6	6	6	9	6	5	5	5	9	63		

Anexo 4. Hoja de verificación – Resultados de la inspección de calidad en el área de forrado


		HOJA DE VERIFICACIÓN														
Número de contrato:	1090	1091	1092	1093	1001	1002	1003	1004	1005	1006						
Tipo de carrocería:	Urbano	Urbano	Urbano	Urbano	Urbano	Urbano	Urbano	Interpro	Intepro	Urbano						
Fecha de inspección: (dd/mm/aa)	12/06/2018			Fecha fin de inspección	30/01/2019			Área de inspección:	Forrado							
Inspeccionado por:	Andrés Guamán											Hoja N°	2			
No.	Defecto	Pond.	Frecuencia										Total	Observaciones		
			M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10				
1	Ampollas en fibra	G1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
		G2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
		G3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
2	Falta de parche en fibras	G1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
		G2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
		G3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
3	Cordones, puntos de soldadura sin pulir	G1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	6		
		G2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
		G3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
4	Mal parchado de fibra	G1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2		
		G2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
		G3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
5	Ondulación en planchas	G1	1	1	1	0	1	1	0	2	2	1	10			
		G2	2	2	1	1	1	1	2	1	1	2	14			
		G3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
6	Trizado de fibra	G1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	2			
		G2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
		G3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
7	Despegado de forros (Fibras y planchas)	G1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
		G2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
		G3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
8	Desalineación de fibras por mal acople	G1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1			
		G2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
		G3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Total defectos por unidad			3	5	3	2	3	3	3	6	4	3	35			

Anexo 5. Hoja de verificación – Resultados de la inspección de calidad en el área de forrado

		HOJA DE VERIFICACIÓN													
Número de contrato:	1090	1091	1092	1093	1001	1002	1003	1004	1005	1006					
Tipo de carrocería:	Urbano	Urbano	Urbano	Urbano	Urbano	Urbano	Urbano	Interpro	Intepro	Urbano					
Fecha de inspección: (dd/mm/aa)	12/06/2018			Fecha fin de inspección	13/02/2019			Área de inspección:	Pintura						
Inspeccionado por:	Andrés Guamán											Hoja N°	3		
No.	Defecto	Pond.	Frecuencia										Total	Observaciones	
			M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10			
1	Burbujas de aire	G1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		G2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		G3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2	Arrugado / Pliegue	G1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
		G2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		G3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3	Bajo poder cubriente	G1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	3
		G2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		G3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4	Chorreado	G1	0	2	1	1	1	0	1	0	1	2	0	0	9
		G2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		G3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
5	Diferencia de tono	G1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		G2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		G3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
6	Huella de lijado	G1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		G2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		G3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
7	Rechupado	G1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		G2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		G3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
8	Impurezas / Inclusión de partículas	G1	1	4	1	2	1	1	2	1	3	1	0	0	17
		G2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		G3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
9	Mala preparación de superficie	G1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		G2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		G3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	


10	Manchas de agua	G1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		G2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		G3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11	Marca de herramientas	G1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
		G2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		G3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
12	Pérdida de adherencia	G1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		G2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		G3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
13	Pérdida de brillo	G1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		G2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		G3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
14	Piel de naranja	G1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	4	
		G2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		G3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
15	Porosidades en pintura	G1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
		G2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		G3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
16	Pulverizado/Humeadado	G1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	4	
		G2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
		G3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
17	Sangrado	G1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		G2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		G3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
18	Cráteres	G1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	3	
		G2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		G3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
19	Cuarteados de pintura	G1	0	0	0	0	2	0	0	1	1	0	4	
		G2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		G3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
20	Raspones - Rayones	G1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	3	
		G2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		G3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Total defectos por unidad			3	9	4	7	4	4	6	3	7	5	52	

Anexo 6. Hoja de verificación – Resultados de la inspección de calidad realizada en el área de acabados

		HOJA DE VERIFICACIÓN													
Número de contrato:	1090	1091	1092	1093	1001	1002	1003	1004	1005	1006					
Tipo de carrocería:	Urbano	Urbano	Urbano	Urbano	Urbano	Urbano	Urbano	Interpro	Intepro	Urbano					
Fecha de inspección: (dd/mm/aa)	12/06/2018			Fecha fin de inspección				Área de inspección:	Acabados						
Inspeccionado por:	Andrés Guamán											Hoja N°	4		
No.	Defecto	Pond.	Frecuencia										Total	Observaciones	
			M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10			
1	Burbujas en sellado	G1	5	4	3	3	3	2	3	3	2	2	30		
		G2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
		G3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
2	Despegado de partes	G1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
		G2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1		
		G3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
3	Despostillado, Raspado	G1	2	3	3	0	1	1	1	2	4	1	18		
		G2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1		
		G3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
4	Juego entre superficies	G1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
		G2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
		G3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
5	Desalineación de elementos y fibras	G1	2	2	0	1	2	3	2	0	0	1	13		
		G2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
		G3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
6	Mal empacado	G1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
		G2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
		G3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
7	Rayones	G1	2	2	1	0	2	2	1	0	2	2	14		
		G2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2		
		G3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
8	Trisado de vidrios	G1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
		G2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
		G3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			

9	Ausencia de sellante	G1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		G2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	2
		G3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10	Suciedad/Impurezas	G1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		G2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		G3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
11	Arrugado en tapiz	G1	0	0	0	0	1	0	0	3	0	1	5	
		G2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		G3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
12	Burbujas en stickers	G1	0	0	2	3	1	2	1	2	0	1	12	
		G2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		G3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
13	Mal funcionamiento de partes mecánicas (puertas, chapas, etc.)	G1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		G2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		G3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
14	Mal funcionamiento de partes neumáticas	G1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		G2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		G3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
15	Mal funcionamiento de partes eléctricas	G1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		G2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	
		G3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Total defectos por unidad			11	11	11	7	10	10	10	10	11	8	99	

Anexo 7. Hojas de verificación para dimensiones de cordones de soldadura

		HOJA DE VERIFICACIÓN SOLDADURA																			
Fecha inicio de inspección	12/01/2019	Fecha fin de inspección	25/01/2019													Hoja No.	01				
Inspeccionado por	Andrés Guamán																				
Registro de medidas de soldadura longitud (mm)																					
Contrato: 1090 Tipo de carro: Urbano Muestra: 01	Unión techo-lateral	79	83	80	83	84	80	80	88	76	79	84	86	75	77	81	79	82	80	86	76
		80	84	80	84	86	75	77	83	80	74	79	81	86	72	80	87	80	78	78	80
		80	77	77	79																
	Unión posterior-techo-lateral	60	60	60	58	68	60	65	67	59	55	66	60	63	67	60	60				
	Unión frente-techo-lateral	58	60	60	60	60	55	59	63	58	60	60	60	59	60	64	66	60	58	60	61
Contrato: 1091 Tipo de carro: Urbano Muestra: 02	Unión techo-lateral	82	79	80	85	66	82	83	77	83	86	76	81	80	80	80	90	80	76	80	80
		76	75	80	87	75	83	81	84	80	88	79	86	75	84	89	77	80	83	82	80
		80	77	80	86																
	Unión posterior-techo-lateral	60	60	60	60	60	60	60	60	58	54	57	59	60	60	63	59				
	Unión frente-techo-lateral	60	57	56	62	66	58	60	60	60	60	60	66	64	65	60	53	59	62	68	60
Contrato: 1092 Tipo de carro: Urbano Muestra: 03	Unión techo-lateral	77	80	78	80	83	80	85	81	82	81	79	82	80	80	80	82	90	77	81	84
		80	83	76	83	82	80	77	83	88	80	80	84	75	77	86	82	78	80	84	82
		76	80	75	86																
	Unión posterior-techo-lateral	58	56	60	60	62	60	55	60	60	60	54	66	62	57	60	60				
	Unión frente-techo-lateral	58	62	59	60	60	60	60	64	57	66	63	59	60	69	60	60	60	59	60	60
Contrato: 1093 Tipo de carro: Urbano Muestra: 04	Unión techo-lateral	80	82	86	82	92	84	87	84	83	88	80	82	80	76	77	79	75	80	83	80
		80	79	80	89	80	86	77	80	82	80	83	85	82	88	80	80	88	84	86	84
		78	74	80	77																
	Unión posterior-techo-lateral	60	60	52	58	54	60	68	65	56	57	63	68	60	60	60	62				
	Unión frente-techo-lateral	55	58	57	60	60	66	65	67	54	60	60	53	57	64	60	60	60	60	58	60

Contrato: 1001 Tipo de carro: Urbano Muestra: 05	Unión techo-lateral	80	77	82	78	80	79	89	82	83	86	83	84	80	84	81	83	81	80	76	85	
		84	80	78	80	80	85	79	88	85	86	80	89	84	76	78	82	80	80	80	80	79
		86	83	80	82																	
	Unión posterior-techo-lateral	60	60	60	60	58	56	64	66	57	60	57	60	60	60	60	57					
	Unión frente-techo-lateral	59	57	60	56	58	59	59	62	59	60	56	60	58	65	60	60	59	62	60	60	
Contrato: 1002 Tipo de carro: Urbano Muestra: 06	Unión techo-lateral	80	80	80	76	80	78	82	80	84	86	88	80	78	76	81	80	80	79	81	82	
		79	81	80	80	81	78	84	83	80	77	79	80	82	87	79	73	80	80	82	82	
		82	80	80	80																	
	Unión posterior-techo-lateral	60	60	60	58	62	62	62	60	60	56	58	60	59	58	64	60					
	Unión frente-techo-lateral	58	57	61	66	60	60	63	65	59	60	64	66	58	62	60	57	60	61	63	57	
Contrato: 1003 Tipo de carro: Urbano Muestra: 07	Unión techo-lateral	80	80	84	86	84	80	77	83	88	86	79	75	82	78	82	88	80	80	79	80	
		79	81	80	80	79	81	80	84	80	78	81	80	80	81	82	83	86	76	78	82	
		85	80	80	76																	
	Unión posterior-techo-lateral	60	66	60	60	62	60	58	60	62	59	57	62	60	57	59	58					
	Unión frente-techo-lateral	56	60	60	60	60	60	62	57	63	69	66	63	56	54	63	60	60	66	60	60	
Contrato: 1004 Tipo de carro: Interprov. Muestra: 08	Unión techo-lateral	76	80	82	78	84	77	87	84	80	80	84	86	88	73	78	80	80	75	77	76	
		80	80	77	83	80	80	80	84	80	78	81	80	80	80	82	90	80	81	90	83	
		81	79	84	80																	
	Unión posterior-techo-lateral	62	64	68	60	57	59	60	62	62	58	57	58	54	60	60	70					
	Unión frente-techo-lateral	58	59	63	68	60	60	59	65	56	61	60	61	68	66	60	62	60	60	64	60	
Contrato: 1005 Tipo de carro: Interprov. Muestra: 09	Unión techo-lateral	76	88	77	82	87	84	84	82	80	80	80	83	81	83	74	76	79	82	75	88	
		80	80	81	84	82	77	79	84	80	84	81	80	77	83	82	78	80	73	82	84	
		87	80	80	80																	
	Unión posterior-techo-lateral	60	66	60	54	57	61	52	60	70	60	55	58	61	66	58	57					
	Unión frente-techo-lateral	58	58	62	53	64	56	67	62	62	58	63	60	60	59	65	67	51	60	60	63	
Contrato: 1006 Tipo de carro: Urbano Muestra: 10	Unión techo-lateral	80	79	81	80	83	83	85	75	81	84	79	88	77	86	80	80	81	81	76	80	
		83	82	78	77	80	76	82	87	84	84	84	80	81	81	90	80	80	75	77	80	
		81	77	77	83																	
	Unión posterior-techo-lateral	60	62	53	57	61	58	60	56	65	65	68	60	58	58	54	57					
	Unión frente-techo-lateral	62	58	63	54	57	60	56	69	62	63	60	60	55	57	61	61	60	60	60	60	



HOJA DE VERIFICACIÓN SOLDADURA

Fecha inicio de inspección	12/01/2019	Fecha fin de inspección	25/01/2019	Hoja No.	01
-----------------------------------	------------	--------------------------------	------------	-----------------	----


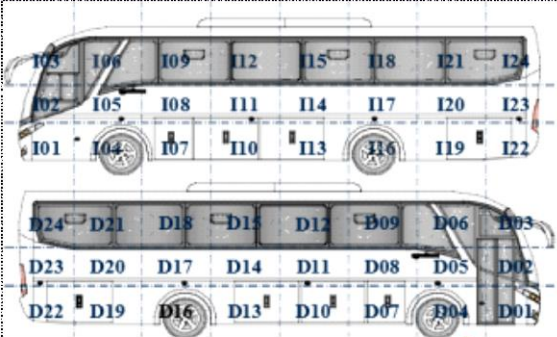
Inspeccionado por	Andrés Guamán
--------------------------	---------------

Registro de medidas de soldadura amplitud (mm)

Contrato: 1090 Tipo de carro: Urbano Muestra: 01	Unión techo-lateral	7	8	8	8	8	8	7	8	8	8	8	8	8	7	8	8	8	9	8	7	
		7	8	8	8	9	8	8	8	8	8	8	9	7	8	8	9	8	8	8	8	8
	Unión posterior-techo-lateral	8	8	8	8																	
		7	7	6	7	7	7	7	8	7	6	6	7	7	7	8	7					
Contrato: 1091 Tipo de carro: Urbano Muestra: 02	Unión techo-lateral	8	8	8	8	7	9	8	8	7	7	8	8	9	8	7	9	8	8	9	7	
		8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	8	8	9	9	9	7	8	9	7	
	Unión posterior-techo-lateral	8	8	8	8																	
		7	7	7	6	8	7	7	7	7	7	7	8	7	7	7	6					
Contrato: 1092 Tipo de carro: Urbano Muestra: 03	Unión techo-lateral	7	7	7	6	5	7	8	7	7	7	8	6	8	7	7	7	7	7	7	7	
		8	7	7	8	8	8	7	7	8	8	8	8	8	8	8	9	8	9	8	8	
	Unión posterior-techo-lateral	8	8	8	8	8	8	8	8	9	7	8	9	8	7	8	8	8	8	8	8	
		8	8	8	8																	
Contrato: 1093 Tipo de carro: Urbano Muestra: 04	Unión techo-lateral	7	7	8	7	7	7	8	7	7	7	6	8	7	6	7	7					
		8	8	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	8	7	7	7	7	7	7	7
	Unión posterior-techo-lateral	8	8	9	8	10	7	8	8	8	8	9	9	8	8	8	8	8	8	8	7	9
		8	8	8	7	9	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	8	8	8	8
Unión frente-techo-lateral	7	7	8	8																		
	8	7	7	7	7	7	7	7	6	7	7	7	7	7	7	7						
Unión frente-techo-lateral	7	7	7	6	7	7	7	7	8	8	7	7	7	8	6	7	7	7	7	7	8	

Contrato: 1001 Tipo de carro: Urbano Muestra: 05	Unión techo-lateral	7	8	8	8	8	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	8	
		8	8	8	7	8	8	8	9	8	8	9	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	7
		7	8	8	8																		
	Unión posterior-techo-lateral	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	6						
	Unión frente-techo-lateral	6	7	6	7	7	7	7	8	7	7	7	7	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Contrato: 1002 Tipo de carro: Urbano Muestra: 06	Unión techo-lateral	8	8	8	8	8	8	8	8	9	7	9	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
		9	9	9	8	8	8	8	8	8	8	8	8	7	7	7	8	8	8	8	8	8	
		8	8	8	9																		
	Unión posterior-techo-lateral	7	7	7	7	7	7	7	6	7	7	8	7	6	8	7	7						
	Unión frente-techo-lateral	7	8	6	8	7	7	7	7	9	8	8	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Contrato: 1003 Tipo de carro: Urbano Muestra: 07	Unión techo-lateral	8	8	8	8	8	8	8	8	7	8	8	8	9	8	8	8	9	8	8	8	8	
		7	7	8	8	8	7	9	8	8	8	7	8	8	8	8	9	8	8	9	8	9	
		8	8	8	8																		
	Unión posterior-techo-lateral	7	7	7	7	7	6	7	7	7	6	7	7	7	6	7	7						
	Unión frente-techo-lateral	7	7	7	7	7	6	7	7	7	7	7	8	7	8	8	7	7	7	7	6	7	7
Contrato: 1004 Tipo de carro: Interprov. Muestra: 08	Unión techo-lateral	7	9	8	8	8	8	8	9	8	8	8	7	8	9	8	8	8	8	8	7	8	
		8	8	7	8	8	8	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
		8	8	8	8																		
	Unión posterior-techo-lateral	6	6	7	7	7	7	7	7	8	7	7	7	7	6	7							
	Unión frente-techo-lateral	7	7	7	7	7	7	7	6	7	7	7	7	7	7	7	7	6	7	7	7	8	
Contrato: 1005 Tipo de carro: Interprov. Muestra: 09	Unión techo-lateral	8	8	8	8	8	8	9	8	8	8	8	8	9	8	8	8	8	9	8	8	8	
		8	8	9	9	7	8	8	8	8	8	8	9	8	8	8	8	9	8	8	8	8	
		9	8	8	8																		
	Unión posterior-techo-lateral	7	7	7	7	7	7	7	6	6	7	7	6	7	7	7	7						
	Unión frente-techo-lateral	7	7	7	7	7	8	6	7	8	7	6	7	7	7	7	7	6	7	7	7	7	
Contrato: 1006 Tipo de carro: Urbano Muestra: 10	Unión techo-lateral	8	8	8	7	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	8	8	9	8	8	8	8	
		8	7	8	8	8	8	9	8	7	8	8	8	8	8	8	8	8	9	7	8	8	
		8	8	8	8																		
	Unión posterior-techo-lateral	7	7	7	7	7	6	7	7	7	7	7	8	7	6	7	8						
	Unión frente-techo-lateral	7	7	6	7	7	7	7	7	8	7	7	7	7	7	7	7	7	8	7	7	7	

Anexo 8. Hoja de verificación para espesor de capa de pintura

		REGISTRO DE ESPESOR DE PINTURA																
Cuadrantes para toma de medida de espesor																		
Fecha inicio de inspección:		6/12/2018				Fecha fin de inspección:				13/02/2019				Hoja No. 01				
Inspeccionado por:		Andrés Guamán																
Unidad:		Micra		Mediciones por unidad:						30		No. Muestras:				10		Observaciones
Cuadrantes		D22	D19	D16	D23	D20	D17	D13	D10	D07	D14	D11	D08	D04	D01	D05		
		I22	I19	I16	I23	I20	I17	I13	I10	I07	I14	I11	I08	I04	I01	I05		
Contrato: 1090		100	80	95	110	97	104	96	85	120	100	92	117	112	140	125	Valores fuera de límites permisibles	
Tipo de carro: Urbano		113	118	128	140	133	122	110	105	108	135	123	119	138	121	140		
Contrato: 1091		108	102	117	81	137	86	85	123	105	101	148	105	91	92	122	Valores fuera de límites permisibles	
Tipo de carro: Urbano		124	112	97	131	121	126	106	144	217	100	120	130	115	100	105		
Contrato: 1092		144	102	95	147	137	130	100	124	111	132	148	113	101	82	150	Valores fuera de límites permisibles	
Tipo de carro: Urbano		132	109	109	115	126	127	106	144	217	126	128	110	115	100	150		
Contrato: 1093		146	136	145	143	121	137	141	135	136	112	133	134	131	131	120	Valores fuera de límites permisibles	
Tipo de carro: Urbano		131	131	120	135	139	176	102	124	141	119	119	125	112	143	117		
Contrato: 1001		114	119	113	150	150	150	112	107	119	134	150	145	145	80	150	Valores fuera de límites permisibles	
Tipo de carro: Urbano		129	130	120	135	131	137	87	113	104	108	120	129	109	96	117		
Contrato: 1002		80	82	84	99	95	97	100	89	108	98	95	106	102	124	147	Valores fuera de límites permisibles	
Tipo de carro: Urbano		96	93	93	84	99	122	122	150	102	98	99	195	148	121	116		
Contrato: 1003		97	91	86	85	82	106	84	84	87	87	87	89	80	87	99	Valores fuera de límites permisibles	
Tipo de carro: Urbano		94	75	89	89	89	92	84	84	82	71	87	74	91	96	102		
Contrato: 1004		101	88	106	156	119	125	87	86	99	120	81	114	90	103	109	Valores fuera de límites permisibles	
Tipo de carro: Interprov.		82	83	87	83	78	78	80	96	83	76	85	86	86	86	97		
Contrato: 1005		83	73	87	80	82	80	87	99	94	103	103	74	148	110	119	Valores fuera de límites permisibles	
Tipo de carro: Interprov.		95	91	111	115	103	89	83	82	81	132	113	108	84	96	102		
Contrato: 1006		79	85	192	79	82	86	90	80	77	87	86	91	88	101	101	Valores fuera de límites permisibles	
Tipo de carro: Urbano		82	80	70	88	107	104	96	85	113	97	78	89	101	149	75		

Anexo 9. Tablas de cálculos usadas para elaborar cartas de control para atributos

Estructuras

Defecto	Pond	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10
Cordón de soldadura desalineado	G1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	1
	G2	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
	G3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL		1	2	1	2	2	1	2	1	1	1
C		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
LCS		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
LCI		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Subgrupo	10
----------	----

T. Defectos	14	
C	1.4	1
LCS	4.94964787	4
LCI	-2.14964787	0

Defecto	Pond	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10
Porosidades	G1	3	2	2	2	3	2	0	1	1	3
	G2	1	0	0	2	2	1	1	2	1	2
	G3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL		4	2	2	4	5	3	1	3	2	5
C		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
LCS		8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
LCI		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

T. Defectos	31	
C	3.1	3
LCS	8.38204506	8
LCI	-2.18204506	0

Defecto	Pond	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10
Desalineación de partes	G1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	2
	G2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	G3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL		1	1	1	0	1	1	1	1	1	2
C		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
LCS		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
LCI		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

T. Defectos	10	
C	1	
LCS	4	
LCI	-2	0

Forrado

Defecto	Pond	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10
Cordones, puntos de soldadura sin pu	G1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0
	G2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	G3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL		0	1	0	1	1	0	1	1	1	0
C		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
LCS		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
LCI		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Subgrupo	10
----------	----

T. Defectos	6	
C	0.6	1
LCS	2.92379001	3
LCI	-1.72379001	0

Defecto	Pond	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10
Ondulación en planchas	G1	1	1	1	0	1	1	0	2	2	1
	G2	2	2	1	1	1	1	2	1	1	2
	G3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL		3	3	2	1	2	2	2	3	3	3
C		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
LCS		7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
LCI		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

T. Defectos	24	
C	2.4	2
LCS	7.04758002	7
LCI	-2.24758002	0

Pintura

Defecto	Pond	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10
Chorreado	G1	0	2	1	1	1	0	1	0	1	2
	G2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	G3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	0	2	1	1	1	0	1	0	1	1	2
C	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
LCS	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
LCI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Subgrupo	10
----------	----

T. Defectos	9	
C	0.9	1
LCS	3.74604989	3
LCI	-1.94604989	0

Defecto	Pond	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10
Impurezas / Inclusión de partículas	G1	1	4	1	2	1	1	2	1	3	1
	G2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	G3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	1	4	1	2	1	1	2	1	3	1	1
C	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
LCS	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
LCI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

T. Defectos	17	
C	1.7	2
LCS	5.61152144	5
LCI	-2.21152144	0

Defecto	Pond	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10
Piel de naranja	G1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0
	G2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	G3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0
C	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
LCS	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
LCI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

T. Defectos	4	
C	0.4	1
LCS	2.2973666	2
LCI	-1.4973666	0

Defecto	Pond	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10
Pulverizado/Humeado	G1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1
	G2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	G3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1
C	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
LCS	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
LCI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

T. Defectos	5	
C	0.5	1
LCS	2.62132034	2
LCI	-1.62132034	0

Defecto	Pond	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10
Cuarteados de pintura	G1	0	0	0	0	2	0	0	1	1	0
	G2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	G3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	0	0	0	0	2	0	0	1	1	0	0
C	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
LCS	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
LCI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

T. Defectos	4	
C	0.4	1
LCS	2.2973666	2
LCI	-1.4973666	0

Defecto	Pond	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10
Bajo poder cubriente	G1	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0
	G2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	G3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0
C	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
LCS	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
LCI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

T. Defectos	3	
C	0.3	1
LCS	1.94316767	2
LCI	-1.34316767	0

Acabados

Despostillado, Raspado	G1	2	3	3	0	1	1	1	2	4	1
	G2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	G3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL		2	3	4	0	1	1	1	2	4	1
C		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
LCS		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
LCI		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Desalineación de elementos y fibras	G1	2	2	0	1	2	3	2	0	0	1
	G2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	G3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL		2	2	0	1	2	3	2	0	0	1
C		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
LCS		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
LCI		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Rayones	G1	2	2	1	0	2	2	1	0	2	2
	G2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
	G3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL		2	2	1	0	2	2	1	0	4	2
C		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
LCS		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
LCI		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Ausencia de sellante	G1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	G2	0	0	1	0	0		0	0	1	0
	G3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL		0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
C		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
LCS		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
LCI		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Anexo 10. Cálculos realizados para elaborar cartas de control para variables

CARTA DE CONTROL PARA VARIABLES - ESPESOR DE PINTURA

Subgrupo	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	Media	D. Est.	LCIX	LCX	LCSX	LCIS	LCS	LCSS	LCIX2	LCSX2	LCIX1	LCSX1	LCIS2	LCSS2	LCIS1	LCSS1										
D22	100	108	144	146	114	80	97	101	83	79	105.2	23.9944438	86.00	108.98	131.96	6.80	23.57	40.34	93.6615916	124.298408	101.320796	116.639204	12.3861316	34.7470205	17.9763538	29.1567983										
D19	80	102	102	136	119	82	91	88	73	85	95.8	19.4124817	86.00	108.98	131.96	6.80	23.57	40.34	93.6615916	124.298408	101.320796	116.639204	12.3861316	34.7470205	17.9763538	29.1567983										
D16	95	117	95	145	113	84	86	106	87	192	112	33.688112	86.00	108.98	131.96	6.80	23.57	40.34	93.6615916	124.298408	101.320796	116.639204	12.3861316	34.7470205	17.9763538	29.1567983										
D23	110	81	147	143	150	99	85	156	80	79	113	32.5439873	86.00	108.98	131.96	6.80	23.57	40.34	93.6615916	124.298408	101.320796	116.639204	12.3861316	34.7470205	17.9763538	29.1567983										
D20	97	137	137	121	150	95	82	119	82	82	110.2	25.8319354	86.00	108.98	131.96	6.80	23.57	40.34	93.6615916	124.298408	101.320796	116.639204	12.3861316	34.7470205	17.9763538	29.1567983										
D17	104	86	130	137	150	97	106	125	80	86	110.1	24.099101	86.00	108.98	131.96	6.80	23.57	40.34	93.6615916	124.298408	101.320796	116.639204	12.3861316	34.7470205	17.9763538	29.1567983										
D13	96	85	100	141	112	100	84	87	87	90	98.2	17.40881	86.00	108.98	131.96	6.80	23.57	40.34	93.6615916	124.298408	101.320796	116.639204	12.3861316	34.7470205	17.9763538	29.1567983										
D10	85	123	124	135	107	89	84	86	99	80	101.2	19.898632	86.00	108.98	131.96	6.80	23.57	40.34	93.6615916	124.298408	101.320796	116.639204	12.3861316	34.7470205	17.9763538	29.1567983										
D07	120	105	111	136	119	108	87	99	94	77	105.6	17.283261	86.00	108.98	131.96	6.80	23.57	40.34	93.6615916	124.298408	101.320796	116.639204	12.3861316	34.7470205	17.9763538	29.1567983										
D14	100	101	132	112	134	98	87	120	103	87	107.4	16.761066	86.00	108.98	131.96	6.80	23.57	40.34	93.6615916	124.298408	101.320796	116.639204	12.3861316	34.7470205	17.9763538	29.1567983										
D11	92	148	148	133	150	95	87	81	103	86	112.3	28.8830977	86.00	108.98	131.96	6.80	23.57	40.34	93.6615916	124.298408	101.320796	116.639204	12.3861316	34.7470205	17.9763538	29.1567983										
D08	117	105	113	134	145	106	89	114	74	91	108.8	21.0807969	86.00	108.98	131.96	6.80	23.57	40.34	93.6615916	124.298408	101.320796	116.639204	12.3861316	34.7470205	17.9763538	29.1567983										
D04	112	91	101	131	145	102	80	90	148	88	108.8	24.4712984	86.00	108.98	131.96	6.80	23.57	40.34	93.6615916	124.298408	101.320796	116.639204	12.3861316	34.7470205	17.9763538	29.1567983										
D01	140	92	82	131	80	124	87	103	110	101	105	20.9602799	86.00	108.98	131.96	6.80	23.57	40.34	93.6615916	124.298408	101.320796	116.639204	12.3861316	34.7470205	17.9763538	29.1567983										
D05	125	122	150	120	150	147	99	109	119	101	124.2	19.1647825	86.00	108.98	131.96	6.80	23.57	40.34	93.6615916	124.298408	101.320796	116.639204	12.3861316	34.7470205	17.9763538	29.1567983										
I22	113	124	132	131	129	96	94	82	95	82	107.8	20.2418708	86.00	108.98	131.96	6.80	23.57	40.34	93.6615916	124.298408	101.320796	116.639204	12.3861316	34.7470205	17.9763538	29.1567983										
I19	118	112	109	131	130	93	75	83	91	80	102.2	20.5631818	86.00	108.98	131.96	6.80	23.57	40.34	93.6615916	124.298408	101.320796	116.639204	12.3861316	34.7470205	17.9763538	29.1567983										
I16	128	97	109	120	120	93	89	87	111	70	102.4	18.1854643	86.00	108.98	131.96	6.80	23.57	40.34	93.6615916	124.298408	101.320796	116.639204	12.3861316	34.7470205	17.9763538	29.1567983										
I23	140	131	115	135	135	84	89	83	115	88	111.5	23.4485252	86.00	108.98	131.96	6.80	23.57	40.34	93.6615916	124.298408	101.320796	116.639204	12.3861316	34.7470205	17.9763538	29.1567983										
I20	133	121	126	139	131	99	89	78	103	107	112.6	20.4515688	86.00	108.98	131.96	6.80	23.57	40.34	93.6615916	124.298408	101.320796	116.639204	12.3861316	34.7470205	17.9763538	29.1567983										
I17	122	126	127	176	137	122	92	78	89	104	117.3	28.3041026	86.00	108.98	131.96	6.80	23.57	40.34	93.6615916	124.298408	101.320796	116.639204	12.3861316	34.7470205	17.9763538	29.1567983										
I13	110	106	106	102	87	122	84	80	83	96	97.6	13.8740365	86.00	108.98	131.96	6.80	23.57	40.34	93.6615916	124.298408	101.320796	116.639204	12.3861316	34.7470205	17.9763538	29.1567983										
I10	105	144	144	124	113	150	84	96	82	85	112.7	26.5625049	86.00	108.98	131.96	6.80	23.57	40.34	93.6615916	124.298408	101.320796	116.639204	12.3861316	34.7470205	17.9763538	29.1567983										
I07	108	217	217	141	104	102	82	83	81	113	124.8	51.7854548	86.00	108.98	131.96	6.80	23.57	40.34	93.6615916	124.298408	101.320796	116.639204	12.3861316	34.7470205	17.9763538	29.1567983										
I14	135	100	126	119	108	98	71	76	132	97	106.2	22.0997738	86.00	108.98	131.96	6.80	23.57	40.34	93.6615916	124.298408	101.320796	116.639204	12.3861316	34.7470205	17.9763538	29.1567983										
I11	123	120	128	119	120	99	87	85	113	78	107.2	18.2683698	86.00	108.98	131.96	6.80	23.57	40.34	93.6615916	124.298408	101.320796	116.639204	12.3861316	34.7470205	17.9763538	29.1567983										
I08	119	130	110	125	129	195	74	86	108	89	116.5	33.6427308	86.00	108.98	131.96	6.80	23.57	40.34	93.6615916	124.298408	101.320796	116.639204	12.3861316	34.7470205	17.9763538	29.1567983										
I04	138	115	115	112	109	148	91	86	84	101	109.9	21.0208891	86.00	108.98	131.96	6.80	23.57	40.34	93.6615916	124.298408	101.320796	116.639204	12.3861316	34.7470205	17.9763538	29.1567983										
I01	121	100	100	143	96	121	96	86	96	149	110.8	21.6271434	86.00	108.98	131.96	6.80	23.57	40.34	93.6615916	124.298408	101.320796	116.639204	12.3861316	34.7470205	17.9763538	29.1567983										
I05	140	105	150	117	117	116	102	97	102	75	112.1	21.4395792	86.00	108.98	131.96	6.80	23.57	40.34	93.6615916	124.298408	101.320796	116.639204	12.3861316	34.7470205	17.9763538	29.1567983										
Promedio Subg.											108.98	23.566576																								
A3											0.975																									
B3											0.284		C4																							
B4											1.716		0.973																							

CARTA DE CONTROL PARA VARIABLES - UNIÓN TECHO LATERAL - LONGITUD DE CORDÓN

Subgrupo	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	Media	D. Est.	LCIX	LCX	LCSX	LCIS	LCS	LCSS	LCIX2	LCSX2	LCIX1	LCSX1			
D1	79	82	77	80	80	80	80	76	76	80	79	2	77.79	80.96	84.14	0.9398811	3.2592813	5.5786814	78.8450850	83.0821877	79.9043607	82.022912			
D2	83	79	80	82	77	80	80	80	88	79	81	3.01109061	77.79	80.96	84.14	0.9398811	3.2592813	5.5786814	78.8450850	83.0821877	79.9043607	82.022912			
D3	80	80	78	86	82	80	84	82	77	81	81	2.66666667	77.79	80.96	84.14	0.9398811	3.2592813	5.5786814	78.8450850	83.0821877	79.9043607	82.022912			
D4	83	85	80	82	78	76	86	78	82	80	81	3.19722102	77.79	80.96	84.14	0.9398811	3.2592813	5.5786814	78.8450850	83.0821877	79.9043607	82.022912			
D5	84	66	83	92	80	80	84	84	87	83	82.3	6.68414376	77.79	80.96	84.14	0.9398811	3.2592813	5.5786814	78.8450850	83.0821877	79.9043607	82.022912			
D6	80	82	80	84	79	78	80	77	84	83	81	2.45175674	77.79	80.96	84.14	0.9398811	3.2592813	5.5786814	78.8450850	83.0821877	79.9043607	82.022912			
D7	80	83	85	87	89	82	77	87	84	85	84	3.57304725	77.79	80.96	84.14	0.9398811	3.2592813	5.5786814	78.8450850	83.0821877	79.9043607	82.022912			
D8	88	77	81	84	82	80	83	84	82	75	82	3.68781778	77.79	80.96	84.14	0.9398811	3.2592813	5.5786814	78.8450850	83.0821877	79.9043607	82.022912			
D9	76	83	82	83	83	84	88	80	80	81	82	3.12694384	77.79	80.96	84.14	0.9398811	3.2592813	5.5786814	78.8450850	83.0821877	79.9043607	82.022912			
D10	79	86	81	88	86	86	86	80	80	84	84	3.27278339	77.79	80.96	84.14	0.9398811	3.2592813	5.5786814	78.8450850	83.0821877	79.9043607	82.022912			
D11	84	76	79	80	83	88	79	84	80	79	81	3.48966729	77.79	80.96	84.14	0.9398811	3.2592813	5.5786814	78.8450850	83.0821877	79.9043607	82.022912			
D12	86	81	82	82	84	80	75	86	83	88	83	3.68329563	77.79	80.96	84.14	0.9398811	3.2592813	5.5786814	78.8450850	83.0821877	79.9043607	82.022912			
D13	75	80	80	80	80	78	82	88	81	77	80	3.44641521	77.79	80.96	84.14	0.9398811	3.2592813	5.5786814	78.8450850	83.0821877	79.9043607	82.022912			
D14	77	80	80	76	84	76	78	73	83	86	79	4.08384351	77.79	80.96	84.14	0.9398811	3.2592813	5.5786814	78.8450850	83.0821877	79.9043607	82.022912			
D15	81	80	80	77	81	81	82	78	74	80	79	2.41292814	77.79	80.96	84.14	0.9398811	3.2592813	5.5786814	78.8450850	83.0821877	79.9043607	82.022912			
D16	79	90	82	79	83	80	88	80	76	80	82	4.29599297	77.79	80.96	84.14	0.9398811	3.2592813	5.5786814	78.8450850	83.0821877	79.9043607	82.022912			
D17	82	80	90	75	81	80	80	80	79	81	81	3.73571353	77.79	80.96	84.14	0.9398811	3.2592813	5.5786814	78.8450850	83.0821877	79.9043607	82.022912			
D18	80	76	77	80	80	79	80	75	82	81	79	2.26077666	77.79	80.96	84.14	0.9398811	3.2592813	5.5786814	78.8450850	83.0821877	79.9043607	82.022912			
D19	86	80	81	88	76	81	79	77	75	76	79	3.50238014	77.79	80.96	84.14	0.9398811	3.2592813	5.5786814	78.8450850	83.0821877	79.9043607	82.022912			
D20	76	80	84	80	85	82	80	76	88	80	81	3.78447119	77.79	80.96	84.14	0.9398811	3.2592813	5.5786814	78.8450850	83.0821877	79.9043607	82.022912			
D21	80	76	80	80	84	79	79	80	80	83	80	2.18326972	77.79	80.96	84.14	0.9398811	3.2592813	5.5786814	78.8450850	83.0821877	79.9043607	82.022912			
D22	84	75	83	79	80	81	81	80	80	82	81	2.46080384	77.79	80.96	84.14	0.9398811	3.2592813	5.5786814	78.8450850	83.0821877	79.9043607	82.022912			
I1	80	80	76	80	78	80	80	77	81	78	79	1.63299316	77.79	80.96	84.14	0.9398811	3.2592813	5.5786814	78.8450850	83.0821877	79.9043607	82.022912			
I2	84	87	83	89	80	80	80	83	84	77	83	3.591657	77.79	80.96	84.14	0.9398811	3.2592813	5.5786814	78.8450850	83.0821877	79.9043607	82.022912			
I3	86	75	82	80	80	81	79	80	82	80	81	2.75882423	77.79	80.96	84.14	0.9398811	3.2592813	5.5786814	78.8450850	83.0821877	79.9043607	82.022912			
I4	75	83	80	86	85	78	81	80	77	76	80	3.72528895	77.79	80.96	84.14	0.9398811	3.2592813	5.5786814	78.8450850	83.0821877	79.9043607	82.022912			
I5	77	81	77	77	79	84	80	80	79	82	80	2.31900362	77.79	80.96	84.14	0.9398811	3.2592813	5.5786814	78.8450850	83.0821877	79.9043607	82.022912			
I6	83	84	83	80	88	83	84	84	84	87	84	2.21108319	77.79	80.96	84.14	0.9398811	3.2592813	5.5786814	78.8450850	83.0821877	79.9043607	82.022912			
I7	80	80	88	82	85	80	80	80	84	84	82	2.84604989	77.79	80.96	84.14	0.9398811	3.2592813	5.5786814	78.8450850	83.0821877	79.9043607	82.022912			
I8	74	88	80	80	86	77	78	78	84	84	81	4.43345864	77.79	80.96	84.14	0.9398811	3.2592813	5.5786814	78.8450850	83.0821877	79.9043607	82.022912			
I9	79	79	80	83	80	79	81	81	81	84	81	1.70293864	77.79	80.96	84.14	0.9398811	3.2592813	5.5786814	78.8450850	83.0821877	79.9043607	82.022912			
I10	81	86	84	85	89	80	80	80	80	80	82.5	3.27448045	77.79	80.96	84.14	0.9398811	3.2592813	5.5786814	78.8450850	83.0821877	79.9043607	82.022912			
I11	86	75	75	82	84	82	80	80	77	81	80	3.64539283	77.79	80.96	84.14	0.9398811	3.2592813	5.5786814	78.8450850	83.0821877	79.9043607	82.022912			
I12	72	84	77	88	76	87	81	80	83	81	81	4.954235	77.79	80.96	84.14	0.9398811	3.2592813	5.5786814	78.8450850	83.0821877	79.9043607	82.022912			
I13	80	89	86	80	78	79	82	82	82	90	83	4.15799097	77.79	80.96	84.14	0.9398811	3.2592813	5.5786814	78.8450850	83.0821877	79.9043607	82.022912			
I14	87	77	82	80	82	73	83	90	78	80	81	4.87168691	77.79	80.96	84.14	0.9398811	3.2592813	5.5786814	78.8450850	83.0821877	79.9043607	82.022912			
I15	80	80	78	88	80	80	86	80	80	80	81	3.15524255	77.79	80.96	84.14	0.9398811	3.2592813	5.5786814	78.8450850	83.0821877	79.9043607	82.022912			
I16	78	83	80	84	80	80	76	81	73	75	79	3.49602949	77.79	80.96	84.14	0.9398811	3.2592813	5.5786814	78.8450850	83.0821877	79.9043607	82.022912			
I17	78	82	84	86	80	82	78	90	82	77	82	4.01248053	77.79	80.96	84.14	0.9398811	3.2592813	5.5786814	78.8450850	83.0821877	79.9043607	82.022912			
I18	80	80	82	84	79	82	82	83	84	80	82	1.77638835	77.79	80.96	84.14	0.9398811	3.2592813	5.5786814	78.8450850	83.0821877	79.9043607	82.022912			
I19	80	80	76	78	86	82	85	81	87	81	82	3.50238014	77.79	80.96	84.14	0.9398811	3.2592813	5.5786814	78.8450850	83.0821877	79.9043607	82.022912			
I20	77	77	80	74	83	80	80	79	80	77	79	2.49666444	77.79	80.96	84.14	0.9398811	3.2592813	5.5786814	78.8450850	83.0821877	79.9043607	82.022912			
I21	77	80	75	80	80	80	80	84	80	77	79	2.45175674	77.79	80.96	84.14	0.9398811	3.2592813	5.5786814	78.8450850	83.0821877	79.9043607	82.022912			
I22	79	86	86	77	82	80	76	80	80	83	81	3.38132124	77.79	80.96	84.14	0.9398811	3.2592813	5.5786814	78.8450850	83.0821877	79.9043607	82.022912			
Prom. Subg.											80.9636364		3												
A3													0.975												
B3													0.284	C4											
B4													1.716	0.973											

CARTA DE CONTROL PARA VARIABLES - UNIÓN POSTERIOR TECHO LATERAL - LONGITUD DE CORDÓN

Subgrupo	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	Media	D. Est.	LCIX	LXCX	LCSX	LCIS	LCS	LCSS	LCIX2	LCSX2	LCIX1	LCSX1	LCIS2	LCSS2	LCIS1	LCSS1
D1	60	60	58	60	60	60	60	62	60	60	60	0.94280904	56.85	60.02	63.19	0.9373731	3.250584	5.563795	57.90585195	62.1316481	58.962301	61.075199	1.70844337	4.79272454	2.47951366	4.02165425
D2	60	60	56	60	60	60	66	64	66	62	61	3.13404247	56.85	60.02	63.19	0.9373731	3.250584	5.563795	57.90585195	62.1316481	58.962301	61.075199	1.70844337	4.79272454	2.47951366	4.02165425
D3	60	60	60	52	60	60	60	68	60	53	59	4.37289632	56.85	60.02	63.19	0.9373731	3.250584	5.563795	57.90585195	62.1316481	58.962301	61.075199	1.70844337	4.79272454	2.47951366	4.02165425
D4	58	60	60	58	60	58	60	60	54	57	59	1.95789002	56.85	60.02	63.19	0.9373731	3.250584	5.563795	57.90585195	62.1316481	58.962301	61.075199	1.70844337	4.79272454	2.47951366	4.02165425
D5	68	60	62	54	58	62	62	57	57	61	60	3.87154864	56.85	60.02	63.19	0.9373731	3.250584	5.563795	57.90585195	62.1316481	58.962301	61.075199	1.70844337	4.79272454	2.47951366	4.02165425
D6	60	60	60	60	56	62	60	59	61	58	60	1.6465452	56.85	60.02	63.19	0.9373731	3.250584	5.563795	57.90585195	62.1316481	58.962301	61.075199	1.70844337	4.79272454	2.47951366	4.02165425
D7	65	60	55	68	64	62	58	60	52	60	60	4.7187569	56.85	60.02	63.19	0.9373731	3.250584	5.563795	57.90585195	62.1316481	58.962301	61.075199	1.70844337	4.79272454	2.47951366	4.02165425
D8	67	60	60	65	66	60	60	62	60	56	62	3.40587727	56.85	60.02	63.19	0.9373731	3.250584	5.563795	57.90585195	62.1316481	58.962301	61.075199	1.70844337	4.79272454	2.47951366	4.02165425
I1	59	58	60	56	57	60	62	62	70	65	61	4.14862762	56.85	60.02	63.19	0.9373731	3.250584	5.563795	57.90585195	62.1316481	58.962301	61.075199	1.70844337	4.79272454	2.47951366	4.02165425
I2	55	54	60	57	60	56	59	58	60	65	58	3.16929715	56.85	60.02	63.19	0.9373731	3.250584	5.563795	57.90585195	62.1316481	58.962301	61.075199	1.70844337	4.79272454	2.47951366	4.02165425
I3	66	57	54	63	57	58	57	57	55	68	59	4.7562824	56.85	60.02	63.19	0.9373731	3.250584	5.563795	57.90585195	62.1316481	58.962301	61.075199	1.70844337	4.79272454	2.47951366	4.02165425
I4	60	59	66	68	60	60	62	58	58	60	61	3.34829973	56.85	60.02	63.19	0.9373731	3.250584	5.563795	57.90585195	62.1316481	58.962301	61.075199	1.70844337	4.79272454	2.47951366	4.02165425
I5	63	60	62	60	60	59	60	54	61	58	60	2.45175674	56.85	60.02	63.19	0.9373731	3.250584	5.563795	57.90585195	62.1316481	58.962301	61.075199	1.70844337	4.79272454	2.47951366	4.02165425
I6	67	60	57	60	60	58	57	60	66	58	60	3.49761824	56.85	60.02	63.19	0.9373731	3.250584	5.563795	57.90585195	62.1316481	58.962301	61.075199	1.70844337	4.79272454	2.47951366	4.02165425
I7	60	63	60	60	60	64	59	60	58	54	60	2.69979423	56.85	60.02	63.19	0.9373731	3.250584	5.563795	57.90585195	62.1316481	58.962301	61.075199	1.70844337	4.79272454	2.47951366	4.02165425
I8	60	59	60	62	57	60	58	70	57	57	60	3.88730126	56.85	60.02	63.19	0.9373731	3.250584	5.563795	57.90585195	62.1316481	58.962301	61.075199	1.70844337	4.79272454	2.47951366	4.02165425
Prom. Subg.											60.0187500	3.25058395														
A3												0.975														
B3												0.284														C4
B4												1.716														0.973

CARTA DE CONTROL PARA VARIABLES - UNIÓN FRENTE TECHO LATERAL - LONGITUD DE CORDÓN

Subgrupo	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	Media	D. Est.	LCIX	LXCX	LCSX	LCIS	LCS	LCSS	LCIX2	LCSX2	LCIX1	LCSX1	LCIS2	LCSS2	LCIS1	LCSS1
D1	58	60	58	55	59	58	56	58	58	62	58	1.93218357	57.67	60.42	63.16	0.8132115	2.8200216	4.826832	58.58196994	62.24803	59.498485	61.331515	1.4821482	4.157895	2.1510849	3.4889583
D2	60	57	62	58	57	57	60	59	58	58	59	1.6465452	57.67	60.42	63.16	0.8132115	2.8200216	4.826832	58.58196994	62.24803	59.498485	61.331515	1.4821482	4.157895	2.1510849	3.4889583
D3	60	56	59	57	60	61	60	63	62	63	60	2.33095116	57.67	60.42	63.16	0.8132115	2.8200216	4.826832	58.58196994	62.24803	59.498485	61.331515	1.4821482	4.157895	2.1510849	3.4889583
D4	60	62	60	60	56	66	60	60	60	60	60	2.45854519	57.67	60.42	63.16	0.8132115	2.8200216	4.826832	58.58196994	62.24803	59.498485	61.331515	1.4821482	4.157895	2.1510849	3.4889583
D5	60	60	60	60	58	60	60	60	64	57	60	1.79195734	57.67	60.42	63.16	0.8132115	2.8200216	4.826832	58.58196994	62.24803	59.498485	61.331515	1.4821482	4.157895	2.1510849	3.4889583
D6	55	58	60	66	59	60	60	60	56	60	59	2.95145915	57.67	60.42	63.16	0.8132115	2.8200216	4.826832	58.58196994	62.24803	59.498485	61.331515	1.4821482	4.157895	2.1510849	3.4889583
D7	59	60	60	65	59	63	62	59	67	56	61	3.26598632	57.67	60.42	63.16	0.8132115	2.8200216	4.826832	58.58196994	62.24803	59.498485	61.331515	1.4821482	4.157895	2.1510849	3.4889583
D8	63	60	64	67	62	65	57	65	62	69	63	3.43834586	57.67	60.42	63.16	0.8132115	2.8200216	4.826832	58.58196994	62.24803	59.498485	61.331515	1.4821482	4.157895	2.1510849	3.4889583
D9	58	60	57	54	59	59	63	56	62	62	59	2.86744176	57.67	60.42	63.16	0.8132115	2.8200216	4.826832	58.58196994	62.24803	59.498485	61.331515	1.4821482	4.157895	2.1510849	3.4889583
D10	60	60	66	60	60	60	69	61	58	63	62	3.36815149	57.67	60.42	63.16	0.8132115	2.8200216	4.826832	58.58196994	62.24803	59.498485	61.331515	1.4821482	4.157895	2.1510849	3.4889583
I1	60	60	63	60	56	64	66	60	63	60	61	2.82055944	57.67	60.42	63.16	0.8132115	2.8200216	4.826832	58.58196994	62.24803	59.498485	61.331515	1.4821482	4.157895	2.1510849	3.4889583
I2	60	66	59	53	60	66	63	61	60	60	61	3.73571353	57.67	60.42	63.16	0.8132115	2.8200216	4.826832	58.58196994	62.24803	59.498485	61.331515	1.4821482	4.157895	2.1510849	3.4889583
I3	59	64	60	57	58	58	56	68	60	55	60	3.89444048	57.67	60.42	63.16	0.8132115	2.8200216	4.826832	58.58196994	62.24803	59.498485	61.331515	1.4821482	4.157895	2.1510849	3.4889583
I4	60	65	69	64	65	62	54	66	59	57	62	4.58136321	57.67	60.42	63.16	0.8132115	2.8200216	4.826832	58.58196994	62.24803	59.498485	61.331515	1.4821482	4.157895	2.1510849	3.4889583
I5	64	60	60	60	60	60	63	60	65	61	61	1.94650684	57.67	60.42	63.16	0.8132115	2.8200216	4.826832	58.58196994	62.24803	59.498485	61.331515	1.4821482	4.157895	2.1510849	3.4889583
I6	66	53	60	60	60	57	60	62	67	61	61	4.0055517	57.67	60.42	63.16	0.8132115	2.8200216	4.826832	58.58196994	62.24803	59.498485	61.331515	1.4821482	4.157895	2.1510849	3.4889583
I7	60	59	60	60	59	60	60	60	51	60	59	2.80673792	57.67	60.42	63.16	0.8132115	2.8200216	4.826832	58.58196994	62.24803	59.498485	61.331515	1.4821482	4.157895	2.1510849	3.4889583
I8	58	62	59	60	62	61	66	60	60	60	61	2.20100987	57.67	60.42	63.16	0.8132115	2.8200216	4.826832	58.58196994	62.24803	59.498485	61.331515	1.4821482	4.157895	2.1510849	3.4889583
I9	60	68	60	58	60	63	60	64	60	60	61	2.9078438	57.67	60.42	63.16	0.8132115	2.8200216	4.826832	58.58196994	62.24803	59.498485	61.331515	1.4821482	4.157895	2.1510849	3.4889583
I10	61	60	60	60	60	57	60	60	63	60	60	1.44913767	57.67	60.42	63.16	0.8132115	2.8200216	4.826832	58.58196994	62.24803	59.498485	61.331515	1.4821482	4.157895	2.1510849	3.4889583
Prom. Subg.											60.42	2.82002158														
A3												0.975														
B3												0.284														C4
B4												1.716														0.973

CARTA DE CONTROL PARA VARIABLES - UNIÓN TECHO LATERAL - AMPLITUD DE CORDÓN

Subgrupo	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	Media	D. Est.	LCIX	LCX	LCSX	LCIS	LCS	LCSS	LCIX2	LCSX2	LCIX1	LCSX1										
D1	7	8	8	8	8	8	8	7	8	8	7.80	0.4216370	7.55	8.03	8.51	0.1391253	0.4898779	0.840631	7.71339473	8.35024163	7.87260646	8.19102991										
D2	8	8	7	8	8	8	8	9	8	8	8.00	0.47140452	7.55	8.03	8.51	0.1391253	0.4898779	0.840631	7.71339473	8.35024163	7.87260646	8.19102991										
D3	8	8	7	9	8	8	8	8	8	8	8.00	0.47140452	7.55	8.03	8.51	0.1391253	0.4898779	0.840631	7.71339473	8.35024163	7.87260646	8.19102991										
D4	8	8	8	8	8	8	8	8	8	7	7.90	0.31622777	7.55	8.03	8.51	0.1391253	0.4898779	0.840631	7.71339473	8.35024163	7.87260646	8.19102991										
D5	8	7	8	10	8	8	8	8	8	8	8.10	0.73786479	7.55	8.03	8.51	0.1391253	0.4898779	0.840631	7.71339473	8.35024163	7.87260646	8.19102991										
D6	8	9	8	7	7	8	8	8	8	8	7.90	0.56764621	7.55	8.03	8.51	0.1391253	0.4898779	0.840631	7.71339473	8.35024163	7.87260646	8.19102991										
D7	7	8	7	8	8	8	8	8	9	8	7.90	0.56764621	7.55	8.03	8.51	0.1391253	0.4898779	0.840631	7.71339473	8.35024163	7.87260646	8.19102991										
D8	8	8	7	8	8	8	8	9	8	8	8.00	0.47140452	7.55	8.03	8.51	0.1391253	0.4898779	0.840631	7.71339473	8.35024163	7.87260646	8.19102991										
D9	8	7	8	8	8	9	8	8	8	8	8.00	0.47140452	7.55	8.03	8.51	0.1391253	0.4898779	0.840631	7.71339473	8.35024163	7.87260646	8.19102991										
D10	8	7	8	8	8	7	8	8	8	8	7.80	0.42163702	7.55	8.03	8.51	0.1391253	0.4898779	0.840631	7.71339473	8.35024163	7.87260646	8.19102991										
D11	8	8	8	9	8	9	8	8	8	8	8.20	0.42163702	7.55	8.03	8.51	0.1391253	0.4898779	0.840631	7.71339473	8.35024163	7.87260646	8.19102991										
D12	8	8	8	9	8	7	8	7	8	8	7.90	0.56764621	7.55	8.03	8.51	0.1391253	0.4898779	0.840631	7.71339473	8.35024163	7.87260646	8.19102991										
D13	8	9	8	8	8	8	9	8	9	9	8.40	0.51639778	7.55	8.03	8.51	0.1391253	0.4898779	0.840631	7.71339473	8.35024163	7.87260646	8.19102991										
D14	7	8	8	8	8	8	8	9	8	9	8.10	0.56764621	7.55	8.03	8.51	0.1391253	0.4898779	0.840631	7.71339473	8.35024163	7.87260646	8.19102991										
D15	8	7	8	8	8	8	8	8	8	8	7.90	0.31622777	7.55	8.03	8.51	0.1391253	0.4898779	0.840631	7.71339473	8.35024163	7.87260646	8.19102991										
D16	8	9	9	8	8	8	8	8	8	8	8.20	0.42163702	7.55	8.03	8.51	0.1391253	0.4898779	0.840631	7.71339473	8.35024163	7.87260646	8.19102991										
D17	8	8	8	8	9	8	8	9	8	9	8.30	0.48304589	7.55	8.03	8.51	0.1391253	0.4898779	0.840631	7.71339473	8.35024163	7.87260646	8.19102991										
D18	9	8	9	8	8	8	8	8	9	8	8.30	0.48304589	7.55	8.03	8.51	0.1391253	0.4898779	0.840631	7.71339473	8.35024163	7.87260646	8.19102991										
D19	8	9	8	7	8	8	8	7	8	8	7.90	0.56764621	7.55	8.03	8.51	0.1391253	0.4898779	0.840631	7.71339473	8.35024163	7.87260646	8.19102991										
D20	7	7	8	9	8	8	8	8	8	8	7.90	0.56764621	7.55	8.03	8.51	0.1391253	0.4898779	0.840631	7.71339473	8.35024163	7.87260646	8.19102991										
D21	8	8	8	8	8	9	7	8	8	8	8.00	0.47140452	7.55	8.03	8.51	0.1391253	0.4898779	0.840631	7.71339473	8.35024163	7.87260646	8.19102991										
D22	8	8	8	8	8	9	7	8	8	7	7.90	0.56764621	7.55	8.03	8.51	0.1391253	0.4898779	0.840631	7.71339473	8.35024163	7.87260646	8.19102991										
I1	8	8	8	8	8	9	8	7	9	8	8.10	0.56764621	7.55	8.03	8.51	0.1391253	0.4898779	0.840631	7.71339473	8.35024163	7.87260646	8.19102991										
I2	8	8	8	7	7	8	8	8	9	8	7.90	0.56764621	7.55	8.03	8.51	0.1391253	0.4898779	0.840631	7.71339473	8.35024163	7.87260646	8.19102991										
I3	9	8	8	9	8	8	8	8	7	8	8.10	0.56764621	7.55	8.03	8.51	0.1391253	0.4898779	0.840631	7.71339473	8.35024163	7.87260646	8.19102991										
I4	8	8	8	8	8	8	7	8	8	8	7.90	0.31622777	7.55	8.03	8.51	0.1391253	0.4898779	0.840631	7.71339473	8.35024163	7.87260646	8.19102991										
I5	8	8	8	8	8	8	9	7	8	9	8.10	0.56764621	7.55	8.03	8.51	0.1391253	0.4898779	0.840631	7.71339473	8.35024163	7.87260646	8.19102991										
I6	8	8	8	8	9	8	8	8	8	8	8.10	0.31622777	7.55	8.03	8.51	0.1391253	0.4898779	0.840631	7.71339473	8.35024163	7.87260646	8.19102991										
I7	8	9	9	8	8	8	8	8	8	7	8.10	0.56764621	7.55	8.03	8.51	0.1391253	0.4898779	0.840631	7.71339473	8.35024163	7.87260646	8.19102991										
I8	8	9	7	8	8	8	8	8	8	8	8.00	0.47140452	7.55	8.03	8.51	0.1391253	0.4898779	0.840631	7.71339473	8.35024163	7.87260646	8.19102991										
I9	8	9	8	8	9	8	7	8	8	8	8.10	0.56764621	7.55	8.03	8.51	0.1391253	0.4898779	0.840631	7.71339473	8.35024163	7.87260646	8.19102991										
I10	9	8	9	8	9	8	8	8	9	8	8.40	0.51639778	7.55	8.03	8.51	0.1391253	0.4898779	0.840631	7.71339473	8.35024163	7.87260646	8.19102991										
I11	7	8	8	8	9	7	8	8	8	8	7.90	0.56764621	7.55	8.03	8.51	0.1391253	0.4898779	0.840631	7.71339473	8.35024163	7.87260646	8.19102991										
I12	8	9	7	8	8	7	8	8	8	8	7.90	0.56764621	7.55	8.03	8.51	0.1391253	0.4898779	0.840631	7.71339473	8.35024163	7.87260646	8.19102991										
I13	8	9	8	8	8	7	8	8	8	8	8.00	0.47140452	7.55	8.03	8.51	0.1391253	0.4898779	0.840631	7.71339473	8.35024163	7.87260646	8.19102991										
I14	9	9	8	9	8	8	9	8	8	8	8.40	0.51639778	7.55	8.03	8.51	0.1391253	0.4898779	0.840631	7.71339473	8.35024163	7.87260646	8.19102991										
I15	8	7	8	9	8	8	8	8	9	8	8.10	0.56764621	7.55	8.03	8.51	0.1391253	0.4898779	0.840631	7.71339473	8.35024163	7.87260646	8.19102991										
I16	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	8.10	0.31622777	7.55	8.03	8.51	0.1391253	0.4898779	0.840631	7.71339473	8.35024163	7.87260646	8.19102991										
I17	8	9	8	8	8	8	9	8	8	7	8.10	0.56764621	7.55	8.03	8.51	0.1391253	0.4898779	0.840631	7.71339473	8.35024163	7.87260646	8.19102991										
I18	8	7	8	8	7	8	9	8	8	8	7.90	0.56764621	7.55	8.03	8.51	0.1391253	0.4898779	0.840631	7.71339473	8.35024163	7.87260646	8.19102991										
I19	8	8	8	7	7	8	8	8	9	8	7.90	0.56764621	7.55	8.03	8.51	0.1391253	0.4898779	0.840631	7.71339473	8.35024163	7.87260646	8.19102991										
I20	8	8	8	7	8	8	8	8	8	8	7.90	0.31622777	7.55	8.03	8.51	0.1391253	0.4898779	0.840631	7.71339473	8.35024163	7.87260646	8.19102991										
I21	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	7.90	0.31622777	7.55	8.03	8.51	0.1391253	0.4898779	0.840631	7.71339473	8.35024163	7.87260646	8.19102991										
I22	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8.10	0.31622777	7.55	8.03	8.51	0.1391253	0.4898779	0.840631	7.71339473	8.35024163	7.87260646	8.19102991										
Prom. Subg.											8.0318182	0.48987795																				
A3												0.975																				
B3												0.284		C4																		
B4												1.716		0.973																		

CARTA DE CONTROL PARA VARIABLES - UNIÓN POSTERIOR TECHO LATERAL - AMPLITUD DE CORDÓN

Subgrupo	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	Media	D. Est.	LCIX	LCX	LCSX	LCIS	LCS	LCSS	LCIX2	LCSX2	LCIX1	LCSX1	LCIS2	LCSS2	LCIS1	LCSS1	
D1	7	7	7	8	6	7	7	6	7	7	6.900	0.56764621	6.48	6.94	7.39	0.132599	0.4668978	0.801197	6.63401381	7.24098619	6.7857569	7.0892431	0.24539233	0.68840318	0.35614504	0.57765046	
D2	7	7	7	7	7	7	7	6	7	7	6.900	0.31622777	6.48	6.94	7.39	0.132599	0.4668978	0.801197	6.63401381	7.24098619	6.7857569	7.0892431	0.24539233	0.68840318	0.35614504	0.57765046	
D3	6	7	8	7	7	7	7	7	7	7	7.000	0.47140452	6.48	6.94	7.39	0.132599	0.4668978	0.801197	6.63401381	7.24098619	6.7857569	7.0892431	0.24539233	0.68840318	0.35614504	0.57765046	
D4	7	6	7	7	7	7	7	7	7	7	6.900	0.31622777	6.48	6.94	7.39	0.132599	0.4668978	0.801197	6.63401381	7.24098619	6.7857569	7.0892431	0.24539233	0.68840318	0.35614504	0.57765046	
D5	7	8	7	7	7	7	7	7	7	7	7.100	0.31622777	6.48	6.94	7.39	0.132599	0.4668978	0.801197	6.63401381	7.24098619	6.7857569	7.0892431	0.24539233	0.68840318	0.35614504	0.57765046	
D6	7	7	7	7	7	7	6	7	7	6	6.800	0.42163702	6.48	6.94	7.39	0.132599	0.4668978	0.801197	6.63401381	7.24098619	6.7857569	7.0892431	0.24539233	0.68840318	0.35614504	0.57765046	
D7	7	7	8	7	7	7	7	7	7	7	7.100	0.31622777	6.48	6.94	7.39	0.132599	0.4668978	0.801197	6.63401381	7.24098619	6.7857569	7.0892431	0.24539233	0.68840318	0.35614504	0.57765046	
D8	8	7	7	7	7	6	7	7	6	7	6.900	0.56764621	6.48	6.94	7.39	0.132599	0.4668978	0.801197	6.63401381	7.24098619	6.7857569	7.0892431	0.24539233	0.68840318	0.35614504	0.57765046	
I1	7	7	7	6	7	7	7	7	6	7	6.800	0.42163702	6.48	6.94	7.39	0.132599	0.4668978	0.801197	6.63401381	7.24098619	6.7857569	7.0892431	0.24539233	0.68840318	0.35614504	0.57765046	
I2	6	7	7	7	7	7	6	8	7	7	6.900	0.56764621	6.48	6.94	7.39	0.132599	0.4668978	0.801197	6.63401381	7.24098619	6.7857569	7.0892431	0.24539233	0.68840318	0.35614504	0.57765046	
I3	6	7	6	7	7	8	7	7	7	7	6.900	0.56764621	6.48	6.94	7.39	0.132599	0.4668978	0.801197	6.63401381	7.24098619	6.7857569	7.0892431	0.24539233	0.68840318	0.35614504	0.57765046	
I4	7	8	8	7	7	7	7	6	8	8	7.200	0.63245553	6.48	6.94	7.39	0.132599	0.4668978	0.801197	6.63401381	7.24098619	6.7857569	7.0892431	0.24539233	0.68840318	0.35614504	0.57765046	
I5	7	7	7	7	6	7	7	7	7	7	6.900	0.31622777	6.48	6.94	7.39	0.132599	0.4668978	0.801197	6.63401381	7.24098619	6.7857569	7.0892431	0.24539233	0.68840318	0.35614504	0.57765046	
I6	7	7	6	7	7	8	6	7	7	6	6.800	0.63245553	6.48	6.94	7.39	0.132599	0.4668978	0.801197	6.63401381	7.24098619	6.7857569	7.0892431	0.24539233	0.68840318	0.35614504	0.57765046	
I7	8	7	7	7	7	7	6	7	7	7	7.000	0.47140452	6.48	6.94	7.39	0.132599	0.4668978	0.801197	6.63401381	7.24098619	6.7857569	7.0892431	0.24539233	0.68840318	0.35614504	0.57765046	
I8	7	6	7	7	6	7	7	7	7	8	6.900	0.56764621	6.48	6.94	7.39	0.132599	0.4668978	0.801197	6.63401381	7.24098619	6.7857569	7.0892431	0.24539233	0.68840318	0.35614504	0.57765046	
Prom. Subg.											6.9375000	0.46689775															
A3												0.975															
B3												0.284														C4	
B4												1.716															0.973

CARTA DE CONTROL PARA VARIABLES - UNIÓN FRENTE TECHO LATERAL - AMPLITUD DE CORDÓN

Subgrupo	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	Media	D. Est.	LCIX	LCX	LCSX	LCIS	LCS	LCSS	LCIX2	LCSX2	LCIX1	LCSX1	LCIS2	LCSS2	LCIS1	LCSS1	
D1	8	7	8	7	6	7	7	7	7	7	7.100	0.56764621	6.54	7.02	7.50	0.1408366	0.4959036	0.850971	6.69765982	7.3423402	6.8588299	7.1811701	0.2606373	0.73117	0.3782704	0.6135368	
D2	7	7	8	7	7	8	7	7	7	7	7.200	0.42163702	6.54	7.02	7.50	0.1408366	0.4959036	0.850971	6.69765982	7.3423402	6.8588299	7.1811701	0.2606373	0.73117	0.3782704	0.6135368	
D3	7	7	6	7	6	6	7	7	7	6	6.600	0.51639778	6.54	7.02	7.50	0.1408366	0.4959036	0.850971	6.69765982	7.3423402	6.8588299	7.1811701	0.2606373	0.73117	0.3782704	0.6135368	
D4	6	6	7	6	7	8	7	7	7	7	6.800	0.63245553	6.54	7.02	7.50	0.1408366	0.4959036	0.850971	6.69765982	7.3423402	6.8588299	7.1811701	0.2606373	0.73117	0.3782704	0.6135368	
D5	7	5	7	7	7	7	7	7	7	7	6.800	0.63245553	6.54	7.02	7.50	0.1408366	0.4959036	0.850971	6.69765982	7.3423402	6.8588299	7.1811701	0.2606373	0.73117	0.3782704	0.6135368	
D6	7	7	7	7	7	7	6	7	8	7	7.000	0.47140452	6.54	7.02	7.50	0.1408366	0.4959036	0.850971	6.69765982	7.3423402	6.8588299	7.1811701	0.2606373	0.73117	0.3782704	0.6135368	
D7	6	8	7	7	7	7	7	7	6	7	6.900	0.56764621	6.54	7.02	7.50	0.1408366	0.4959036	0.850971	6.69765982	7.3423402	6.8588299	7.1811701	0.2606373	0.73117	0.3782704	0.6135368	
D8	6	7	7	7	8	7	7	6	7	7	6.900	0.56764621	6.54	7.02	7.50	0.1408366	0.4959036	0.850971	6.69765982	7.3423402	6.8588299	7.1811701	0.2606373	0.73117	0.3782704	0.6135368	
D9	7	7	7	8	7	9	7	7	8	8	7.500	0.70710678	6.54	7.02	7.50	0.1408366	0.4959036	0.850971	6.69765982	7.3423402	6.8588299	7.1811701	0.2606373	0.73117	0.3782704	0.6135368	
D10	7	7	7	8	7	8	7	7	7	7	7.200	0.42163702	6.54	7.02	7.50	0.1408366	0.4959036	0.850971	6.69765982	7.3423402	6.8588299	7.1811701	0.2606373	0.73117	0.3782704	0.6135368	
I1	7	8	7	7	7	8	7	7	6	7	7.100	0.56764621	6.54	7.02	7.50	0.1408366	0.4959036	0.850971	6.69765982	7.3423402	6.8588299	7.1811701	0.2606373	0.73117	0.3782704	0.6135368	
I2	7	6	7	7	7	7	8	7	7	7	7.000	0.47140452	6.54	7.02	7.50	0.1408366	0.4959036	0.850971	6.69765982	7.3423402	6.8588299	7.1811701	0.2606373	0.73117	0.3782704	0.6135368	
I3	7	8	7	7	6	7	7	7	7	7	7.000	0.47140452	6.54	7.02	7.50	0.1408366	0.4959036	0.850971	6.69765982	7.3423402	6.8588299	7.1811701	0.2606373	0.73117	0.3782704	0.6135368	
I4	7	7	8	8	7	7	8	7	7	7	7.300	0.48304589	6.54	7.02	7.50	0.1408366	0.4959036	0.850971	6.69765982	7.3423402	6.8588299	7.1811701	0.2606373	0.73117	0.3782704	0.6135368	
I5	7	7	7	6	7	7	8	7	7	7	7.000	0.47140452	6.54	7.02	7.50	0.1408366	0.4959036	0.850971	6.69765982	7.3423402	6.8588299	7.1811701	0.2606373	0.73117	0.3782704	0.6135368	
I6	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	6.900	0.31622777	6.54	7.02	7.50	0.1408366	0.4959036	0.850971	6.69765982	7.3423402	6.8588299	7.1811701	0.2606373	0.73117	0.3782704	0.6135368	
I7	7	7	7	7	7	7	6	6	7	7	6.800	0.42163702	6.54	7.02	7.50	0.1408366	0.4959036	0.850971	6.69765982	7.3423402	6.8588299	7.1811701	0.2606373	0.73117	0.3782704	0.6135368	
I8	7	7	7	7	7	7	7	7	7	8	7.100	0.31622777	6.54	7.02	7.50	0.1408366	0.4959036	0.850971	6.69765982	7.3423402	6.8588299	7.1811701	0.2606373	0.73117	0.3782704	0.6135368	
I9	8	7	7	7	7	7	6	7	7	7	7.000	0.47140452	6.54	7.02	7.50	0.1408366	0.4959036	0.850971	6.69765982	7.3423402	6.8588299	7.1811701	0.2606373	0.73117	0.3782704	0.6135368	
I10	7	7	7	8	7	7	7	8	7	7	7.200	0.42163702	6.54	7.02	7.50	0.1408366	0.4959036	0.850971	6.69765982	7.3423402	6.8588299	7.1811701	0.2606373	0.73117	0.3782704	0.6135368	
Prom. Subg.											7.0200000	0.49590363															
A3												0.975															
B3												0.284														C4	
B4												1.716															0.973

Anexo 11. Factores para la construcción de cartas de control.


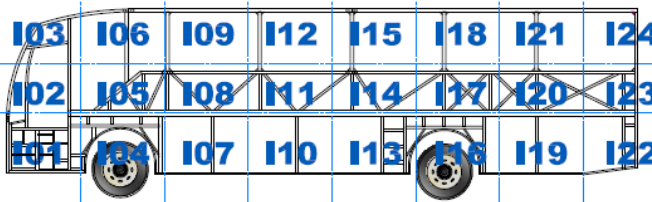
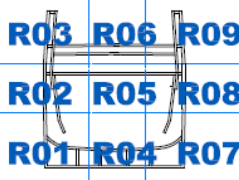
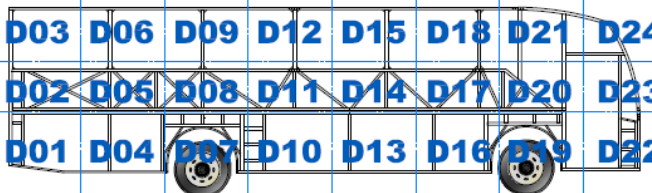
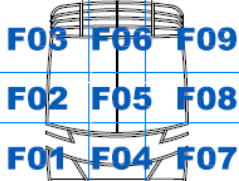
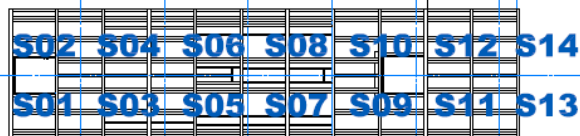
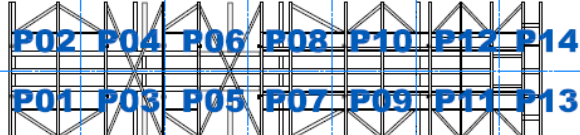
Tamaño de muestra, n	Carta \bar{X} A_2	Carta R			Carta S c_4	Estimación de σ d_2
		d_3	D_3	D_4		
2	1.880	0.853	0.0000	3.2686	0.7979	1.128
3	1.023	0.888	0.0000	2.5735	0.8862	1.693
4	0.729	0.880	0.0000	2.2822	0.9213	2.059
5	0.577	0.864	0.0000	2.1144	0.9400	2.326
6	0.483	0.848	0.0000	2.0039	0.9515	2.534
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 12. Tabla de conversión Six sigma

Yield	Sigma	Defects per 1,000,000	Defects per 100,000	Defects per 10,000	Defects per 1,000	Defects per 100
99.99966%	6.0	3.4	0.34	0.034	0.0034	0.00034
99.9995%	5.9	5	0.5	0.05	0.005	0.0005
99.9992%	5.8	8	0.8	0.08	0.008	0.0008
99.9990%	5.7	10	1	0.1	0.01	0.001
99.9980%	5.6	20	2	0.2	0.02	0.002
99.9970%	5.5	30	3	0.3	0.03	0.003
99.9960%	5.4	40	4	0.4	0.04	0.004
99.9930%	5.3	70	7	0.7	0.07	0.007
99.9900%	5.2	100	10	1.0	0.1	0.01
99.9850%	5.1	150	15	1.5	0.15	0.015
99.9770%	5.0	230	23	2.3	0.23	0.023
99.9670%	4.9	330	33	3.3	0.33	0.033
99.9520%	4.8	480	48	4.8	0.48	0.048
99.9320%	4.7	680	68	6.8	0.68	0.068
99.9040%	4.6	960	96	9.6	0.96	0.096
99.8650%	4.5	1,350	135	13.5	1.35	0.135
99.8140%	4.4	1,860	186	18.6	1.86	0.186
99.7450%	4.3	2,550	255	25.5	2.55	0.255
99.6540%	4.2	3,460	346	34.6	3.46	0.346
99.5340%	4.1	4,660	466	46.6	4.66	0.466
99.3790%	4.0	6,210	621	62.1	6.21	0.621
99.1810%	3.9	8,190	819	81.9	8.19	0.819
98.930%	3.8	10,700	1,070	107	10.7	1.07
98.610%	3.7	13,900	1,390	139	13.9	1.39
98.220%	3.6	17,800	1,780	178	17.8	1.78
97.730%	3.5	22,700	2,270	227	22.7	2.27
97.130%	3.4	28,700	2,870	287	28.7	2.87
96.410%	3.3	35,900	3,590	359	35.9	3.59
95.540%	3.2	44,600	4,460	446	44.6	4.46
94.520%	3.1	54,800	5,480	548	54.8	5.48
93.320%	3.0	66,800	6,680	668	66.8	6.68
91.920%	2.9	80,800	8,080	808	80.8	8.08
90.320%	2.8	96,800	9,680	968	96.8	9.68
88.50%	2.7	115,000	11,500	1,150	115	11.5
86.50%	2.6	135,000	13,500	1,350	135	13.5
84.20%	2.5	158,000	15,800	1,580	158	15.8
86.50%	2.6	135,000	13,500	1,350	135	13.5
84.20%	2.5	158,000	15,800	1,580	158	15.8
81.60%	2.4	184,000	18,400	1,840	184	18.4
78.80%	2.3	212,000	21,200	2,120	212	21.2
75.80%	2.2	242,000	24,200	2,420	242	24.2
72.60%	2.1	274,000	27,400	2,740	274	27.4
69.20%	2.0	308,000	30,800	3,080	308	30.8
65.60%	1.9	344,000	34,400	3,440	344	34.4
61.80%	1.8	382,000	38,200	3,820	382	38.2
58.00%	1.7	420,000	42,000	4,200	420	42
54.00%	1.6	460,000	46,000	4,600	460	46
50%	1.5	500,000	50,000	5,000	500	50
46%	1.4	540,000	54,000	5,400	540	54
43%	1.3	570,000	57,000	5,700	570	57
39%	1.2	610,000	61,000	6,100	610	61
35%	1.1	650,000	65,000	6,500	650	65
31%	1.0	690,000	69,000	6,900	690	69
28%	0.9	720,000	72,000	7,200	720	72
25%	0.8	750,000	75,000	7,500	750	75
22%	0.7	780,000	78,000	7,800	780	78
19%	0.6	810,000	81,000	8,100	810	81
16%	0.5	840,000	84,000	8,400	840	84
14%	0.4	860,000	86,000	8,600	860	86
12%	0.3	880,000	88,000	8,800	880	88
10%	0.2	900,000	90,000	9,000	900	90
8%	0.1	920,000	92,000	9,200	920	92

Anexo 13. Registros de control de calidad actuales.

Estructuras

REGISTRO CONTROL DE CALIDAD		CODIGO: RCC-01-00-01 VERSION: 12 F. ELABORACION: 28/02/2019 F. VIGENCIA: 28/02/2019																			
Modelo a Fabricar : <input style="width: 90%;" type="text"/> Tipo de Chasis : <input style="width: 90%;" type="text"/> Número de Chasis : <input style="width: 90%;" type="text"/> Número de Motor : <input style="width: 90%;" type="text"/> Cooperativa : <input style="width: 90%;" type="text"/>	Contrato : <input style="width: 90%;" type="text"/> Fecha de inicio : <input style="width: 90%;" type="text"/> Fecha de entrega : <input style="width: 90%;" type="text"/>																				
ESQUEMA DE UBICACIÓN DE PANELES ESTRUCTURAS																					
																					
																					
		<div style="background-color: #002060; color: white; padding: 5px; text-align: center;">VISTAS</div> I: LATERAL IZQUIERDO D: LATERAL DERECHO F: FRONTAL R: POSTERIOR S: SUPERIOR (TECHO) P: SUPERIOR (PISO)																			
																					
ZONAS DE CARROCERÍA - ESTRUCTURAS																					
<div style="background-color: #ff0000; color: white; text-align: center; padding: 2px;">Zona A</div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Unión lateral- techo</td></tr> <tr><td>Unión frente - laterales</td></tr> <tr><td>Unión Posterior - Laterales</td></tr> <tr><td>Estructura Lateral</td></tr> <tr><td>Estructura de frente</td></tr> <tr><td>Estructura posterior</td></tr> <tr><td>Anclajes</td></tr> <tr><td>Estructura de piso</td></tr> <tr><td>Plataforma de piso</td></tr> <tr><td>Estructura de techo</td></tr> </table>	Unión lateral- techo	Unión frente - laterales	Unión Posterior - Laterales	Estructura Lateral	Estructura de frente	Estructura posterior	Anclajes	Estructura de piso	Plataforma de piso	Estructura de techo	<div style="background-color: #ffff00; text-align: center; padding: 2px;">Zona B</div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Arrastre</td></tr> <tr><td>Biselles</td></tr> <tr><td>Bóvedas</td></tr> <tr><td>Estructura de compuertas</td></tr> <tr><td>Estructura de puertas</td></tr> </table>	Arrastre	Biselles	Bóvedas	Estructura de compuertas	Estructura de puertas	<div style="background-color: #008000; color: white; text-align: center; padding: 2px;">Zona C</div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Estructura de tapa máquina</td></tr> <tr><td>Estructura de cajuelas</td></tr> <tr><td>Estructura de mesa posterior</td></tr> <tr><td>Estructura de mascarilla</td></tr> </table>	Estructura de tapa máquina	Estructura de cajuelas	Estructura de mesa posterior	Estructura de mascarilla
Unión lateral- techo																					
Unión frente - laterales																					
Unión Posterior - Laterales																					
Estructura Lateral																					
Estructura de frente																					
Estructura posterior																					
Anclajes																					
Estructura de piso																					
Plataforma de piso																					
Estructura de techo																					
Arrastre																					
Biselles																					
Bóvedas																					
Estructura de compuertas																					
Estructura de puertas																					
Estructura de tapa máquina																					
Estructura de cajuelas																					
Estructura de mesa posterior																					
Estructura de mascarilla																					

REGISTRO CONTROL DE CALIDAD

CODIGO: RCC-01-00-01
 VERSION: 12
 F. ELABORACION: 28/02/2019
 F. VIGENCIA: 28/02/2019



ESTRUCTURAS

SOLDADURA		SUPERVISORES			FECHA
ESTRUCTURADO		INSPECCIÓN	VERIF.	FO	

OBSERVACIONES :


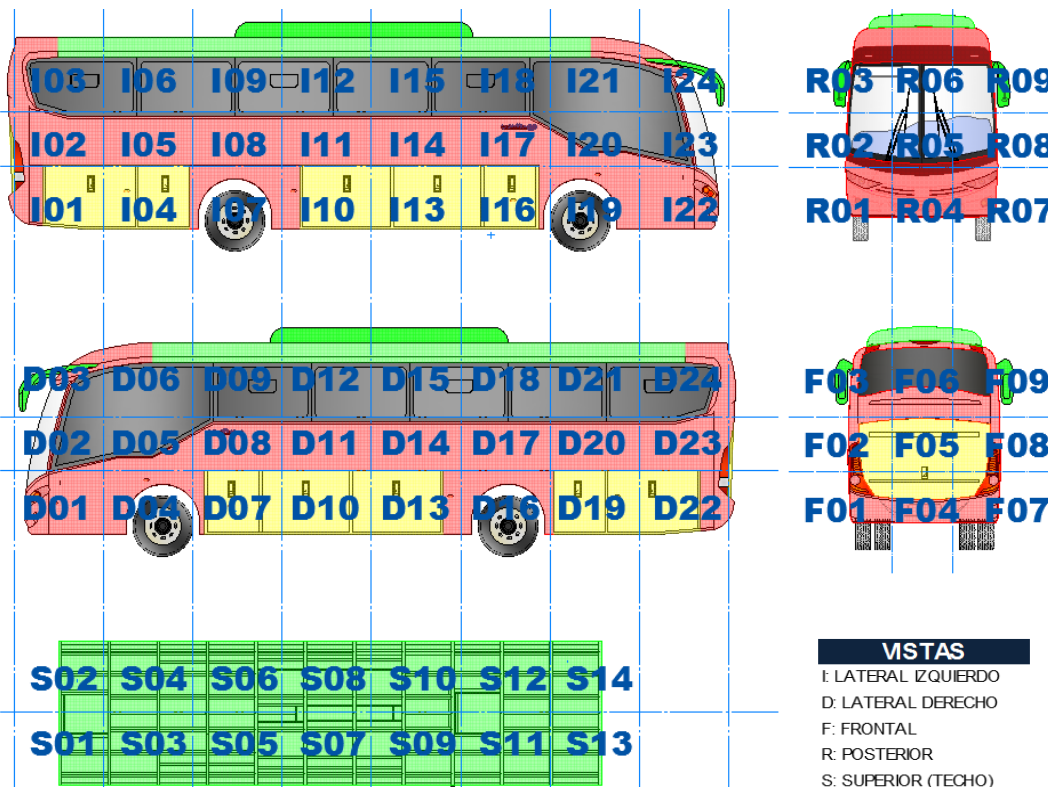
CODIFICACIÓN DEFECTOS ESTRUCTURAS

P-01	Cordón de soldadura desalineado		
E-02	Falta de relleno en juntas		
E-03	Perforaciones en estructura		
E-04	Porosidades		
E-05	Relleno de agujeros		
E-06	Remendado en bases de apoyo		
E-07	Salpicadura de soldas en estructura		
E-08	Soldadura de tapón incompleta		
E-09	Unión sin soldar		
E-10	Oxidado - Corroído		
E-11	Magnitud de cordón de soldadura incorrecta		
E-12	Desalineación de compuertas		
E-13	Desalineación de puertas		
E-14	Desacople de ventanas		
E-15	Deformado de elementos		

DEFECTOS

ITEM	COD.	DEFECTO	PARTE DEFEC.	UBICACIÓN	POND.	COMUNICADO A:	FIRMA	VERIFICACIÓN	
				Zo Cuadrante				SI	NO
				Zo Cuadrante				SI	NO
				Zo Cuadrante				SI	NO
				Zo Cuadrante				SI	NO
				Zo Cuadrante				SI	NO
				Zo Cuadrante				SI	NO
				Zo Cuadrante				SI	NO
				Zo Cuadrante				SI	NO
				Zo Cuadrante				SI	NO
				Zo Cuadrante				SI	NO
				Zo Cuadrante				SI	NO
				Zo Cuadrante				SI	NO
				Zo Cuadrante				SI	NO
				Zo Cuadrante				SI	NO

Forrado

REGISTRO CONTROL DE CALIDAD	CODIGO: RCC-01-00-01 VERSION: 12 F. ELABORACION: 28/02/2019 F. VIGENCIA: 28/02/2019																
ESQUEMA DE UBICACIÓN DE PANELES FORRADO																	
																	
ZONAS DE CARROCERÍA - FORRADO																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #ff0000; color: white;"> <th style="text-align: center; padding: 2px;">Zona A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td style="padding: 2px;">Forro Lateral superior</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Forro lateral inferior</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Fibra posterior</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Fibra frontal</td></tr> </tbody> </table>	Zona A	Forro Lateral superior	Forro lateral inferior	Fibra posterior	Fibra frontal	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #ffff00;"> <th style="text-align: center; padding: 2px;">Zona B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td style="padding: 2px;">Forro de compuertas</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Forro de cajuelas</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Fibra de mascarilla</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Fibra compuerta trasera</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Forro de compuerta trasera</td></tr> </tbody> </table>	Zona B	Forro de compuertas	Forro de cajuelas	Fibra de mascarilla	Fibra compuerta trasera	Forro de compuerta trasera	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #008000; color: white;"> <th style="text-align: center; padding: 2px;">Zona C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td style="padding: 2px;">Forrado de techo</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Fibra de alerones</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Forrado de bóvedas</td></tr> </tbody> </table>	Zona C	Forrado de techo	Fibra de alerones	Forrado de bóvedas
Zona A																	
Forro Lateral superior																	
Forro lateral inferior																	
Fibra posterior																	
Fibra frontal																	
Zona B																	
Forro de compuertas																	
Forro de cajuelas																	
Fibra de mascarilla																	
Fibra compuerta trasera																	
Forro de compuerta trasera																	
Zona C																	
Forrado de techo																	
Fibra de alerones																	
Forrado de bóvedas																	

REGISTRO INSPECCIÓN CONTROL DE CALIDAD

Código : RCC-01-00-11
 Versión : 00
 F. Elaboración : 17/03/2019
 F. Vigencia : 17/03/2019



Fecha de inspección:

Contrato:

Proceso:

Responsable de Proceso:

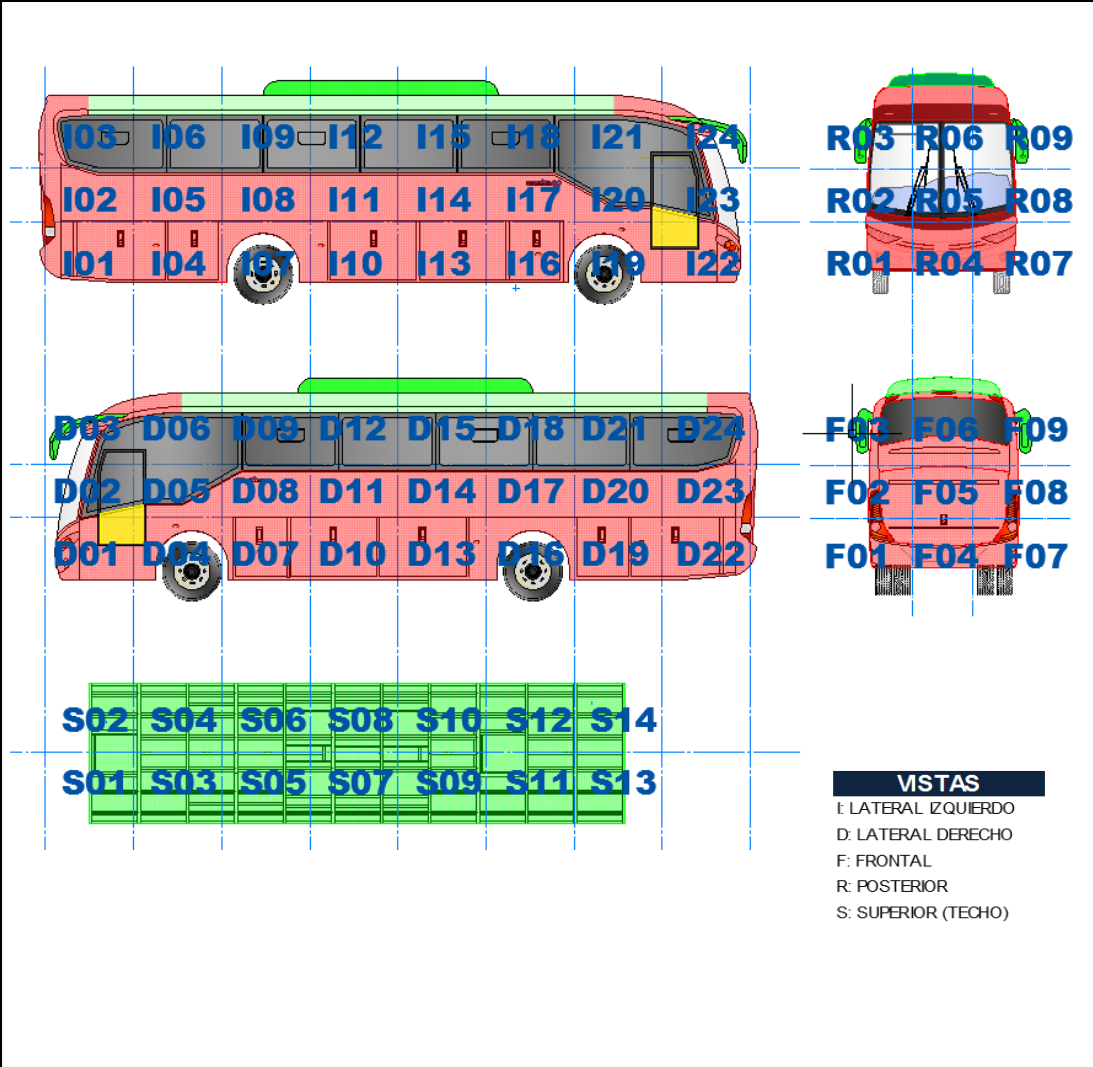
Vuelo delantero		Ancho interior		Alto de piso	
Vuelo posterior		Alto suplex + durmiente		alto total	
Largo total		Alto salón		Ancho exterior	

Nº	PARTE A REVISAR	ZONA	Ampollas en fibra		Falta de parche en fibras		Cordones y puntos de soldadura sin pulir		Mal parchado de fibra		Ondulación en planchas		Trizado de fibra		Despegado de forros (Fibras y planchas)		Desalineación		Mal acoplado		Mal remachado		Mal repujado de plancha								No aplica		Revisión Estado		
			C.	Cuad.	C.	Cuad.	C.	Cuad.	C.	Cuad.	C.	Cuad.	C.	Cuad.	C.	Cuad.	C.	Cuad.	C.	Cuad.	C.	Cuad.	C.	Cuad.	C.	Cuad.	C.	Cuad.	C.	Cuad.	C.	Cuad.			
			B	D																															
1	FORR. LATER. EXT.DER.	A																																	
2	FORR. ARRAST. DER.	A																																	
3	FORR. LATER. EXT. IZQ.	A																																	
4	FORR.ARAST. IZQ.	A																																	
5	HABIT. DUC. Y REJ. DEL DEPU.	A																																	
6	FIBRA DE FRENTE	A																																	
7	MASC. Y MECAN. DE ACCION.	A																																	
8	BASE PARA PLUMAS	A																																	
9	ACOPLE FIBR. INTER. PUERT.	B																																	
10	FAROS	A																																	
11	FIBRA DE RESPALDO	A																																	

Pintura

REGISTRO CONTROL DE CALIDAD	CODIGO:	RCC-01-00-01	
	VERSION:	12	
	F. ELABORACION:	28/02/2019	
	F. VIGENCIA:	28/02/2019	

ESQUEMA DE UBICACIÓN DE PANELES PINTURA - PARTES Y PIEZAS DE PINTURA



- VISTAS**
- I: LATERAL IZQUIERDO
 - D: LATERAL DERECHO
 - F: FRONTAL
 - R: POSTERIOR
 - S: SUPERIOR (TECHO)

ZONAS DE CARROCERÍA - PINTURA - PARTES Y PIEZAS DE PINTURA

Zona A
Pintura de lateral superior
Pintura de lateral inferior
Pintura de compuerta
Pintura de frente
Pintura de posterior
Pintura de mascarilla
Pintura de partes y piezas

Zona B
Pintura de bandejas de puertas
Pintura de entradas
Pintura de puertas
Pintura de cabina
Retrovisor

Zona C
Pintura de techo

REGISTRO CONTROL DE CALIDAD

CODIGO: RCC-01-00-01
 VERSION: 12
 F. ELABORACION: 28/02/2019
 F. VIGENCIA: 28/02/2019



PINTURA - PARTES Y PIEZAS PINTURA

PINTADO		SUPERVISORES			FECHA
PINTADO CARR.	PINTADO PyP	INSPECCIÓN	VERIF.	FO	

OBSERVACIONES :

CODIFICACIÓN DEFECTOS PINTURA - PARTES Y PIEZAS PINTURA

P-01	Burbujas de aire	P-19	Cuarateado de pintura
P-02	Arrugado / Pliegue	P-20	Raspones - Rayones
P-03	Bajo poder cubriente	P-21	Incorrecto espesor de capa de pintura
P-04	Chorroado		
P-05	Diferencia de tono		
P-06	Huella de lijado		
P-07	Rechupado		
P-08	Impurezas / Inclusión de partículas		
P-09	Superficie no preparada		
P-10	Manchas de agua		
P-11	Marca de herramientas		
P-12	Pérdida de adherencia		
P-13	Pérdida de brillo		
P-14	Piel de naranja		
P-15	Porosidades en pintura		
P-16	Pulverizado/Humeadado		
P-17	Sangrado		
P-18	Cráteres		

DEFECTOS

ITEM	COD.	DEFECTO	PARTE DEFEC.	UBICACIÓN	POND.	COMUNICADO A:	FIRMA	VERIFICACIÓN	
				Zo Cuadrante				SI	NO
				Zo Cuadrante				SI	NO
				Zo Cuadrante				SI	NO
				Zo Cuadrante				SI	NO
				Zo Cuadrante				SI	NO
				Zo Cuadrante				SI	NO
				Zo Cuadrante				SI	NO
				Zo Cuadrante				SI	NO
				Zo Cuadrante				SI	NO
				Zo Cuadrante				SI	NO
				Zo Cuadrante				SI	NO
				Zo Cuadrante				SI	NO
				Zo Cuadrante				SI	NO
				Zo Cuadrante				SI	NO

REGISTRO INSPECCIÓN CONTROL DE CALIDAD

Código: RCC-01-00-11
 Versión: 00
 F. Elaboración: 17/03/2019
 F. Vigencia: 17/03/2019




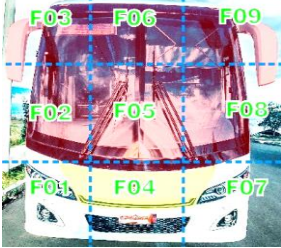



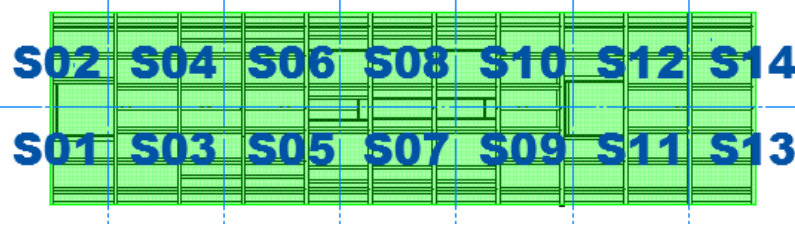
Fecha de inspección:

Contrato:

Proceso:

Responsable de Proceso:

N°	PARTE A REVISAR	ZONA	Burbujas de aire	Arrugado / Pliegue	Bajo poder cubriente	Chorroado	Diferencia de tono	Huella de lijado	Rechupado	Impurezas / Inclusión de partículas	Superficie no preparada	Manchas de agua	Marca de herramientas	Pérdida de adherencia	Pérdida de brillo	Piel de naranja	Porosidades en pintura	Pulverizado/ Humeado	Sangrado	Cráteres	Cuardeado de pintura	Raspones - Rayones	Incorrecto espesor de capa de	No aplica	Revisión Estado			
			C. Cuad.	C. Cuad.	C. Cuad.	C. Cuad.	C. Cuad.	C. Cuad.	C. Cuad.	C. Cuad.	C. Cuad.	C. Cuad.	C. Cuad.	C. Cuad.	C. Cuad.	C. Cuad.	C. Cuad.	C. Cuad.	C. Cuad.	C. Cuad.	C. Cuad.	C. Cuad.	C. Cuad.	C. Cuad.	B	D		
1	LATERAL IZQUIERDO	A																										
2	LATERAL DERECHO	A																										
3	FRENTE	A																										
4	POSTERIOR	A																										
5	TECHO	C																										
6	ENTRADAS	B																										
7	BANDEJAS DE PUERTAS	B																										
8	COMPUERTAS	A																										
9	TABLERO	A																										
10	CABINA	B																										
11	PARTES Y PIEZAS	A																										
12	RETROVISOR	B																										
13	PUERTAS	B																										

REGISTRO CONTROL DE CALIDAD		CODIGO: RCC-01-00-01 VERSION: 12 F. ELABORACION: 28/02/2019 F. VIGENCIA: 28/02/2019																																	
ESQUEMA DE UBICACIÓN DE PANELES ACABADOS																																			
 																																			
																																			
																																			
																																			
ZONAS DE CARROCERÍA - ACABADOS																																			
Zona A	Zona B	Zona C																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Tablero</td></tr> <tr><td>Marco de ventana exterior</td></tr> <tr><td>Marco de ventana interior</td></tr> <tr><td>Parabrisas frontal</td></tr> <tr><td>Parabrisas posterior</td></tr> <tr><td>Cabina</td></tr> <tr><td>Consola</td></tr> <tr><td>Canastilla exterior</td></tr> <tr><td>Asientos</td></tr> <tr><td>Fofo de piso interior</td></tr> <tr><td>Fofo de interiores</td></tr> <tr><td>Fofo de posterior interior</td></tr> <tr><td>Parantes</td></tr> <tr><td>Largueros</td></tr> <tr><td>Puertas</td></tr> <tr><td>Vidrios</td></tr> <tr><td>Elementos eléctricos</td></tr> <tr><td>Elementos neumáticos</td></tr> <tr><td>Retrovisor</td></tr> <tr><td>Sellado Exterior</td></tr> </table>	Tablero	Marco de ventana exterior	Marco de ventana interior	Parabrisas frontal	Parabrisas posterior	Cabina	Consola	Canastilla exterior	Asientos	Fofo de piso interior	Fofo de interiores	Fofo de posterior interior	Parantes	Largueros	Puertas	Vidrios	Elementos eléctricos	Elementos neumáticos	Retrovisor	Sellado Exterior	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Stickers exteriores</td></tr> <tr><td>Stickers interiores</td></tr> <tr><td>Cajuelas</td></tr> <tr><td>Mascarilla</td></tr> <tr><td>Espejos interiores</td></tr> <tr><td>Pasamanos</td></tr> <tr><td>Ductos de aire (cajones)</td></tr> <tr><td>Compuertas</td></tr> </table>	Stickers exteriores	Stickers interiores	Cajuelas	Mascarilla	Espejos interiores	Pasamanos	Ductos de aire (cajones)	Compuertas	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Canastilla interior</td></tr> <tr><td>Sellados interiores</td></tr> <tr><td>Techo</td></tr> <tr><td>Tapa máquina</td></tr> </table>		Canastilla interior	Sellados interiores	Techo	Tapa máquina
Tablero																																			
Marco de ventana exterior																																			
Marco de ventana interior																																			
Parabrisas frontal																																			
Parabrisas posterior																																			
Cabina																																			
Consola																																			
Canastilla exterior																																			
Asientos																																			
Fofo de piso interior																																			
Fofo de interiores																																			
Fofo de posterior interior																																			
Parantes																																			
Largueros																																			
Puertas																																			
Vidrios																																			
Elementos eléctricos																																			
Elementos neumáticos																																			
Retrovisor																																			
Sellado Exterior																																			
Stickers exteriores																																			
Stickers interiores																																			
Cajuelas																																			
Mascarilla																																			
Espejos interiores																																			
Pasamanos																																			
Ductos de aire (cajones)																																			
Compuertas																																			
Canastilla interior																																			
Sellados interiores																																			
Techo																																			
Tapa máquina																																			

REGISTRO CONTROL DE CALIDAD

CODIGO: RCC-01-00-01
 VERSION: 12
 F. ELABORACION: 28/02/2019
 F. VIGENCIA: 28/02/2019



ACABADOS

ACABADOS		SUPERVISORES			FECHA
TERMINADO	LIMPIEZA	INSPECCIÓN	VERIF.	F O	

OBSERVACIONES :


CODIFICACIÓN DEFECTOS ACABADOS

A-01	Burbujas en sellado	A-19	Mal funcionamiento de elementos de tablero
A-02	Despegado	A-20	Mal funcionamiento de Audio / Video
A-03	Despostillado	A-21	Falta de aislamiento térmico
A-04	Juego entre superficies		
A-05	Desalineación de elementos y fibras		
A-06	Malempacado		
A-07	Rayones		
A-08	Trisado de vidrios		
A-09	Ausencia de sellante		
A-10	Suciedad/impurezas		
A-11	Arrugado en tapiz		
A-12	Burbujas en stickers		
A-13	Malfunc. de partes mec. (puertas, chapas, etc.)		
A-14	Mal funcionamiento de partes neumáticas		
A-15	Malfunc. de partes eléctricas (timbres, tarjeto)		
A-16	Mal funcionamiento de faros		
A-17	Mal funcionamiento de cucuyas		
A-18	Mal funcionamiento de luces interiores		

DEFECTOS

ITEM	COD.	DEFECTO	PARTE DEFEC.	UBICACIÓN	POND.	COMUNICADO A:	FIRMA	VERIFICACIÓN	
				Zo Cuadrante				SI	NO
				Zo Cuadrante				SI	NO
				Zo Cuadrante				SI	NO
				Zo Cuadrante				SI	NO
				Zo Cuadrante				SI	NO
				Zo Cuadrante				SI	NO
				Zo Cuadrante				SI	NO
				Zo Cuadrante				SI	NO
				Zo Cuadrante				SI	NO
				Zo Cuadrante				SI	NO
				Zo Cuadrante				SI	NO
				Zo Cuadrante				SI	NO
				Zo Cuadrante				SI	NO
				Zo Cuadrante				SI	NO

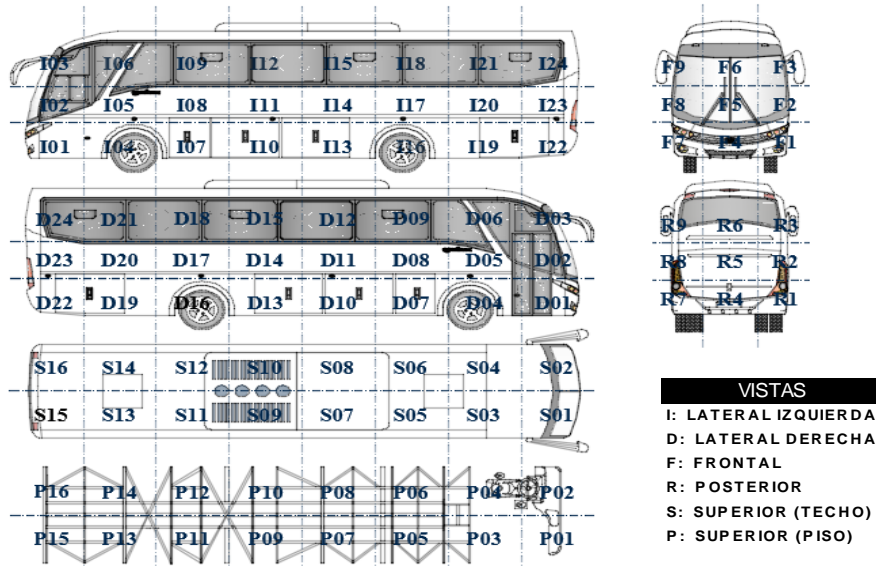
Anexo 14 Registros de control de calidad - Anteriores

REGISTRO CONTROL DE CALIDAD	CÓDIGO:	RCC-01-00-01	
	VERSIÓN:	12	
	F. ELABORACIÓN:	2/28/2018	
	F. VIGENCIA:	2/28/2018	
Modelo a fabricar:	<input type="text"/>	Contrato:	<input type="text"/>
Tipo de Chasis:	<input type="text"/>	Fecha de inicio:	<input type="text"/>
Número de Chasis:	<input type="text"/>	Fecha de entrega:	<input type="text"/>
Número de Motor:	<input type="text"/>		
Cooperativa:	<input type="text"/>		

CODIFICACION DE DEFECTOS

ADP	A adaptado	MAA	Mal acoplado	IPA	Inclusión de partic./Contamini	MAC	Mal calafateado
BLQ	Bloqueado	MCH	Mal remachado	MAC	Manchas de agua	MAE	Mancha exterior
DES	Descargado	MHE	Marca herramienta estructur	MAS	Mala aplicación de sellante	MAI	Mancha interior
FIS	Fisurado	MPF	Mal parchado de fibra	MHF	Marca de herramienta	MFI	Marca en fibra
ILE	Ilegible	OND	Ondulaciones	MLS	Mala limpieza de sellante	MHA	Marca de herramienta
OXI	Oxidado/Corroído	OOB	Obstrucción de objeto	PAD	Pérdida de adherencia	MIN	Mal instalado
ADE	Accesorio desprotegido	PAR	Parchado de forro	PBR	Pérdida de brillo	MRC	Mal regulado
AMF	Ampollas en fibra	PEE	Perforado estructuras	PMC	Pintura mal catalizada (no se	MSE	Mal sellado
ARO	Accesorio roto	PEX	Pieza extraviada	PNA	Piel de naranja	NCA	No caliente
CQM	Cañería quemada con sueld:	PIN	Penetración incompleta	PUL	Pulverización/Humeadado	NEL	No enciende luz
CRT	Corte de parte	PMA	Perforado de manguera	SAN	Sangrado	NEN	No enfría
DAL	Desalineación	POR	Porosidades	SOM	Sombreado/Veteado	NFR	No frena
DEF	Deformado	PPP	Perforado de perfil o planche	TPF	Topado en fresco	NFU	No funciona
DFF	Despegado de forro o fibra	REM	Remendado	VEL	Velados	NOA	No abre/Atrancado
DIP	Dimensión incorrecta de eler	REX	Refuerzo exces./Sobremont	AIS	Aislado	NOC	No cierra/No atranca
DIS	Dimensión Incorrectad de Sc	RMC	Remendado	ARR	Arrugado	PEA	Perforado
DAÑ	Pieza dañada	ROE	Pieza rota est.	BNL	Bajo nivel de líquido	RAY	Rayadura
FIN	Fusión incompleta	SAL	Salpicadura/Chisporoteo	BUL	Burbujas en letras	ROA	Pieza rota acab.
FLC	Falta Limpieza del cordón	SOC	Socavadura/Mordedura	DEP	Despegado	RUI	Ruido
FLI	Falta limpieza de soldadura	TRA	Traslape	DPR	Despostillado/Raspado	SCR	Suciedad en cristales
FLS	Falta limpiar soldadura	TRF	Trizado de fibra	DSC	Desconectado	SFI	Suciedad en fibras
FPA	Falta perforación	AMF	Ampollas/Burbujas de aire	EQV	Parte o pieza equivocada	SIN	Señalética incorrecta
FPE	Falta perforación	ARR	Arrugado/Pliegue	FAL	Faltante/incompleto	SSE	Sin sellante
FPF	Falta pulir fibra	BPC	Bajo poder cubriente	FCA	Filtración de calor	STA	Suciedad en tapicería
FPS	Falta pulir soldadura	CHO	Descolgado/Chorroado	FHU	Filtración de humo	SUC	Suciedad
FRE	Falta de relleno	CRA	Cráteres/Siliconas	FIL	Filtración de agua	TRC	Trizado de accesorio
FRM	Falta remachar	CUA	Cuarteado de pintura	FJO	Flojo/Juego	TRI	Trizado de parte
FRP	Falta retirar puntal	DFT	Diferencia de tono	FPE	Falta perforación	VIB	Vibración
FSO	Falta soldar	EPE	Espesor de pintura incorrect	FPO	Filtración de polvo		
GAR	Golpe de arco	HER	Hervidos/Burbujas de disolv	FUA	Fuga de aire		
GRI	Grietas/Fisuras	HLI	Huella de lijado	FUG	Fuga de líquido		
IES	Inclusiones de escoria	HUN	Hundimiento/Rechupado	INT	Indicador de tablero encendic		

ESQUEMA DE UBICACION DE PANELES



REGISTRO CONTROL DE CALIDAD

CÓDIGO: RCC-01-00-01
 VERSIÓN: 12
 F. ELABORACIÓN: 2/28/2018
 F. VIGENCIA: 2/28/2018



AREA DE ESTRUCTURAS, FORRADO, PARTES Y PIEZAS

SOLDADURA		SUPERVISORES		FECHA
ESTRUCTURADO	FORRADO	INSPECCIÓN	VERIFICACIÓN	

OBSERVACIONES:

DEFECTOS

ÍTEM	COD.	UBICACIÓN			DESCRIPCIÓN	POND.	RETROALIMENTADO A:	FIRMA	VERIFICACIÓN	
		Int	Ext	No.					SI	NO
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

LISTA DE REVISIÓN

	SÍ	NO	N/A		SÍ	NO	N/A
Alineación de forro lateral				Fibras de posterior			
Alineación en marcos de compuertas				Filos de ventanas para apoyo de vidrios			
Alineación plataforma-lateral-techo				Forro del techo			
Calefateado del techo				Habitáculo de depurador			
Colocación de tapas				Marco de puerta de pasajeros y chofer			
Compuertas y mecanismos				Marco para el tapa máquina			
Estado y alineación del forro lateral				Pegado de madera			
Estructura del frente				Pintado de la estructura antes del forrado			
Estructura del posterior				Piso delantero y refuerzos de piso			
Estructura de puerta y ventana de chofer				Pulido de toda la carrocería			
Estructura de ventanas delanteras				Refuerzos de techo			
Fibras de frente				Sujeción entre plataforma y chasis			
Fibras de guardafangos				Unión de chasis y plataforma de cajuela posterior			

DIMENSIONES

Distancia ejes		Alto suplex + durmiente	
Vuelo delantero		Alto salón	
Vuelo posterior		Alto de piso	
Largo total		Alto total	
Ancho interior		Ancho exterior	

AREA DE PINTURA

PINTURA		SUPERVISORES		FECHA
PINTADO	FRANJEADO	INSPECCIÓN	VERIFICACIÓN	

OBSERVACIONES:

REGISTRO CONTROL DE CALIDAD

CÓDIGO: RCC-0100-01
 VERSIÓN: 12
 F. ELABORACIÓN: 2/28/2018
 F. VIGENCIA: 2/28/2018



AREA DE PINTURA

DEFECTOS

ÍTEM	COD.	UBICACIÓN			DESCRIPCIÓN	POND.	RETROALIMENTADO A:	FIRMA	VERIFICACIÓN	
		Int	Ext	No.					SI	NO
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

LISTA DE REVISION

	<u>SI</u> <u>NO</u> <u>N/A</u>		<u>SI</u> <u>NO</u> <u>N/A</u>
Fosfatizante en áreas bajas de la carrocería	<input type="checkbox"/>	Pintado de la mascarilla	<input type="checkbox"/>
Pintado de partes y piezas	<input type="checkbox"/>	Pintado de las puertas y compuertas	<input type="checkbox"/>
Pintado de la compuerta posterior	<input type="checkbox"/>	Pintado de cajuelas	<input type="checkbox"/>
Pintado de consola y tablero	<input type="checkbox"/>	Sellado del techo	<input type="checkbox"/>
Pintado de las entradas	<input type="checkbox"/>	Sellado de los guardafangos y uniones laterales	<input type="checkbox"/>

AREA DE ACABADOS

ACABADOS		SUPERVISORES		FECHA
TERMINADO	LIMPIEZA	INSPECCIÓN	VERIFICACIÓN	

OBSERVACIONES:

DEFECTOS

ÍTEM	COD.	UBICACIÓN			DESCRIPCIÓN	POND.	RETROALIMENTADO A:	FIRMA	VERIFICACIÓN	
		Int	Ext	No.					SI	NO
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

Anexo 15 Plano de carrocería - Especificaciones de soldadura

