



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
INDOAMÉRICA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN**

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA:

**ANÁLISIS DE CORRELACIÓN DE LOS TIEMPOS DE PRODUCCIÓN Y LOS
TIEMPOS ESTÁNDAR DE OPERACIONES EN UNA INDUSTRIA DE CONFECCIÓN**

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial, bajo la Modalidad Estudio Técnico

Autor(a)

Maldonado Mejía Jonathan Paul

Tutor(a)

Ing. Hernán Fabricio Espejo Viñan, Msc.

QUITO– ECUADOR
2022

**AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA,
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL
TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Yo, Jonathan Paul Maldonado Mejía declaro ser autor del Trabajo de Integración Curricular con el nombre **“ANÁLISIS DE CORRELACIÓN DE LOS TIEMPOS PRODUCCIÓN Y LOS TIEMPOS ESTÁNDAR DE OPERACIONES EN UNA INDUSTRIA DE CONFECCIÓN.”**, como requisito para optar al grado de Ingeniería Industrial y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Quito, a los 2 días del mes de agosto de 2022, firmo conforme:



Firma:

Autor: Jonathan Paul Maldonado Mejía

Número de Cédula: 1723470124

Dirección: Pichincha, Quito, Calderón, Colinas del valle.

Correo Electrónico: nujona1992@gmail.com

Teléfono: 023281989 – 0984388685

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Integración Curricular “ANÁLISIS DE CORRELACIÓN DE LOS TIEMPOS PRODUCCIÓN Y LOS TIEMPOS ESTÁNDAR DE OPERACIONES EN UNA INDUSTRIA DE CONFECCIÓN” presentado por Jonathan Paul Maldonado Mejía, para optar por el Título de Ingeniero Industrial,

CERTIFICO

Que dicho Trabajo de Integración Curricular ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte los Lectores que se designe.

Quito, 02 de agosto del 2022

.....

Ing. Hernán Fabricio Espejo Viñan. Msc.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Integración Curricular, como requerimiento previo para la obtención del Título de Ingeniero Industrial, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor

Quito, 02 de agosto del 2022



.....
Jonathan Paul Maldonado Mejía

1723470124

APROBACIÓN DE LECTORES

El Trabajo de Integración Curricular ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: **“ANÁLISIS DE CORRELACIÓN DE LOS TIEMPOS PRODUCCIÓN Y LOS TIEMPOS ESTÁNDAR DE OPERACIONES EN UNA INDUSTRIA DE CONFECCIÓN”**, previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del Trabajo de Integración Curricular.

Quito, 02 de agosto del 2022

.....

Ing. Jacqueline Villacis MSc.

LECTOR

.....

Ing. Gerardo Arteaga MSc.

LECTOR

DEDICATORIA

Este trabajo dedico al esfuerzo de mis padres que durante toda mi vida estudiantil me han brindado su apoyo incondicional, a mis hermanas y novia que alentaron a nunca rendirme en este trayecto de cumplir una de mis metas. A mi familia, compañeros y amigos que durante varias etapas de mi vida fueron importantes para seguir firme con mi desarrollo personal y profesional.

AGRADECIMIENTO

Primero dar gracias a Dios por permitirme vivir esta etapa en mi desarrollo profesional, agradezco a mis padres Lucrecia Mejía y José Maldonado que durante este trayecto me brindaron todo su sacrificio y apoyo para verme llegar a este punto de mi vida. A Cristina Villa, Andrea Maldonado, Nury Moreira, Julian Villa y Adriel Lita por ser parte de mi vida y de las razones para seguir adelante, quiero dar un sincero agradecimiento por el apoyo en varias etapas de mi vida a mis tíos Alfonso, Segundo, Loli y Mari, A la Universidad tecnológica Indoamérica en especial a los ingenieros Andrés Morán y mi tutor Hernán Espejo por su ayuda y guía en este paso por la institución.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
Contexto macro.....	1
Contexto meso.....	3
Contexto micro.....	4
Árbol de problemas.....	5
ANÁLISIS CRÍTICO.....	6
Antecedentes.....	8
Procesamiento de información.....	9
Tiempos estándar.....	9
JUSTIFICACIÓN.....	9
Importancia.....	9
Impacto.....	10
Utilidad.....	10
Beneficiarios.....	11
Factibilidad.....	11
OBJETIVOS.....	12
Objetivo General.....	12

Objetivos Específicos	12
CAPITULO II	13
METODOLOGÍA	13
Área de estudio:	13
Dominio de tecnología y sociedad.....	13
Línea de investigación:	13
Línea 1	13
Descripción	13
Sub-lineas.....	13
Campo	14
Área.....	14
Aspectos.....	14
Variable independiente	14
Variable dependiente	14
Objeto de estudio	14
Enfoque científico	14
Enfoque cuantitativo.....	14
Técnica metodológica	15
Asociación de variables:	15
Tipos de investigación.....	15

Diseño del trabajo	15
Población y muestra	17
Hipótesis alternativa	18
Hipótesis Nula	18
CAPÍTULO III	19
DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
Verificación de la hipótesis	32
CAPITULO IV	35
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	35
Interpretación de resultados.....	35
Contraste con otras investigaciones.....	40
Discusión de la verificación de la hipótesis.....	43
CAPITULO V	51
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	51
Conclusiones.....	51
Recomendaciones	54
BIBLIOGRAFÍA.....	57
ANEXOS.....	1

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Matriz de operacionalización de la variable independiente 16

Tabla 2 Matriz de operacionalización de la variable dependiente 16

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Evolución de la industria con el paso del tiempo	2
Figura 2 Interfaz del aplicativo móvil para medición de tiempos de trabajo	4
Figura 3 Árbol de problemas.....	5
Figura 4 Registro de datos con valores erróneos por pulsaciones.....	7
Figura 5 Datos tomados como demoras en el proceso	8
Figura 6 Elaboración de gráficas de control para valores individuales (Registros tomados del primer grupo del mes de febrero con exclusión de valores en cero	20
Figura 7 Elaboración de gráficas de control para valores individuales (Registros tomados del primer grupo del mes de febrero considerando exclusión de valores fuera de tres sigma).....	21
Figura 8 Tabulación de los valores promedios de los grupos de datos excluyendo el valor de cero	22
Figura 9 Tabulación de promedios de grupos con exclusión de valores fuera de tres sigmas	23
Figura 10 Datos de tiempo estándar proporcionado por la empresa de confección para las actividades analizadas	24
Figura 11 Intervalos de tiempos para grupos según su código de actividad.....	25
Figura 12 Identificación de grupos según su código de actividad dentro de los intervalos calculados	26
Figura 13 Selección de grupos a ser analizados	27
Figura 14 Datos de actividad código 23 pegado de bolsillo cuadrado, parche, 3 lados, 2 agujas .	28
Figura 15 Datos de la actividad código 358; pegado de bolsillo cuadrado parche, 2 costuras, no paralelas.....	29
Figura 16 Datos de la actividad código 343; pegado de bolsillo redondo, 2 costuras paralelas	29

Figura 17 Gráfica de control de valores individuales para el tiempo estándar obtenido para la actividad 23 en relación al tiempo estándar establecido por la empresa.....	30
Figura 18 Gráfica de control de valores individuales para el tiempo cronómetro obtenido para la actividad 23 en relación al tiempo cronómetro establecido por la empresa.....	30
Figura 19 Gráfica de control de valores individuales para el tiempo estándar obtenido para la actividad 358 en relación al tiempo estándar establecido por la empresa.....	31
Figura 20 Gráfica de control de valores individuales para el tiempo cronómetro obtenido para la actividad 358 en relación al tiempo cronómetro establecido por la empresa.....	31
Figura 21 Gráfica de control de valores individuales para el tiempo estándar obtenido para la actividad 343 en relación al tiempo estándar establecido por la empresa.....	32
Figura 22 Gráfica de control de valores individuales para el tiempo cronómetro obtenido para la actividad 343 en relación al tiempo cronómetro establecido por la empresa.....	32
Figura 23 Análisis de regresión lineal de los tiempos estándar vs los tiempos promedio estándar del dispositivo	33
Figura 24 Conteo total de grupos para los meses a analizar	35
Figura 25 Elaboración de gráficos de dispersión del primer grupo de datos del mes de febrero ..	36
Figura 26 Elaboración de graficas de control con exclusión de los registros en cero, ejemplo tomado del grupo 1 para el mes de febrero	37
Figura 27 Elaboración de graficas de control con eliminación de valores mayores a 3 sigma, ejemplo tomado del grupo 1 para el mes de febrero	38
Figura 28 Elaboración de gráficas de control para la actividad 23 en referencia al tiempo cronómetro establecido por la industria de confección.....	39

Figura 29 Elaboración de gráficas de control para la actividad 23 en referencia al tiempo estándar establecido por la industria de confección.	39
Figura 30 Promedios obtenidos según la actividad realizada para comparación con tiempos establecidos por la empresa.....	40
Figura 31 Interfaz de registro de datos de datos reales de producción visualizados en la web	41
Figura 32 Registro de datos reales de producción en la web	42
Figura 33 Interfaz de visualización de la interacción de datos en función del tiempo mediante el uso de base de datos	43
Figura 34 Selección de grupos de datos según el cálculo de la muestra finita por registro de datos	44
Figura 35 Análisis de valores atípicos para un grupo de datos seleccionado en base a la muestra finita	46
Figura 36 Comportamiento de datos para una de las actividades en el mes de febrero.....	47
Figura 37 Promedios de grupos de datos para las 3 diferentes actividades establecidas para el estudio	48
Figura 38 Regresión lineal para promedios de grupos de datos.....	49

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA
COMUNICACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**TEMA: “ANÁLISIS DE CORRELACIÓN DE LOS TIEMPOS PRODUCCIÓN Y LOS
TIEMPOS ESTÁNDAR DE OPERACIONES EN UNA INDUSTRIA DE CONFECCIÓN”**

AUTOR(A): JONATHAN PAUL MALDONADO MEJÍA

TUTOR (A): ING. HERNÁN FABRICIO ESPEJO VIÑAN MSC.

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de titulación tiene como objetivo analizar la correlación entre los tiempos de producción obtenidos mediante un dispositivo de adquisición de datos y el tiempo estándar registrado por la industria de confección, se inicia el análisis con 5825 datos registrados entre el mes de febrero hasta abril del 2022 obteniendo 99 grupos de actividades, el estudio tiene la finalidad de validar los datos de tiempo y funcionamiento del dispositivo, para lo cual un primer análisis en base a gráficas de control de todos los datos muestra el comportamiento de estos, donde el mayor número de registros tienen una tendencia a su valor promedio y poca dispersión, en un mínimo porcentaje existen registros que se encuentran demasiado dispersos. Los software estadísticos y las diferentes herramientas de análisis de datos permiten visualizar de forma detallada las características de los grupos generados en base a las tareas realizadas en la máquina de costura, para la eliminación de registros muy dispersos y en valor cero se toma a consideración que la existencia del valor nulo se da por doble pulsación para generar dicho dato, permitiendo una eliminación inicial dando lugar a la obtención del tiempo estándar, por otra parte los registros que presentan alta dispersión se pueden eliminar mediante la utilización de la herramienta del 3 sigma y por ende encontrar el tiempo cronómetro de la actividad analizada, con la ayuda de gráficas de control se evalúan los valores promedios para cada actividad y son tabulados para finalmente ser comparados con los tiempos brindados por la empresa y encontrar mediante regresión lineal una correlación casi perfecta entre los tiempos estándar obtenidos y el tiempo estándar de la industria, con ello se puede validar el funcionamiento del equipo de adquisición de datos y su implementación.

DESCRIPTORES: correlación, datos, dispositivo, estándar, tiempo

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA
COMUNICACIÓN**

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**TEMA: “CORRELATION ANALYSIS OF PRODUCTION TIMES AND STANDARD
OPERATING TIMES IN A GARMENT MANUFACTURING INDUSTRY”**

AUTOR: JONATHAN PAUL MALDONADO MEJÍA

TUTOR: ING. HERNÁN FABRICIO ESPEJO VIÑAN MSC.

ABSTRACT

The objective of this degree work is to analyze the correlation between the production times obtained through a data acquisition device and the standard time recorded by the garment industry, the analysis starts with 5825 data recorded between February and April 2022, obtaining 99 groups of activities, The study has the purpose of validating the time and operation data of the device, for which a first analysis based on control charts of all the data shows the behavior of these, where the largest number of records have a tendency to its average value and little dispersion, in a minimum percentage there are records that are too dispersed. The statistical software and the different data analysis tools allow a detailed visualization of the characteristics of the groups generated on the basis of the tasks performed on the sewing machine, for the elimination of very scattered records and zero value, it is taken into consideration that the existence of the null value is given by double pressing to generate this data, allowing an initial elimination resulting in obtaining the standard time, On the other hand, the records that present high dispersion can be eliminated through the use of the 3 sigma tool and therefore find the chronometer time of the analyzed activity, with the help of control charts the average values for each activity are evaluated and tabulated to finally be compared with the times provided by the company and find through linear regression an almost perfect correlation between the standard times obtained and the standard time of the industry, with this we can validate the operation of the data acquisition equipment and its implementation.

KEYWORDS: correlation, data, device, standard, time

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Contexto macro

El sector industrial se considera como el eje de la innovación, esto debido a que está ligada a diseñar productos y procesos de alta complejidad, la industria 4.0 integra cada elemento de manufactura e intercambia la información de manera autónoma permitiendo controlar acciones de forma independiente y proporciona datos en tiempo real, la industria mediante el análisis avanzado de datos busca tener una visión no solo de operaciones sino también de diferentes fuentes permitiendo optimizar procesos, identificar ineficiencias, analizar el rendimiento, la calidad, entre otras. Además, con la implementación de la electrónica y las tecnologías de la información se ha incrementado la automatización de los procesos, países como China y Estados Unidos promueven el avance de la manufactura inteligente como internet industrial donde se incluyen mecanismos complejos y dispositivos físicos para poder controlar, predecir y planificar mejoras(-Lopez et al., 2020).

La industria 4.0 es la aplicación del internet de las cosas (IoT) con un despliegue de la electrónica y la informática en los procesos han permitido automatizar las líneas de producción y junto a las tecnologías de la información con el avance tecnológico en sensores y robótica han transformado al internet tradicional en información. (Parra et al., 2020)

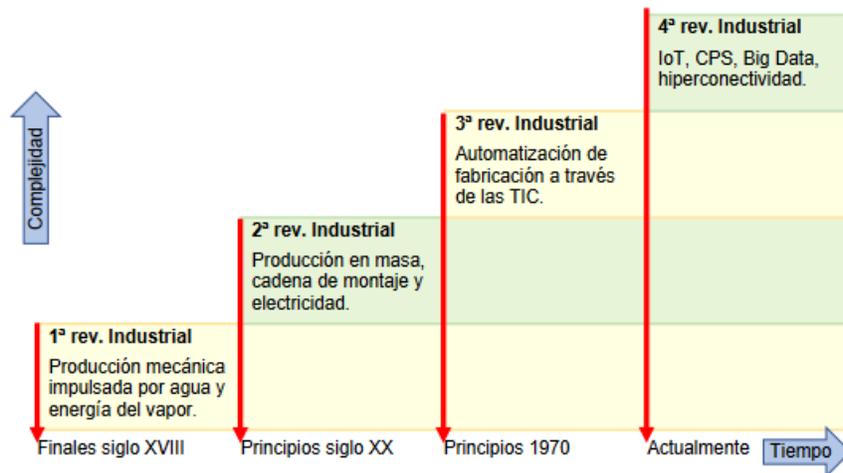
Para la industria el control de los procesos son una necesidad básica y la industria 4.0 implementa modelos analíticos a los datos en tiempo real para llegar a la automatización y poder lograr que los procesos sean capaces de autoorganizarse y optimizarse. (-Lopez et al., 2020)

Una importante herramienta en la industria 4.0 es el análisis de datos mediante el Big Data donde se centralizan bases de datos con información recibida desde elementos como

sensores, instrumentos, herramientas dispositivos donde todos los registros son procesados en una computadora y se actualizan constantemente, el principal objetivo es presentar datos reales, actualizados y precisos para su posterior análisis o investigación.(Araque et al., 2021)

A lo largo del tiempo la industria ha ido evolucionando (Figura 1) hasta llegar a la tercera revolución industrial donde la automatización de procesos junto con las TIC han abierto las puertas a una cuarta revolución o industria 4.0 donde se caracteriza por el uso del IoT, Big data, hiperconectividad para mejorar la calidad de los productos y optimizar procesos mediante la inteligencia artificial, sistemas ciberfísicos y uso de algoritmos para automatizar procesos mediante el aprendizaje automático. La recopilación, almacenamiento, procesamiento, análisis, visualización, transmisión y aplicación de datos ha permitido a la industria tener un facilitador de mejoras. (García, 2020)

Figura 1 Evolución de la industria con el paso del tiempo



Nota: Se presenta la evolución de la industria con el paso del tiempo. Adaptado de

https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/336086/Memoria_tfg_David_Garcia.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Contexto meso

Para la industria surge la necesidad de identificar diversas características físicas de los productos, por tal motivo el surgimiento de las tecnologías digitales ha contribuido a la industria con dispositivos electrónicos capaces de ser receptores de información de datos importantes para las compañías, el código de barras y código numérico permiten identificar información específica de los productos. (Garcilazo Zulote & Lamarque Zela, 2021)

Para la industria manufacturera tomar información de los procesos productivos genera grandes beneficios además acompañada de la tecnología es posible almacenar información en la nube donde todos los datos recolectados de las máquinas están generando información importante como: la velocidad de producción, demoras y tiempos. La tecnología en industria 4.0 permite almacenar en bases de datos todas estas variables y presentar resultados con la recolección y procesamiento de la información. (Rúa Pérez et al., 2021)

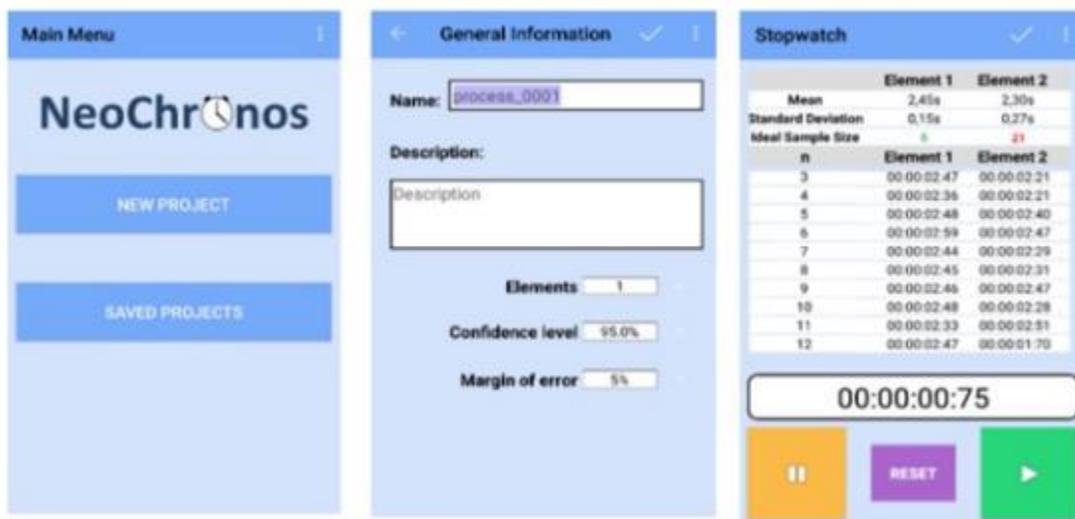
Con el surgimiento de nueva tecnología existe la posibilidad de obtener información en tiempo real, los equipos de adquisición de datos recolectan información automáticamente, pero para las empresas generalmente la recolección de datos está dada por escritos a mano de un operador que posterior a ello procesa la información en hojas de cálculo como Microsoft Excel. (Rúa Pérez et al., 2021)

Con aplicación de nuevas tecnologías el estudio de tiempos para estandarizar los procesos han variado debido a que actualmente existen softwares que facilitan la forma tradicional de obtener datos de tiempos para su posterior estudio. (Acosta et al., 2019)

Según la organización internacional del trabajo (OIT) la técnica de medición del trabajo empleada para la toma de datos de tiempos, ritmos de producción se da fundamentalmente con elementos esenciales como un cronometro, hojas de registro para observaciones y en ocasiones

equipos de grabación para obtener formatos de video de las actividades para su posterior estudio, el avance tecnológico ha hecho evolucionar de forma rápida ese estudio de tiempos con mayor precisión, velocidad y con datos más confiables, La universidad Nacional de Sarmiento y la Universidad Federal de Itajuba de Brasil evaluaron el aplicativo NeoChronos (Figura 2) diseñado para la toma de tiempos donde al registrar los datos los análisis estadísticos se calculan en tiempo real e indica cuando el usuario tiene datos suficientes para establecer un tamaño de muestra ideal y finalmente el aplicativo genera diferentes resultados como el resumen estadístico y cálculo de tiempo estándar, todo esto listo para ser exportado a otros formatos.(Acosta et al., 2019)

Figura 2 Interfaz del aplicativo móvil para medición de tiempos de trabajo



Nota: Se presenta el aplicativo móvil para la medición y toma de tiempos. Adaptado de:

[https://ria.utn.edu.ar/bitstream/handle/20.500.12272/4478/F - La Educación en la Ingeniería Industrial.pdf?sequence=7&isAllowed=y#page=77](https://ria.utn.edu.ar/bitstream/handle/20.500.12272/4478/F-La%20Educaci3n%20en%20la%20Ingenier3a%20Industrial.pdf?sequence=7&isAllowed=y#page=77)

Contexto micro

La industria con el pasar del tiempo ha ido desarrollándose apoyándose de nuevas tecnologías para dar mayor competitividad y rentabilidad, a la par las empresas han

implementado métodos de trabajo y estudio de tiempos y movimientos como instrumento de eficacia dentro del perfeccionamiento de los procesos, en varias industrias textiles del Ecuador el estudio de tiempos y movimientos ha ayudado a maximizar la producción y reducir tiempos improductivos permitiendo así recolectar tiempos estándar en la fabricación de productos.(Chasiluisa Unda, 2019)

La industria manufacturera en varias de sus facetas ha implementado la estandarización de los procesos permitiendo evaluar capacidades, tiempos de producción, reestructuración de actividades y toma de decisiones en post de la mejora de la productividad.(Moyolema, 2018)

En el Ecuador la industria opera empíricamente donde los procedimientos no tienen respaldo alguno de como justificar la toma de decisiones. los estudios de tiempos y estandarización siguen de pauta teórica encontrar información mediante la observación e información recopilada de actividades en diferentes áreas, por tal motivo se toma observaciones de las operaciones en tiempo para la estandarización. (Sánchez, 2019)

Árbol de problemas

Figura 3 Árbol de problemas



Nota: Se presenta el árbol de problemas del proyecto. Elaborado por Autor, 2022

ANÁLISIS CRÍTICO

Los datos reales de tiempos de producción se han extraído mediante un dispositivo de adquisición de datos junto con la interacción de un operario que manda las señales mediante un sensor el cual permite el registro del tiempo que se demora en cumplirse la tarea, este proceso se repite varias veces durante la jornada laboral pudiéndose presentar registros erróneos consecutivos generados por el olvido o distracción del operario, en la realización de las tareas el trabajador es motivado a realizar pausas o existen demoras propias de la realización de la tarea y donde la actividad se paraliza para tomar ya sea acciones correctivas en la máquina o pausas por necesidad del operario. Cada una de las causas mencionadas presentan sus efectos el cual dificultan en cierta medida el posterior análisis de los datos obtenidos.

Las pulsaciones erróneas se han distinguido en el registro de datos donde se ha identificado toma de datos en cero (Figura 4), el cual se puede predecir que existió doble pulsación consecutiva, esto ha dado que en el análisis preliminar de datos se obtenga algunos registros que de igual forma para el análisis estadístico inicial se los considera para tomar acciones correctivas sobre estos datos

Figura 4 Registro de datos con valores erróneos por pulsaciones

Fecha	Pulsaciones	Hora	Tiempo	Promedio	PROMEDIO	Tiempo seg	PROMEDIO
22/02/2022	1	15:30:32	0:00:00	0:00:00		00	
22/02/2022	2	15:31:32	0:01:00	0:00:30		60	
22/02/2022	3	15:32:28	0:00:56	0:00:38		56	
22/02/2022	4	15:33:28	0:01:00	0:00:44		60	
22/02/2022	5	15:38:01	0:04:33	0:01:29		273	
22/02/2022	6	15:40:58	0:02:57	0:01:44		177	
22/02/2022	7	15:41:45	0:00:47	0:01:36		47	
22/02/2022	8	15:42:38	0:00:53	0:01:30		53	
22/02/2022	9	15:43:33	0:00:55	0:01:26		55	
22/02/2022	10	15:43:33	0:00:00	0:01:18		00	
22/02/2022	11	15:44:25	0:00:52	0:01:15		52	
22/02/2022	12	15:46:10	0:01:45	0:01:18		105	
22/02/2022	13	15:47:06	0:00:56	0:01:16		56	
22/02/2022	14	15:47:07	0:00:01	0:01:11		01	
22/02/2022	15	15:48:06	0:00:59	0:01:10		59	
22/02/2022	16	15:48:55	0:00:49	0:01:08		49	
22/02/2022	17	15:48:56	0:00:01	0:01:04		01	
22/02/2022	18	15:49:48	0:00:52	0:01:04		52	
22/02/2022	19	15:50:39	0:00:51	0:01:03		51	
22/02/2022	20	15:51:29	0:00:50	0:01:02		50	
22/02/2022	21	15:51:29	0:00:00	0:00:59		00	
22/02/2022	22	15:52:20	0:00:51	0:00:59		51	
22/02/2022	23	15:53:17	0:00:57	0:00:59		57	
22/02/2022	24	15:53:17	0:00:00	0:00:56		00	
22/02/2022	25	15:54:13	0:00:56	0:00:56		56	
22/02/2022	26	15:54:13	0:00:00	0:00:54		00	
22/02/2022	27	15:55:07	0:00:54	0:00:54		54	
22/02/2022	28	15:55:07	0:00:00	0:00:52		00	
22/02/2022	29	15:56:00	0:00:53	0:00:52		53	
22/02/2022	30	15:58:00	0:00:00	0:00:54	1	120	53
22/02/2022	31	15:58:00	0:00:00	0:00:53		00	
22/02/2022	32	15:58:38	0:00:38	0:00:52		38	
22/02/2022	33	15:59:30	0:00:52	0:00:52		52	
22/02/2022	34	15:59:30	0:00:00	0:00:51		00	
22/02/2022	35	16:00:31	0:01:01	0:00:51		61	
22/02/2022	36	16:00:32	0:00:01	0:00:50		01	

Elaborado por: Autor, 2022

En la realización de las actividades que tiene a cargo el operador, sufre demoras en el proceso y estas pueden presentarse en cualquier instante en la realización de las tareas, así como también paros por las necesidades propias del operario, este tiempo al ser considerado propio de la actividad se registra de manera normal, pero produciendo valores de tiempos fuera del promedio normal que dura la actividad, provocando así datos registrados muy dispersos como se muestra en la (Figura 5).

Figura 5 Datos tomados como demoras en el proceso

Fecha	Pulsaciones	Hora	Tiempo	Promedio	PROMEDIO	Tiempo seg	PROMEDIO
22/02/2022	1	15:30:32	0:00:00	0:00:00		00	
22/02/2022	2	15:31:32	0:01:00	0:00:30		60	
22/02/2022	3	15:32:28	0:00:56	0:00:38		56	
22/02/2022	4	15:33:28	0:01:00	0:00:44		60	
22/02/2022	5	15:38:01	0:04:33	0:01:29		273	
22/02/2022	6	15:40:58	0:02:57	0:01:44		177	
22/02/2022	7	15:41:45	0:00:47	0:01:36		47	
22/02/2022	8	15:42:38	0:00:53	0:01:30		53	
22/02/2022	9	15:43:33	0:00:55	0:01:26		55	
22/02/2022	10	15:43:33	0:00:00	0:01:18		00	
22/02/2022	11	15:44:25	0:00:52	0:01:15		52	
22/02/2022	12	15:46:10	0:01:45	0:01:18		105	
22/02/2022	13	15:47:06	0:00:56	0:01:16		56	
22/02/2022	14	15:47:07	0:00:01	0:01:11		01	
22/02/2022	15	15:48:06	0:00:59	0:01:10		59	
22/02/2022	16	15:48:55	0:00:49	0:01:08		49	
22/02/2022	17	15:48:56	0:00:01	0:01:04		01	
22/02/2022	18	15:49:48	0:00:52	0:01:04		52	

Elaborado por: Autor, 2022

Para el correcto registro de la actividad que se va a realizar, el uso de una etiqueta con código de barras ayuda a identificar varias características de la materia prima que se utilizará en el proceso de confección.

Antecedentes

El análisis de correlación de los tiempos de producción y los tiempos estándar de operaciones en una industria de confección surge a partir de la necesidad de validar el funcionamiento del dispositivo de adquisición de datos implementado, con la finalidad de registrar datos de la velocidad de producción a la par de identificar características del producto a confeccionar utilizando nuevas tecnologías que permitan establecer la comunicación digital. (Cuyachamín, 2022)

Actualmente existe varios dispositivos para diferentes usos y principalmente se conectan a internet. En el transcurso de los años enviar y recibir datos de todo tipo por medio del internet ha hecho surgir el término Internet de las cosas(IoT), el diseño de prototipos tras ser comprobado su correcto funcionamiento es utilizado para en concreto obtener información mediante sensores para luego ser visualizados en una interfaz.(Lluva, 2021)

La industria recolecta datos en base a la observación de los procesos, también lleva un registro de datos históricos de producción como la capacidad, tiempos de los procesos antes y después de aplicar mejoras, todos estos registros en varias de las ocasiones se realizan de forma manual incluyendo instrumentos de medida como: cronómetros y hojas pre establecidas para registrar los datos que permitan controlar la productividad y dar validez mediante el procesamiento de la información en programas como Microsoft Excel o similares.(Sedano, 2021)

Procesamiento de información

Para el procesamiento de la información es indispensable hacer uso de herramientas que permitan graficar el comportamiento de los datos tomados, además ayuden a realizar un análisis estadístico que permitirá llevar los datos a diagramas y figuras para entender las situaciones antes y después de haber aplicado mejoras; El análisis inferencial permitirá trabajar los datos recolectados y establecer ecuaciones estadísticas para aceptar o no la propuesta de mejora al proceso que se está analizando y dar validez a la hipótesis nula. (Sedano, 2021)

Tiempos estándar

Es un tiempo calculado mediante la suma de tiempos elementales, el cual permite generar un plan estratégico para obtener operaciones efectivas mediante la generación de rutas, programación, instrucciones, desempeños, controles, entre otros, para ser entregada al operador. (Niebel & Freivalds, 2009)

JUSTIFICACIÓN

Importancia

El estudio del análisis de correlación de los tiempos producción y los tiempos estándar de operaciones en una industria de confección es importante porque a partir del análisis estadístico

se podrá validar no solo el uso del dispositivo de adquisición de datos si no que se podrá establecer un método de registro de tiempos de actividades evitando tener una persona elaborando una actividad el cual puede ser realizada por el mismo operario, por lo cual si el trabajador tuviese errores en enviar la señal de pulso para registrar el tiempo, el análisis estadístico permitirá predecir y evaluar cuales son los datos que establecen una correlación con los tiempos estándar establecidos con tomas de tiempo evaluadas por una persona que ha realizado el estudio del trabajo.

Impacto

El impacto que tendrá la validación del uso del dispositivo abarca digitalizar en tiempo real los datos de producción o de actividades y de forma automática, podrá desplazar a los métodos antiguos de medición de tiempos de operaciones para establecer un estándar al finalizar las actividades, permitirá incorporar nuevos métodos para la medición del trabajo y se podrá utilizar en cualquier tipo de actividad de manufactura.

Utilidad

El estudio estadístico será útil porque en base a la validación del dispositivo de adquisición de datos se podrá ya no solo enfocarse en una sola actividad si no en varias y establecer los tiempos estándar de un conjunto de actividades, la toma de tiempos será más versátil y se podrá lograr establecer mejoras a los procesos no solo para enfocarse en el producto si no para establecer parámetros donde los operadores deban tomar acciones para eliminar demoras en los procesos.

Además, con el análisis en tiempo real del dispositivo la información obtenida y con la ayuda del internet estos datos obtenidos pueden estar a disposición de toda la fábrica en una nube

de datos y se puede lograr mayor control a las actividades estandarizadas para mejorar la productividad de los operarios.

Beneficiarios

En relación directa este estudio beneficiara a la empresa de confección, debido a que le permitirá establecer el dispositivo no solo a una actividad en especial si no que pueda implementar a todas las actividades de manufactura posible.

Académicamente este estudio ayudará a que la propuesta de implementar varias actividades a la par permita validar el proceso estadísticamente para un conjunto más grande de procesos de manufactura facilitando encontrar la correlación de los tiempos reales de producción con el tiempo estándar definido para las diferentes tareas.

Factibilidad

El estudio y análisis de este desarrollo técnico es factible debido a que el registro de los datos de tiempos reales de producción se evalúan con herramientas estadísticas que permiten visualizar una tendencia real de comportamiento del proceso productivo, con la ayuda del dispositivo de adquisición de datos se ha podido recolectar gran cantidad de registros de tiempos para realizar el estudio, la empresa donde se realiza el análisis cuenta con estudios previos de tiempos de las actividades registradas lo cual permite tener un punto de partida hacia la correlación de tiempos reales de producción y el tiempo estándar definido por la industria de confección.

OBJETIVOS

Objetivo General

- Analizar los tiempos reales de producción mediante herramientas estadísticas para establecer la correlación con los tiempos estándar.

Objetivos Específicos

- Analizar los datos adquiridos del dispositivo con tecnología IoT instalado en procesos de manufactura, mediante herramientas estadísticas para validar los conjuntos de datos obtenidos.
- Obtener los tiempos estándar de las operaciones analizadas, de la búsqueda en la base de datos de la empresa de confección para posterior comparación con el tiempo calculado de tiempos reales de producción.
- Establecer la correlación que existe entre el tiempo real de producción y el tiempo estándar mediante técnicas estadísticas para validar los datos obtenidos por el dispositivo de adquisición de datos.

CAPITULO II

METODOLOGÍA

Área de estudio:

Dominio de tecnología y sociedad

Centro de investigación en Mecatrónica y Sistemas Interactivos – MIST

Línea de investigación:

Línea 1

Análisis, diseño y desarrollo de sistemas inteligentes aplicables a la industria.

Descripción

La línea de investigación se centra en el análisis, diseño y desarrollo de modelos de datos y soluciones tecnológicas de software, para la creación de sistemas inteligentes que puedan solucionar problemas reales identificados en la sociedad. Se aplican técnicas avanzadas de desarrollo orientadas a modelos colaborativos. Diseño de aplicaciones basado en tecnología hipermedia de Internet (hipermedia adaptativo). Métrica y evaluación del software desde el punto de vista de su facilidad de uso y de adaptación a las necesidades de sus usuarios. Métodos, técnicas y herramientas basados en un modelo evolutivo del ciclo de desarrollo de los sistemas de información. Desarrollo de modelos matemáticos de datos (datamining) y aplicación de técnicas de inteligencia artificial, para la automatización de tareas y actividades.

Sub-líneas

Desarrollo avanzado de sistemas de información: Datamining, big data, machine learning, seguridad informática, bases de datos, ingeniería de requerimientos, web mining.

Campo

Ingeniería Industrial

Área

Procesos de producción

Aspectos

Análisis estadístico de los tiempos reales de producción.

Variable independiente

Tiempos reales de producción;

Variable dependiente

Tiempos estándar

Objeto de estudio

Empresa de confección dedicada a elaborar prendas de vestir, Principales actividades costura de prendas, de esta tarea se toma como eje central el análisis estadístico de datos de tiempos reales de producción obtenidos mediante un dispositivo de adquisición de datos de diferentes actividades.

Periodo de análisis:2022-febrero y 2022-abril.

Enfoque científico**Enfoque cuantitativo**

Este enfoque está basado en la recolección de datos el cual permite probar una hipótesis usando mediciones, cálculos y análisis estadístico para establecer un comportamiento y probar teorías (Marquez et al., 2019).

El análisis estadístico parte desde la toma de datos reales de producción mediante un dispositivo de adquisición de datos, los datos obtenidos son tabulados e identificados

automáticamente a partir de esto el uso de herramientas estadísticas permitirán validar los datos para establecer la correlación que existe entre los tiempos reales de producción y los tiempos estándar definidos por la empresa en estudio.

Técnica metodológica

Asociación de variables:

El análisis de los datos busca responder hipótesis de investigación complejas planteando relaciones entre las variables para reflejar los modelos analíticos, (Marquez et al., 2019) para el análisis de datos de producción real y tiempos estándar se identifican como variable independiente y dependiente respectivamente, la técnica que trata la relación entre dos variables cuantitativas es la regresión lineal donde a través de una función lineal configura una nube de puntos donde muestra el comportamiento del fenómeno.

Tipos de investigación

Investigación de campo: La información requerida para el análisis de datos reales de producción y tiempos estándar serán tomados directamente de la empresa donde se desarrolla la recolección de datos mediante un dispositivo receptor de señal mediante la interacción entre operador y máquina, para registrar los tiempos reales de una actividad además de contar con los registros de la empresa para los tiempos estándar y realizar el análisis de datos.

Bibliográfica documental: Para realizar el estudio es propicio conocer conceptos básicos del análisis de datos implementando la revisión bibliográfica relacionada al tema en particular, además la revisión de estudios similares permitirá adentrarse en técnicas estadísticas aplicadas a casos donde brinden ayuda para establecer el comportamiento de las variables tratadas.

Diseño del trabajo

Tabla 1 Matriz de operacionalización de la variable independiente

Conceptualización	Dimensiones	Indicador	Ítem básico	Técnicas e instrumentos
Tiempos reales de producción: Conjunto de datos registrados en base a la acción de un operario que emite una señal mediante un dispositivo (sensor, pulsador) del inicio de su actividad, el registro de datos controla el tiempo y velocidad de operación	Operación analizada	Actividad realizada	Identificación de la actividad realizada	
	Producción por lotes	Número de lote	Trazabilidad del producto desarrollado	Tabla de registros de tiempos reales de producción adquiridos mediante dispositivo de adquisición de datos
	Paquete de prendas	Número de registros por turno	Identificación de partes que constituyen una prenda	
	Tiempos registrados	Velocidad de producción	Velocidad de producción por paquete	

Nota: La tabla muestra las diferentes consideraciones para obtener la conceptualización de la variable independiente. Elaborado por Autor, 2022

Tabla 2 Matriz de operacionalización de la variable dependiente

Conceptualización	Dimensiones	Indicador	Ítem básico	Técnicas e instrumentos
Tiempo estándar; Es el conjunto de cálculos basado en el análisis de datos obtenidos en la fase de observación del proceso y toma de tiempos registrados y verificados mediante análisis estadístico.	Tiempo cronometro promedio	Tiempos continuos; Tiempos de ciclo largo.	Identificación de tiempos para una misma actividad	Observación, registro hoja de tiempos
	Tiempo estándar (Empresa)	Tiempos por actividad	Tiempos establecidos por la empresa para las diferentes actividades	Registros de tiempos de la empresa
	Ritmo de trabajo	Tiempo registrado; Velocidad de producción	Identificación de tiempos empleados para una misma actividad	Tabla de registro de datos
	Suplementos u holguras	Necesidades personales fatiga, Demoras en máquina	Incrementos de porcentaje a los tiempos de una actividad	Revisión de registros y bibliografía
	Demoras de máquina	Tipo de máquina	Incremento de porcentaje de tiempo según la máquina utilizada	Bibliografía

Nota: La tabla muestra las diferentes consideraciones para obtener la conceptualización de la variable dependiente. Elaborado por Autor, 2022

Población y muestra

En el análisis de las actividades de manufactura en la industria de confección se recolectan los registros de toma de tiempos reales de producción mediante el dispositivo de adquisición de datos obteniendo las siguientes cantidades: Mes de febrero 16 grupos de datos con 1263 registros, mes de marzo 53 grupos con 2981 registros, y mes de abril 30 grupos de datos con 1581 registros; en total se registran 5825 tomas de datos, además se identifica en total 99 grupos

Para el cálculo del tamaño de la muestra finita, se utiliza una confianza de 90% y margen de error de 10%.

Para grupo de datos:

Se utiliza la fórmula para cálculo de muestra finita la siguiente:

$$n = \frac{Z^2 * N * P * Q}{E^2 * (N - 1) + Z^2 * P * Q}$$

Donde

n: tamaño de la muestra

N: Tamaño de la población

Z: Parámetro estadístico que depende del nivel de confianza

E: Error de estimación máximo aceptado

P: Probabilidad de que ocurra el evento

Q=(1-P) : Probabilidad de que no ocurra el evento

$$n = \frac{1.65^2 * 99 * 0.5 * 0.5}{0.1^2 * (99 - 1) + 1.65^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$n = 40.57$$

Se toma como referencia que para el análisis estadístico se debe trabajar con 41 grupos de datos.

Hipótesis alternativa

Los datos reales de producción inciden sobre los tiempos estándar.

Hipótesis Nula

Los datos reales de producción no inciden sobre los tiempos estándar.

CAPÍTULO III

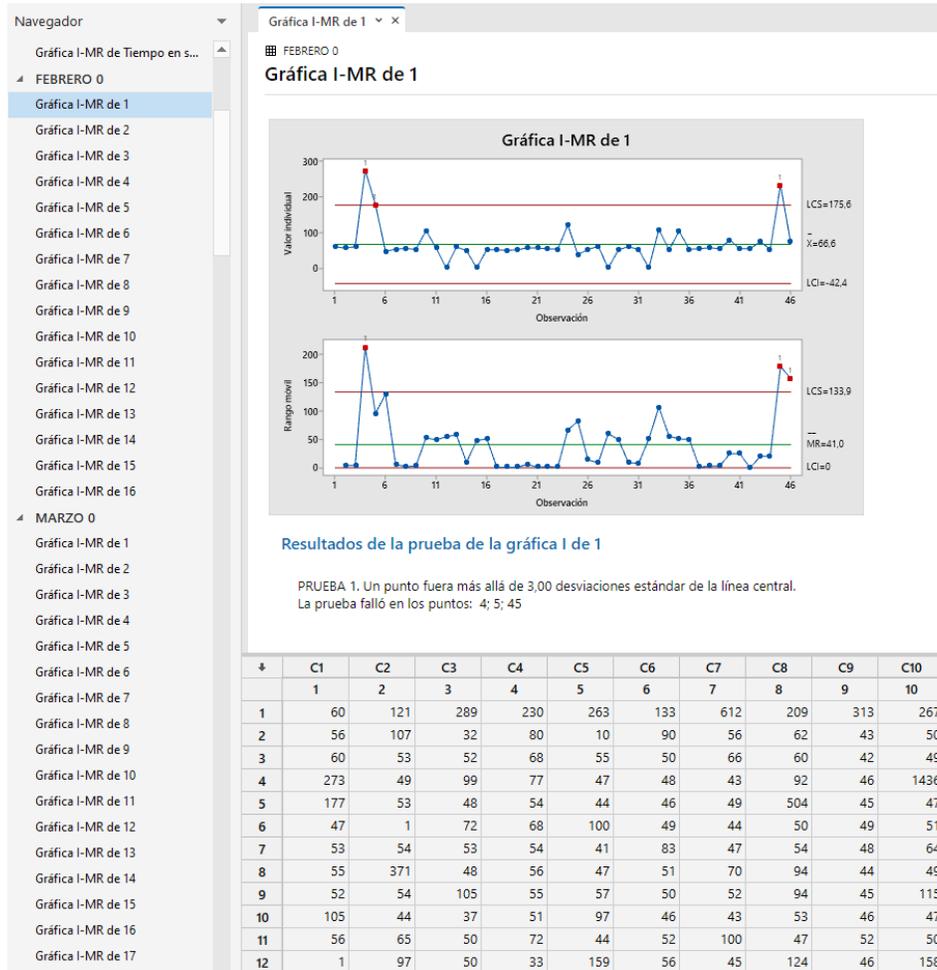
DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

El análisis con herramientas estadísticas de los registros de datos de tiempo real de producción obtenidos por un dispositivo de adquisición de datos, evalúan el comportamiento de los procesos de manufactura permitiendo establecer la correlación entre lo real y lo estandarizado, los registros muestran las tomas de tiempo reales donde se encuentra incluidos suplementos de tiempo por tipo de máquina, necesidades personales y fatigas.

Para el análisis estadístico de los datos de tiempos reales de producción se calcula una población de 41 grupos tomados de 99 de ellos, los registros incluyen el valor de cero inicialmente.

Con la ayuda de un software estadístico se realiza el análisis de todos los grupos mediante gráficas de control para valores individuales como se observa en la (Figura 6).

Figura 6 Elaboración de gráficas de control para valores individuales (Registros tomados del primer grupo del mes de febrero con exclusión de valores en cero



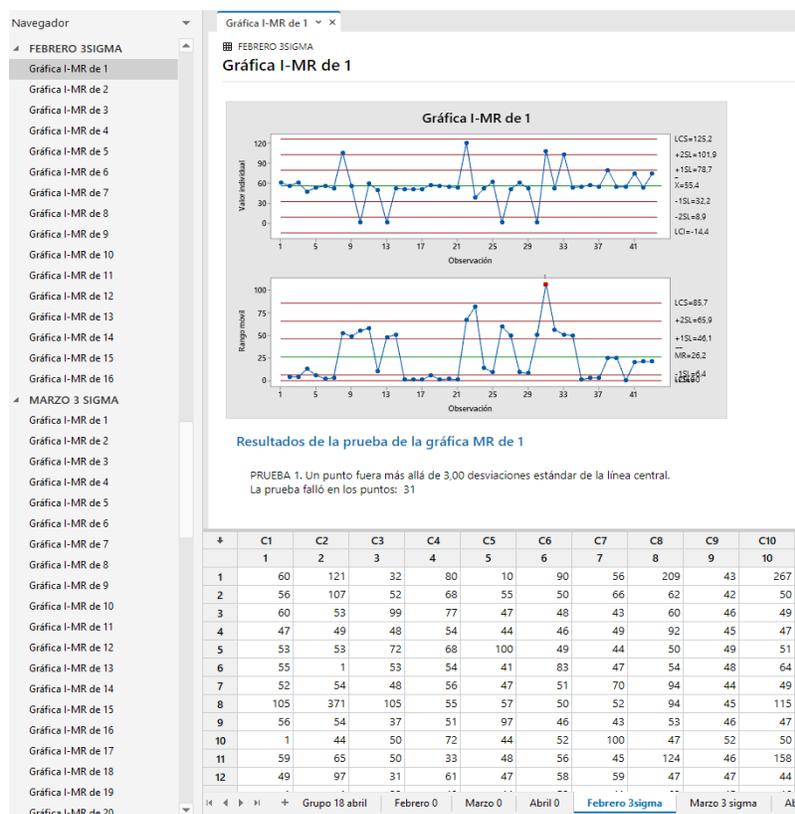
Elaborado por: Autor, 2022

Para la elaboración de las gráficas de control se realiza una primera exclusión en los datos registrados por grupos, se elimina los registros con valor en cero, esto debido a que ninguna actividad puede presentar dicho valor, o a su vez podría ser un error del operario que al empezar la tarea realiza doble pulsación consecutiva y registra el dato.

Posterior a este primer análisis se tiene una idea del comportamiento inicial de los datos permitiendo observar que: en la mayoría de grupos existe valores por encima de los límites de control establecidos en 3 sigma y están muy dispersos de la media.

Para excluir estos valores y basados en que el análisis es un estudio de tiempos se procede a estudiar estas anomalías, los valores extremos se pueden considerar erróneos en base a aplicación de la regla de tres sigma, donde los valores se excluyen para cualquier consideración posterior en el estudio (Niebel & Freivalds, 2009), dando lugar a nuevas gráficas de control como se presenta en la (Figura 7)

Figura 7 Elaboración de gráficas de control para valores individuales (Registros tomados del primer grupo del mes de febrero considerando exclusión de valores fuera de tres sigma)



Elaborado por: Autor, 2022

Posterior a realizar estas depuraciones se tabulan las medias de la totalidad de los grupos como se muestra en la (Figura 8) en su primera fase con exclusión del valor cero para obtener el tiempo estándar de la actividad realizada

Figura 8 Tabulación de los valores promedios de los grupos de datos excluyendo el valor de cero

Mes	Grupo	Número de datos iniciales	Número de datos sin cero	Primer promedio excluyendo 0/ tiempo estandar	3	31	63,00	63,00	89,8
					3	32	60,00	59,00	82,1
2	1	58	46	66,6	3	33	58,00	57,00	81,9
2	2	35	31	100	3	34	43,00	43,00	107
2	3	64	62	67,5	3	35	79,00	79,00	131
2	4	149	140	77	3	36	30,00	30,00	106
2	5	43	41	64,5	3	37	28,00	26,00	85
2	6	114	101	55	3	38	77,00	74,00	90
2	7	83	81	70,2	3	39	52,00	50,00	134,1
2	8	103	102	79,2	3	40	57,00	56,00	124
2	9	93	91	70,5	3	41	106,00	106,00	99,6
2	10	51	50	97	3	42	4,00	4,00	153,3
2	11	97	87	81,9	3	43	59,00	57,00	145
2	12	77	75	94,3	3	44	36,00	36,00	109,3
2	13	106	99	68,7	3	45	31,00	30,00	162
2	14	66	59	63,2	3	46	17,00	17,00	160
2	15	66	67	128	3	47	79,00	78,00	103,3
2	16	55	54	130,7	3	48	61,00	59,00	116,5
3	1	14,00	11,00	32,5	3	49	30,00	28,00	87
3	2	58,00	53,00	110	3	50	63,00	61,00	118
3	3	98,00	89,00	148	3	51	56,00	56,00	191
3	4	56,00	55,00	94,7	3	52	35,00	35,00	126,3
3	5	101,00	101,00	76,1	3	53	7,00	7,00	120,4
3	6	99,00	99,00	100	4	1	30	29	111
3	7	82,00	82,00	91,4	4	2	84	84	150
3	8	42,00	42,00	86,2	4	3	57	55	125,5
3	9	20,00	19,00	102,1	4	4	43	43	123,2
3	10	56,00	55,00	97,5	4	5	19	18	62,5
3	11	90,00	88,00	71,9	4	6	41	40	115,3
3	12	22,00	22,00	80,8	4	7	48	48	123,4
3	13	69,00	69,00	90	4	8	25	25	152
3	14	23,00	23,00	88,3	4	9	110	108	122
3	15	147,00	147,00	70,2	4	10	24	24	133
3	16	56,00	54,00	43,1	4	11	30	28	102
3	17	69,00	67,00	62	4	12	77	79	130
3	18	26,00	26,00	31,92	4	13	54	55	136
3	19	63,00	63,00	39,2	4	14	58	57	101
3	20	20,00	19,00	58,1	4	15	53	53	36,1
3	21	53,00	53,00	54,6	4	16	1	2	7089
3	22	61,00	61,00	97	4	17	28	27	110
3	23	71,00	71,00	84,8	4	18	62	61	35,2
3	24	27,00	27,00	116,2	4	19	53	53	36,1
3	25	39,00	39,00	82,2	4	20	64	64	18,6
3	26	17,00	17,00	116	4	21	64	64	28,8
3	27	92,00	90,00	54	4	22	60	60	26,4
3	28	42,00	42,00	35,22	4	23	65	64	23,7
3	29	145,00	145,00	95	4	24	70	70	27
3	30	92,00	92,00	80,4	4	25	133	132	46

Elaborado por: Autor, 2022

Una vez realizada esta tabulación se registran los datos del promedio o tiempo cronometro de las actividades obtenidos con la exclusión de los valores fuera de los límites de control a 3 sigma como se muestra en la (Figura 9).

Figura 9 Tabulación de promedios de grupos con exclusión de valores fuera de tres sigmas

Mes	Grupo	Número de datos iniciales	Número de datos sin cero	Primer promedio excluyendo 0/ tiempo estandar	Número de puntos fuera de límites de control 3 sigma	Segundo promedio excluyendo valores mayores a 3 sigma/ t cronomet	3	31	63,00	63,00	89,8	1	87
							3	32	60,00	59,00	82,1	2	71,4
2	1	58	46	66,6	3	55,4	3	31	63,00	63,00	89,8	1	87
2	2	35	31	100	1	75,8	3	32	60,00	59,00	82,1	2	71,4
2	3	64	62	67,5	3	58,5	3	33	58,00	57,00	81,9	2	66,6
2	4	149	140	77	5	57,2	3	34	43,00	43,00	107	1	76,8
2	5	43	41	64,5	3	52,2	3	35	79,00	79,00	131	2	71,4
2	6	114	101	55	3	51,7	3	36	30,00	30,00	106	1	91,7
2	7	83	81	70,2	2	59,2	3	37	28,00	26,00	85	0	85
2	8	103	102	79,2	3	70,2	3	38	77,00	74,00	90	3	73,1
2	9	93	91	70,5	6	53,8	3	39	52,00	50,00	134,1	2	116,5
2	10	51	50	97	1	69,4	3	40	57,00	56,00	124	3	89
2	11	97	87	81,9	4	66,6	3	41	106,00	106,00	99,6	3	91,2
2	12	77	75	94,3	4	79,1	3	42	4,00	4,00	153,3	0	153,3
2	13	106	99	68,7	4	58,7	3	43	59,00	57,00	145	3	90,6
2	14	66	59	63,2	4	52,3	3	44	36,00	36,00	109,3	1	112,3
2	15	66	67	128	2	98	3	45	31,00	30,00	162	1	109,9
2	16	55	54	130,7	2	114,8	3	46	17,00	17,00	160	1	128,5
3	1	14,00	11,00	32,5	1	7,8	3	47	79,00	78,00	103,3	2	94,9
3	2	58,00	53,00	110	1	75,2	3	48	61,00	59,00	116,5	2	101,1
3	3	98,00	89,00	148	4	65,7	3	49	30,00	28,00	87	2	71
3	4	56,00	55,00	94,7	2	79	3	50	63,00	61,00	118	1	99,1
3	5	101,00	101,00	76,1	4	66,9	3	51	56,00	56,00	191	1	97
3	6	99,00	99,00	100	4	74,7	3	52	35,00	35,00	126,3	1	119,5
3	7	82,00	82,00	91,4	2	82,6	3	53	7,00	7,00	120,4	0	120,4
3	8	42,00	42,00	86,2	2	80,2	4	1	30	29	111	1	99,8
3	9	20,00	19,00	102,1	0	102,1	4	2	84	84	150	4	110
3	10	56,00	55,00	97,5	2	79,4	4	3	57	55	125,5	2	107,5
3	11	90,00	88,00	71,9	4	62,8	4	4	43	43	123,2	1	114,4
3	12	22,00	22,00	80,8	1	69,5	4	5	19	18	62,5	1	58,5
3	13	69,00	69,00	90	3	63,7	4	6	41	40	115,3	4	77,4
3	14	23,00	23,00	88,3	1	77,3	4	7	48	48	123,4	0	123,4
3	15	147,00	147,00	70,2	8	59,5	4	8	25	25	152	1	123,4
3	16	56,00	54,00	43,1	1	41,2	4	9	110	108	122	3	109,1
3	17	69,00	67,00	62	1	48,1	4	10	24	24	133	0	133
3	18	26,00	26,00	31,92	2	28,5	4	11	30	28	102	1	93,2
3	19	63,00	63,00	39,2	3	33,85	4	12	77	79	130	2	86
3	20	20,00	19,00	58,1	2	42,4	4	13	54	55	136	1	112,1
3	21	53,00	53,00	54,6	1	51,5	4	14	58	57	101	2	89,3
3	22	61,00	61,00	97	2	55,5	4	15	53	52	102,5	2	89,1
3	23	71,00	71,00	84,8	6	66,1	4	16	1	2	7089	0	7089
3	24	27,00	27,00	116,2	2	91,9	4	17	28	27	110	2	50,6
3	25	39,00	39,00	82,2	1	71,9	4	18	62	61	35,2	3	17,5
3	26	17,00	17,00	116	1	65,4	4	19	53	53	36,1	2	26,1
3	27	92,00	90,00	54	2	43	4	20	64	64	18,6	2	16,58
3	28	42,00	42,00	35,22	1	34,05	4	21	64	64	28,8	3	21
3	29	145,00	145,00	95	4	76,1	4	22	60	60	26,4	2	21,88
3	30	92,00	92,00	80,4	1	74,6	4	23	65	64	23,7	2	19,66
							4	24	70	70	27	4	19,03
							4	25	133	132	46	5	27,2
							4	26	50	50	24,9	4	19,37
							4	27	15	15	51,4	1	29,6
							4	28	15	15	29,3	1	23,9
							4	29	58	58	83	3	52,5
							4	30	82	79	72,8	2	63,5

Elaborado por: Autor, 2022

Para observar la relación que existe entre ambos promedios se realiza la siguiente operación:

$$Relacion = \frac{\text{Primer promedio exclusión de cero}}{\text{Segundo promedio exclusion de valores fuera de tres sigma}}$$

$$Relación_{Grupo 1 febrero} = \frac{66.6}{55.4}$$

$$Relación_{Grupo 1 febrero} = 1.202$$

El valor 1.202 obtenido de la relación indica que para el grupo analizado hay una variación aproximada del 20% del valor del tiempo estándar en referencia al tiempo cronometro, este análisis engloba a obtener una idea de los rangos que presentan las actividades realizadas en función del tiempo que se emplea en cumplirlas.

Para la selección de grupos de datos se toma como referencia el tiempo estándar proporcionado por la empresa de confección como se muestra en la (Figura 10), esto con el fin de depurar los grupos que no son de las actividades que inicialmente se realizaban en la máquina analizada.

Figura 10 Datos de tiempo estándar proporcionado por la empresa de confección para las actividades analizadas

Código	Detalle	Tiempo Cronómetro (segundos)	% Ritmo	% suplementos	SAM (minutos)
23	Pegado Bolsillo cuadrado parche, 3 lados, 2 agujas	78.56	100%	22%	1.597
358	Pegado bolsillo cuadrado parche, 2 costuras, no paralelas	97.23	105%	22%	2.076
343	Pegado Bolsillo redondo, 2 costuras paralelas	33.09	100%	22%	0.673

Nota: La imagen muestra los registros de datos de tiempos proporcionados por la empresa,

Elaborado por: Industria de confección.

Una vez obtenida la imagen anterior descrita, se calcula el rango de las actividades para clasificarlas y tabularlas, como se muestra a continuación:

Código:23

Detalle: Pegado bolsillo cuadrado parche, 3 lados, 2 agujas

Tiempo cronometro: 78.56 segundos

Ritmo: 100%

% Suplementos: 22%

$$\text{Intervalo}_{\text{Código } 23} = \text{Tiempo}_{\text{Cronómetro}} + \% \text{ Suplementos}$$

$$\% \text{ Suplementos} = \text{Tiempo}_{\text{Cronómetro}} * 22\%$$

$$\% \text{ Suplementos} = 78.56 * 22\%$$

$$\% \text{ Suplementos} = 17.283$$

$$\text{Intervalo}_{\text{Código } 23} = 78.56 + 17.283$$

$$\text{Intervalo}_{\text{Código } 23} = 95.84$$

Para las otras dos actividades se realiza de igual forma el mismo cálculo obteniendo los intervalos como se muestra en la (Figura 11).

Figura 11 Intervalos de tiempos para grupos según su código de actividad

Rangos de grupos			
Pegado de bolsillo cuadrado parche,3 lados, 2 agujas			
Código	23	Intervalo	78,56-95,84
Pegado de bolsillo cuadrado parche,2 costuras no paralelas, 2 agujas			
Código	358	Intervalo	97,23 - 124,56
Pegado de bolsillo redondo, 2 costuras paralelas			
Código	343	Intervalo	33,09 - 40,37

Elaborado por: Autor, 2022

En base a los intervalos calculados se identifican los grupos que están dentro de los valores referenciales y los demás no se toman a consideración para este estudio. La selección de los grupos se muestra en la (Figura 12).

Figura 12 Identificación de grupos según su código de actividad dentro de los intervalos calculados

Mes	Grupo	Número de datos iniciales	Número de datos sin cero	Primer promedio excluyendo 0/ tiempo estándar	Número de puntos fuera de límites de control 3 sigma	Segundo promedio excluyendo valores mayores a 3 sigma/ t cronomet	Relacion 1er Promedio/ 2do promedio	Codigo Reconocimiento de grupo según Testandar
2	1	58	46	66,6	3	55,4	1,20216606	*
2	2	35	31	100	1	75,8	1,31926121	358
2	3	64	62	67,5	3	58,5	1,15384615	*
2	4	149	140	77	5	57,2	1,34615385	*
2	5	43	41	64,5	3	52,2	1,23563218	*
2	6	114	101	55	3	51,7	1,06382979	*
2	7	83	81	70,2	2	59,2	1,18581081	*
2	8	103	102	79,2	3	70,2	1,12820513	23
2	9	93	91	70,5	6	53,8	1,31040892	*
2	10	51	50	97	1	69,4	1,39769452	*
2	11	97	87	81,9	4	66,6	1,22972973	23
2	12	77	75	94,3	4	79,1	1,19216182	23
2	13	106	99	68,2	4	58,7	1,17036775	*
2	14	66	59	63,2	4	52,3	1,208413	*
2	15	66	67	128	2	98	1,30612245	*
2	16	55	54	130,2	2	114,8	1,13850174	*
3	1	14,00	11,00	32,5	1	7,8	4,16666667	*
3	2	58,00	53,00	110	1	75,2	1,46276596	358
3	3	98,00	89,00	148	4	65,7	2,25266362	*
3	4	56,00	55,00	94,7	2	79	1,19873418	23
3	5	101,00	101,00	76,1	4	66,9	1,13751868	*
3	6	99,00	99,00	100	4	74,7	1,33868809	358
3	7	82,00	82,00	91,4	2	82,6	1,10653753	23
3	8	42,00	42,00	86,2	2	80,2	1,07481297	23
3	9	20,00	19,00	102,1	0	102,1		358
3	10	56,00	55,00	97,5	2	79,4	1,2279597	358
3	11	90,00	88,00	71,9	4	62,8	1,14490446	*
3	12	22,00	22,00	80,8	1	69,5	1,16258993	23
3	13	69,00	69,00	90	3	63,7	1,1287284	23
3	14	23,00	23,00	88,3	1	77,3	1,14230272	23
3	15	147,00	147,00	70,2	8	59,5	1,17983193	*
3	16	56,00	54,00	43,1	1	41,2	1,0461165	*
3	17	67,00	67,00	62	1	48,1	1,3898129	*
3	18	26,00	26,00	31,92	2	28,5	1,12	*
3	19	63,00	63,00	39,2	3	33,85	1,15805022	343
3	20	20,00	19,00	58,1	2	42,4	1,37028302	*
3	21	53,00	53,00	54,6	1	54,5	1,06019417	*
3	22	61,00	61,00	97	2	55,5	1,74774775	*
3	23	71,00	71,00	84,8	6	66,1	1,28290469	23
3	24	27,00	27,00	116,2	2	91,9	1,26441785	358
3	25	39,00	39,00	82,2	1	71,9	1,14320452	23
3	26	17,00	17,00	116	1	65,4	1,77370031	358
3	27	92,00	90,00	54	2	43	1,25581395	*
3	28	42,00	42,00	35,22	1	34,05	1,03436123	343
3	29	145,00	145,00	95	2	44	1,24835742	23
3	30	92,00	92,00	80,4	1	74,6	1,07774799	23
3	31	63,00	63,00	89,8	1	87	1,03218391	23
3	32	60,00	59,00	82,1	2	71,4	1,14985994	23
3	33	58,00	57,00	81,9	2	66,6	1,22972973	23
3	34	43,00	43,00	107	1	76,8	1,39322917	358
3	35	79,00	79,00	131	2	71,4	1,83473389	*
3	36	30,00	30,00	106	1	91,7	1,15594329	358
3	37	28,00	26,00	87	0	85		23
3	38	77,00	74,00	90	3	73,1	1,23119015	23
3	39	52,00	50,00	134,1	2	116,5	1,15107296	*
3	40	57,00	56,00	124	3	89	1,39325843	*
3	41	106,00	106,00	96,6	1	91,2	1,03210526	358
3	42	4,00	4,00	153,3	0	153,3	1	*
3	43	59,00	57,00	145	3	90,6	1,6004415	*
3	44	36,00	36,00	109,3	1	112,3	0,97328584	358
3	45	31,00	30,00	162	1	109,9	1,47406733	*
3	46	17,00	17,00	160	1	128,5	1,24513619	*
3	47	79,00	78,00	103,3	2	94,9	1,08851423	358
3	48	61,00	59,00	116,5	2	101,1	1,15232443	358
3	49	30,00	28,00	87	2	71	1,22535211	23
3	50	63,00	61,00	118	1	99,1	1,19071645	358
3	51	56,00	56,00	191	1	97	1,96907216	*
3	52	35,00	35,00	126,3	1	119,5	1,05690377	*
3	53	7,00	7,00	120,4	0	120,4		*
4	1	30	29	111	1	99,8	1,11222445	358
4	2	84	84	150	4	110	1,36363636	*
4	3	57	55	125,5	2	107,5	1,16744186	*
4	4	43	43	123,2	1	114,4	1,07692308	*
4	5	19	18	62,5	1	58,5	1,06837607	*
4	6	41	40	115,3	4	77,4	1,48966408	358
4	7	48	48	123,4	0	123,4	1	*
4	8	25	25	152	1	123,4	1,23176661	*
4	9	110	108	122	3	109,1	1,11824015	*
4	10	24	24	133	0	133	1	*
4	11	30	28	102	1	93,2	1,0944206	358
4	12	77	79	130	2	86	1,51162791	*
4	13	54	55	136	1	112,1	1,2132025	*
4	14	58	57	101	2	89,3	1,13101904	358
4	15	53	52	102,5	2	89,1	1,15039282	358
4	16	1	2	7089	1	7089	1	*
4	17	28	27	110	2	50,6	2,17991304	358
4	18	62	61	35,2	3	17,5	2,01142857	343
4	19	53	53	36,1	2	26,1	1,38314176	343
4	20	64	64	18,6	2	16,58	1,12183353	*
4	21	64	64	28,8	3	21	1,3742857	*
4	22	60	60	26,4	2	21,88	1,20658135	*
4	23	65	64	23,7	2	19,66	1,20549339	*
4	24	70	70	27	4	19,03	1,4188124	*
4	25	133	132	46	5	27,2	1,69117647	*
4	26	50	50	24,9	4	19,37	1,28549303	*
4	27	15	15	51,4	1	29,6	1,73648649	*
4	28	15	15	29,3	1	23,9	1,22594142	*
4	29	58	58	83	3	52,5	1,58095238	23
4	30	82	79	72,8	2	63,5	1,14645669	*

Elaborado por: Autor, 2022

Una vez identificados los grupos se obtienen en total 4 grupos para el mes de febrero, 33 grupos para el mes de marzo y 12 grupos para el mes de abril como se muestra a continuación en la (Figura 13) obteniendo un total de 44 grupos a ser analizados, cumpliendo con el cálculo de la muestra finita que se necesitaba 41 grupos a ser analizados, para analizar los datos se coloca dos columnas donde se muestra el dato de tiempo sigma cronometro y tiempo estándar proporcionado por la industria de confección.

Figura 13 Selección de grupos a ser analizados

Mes	Grupo	Número de datos iniciales	Número de datos sin cero	Primer promedio excluyendo 0/ tiempo estandar	Número de puntos fuera de límites de control 3 sigma	Segundo promedio excluyendo valores mayores a 3 sigma/ t cronomet	Relacion 1er Promedio/ 2do promedio	Codigo Reconocimiento de grupo según T estandar	Cronometro	STD
2	2	35	31	100	1	75,8	1,31926121	358	97,23	124,56
2	8	103	102	79,2	3	70,2	1,12820513	23	78,56	95,82
2	11	97	87	81,9	4	66,6	1,22972973	23	78,56	95,82
2	12	77	75	94,3	4	79,1	1,19216182	23	78,56	95,82
3	2	58,00	53,00	110	1	75,2	1,46276596	358	97,23	124,56
3	4	56,00	55,00	94,7	2	79	1,19873418	23	78,56	95,82
3	6	99,00	99,00	100	4	74,7	1,33868809	358	97,23	124,56
3	7	82,00	82,00	91,4	2	82,6	1,10653753	23	78,56	95,82
3	8	42,00	42,00	86,2	2	80,2	1,07481297	23	78,56	95,82
3	9	20,00	19,00	102,1	0	102,1	1	358	97,23	124,56
3	10	56,00	55,00	97,5	2	79,4	1,2279597	358	97,23	124,56
3	12	22,00	22,00	80,8	1	69,5	1,16258993	23	78,56	95,82
3	13	69,00	69,00	90	3	63,7	1,41287284	23	78,56	95,82
3	14	23,00	23,00	88,3	1	77,3	1,14230272	23	78,56	95,82
3	19	63,00	63,00	39,2	3	33,85	1,15805022	343	33,09	40,38
3	23	71,00	71,00	84,8	6	66,1	1,28290469	23	78,56	95,82
3	24	27,00	27,00	116,2	2	91,9	1,26441785	358	97,23	124,56
3	25	39,00	39,00	82,2	1	71,9	1,14325452	23	78,56	95,82
3	26	17,00	17,00	116	1	65,4	1,77370031	358	97,23	124,56
3	28	42,00	42,00	35,22	1	34,05	1,03436123	343	33,09	40,38
3	29	145,00	145,00	95	4	76,1	1,24835742	23	78,56	95,82
3	30	92,00	92,00	80,4	1	74,6	1,07774799	23	78,56	95,82
3	31	63,00	63,00	89,8	1	87	1,03218391	23	78,56	95,82
3	32	60,00	59,00	82,1	2	71,4	1,14985994	23	78,56	95,82
3	33	58,00	57,00	81,9	2	66,6	1,22972973	23	78,56	95,82
3	34	43,00	43,00	107	1	76,8	1,39322917	358	97,23	124,56
3	36	30,00	30,00	106	1	91,7	1,15594329	358	97,23	124,56
3	37	28,00	26,00	85	0	85	1	23	78,56	95,82
3	38	77,00	74,00	90	3	73,1	1,23119015	23	78,56	95,82
3	40	57,00	56,00	124	3	89	1,39325843	358	97,23	124,56
3	41	106,00	106,00	99,6	3	91,2	1,09210526	358	97,23	124,56
3	44	36,00	36,00	109,3	1	112,3	0,97328584	358	97,23	124,56
3	47	79,00	78,00	103,3	2	94,9	1,08851423	358	97,23	124,56
3	48	61,00	59,00	116,5	2	101,1	1,15232443	358	97,23	124,56
3	49	30,00	28,00	87	2	71	1,22535211	23	78,56	95,82
3	50	63,00	61,00	118	1	99,1	1,19071645	358	97,23	124,56
3	53	7,00	7,00	120,4	0	120,4	1	358	97,23	124,56
4	1	30	29	111	1	99,8	1,11222445	358	97,23	124,56
4	4	43	43	123,2	1	114,4	1,07692308	358	97,23	124,56
4	6	41	40	115,3	4	77,4	1,48966408	358	97,23	124,56
4	7	48	48	123,4	0	123,4	1,00	358	97,23	124,56
4	9	110	108	122	3	109,1	1,11824015	358	97,23	124,56
4	11	30	28	102	1	93,2	1,0944206	358	97,23	124,56
4	14	58	57	101	2	89,3	1,13101904	358	97,23	124,56
4	15	53	52	102,5	2	89,1	1,15039282	358	97,23	124,56
4	17	28	27	110	2	50,6	2,17391304	358	97,23	124,56
4	18	62	61	35,2	3	17,5	2,01142857	343	33,09	40,38
4	19	53	53	36,1	2	26,1	1,38314176	343	33,09	40,38
4	29	58	58	83	3	52,5	1,58095238	23	78,56	95,82

Elaborado por: Autor, 2022

Para facilidad de análisis se filtran los grupos de datos por actividad obteniendo para la actividad código 23; pegado de bolsillo cuadrado parche, 3 lados, 2 agujas la (Figura 14)

Figura 14 Datos de actividad código 23 pegado de bolsillo cuadrado, parche, 3 lados, 2 agujas

Mes	Grupo	Número de datos iniciales	Número de datos sin cero	Primer promedio excluyendo 0/ tiempo estandar	Número de puntos fuera de límites de control 3 sigma	Segundo promedio excluyendo valores mayores a 3 sigma/ t cronomet	Relacion 1er Promedio/ 2do promedio	Codigo Reconocimieto de grupo según T estandar	Cronometro	STD
2	8	103	102	79,2	3	70,2	1,12820513	23	78,56	95,82
2	11	97	87	81,9	4	66,6	1,22972973	23	78,56	95,82
2	12	77	75	94,3	4	79,1	1,19216182	23	78,56	95,82
3	4	56,00	55,00	94,7	2	79	1,19873418	23	78,56	95,82
3	7	82,00	82,00	91,4	2	82,6	1,10653753	23	78,56	95,82
3	8	42,00	42,00	86,2	2	80,2	1,07481297	23	78,56	95,82
3	12	22,00	22,00	80,8	1	69,5	1,16258993	23	78,56	95,82
3	13	69,00	69,00	90	3	63,7	1,41287284	23	78,56	95,82
3	14	23,00	23,00	88,3	1	77,3	1,14230272	23	78,56	95,82
3	23	71,00	71,00	84,8	6	66,1	1,28290469	23	78,56	95,82
3	25	39,00	39,00	82,2	1	71,9	1,14325452	23	78,56	95,82
3	29	145,00	145,00	95	4	76,1	1,24835742	23	78,56	95,82
3	30	92,00	92,00	80,4	1	74,6	1,07774799	23	78,56	95,82
3	31	63,00	63,00	89,8	1	87	1,03218391	23	78,56	95,82
3	32	60,00	59,00	82,1	2	71,4	1,14985994	23	78,56	95,82
3	33	58,00	57,00	81,9	2	66,6	1,22972973	23	78,56	95,82
3	37	28,00	26,00	85	0	85	1	23	78,56	95,82
3	38	77,00	74,00	90	3	73,1	1,23119015	23	78,56	95,82
3	49	30,00	28,00	87	2	71	1,22535211	23	78,56	95,82
4	29	58	58	83	3	52,5	1,58095238	23	78,56	95,82

Elaborado por: Autor, 2022

Para la actividad código 358; pegado de bolsillo cuadrado parche, 2 costuras, no paralelas se obtiene lo siguiente como muestra la (Figura 15)

Figura 15 Datos de la actividad código 358; pegado de bolsillo cuadrado parche, 2 costuras, no paralelas

Mes	Grupo	Número de datos iniciales	Número de datos sin cero	Primer promedio excluyendo 0/ tiempo estandar	Número de puntos fuera de límites de control 3 sigma	Segundo promedio excluyendo valores mayores a 3 sigma/ t cronomet	Relacion 1er Promedio/ 2do promedio	Codigo Reconocimiento de grupo según T estandar	Cronometro	STD
2	2	35	31	100	1	75,8	1,31926121	358	97,23	124,56
3	2	58,00	53,00	110	1	75,2	1,46276596	358	97,23	124,56
3	6	99,00	99,00	100	4	74,7	1,33868809	358	97,23	124,56
3	9	20,00	19,00	102,1	0	102,1	1	358	97,23	124,56
3	10	56,00	55,00	97,5	2	79,4	1,2279597	358	97,23	124,56
3	24	27,00	27,00	116,2	2	91,9	1,26441785	358	97,23	124,56
3	26	17,00	17,00	116	1	65,4	1,77370031	358	97,23	124,56
3	34	43,00	43,00	107	1	76,8	1,39322917	358	97,23	124,56
3	36	30,00	30,00	106	1	91,7	1,15594329	358	97,23	124,56
3	40	57,00	56,00	124	3	89	1,39325843	358	97,23	124,56
3	41	106,00	106,00	99,6	3	91,2	1,09210526	358	97,23	124,56
3	44	36,00	36,00	109,3	1	112,3	0,97328584	358	97,23	124,56
3	47	79,00	78,00	103,3	2	94,9	1,08851423	358	97,23	124,56
3	48	61,00	59,00	116,5	2	101,1	1,15232443	358	97,23	124,56
3	50	63,00	61,00	118	1	99,1	1,19071645	358	97,23	124,56
3	53	7,00	7,00	120,4	0	120,4	1	358	97,23	124,56
4	1	30	29	111	1	99,8	1,11222445	358	97,23	124,56
4	4	43	43	123,2	1	114,4	1,07692308	358	97,23	124,56
4	6	41	40	115,3	4	77,4	1,48966408	358	97,23	124,56
4	7	48	48	123,4	0	123,4	1,00	358	97,23	124,56
4	9	110	108	122	3	109,1	1,11824015	358	97,23	124,56
4	11	30	28	102	1	93,2	1,0944206	358	97,23	124,56
4	14	58	57	101	2	89,3	1,13101904	358	97,23	124,56
4	15	53	52	102,5	2	89,1	1,15039282	358	97,23	124,56
4	17	28	27	110	2	50,6	2,17391304	358	97,23	124,56

Elaborado por: Autor, 2022

Finalmente, para la actividad código 343; pegado de bolsillo redondo, 2 costuras paralelas se obtienen lo siguiente como muestra la (Figura 16)

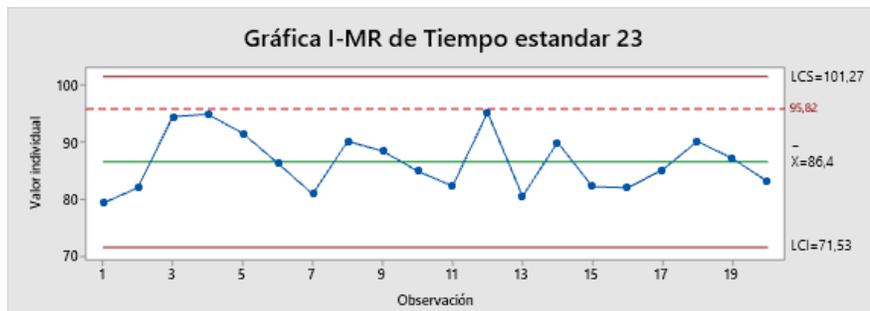
Figura 16 Datos de la actividad código 343; pegado de bolsillo redondo, 2 costuras paralelas

Mes	Grupo	Número de datos iniciales	Número de datos sin cero	Primer promedio excluyendo 0/ tiempo estandar	Número de puntos fuera de límites de control 3 sigma	Segundo promedio excluyendo valores mayores a 3 sigma/ t cronomet	Relacion 1er Promedio/ 2do promedio	Codigo Reconocimiento de grupo según T estandar	Cronometro	STD
3	19	63,00	63,00	39,2	3	33,85	1,15805022	343	33,09	40,38
3	28	42,00	42,00	35,22	1	34,05	1,03436123	343	33,09	40,38
4	18	62	61	35,2	3	17,5	2,01142857	343	33,09	40,38
4	19	53	53	36,1	2	26,1	1,38314176	343	33,09	40,38

Elaborado por: Autor, 2022

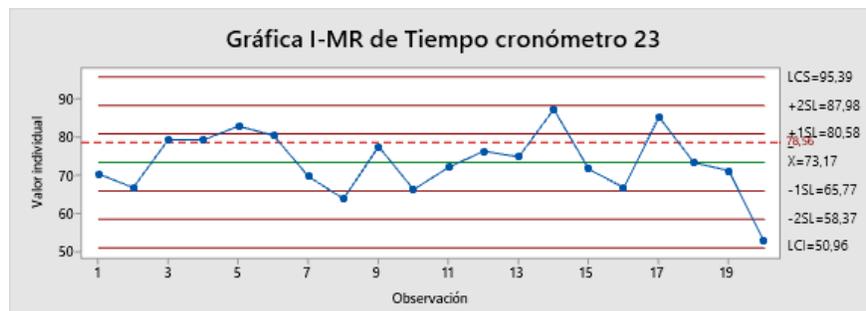
Con la ayuda del software estadístico se presentan las gráficas de control (Figura 17) y (Figura 18) para el tiempo estándar y tiempo cronómetro relacionando con los tiempos establecidos por la empresa para la actividad código 23.

Figura 17 Gráfica de control de valores individuales para el tiempo estándar obtenido para la actividad 23 en relación al tiempo estándar establecido por la empresa.



Elaborado por: Autor, 2022

Figura 18 Gráfica de control de valores individuales para el tiempo cronómetro obtenido para la actividad 23 en relación al tiempo cronómetro establecido por la empresa.



Elaborado por: Autor, 2022

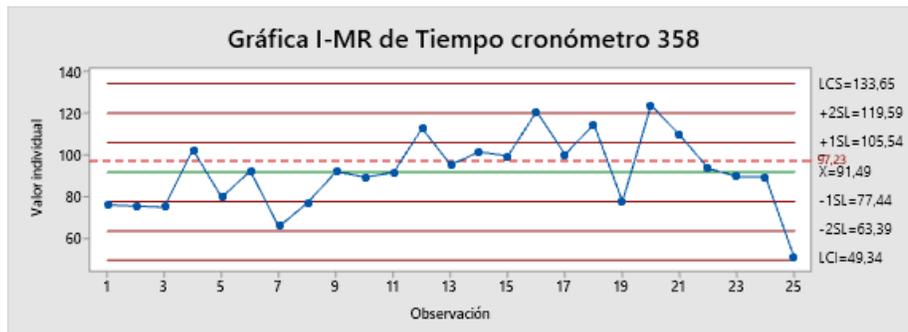
Se presentan las gráficas de control (Figura 19) y (Figura 20) para el tiempo estándar y tiempo cronómetro relacionando con los tiempos establecidos por la empresa para la actividad código 358.

Figura 19 Gráfica de control de valores individuales para el tiempo estándar obtenido para la actividad 358 en relación al tiempo estándar establecido por la empresa.



Elaborado por: Autor, 2022

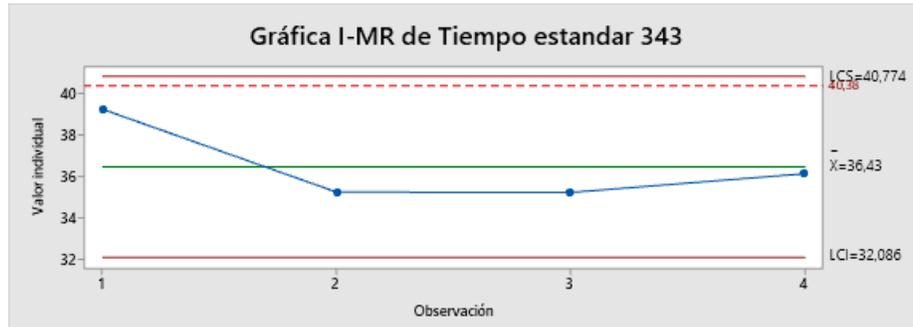
Figura 20 Gráfica de control de valores individuales para el tiempo cronómetro obtenido para la actividad 358 en relación al tiempo cronómetro establecido por la empresa.



Elaborado por: Autor, 2022

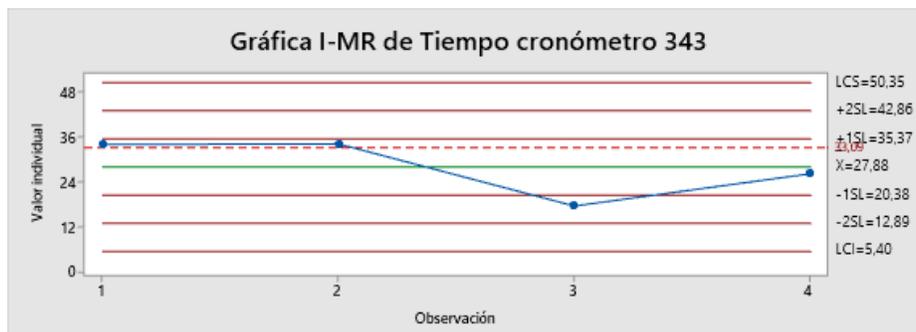
Se presentan las gráficas de control (Figura 21) y (Figura 22) para el tiempo estándar y tiempo cronómetro relacionando con los tiempos establecidos por la empresa para la actividad código 343.

Figura 21 Gráfica de control de valores individuales para el tiempo estándar obtenido para la actividad 343 en relación al tiempo estándar establecido por la empresa.



Elaborado por: Autor, 2022

Figura 22 Gráfica de control de valores individuales para el tiempo cronómetro obtenido para la actividad 343 en relación al tiempo cronómetro establecido por la empresa.



Elaborado por: Autor, 2022

Verificación de la hipótesis

Código	Promedios obtenidos		Tiempos empresa	
	Estándar	Cronómetro	Estándar	Cronómetro
23	86,4	73,175	95,82	78,56
358	110,252	91,492	124,56	97,23
343	36,43	27,875	40,38	33,09

Figura 23 Análisis de regresión lineal de los tiempos estándar vs los tiempos promedio estándar del dispositivo

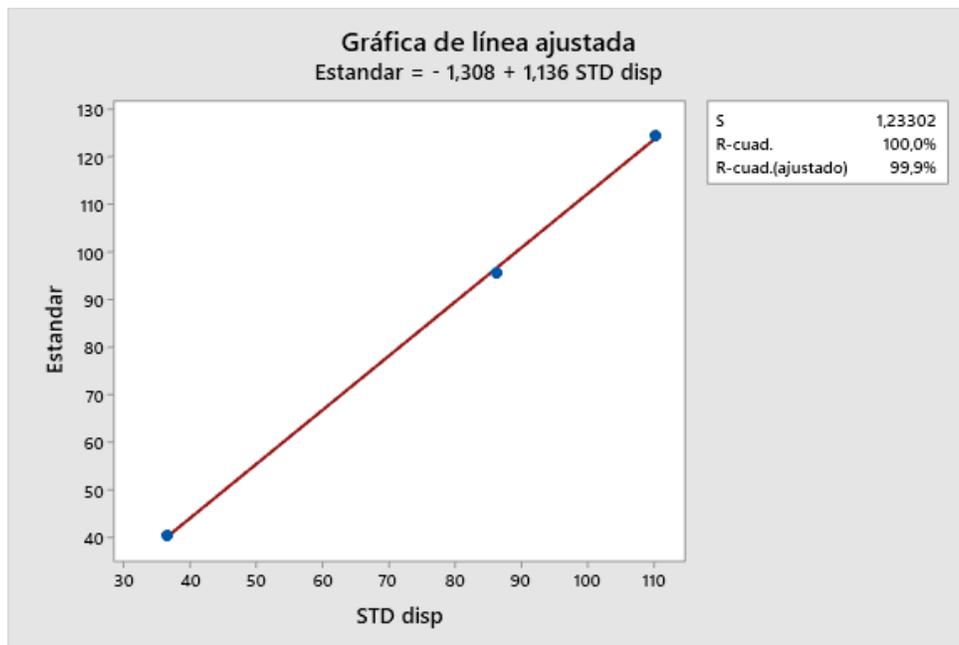
La ecuación de regresión es
 Estandar = - 1,308 + 1,136 STD disp

Resumen del modelo

	S	R-cuad. (ajustado)	R-cuad.
	1,23302	99,96%	99,92%

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	3660,43	3660,43	2407,65	0,013
Error	1	1,52	1,52		
Total	2	3661,95			



Elaborado por: Autor, 2022

Al realizar el análisis de regresión lineal se observa que al relacionar los datos de tiempo estándar del dispositivo con el tiempo estándar definido por la empresa tenemos un coeficiente de correlación ajustado de 99.92% lo cual indica la interdependencia de las variables, además que se

obtiene un coeficiente de correlación al cuadrado de 99.96% es decir se tiene casi una correlación perfecta donde los valores observados se aproximan a ser iguales como se indica en la (Figura 23), donde los puntos en la gráfica llegan a confundirse en la recta, además se puede asegurar que se tiene una correlación excelente debido a que r es mayor a 0.9 pero menor que 1. (Ciro Martinez, 2019)

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Interpretación de resultados

Al iniciar el estudio se toma como base los registros obtenidos desde el mes de febrero hasta el mes de abril con 5825 datos mismos que se separan en grupos obteniendo 99 en total como se muestra en la (Figura 24).

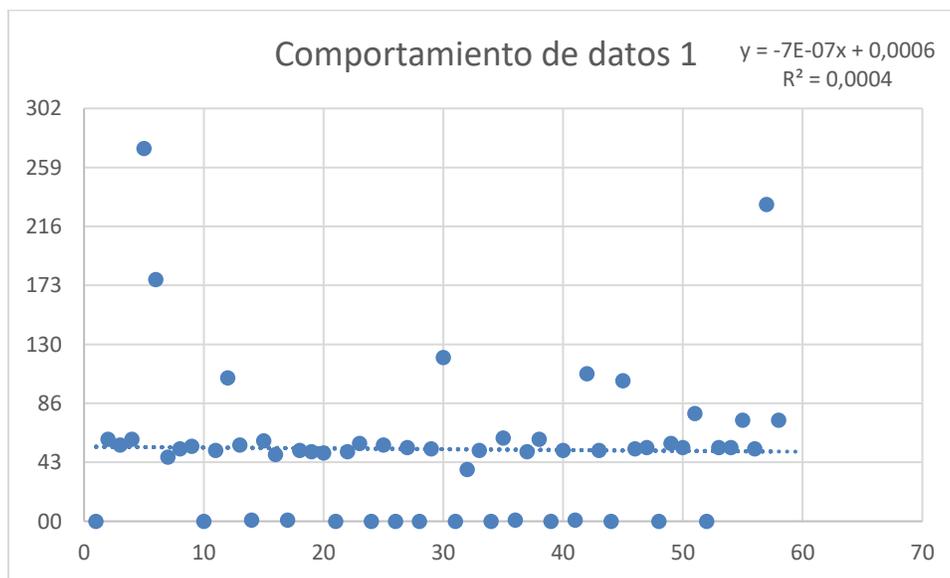
Figura 24 Conteo total de grupos para los meses a analizar

	Febrero	Marzo	Abril
1	58	14,00	30
2	35	58,00	84
3	64	98,00	57
4	149	56,00	43
5	43	101,00	19
6	114	99,00	41
7	83	82,00	48
8	103	42,00	25
9	93	20,00	110
10	51	56,00	24
11	97	90,00	30
12	77	22,00	77
13	106	69,00	54
14	66	23,00	58
15	66	147,00	53
16	55	56,00	1
17		69,00	28
18		26,00	62
19		63,00	53
20		20,00	64
21		53,00	64
22		61,00	60
23		71,00	65
24		27,00	70
25		39,00	133
26		17,00	50
27		92,00	15
28		42,00	15
29		145,00	58
30		92,00	82
31		63,00	
32		60,00	
33		58,00	
34		43,00	
35		79,00	
36		30,00	
37		28,00	
38		77,00	
39		52,00	
40		57,00	
41		106,00	
42		4,00	
43		59,00	
44		36,00	
45		31,00	
46		17,00	
47		79,00	
48		61,00	
49		30,00	
50		63,00	
51		56,00	
52		35,00	
53		7,00	
Total Grupos	16	53	30
Total		99	

Elaborado por: Autor, 2022

Se realiza gráficas de dispersión para valores individuales en un software estadístico con el objetivo de obtener una primera idea de cuál es el comportamiento de cada grupo que representa diferentes actividades realizadas en la máquina de costura estudiada, con ello se obtiene que la mayoría de grupos presenta una nube de datos poco dispersa en comparación a su línea de tendencia, pero existen registros muy dispersos como se muestra en la (Figura 25), además se tiene datos registrados en cero lo cual se puede interpretar que fue un error de lectura o se realizó doble pulsación consecutiva por parte del operario.

Figura 25 Elaboración de gráficos de dispersión del primer grupo de datos del mes de febrero



Elaborado por: Autor, 2022

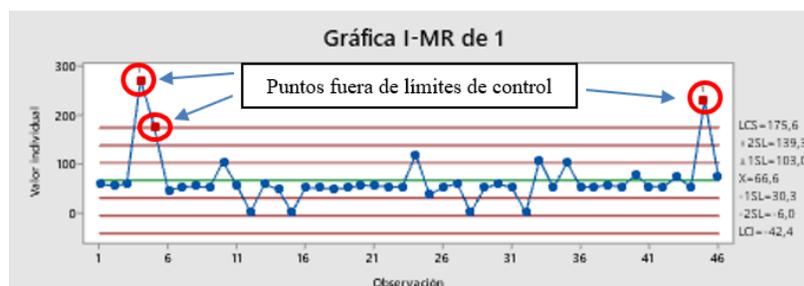
Para obtener el número de grupos con los cuales se va a realizar el estudio se realiza el cálculo de muestra finita proponiendo una confianza de 90% y margen de error del 10%, con esto se obtiene que se debe trabajar con un total de 41 grupos, para ello en base a los registros de tiempos estándar proporcionados por la empresa se identifican las actividades realizadas con rangos de tiempos calculados tomando como referencia al tiempo cronometro y suplementos, para establecer los intervalos y poder escoger los grupos que según el promedio entren en alguna

de las 3 actividades que se va a estudiar, esto debido a que por problemas de producción la máquina de costura fue ocupada para realizar otras actividades obteniendo registros no previstos para este estudio.

Identificados los grupos de datos según la actividad realizada como se muestra en la (Figura 12) se obtiene 4 grupos para el mes de febrero, 33 grupos para el mes de marzo y 12 grupos para el mes de abril en total 49 grupos a ser analizados permitiendo cumplir el número de datos establecidos en el cálculo de muestra finita en el capítulo II.

Al obtener una visión más clara del comportamiento de los datos se elimina los registros en cero esto debido a que no puede existir actividades con dicho valor, una vez excluido el registro con la ayuda de un software estadístico se realiza las nuevas graficas de control presentando variación en sus valores promedios en algunos casos donde se presentó el registro de valores en cero como se muestra en la (Figura 26), basados en esta primera depuración se obtiene nubes de datos con poca dispersión y en muchos de los casos la tendencia de los datos no supera el 1 sigma o 2 sigma, pero existen datos fuera de los límites de control mayor a 3 sigma, también se puede hacer referencia que con la eliminación de este dato estaríamos obteniendo e tiempo estándar de las actividades donde los picos de datos representan las holguras de las actividades.

Figura 26 Elaboración de graficas de control con exclusión de los registros en cero, ejemplo tomado del grupo 1 para el mes de febrero

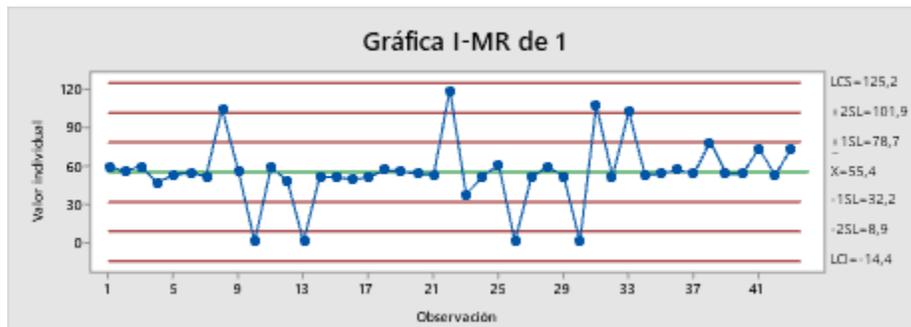


Elaborado por: Autor, 2022

Para continuar con el análisis y depuración de datos que en general son muy dispersos y fuera de lo normal se realiza el uso de la herramienta del 3 sigma según indica el libro de estudios de tiempos y movimientos de Niebel, con lo cual se puede eliminar los valores que salen fuera de los límites de control mayores a 3 sigma.

Una vez eliminados los valores fuera de 3 sigma se realiza nuevas graficas de control como se muestra en la (Figura 27) permitiendo observar que los datos forman una tendencia donde la nube formada no presenta demasiada dispersión en referencia a la media, además se estaría estableciendo el tiempo cronometro de la actividad esto debido a que los valores picos eliminados representarían las holguras de las actividades estudiadas.

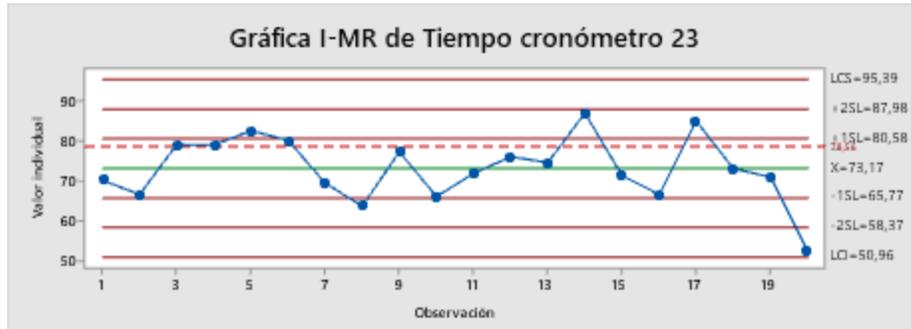
Figura 27 Elaboración de graficas de control con eliminación de valores mayores a 3 sigma, ejemplo tomado del grupo 1 para el mes de febrero



Elaborado por: Autor, 2022

Para las tres actividades estudiadas se obtiene que el tiempo cronómetro proporcionado por la empresa es el que más se ajusta a la media en cada una de las gráficas de control como se muestra en la (Figura 28).

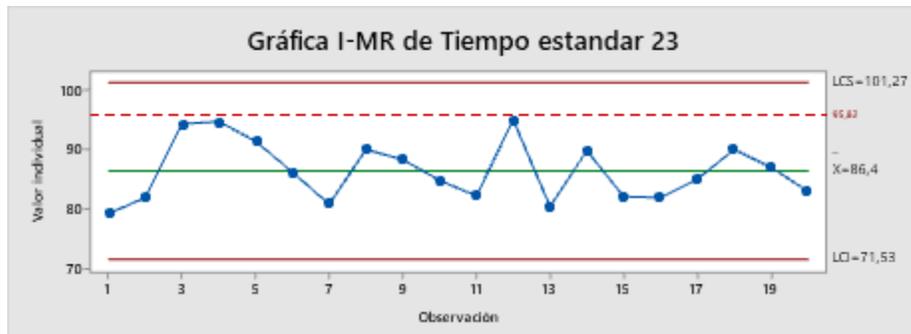
Figura 28 Elaboración de gráficas de control para la actividad 23 en referencia al tiempo cronómetro establecido por la industria de confección.



Elaborado por: Autor, 2022

Por otra parte, en las gráficas de tiempo estándar, el tiempo proporcionado por la empresa si bien esta dentro del rango de los límites de control si se encuentra más dispersa de la media como se muestra en la (Figura 29).

Figura 29 Elaboración de gráficas de control para la actividad 23 en referencia al tiempo estándar establecido por la industria de confección.



Elaborado por: Autor, 2022

Para realizar el análisis se obtienen los promedios de los grupos, esto con el objetivo de analizar la correlación de los grupos de datos con los tiempos estándar y tiempos cronometro establecidos por la empresa, posterior a esto se obtiene que los tiempos cronómetros y estándar promedios obtenidos para las tres actividades y están por debajo del tiempo cronómetro y estándar establecido por la empresa como se muestra en la (Figura 30).

Figura 30 Promedios obtenidos según la actividad realizada para comparación con tiempos establecidos por la empresa

Código	Promedios obtenidos		Tiempos empresa	
	Estándar	Cronómetro	Estándar	Cronómetro
23	86,4	73,175	95,82	78,56
358	110,252	91,492	124,56	97,23
343	36,43	27,875	40,38	33,09

Elaborado por: Autor, 2022

Con ayuda de la herramienta de regresión lineal se analizan los promedios de los valores obtenidos frente a los valores establecidos para el tiempo estándar lo cual se obtiene una correlación del 99.2% lo que indica que tenemos una correlación excelente.

Según estos resultados obtenidos se valida que el dispositivo de adquisición de datos permite obtener registros reales de los tiempos de producción y con la depuración de datos permite establecer el tiempo estándar de las actividades.

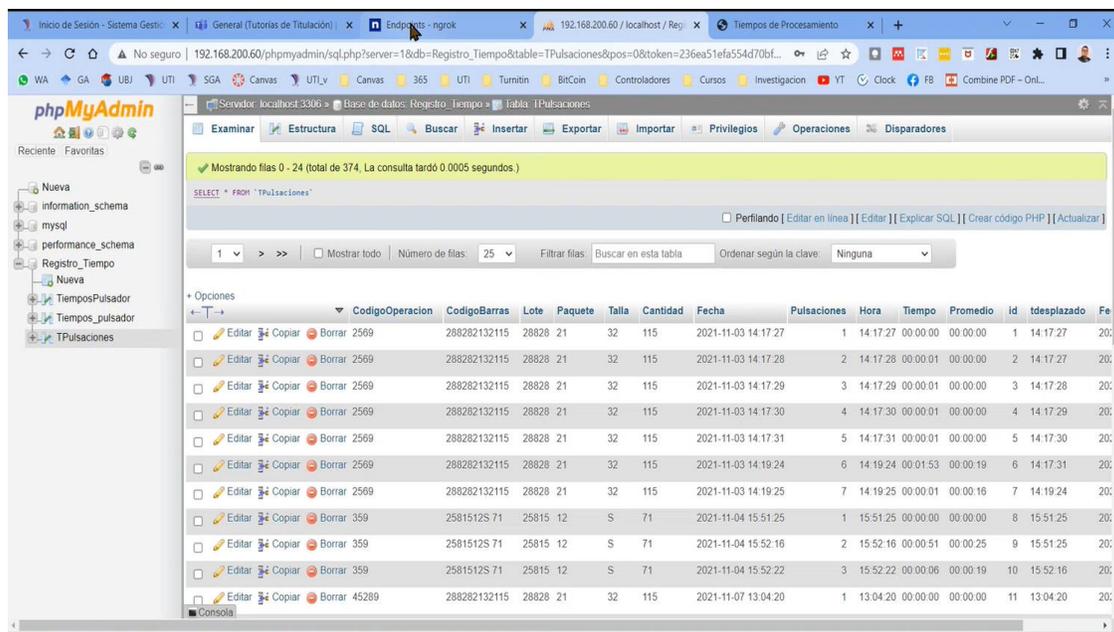
Contraste con otras investigaciones

En contraste con lo mencionado del autor (Cuyachamín, 2022) la correlación entre los tiempos de producción y tiempos estándar de operaciones permitirá validar el funcionamiento del dispositivo de adquisición de datos implementado en la industria de confección, por lo tanto en el análisis estadístico de los datos, una vez obtenido una correlación del 99.2% que es una correlación excelente se valida el funcionamiento del dispositivo, lo cual establece que es viable esta implementación como herramienta para registrar los datos reales de producción, además se podría mejorar utilizando nuevas tecnologías que permitan la facilidad de registrar los datos de forma automática esto con el fin de establecer menor dispersión en los registros, la implementación de nuevos modelos de programación pueden ayudar a mejorar el registro donde la identificación de datos muy dispersos fuera de 3 desviaciones estándar y los registros en cero

puedan ser eliminados de forma automática y se pueda establecer de forma directa el tiempo estándar y tiempo cronometro de las actividades.

En contraste con lo mencionado por el autor (Lluva, 2021), la existencia de varios dispositivos que se utilizan como herramientas para la obtención de datos y que principalmente se conectan a internet con el objetivo de enviar y recibir datos, se obtiene que la implementación del dispositivo de adquisición de datos logra establecer conexión a internet e interactuar con una base de datos para poder evidenciar la información a través de una interfaz como se muestra en la (Figura 31) y (Figura 32), Esto permitiendo evidenciar en tiempo real y desde cualquier parte del mundo la información que se ha generado para su posterior análisis.

Figura 31 Interfaz de registro de datos de datos reales de producción visualizados en la web



The screenshot shows the phpMyAdmin web interface. The browser address bar indicates the URL: 192.168.200.60/phpmyadmin/sql.php?server=1&db=Registro_Tiempo&table=TPulsaciones&pos=0&token=236ea51efa554d70bf... The interface displays a table with the following columns: CodigoOperacion, CodigoBarras, Lote, Paquete, Talla, Cantidad, Fecha, Pulsaciones, Hora, Tiempo, Promedio, id, tdesplazado, and Fe. The table contains 11 rows of data, with the first row having CodigoOperacion 2569, CodigoBarras 288282132115, Lote 28828, Paquete 21, Talla 32, Cantidad 115, Fecha 2021-11-03 14:17:27, Pulsaciones 1, Hora 14:17:27, Tiempo 00:00:00, Promedio 00:00:00, id 1, tdesplazado 14:17:27, and Fe 2021-11-03 14:17:27. The interface also shows a search bar, a 'Mostrar todo' button, and a 'Número de filas' dropdown set to 25.

CodigoOperacion	CodigoBarras	Lote	Paquete	Talla	Cantidad	Fecha	Pulsaciones	Hora	Tiempo	Promedio	id	tdesplazado	Fe
2569	288282132115	28828	21	32	115	2021-11-03 14:17:27	1	14:17:27	00:00:00	00:00:00	1	14:17:27	2021-11-03 14:17:27
2569	288282132115	28828	21	32	115	2021-11-03 14:17:28	2	14:17:28	00:00:01	00:00:00	2	14:17:27	2021-11-03 14:17:27
2569	288282132115	28828	21	32	115	2021-11-03 14:17:29	3	14:17:29	00:00:01	00:00:00	3	14:17:28	2021-11-03 14:17:28
2569	288282132115	28828	21	32	115	2021-11-03 14:17:30	4	14:17:30	00:00:01	00:00:00	4	14:17:29	2021-11-03 14:17:29
2569	288282132115	28828	21	32	115	2021-11-03 14:17:31	5	14:17:31	00:00:01	00:00:00	5	14:17:30	2021-11-03 14:17:30
2569	288282132115	28828	21	32	115	2021-11-03 14:19:24	6	14:19:24	00:01:53	00:00:19	6	14:17:31	2021-11-03 14:19:24
2569	288282132115	28828	21	32	115	2021-11-03 14:19:25	7	14:19:25	00:00:01	00:00:16	7	14:19:24	2021-11-03 14:19:24
359	2581512S 71	25815	12	S	71	2021-11-04 15:51:25	1	15:51:25	00:00:00	00:00:00	8	15:51:25	2021-11-04 15:51:25
359	2581512S 71	25815	12	S	71	2021-11-04 15:52:16	2	15:52:16	00:00:01	00:00:25	9	15:51:25	2021-11-04 15:52:16
359	2581512S 71	25815	12	S	71	2021-11-04 15:52:22	3	15:52:22	00:00:06	00:00:19	10	15:52:16	2021-11-04 15:52:16
45289	288282132115	28828	21	32	115	2021-11-07 13:04:20	1	13:04:20	00:00:00	00:00:00	11	13:04:20	2021-11-07 13:04:20

Nota: Imagen muestra la conexión y visualización de datos por medio de internet, adaptado de curso investigación IoT

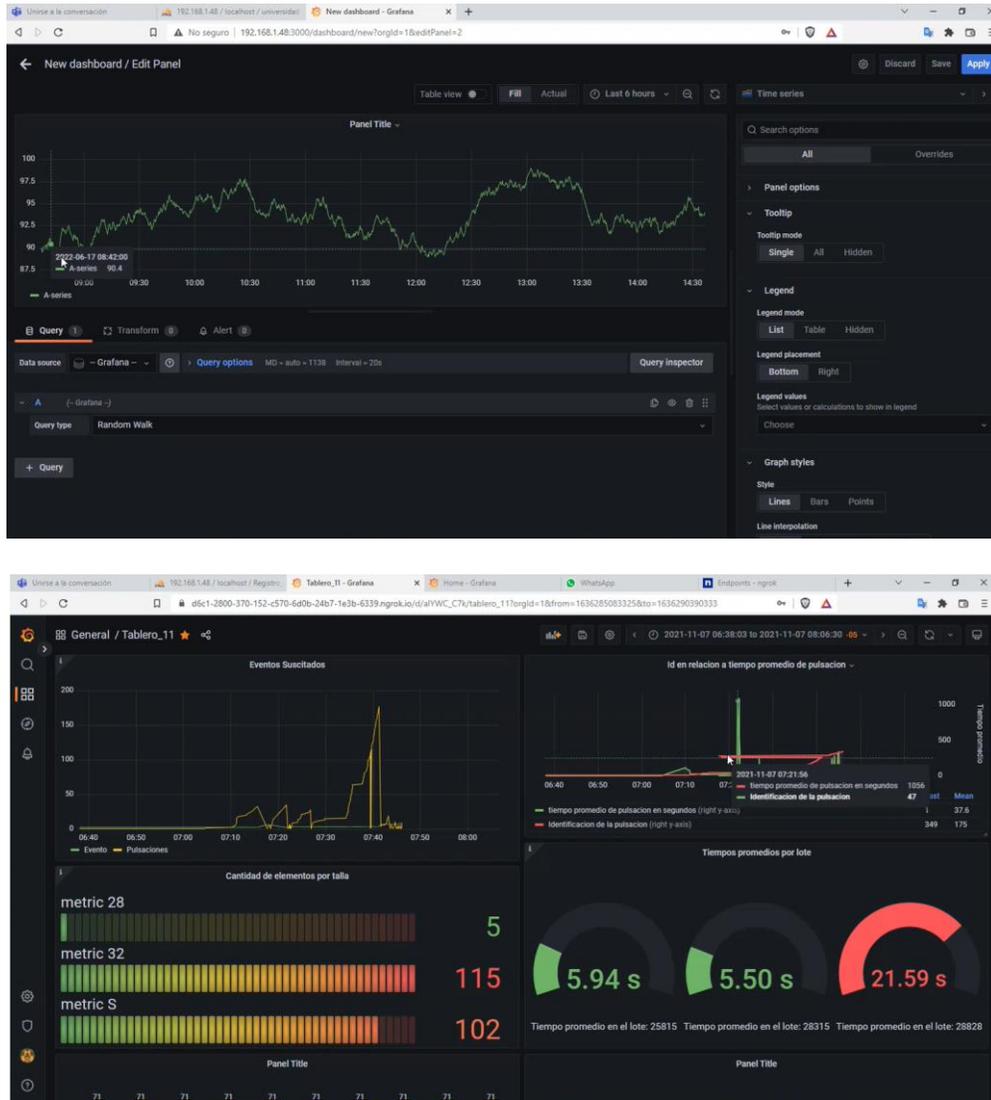
Figura 32 Registro de datos reales de producción en la web



Nota: Imagen muestra la conexión y visualización de datos por medio de internet, adaptado de curso investigación IoT

Según (Sedano, 2021), la recolección de datos en la industria es en base a la observación de los procesos, llevando registros manuales y estableciendo tiempos de los procesos con el uso de cronometro y hojas de registro, para ello el estudio realizado permite establecer un método o herramienta de medición de tiempos donde el registro de las actividades de producción son totalmente automáticas y al tener un dispositivo de adquisición de datos que se conecta al internet permite guardar la información en una base de datos que fácilmente puede ser visualizada de varias formas con la interacción de los datos por medio de una interfaz como se muestra en la (Figura 33), este método de auto registro puede ser el inicio de trabajar con big data e ingresar a la industria 4.0 donde la automatización de procesos y el IoT permiten la innovación de los procesos productivos.

Figura 33 Interfaz de visualización de la interacción de datos en función del tiempo mediante el uso de base de datos



Nota: Imagen muestra la visualización de datos por medio de internet y el uso de base de datos, adaptado de curso investigación IoT

Discusión de la verificación de la hipótesis

Previo al análisis de datos por grupos se planteó la realización de estudio por número de registros donde se obtuvo que se debía trabajar con 361 datos de 5825 lo cual representaba el 6.19% de datos obtenidos en tres meses y se planteaba trabajar con 2 grupos para el mes de febrero, 7 para el mes de marzo y 3 para el mes de abril como se muestra en la (Figura 34)

Figura 34 Selección de grupos de datos según el cálculo de la muestra finita por registro de datos

	Febre ro	Marzo	Abril
1	58	14,00	30
2	35	58,00	84
3	64	98,00	57
4	149	56,00	43
5	43	101,00	19
6	114	99,00	41
7	83	82,00	48
8	103	42,00	25
9	93	20,00	110
10	51	56,00	24
11	97	90,00	30
12	77	22,00	77
13	106	69,00	54
14	66	23,00	58
15	66	147,00	53
16	55	56,00	1
17		69,00	28
18		26,00	62
19		63,00	53
20		20,00	64
21		53,00	64
22		61,00	60
23		71,00	65
24		27,00	70
25		39,00	133
26		17,00	50
27		92,00	15
28		42,00	15
29		145,00	58
30		92,00	82
31		63,00	
32		60,00	
33		58,00	
34		43,00	
35		79,00	
36		30,00	
37		28,00	
38		77,00	
39		52,00	
40		57,00	
41		106,00	
42		4,00	
43		59,00	
44		36,00	
45		31,00	
46		17,00	
47		79,00	
48		61,00	
49		30,00	
50		63,00	
51		56,00	
52		35,00	
53		7,00	

Elaborado por: Autor, 2022

La selección aleatoria de grupos cumplía con el número de datos que exigía el cálculo de la muestra finita, la obtención de un primer análisis con graficas de control permitió conocer el

comportamiento de los datos además se identificaron promedios de datos por grupo donde no correspondían a las actividades que se pretendía estudiar, de igual manera la exclusión de valores en cero y valores fuera de 3 sigma permitieron tomar grupos de datos que se asemejen a los tiempos estándar establecidos por la empresa.

En el análisis por datos ya excluidos los valores de cero y los que están fuera de 3 desviaciones estándar a un se observan datos muy dispersos como por ejemplo valores de 1 segundo los cuales no podían ser de la actividad e intuitivamente son valores erróneos registrados, mediante filtro de Dixon se realizó la depuración de estos valores arrojando estadísticamente que estos valores deben ser considerados para el estudio además se aplicó la herramienta de valores atípicos obteniendo de igual forma que estos valores muy pequeños deben ser considerados como se muestra en la (Figura 35).

Figura 35 Análisis de valores atípicos para un grupo de datos seleccionado en base a la muestra finita

Dato	Tiempo en segundos	Z SCORE	CONDICION
51	1	-2,47716478	NO ATIPICO
18	37	-0,9459636	NO ATIPICO
13	41	-0,77583013	NO ATIPICO
19	42	-0,73329677	NO ATIPICO
3	43	-0,6907634	NO ATIPICO
9	43	-0,6907634	NO ATIPICO
5	44	-0,64823004	NO ATIPICO
11	45	-0,60569667	NO ATIPICO
22	45	-0,60569667	NO ATIPICO
23	45	-0,60569667	NO ATIPICO
26	45	-0,60569667	NO ATIPICO
33	45	-0,60569667	NO ATIPICO
14	46	-0,5631633	NO ATIPICO
29	46	-0,5631633	NO ATIPICO
31	46	-0,5631633	NO ATIPICO
68	46	-0,5631633	NO ATIPICO
6	47	-0,52062994	NO ATIPICO
16	47	-0,52062994	NO ATIPICO
36	47	-0,52062994	NO ATIPICO
67	47	-0,52062994	NO ATIPICO
20	48	-0,47809657	NO ATIPICO
24	48	-0,47809657	NO ATIPICO
28	48	-0,47809657	NO ATIPICO
30	48	-0,47809657	NO ATIPICO
34	48	-0,47809657	NO ATIPICO
35	48	-0,47809657	NO ATIPICO
46	48	-0,47809657	NO ATIPICO
48	48	-0,47809657	NO ATIPICO
59	48	-0,47809657	NO ATIPICO
77	48	-0,47809657	NO ATIPICO
4	49	-0,43556321	NO ATIPICO
40	49	-0,43556321	NO ATIPICO
71	49	-0,43556321	NO ATIPICO
72	49	-0,43556321	NO ATIPICO
25	50	-0,39302984	NO ATIPICO
55	50	-0,39302984	NO ATIPICO
15	51	-0,35049647	NO ATIPICO
43	51	-0,35049647	NO ATIPICO
47	51	-0,35049647	NO ATIPICO
61	51	-0,35049647	NO ATIPICO
70	51	-0,35049647	NO ATIPICO
73	51	-0,35049647	NO ATIPICO
8	52	-0,30796311	NO ATIPICO
41	52	-0,30796311	NO ATIPICO
58	52	-0,30796311	NO ATIPICO
64	52	-0,30796311	NO ATIPICO
57	53	-0,26542974	NO ATIPICO
75	53	-0,26542974	NO ATIPICO
76	53	-0,26542974	NO ATIPICO
17	55	-0,18036301	NO ATIPICO
45	55	-0,18036301	NO ATIPICO
74	55	-0,18036301	NO ATIPICO
1	56	-0,13782964	NO ATIPICO
38	56	-0,13782964	NO ATIPICO
39	56	-0,13782964	NO ATIPICO
44	56	-0,13782964	NO ATIPICO
56	58	-0,05276291	NO ATIPICO
12	59	-0,01022954	NO ATIPICO
60	60	0,03230382	NO ATIPICO
53	62	0,11737055	NO ATIPICO
54	63	0,15990392	NO ATIPICO
66	64	0,20243729	NO ATIPICO
2	66	0,28750402	NO ATIPICO
62	66	0,28750402	NO ATIPICO
27	67	0,33003739	NO ATIPICO
78	67	0,33003739	NO ATIPICO
7	70	0,45763748	NO ATIPICO
69	72	0,54270422	NO ATIPICO
49	73	0,58523758	NO ATIPICO
21	98	1,64857174	NO ATIPICO
10	100	1,73363847	NO ATIPICO
42	102	1,8187052	NO ATIPICO
32	104	1,90377193	NO ATIPICO
52	109	2,11643876	NO ATIPICO
50	111	2,2015055	NO ATIPICO
37	124	2,75443926	NO ATIPICO
63	132	3,09470618	ATIPICO
79	133	3,13723955	ATIPICO
65	134	3,17977292	ATIPICO

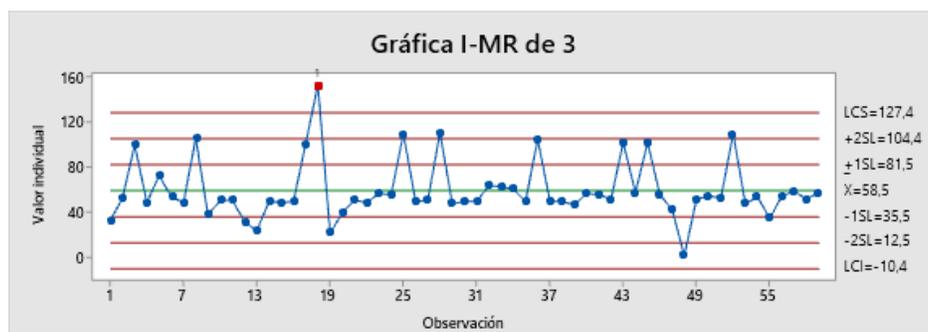
Nota: La imagen muestra la implementación de la herramienta de valores típicos y atípicos para eliminación de registros, elaborado por: Autor, 2022

En base a lo anterior se establece que trabajar por registro de datos no representa las actividades que se quiere estudiar debido a que se escogen grupos que no deben ser considerados y que deben ser excluidos.

El cambio de análisis de datos a grupo de datos permite obtener el cálculo de una muestra finita de 41 grupos a ser estudiados con lo cual se establece rangos con los datos proporcionados por la empresa donde presentan datos estándar, tiempos cronómetros y suplementos para las actividades y se clasifican los grupos según estos intervalos.

Una vez obtenidas las gráficas de control para todos los grupos se clasifican y se realiza el estudio obteniendo grupos que representan las actividades en referencia a las que están establecidas por la industria, mediante el análisis estadístico se obtiene las gráficas de control donde los grupos de datos tienen una tendencia y baja dispersión en muchos de los casos por debajo de las 3 desviaciones estándar como se muestra en la (Figura 36).

Figura 36 Comportamiento de datos para una de las actividades en el mes de febrero



Elaborado por: Autor, 2022

Para establecer un análisis profundo de todos los grupos se realiza la evaluación por actividades donde se obtiene el promedio de cada grupo para el tiempo estándar y cronómetro y se procede a realizar la comparación con los tiempos establecidos por la empresa, de esto se obtiene la gráfica de control para el tiempo estándar y el tiempo cronómetro como se establece en

el capítulo III, en base a estos análisis se obtienen la regresión lineal donde se establece un coeficiente de correlación ajustado de 99.92% y un coeficiente de correlación al cuadrado de 99.96% es decir se tiene casi una correlación perfecta.

Para comprobación de la hipótesis se realiza la regresión lineal con todos los valores promedios para los grupos de actividades obteniendo la tabulación como se muestra en la (Figura 37).

Figura 37 Promedios de grupos de datos para las 3 diferentes actividades establecidas para el estudio

CR-Disp	CR	STD-Disp	STD
75,8	97,23	100	124,56
70,2	78,56	79,2	95,82
66,6	78,56	81,9	95,82
79,1	78,56	94,3	95,82
75,2	97,23	110	124,56
79	78,56	94,7	95,82
74,7	97,23	100	124,56
82,6	78,56	91,4	95,82
80,2	78,56	86,2	95,82
102,1	97,23	102,1	124,56
79,4	97,23	97,5	124,56
69,5	78,56	80,8	95,82
63,7	78,56	90	95,82
77,3	78,56	88,3	95,82
33,85	33,09	39,2	40,38
66,1	78,56	84,8	95,82
91,9	97,23	116,2	124,56
71,9	78,56	82,2	95,82
65,4	97,23	116	124,56
34,05	33,09	35,22	40,38
76,1	78,56	95	95,82
74,6	78,56	80,4	95,82
87	78,56	89,8	95,82
71,4	78,56	82,1	95,82
66,6	78,56	81,9	95,82
76,8	97,23	107	124,56
91,7	97,23	106	124,56
85	78,56	85	95,82
73,1	78,56	90	95,82
91,2	97,23	99,6	124,56
112,3	97,23	109,3	124,56
94,9	97,23	103,3	124,56
101,1	97,23	116,5	124,56
71	78,56	87	95,82
99,1	97,23	118	124,56
99,8	97,23	111	124,56
77,4	97,23	115,3	124,56
93,2	97,23	102	124,56
89,3	97,23	101	124,56
89,1	97,23	102,5	124,56
50,6	97,23	110	124,56
17,5	33,09	35,2	40,38
26,1	33,09	36,1	40,38
52,5	78,56	83	95,82

Elaborado por: Autor, 2022

Se establece la gráfica de regresión lineal donde se obtiene:

Figura 38 Regresión lineal para promedios de grupos de datos

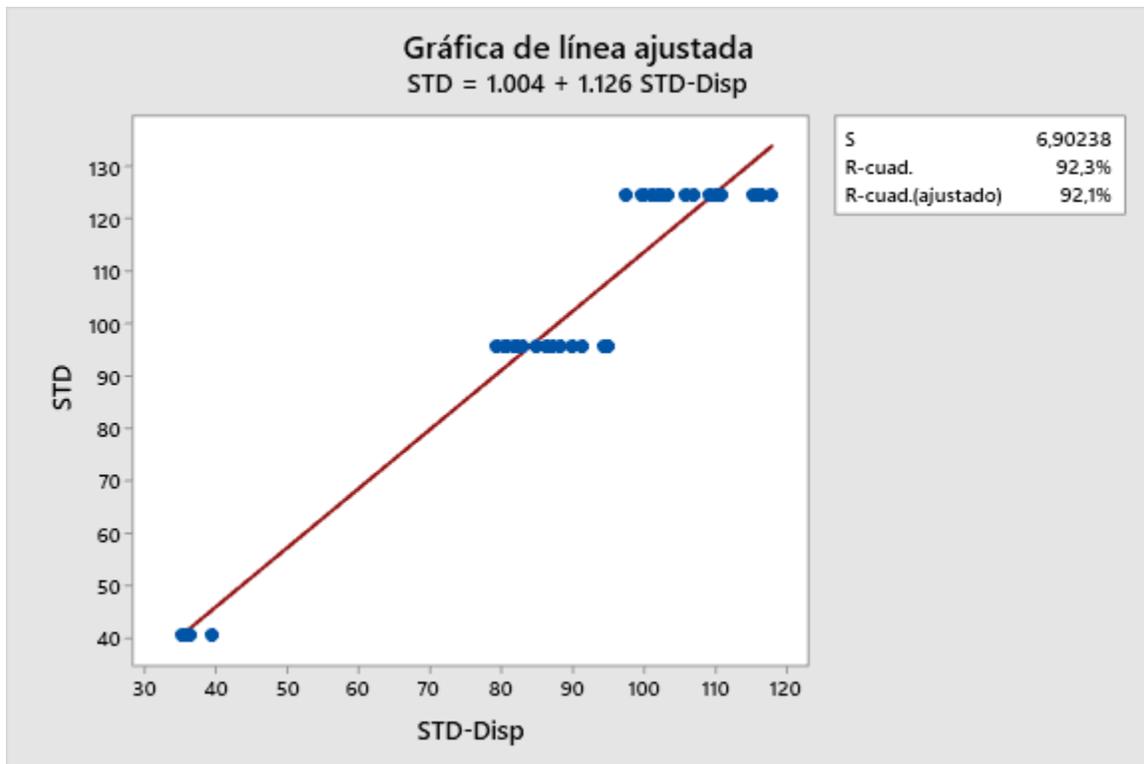
La ecuación de regresión es
 $STD = 1.004 + 1.126 \text{ STD-Disp}$

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)
6.90238	92.30%	92.11%

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	23980.5	23980.5	503.34	0.000
Error	42	2001.0	47.6		
Total	43	25981.5			



Elaborado por: Autor, 2022

Como se muestra en la (Figura 38) se obtiene un coeficiente de correlación ajustado de 92.11% y un coeficiente de correlación cuadrado de 92.3% es decir se tiene una correlación excelente. Como se evidencia de igual forma en el CAPÍTULO III

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Se obtiene 5825 registros con la ayuda del dispositivo de adquisición de datos en los meses de febrero de 2022 hasta abril de 2022, para establecer grupos de datos por actividades realizadas en la máquina de coser de la industria de confección como se muestra en la Figura 24, permitiendo realizar un primer análisis con diagramas de dispersión mediante hoja de cálculo como se muestra en la Figura 25 donde se observa que la nube de datos registra valores en 0 y registros muy altos con respecto al valor promedio, esto indica como primer análisis que el mayor número de datos presenta poca dispersión y que al tener registros en 0 estos deben ser eliminados debido a que son producto de la doble pulsación generada por el operario.

Se plantea en un inicio del estudio trabajar con número de registro de datos obteniendo un cálculo de muestra de 361 datos que representan el 6.19% de registros de un total de 5825, para posteriormente escoger grupos aleatorios de datos dando mayor representatividad al mes de marzo como se muestra en la Figura 34 para ello el estudio de estos grupos de datos presentaban en su mayoría tiempos que no ingresaban en el rango de tiempos cronómetro y estándar de las actividades analizadas por tal motivo se considera el cambio de análisis por grupo de datos obteniendo un nuevo cálculo de muestra cómo se establece en el apartado del

CAPITULO II obteniendo de esta manera un tamaño de muestra de 41 grupos para ser analizados.

Al excluir el valor de cero en los registros de datos se puede evidenciar en un primer análisis en las gráficas de control Figura 6 que se obtiene una mejor visualización de los datos permitiendo establecer un promedio para cada grupo como se indica en la Figura 8, con el fin de seleccionarlos en uno de los rangos de tiempos establecidos por la industria además de ello se puede observar que los puntos fuera de los límites de control representan las holguras o suplementos de los tiempos con lo cual se estaría hablando que estos grupos de datos representan al tiempo estándar de las actividades.

La herramienta del 3 sigma de exclusión de valores fuera de los límites de control permiten excluir los datos muy dispersos como se muestra en la Figura 7 la eliminación de estos valores muy altos representa la exclusión de demoras en el proceso, holguras o suplementos, llevando a establecer el tiempo cronómetro de las actividades como se muestra en la Figura 9.

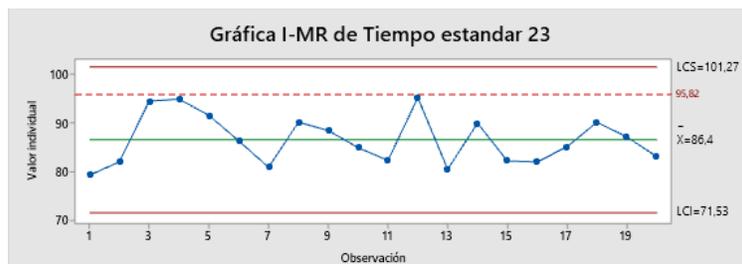
En base a los rangos calculados por el registro de tiempos proporcionados por la industria de confección como se muestra en la Figura 11 se establecen los grupos de las actividades que se van a analizar obteniendo un total de 49 grupos de datos como se muestra en la Figura 12 el cual cumple con el cálculo de la muestra que establece trabajar con 41 grupos, por lo tanto se analizan todos los grupos de datos representativos para las actividades mostradas en la Figura 13 excluyendo de esta forma los grupos de actividades que por motivos ajenos a este estudio se realizaron en la máquina de costura.

- En el análisis de tiempos estándar y tiempos cronómetros encontrados mediante el análisis de los datos adquiridos por el dispositivo de adquisición de datos se obtiene que para las tres actividades analizadas el tiempo estándar brindado por la empresa es superior a los registros como se muestra

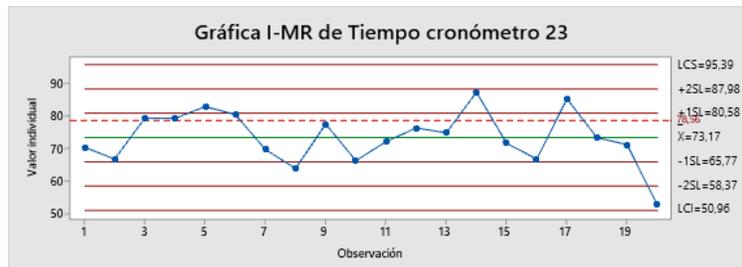
en la Figura 17, Figura 19 y Figura 21, a pesar que en el desarrollo de la tarea se registra el tiempo de las holguras y suplementos, esto se evidencia debido a que existe un aumento del 22% de suplementos definido por la empresa al tiempo cronómetro de la actividad para obtener el tiempo estándar, por otra parte el tiempo cronómetro establecido por la empresa es el que más se asemeja al promedio encontrado para las tres actividades como se muestra en la Figura 18, Figura 20 y Figura 22 por lo tanto, una vez obtenidos los promedios de los tiempos en comparación con los tiempos de la empresa se evidencia que los tiempos promedios para las actividades ya sea estándar y cronómetro en los tres casos están por debajo de los tiempos proporcionados por la industria de confección como se muestra en el apartado del CAPÍTULO III, lo que indicaría que la actividad se está realizando con mayor rapidez en referencia al estudio de tiempos realizada por la empresa.

Código	Promedios obtenidos		Tiempos empresa	
	Estándar	Cronómetro	Estándar	Cronómetro
23	86,4	73,175	95,82	78,56
358	110,252	91,492	124,56	97,23
343	36,43	27,875	40,38	33,09

Elaborado por: Autor, 2022

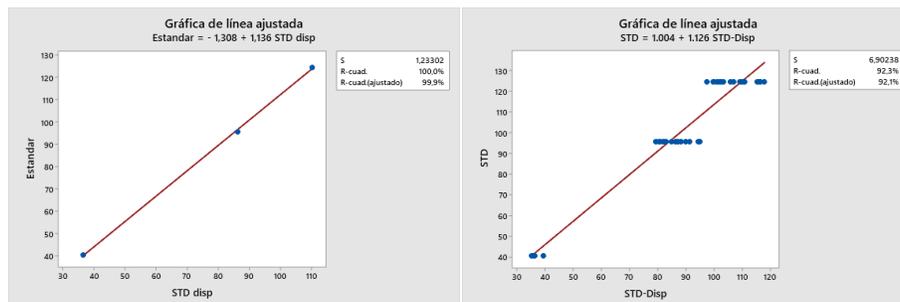


Elaborado por: Autor, 2022



Elaborado por: Autor, 2022

- El análisis de regresión lineal de los tiempos estándar versus los tiempos estándar promedio del dispositivo establece una correlación cuadrada del 99.96% como se indica en la Figura 23, lo que se identifica como una correlación perfecta según lo mencionado por (Ciro Martinez, 2019), permitiendo validar los datos obtenidos por el dispositivo de adquisición de datos y su funcionamiento dentro de la ejecución de las actividades productivas, además esto se confirma con el análisis de regresión lineal considerando todos los valores promedios de cada grupo como se muestra en la Figura 38, obteniendo de esta forma una correlación del 92.3% que de igual forma es una correlación excelente.



Elaborado por: Autor, 2022

Recomendaciones

- Al obtener una correlación del 99.96% entre tiempos estándar establecidos por la empresa y los analizados estadísticamente se validan los datos, funcionamiento del dispositivo y se debe mejorar la programación de esta herramienta, con el fin de obtener la depuración de los valores

en cero, valores excesivamente altos y bajos que salgan de los rangos de tiempos establecidos para las actividades de forma automática además de poder implementar de mejor manera la codificación de las tareas realizadas donde se pueda obtener mayor información de la actividad. En base a este estudio, se debe analizar los registros de datos por grupos, esto debido a que en referencia al análisis estadístico inicial optar por analizar de forma individual y aleatoria los registros escogidos representan solo el 6.19% del total, además los registros escogidos pueden no ser parte de las actividades que se realiza o que se pretende analizar, con ello la exclusión de datos sería mayor, pudiendo llegar a trabajar con menor número de datos en referencia al cálculo de la muestra, sin embargo la implementación de mejoras en el estudio de los datos como establecer interfaces que permitan analizar y clasificar los datos por su actividad puede ser factible para discernir entre datos erróneos y datos reales de las actividades analizadas y tener una clasificación de datos donde se pueda realizar el análisis estadístico con datos individuales.

- Si bien la herramienta de 3 sigma para exclusión de datos ayuda a eliminar registros se debe tomar en cuenta que si los procesos o actividades están bien ejecutadas se estaría eliminando registros propios de las actividades como paros normales de la máquina, holguras y suplementos por lo tanto el tener los datos de tiempo establecidos por la empresa se debe tener en cuenta estos intervalos para un análisis real de los registros de datos.
- La exclusión de datos en cero y los que sobrepasan los límites de control 3 sigma permiten establecer el tiempo cronometro, para este estudio se considera solo las dos depuraciones y en el cálculo de la media o promedio de tiempo de las actividades incluyen en algunos casos valores muy pequeños que podrían ser eliminados por ello tomar en cuenta una dispersión de datos según la actividad en referencia a los rangos establecidos por la empresa, se debe incluir en la

programación del dispositivo la eliminación automática de estos valores que proporcionan variación en el tiempo promedio de las actividades.

- Para posteriores análisis se debe considerar que si bien se realiza una misma actividad en la máquina de costura esta varía dependiendo la talla de lo que se está confeccionando, es decir existe una variación de tiempo, por lo tanto, establecer estas variables ayudaran a estandarizar mejor los tiempos y procesos para obtener una mejor correlación en función de todas estas características individuales de las tareas.
- En base a este estudio realizado y una vez alcanzada la validación del dispositivo de adquisición de datos se debe realizar la correcta codificación de las tareas para mejorar los registros de datos, también se puede implementar dispositivos en el proceso que sean más intuitivos con la ejecución de las tareas y se puedan conectar a internet para que el registro de datos se vinculen automáticamente a una base de datos donde sea de dominio de todos los departamentos de la industria de confección.

BIBLIOGRAFÍA

- Lopez, B., Jiménez-García, & B , Hernández-González, J. A. (2020). Análisis exhaustivo de los principios de diseño en el contexto de Industria 4.0. *Revista Iberoamericanade Automatica e InformaciónIndustrial*, 16. <https://doi.org/10.4995/riai.2020.12579>
- Acosta, E., Fernández, M., Roark, G., De Paula, M., & De Queiroz, J. (2019). La educación en la ingeniería industrial. *Congreso de Ingeniería Industrial*, 72–85. [https://ria.utn.edu.ar/bitstream/handle/20.500.12272/4478/F - La Educación en la Ingeniería Industrial.pdf?sequence=7&isAllowed=y#page=77](https://ria.utn.edu.ar/bitstream/handle/20.500.12272/4478/F-La%20Educaci3n%20en%20la%20Ingenier3a%20Industrial.pdf?sequence=7&isAllowed=y#page=77)
- Araque, G., Gómez, M., Vélez, J., & Suárez, A. (2021). Big Data y las implicaciones en la cuarta revolución industrial - Retos, oportunidades y tendencias futuras. *Universidad de Zulia*. <https://www.redalyc.org/journal/290/29066223003/html/>
- Chasiluisa Unda, L. M. (2019). “ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS EN EL ÁREA DE CONFECCIÓN PARA MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE LA EMPRESA IMPACTEX” [Universidad Técnica de Ambato]. http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/30078/1/Tesis_t1615id.PDF
- Ciro Martinez, B. (2019). *Estadística y muestreo* (Décima cua). Ecoe Ediciones.
- Cuyachamín, S. (2022). *Diseño de un sistema de comunicación para adquisición de datos de una empres textil ubicada en la ciudad de Quito*. Universidad Tecnológica Indoamérica.
- García, D. (2020). *Industrial IoT Machine Learning en la industria 4.0* [Escuela Politécnica de Catalunya]. https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/336086/Memoria_tfg_David_Garcia.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Garcilazo Zulote, K. C., & Lamarque Zela, J. L. (2021). “Desarrollo de un sistema de identificación reprogramable de paletas en una línea de producción orientado a la educación de costos del proceso de trazabilidad mediante un dispositivo IoT en una embotelladora de la ciudad de Lima” [Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/657804/Garcilazo_ZK.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Lluva, S. (2021). *Desarrollo de un sitema remoto de adquisición de datos basado en LoRaWAN para aplicaciones IoT* [Universidad de Alcalá Escuela Superior Politécnica]. https://ebuah.uah.es/xmlui/bitstream/handle/10017/49540/TFM_Lluva_Plaza_2021.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- Marquez, A., Zapata, V., Vera, Z., Alejandro, F., Antonio, J., & Yolanda, I. (2019). *Enfoques para la formulación de la hipótesis en la investigación científica*. <http://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado>
- Moyolema, P. (2018). *Estandarización de los procesos productivos en la empresa Lincoln* [Universidad Nacional de Chimborazo]. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/5302>
- Niebel, B., & Freivalds, A. (2009). Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo. In M. G. Hill (Ed.), *Interamericana Editores S.A de C.V.* (12th ed., Vol. 59).
- Parra, D. B., Murrieta Domínguez, F., & Cortes Herrera, C. A. (2020). Análisis de tiempos y movimientos en el proceso de producción de vapor de una empresa generadora de energías limpias. *Ciencia Administrativa*, 1(1870–9427). <https://orcid.org/0000-0001-5245-909X>
- Rúa Pérez, S., De, E., & Básicas, C. (2021). *Universidad Nacional Abierta Y A Distancia*.
- Sánchez, Á. (2019). *Propuesta de estandarización de los procesos productivos en un centro de acopio de cacao de la ciudad de Guayaquil basado en un estudio de tiempos y movimientos*.

[Universidad Politécnica Salesiana].

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17524/1/UPS-GT002704.pdf>

Sedano, L. (2021). *Balance de línea para mejorar la productividad en el área de confección de una empresa textil* [Universidad Peruana de los Andes].

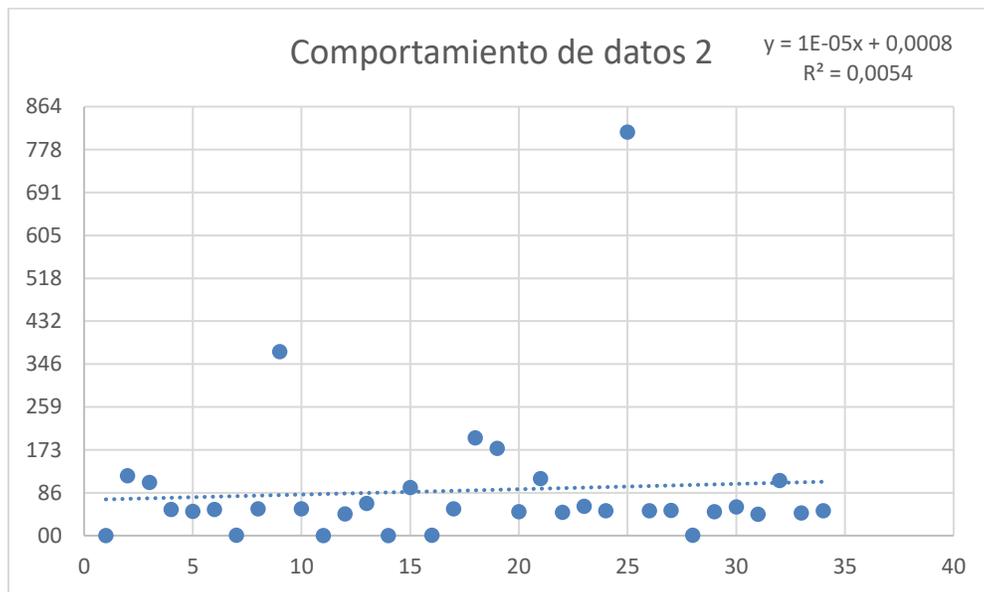
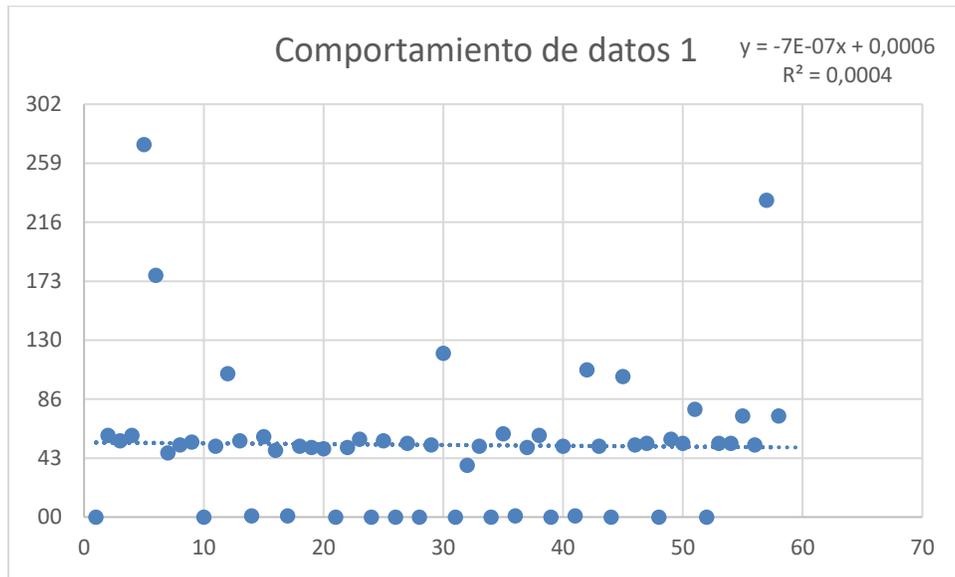
<http://informatica.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/2184/TESIS - LUIS SEDANO.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

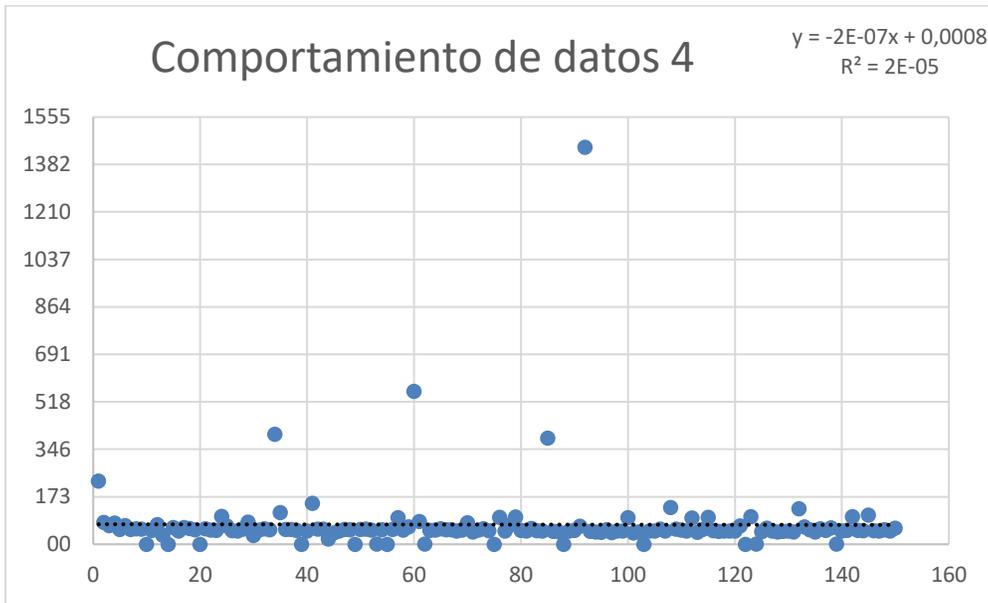
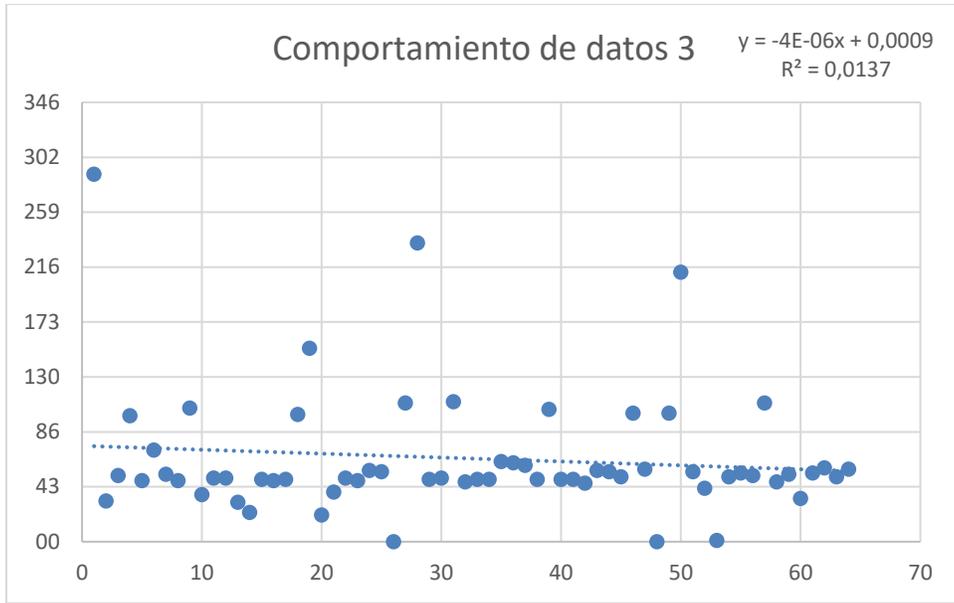
ANEXOS

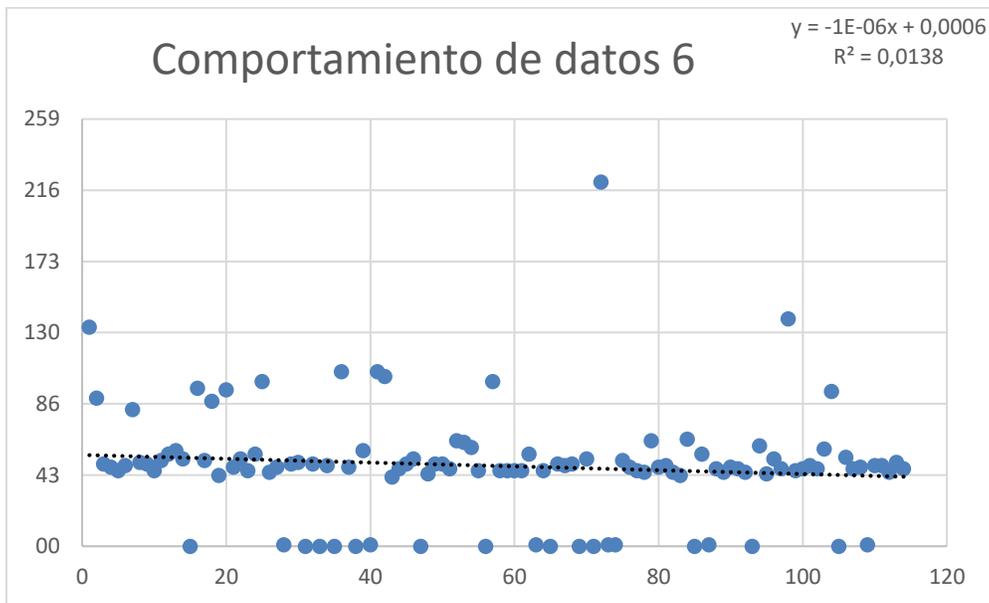
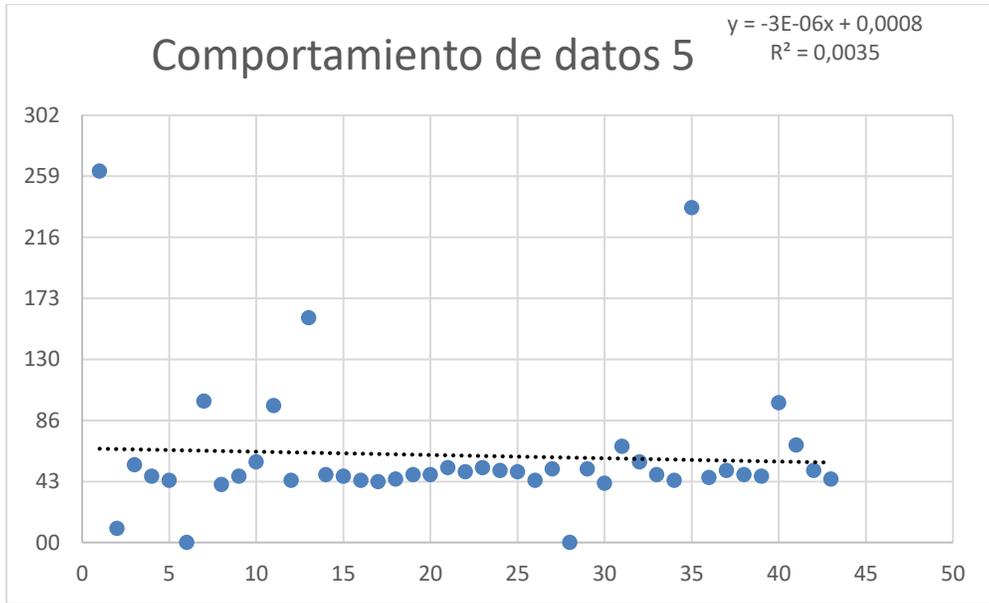
ANEXO 1 Ejemplo de datos obtenidos mediante dispositivo de adquisición de datos

Cantidad	Fecha	Pulsaciones	Hora	Tiempo	Promedio		PROMEDIO	Tiempo seg	PROMEDIO
100	22/02/2022	1	15:30:32	0:00:00	0:00:00			00	
100	22/02/2022	2	15:31:32	0:01:00	0:00:30			60	
100	22/02/2022	3	15:32:28	0:00:56	0:00:38			56	
100	22/02/2022	4	15:33:28	0:01:00	0:00:44			60	
100	22/02/2022	5	15:38:01	0:04:33	0:01:29			273	
100	22/02/2022	6	15:40:58	0:02:57	0:01:44			177	
100	22/02/2022	7	15:41:45	0:00:47	0:01:36			47	
100	22/02/2022	8	15:42:38	0:00:53	0:01:30			53	
100	22/02/2022	9	15:43:33	0:00:55	0:01:26			55	
100	22/02/2022	10	15:43:33	0:00:00	0:01:18			00	
100	22/02/2022	11	15:44:25	0:00:52	0:01:15			52	
100	22/02/2022	12	15:46:10	0:01:45	0:01:18			105	
100	22/02/2022	13	15:47:06	0:00:56	0:01:16			56	
100	22/02/2022	14	15:47:07	0:00:01	0:01:11			01	
100	22/02/2022	15	15:48:06	0:00:59	0:01:10			59	
100	22/02/2022	16	15:48:55	0:00:49	0:01:08			49	
100	22/02/2022	17	15:48:56	0:00:01	0:01:04			01	
100	22/02/2022	18	15:49:48	0:00:52	0:01:04			52	
100	22/02/2022	19	15:50:39	0:00:51	0:01:03			51	
100	22/02/2022	20	15:51:29	0:00:50	0:01:02			50	
100	22/02/2022	21	15:51:29	0:00:00	0:00:59			00	
100	22/02/2022	22	15:52:20	0:00:51	0:00:59			51	
100	22/02/2022	23	15:53:17	0:00:57	0:00:59			57	
100	22/02/2022	24	15:53:17	0:00:00	0:00:56			00	
100	22/02/2022	25	15:54:13	0:00:56	0:00:56			56	
100	22/02/2022	26	15:54:13	0:00:00	0:00:54			00	
100	22/02/2022	27	15:55:07	0:00:54	0:00:54			54	
100	22/02/2022	28	15:55:07	0:00:00	0:00:52			00	
100	22/02/2022	29	15:56:00	0:00:53	0:00:52			53	
100	22/02/2022	30	15:58:00	0:02:00	0:00:54	1	0:00:53	120	53
100	22/02/2022	31	15:58:00	0:00:00	0:00:53			00	
100	22/02/2022	32	15:58:38	0:00:38	0:00:52			38	
100	22/02/2022	33	15:59:30	0:00:52	0:00:52			52	
100	22/02/2022	34	15:59:30	0:00:00	0:00:51			00	
100	22/02/2022	35	16:00:31	0:01:01	0:00:51			61	
100	22/02/2022	36	16:00:32	0:00:01	0:00:50			01	
100	22/02/2022	37	16:01:23	0:00:51	0:00:50			51	
100	22/02/2022	38	16:02:23	0:01:00	0:00:50			60	
100	22/02/2022	39	16:02:23	0:00:00	0:00:49			00	
100	22/02/2022	40	16:03:15	0:00:52	0:00:49			52	
100	22/02/2022	41	16:03:16	0:00:01	0:00:47			01	
100	22/02/2022	42	16:05:04	0:01:48	0:00:49			108	
100	22/02/2022	43	16:05:56	0:00:52	0:00:49			52	
100	22/02/2022	44	16:05:56	0:00:00	0:00:48			00	
100	22/02/2022	45	16:07:39	0:01:43	0:00:49			103	
100	22/02/2022	46	16:08:32	0:00:53	0:00:49			53	
100	22/02/2022	47	16:09:26	0:00:54	0:00:49			54	
100	22/02/2022	48	16:09:26	0:00:00	0:00:48			00	
100	22/02/2022	49	16:10:23	0:00:57	0:00:48			57	
100	22/02/2022	50	16:11:17	0:00:54	0:00:48			54	
100	22/02/2022	51	16:12:36	0:01:19	0:00:49			79	
100	22/02/2022	52	16:12:36	0:00:00	0:00:48			00	
100	22/02/2022	53	16:13:30	0:00:54	0:00:48			54	
100	22/02/2022	54	16:14:24	0:00:54	0:00:48			54	
100	22/02/2022	55	16:15:38	0:01:14	0:00:49			74	
100	22/02/2022	56	16:16:31	0:00:53	0:00:49			53	
100	22/02/2022	57	16:20:23	0:03:52	0:00:52			232	
100	22/02/2022	58	16:21:37	0:01:14	0:00:52			74	

ANEXO 2 Ejemplo de estudio inicial de datos mediante graficas de dispersión







ANEXO 3 Cálculo de la muestra inicial para valores individuales

Calcula el tamaño de tu muestra

Tamaño de la población ⓘ

Nivel de confianza (%) ⓘ

Margen de error (%) ⓘ

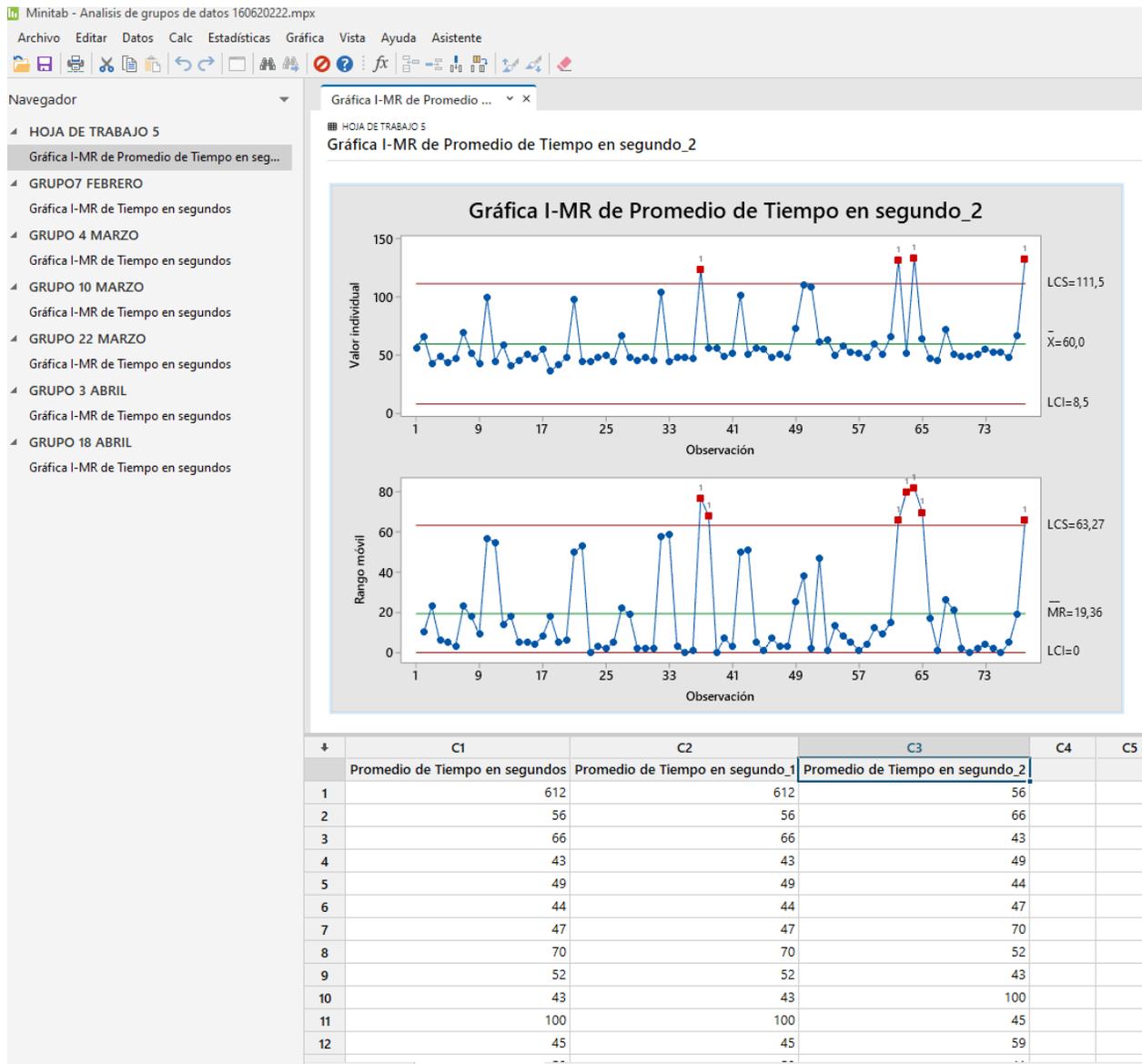
Tamaño de la muestra

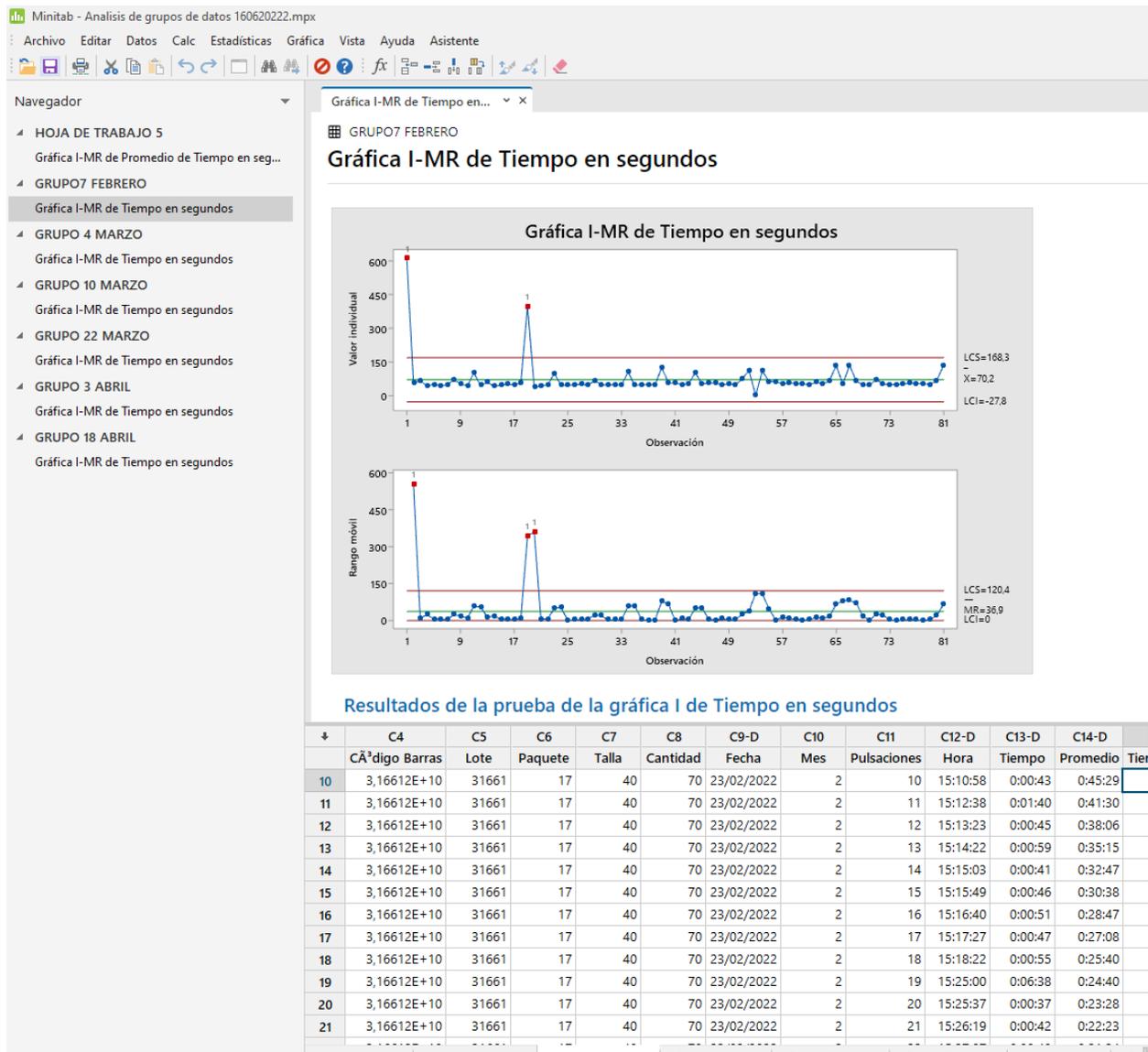
361

ANEXO 4 Tabla dinamica de grupo de datos con total de registros

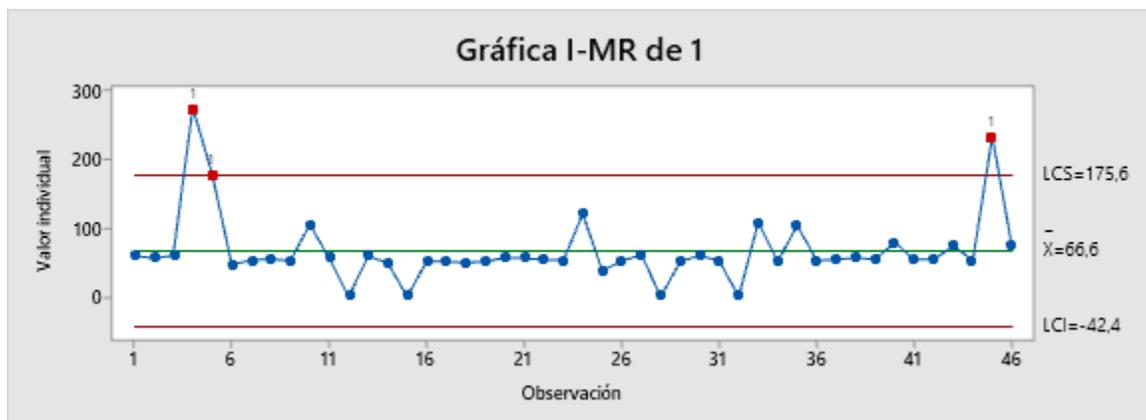
Tiempo en segundos (Varios elementos)					
Cuenta de Tiempo en segundos	Etiquetas de columna				
Etiquetas de fila		2	3	4 (en blanco)	Total general
1		46	11,00	29	86
2		31	53,00	84	168
3		62	89,00	55	206
4		140	55,00	43	238
5		41	101,00	18	160
6		101	99,00	40	240
7		81	82,00	48	211
8		102	42,00	25	169
9		91	19,00	108	218
10		50	55,00	24	129
11		87	88,00	28	203
12		75	22,00	79	176
13		99	69,00	55	223
14		59	23,00	57	139
15		67	147,00	52	266
16		54	54,00	2	110
17			67,00	27	94
18			26,00	61	87
19			63,00	53	116
20			19,00	64	83
21			53,00	64	117
22			61,00	60	121
23			71,00	64	135
24			27,00	70	97
25			39,00	132	171
26			17,00	50	67
27			90,00	15	105
28			42,00	15	57
29			145,00	58	203
30			92,00	79	171
31			63,00		63
32			59,00		59
33			57,00		57
34			43,00		43
35			79,00		79
36			30,00		30
37			26,00		26
38			74,00		74
39			50,00		50
40			56,00		56
41			106,00		106
42			4,00		4
43			57,00		57
44			36,00		36
45			30,00		30
46			17,00		17
47			78,00		78
48			59,00		59
49			28,00		28
50			61,00		61
51			56,00		56
52			35,00		35
53			7,00		7
99					
Total general		1186	2932	1559	5677

ANEXO 5 Primeros análisis de datos mediante gráficas de control

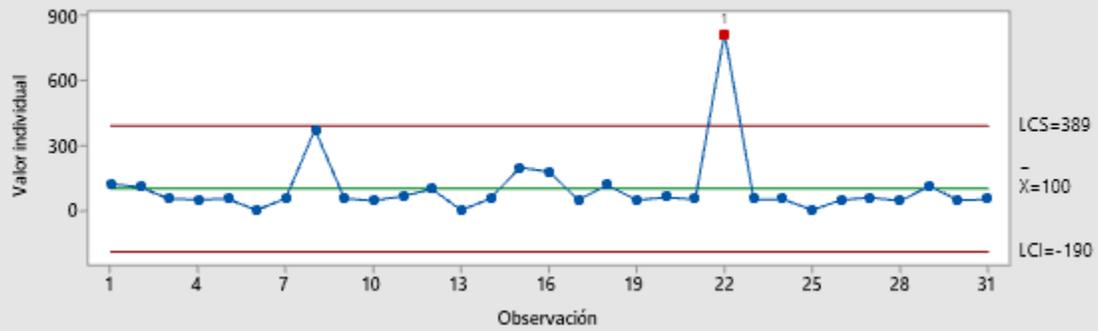




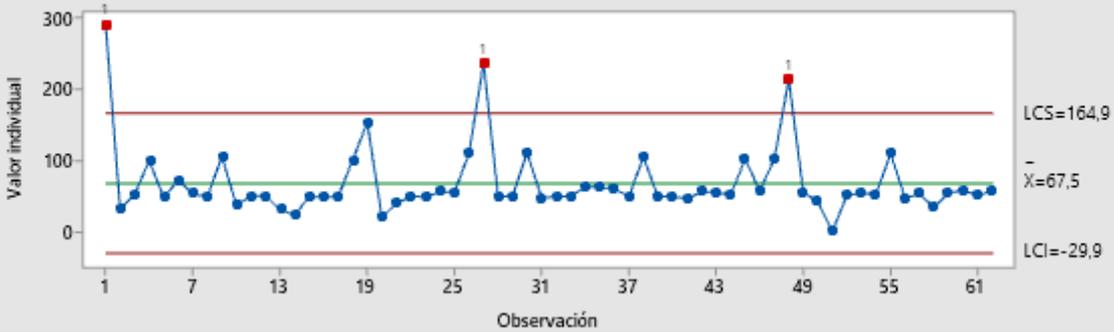
ANEXO 6 Ejemplo de gráficas de control con exclusión de valor 0 para mes de febrero



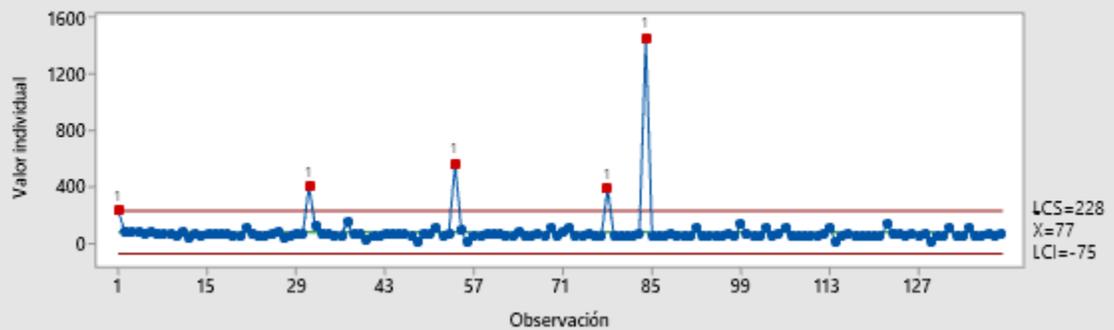
Gráfica I-MR de 2



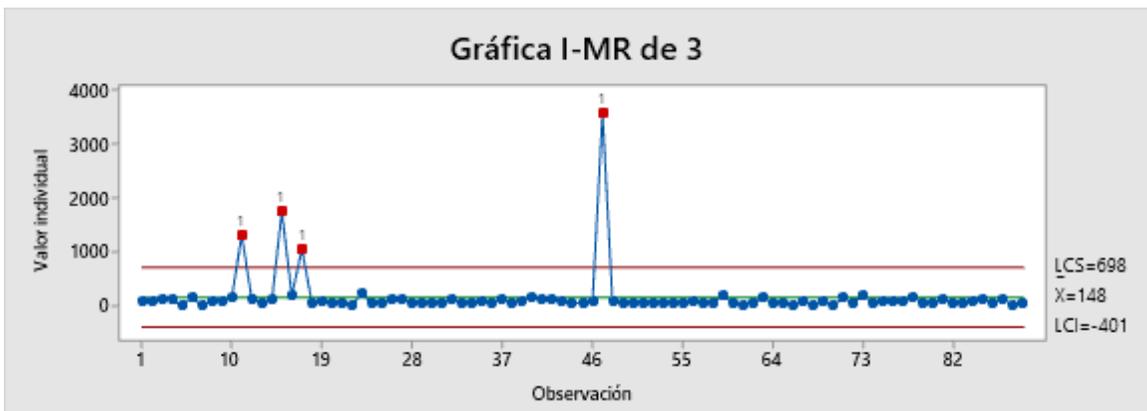
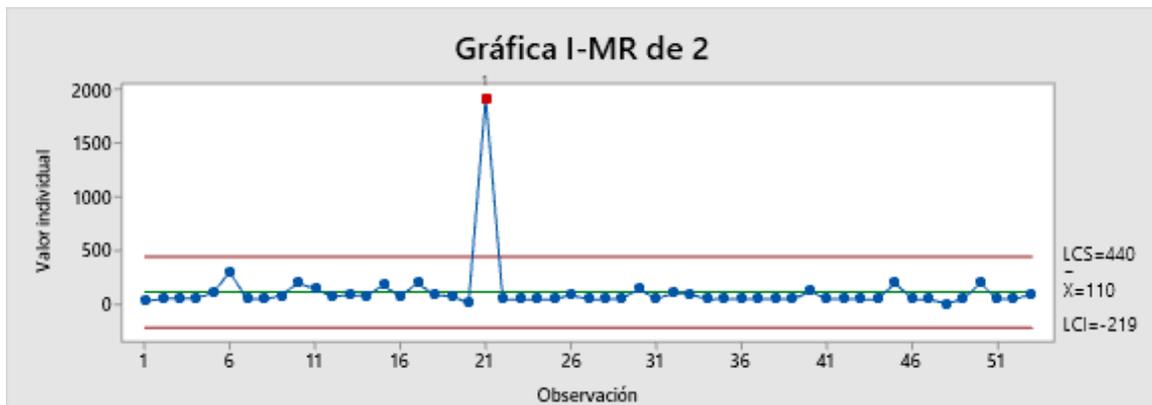
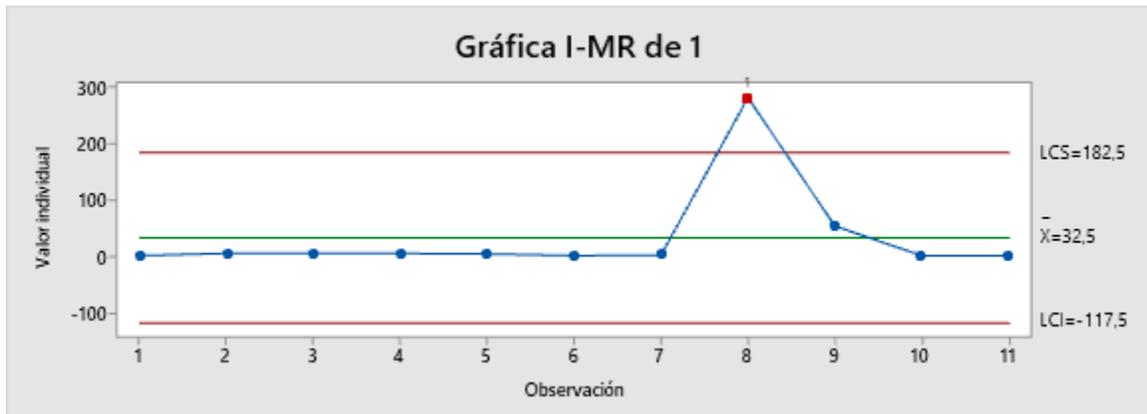
Gráfica I-MR de 3

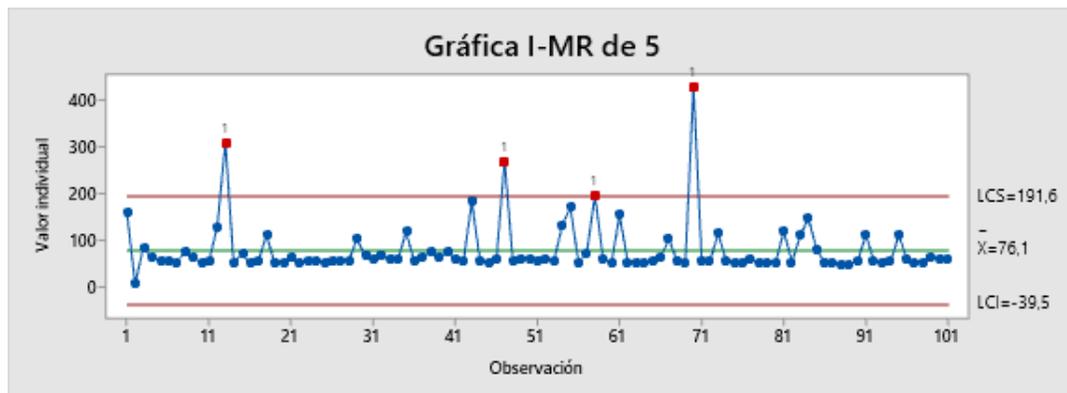
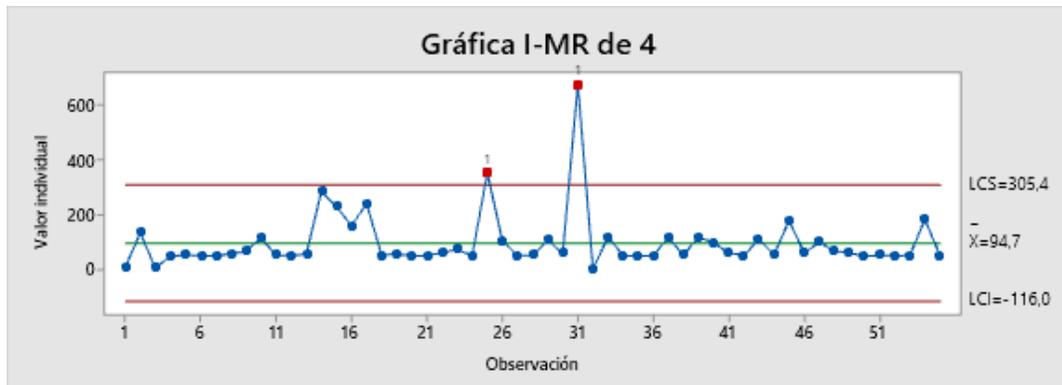


Gráfica I-MR de 4

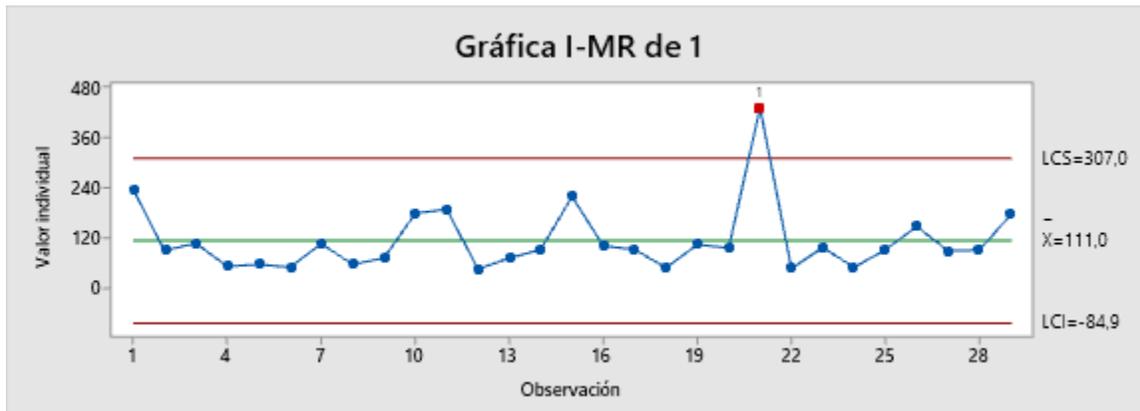


ANEXO 7 Ejemplo de gráficas de control con exclusión de valor 0 para mes de marzo

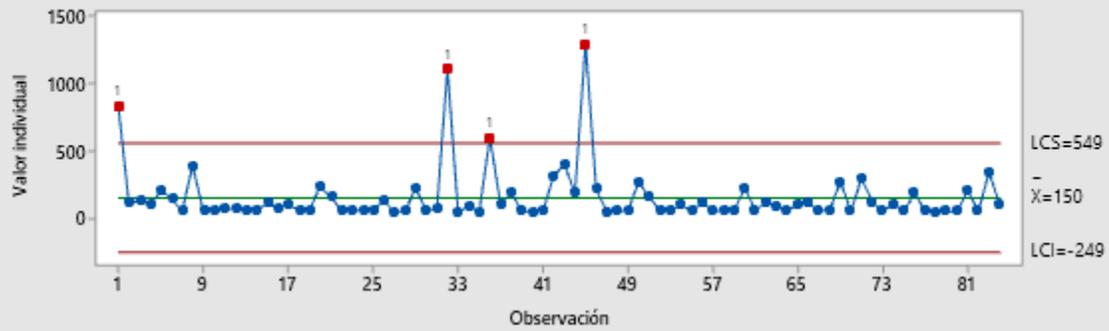




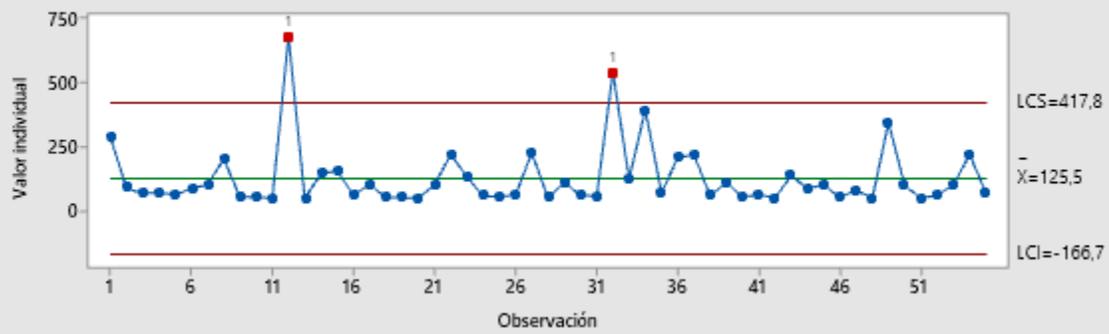
ANEXO 8 Ejemplo de gráficas de control con exclusión de valor 0 para mes de abril



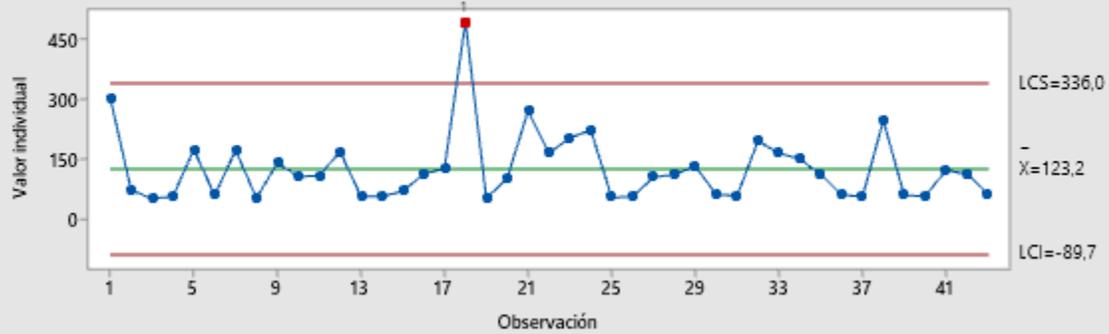
Gráfica I-MR de 2



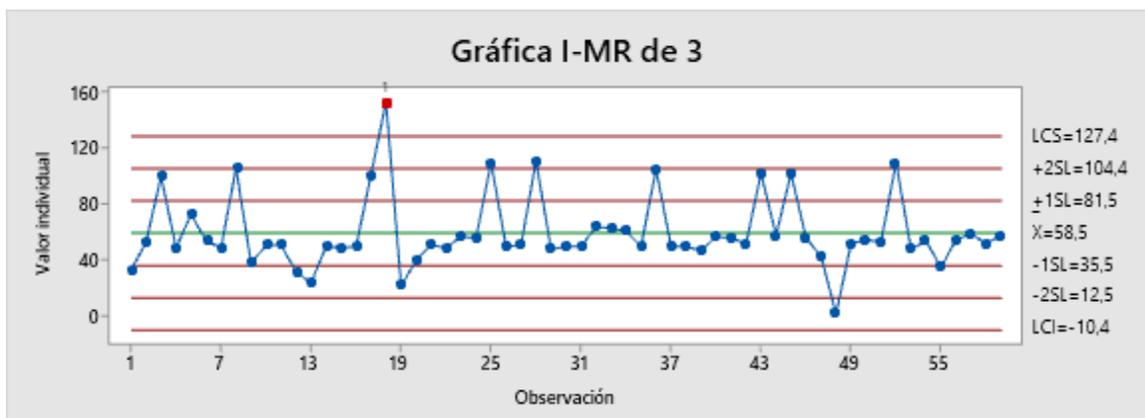
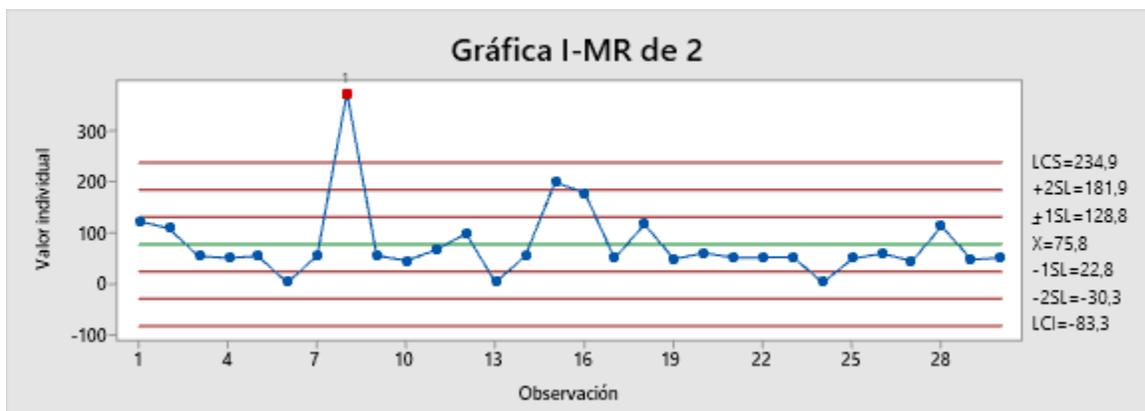
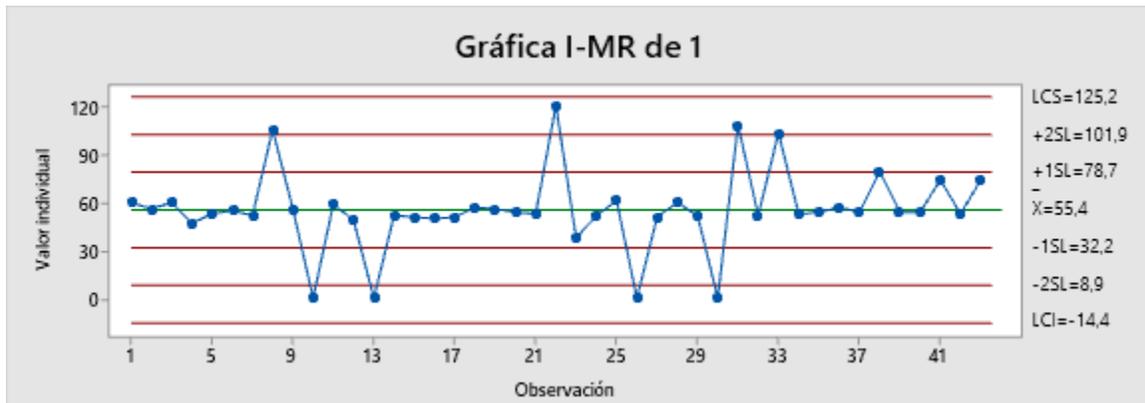
Gráfica I-MR de 3

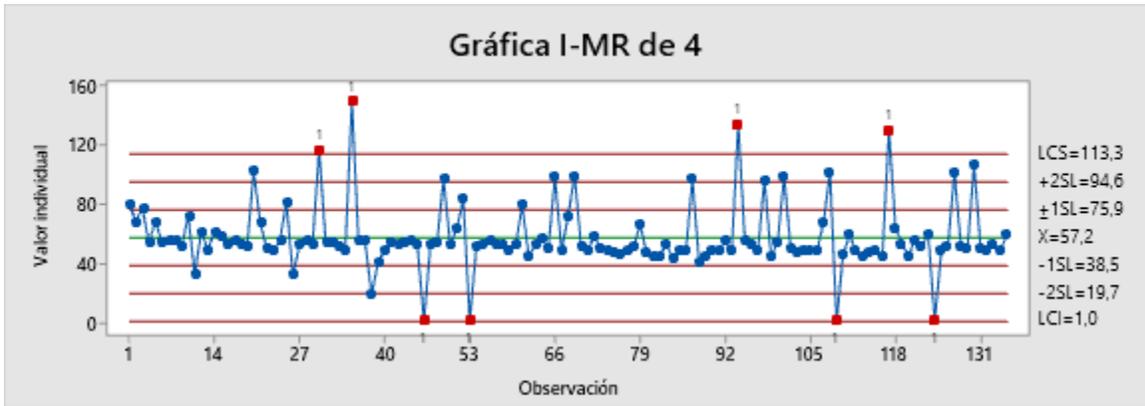


Gráfica I-MR de 4

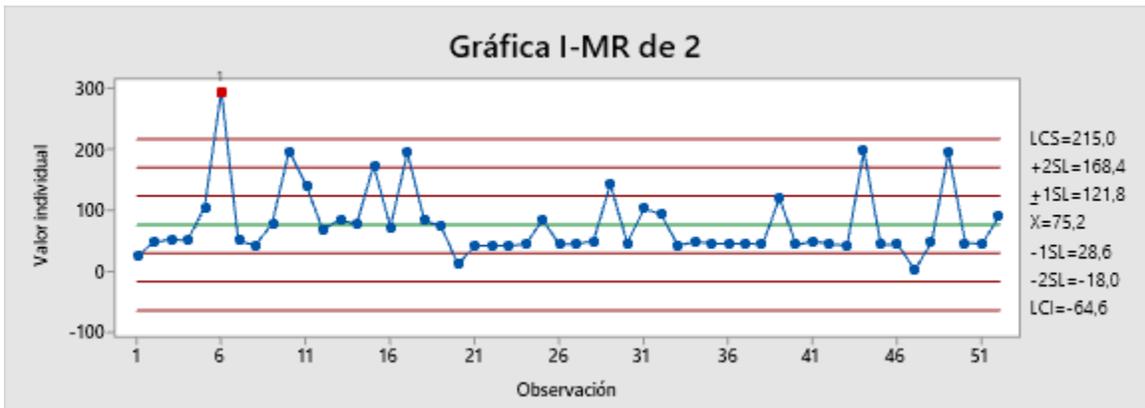
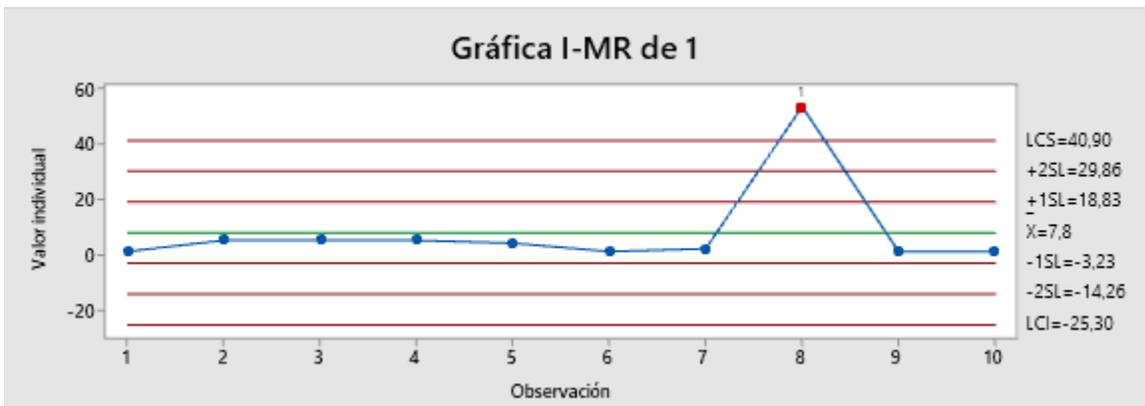


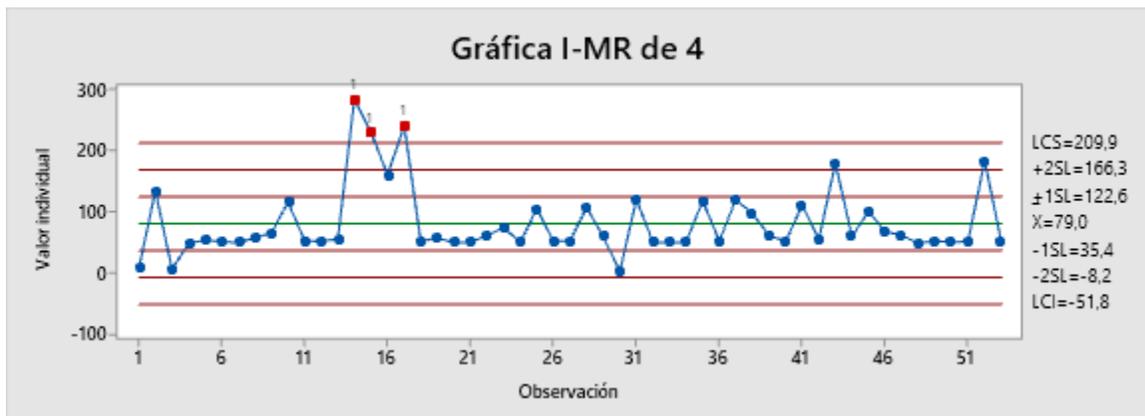
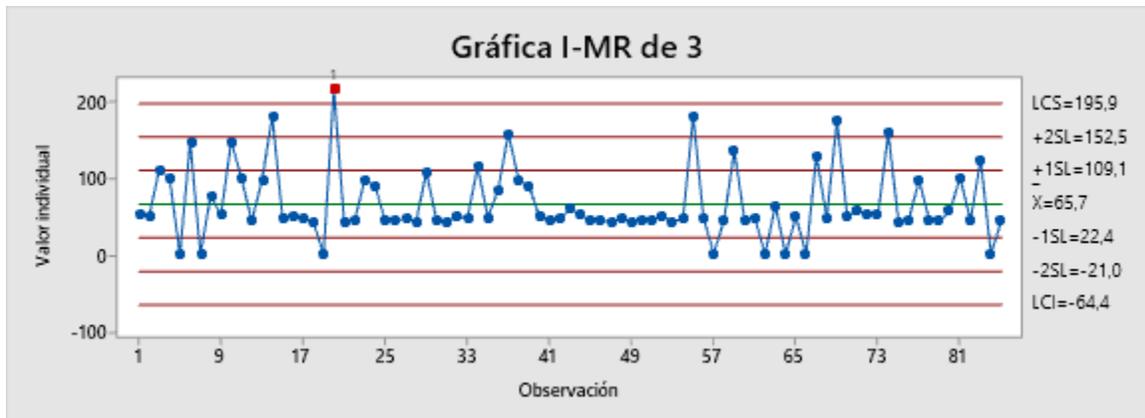
ANEXO 9 Ejemplo de gráficas de control con exclusión de valores fuera de los límites 3 sigma para el mes de febrero



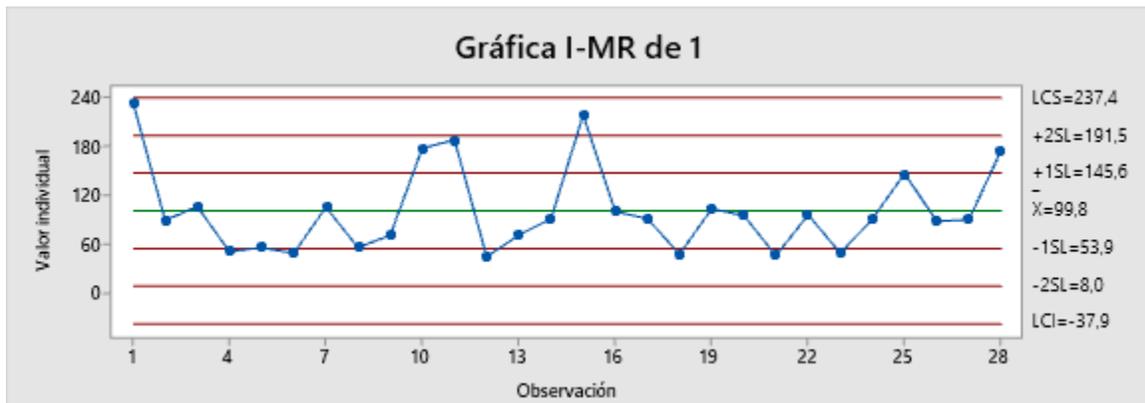


ANEXO 10 Ejemplo de gráficas de control con exclusión de valores fuera de los límites 3 sigma para el mes de marzo

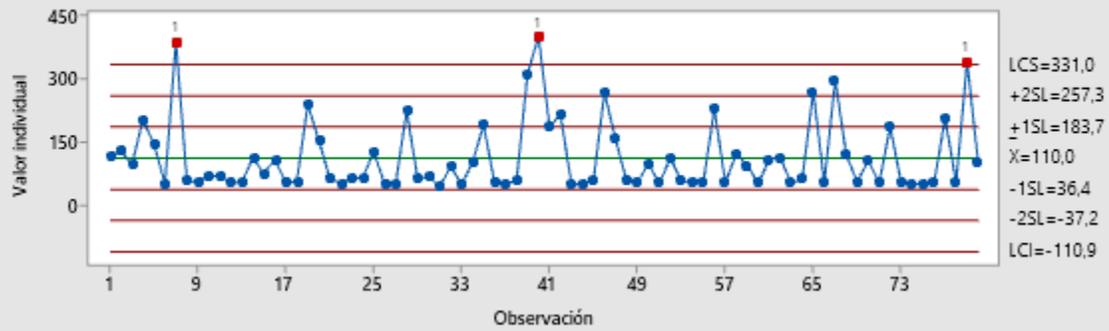




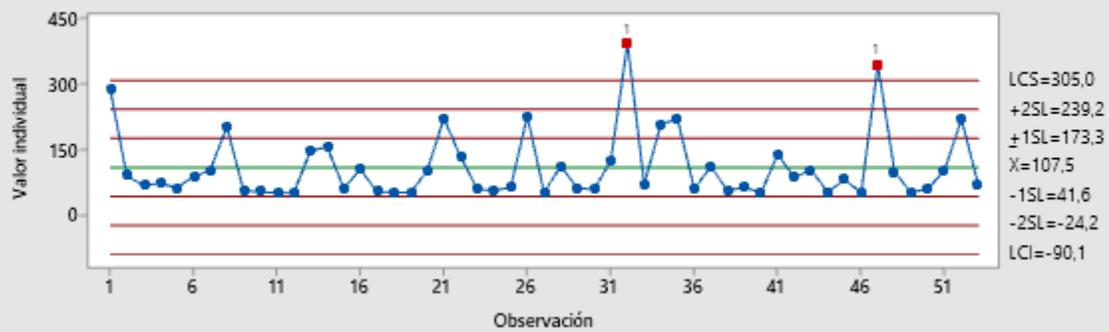
ANEXO 11 Ejemplo de gráficas de control con exclusión de valores fuera de los límites 3 sigma para el mes de abril



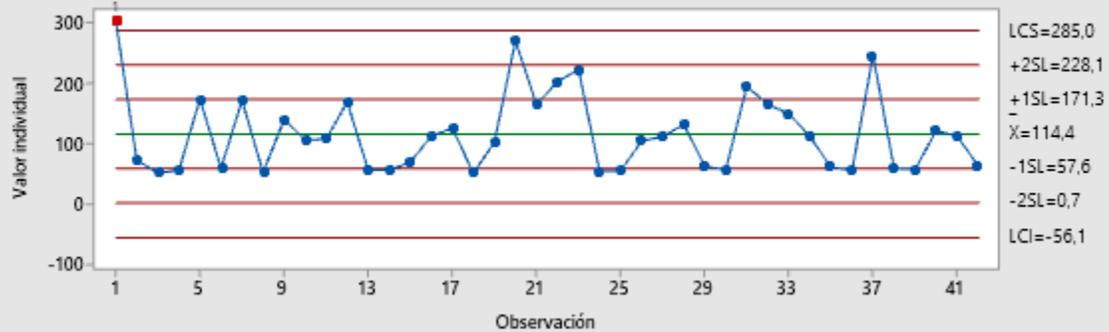
Gráfica I-MR de 2



Gráfica I-MR de 3



Gráfica I-MR de 4



ANEXO 12 Aplicación de filtro de Dixon o valores aberrantes

	Dato	Tiempo en segundos
	51	1
	18	37
	13	41
	19	42
	3	43
	9	43
	5	44
	11	45
	22	45
	23	45
	26	45
	33	45
	14	46
	29	46
	31	46
	68	46
	6	47
	16	47
	36	47
	67	47
	20	48
	24	48
	28	48
	30	48
	34	48
	35	48
	46	48
	48	48
	59	48
	77	48
	4	49
	40	49
	71	49
	72	49
	25	50
	55	50
	15	51
	43	51
	47	51
	61	51
	70	51
	73	51
	8	52
	41	52
	58	52
	64	52
	57	53
	75	53
	76	53
	17	55
	45	55
	74	55
	1	56
	38	56
	39	56
	44	56
	56	58
	12	59
	60	60
	53	62
	54	63
	66	64
	2	66
	62	66
	27	67
	78	67
	7	70
	69	72
	49	73
	21	98
	10	100
	42	102
	32	104
	52	109
	50	111
	37	124
	63	132
	79	133
	65	134
MENOR ABERRANTE	$X_2 - X_1 > ((X_n - X_1)/3)$	
MAYOR ABERRANTE	$X_n - (X_{n-1}) > ((X_n - X_1)/3)$	
MENOR ABERRANTE	$X_2 - X_1$	36
	$((X_n - X_1)/3)$	44,33333333
		NO ABERRANTE
MAYOR ABERRANTE	$X_n - (X_{n-1})$	1
	$((X_n - X_1)/3)$	44,33333333
		NO ABERRANTE

ANEXO 13 Aplicación de herramienta de valores típicos y atípicos

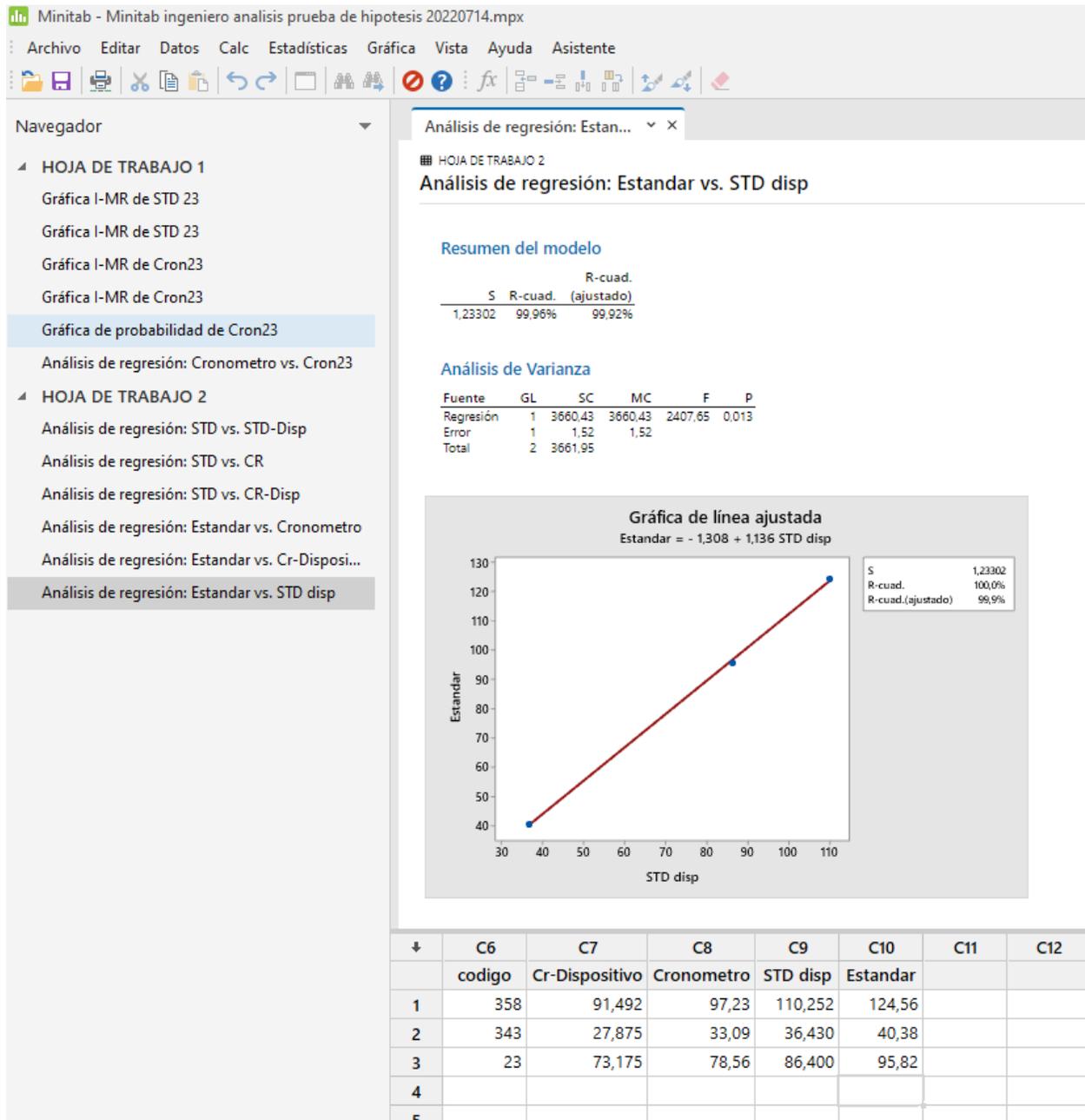
Dato	Tiempo en segundos	Z SCORE	CONDICION
51	1	-2,47716478	NO ATIPICO
18	37	-0,9459636	NO ATIPICO
13	41	-0,77583013	NO ATIPICO
19	42	-0,73329677	NO ATIPICO
3	43	-0,6907634	NO ATIPICO
9	43	-0,6907634	NO ATIPICO
5	44	-0,64823004	NO ATIPICO
11	45	-0,60569667	NO ATIPICO
22	45	-0,60569667	NO ATIPICO
23	45	-0,60569667	NO ATIPICO
26	45	-0,60569667	NO ATIPICO
33	45	-0,60569667	NO ATIPICO
14	46	-0,5631633	NO ATIPICO
29	46	-0,5631633	NO ATIPICO
31	46	-0,5631633	NO ATIPICO
68	46	-0,5631633	NO ATIPICO
6	47	-0,52062994	NO ATIPICO
16	47	-0,52062994	NO ATIPICO
36	47	-0,52062994	NO ATIPICO
67	47	-0,52062994	NO ATIPICO
20	48	-0,47809657	NO ATIPICO
24	48	-0,47809657	NO ATIPICO
28	48	-0,47809657	NO ATIPICO
30	48	-0,47809657	NO ATIPICO
34	48	-0,47809657	NO ATIPICO
35	48	-0,47809657	NO ATIPICO
46	48	-0,47809657	NO ATIPICO
48	48	-0,47809657	NO ATIPICO
59	48	-0,47809657	NO ATIPICO
77	48	-0,47809657	NO ATIPICO
4	49	-0,43556321	NO ATIPICO
40	49	-0,43556321	NO ATIPICO
71	49	-0,43556321	NO ATIPICO
72	49	-0,43556321	NO ATIPICO
25	50	-0,39302984	NO ATIPICO
55	50	-0,39302984	NO ATIPICO
15	51	-0,35049647	NO ATIPICO
43	51	-0,35049647	NO ATIPICO
47	51	-0,35049647	NO ATIPICO
61	51	-0,35049647	NO ATIPICO
70	51	-0,35049647	NO ATIPICO
73	51	-0,35049647	NO ATIPICO
8	52	-0,30796311	NO ATIPICO
41	52	-0,30796311	NO ATIPICO
58	52	-0,30796311	NO ATIPICO
64	52	-0,30796311	NO ATIPICO
57	53	-0,26542974	NO ATIPICO
75	53	-0,26542974	NO ATIPICO
76	53	-0,26542974	NO ATIPICO
17	55	-0,18036301	NO ATIPICO
45	55	-0,18036301	NO ATIPICO
74	55	-0,18036301	NO ATIPICO
1	56	-0,13782964	NO ATIPICO
38	56	-0,13782964	NO ATIPICO
39	56	-0,13782964	NO ATIPICO
44	56	-0,13782964	NO ATIPICO
56	58	-0,05276291	NO ATIPICO
12	59	-0,01022954	NO ATIPICO
60	60	0,03230382	NO ATIPICO
53	62	0,11737055	NO ATIPICO
54	63	0,15990392	NO ATIPICO
66	64	0,20243729	NO ATIPICO
2	66	0,28750402	NO ATIPICO
62	66	0,28750402	NO ATIPICO
27	67	0,33003739	NO ATIPICO
78	67	0,33003739	NO ATIPICO
7	70	0,45763748	NO ATIPICO
69	72	0,54270422	NO ATIPICO
49	73	0,58523758	NO ATIPICO
21	98	1,64857174	NO ATIPICO
10	100	1,73363847	NO ATIPICO
42	102	1,8187052	NO ATIPICO
32	104	1,90377193	NO ATIPICO
52	109	2,11643876	NO ATIPICO
50	111	2,2015055	NO ATIPICO
37	124	2,75443926	NO ATIPICO
63	132	3,09470618	ATIPICO
79	133	3,13723955	ATIPICO
65	134	3,17977292	ATIPICO

FÓRMULAS	
$\text{coef. variación}(\%) = \frac{\text{desv. estándar}}{\text{promedio}} * 100$	
$Z_{\text{score}} = \frac{(\text{dato} - \text{promedio})}{\text{desv. estándar}}$	
$\text{abs}(Z_{\text{score}}) > 3$	el dato es ATÍPICO
$\text{abs}(Z_{\text{score}}) < 3$	el dato no es ATÍPICO
abs = Valor Absoluto	
por ejemplo: abs(-100) o valor absoluto de (-100) es (100)	

ANEXO 14 Tabla resumen de exclusión de valores

Mes	Grupo	Número de datos iniciales	Número de datos sin cero	Primer promedio excluyendo 0/ tiempo estandar	Número de puntos fuera de límites de control 3 sigma	Segundo promedio excluyendo valores mayores a 3 sigma/ t cronometro
2	1	58	46	66,6	3	55,4
2	2	35	31	100	1	75,8
2	3	64	62	67,5	3	58,5
2	4	149	140	77	5	57,2
2	5	43	41	64,5	3	52,2
2	6	114	101	55	3	51,7
2	7	83	81	70,2	2	59,2
2	8	103	102	79,2	3	70,2
2	9	93	91	70,5	6	53,8
2	10	51	50	97	1	69,4
2	11	97	87	81,9	4	66,6
2	12	77	75	94,3	4	79,1
2	13	106	99	68,7	4	58,7
2	14	66	59	63,2	4	52,3
2	15	66	67	128	2	98
2	16	55	54	130,7	2	114,8
3	1	14,00	11,00	32,5	1	7,8
3	2	58,00	53,00	110	1	75,2
3	3	98,00	89,00	148	4	65,7
3	4	56,00	55,00	94,7	2	79
3	5	101,00	101,00	76,1	4	66,9
3	6	99,00	99,00	100	4	74,7
3	7	82,00	82,00	91,4	2	82,6
3	8	42,00	42,00	86,2	2	80,2
3	9	20,00	19,00	102,1	0	102,1
3	10	56,00	55,00	97,5	2	79,4
3	11	90,00	88,00	71,9	4	62,8
3	12	22,00	22,00	80,8	1	69,5
3	13	69,00	69,00	90	3	63,7
3	14	23,00	23,00	88,3	1	77,3
3	15	147,00	147,00	70,2	8	59,5
3	16	56,00	54,00	43,1	1	41,2
3	17	69,00	67,00	62	1	48,1
3	18	26,00	26,00	31,92	2	28,5
3	19	63,00	63,00	39,2	3	33,85
3	20	20,00	19,00	58,1	2	42,4
3	21	53,00	53,00	54,6	1	51,5
3	22	61,00	61,00	97	2	55,5
3	23	71,00	71,00	84,8	6	66,1
3	24	27,00	27,00	116,2	2	91,9
3	25	39,00	39,00	82,2	1	71,9
3	26	17,00	17,00	116	1	65,4
3	27	92,00	90,00	54	2	43
3	28	42,00	42,00	35,22	1	34,05
3	29	145,00	145,00	95	4	76,1
3	30	92,00	92,00	80,4	1	74,6
3	31	63,00	63,00	89,8	1	87
3	32	60,00	59,00	82,1	2	71,4
3	33	58,00	57,00	81,9	2	66,6
3	34	43,00	43,00	107	1	76,8
3	35	79,00	79,00	131	2	71,4
3	36	30,00	30,00	106	1	91,7
3	37	28,00	26,00	85	0	85
3	38	77,00	74,00	90	3	73,1
3	39	52,00	50,00	134,1	2	116,5
3	40	57,00	56,00	124	3	89
3	41	106,00	106,00	99,6	3	91,2
3	42	4,00	4,00	153,3	0	153,3
3	43	59,00	57,00	145	3	90,6
3	44	36,00	36,00	109,3	1	112,3
3	45	31,00	30,00	162	1	109,9
3	46	17,00	17,00	160	1	128,5
3	47	79,00	78,00	103,3	2	94,9
3	48	61,00	59,00	116,5	2	101,1
3	49	30,00	28,00	87	2	71
3	50	63,00	61,00	118	1	99,1
3	51	56,00	56,00	191	1	97
3	52	35,00	35,00	126,3	1	119,5
3	53	7,00	7,00	120,4	0	120,4
4	1	30	29	111	1	99,8
4	2	84	84	150	4	110
4	3	57	55	125,5	2	107,5
4	4	43	43	123,2	1	114,4
4	5	19	18	62,5	1	58,5
4	6	41	40	115,3	4	77,4
4	7	48	48	123,4	0	123,4
4	8	25	25	152	1	123,4
4	9	110	108	122	3	109,1
4	10	24	24	133	0	133
4	11	30	28	102	1	93,2
4	12	77	79	130	2	86
4	13	54	55	136	1	112,1
4	14	58	57	101	2	89,3
4	15	53	52	102,5	2	89,1
4	16	1	2	7089	0	7089
4	17	28	27	110	2	50,6
4	18	62	61	35,2	3	17,5
4	19	53	53	36,1	2	26,1
4	20	64	64	18,6	2	16,58
4	21	64	64	28,8	3	21
4	22	60	60	26,4	2	21,88
4	23	65	64	23,7	2	19,66
4	24	70	70	27	4	19,03
4	25	133	132	46	5	27,2
4	26	50	50	24,9	4	19,37
4	27	15	15	51,4	1	29,6
4	28	15	15	29,3	1	23,9
4	29	58	58	83	3	52,5
4	30	82	79	72,8	2	63,5

ANEXO 15 Imagen de regresión lineal para valores promedios de tiempos estandar



ANEXO 16 Imagen de regresión lineal para tiempos estándar individuales

