



UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“DISEÑO DE UNA PROPUESTA DE MEJORAS EN EL LAYOUT DE LAS
OPERACIONES DE ENSAMBLAJE EN UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE
MOTOCICLETAS SINCRÓNICAS”**

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

Presentado ante la

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

Como parte de los requisitos para optar por el título de

INGENIERO INDUSTRIAL

REALIZADO POR: Arias Rivas, Jennifer Daniela

Gómez Cabada, Daniela

PROFESOR GUÍA: Ing. Guevara, José

FECHA: Junio 2017



UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“DISEÑO DE UNA PROPUESTA DE MEJORAS EN EL LAYOUT DE LAS
OPERACIONES DE ENSAMBLAJE EN UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE
MOTOCICLETAS SINCRÓNICAS”**

**Este jurado; una vez realizado el examen del presente trabajo ha evaluado su
contenido con el resultado:.....**

J U R A D O E X A M I N A D O R

Firma:

Firma:

Firma:

Nombre: _____

Nombre: _____

Nombre: _____

REALIZADO POR: Arias Rivas, Jennifer Daniela

Gómez Cabada, Daniela

PROFESOR GUÍA: Ing. Guevara, José

FECHA: Junio 2017

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos profundamente a Dios por hacer que el destino nos uniera como compañeras en este paso importante de nuestra carrera, por guiarnos y por suministrarnos paciencia y sabiduría en el transcurso del proyecto.

A nuestros padres, Leonardo Arias, Milagro Rivas, Bernabé Gómez y Rosa Mary Cabada, quienes son nuestros pilares de vida y quienes nos han dado su apoyo incondicional en las buenas y en las malas.

A nuestro tutor José Antonio Guevara, quien fue el que dibujó el camino que debíamos seguir, estuvo para nosotras en todo momento y sus consejos fueron de vital importancia para el desarrollo del Trabajo Especial de Grado.

A nuestro tutor empresarial Cesare Rizza y a todo el personal de la empresa, por la receptividad, por todo su apoyo, por darnos la oportunidad de desarrollar el proyecto y por brindarnos lo necesario para llegar al éxito del Trabajo Especial de Grado.

Dedico este Trabajo Especial de Grado al Dr. Edgar Arias, mi abuelo, mi compañero, mi guía y mi ángel guardián que sin sus consejos, su constancia, su alegría, no lo hubiese logrado y que siendo un pedacito de cielo siempre me estará cuidando.

Jennifer, Arias.

La vida está llena de cosas impredecibles, por lo que hay que vivirla al día, por eso le dedico este Trabajo Especial de Grado a mi padrino Arturo Fajardo que fue y seguirá siendo mi ejemplo a seguir como Ingeniero y primos, Arturo y Alexandra Fajardo y abuelos, Onelia Fajardo y José (Pepe) Cabada que aunque no se encuentran físicamente presentes serán mi fuerza para dar siempre lo mejor.

Daniela, Gómez.

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“DISEÑO DE UNA PROPUESTA DE MEJORAS EN EL LAYOUT DE LAS
OPERACIONES DE ENSAMBLAJE EN UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE
MOTOCICLETAS SINCRÓNICAS”**

Autores: Arias, Jennifer.
Gómez, Daniela.

Tutor: Ing. Guevara, José.
Fecha: Junio, 2017.

SINOPSIS

El presente Trabajo Especial de Grado se desarrolló en una empresa ensambladora de motocicletas de baja y alta cilindrada, ubicada en Guatire, Edo. Miranda. El objetivo fundamental se basó en desarrollar alternativas con la finalidad de mejorar el Layout de las operaciones de ensamblaje de la línea de producción de motocicletas sincrónicas de baja cilindrada. Se inició con la recolección de muestra de tiempos mediante la utilización de las técnicas de observación directa del proceso de ensamble, entrevistas no estructuradas al personal de la línea y el estudio de información obtenida por parte del departamento de producción. Se procedió a caracterizar las operaciones involucradas en cada estación de trabajo de la línea de producción. Luego, se llevó a cabo una evaluación de la situación actual, donde se identificó el cuello de botella y el desbalance en términos de tiempos de ocio existente en cada puesto de trabajo de la línea, así como las causas que lo ocasiona. Mediante el uso de la herramienta de análisis como el diagrama de Pareto, se logró identificar las estaciones de trabajo que presentan mayor deficiencia o desbalance en el Layout de la Línea. Una vez analizadas e identificadas las estaciones de trabajo que ocasionan el mayor tiempo ocioso de la línea, se desarrollaron y evaluaron un conjunto de propuestas orientadas a solventar los problemas identificados en el transcurso del estudio. Finalmente, se establecieron conclusiones y recomendaciones que servirán de apoyo para la toma de decisiones de la empresa.

Palabras Clave: Tiempos de Ocio, Línea de Ensamble, Diagrama de Pareto, Tiempos de ciclo, Eficacia, Eficiencia, Layout de puestos de trabajo.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	3
I.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	3
I.2 ESTRUCTURA ORGANIZATIVA	5
I.3 CARACTERIZACIÓN DE LOS PRODUCTOS	8
I.4 PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA	11
I.5 OBJETIVOS	12
I.5.1 <i>Objetivo General</i>	12
I.5.2 <i>Objetivos Específicos</i>	12
I.6 ALCANCE	13
I.7 LIMITACIONES	13
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	14
II.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	14
II.2 CONCEPTOS Y DEFINICIONES BÁSICAS	14
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	22
III.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	22
III.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	22
III.3 POBLACIÓN, UNIDAD DE ANÁLISIS Y MUESTRA	22
III.3.1 <i>Población</i>	22
III.3.2 <i>Unidad de Análisis</i>	23
III.3.3 <i>Muestra</i>	23
III.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	23
III.4.1 <i>Observación Directa</i>	23
III.4.2 <i>Entrevistas no Estructuradas</i>	24
III.4.3 <i>Análisis de Datos</i>	24
III.5 METODOLOGÍA EMPLEADA	24
CAPÍTULO IV: DESCRIPCIÓN DE PROCESOS Y ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL. 26	
IV.1 PRELIMINARES	26
IV.2 PERSONAL INVOLUCRADO EN EL PROCESO	26
IV.3 PRESENTACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS Y EQUIPOS	27
IV.4 PROCESO DE PRODUCCIÓN DE MOTOS SINCRÓNICAS DE BAJA CILINDRADA	27
IV.5 SITUACIÓN ACTUAL DEL LAYOUT DE LÍNEA	28
IV.5.1 <i>Cálculo y Análisis del tiempo de ciclo de la Línea de Ensamble</i>	30
IV.5.2 <i>Cálculo y Análisis de las estaciones de trabajo más afectadas</i>	35
IV.5.3 <i>Eficiencia y Eficacia de la Situación Actual</i>	39
IV.5.4 <i>Análisis de Situación Actual</i>	41
CAPÍTULO V: PROPUESTA DE MEJORAS	50
V.1 MEJORA BASADA EN ALTERNATIVAS DE LAYOUT DE ACTIVIDADES POR PUESTO DE TRABAJO.....	50
V.1.1 <i>Descripción de la mejora</i>	50

V.1.2 Problemas a Solventar.....	50
V.1.3 Alternativa N°1: Layout de Línea de 13 Puestos.....	51
V.1.3.1 Explicación	52
V.1.3.2 Impacto en términos de Eficiencia y Eficacia.....	54
V.1.4 Alternativa N°2: Layout de 10 Puestos.....	56
V.1.4.1 Explicación	57
V.1.4.2 Impacto en términos de Eficiencia y Eficacia.....	59
V.1.5 Alternativa N°3: Layout de Línea de 8 Puestos.....	61
V.1.5.1 Explicación	62
V.1.5.2 Impacto en términos de Eficiencia y Eficacia.....	64
V.1.6 Alternativa N°4: Layout de 15 Puestos.....	66
V.1.6.1 Explicación	67
V.1.6.2 Impacto en términos de Eficiencia y Eficacia.....	69
V.1.7 Comparación de las Alternativas	71
V.1.8 Controles que garantizan la implementación de la mejora	72
V.1.8.1 Capacitación del personal:	72
V.2 MEJORA BASADA EN EL CAMBIO DE POSICIÓN DE LAS ÁREAS DE DESEMPAQUE (MOTORES Y CHASIS)	
.....	72
V.2.1 Descripción de la mejora.....	72
V.2.2 Problemas a Solventar.....	73
V.2.3 Alternativa Única	73
V.2.3.1 Motor (Trayectoria propuesta)	75
V.2.3.2 Chasis (Trayectoria propuesta)	75
V.2.3.3 Impacto de la mejora.....	76
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	78
VI.1 CONCLUSIONES	78
VI.2 RECOMENDACIONES.....	80
CAPÍTULO VII: BIBLIOGRAFÍA	82
ANEXO 1.....	83
LISTA DE HERRAMIENTAS Y EQUIPOS DEL ÁREA DE SUB-ENSAMBLE.....	83
ANEXO 2.....	88
LISTA DE HERRAMIENTAS Y EQUIPOS DEL ÁREA DE ENSAMBLE.	88
ANEXO 3.....	92
LAYOUT DE LÍNEA DEL ÁREA DE SUB-ENSAMBLE.....	92
ANEXO 4.....	93
MUESTRA DE TIEMPOS PARA CADA ACTIVIDAD DE LA LÍNEA DE ENSAMBLE (MEDIA, DESVIACIÓN ESTÁNDAR, COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE PEARSON, CURTOSIS Y COEFICIENTE DE ASIMETRÍA).	93
ANEXO 5.....	98
CÁLCULO DE SUPLEMENTOS PARA CADA ACTIVIDAD DEL ÁREA DE ENSAMBLE.	98
ANEXO 6.....	101

CÁLCULO DE TIEMPOS ESTÁNDAR DEL ÁREA DE ENSAMBLE DEL LAYOUT DE LÍNEA ACTUAL.	101
ANEXO 7	105
CÁLCULO DE TIEMPOS ESTÁNDAR DEL ÁREA DE RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA, ALMACENAMIENTO DE LA MISMA.	105
ANEXO 8	106
CÁLCULO DE TIEMPOS ESTÁNDAR DEL ÁREA DE DESEMPAQUE.....	106
ANEXO 9	108
CÁLCULO DE TIEMPOS ESTÁNDAR DEL ÁREA DE SUB-ENSAMBLE.	108
ANEXO 10	110
CÁLCULO DE TIEMPOS ESTÁNDAR POR ESTACIÓN DE TRABAJO PARA LA ALTERNATIVA DE LAYOUT DE LÍNEA DE 13 PUESTOS.	110
ANEXO 11	113
CÁLCULO DE TIEMPOS ESTÁNDAR POR ESTACIÓN DE TRABAJO PARA LA ALTERNATIVA DE LAYOUT DE LÍNEA DE 10 PUESTOS.	113
ANEXO 12	116
CÁLCULO DE TIEMPOS ESTÁNDAR POR ESTACIÓN DE TRABAJO PARA LA ALTERNATIVA DE LAYOUT DE LÍNEA DE 8 PUESTOS.	116
ANEXO 13	119
CÁLCULO DE TIEMPOS ESTÁNDAR POR ESTACIÓN DE TRABAJO PARA LA ALTERNATIVA DE LAYOUT DE LÍNEA DE 15 PUESTOS.	119

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N°1: ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	14
TABLA N°2: CÁLCULO DEL TIEMPO NORMAL.....	31
TABLA N°3: SUPLEMENTOS A UTILIZAR EN LA LÍNEA DE ENSAMBLE.....	32
TABLA N°4: TIEMPO DE CICLO DE LA LÍNEA DE ENSAMBLE ACTUAL.....	34
TABLA N°5: TIEMPO DE OCIO EXISTENTE EN LOS PUESTOS DE TRABAJO ACTUALES.	36
TABLA N°6: IDENTIFICACIÓN DEL 80% DEL OCIO EXISTENTE EN LAS ESTACIONES DE TRABAJO.....	38
TABLA N°7: IMPACTO DEL LAYOUT DE LÍNEA ACTUAL.....	40
TABLA N°8: DISTANCIAS RECORRIDAS DESDE EL ALMACÉN DE CKD HACIA LAS ÁREAS DE DESEMPAQUE.....	46
TABLA N°9: DISTANCIAS RECORRIDAS DESDE DESEMPAQUE HACIA LAS ZONAS DE SUB-ENSAMBLE.....	46
TABLA N°10: LEYENDA DE DIAGRAMAS DE FLUJO DE PROCESO.....	49
TABLA N°11: TIEMPO DE CICLO Y OCIO DE LA ALTERNATIVA DEL LAYOUT DE LÍNEA DE 13 PUESTOS.....	53
TABLA N°12: IMPACTO DE LA ALTERNATIVA DEL LAYOUT DE LÍNEA (13 PUESTOS).....	55
TABLA N°13: TIEMPO DE CICLO Y OCIO DE LA ALTERNATIVA DEL LAYOUT DE LÍNEA DE 10 PUESTOS.....	58
TABLA N°14: IMPACTO DE LA ALTERNATIVA DEL LAYOUT DE LÍNEA (10 PUESTOS).....	60
TABLA N°15: TIEMPO DE CICLO Y OCIO DEL LAYOUT DE LÍNEA DE 8 PUESTOS.....	63
TABLA N°16: IMPACTO DE LA ALTERNATIVA DE LAYOUT DE LÍNEA (8 PUESTOS).....	65
TABLA N°17: TIEMPO DE CICLO Y OCIO DE LA ALTERNATIVA DE LAYOUT DE LÍNEA DE 15 PUESTOS.....	68
TABLA N°18: IMPACTO DE LA ALTERNATIVA DE LAYOUT DE LÍNEA (15 PUESTOS).....	70
TABLA N°19: TABLA COMPARATIVA ENTRE LAS ALTERNATIVAS DE MEJORA DEL LAYOUT DE LÍNEA Y LA ACTUAL.....	71
TABLA N°20: DISTANCIAS RECORRIDAS TRAS EL CAMBIO DE UBICACIÓN DE LA ZONA DE DESEMPAQUE DE MOTORES.....	75
TABLA N°21: DISTANCIAS RECORRIDAS TRAS EL CAMBIO DE UBICACIÓN DE LA ZONA DE DESEMPAQUE DE CHASIS.....	75
TABLA N°22: MEJORA EN LA DISTANCIA RECORRIDA DE LA FASE DE PRE-ENSAMBLE RESPECTO A LA SITUACIÓN ACTUAL.....	76

TABLA N°23: TABLA EN FUNCIÓN DEL DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO: PRODUCCIÓN DE MOTOCICLETAS DE BAJA CILINDRADA (RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA, ALMACENAMIENTO Y DESEMPAQUE), CON BASE A LA MEJORA.....	76
TABLA N°24: TABLA COMPARATIVA DE DISTANCIAS RECORRIDAS DE LA SITUACIÓN ACTUAL Y LA PROPUESTA, ÁREAS DE DESEMPAQUE.	77
TABLA N°25: TABLA COMPARATIVA DE DISTANCIAS RECORRIDAS DE LA SITUACIÓN ACTUAL Y LA PROPUESTA, ÁREAS DE SUB-ENSAMBLE.....	77

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N°1: ESTRUCTURA ORGANIZATIVA GENERAL DE LA EMPRESA.	6
FIGURA N°2: ESTRUCTURA ORGANIZATIVA DE LA GERENCIA DE PRODUCCIÓN.	7
FIGURA N°3: MODELOS DE MOTOCICLETAS DE BAJA Y ALTA CILINDRADA ENSAMBLADAS EN LA EMPRESA.	10
FIGURA N°4: LAYOUT ACTUAL DE LA LÍNEA DE ENSAMBLE PARA MOTOCICLETAS DE BAJA CILINDRADA.....	28
FIGURA N°5: DIAGRAMA PERT-CPM: PRELACIONES DE ACTIVIDADES DE LA LÍNEA DE ENSAMBLE PARA MOTOCICLETAS DE BAJA CILINDRADA.....	29
FIGURA N°6: DIAGRAMA DE PARETO. TIEMPO DE OCIO DE CADA ESTACIÓN DE TRABAJO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.	37
FIGURA N°7: DIAGRAMA DE PARETO. IDENTIFICACIÓN DEL 80% DEL OCIO EXISTENTE EN LAS ESTACIONES DE TRABAJO.	39
FIGURA N°8: DIAGRAMA DE RECORRIDO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	42
FIGURA N°9: DIAGRAMA DE PROCESOS DE OPERACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE MOTOCICLETAS DE BAJA CILINDRADA, SITUACIÓN ACTUAL. FASE I.	43
FIGURA N°10: DIAGRAMA DE PROCESOS DE OPERACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE MOTOCICLETAS DE BAJA CILINDRADA, SITUACIÓN ACTUAL. FASE II.....	44
FIGURA N°11: DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO: PRODUCCIÓN DE MOTOCICLETAS DE BAJA CILINDRADA (RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA, ALMACENAMIENTO Y DESEMPAQUE).	45
FIGURA N°12: DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO DEL TRASLADO DE CHASIS A LA LÍNEA.	47
FIGURA N°13: DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO DEL TRASLADO DE LOS MOTORES A LA LÍNEA.	47
FIGURA N°14: DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO: PRODUCCIÓN DE MOTOCICLETAS DE BAJA CILINDRADA (ÁREA DE ENSAMBLE, ÁREA DE CALIDAD Y DESPACHO).....	48
FIGURA N°15: ALTERNATIVA DE LAYOUT DE LÍNEA DE 13 ESTACIONES DE TRABAJO.....	51
FIGURA N°16: DIAGRAMA DE PARETO. TIEMPO DE OCIO DE CADA ESTACIÓN DE TRABAJO DE LA ALTERNATIVA DE LAYOUT (13 PUESTOS).	54
FIGURA N°17: ALTERNATIVA DEL LAYOUT DE LÍNEA DE 10 ESTACIONES DE TRABAJO..	56
FIGURA N°18: DIAGRAMA DE PARETO. TIEMPO DE OCIO DE CADA ESTACIÓN DE TRABAJO DE LA ALTERNATIVA DE LAYOUT (10 PUESTOS).	59
FIGURA N°19: ALTERNATIVA DE LAYOUT DE LÍNEA DE 8 ESTACIONES DE TRABAJO.	61
FIGURA N°20: DIAGRAMA DE PARETO. TIEMPO DE OCIO DE CADA ESTACIÓN DE TRABAJO DE LA ALTERNATIVA DE LAYOUT (8 PUESTOS).	64

FIGURA N°21: ALTERNATIVA DE LAYOUT DE LÍNEA DE 15 ESTACIONES DE TRABAJO.....	66
FIGURA N°22: DIAGRAMA DE PARETO. TIEMPO DE OCIO DE CADA ESTACIÓN DE TRABAJO DE LA ALTERNATIVA DE LAYOUT (15 PUESTOS).	69
FIGURA N°23: DIAGRAMA DE RECORRIDO DE LA PROPUESTA DE UBICACIÓN DE ÁREAS DE DESEMPAQUE.	74

INTRODUCCIÓN

Soloson Import C.A. es una empresa perteneciente al sector automotor. La sede principal de la empresa se ubica en la zona industrial El Marques, Guatire, Estado Miranda dedicada al ensamble de motocicletas de baja y alta cilindrada. Con el fin de mejorar el Layout de línea en términos del balanceo de las operaciones específicamente de las motos sincrónicas de baja cilindrada (125cc), se realizarán alternativas de Layout de operaciones y de número de puestos de trabajo, de manera de disminuir el tiempo ocioso existente en cada una de las estaciones. La directiva se ha visto en la necesidad de estudiar el Layout de línea debido al ausentismo laboral presente, con el propósito de caracterizar el proceso productivo, analizar las operaciones de ensamblaje y evaluar el desempeño de la línea para desarrollar una mejora con diversas alternativas para implementar en la empresa. El estudio realizado contempla cada una de las siguientes fases que se presentan a continuación:

Capítulo I: Descripción del Problema. Se presenta una breve descripción de la empresa, se refleja la estructura organizativa de la misma y específicamente la del departamento de producción, la caracterización de los productos, el planteamiento del problema, el objetivo general y los objetivos específicos, alcance y por último, las limitaciones.

Capítulo II: Marco Teórico. Contiene los antecedentes de la investigación y las bases teóricas necesarias que sustentan el estudio.

Capítulo III: Marco Metodológico. Se esquematiza la metodología a seguir para este estudio. Contempla el tipo y diseño de investigación, la población, unidad de análisis y muestra, las técnicas e instrumentos de recolección de datos, y por último las fases que comprende la investigación.

Capítulo IV: Descripción de los procesos y Diagnóstico de la Situación Actual. Se describe la situación actual de la empresa, detallando el proceso de ensamble de las motocicletas sincrónicas de baja cilindrada, las operaciones que lo comprende, la determinación de los tiempos de ciclo existente en cada estación de trabajo y de la línea

de ensamble, la identificación de los puestos más “ociosos” que afectan la capacidad productiva, el beneficio arrojado del Layout actual en términos de eficiencia y eficacia y por último, la identificación de distancias significativas en el proceso productivo.

Capítulo V: Propuesta de Mejoras. Se establecen las posibles alternativas a los problemas antes determinados, y a su vez, el impacto de las mejoras en el proceso de ensamble de las motocicletas sincrónicas de baja cilindrada.

Capítulo VI: Conclusiones y Recomendaciones. Contiene las conclusiones finales con base a los resultados obtenidos durante este estudio y se dan las recomendaciones para la empresa.

CAPÍTULO I: DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

I.1 Descripción de la Empresa

La empresa es una planta ensambladora de motos japonesas en Venezuela, creada en el año 1993. Es una empresa dedicada a proveer productos y servicios de la mayor calidad en el área automotor, integrada por un capital humano calificado, guiado por sus directivos para atender las necesidades y servicios de los clientes, mediante la importación, comercialización y distribución a nivel nacional e internacional. Dispone a nivel nacional con más de 125 distribuidores para así poder cubrir todos los estados del país, y cuenta con el apoyo y certificación de la marca aliada, que a través de su casa matriz atiende directamente las necesidades de adiestramiento y apoyo técnico de la empresa.

La empresa está amparada por la garantía de reconocidas marcas internacionales provenientes de: Japón, China, Tailandia, India, Singapur, Argentina, Colombia, España, Portugal, Alemania, Italia, Inglaterra, Pakistán, Francia, entre otros. Posee una fuerte y exclusiva alianza con una empresa francesa, especialista en el diseño, fabricación y distribución de aceites de motor y lubricantes de alta tecnología en más de 75 países y con 150 años de reconocida excelencia en sus productos y su gran capacidad de innovación. También con una empresa alemana, fabricante de neumáticos y componentes, con más de 140 años desarrollando una amplia y novedosa cartera de productos. La empresa entonces mantiene un vínculo directo permanente y exclusivo con los grandes fabricantes, lo que les garantiza poder ofrecerle a Venezuela productos con la más alta calidad, constancia y prestigio.

La empresa ensambladora también es importadora de repuestos y accesorios para motos, equipos policiales, lubricantes para vehículos y motos, y también cuenta con su línea agrícola que está conformada por hidrojets, desmalezadoras, bombas de agua, plantas eléctricas, motores fueras de borda, entre otros.

Hoy en día, Colombia y España representan internacionalmente a la empresa ensambladora, sólo con su línea agrícola. También posee una nueva alianza con una

empresa asiática, la cual ahora es la primera planta que cuenta con línea de ensamblaje de vehículos todo terreno 4X4 en Venezuela. La empresa prestará sus servicios en la sede principal hasta el 2017, donde en ese año se hará la inauguración de la nueva sede, también en Guatire, Estado Miranda, la cual contará con ocho galpones, una escuela para la capacitación de mecánicos de motocicletas y mecánicos para motores fuera de borda, que próximamente serán ensamblados en nuestro país.

La empresa pertenece al sector automotor. Dicha empresa actualmente cuenta con dos sedes, las dos ubicadas en Guatire, Estado Miranda.

La primera sede se localiza en la Avenida Principal Zona Industrial El Marques, Urbanización Industrial El Marques, Guatire, Estado Miranda. Ésta cuenta con una (1) edificación de tres (3) pisos respectivamente, en donde se encuentran las oficinas administrativas, el área de producción, y el área de depósito, ocupando un terreno con un área alrededor de $15.752,07 m^2$.

Esta organización poseía para el año 2016 una capacidad de producción anual de 3.860 motocicletas.

El área de producción cuenta con tres (3) líneas de ensamble de motocicletas, las cuales son las siguientes:

- Línea 1 y Línea 2: son aquellas dedicadas al ensamble de motocicletas de baja como de alta cilindrada, es decir, en estas líneas se ensamblan los modelos de motos que sean desde 50cc hasta 2.000cc.
- Línea 3: es aquella dedicada al ensamble de motocicletas de baja cilindrada, es decir, en esta línea se ensamblan los modelos de motos que sean desde 50cc hasta 250cc.

La nueva sede se ubica en la Avenida Villa Heroica, Sector el Desvío, Municipio Zamora, Guatire, Estado Miranda. Dicha sede dispone de un conjunto de ocho (8) galpones, un (1) edificio administrativo y un (1) edificio de escuela de mecánicos.

I.2 Estructura Organizativa

La empresa ensambladora de motocicletas y vehículos todo terreno 4X4, cuenta con una estructura organizativa piramidal, en la cual resalta el cargo de Director como máxima autoridad de la empresa, posteriormente destaca la labor del Gerente General Administrativo y el Gerente General Financiero y por debajo de éstos, se destaca el grupo de Gerentes de las diferentes áreas de la empresa.

El proyecto se efectuó en el Departamento de Producción, teniendo como colaboradores al Gerente de Producción, Auditor de Producción, Supervisores de Producción y Operarios del área.

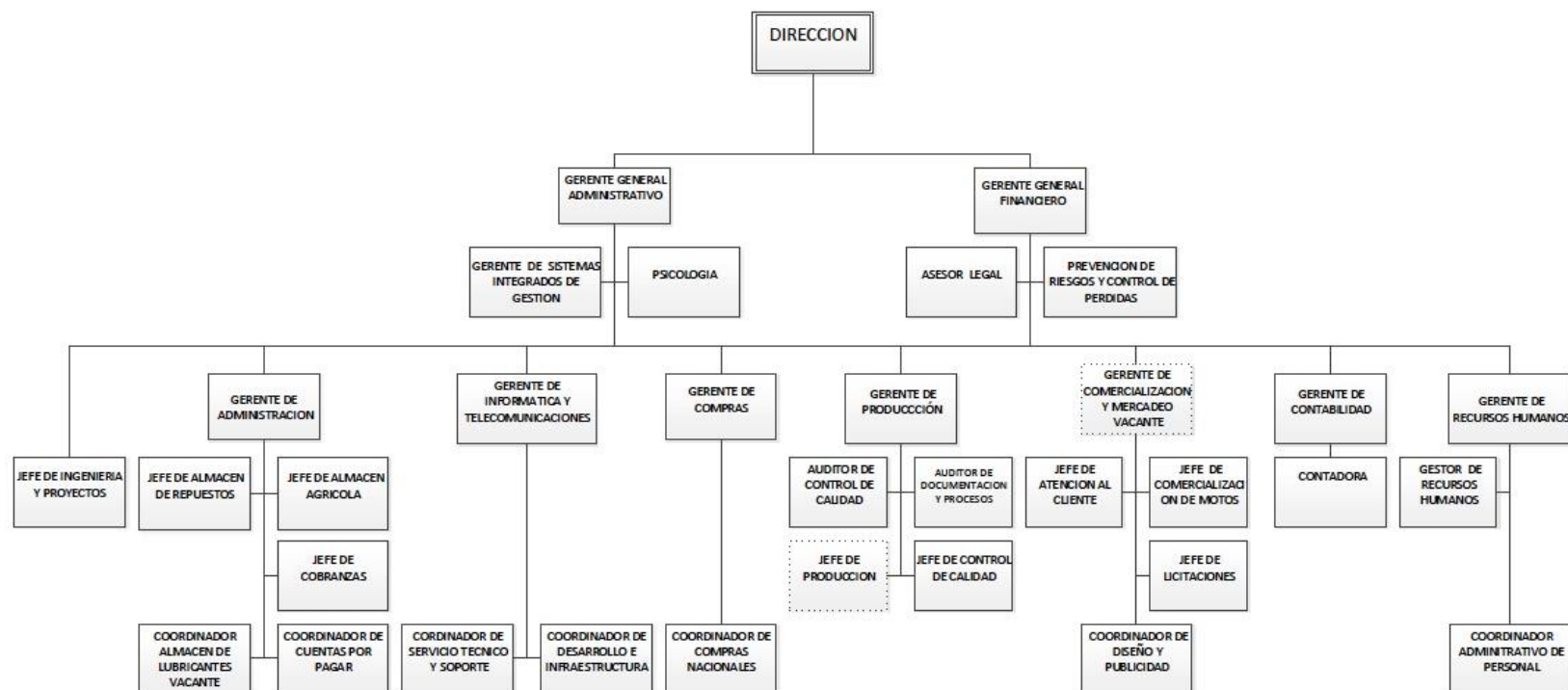


Figura N°1: Estructura organizativa general de la empresa.
Fuente: Empresa Ensambladora de Motocicletas y Vehículos todo terreno 4X4.

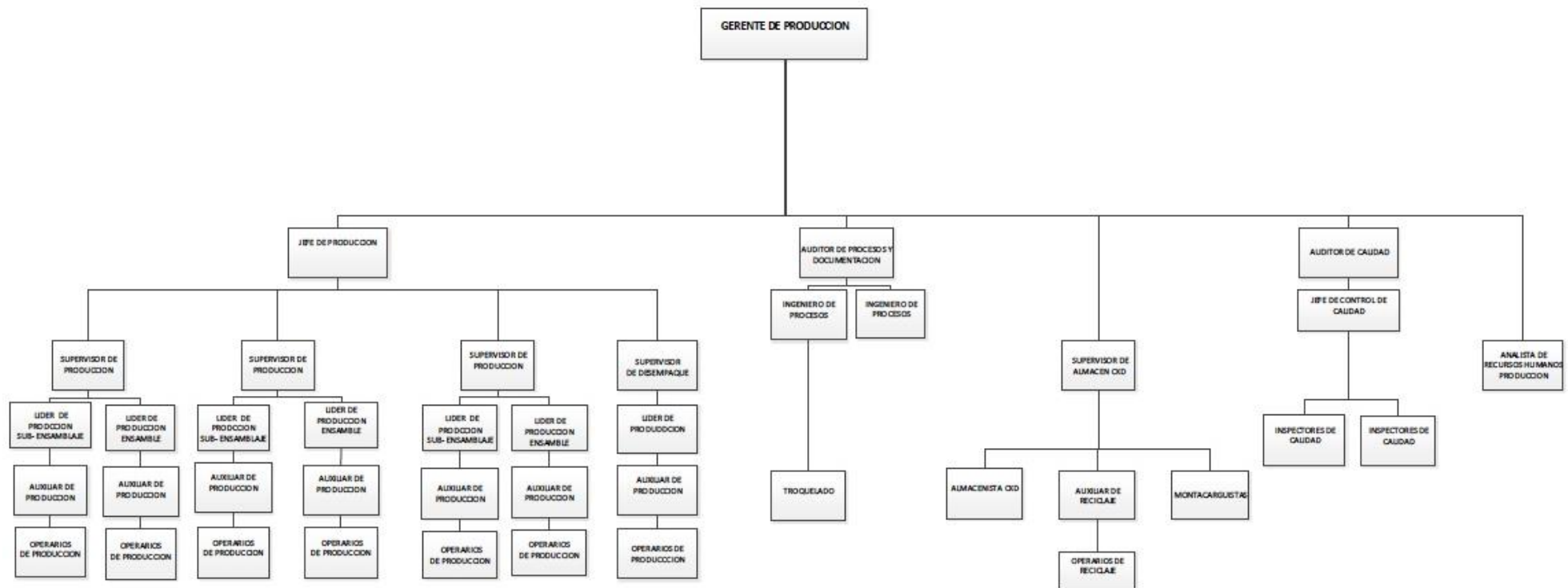


Figura N°2: Estructura Organizativa de la Gerencia de Producción.
Fuente: Empresa Ensambladora de Motocicletas y Vehículos todo terreno 4X4.

I.3 Caracterización de los Productos

El área de producción dispone de tres (3) líneas de ensamblaje en las cuales se ensamblan los siguientes modelos de motocicletas:

- Línea 1, Línea 2 y Línea 3:

✓ Gn-125



✓ En-125



✓ Cool



✓ SkyHawk



• Línea 1 y Línea 2:

✓ Gs-500



✓ Dr-200



✓ Dr-650



✓ DI-650



✓ DI-1000



*Figura N°3: Modelos de Motocicletas de baja y alta cilindrada ensambladas en la empresa.
Fuente: Empresa Ensambladora de Motocicletas y Vehículos todo terreno 4x4.*

I.4 Planteamiento de Problema

La empresa es una planta ensambladora de motos japonesas en Venezuela, creada en el año 1993. Es una empresa dedicada a proveer productos y servicios de calidad en el área automotor, mediante la importación, ensamblaje, comercialización y distribución a nivel nacional e internacional. Cuenta a nivel nacional con más de ciento veinte cinco (125) distribuidores para así poder cubrir todos los estados del país. Y con el apoyo y certificación de la marca aliada, que a través de su casa matriz atiende directamente las necesidades de adiestramiento y apoyo técnico de la empresa.

En los últimos años de la historia automotriz venezolana, las empresas que se han instalado en el país, han desarrollado diversas necesidades a nivel económico, político y social, tomando medidas como disminuir su producción progresivamente, para así poder cumplir al menos con la demanda del mercado venezolano.

La empresa posee una línea de producción para motocicletas sincrónicas de baja cilindrada 125cc, en donde se efectúan ciento tres (103) operaciones de ensamblaje manuales, con veintiséis (26) trabajadores distribuidos en trece (13) puestos (dos operarios por puesto). Sin embargo, el Gerente de Producción en una entrevista sostenido con él, expuso que varios trabajadores han renunciado o abandonado los puestos de trabajo, sin poder conseguirles reemplazo, por lo que la empresa ha tenido que improvisar con los recursos que posee hoy en día. Además, en este Layout se han generado cuellos de botella que se evidencian al observarse estaciones “ociosas” mientras esperan productos en proceso retenidos en estaciones previas.

La causa de los tiempos ociosos puede ser un Layout ineficiente de las ciento tres (103) operaciones de ensamblaje en los trece (13) puestos establecidos, ya que algunas de estas operaciones pueden ser más complejas de realizar que otras, por lo que existe incertidumbre por conocer una mejor forma de distribuirlas. Estas estaciones tardías causadas por los tiempos de ocio mencionados traen como consecuencia una disminución de la capacidad productiva de la línea, lo cual no es un problema actualmente, dado el bajo nivel de ventas. Sin embargo, existe la preocupación sobre si

mantener este esquema de trabajo, emplear uno distinto con un número de estaciones de trabajo inferior al existente o con un número de estaciones de trabajo superior al existente en caso de que la situación del país cambie y por ende se incrementen los niveles de ventas, exijan un mejor desempeño de la línea y se necesite contratar más personal.

Con base en todo lo expuesto, surge la siguiente pregunta: ¿se pudieran conseguir diferentes Layout de operaciones y de número de puestos de trabajo, que permitiesen disminuir los cuellos de botella y mejorar el desempeño de la línea?

I.5 Objetivos

I.5.1 Objetivo General

Diseñar una propuesta de mejoras en el Layout de las operaciones de ensamblaje en una línea de producción de motocicletas sincrónicas.

I.5.2 Objetivos Específicos

1. Caracterizar los procesos de la línea de producción, en términos de sus flujos de materiales, distribución física y operaciones realizadas.
2. Analizar las operaciones de ensamblaje en términos de sus secuencias, tiempos de duración, y recursos empleados.
3. Evaluar el desempeño de la línea de producción, en función del Layout actual de sus operaciones de ensamblaje.
4. Proponer Layout alternas para las operaciones de ensamblaje realizadas en la línea de producción.
5. Seleccionar Layout alternos que impacten positivamente en el desempeño de la línea de producción.

I.6 Alcance

- El desarrollo del proyecto se llevará a cabo en la primera sede de la empresa ubicada en la Avenida Principal Zona Industrial El Marques, Urbanización Industrial El Marques, Guatire, Estado Miranda.
- La investigación se efectuará en el área de producción, específicamente en la línea de ensamblaje para las motocicletas sincrónicas de baja cilindrada 125cc, en busca de mejoras en términos de los puestos de trabajo, recursos y operaciones que apliquen.
- El Layout de las operaciones de ensamblaje se realizará variando el número de puestos de trabajo, y por consiguiente el número de trabajadores que pueden haber en la línea de producción. La selección de las diferentes alternativas se hará en función de conseguir mejoras en el desempeño de la línea con base a la eficiencia y eficacia.
- Para analizar la situación actual de los procesos productivos se utilizarán herramientas de ingeniería de métodos como diagramas de flujos, diagramas de operaciones, diagrama de línea, entre otros.
- La implementación de las mejoras propuestas es por cuenta de la empresa.

I.7 Limitaciones

- La investigación es limitada por la información que pueda otorgar la empresa para el TEG en estudio.
- Los datos suministrados por la empresa deben ser tratados con confidencialidad, por lo tanto, la referencia de su nombre o de sus productos serán omitidas.
- El levantamiento d información puede verse afectado por la ausencia de materia prima y de pedidos que pueda presentarse en el transcurso del tiempo estipulado para el proyecto.
- El ausentismo laboral puede limitar la obtención de datos necesarios para la caracterización y análisis de los procesos productivos que se llevan a cabo en la línea de ensamblaje.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

II.1 Antecedentes de la Investigación

Los antecedentes de un trabajo de investigación son todos aquellos estudios realizados anteriormente y los cuales sirven como punto de inicio para trabajos posteriores. En la elaboración del presente Trabajo Especial de Grado se tomaron como referencia las siguientes investigaciones:

*Tabla N°1: Antecedentes de la Investigación.
Fuente: Elaboración Propia.*

Título	Áreas de Estudio, Autores y Tutores	Institución y Fecha	Objetivo General	Aporte
"Manual de procedimientos del área de sub-ensamble y línea de ensamble para la motocicleta suzuki modelo GN - 125 en la empresa Soloson Import C.A."	Área: Ingeniería Industrial Autor: Jennifer Arias Tutor Académico: Ing. José Guevara Tutor Empresarial: Ing. Jonathan Bastidas	Institución: UCAB - Pregrado Fecha: Octubre 2016	Caracterizar los procesos operativos de la línea de ensamble del modelo de motos GN -125, en términos de operaciones, herramientas, componentes y operarios.	Descripción de las estaciones de trabajo a lo largo del área de sub-ensamble y línea de ensamble

II.2 Conceptos y Definiciones Básicas

- **Almacén CKD:** Kit para ensamblaje o Completely Knock Down por sus siglas en inglés, es un sistema logístico mediante el cual se consolida en un almacén todas las piezas necesarias para armar un aparato funcional. En la industria, este término se usa cuando una máquina está completamente desarmada y es entregada a una planta que se dedica al ensamblaje.
- **Área de Producción:** El área de producción de una empresa es aquella donde se realizan las actividades directas para la manufactura del producto. El área de producción en muchos casos esta subdividida por estaciones de trabajo relacionadas entre sí. Una estación de trabajo para el área de producción incluye espacio para los equipos, para los materiales y para el personal.
- **Balanceo de Línea:** Para (Krajewski, Ritzman y Malhotra, 2008) el balanceo de línea “es la asignación del trabajo a estaciones integradas a una línea para alcanzar la tasa de producción deseada con el menor número posible de estaciones de trabajo”, pág. 328. Es una técnica para agrupar tareas entre las estaciones de trabajo, de modo que cada una tenga, en el caso ideal, la misma cantidad de labor.

- **Coeficiente de Variación de Pearson:** De acuerdo con (García, Ramos y Ruiz, 2006) el coeficiente de variación de Pearson “representa el número de veces que la desviación típica contiene al valor absoluto de la media. Cuanto mayor es el coeficiente de variación de Pearson menos representativa es el valor absoluto de la media. Es una medida adimensional y suele expresarse multiplicado por cien, es decir en forma de porcentaje”. Pág. 39.

Indica la relación existente entre la desviación típica de una muestra y su media.

- **Cuello de Botella:** Según (Ritzman, 2006), es el recurso de restricción de la capacidad, la cual limita la aptitud de la organización para satisfacer el volumen, mezcla de productos o la demanda del mercado”.
- **Desperdicio o Despilfarro:** De acuerdo con (Rajadell y Sánchez, 2010) se define “el despilfarro como todo aquello que no añade valor al producto, o que no es absolutamente esencial para fabricarlo. El valor se añade cuando las materias primas se transforman del estado en que se han recibido en otro estado de un grado superior de acabado que algún cliente está dispuesto a comprar. Cabe señalar que existen actividades necesarias para el sistema o proceso, pero sin valor añadido, y que no contribuyen a comunicar valor al producto o servicio. En este caso, estos despilfarros tendrán que ser asumidos.” Pág. 19.

“En general los tipos de despilfarros son los siguientes: sobreproducción, tiempo de espera o tiempo vacío, transporte o movimientos innecesarios, sobreproceso, stock, defectos o errores humanos.” Pág. 22

- **Despilfarro por tiempo de espera o tiempo vacío:** Para (Rajadell y Sánchez, 2010) el desperdicio por tiempo de espera “es el tiempo perdido como resultado de una secuencia de trabajo o proceso ineficiente. Los procesos establecidos pueden provocar que unos operarios permanezcan parados mientras otros están saturados de trabajo.” Pág. 23. El ocio es el reflejo del tiempo de espera.
- **Desviación Estándar:** La desviación típica o estándar es una medida de dispersión que se emplea para variables de razón (también conocidas como ratio o cociente) y para variables de intervalo. La desviación estándar se considera una medida cuadrática que representa el promedio de las desviaciones (distancias) de los datos

muestrales respecto de su media aritmética, expresada en las mismas unidades que la variable. Se define como la raíz cuadrada de la varianza.

- **Diagrama de Flujo de Procesos:** Para (Niebel y Freidvalds, 2009), el diagrama es usado para cada componente de un ensamble o de un sistema, con el fin de obtener el máximo ahorro en la manufactura o procedimientos aplicables a un componente o una secuencia de trabajos específicos. “En general, el diagrama de flujo del proceso contiene mucho más detalle que el diagrama de proceso de la operación. Por lo tanto, es común que no se aplique al ensamble completo. Se usa en principio, para cada componente de un ensamble o de un sistema para obtener el máximo ahorro en la manufactura, o en procedimientos aplicables a un componente o secuencia de trabajo específicos. El diagrama de flujo es valioso en especial al registrar costos ocultos no productivos, como distancias recorridas, retrasos y almacenamientos temporales. Una vez detectados estos periodos no productivos, los analistas pueden tomar medidas para minimizarlos y, por ende, sus costos”. Además de registrar las operaciones e inspecciones, estos diagramas muestran todos los movimientos y almacenamientos de un artículo en su paso por la planta”, pág. 34.
- **Diagrama de Operaciones de Procesos:** Para (Janania, 2008), el diagrama de operaciones de proceso “representa gráficamente un cuadro general de cómo se realizan procesos o etapas, considerando únicamente todo lo que respecta a las principales operaciones e inspecciones”, Pág. 41.
De acuerdo con (Niebel y Freivalds, 2009), el diagrama de operaciones de procesos “muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones, inspecciones, tiempos permitidos y materiales que se utilizan en un proceso de manufactura o de negocios, desde la llegada de la materia prima hasta el empaquetado del producto terminado. La gráfica muestra la entrada de todos los componentes subensambles al ensamble principal. De la misma manera como un esquema muestra detalles de diseño tales como partes, tolerancias y especificaciones, la gráfica del proceso productivo ofrece detalles de la manufactura y del negocio con sólo echar un vistazo”. Pág. 30.
- **Diagrama de Pareto:** Es una gráfica, histograma, o tabla, que muestra cada problema y la frecuencia con que ocurren, asignándole un orden. De acuerdo (Niebel

y Freivalds, 2009) “en el análisis de Pareto, los artículos de interés son identificados y medidos con una misma escala y luego se ordenan en orden descendente, creando una distribución acumulada. Por lo general, 20% de los artículos evaluados representan el 80% o más de la actividad total; como consecuencia, esta técnica a menudo se conoce como la regla 80-20. Por ejemplo, el 80% del inventario total se encuentra en sólo 20% de los artículos del inventario, o 20% de los trabajos provocan aproximadamente 80% de los accidentes, o 20% de los trabajos representan 80% de los costos de compensación de los empleados. Conceptualmente, el analista de métodos concentra el mayor esfuerzo sólo en algunos pocos trabajos que generan la mayor parte de los problemas”, pág. 18.

- **Diagrama de Recorrido:** Para (Niebel y Freivalds, 2009), un diagrama de recorrido es una representación gráfica de la distribución de la planta y los edificios, que se muestra la localización de todas las actividades del diagrama de flujo del proceso. Sirve para identificar posibles áreas de con miras a lograr una distribución de planta ideal.
- **Eficacia:** (Bardhan, 1995) define la eficacia como “la capacidad de establecer y lograr metas preestablecidas”, pág. 72.
- **Eficiencia:** Para (Krajewski, Ritzman y Malhotra, 2008) la eficiencia es “la razón del tiempo productivo al tiempo total, expresado como un porcentaje”, pág. 330.
- **Ensamblaje:** Unión de varios elementos, especialmente de partes y piezas, de manera que ajusten entre sí perfectamente, normalmente haciendo que parte de uno entre en otro.
- **Huacal:** Cajón rústico hecho con varas entrecruzadas o tablas delgadas que se usa principalmente para el transporte de productos.
- **Línea de Ensamble:** Una línea de ensamblaje es un proceso de manufactura que descompone los trabajos de fabricación de un bien en pasos o etapas que se realizan en una secuencia predefinida. El principio de una línea de ensamble es que cada trabajador es asignado a una tarea muy específica, que él o ella simplemente repite, y entonces el proceso se mueve al siguiente trabajador que realiza su tarea, hasta que se ha completado la tarea y el producto está terminado. Dentro de las líneas de ensamble

no solo hay trabajadores, también hay máquinas que apoyan el proceso de producción.

- **Manufactura Esbelta o Lean Manufacturing:** (Rajadell y Sánchez, 2010) la define como “la persecución de una mejora del sistema de fabricación mediante la eliminación del desperdicio, entendiendo como desperdicio o despilfarro todas aquellas acciones que no aportan valor al producto y por las cuales el cliente no está dispuesto a pagar. La manufactura esbelta puede considerarse como un conjunto de herramientas que se desarrollaron en Japón inspiradas en parte, en los principios de William Edwards Deming. Los pilares del Lean Manufacturing son: la filosofía de la mejora continua, el control total de la calidad, la eliminación del despilfarro, el aprovechamiento de todo el potencial a lo largo de la cadena de valor y la participación de los operarios”.
- **Media:** La media es el promedio o valor medio de las puntuaciones de una muestra en una variable. La media aritmética es el valor obtenido al sumar todos los datos y dividir el resultado entre el número total de datos.
- **Muestras para Estudio de Tiempos:** (Jananía, 2008) “Cuando hablamos de tiempos para obtener una mayor productividad, nos referimos a un estudio con el objeto de determinar el tiempo requerido por una persona calificada o entrenada trabajando a una marcha normal para realizar, un trabajo específico”, pág. 100.

“En un estudio de tiempos es necesario tomar en cuenta el número de observaciones o ciclos que se deben realizar antes de poder determinar el tiempo estándar de una determinada operación; ya que cuanto mayor sea el número de observaciones cronometradas más próximas estarán los resultados a la realidad del trabajo que se estudie. Debemos aceptar que al trabajar con el método de parar y observar, o al realizar cualquier estudio de tiempos, existirá una cierta variación de lectura para cualquier elemento, aun cuando el trabajador no esté intentando variar su trabajo. Esta variación normalmente es causada por lo siguiente: la posición de las herramientas usadas, los movimientos y actividad de trabajo del operario, las posiciones de las piezas con que se trabaja y los ligeros errores en la lectura del cronómetro. Para calcular el tamaño de la muestra se necesitan las siguientes

fórmulas: desviación estándar, intervalo de confianza (I_M), intervalo de confianza (I), la relación de I_M , I y el número de observaciones requeridas”, pág. 104.

- **Proceso Productivo:** Según (López, 1996) se entiende por proceso productivo, toda transformación que añade valor al proceso implicando el uso de los recursos.
De acuerdo con (Cárdenas, 2008) “Un proceso de producción, transforma los inputs en outputs o rendimientos (bienes o servicios). Las empresas continuamente desarrollan y definen un conjunto de procesos de producción al igual que servicios al cliente con el objetivo de satisfacer las necesidades determinadas”, Pág. 198.
- **Producción por Lotes:** Se definen así a los sistemas de producción industrial mediante los que se crea una pequeña cantidad de productos idénticos. Esta modalidad productiva también puede ser intensiva en mano de obra, aunque generalmente no lo es tanto ya que se introduce el concepto de las plantillas o modelos, que contribuyen a agilizar la producción, reduciendo también el factor de personalización que existe en la producción por trabajo. Los lotes de producto se pueden hacer con la frecuencia necesaria y las máquinas pueden también sustituirse por otras fácilmente cuando es necesario producir un lote de un producto diferente.
- **Suplementos:** Según (Niebel y Freivalds, 2009) “Las lecturas con cronómetro de un estudio de tiempos se toman a lo largo de un período relativamente corto. Por lo tanto, el tiempo normal no incluye las demoras inevitables, que quizá ni siquiera fueron observadas, así como otros tiempos perdidos legítimos. En consecuencia los analistas deben hacer ajustes para compensar dichas pérdidas, y esos ajustes se conocen como suplementos u holguras”, pág.366. Los suplementos se definen como las necesidades personales (viajes al baño y a los bebederos), la fatiga que afecta a los individuos en la jornada laboral, la postura anormal que pueden tener a lo largo del día laboral, la fuerza muscular ejercida, las condiciones atmosféricas, nivel de ruido y niveles de iluminación que estén presentes en el lugar de trabajo, el esfuerzo mental y el esfuerzo visual que los operarios deben efectuar, la monotonía y la tediosidad del trabajo, y las demoras inevitables tales como herramientas que se rompen, interrupciones del supervisor, variaciones con el material, etc.

- **Takt Time:** De acuerdo con (Villaseñor y Galindo) el takt time se define como “la demanda del cliente traducida en minutos o segundos y es el indicador para producir. Marca el ritmo de producción y controla la sobreproducción y los inventarios en proceso”, pág. 100.
- **Teoría de Restricciones:** Según (Villaseñor y Galindo) “es una filosofía administrativa desarrollada por Goldratt, quien dice que las restricciones determinan el desarrollo de un sistema y que cualquier sistema tiene poca restricciones. Define a la restricción como cualquier cosa que limita el desarrollo de un sistema para el logro de su meta, por lo tanto, se debe encontrar esa restricción o eslabón y hacer los cambios necesarios para eliminarlo. La teoría de restricciones está basada en cinco pasos: 1. Identificar las restricciones del sistema; 2. Decidir cómo explotar esas restricciones; 3. Subordinar todas las operaciones a las restricciones; 4. Elevar las restricciones del sistema y 5. Mejorar de manera continua el sistema (regresar al paso 1). Esta teoría está basada en encontrar la meta de los negocios, la cual es siempre hacer dinero y tener utilidades. Por lo tanto, todas las actividades deben de ser enfocadas a esa meta”, pág. 102.
- **Tiempo de Ciclo:** Según (Krajewski, Ritzman y Malhotra, 2008) el tiempo de ciclo de una línea “es el tiempo máximo permitido para trabajar en la elaboración de una unidad en cada estación”, pág. 329. El tiempo de ciclo es el tiempo máximo de los tiempos estándar.
- **Tiempo Estándar:** Es el considerado como base para calcular la producción por ciclo, hora, o turno de alguna máquina o un operario y en este se deben considerar todos los tiempos (suplementos) que afecten al ciclo de producción como experiencia y fatiga del operador, cambios de materiales, acciones del operador como tomar agua, ir al baño etc.

Este tiempo es tomado por una persona especialista y debe de dividir el proceso productivo en el número de subprocessos posibles a fin de tomar el tiempo de cada uno de ellos y así finalmente determinar el tiempo ciclo estándar.

- **Tiempo Normal:** Es el tiempo que requiere un operador calificado para realizar una tarea, a un ritmo normal, para completar un elemento, ciclo u operación usando un método prescrito.
- **Tiempo Ocioso:** Según (Krajewski, Ritzman y Malhotra, 2008) “es el total de tiempo improductivo en todas las estaciones que participan en el ensamblaje de cada unidad”, pág. 330.

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

El Marco Metodológico sitúa a través de un lenguaje claro y sencillo, las técnicas y herramientas empleadas para la recolección, procesamiento y análisis de datos empleados en el desarrollo del Trabajo Especial Grado (TEG). Contemplará: el tipo de investigación que se realizará, el enfoque tomado, el diseño de la misma, las fases que comprende la investigación, población, unidad de análisis, muestra y las técnicas e instrumentos a utilizar las cuales facilitaron el desarrollo del estudio.

III.1 Tipo de Investigación

Se desarrollará un tipo de investigación proyectiva, la cual según (Hurtado, 2000), consiste en la elaboración de propuestas o de un modelo, para solventar un problema o necesidad de tipo práctico a partir de un estudio de las necesidades del momento, los procesos explicativos o generadores involucrados y las tendencias futuras.

III.2 Diseño de la Investigación

Según (Arias, 1999), define el diseño de la investigación como “la estrategia que adopta el investigador para responder al problema planteado”, pág.30.

En relación a lo expuesto anteriormente, el diseño que se utilizará en esta investigación es de campo, el cual para (Arias, 1999) consiste en “la recolección de datos directamente de la realidad donde ocurren los hechos, sin manipular o controlar variables alguna.”, pág.94.

III.3 Población, Unidad de Análisis y Muestra

Para el desarrollo del presente Trabajo Especial de Grado (TEG), es importante definir tanto la población, la unidad de análisis, así como la muestra que se van a utilizar para su elaboración.

III.3.1 Población

Para (Arias, 1999) la población “es el conjunto de elementos con características comunes que son objetos de análisis y para los cuales serán válidas las conclusiones de la investigación”, pág.98.

En la presente investigación del Trabajo Especial Grado, la población a la cual se le realizará el estudio está comprendida por las operaciones de cada estación de trabajo de la Línea de Ensamble de motocicletas sincrónicas de baja cilindrada.

III.3.2 Unidad de Análisis

La unidad de análisis para (Avila, 2006) se refiere a la característica o variable que se desea investigar, las cuales se deben definir de tal modo que logren proporcionar una respuesta completa y no parcial a la interrogante de la investigación.

En el presente Trabajo Especial de Grado la unidad de análisis estará comprendida por el proceso de producción de las motocicletas sincrónicas de baja cilindrada, siendo la variable a estudiar el tiempo de duración de las operaciones de cada estación de trabajo.

III.3.3 Muestra

La muestra según (Arias, 1999) “es obtenida con el fin de investigar, a partir del conocimiento de sus características particulares, las propiedades de una población”, pág.101.

La muestra escogida para la presente investigación, serán los tiempos de cada operación de la línea de Ensamble de motocicletas de baja cilindrada. Las muestras por observación directa fueron tomadas en Enero de 2017.

Para el presente estudio se realizará un muestreo del tipo no probabilístico el cual para (Avila, 2006) se refiere a que la unidad de análisis depende de las características tomadas por el investigador, siendo el muestro intencional, el cual consiste en seleccionar los casos característicos de la población, limitando a su vez la muestra.

III.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

III.4.1 Observación Directa

Esta técnica permite que el investigador se mantenga al margen del fenómeno estudiado, como un espectador pasivo, que se limita a registrar la información que aparece ante él, sin interacción, ni implicación alguna al no formar parte de la

organización. Para facilitar esta observación el investigador se apoyará de herramientas tales como: fotografías, vídeos, grabadoras, cronómetros, entre otras.

III.4.2 Entrevistas no Estructuradas

Esta técnica se basa en la realización de entrevistas por parte del investigador con el fin de recolectar los datos necesarios para el estudio.

Las entrevistas efectuadas se fundamentaron en la formulación de preguntas libres a las personas que forman parte del área de producción, como lo son: operadores, supervisores de las líneas, Jefe de producción, Gerente de Planta, al personal del Departamento de Calidad encargado de hacer las inspecciones y al personal del Departamento de Planificación.

III.4.3 Análisis de Datos

Con respecto a los datos cualitativos, los cuales tienen como objetivo ayudar a la comprensión de la situación actual de la empresa, así como el diagnóstico de la problemática, se usarán: diagrama de procesos de la operación y diagramas de recorridos.

Los datos cuantitativos se analizarán mediante el uso de diagramas de flujo de procesos, gráficos de barra, diagrama de Pareto y tablas con el fin de conocer cuáles son los puestos con problemas principales en las diferentes propuestas de Layout de línea de Ensamble de motocicletas de baja cilindrada.

III.5 Metodología Empleada

La metodología se delimita según la estructura de la investigación, cómo ha de realizarse y bajo qué lineamientos, el tipo de investigación a realizar, la unidad de análisis y las técnicas de recolección de datos.

Es de suma importancia tener presente todos estos aspectos durante el desarrollo del Trabajo Especial de Grado, ya que permite tener un orden lógico de ejecución de las fases, obteniendo resulta

dos confiables y alcanzando los objetivos propuestos.

La metodología que se empleará para el análisis del proceso productivo, se dividió en cuatro fases como se observa a continuación:

FASE I (Caracterización de Procesos):

Recopilación de la información correspondiente al funcionamiento del proceso de ensamble de la línea de producción de motocicletas de baja cilindrada, a través de la observación directa del proceso, entrevistas no estructuradas a los jefes, operadores y supervisores.

FASE II (Análisis de la Situación Actual): se estudia el proceso de ensamble de la línea de acuerdo al Lay Out de trabajo actual. Se realizan los diagramas de proceso de la operación, diagramas de flujo de procesos y diagrama de recorrido. Se procede al análisis del porcentaje de ocio en las distintas estaciones de trabajo de la línea de producción y se identifica el estado de balanceo de trabajo de la misma. A su vez se presenta el valor del tiempo de ciclo de la línea, eficiencia y eficacia.

FASE III (Propuesta de Mejoras): Se formulan propuestas para lograr solventar el tiempo ocioso existente en la línea de producción de motocicletas de baja cilindrada.

FASE IV (Conclusiones y Recomendaciones): Se realizan las conclusiones y recomendaciones pertinentes a los resultados obtenidos en el análisis, estudio e implementación de las propuestas.

CAPÍTULO IV: DESCRIPCIÓN DE PROCESOS Y ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

IV.1 Preliminares

La materia prima es recibida en el muelle de descarga, donde se recibe y verifica si la mercancía está en buen estado y completa dentro de cada huacal para ser almacenada. Esta es utilizada en el Área de Sub-Ensamble y el Área de Ensamble para la fabricación de Motocicletas Sincrónicas de Baja Cilindrada. El departamento de producción emite la orden de la cantidad de lotes de motos a ensamblar al almacén de CKD y empieza el proceso de desempaque para dar inicio al proceso de producción.

IV.2 Personal involucrado en el proceso

El personal involucrado en el proceso de fabricación de Motocicletas de baja cilindrada depende de cada área, donde existe una jerarquía definida por Jefe de producción, Supervisores, Líderes, Auxiliares y Operarios que hacen posible la producción eficientemente.

Área de Recepción de materia prima y almacenamiento: Está conformado por un supervisor de CKD, un operario encargado de abrir el contenedor y anotar cada uno de los huacales que salen del mismo y dos montacarguistas para la descarga y organización de la mercancía en el almacén.

Área de Desempaque: Esta área está conformada por un Líder, un Supervisor, un Auxiliar y diez operarios, en los cuales dos se encargan de la tornillería, uno se encarga de surtir y los otros siete del desempaque de las partes y piezas de las cajas.

Área de Sub-Ensamble: Está conformado por un Líder, cinco Auxiliares y catorce operarios, uno en cada puesto (su número varía dependiendo de cuantos puestos haya), dos operarios en el puesto de motores y dos operarios en el puesto de chasis.

Área de Ensamble: Esta área requiere de un Líder, un Supervisor, cuatro Auxiliares y veintiséis operarios, dos en cada puesto de la línea de producción (su número varía dependiendo de cuantos puestos haya).

Área de Inspección estática: Esta área lo conforma solo dos operarios, uno de cada lado de la motocicleta a evaluar.

Área de Inspección Dinámica: En esta área se requiere de tres inspectores para la evaluación dinámica de cada una de las motocicletas producidas.

Área de carga o despacho: Esta área requiere de un Supervisor y un operario para la carga del pedido en los contenedores.

IV.3 Presentación de las Herramientas y Equipos

El proceso de Desempaque, Sub-Ensamble y Ensamble de las motocicletas de baja cilindrada cuenta con herramientas y equipos para cada puesto en ambas áreas, los cuales están descritos en el ANEXO 1 y ANEXO 2.

IV.4 Proceso de Producción de Motos Sincrónicas de Baja Cilindrada

El Sub-Ensamble es un proceso en el que se realizan sujeciones de piezas determinadas para agilizar el trabajo la Línea de Ensamble de las motocicletas y que éste resulte eficaz y eficiente en términos de tiempo y calidad. En el ANEXO 3 se puede apreciar todas las actividades realizadas en cada uno de los puestos de esta área.

Al pasar la materia prima por el proceso de Sub-Ensamble, estas piezas serán posicionadas en un carrusel y trasladadas automáticamente a la Línea de producción, donde la velocidad de dicho carrusel será nivelada con la velocidad de la banda transportadora para facilidad y conveniencia del operador. Al llegar el carrusel y dar inicio a la banda transportadora con una velocidad de 1400 mm/min (0,023 m/s), empieza a operar el puesto N°1 del área de Ensamble hasta llegar al puesto N°13 de la misma y culminar con las diferentes inspecciones de cada motocicleta para ser luego despachada a sus distribuidores.

IV.5 Situación Actual del Layout de Línea

La Empresa trabaja bajo los estándares de un Layout de Línea de 13 puestos en el área de Ensamble de las motocicletas de baja cilindrada. Dicho Layout se puede observar a continuación:

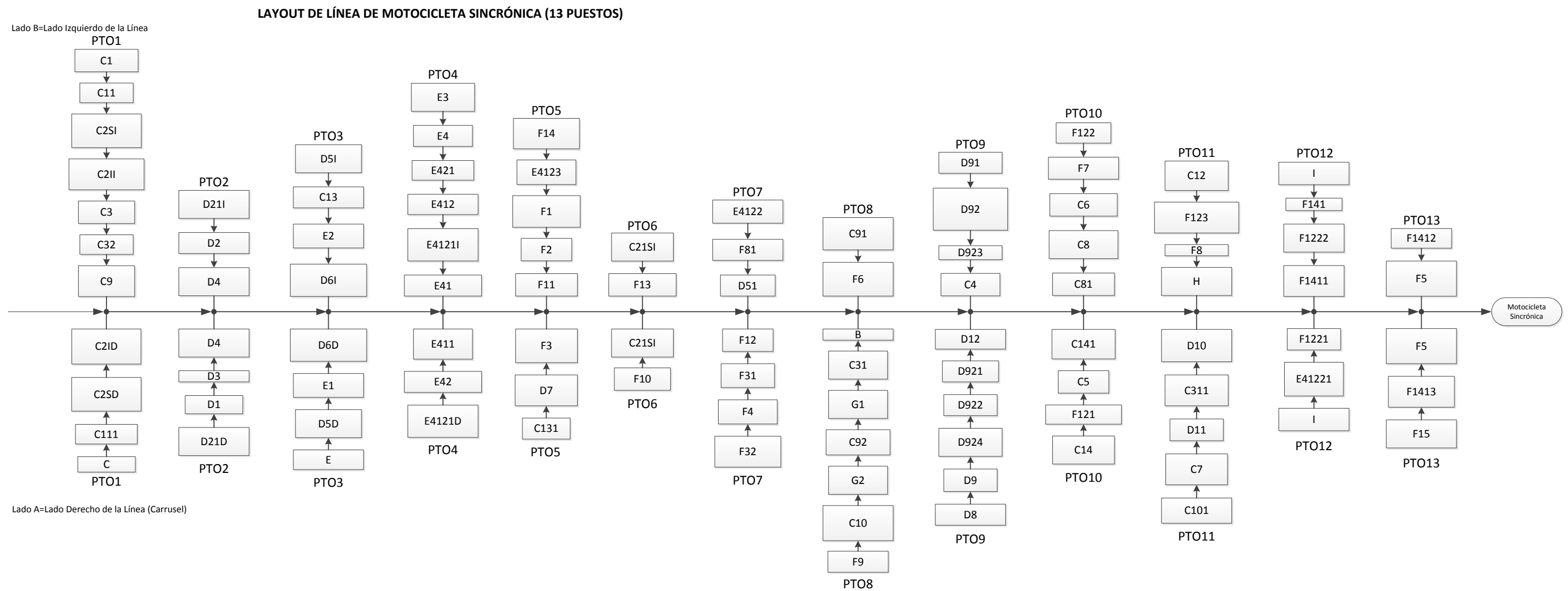


Figura N°4: Layout Actual de la Línea de Ensamble para motocicletas de baja cilindrada.
Fuente: Empresa Ensambladora de Motocicletas y Vehículos todo terreno 4X4. Elaboración Propia.

Las actividades de cada estación de trabajo del Layout actual mostrado anteriormente trabajan bajo prelación directa, las cuales deben ser respetadas a la hora de realizar algún tipo de cambio en la Línea de Ensamblaje de motocicletas sincrónicas de baja cilindrada. Dichas prelación se pueden observar mediante el siguiente Diagrama de PERT-CPM.

MALLA DE PRELACIÓN DE ACTIVIDADES DE LA LÍNEA DE ENSAMBLE DE MOTOCICLETAS SINCRÓNICAS CON CÓDIGOS DE IDENTIFICACIÓN

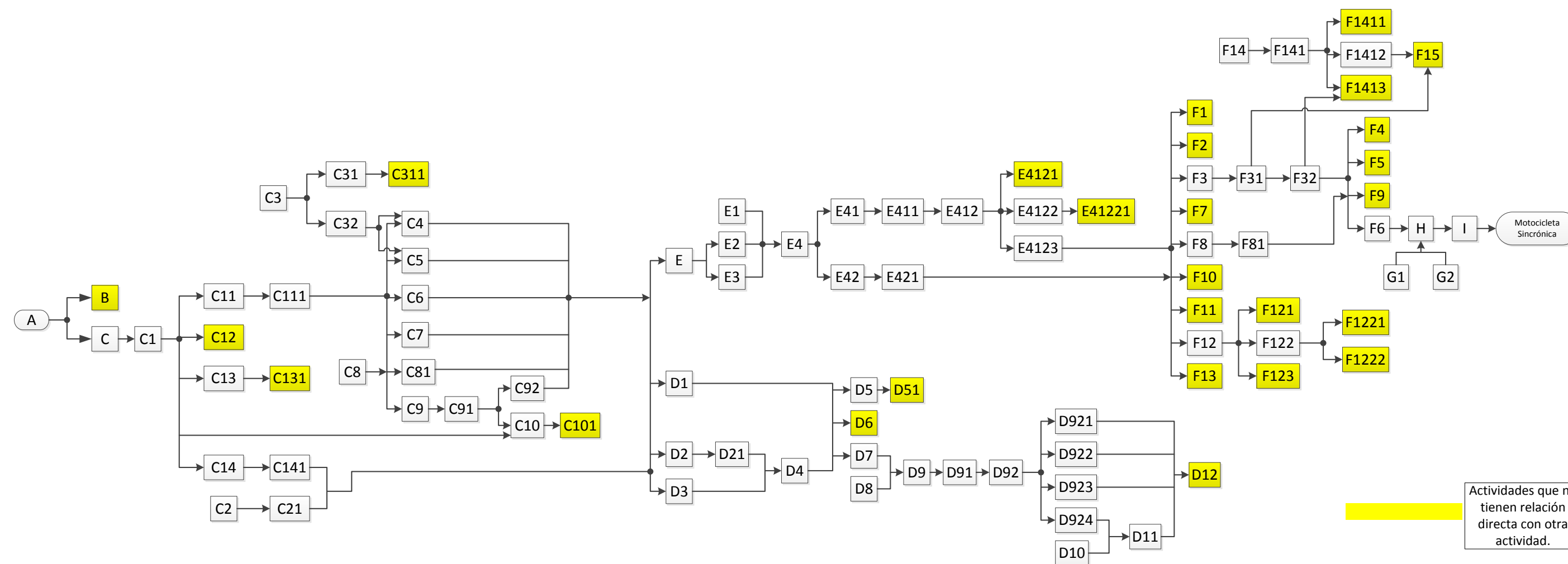


Figura N°5: Diagrama PERT-CPM: Prelaciones de actividades de la Línea de Ensamble para motocicletas de baja cilindrada.
Fuente: Empresa Ensambladora de Motocicletas y Vehículos todo terreno 4X4. Elaboración Propia.

IV.5.1 Cálculo y Análisis del tiempo de ciclo de la Línea de Ensamble

El proceso de Ensamble de las motocicletas de baja cilindrada está distribuido de manera secuencial, por lo tanto el tiempo de ciclo de la línea lo define el puesto o estación de trabajo que represente mayor demora. Por ello, para iniciar el análisis y definir la situación actual de esta área, se lleva a cabo el cálculo del tiempo de ciclo de la Línea y de cada puesto correspondiente a ella, los cuales son obtenidos a través de muestras mediante la utilización de las técnicas de observación directa en el proceso.

Una vez tomada la muestra de quince tiempos para cada actividad se procede a calcular la media, la desviación estándar y por consiguiente el coeficiente de variación de Pearson de cada una, de manera de encontrar el grado de dispersión existente de los datos con respecto a la media. Las muestras tomadas para cada tarea con sus respectivos indicadores estadísticos se observan en el ANEXO 4.

Según (García, Ramos y Ruíz, 2006) “La máxima representatividad de la media se tiene cuando el coeficiente de variación de Pearson tiende a cero. Dudaremos de la representatividad de la media si dicho coeficiente tiende a ser mayor a 50%”. Todas las actividades que constituyen el proceso de ensamble de las motocicletas sincrónicas de baja cilindrada no superan el 50% establecido por los estándares del coeficiente de variación de Pearson, lo que significa que la dispersión de las tareas es baja o mínima. El promedio de la muestra es representativo de la población.

Cabe destacar que el tiempo normal por estación de trabajo es la sumatoria de las medias o promedios de cada actividad por la que están constituidos. Como ejemplo, el tiempo normal de cada lado del puesto N°1 se observa en la siguiente tabla:

Tabla N°2: Cálculo del tiempo normal.
Fuente: Elaboración Propia.

PUESTO DE TRABAJO	ACTIVIDADES	TIEMPO NORMAL (TN)(Seg)	TIEMPO NORMAL TOTAL
1A	C	41,47	111,14
	C111	50,27	
	C2SD	10,13	
	C2ID	9,27	
1B	C1	60,20	114,87
	C11	9,20	
	C2SI	12,07	
	C2II	12,07	
	C3	8,33	
	C32	4,27	
	C9	8,73	

Al obtener el tiempo normal de cada una de las operaciones de ensamble en la línea, se procede a hallar los suplementos, con la finalidad de añadir tiempo al tiempo básico de trabajo de manera de conseguir un periodo de duración apto en donde los operarios puedan efectuar las operaciones del proceso de ensamble de motocicletas sincrónicas de baja cilindrada basado en un desempeño estándar, con el fin de tener un referencia real de tiempo para alcanzar los objetivos de producción.

Para el trabajo requerido en el área de Ensamble, se definen los suplementos de necesidades personales, fatiga, postura, tedio, estrés visual y uso de la fuerza o energía muscular. Los porcentajes establecidos por ILO (International Labour Office) se pueden observar en la tabla a continuación:

Tabla N°3: Suplementos a utilizar en la Línea de Ensamble.

Fuente: Suplementos recomendados por ILO (International Labour Office). Ingeniería Industrial. Métodos, estándares y Diseño del Trabajo, Pág. 437, Niebel & Freivalds.

SUPLEMENTOS	%
Necesidades Personales	5%
Fatiga Básica	4%
Suplementos por Postura	
Estar de pie	2%
Tedio (Repetitividad)	
Muy Tedioso	5%
Atención Requerida (Estrés Visual):	
Trabajo bastante fino	0%
Trabajo fino o preciso	2%
Trabajo fino y muy preciso	5%
Uso de la Fuerza o Energía Muscular (levantar, jalar o empujar). Peso levantado en Libras:	
5 lb	0%
10 lb	1%
25 lb	4%
35 lb	7%
50 lb	13%

Estos suplementos se tomaron en cuenta, debido a que todo operario durante el tiempo efectivo de su jornada laboral tiene necesidades personales, puede presentar fatiga por las tareas manuales que lleva a cabo, cansancio debido a que durante la corrida permanece de pie, pesadez debido a que ensamblar un lote de motocicletas de baja cilindrada equivale a realizar ciento veinte veces cada actividad asignada (repetitividad), estrés visual ya que puede ejecutar actividades que sean de minuciosa precisión y finalmente, agotamiento por la aplicación de fuerza o energía muscular en piezas o partes de peso considerable.

Cabe destacar que los suplementos como el nivel de iluminación, el nivel de ruido y las condiciones atmosféricas en el lugar de trabajo no se consideran, ya que la empresa no

posee los instrumentos de medición para evaluar cómo perjudica estas condiciones al operario. A su vez la monotonía y el estrés mental se desprecia, ya que los operarios no tienen que tomar decisiones, dado el alto grado de estandarización de las actividades.

Los suplementos mencionados anteriormente intervienen directamente en el proceso de ensamblaje de las motocicletas de baja cilindrada, viéndose afectado el tiempo de ciclo correspondiente de cada estación de trabajo y por consiguiente el tiempo de ciclo de la Línea. Los suplementos que aplican en los operarios de la Línea de Ensamble se presentan en el ANEXO 5.

Finalmente para definir el tiempo de ciclo de la Línea es necesario determinar el tiempo estándar de cada estación de trabajo. Para hallar dicho tiempo se debe añadir suplementos a los tiempos normales, como se muestra en la siguiente ecuación:

$$TE = TN + (TN \times Suplemento) = TN \times (1 + Suplemento)$$

Donde,

TE= Tiempo Estándar

TN= Tiempo Normal.

El cálculo del tiempo estándar para la primera estación de trabajo de la Línea de Ensamble:

LADO A: Lado derecho de la Línea (Carrusel).

$$TE = 111,14 \text{ seg} \times (1 + 0,21) = \mathbf{134,48 \text{ seg}}$$

LADO B: Lado izquierdo de la Línea.

$$TE = 114,87 \text{ seg} \times (1 + 0,25) = \mathbf{143,59 \text{ seg}}$$

El tiempo estándar por estación en la Línea de Ensamble de motocicletas de baja cilindrada lo define el tiempo estándar mayor entre los lados (izquierdo y derecho) de cada

puesto de trabajo y por consiguiente el tiempo de ciclo de la Línea será el tiempo estándar mayor de todas las estaciones de trabajo. Los tiempos estándar de cada lado por puesto de la Línea de Ensamble se presentan en el ANEXO 6.

A continuación, se muestra una tabla resumen constituida por los tiempos normales, los porcentajes de suplemento, los tiempos estándar y por consiguiente, los tiempos estándar por cada estación de trabajo resultantes que nos define el tiempo ciclo de la Línea de Ensamble.

Tabla N°4: Tiempo de ciclo de la Línea de Ensamble actual.
Fuente: Elaboración Propia.

EST./ LADO	TIEMPOS "NORMALES" (Seg)		SUPLEMENTO (%)		TIEMPOS "ESTÁNDARES" (Seg)		TIEMPO ESTÁNDAR POR ESTACIÓN (Seg)
	A	B	A	B	A	B	
1	111,14	114,87	21%	25%	134,48	143,59	143,59
2	52,46	96,47	21%	18%	63,48	113,83	113,83
3	76,20	61,74	21%	18%	92,20	72,85	92,20
4	29,87	99,20	21%	29%	36,14	127,97	127,97
5	43,47	88,60	21%	21%	52,60	107,21	107,21
6	80,33	86,06	21%	21%	97,20	104,13	104,13
7	100,54	89,87	21%	21%	121,65	108,74	121,65
8	74,94	54,94	21%	18%	90,68	64,83	90,68
9	133,60	37,07	21%	22%	161,66	45,23	161,66
10	81,33	78,39	21%	21%	98,41	94,85	98,41
11	89,14	89,41	21%	19%	107,86	106,40	107,86
12	105,46	71,27	21%	21%	127,61	86,24	127,61
13	73,14	54,34	21%	21%	88,50	65,75	88,50
						TIEMPO DE CICLO (TC)	161,656 Seg/Moto 2,69 Min/Moto

Mediante los resultados mostrados anteriormente, se observa que la estación que marca el tiempo de ciclo de la línea es la estación N°9 con un tiempo estándar de 161,66

Seg/Moto (2,69 Min/Moto), dicho puesto corresponde al llamado “cuello de botella”, en otras palabras, representa la etapa de ensamblaje más lenta del proceso de producción.

IV.5.2 Cálculo y Análisis de las estaciones de trabajo más afectadas

Identificar las estaciones de trabajo que presentan desbalance de tiempo o un tiempo de ocio significativo nos servirá como indicador para resolver el problema que presenta la Línea de Ensamble, con la finalidad de distribuir las actividades de forma balanceada en tiempo y ajustarla a la cantidad de operarios existente.

Con base a los tiempos estándar hallados se procede a calcular la diferencia de tiempo entre ambos lados por estación de trabajo y de esta manera obtener el tiempo de ocio por puesto y su representación en términos de porcentaje.

Tabla N°5: Tiempo de ocio existente en los puestos de trabajo actuales.
Fuente: Elaboración Propia.

ESTACIÓN DE TRABAJO	TIEMPO DE OCIO (Seg)	% OCIO
1	9,11	6,3%
2	50,35	44,2%
3	19,35	21,0%
4	91,83	71,8%
5	54,61	50,9%
6	6,93	6,7%
7	12,91	10,6%
8	25,85	28,5%
9	123,37	76,3%
10	12,31	13,0%
11	1,46	1,4%
12	41,37	32,4%
13	22,75	25,7%
PROMEDIO	36,32	29,9%

Al obtener los tiempos de ocio por puesto se realiza el diagrama de Pareto para organizar y detectar directamente las estaciones de trabajo con mayor diferencia.

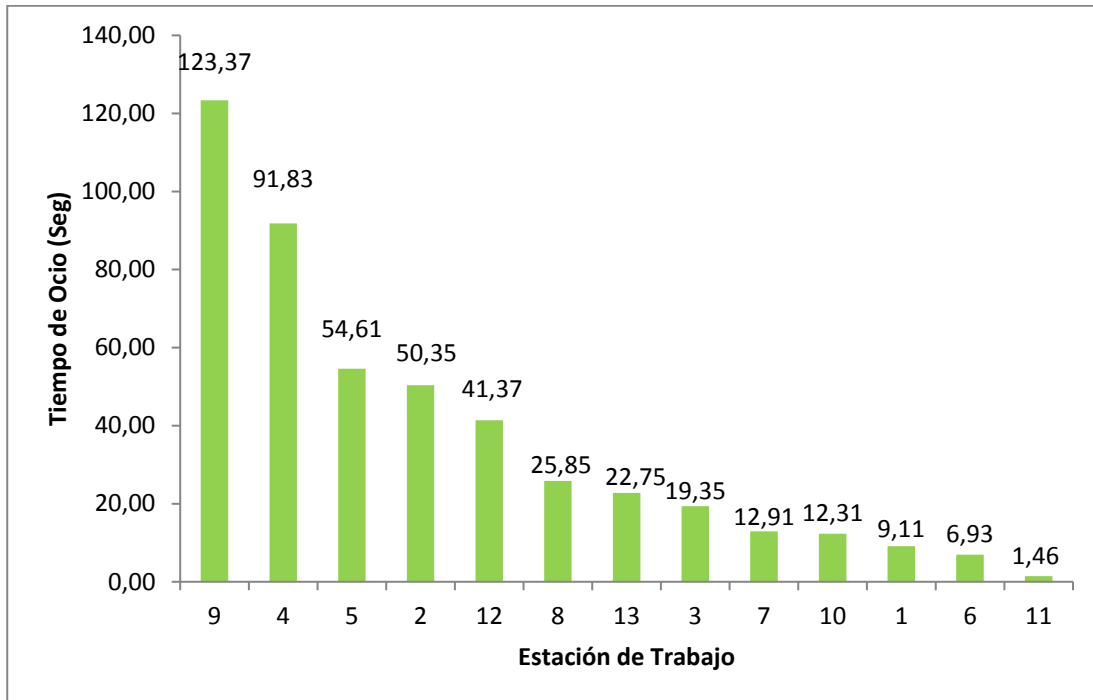


Figura N°6: Diagrama de Pareto. Tiempo de ocio de cada estación de trabajo de la situación actual.
Fuente: Elaboración Propia.

Una vez realizado el Diagrama de Pareto, se ve la necesidad de hacer algún tipo de ajuste en las estaciones en donde se genera una diferencia de tiempo significativa, es por ello que se halla el porcentaje parcial con respecto al tiempo de ocio total para obtener el porcentaje acumulado de tiempo de ocio presente en cada estación de trabajo, con la idea de identificar los puestos donde se encuentra acumulado el 80% del ocio que ocurre a lo largo de la línea, es decir, aquellos puestos en donde se va el 80% del tiempo en actividades ociosas o que no son productivas.

Tabla N°6: Identificación del 80% del ocio existente en las estaciones de trabajo.
Fuente: Elaboración Propia.

ESTACIÓN DE TRABAJO	TIEMPO DE OCIO (Seg)	% PARCIAL	% ACUMULADO
9	123,37	26,1%	26,1%
4	91,83	19,4%	45,6%
5	54,61	11,6%	57,1%
2	50,35	10,7%	67,8%
12	41,37	8,8%	76,6%
8	25,85	5,5%	82,0%
13	22,75	4,8%	86,9%
3	19,35	4,1%	91,0%
7	12,91	2,7%	93,7%
10	12,31	2,6%	96,3%
1	9,11	1,9%	98,2%
6	6,93	1,5%	99,7%
11	1,46	0,3%	100,0%
TOTAL	472,20		

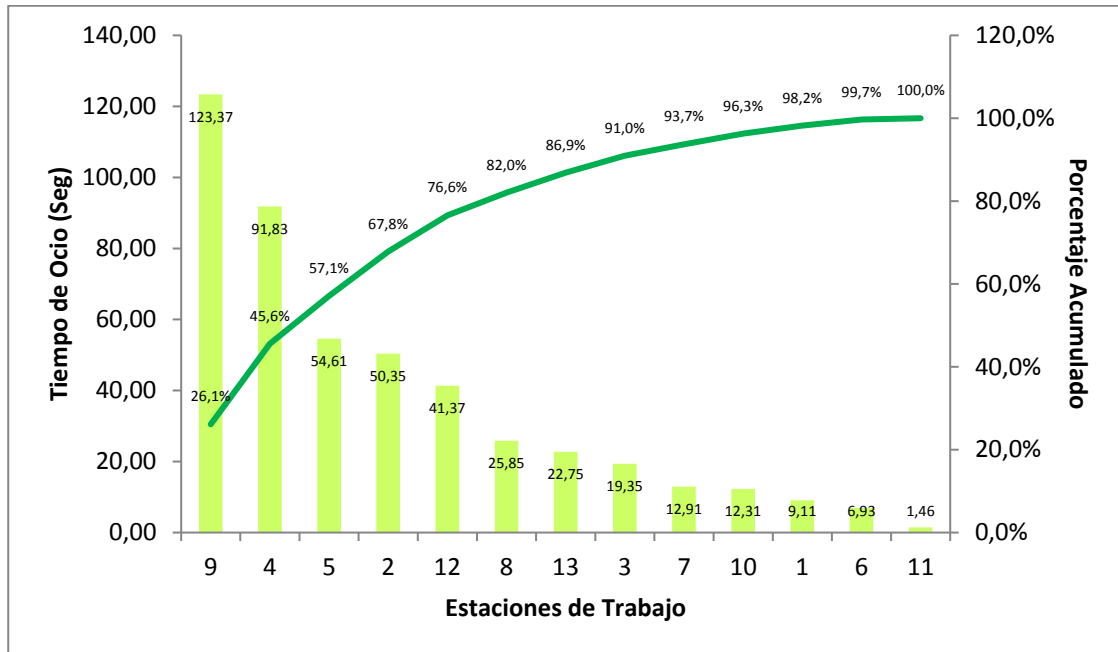


Figura N°7: Diagrama de Pareto. Identificación del 80% del ocio existente en las estaciones de trabajo.
Fuente: Elaboración Propia.

De esta manera las estaciones de trabajo que reúnen el 82% del ocio en orden descendente son: puesto N°9, N°4, N°5, N°2, N°12 y por último el puesto N°8. Por lo tanto se deben realizar ajustes a dichos puestos en términos de buscar balancear las tareas de lado derecho y lado izquierdo de la línea en cada estación de trabajo, con el objetivo de reducir el tiempo ocioso y de tal manera hacer el trabajo más eficiente en la línea.

IV.5.3 Eficiencia y Eficacia de la Situación Actual

Por registro de la empresa se sabe que el Takt Time de las motocicletas sincrónicas de baja cilindrada es igual a 2,78 Min/moto y la demanda de un lote es de 120 motos. Dicha esa información se halla el tiempo efectivo, es decir, el tiempo en el cual está activa la banda transportadora en el día para la producción.

$$T_{efectivo} = D \times T_t$$

$$T_{efectivo} = 120 \text{ Motos} \times 2,78 \frac{\text{Min}}{\text{Moto}} = 333,60 \frac{\text{Min}}{\text{Dia}} = 5,56 \frac{\text{Horas}}{\text{Dia}}$$

Donde, D = Demanda, T_t =Takt Time.

Tomando en cuenta el tiempo efectivo, el cuello de botella y las estaciones de trabajo que presentan mayor tiempo de ocio en la línea de ensamble, se determina la eficiencia y eficacia para el Layout de Línea actual que presenta la empresa.

Eficiencia:

$$\%Eficiencia = 1 - \%Ocio \text{ Promedio}$$

$$\%Eficiencia = 1 - 29,9\% = \mathbf{70,1\%}$$

Eficacia:

$$\%Eficacia = \frac{Takt \text{ Time}}{Tiempo \text{ de Ciclo}} \times 100$$

$$\%Eficacia = \frac{2,78 \text{ Min}}{2,69 \text{ Min}} \times 100 = \mathbf{103,3\%}$$

Tabla N°7: Impacto del Layout de Línea actual.
Fuente: Elaboración Propia.

	LAYOUT DE LÍNEA ACTUAL
Tiempo de Ciclo (Tc)	2,69 Min/Moto
Velocidad de Banda Transportadora	0,023 m/s
Tiempo de Ocio Promedio	36,32 Seg
Porcentaje de Ocio Promedio	29,9%
Eficiencia del Layout de los puestos de trabajo	70,1%
Eficacia de la Línea de Ensamble	103,3%

El Layout de Línea actual resulta eficaz, ya que logra producir en el tiempo efectivo (5,56 horas) el 100% de un lote de 120 motocicletas y posee un porcentaje de eficiencia del Layout de 70,1%, lo cual llama la atención, porque significa que hay un 29,9% de tiempo ocioso promedio en la Línea de Ensamble.

IV.5.4 Análisis de Situación Actual

Con la finalidad de visualizar los flujos de materiales para producir motocicletas como producto terminado, se elabora el diagrama de recorrido del proceso.

Es necesario resaltar que la capacidad máxima de la línea de ensamble es de 20 estaciones de trabajo con una longitud de 56,5 m.

[Diagrama de Recorrido Actual.pdf](#)

Figura N°8: Diagrama de Recorrido de la situación actual.

Fuente: Empresa Ensambladora de Motocicletas y Vehículos todo terreno 4X4. Elaboración Propia.

Para completar el diagrama de recorrido anteriormente, se procede a realizar el Diagrama de proceso de la Operación y así visualizar el proceso de producción de motocicletas de baja cilindrada llevado a cabo actualmente.

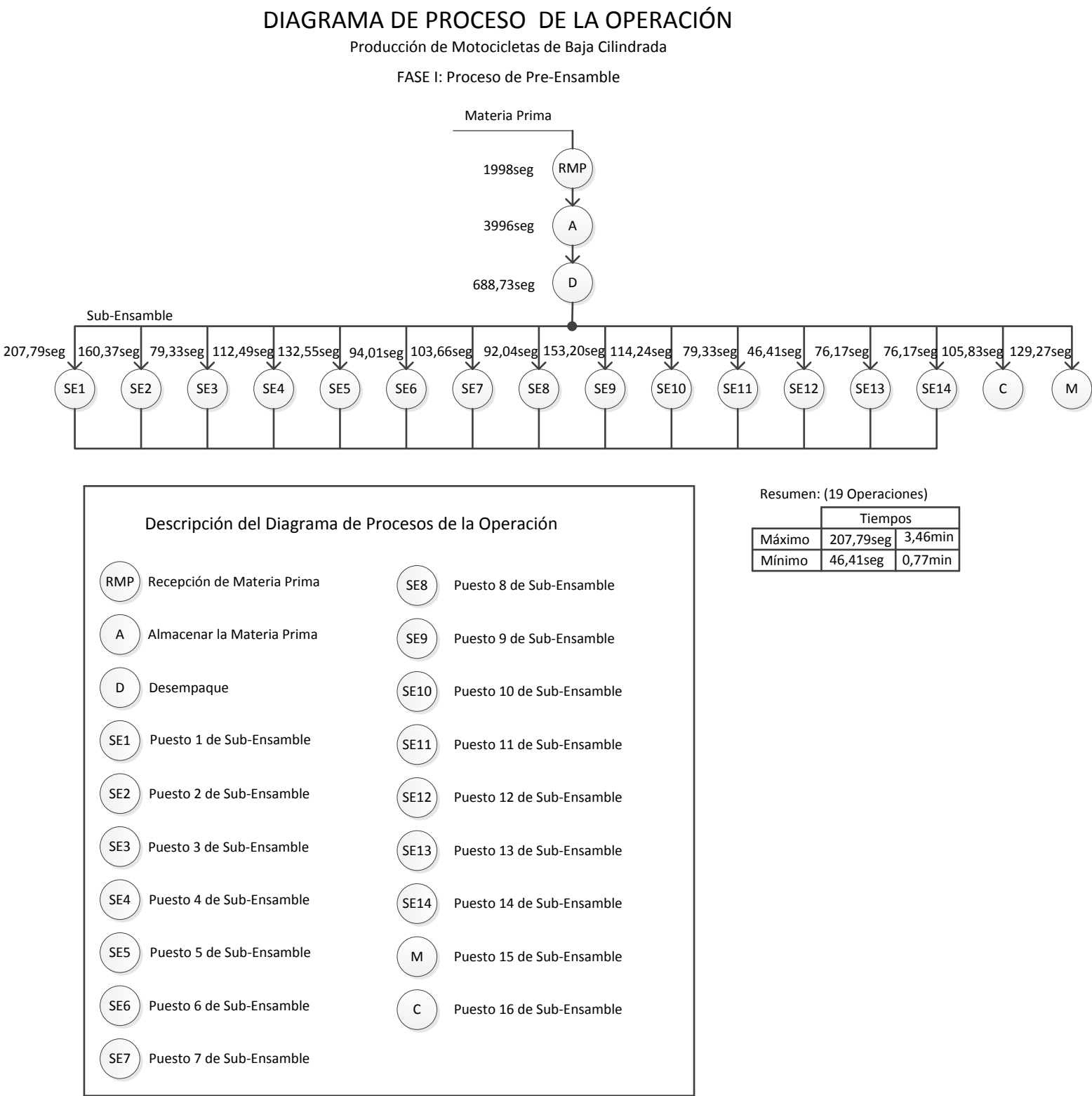


Figura N°9: Diagrama de Procesos de Operación de la producción de motocicletas de baja cilindrada, Situación Actual. FASE I. Fuente: Empresa Ensambladora de Motocicletas y Vehículos todo terreno 4X4. Elaboración Propia.

Los tiempos que se reflejan en el diagrama pertenecen a los tiempos estándar del área de recepción y almacenamiento de materia prima, área de desempaque y área de sub-ensamble, los cuales fueron calculados en el ANEXO 7, ANEXO 8 y ANEXO 9 respectivamente.

Cada uno de estos procesos representa las operaciones que requiere la fase de pre-ensamble y los tiempos de duración en las mismas, arrojando un resultado de 19 operaciones. Cabe destacar que los tiempos en el área de Sub-Ensamble no fueron sumados, ya que las actividades se realizan de forma paralela, presentando un tiempo mínimo de 0,77 minutos en el puesto N°12 y un tiempo máximo de 3,46 minutos en el puesto N°1.

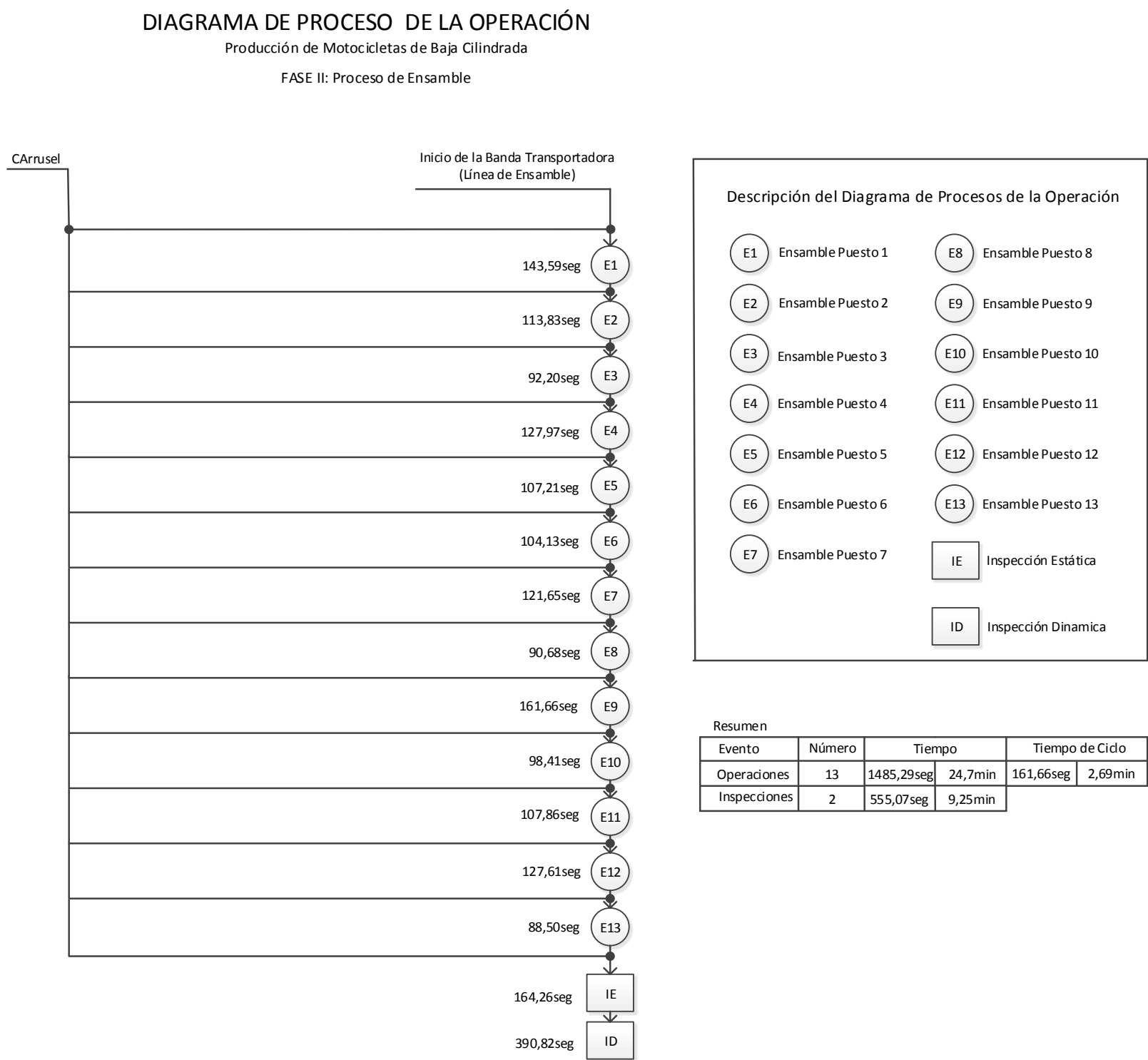


Figura N°10: Diagrama de Procesos de Operación de la producción de motocicletas de baja cilindrada, Situación Actual. FASE II.
Fuente: Empresa Ensambladora de Motocicletas y Vehículos todo terreno 4X4. Elaboración Propia.

Los tiempos que se reflejan en el diagrama pertenecen a los tiempos estándar del área la Línea de Ensamble calculados anteriormente para determinar el tiempo de ciclo.

Cada uno de estos procesos representa las operaciones e inspecciones que requiere el área de ensamblaje y de calidad, y los tiempos de duración en las mismas, arrojando un resultado de 13 operaciones y 2 inspecciones con un tiempo de 1485,29 segundos (24,7 Min) y 555,07 segundos (9,25 Min) respectivamente, es decir, lo que tarda en producir una motocicleta de baja cilindrada son 33,95 minutos, teniendo en cuenta que el tiempo de ciclo o cuello de botella se encuentra en el puesto N°9 con una duración de 2,69 minutos.

Cabe destacar que los tiempos en esta área fueron sumados, debido a que se operan actividades de forma secuencial.

Posteriormente, para cada área del proceso de producción de las motocicletas sincrónicas de baja cilindrada se desarrolló la técnica del Diagrama de Flujo de Proceso con la finalidad de registrar la distancia recorrida, retrasos, almacenamientos temporales y la duración de cada una de las operaciones realizadas.

Diagrama de Flujo del Proceso: Producción de Motocicletas de Baja Cilindrada									
Ubicación: Soloson Import C.A.					Resumen				
Actividad: Producción de Motocicletas de Baja Cilindrada.					Actividad	Actual	Propuesto	Ahorros	
Fecha: Junio 2017.					Operación	2			
					Transporte	3			
Marque el Método y tipoo apropiado:					Demora	-			
Método: Actual Propuesto					Inspección	-			
Tipo: Obrero Materia Máquina					Almacenaje	1			
Comentarios:					Tiempo (seg)	19282,73			
					Distancia (m)	93,16			
					Costo	-			
Descripción de la Actividad		Símbolo				Tiempo (seg)	Distancia (m)	Método Recomendado	
Recepción de Materia Prima		○	➡	▢	□	▽	1998	-	
Trasladar Materia Prima al almacén CKD		○	➡	▢	□	▽	3600	11,10	
Almacenar Materia Prima		○	➡	▢	□	▽	3996	-	
Trasladar Pedido de producción del Almacén CKD al Área de Desempaque		○	➡	▢	□	▽	3600	51,85	
Desempacar Partes y Piezas de las Motocicletas		○	➡	▢	□	▽	688,73	-	
Trasladar partes y piezas a puestos de trabajo Sub-Ensamble		○	➡	▢	□	▽	5400	30,21	

Figura N°11: Diagrama de Flujo de Proceso: producción de motocicletas de baja cilindrada (Recepción de materia prima, Almacenamiento y Desempaque).

Fuente: Empresa Ensambladora de Motocicletas y Vehículos todo terreno 4X4. Elaboración Propia.

En la producción de motocicletas de baja cilindrada, la materia prima y su preparación es un proceso fundamental que abarca un tiempo total de 19.282,73 segundos (5,36 horas) y una distancia de 93,16 metros a partir de su ingreso a la planta hasta el traslado de las partes y piezas a los puestos de trabajo del área de Sub-Ensamble, lo que conlleva a un total de seis actividades de Operación, Transporte o Almacenamiento.

Como proceso individual de Desempaque no está demás explicar que esta área está dividida en tres: desempaque de partes y piezas, desempaque de motores y desempaque de chasis, donde el traslado desde el almacén CKD a las distintas áreas se realizan en paralelo, es decir, se efectúan al mismo tiempo, por lo tanto, en el diagrama se refleja el tiempo y la

distancia recorrida mayor. En la siguiente tabla podemos apreciar las distancias recorridas a cada una de estas áreas desde el almacén CKD.

*Tabla N°8: Distancias recorridas desde el almacén de CKD hacia las áreas de desempaque.
Fuente: Elaboración Propia.*

Áreas de Desempaque	Distancia Recorrida Situación Actual (m)
Desempaque de partes y piezas	4,64
Desempaque de Motores	51,85
Desempaque de Chasis	37,48

Así mismo, existen tres áreas de Sub-Ensamble: partes y piezas, motores y chasis, donde el traslado desde sus respectivas áreas de desempaque se realizan en paralelo, es decir, se efectúan al mismo tiempo, por lo tanto, en el diagrama se refleja el tiempo y la distancia recorrida mayor.

*Tabla N°9: Distancias recorridas desde desempaque hacia las zonas de Sub-Ensamble.
Fuente: Elaboración Propia.*

Áreas de Sub-Ensamble	Distancia Recorrida Situación Actual (m)
Sub-Ensamble Puestos N°1 al N°14	30,21
Sub-Ensamble Puestos N°15 (Motor)	-
Sub-Ensamble Puestos N°16 (Chasis)	7,20

La distancia recorrida que se realiza al trasladar los huacales de los chasis y motores desde el almacén de CKD hasta el inicio de la línea de ensamble es de 63,73 metros y 75,31 metros respectivamente, tales como se muestran en los siguientes Diagramas de Flujo de Proceso:

Diagrama de Flujo del Proceso: Producción de Motocicletas de Baja Cilindrada									
Ubicación: Soloson Import C.A.					Resumen				
Actividad: Recorrido de pre-ensamble de Chasis					Actividad	Actual	Propuesto	Ahorros	
Fecha: Junio 2017.					Operación	3			
Marque el Método y tipoo apropiado:					Transporte	3			
Método: Actual Propuesto					Demora	-			
Tipo: Obrero Materia Máquina					Inspección	-			
Comentarios:					Almacenaje	-			
					Tiempo (seg)	-			
					Distancia (m)	63,73			
					Costo	-			
Descripción de la Actividad		Símbolo			Tiempo (seg)	Distancia (m)	Método Recomendado		
Trasladar huacales desde el almacén CKD al área de desempaque		○	➡	▷	◻	▽	-	37,48	
Desempaque de chasis		○	➡	▷	◻	▽	-	-	
Trasladar al área de troquelado		○	➡	▷	◻	▽	-	2,47	
Realizar Troquelado al Chasis		○	➡	▷	◻	▽	-	-	
Trasladar al puesto de Sub-Ensamble N°16		○	➡	▷	◻	▽	-	2,69	
Sub-Ensamble de Chasis		○	➡	▷	◻	▽	-	-	
Trasladar Chasis sub-ensamblado a Linea de Ensamble		○	➡	▷	◻	▽	-	21,09	

Figura N°12: Diagrama de Flujo de Proceso del traslado de chasis a la línea.
Fuente: Elaboración Propia.

Diagrama de Flujo del Proceso: Producción de Motocicletas de Baja Cilindrada										
Ubicación: Soloson Import C.A.						Resumen				
Actividad: Recorrido de pre-ensamble de Motores						Actividad	Actual	Propuesto	Ahorros	
Fecha: Junio 2017.						Operación	2			
						Transporte	2			
Marque el Método y tipoo apropiado:						Demora	-			
Método: Actual Propuesto						Inspección	-			
Tipo: Obrero Material Máquina						Almacenaje	-			
Comentarios:						Tiempo (seg)	-			
						Distancia (m)	75,31			
						Costo	-			
Descripción de la Actividad			Símbolo			Tiempo (seg)	Distancia (m)	Método Recomendado		
Trasladar huacales desde el almacén CKD al área de desempaque			○	➡	▷	◻	▽	-	51,85	
Desempaque de motores			○	➡	▷	◻	▽	-	-	
Sub-Ensamble de motores			○	➡	▷	◻	▽	-	-	
Trasladar Motores sub-ensamblados a Línea de Ensamble			○	➡	▷	◻	▽	-	23,46	

Figura N°13: Diagrama de Flujo de Proceso del traslado de los motores a la línea.
Fuente: Elaboración Propia.

Por otra parte, el área de Sub-Ensamble es un proceso más complejo y sus 16 estaciones de trabajo se llevan a cabo en paralelo, por lo que no es correcto reflejarlo en un Diagrama de Flujo de Proceso, ya que es una herramienta para procedimientos aplicables en secuencia.

Diagrama de Flujo del Proceso: Producción de Motocicletas de Baja Cilindrada											
Ubicación: Soloson Import C.A.					Resumen						
Actividad: Producción de Motocicletas de Baja Cilindrada.					Actividad		Actual	Propuesto	Ahorros		
Fecha: Junio 2017.					Operación		-				
					Transporte		2				
Marque el Método y tipoo apropiado:					Demora		-				
					Inspección		2				
Método: Actual Propuesto					Almacenaje		-				
					Operación y Transporte		9				
Tipo: Obrero Material Máquina					Operación,Transporte e inspección		4				
					Tiempo (seg)		2216,82				
Comentarios:					Distancia (m)		83,08				
					Costo		-				
Descripción de la Actividad		Símbolo			Tiempo (seg)		Distancia (m)	Método Recomendado			
Ensamble Puesto 1		○	➡	▷	◻	▽	⊗	⊞	143,59	4,17	
Ensamble Puesto 2		○	➡	▷	◻	▽	⊗	⊞	113,83	4,17	
Ensamble Puesto 3		○	➡	▷	◻	▽	⊗	⊞	92,2	4,17	
Ensamble Puesto 4		○	➡	▷	◻	▽	⊗	⊞	127,97	2,59	
Ensamble Puesto 5		○	➡	▷	◻	▽	⊗	⊞	107,21	2,59	
Ensamble Puesto 6		○	➡	▷	◻	▽	⊗	⊞	104,13	2,59	
Ensamble Puesto 7		○	➡	▷	◻	▽	⊗	⊞	121,65	2,59	
Ensamble Puesto 8		○	➡	▷	◻	▽	⊗	⊞	90,68	2,59	
Ensamble Puesto 9		○	➡	▷	◻	▽	⊗	⊞	161,66	2,59	
Ensamble Puesto 10		○	➡	▷	◻	▽	⊗	⊞	94,85	2,59	
Ensamble Puesto 11		○	➡	▷	◻	▽	⊗	⊞	107,86	2,59	
Ensamble Puesto 12		○	➡	▷	◻	▽	⊗	⊞	127,61	2,59	
Ensamble Puesto 13		○	➡	▷	◻	▽	⊗	⊞	88,5	2,59	
Inspección Estática		○	➡	▷	◻	▽	⊗	⊞	164,26	-	
Traslado a Inspección Dinámica		○	➡	▷	◻	▽	⊗	⊞	90	39,38	
Inspección Dinámica		○	➡	▷	◻	▽	⊗	⊞	390,82	-	
Traslado a Almacén de producto terminado		○	➡	▷	◻	▽	⊗	⊞	90	5,30	

Fuente: Empresa Ensambladora de Motocicletas y Vehículos todo terreno 4X4. Elaboración Propia.

El proceso de Ensamble de las motocicletas de baja cilindrada con sus respectivas inspecciones de calidad y despacho representan un total de 17 actividades, lo que corresponde a un tiempo de 2.216,82 segundos (36,95 minutos) y una distancia recorrida de 83,08 metros.

Para estos Diagramas de Flujo de Proceso vistos anteriormente se usaron símbolos para operaciones simples y combinadas como los que se muestran a continuación:

Tabla N°10: Leyenda de Diagramas de Flujo de Proceso.
Fuente: Elaboración Propia

LEYENDA	
SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	Operación
	Transporte
	Demora
	Inspección
	Almacenamiento
	Operación realizada en movimiento
	Operaciones e inspecciones en movimiento

CAPÍTULO V: PROPUESTA DE MEJORAS

A partir de la caracterización de la situación actual, se procede a desarrollar una propuesta de mejoras orientadas a resolver los problemas detectados en la Línea de Ensamble.

V.1 Mejora basada en alternativas de Layout de actividades por puesto de trabajo

V.1.1 Descripción de la mejora

La mejora para las alternativas de Layout de actividades de la Línea de Ensamble se basa en los resultados del estudio de tiempos previamente realizado de cada actividad realizada en las diferentes estaciones de trabajo de la línea. La propuesta consiste en ofrecer diferentes alternativas de Layout de operaciones por puestos de trabajo como respaldo de cualquier situación a la que puede enfrentarse la empresa, sin que se retrase la producción, baje la eficiencia y la eficacia de la misma. A su vez al departamento de producción encargado de la sincronización de la planta se le simplifica su trabajo, ya que éste no deberá adaptar los puestos de trabajo con la cantidad de trabajadores existentes.

V.1.2 Problemas a Solventar

Actualmente los principales problemas por los que se debe acudir a nuevas distribuciones de Línea, es el tiempo de ocio que existe en las estaciones de trabajo, debido al Layout desbalanceado entre las actividades de cada uno de los puestos, ya que algunas de estas tareas pueden ser más complejas de realizar que otras. Los cuellos de botella, a pesar de que traen como consecuencia una disminución de la capacidad productiva de la línea, no es un problema actualmente, dado el bajo nivel de ventas. Sin embargo, es necesario definir diferentes alternativas de trabajo, estudiando el peor y el mejor de los casos como que la situación del país cambie y por ende se incrementen los niveles de ventas, exijan un mejor desempeño de la línea y se necesite contratar más personal.

V.1.3 Alternativa N°1: Layout de Línea de 13 Puestos

En vista de los puestos más afectados identificados en la situación actual (Capítulo IV), se procede a realizar un Layout de Línea, que mantenga el número de estaciones de trabajo, pero que disminuya el tiempo de ocio y aumente la eficiencia y eficacia de la misma.

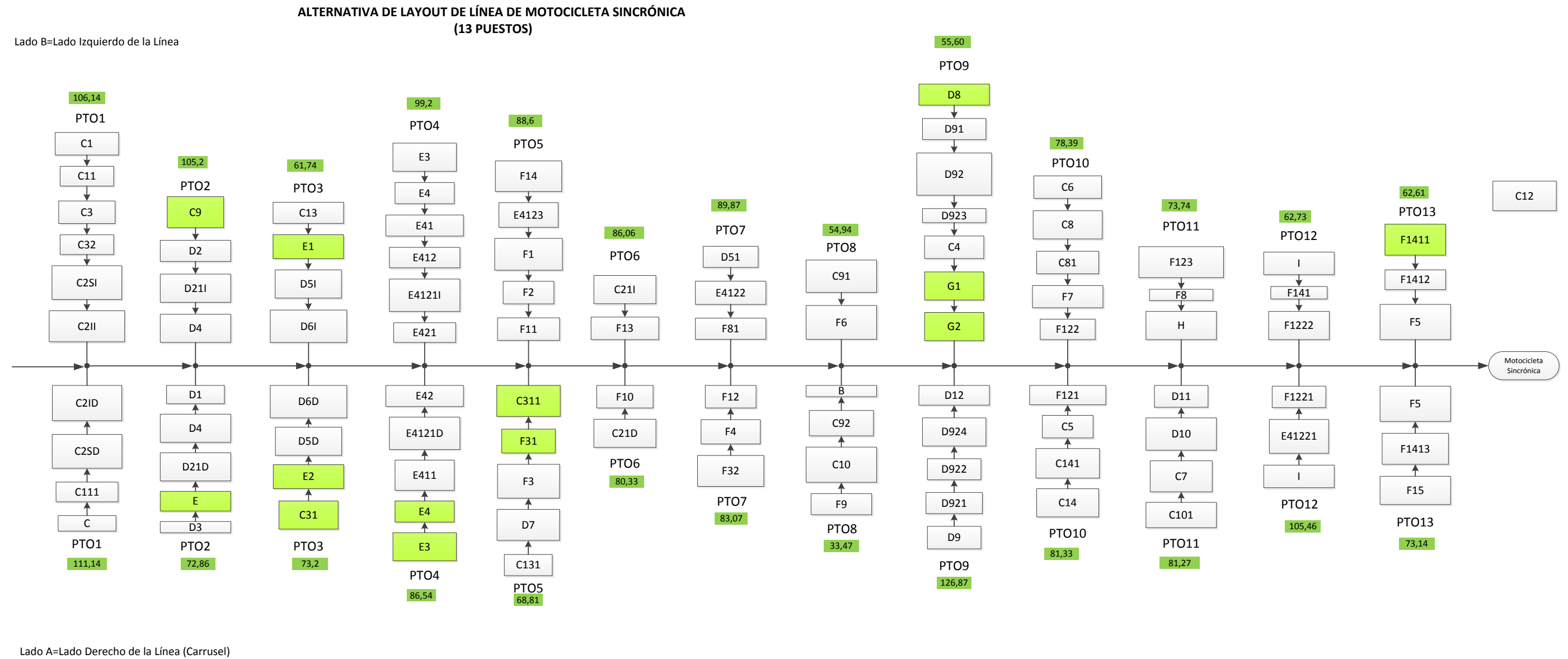


Figura N°15: Alternativa de Layout de Línea de 13 estaciones de trabajo.
Fuente: Elaboración propia.

V.1.3.1 Explicación

De acuerdo a la alternativa que se observa en el diagrama anterior se procede a calcular de la misma manera que en la situación actual (Capítulo IV), los tiempos normales, los porcentajes de suplemento, los tiempos estándar y por consiguiente, los tiempos estándar por cada estación de trabajo resultantes que nos define el tiempo ciclo de la Línea de Ensamble. Además, se calcula la diferencia de tiempo entre ambos lados (izquierdo y derecho) por puesto y de esta forma se determina el tiempo de ocio respectivo y su representación en términos de porcentaje. El cálculo de los tiempos estándar se puede detallar en el ANEXO 10.

Tabla N°11: Tiempo de ciclo y ocio de la alternativa del Layout de Línea de 13 puestos.
Fuente: Elaboración Propia.

	"TIEMPOS NORMALES (TN)" (Seg)		SUPLEMENTO (%)		"TIEMPOS ESTÁNDARES (TE)" (Seg)		TIEMPO ESTÁNDAR POR ESTACIÓN (Seg)	TIEMPO DE OCIO (Seg)	% OCIO
EST. /LADO	A	B	A	B	A	B			
1	111,14	106,14	21%	25%	134,48	132,68	134,48	1,8	1,3%
2	72,86	105,20	21%	18%	88,16	124,14	124,14	35,98	29,0%
3	66,14	68,80	21%	18%	80,03	81,18	81,18	1,15	1,4%
4	86,54	99,20	29%	29%	111,64	127,97	127,97	16,33	12,8%
5	68,81	88,60	21%	21%	83,26	107,21	107,21	23,95	22,3%
6	80,33	86,06	21%	21%	97,20	104,13	104,13	6,93	6,7%
7	83,07	89,87	21%	21%	100,51	108,74	108,74	8,23	7,6%
8	45,74	54,94	21%	18%	55,35	64,83	64,83	9,48	14,6%
9	126,87	55,60	21%	22%	153,51	67,83	153,51	85,68	55,8%
10	81,33	78,39	21%	21%	98,41	94,85	98,41	3,56	3,6%
11	81,27	73,74	21%	19%	98,34	87,75	98,34	10,59	10,8%
12	105,46	63,00	21%	21%	127,61	76,23	127,61	51,38	40,3%
13	73,14	62,61	21%	21%	88,50	75,76	88,50	12,74	14,4%
					TIEMPO DE CICLO (TC) (Seg)		153,5127 Seg /Moto	PROMEDIO	
								20,60 Seg	17,0%

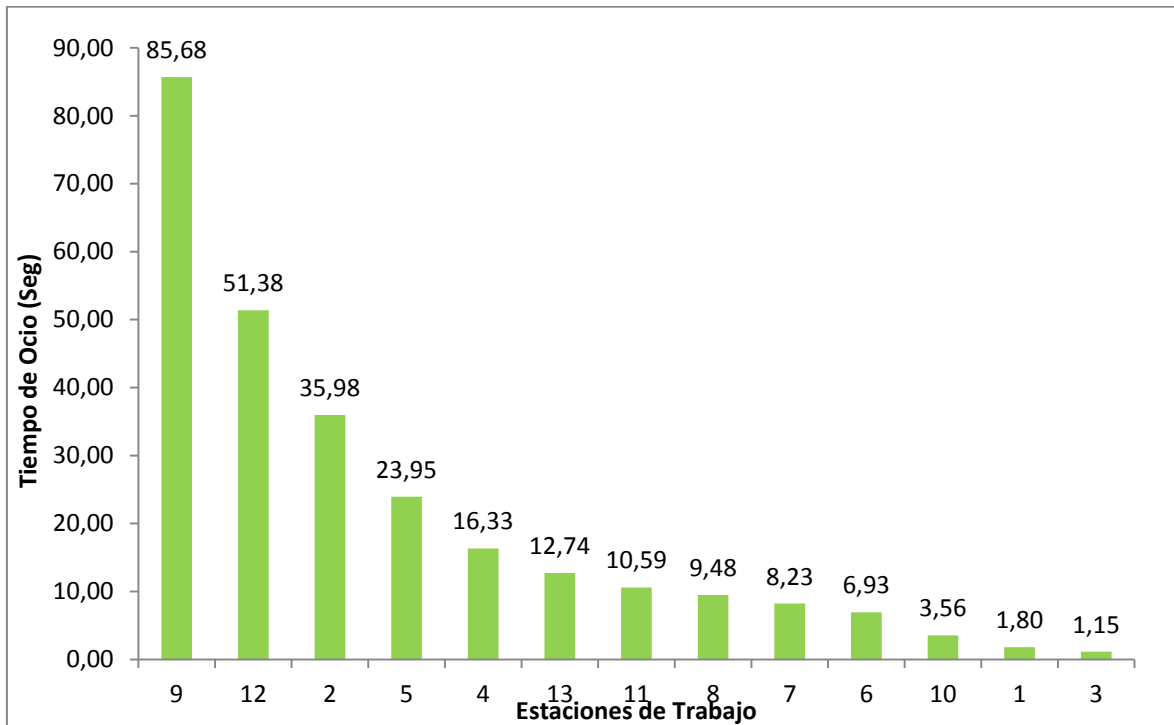


Figura N°16: Diagrama de Pareto. Tiempo de ocio de cada estación de trabajo de la alternativa de Layout (13 puestos).

Fuente: Elaboración Propia.

Mediante los cálculos anteriormente realizados se observa que la estación que marca el tiempo de ciclo de la alternativa del Layout de línea de 13 puestos sigue siendo la estación N°9 con un tiempo de 153,51 Seg/Moto (2,56 Min/Moto), pero si lo comparamos con el tiempo de ciclo del Layout de Línea actual se observa que la alternativa logró disminuir dicho tiempo. El tiempo de ocio promedio del Layout resulta ser de 20,60 segundos, lo que representa en porcentaje es de 17%.

V.1.3.2 Impacto en términos de Eficiencia y Eficacia

Tomando en cuenta el cuello de botella (puesto N°9) y las estaciones de trabajo que presentan mayor tiempo de ocio en la línea de ensamble, se determina la eficiencia y

eficacia para estudiar el desempeño de la alternativa del Layout de Línea, arrojando un valor de 83% y 108,6% respectivamente.

*Tabla N°12: Impacto de la alternativa del Layout de Línea (13 puestos).
Fuente: Elaboración Propia.*

	ALTERNATIVA DE LAYOUT DE LÍNEA DE 13 ESTACIONES DE TRABAJO
Tiempo de Ciclo (Tc)	2,56 Min/Moto
Velocidad de Banda Transportadora	0,023 m/s
Tiempo de Ocio Promedio	20,60 Seg
Porcentaje de Ocio Promedio	17,0%
Eficiencia de la alternativa de Layout de los puestos de trabajo	83,0%
Eficacia de la Línea de Ensamble	108,6%

V.1.4 Alternativa N°2: Layout de 10 Puestos

Esta alternativa busca reducir el número de estaciones de trabajo para presentar un Layout de Línea de 10 y que no influya significativamente en los tiempos de ocio, la eficiencia y eficacia que ésta presente.

ALTERNATIVA DE LAYOUT DE LÍNEA DE MOTOCICLETA SINCRÓNICA (10 PUESTOS)

Lado B=Lado Izquierdo de la Línea

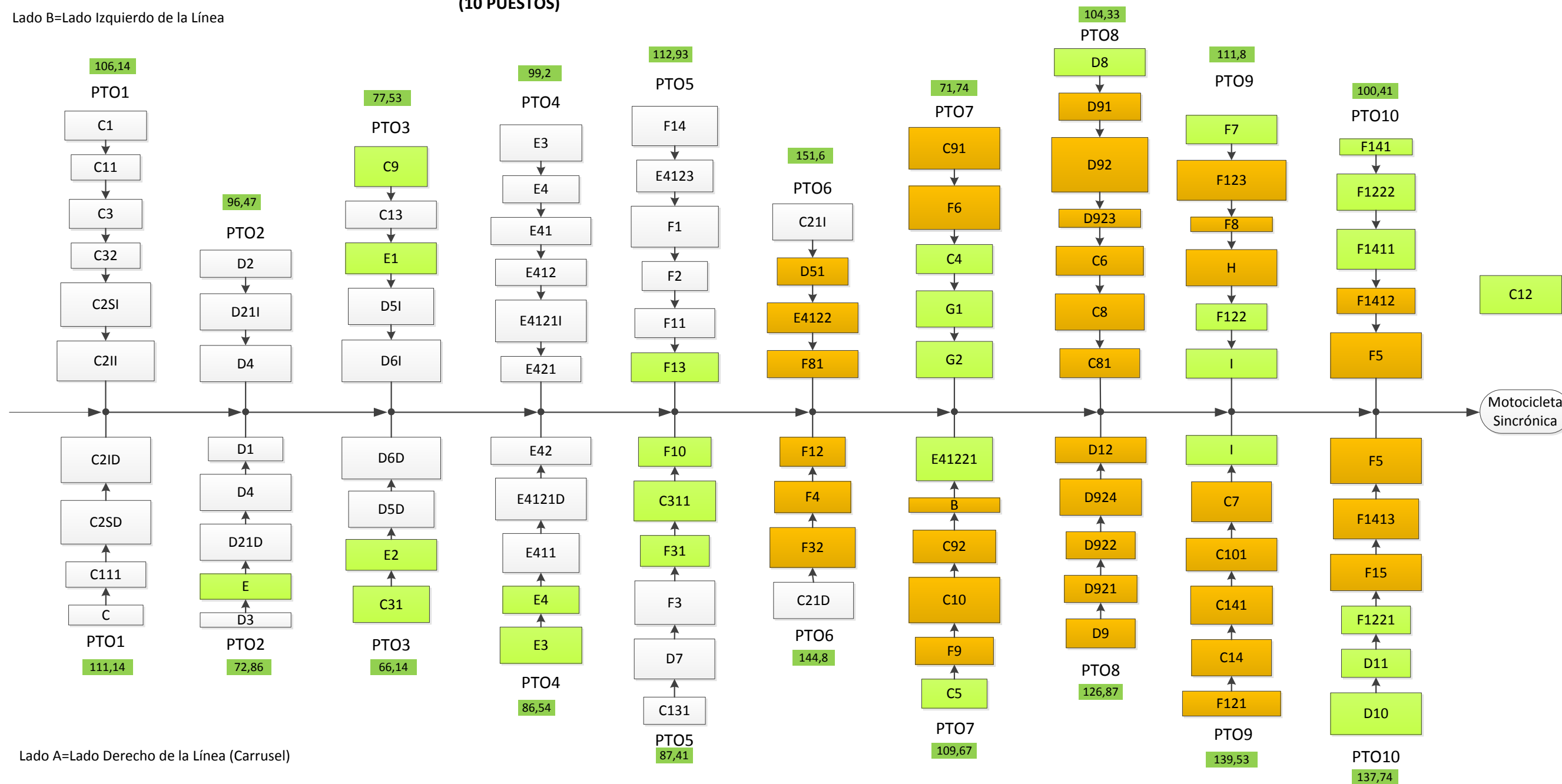


Figura N°17: alternativa del Layout de Línea de 10 estaciones de trabajo.
Fuente: Elaboración propia.

V.1.4.1 Explicación

De acuerdo a la alternativa que se observa en el diagrama anterior se procede a calcular de la misma manera que en la situación actual (Capítulo IV), los tiempos normales, los porcentajes de suplemento, los tiempos estándar y por consiguiente, los tiempos estándar por cada estación de trabajo resultantes que nos define el tiempo ciclo de la Línea de Ensamble. Además, se calcula la diferencia de tiempo entre ambos lados (izquierdo y derecho) por puesto y de esta forma se determina el tiempo de ocio respectivo y su representación en términos de porcentaje. El cálculo de los tiempos estándar se puede detallar en el ANEXO 11.

Tabla N°13: Tiempo de ciclo y ocio de la alternativa del Layout de Línea de 10 puestos.
Fuente: Elaboración Propia.

	"TIEMPOS NORMALES (TN)" (Seg)		SUPLEMENTO (%)		"TIEMPOS ESTÁNDARES (TE)" (Seg)		TIEMPO ESTÁNDAR POR ESTACIÓN (Seg)	TIEMPO DE OCIO (Seg)	% OCIO
EST./LADO	A	B	A	B	A	B			
1	111,14	106,14	21%	25%	134,48	132,68	134,48	1,80	1,3%
2	72,86	96,47	21%	18%	88,16	113,83	113,83	25,67	22,6%
3	66,14	77,53	21%	18%	80,03	91,49	91,49	11,46	12,5%
4	86,54	99,20	29%	29%	111,64	127,97	127,97	16,33	12,8%
5	87,41	112,93	21%	21%	105,77	136,65	136,65	30,88	22,6%
6	144,80	151,60	21%	21%	175,21	183,44	183,44	8,23	4,5%
7	109,67	71,74	21%	21%	132,70	86,81	132,70	45,89	34,6%
8	126,87	104,33	21%	22%	153,51	127,28	153,51	26,23	17,1%
9	139,53	111,80	21%	19%	168,83	133,04	168,83	35,79	21,2%
10	137,74	100,41	21%	21%	166,67	121,50	166,67	45,17	27,1%
					TIEMPO DE CICLO (TC)		183,436 Seg /Moto	PROMEDIO	
							3,06 Min/Moto	24,745	17,6%

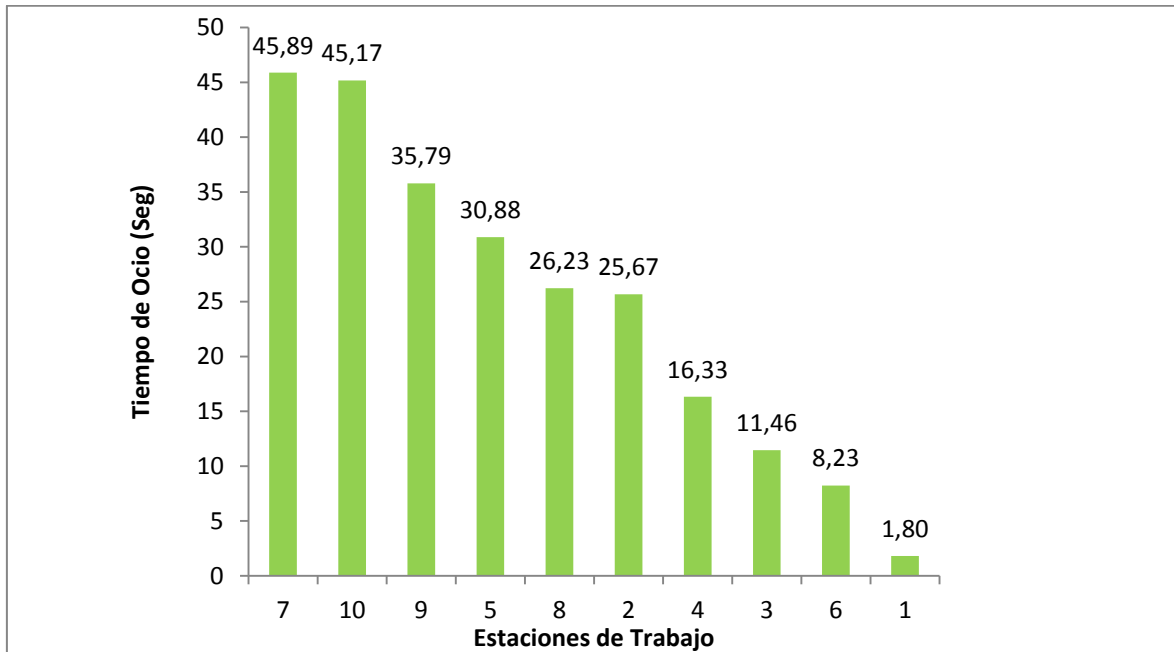


Figura N°18: Diagrama de Pareto. Tiempo de ocio de cada estación de trabajo de la alternativa de Layout (10 puestos).

Fuente: Elaboración Propia.

Mediante los cálculos anteriormente realizados se observa que la estación que marca el tiempo de ciclo de la alternativa de Layout de línea de 10 puestos resulta la estación N°6 con un tiempo de 183,44 Seg/Moto (3,06 Min/Moto) y al compararlo con el tiempo de ciclo del Layout de Línea actual se observa que el tiempo de la alternativa resulta mayor, recordando que los cuellos de botella a pesar de que traen como consecuencia una disminución de la capacidad productiva de la línea, no es un problema actualmente, dado la situación que presenta el país. El tiempo de ocio promedio del Layout propuesto resulta ser de 24,75 segundos, lo que representa en porcentaje es de 17,6%.

V.1.4.2 Impacto en términos de Eficiencia y Eficacia

Tomando en cuenta el cuello de botella (puesto N°6) y las estaciones de trabajo que presentan mayor tiempo de ocio en la línea de ensamble, se determina la eficiencia y eficacia para estudiar el desempeño de la alternativa de Layout de Línea, arrojando un valor de 82,4% y 90,8% respectivamente.

Tabla N°14: Impacto de la alternativa del Layout de Línea (10 puestos).
Fuente: Elaboración Propia.

	ALTERNATIVA DE LAYOUT DE LÍNEA DE 10 ESTACIONES DE TRABAJO
Tiempo de Ciclo	3,06 Min/Moto
Velocidad de Banda Transportadora	0,02 m/s
Tiempo de Ocio Promedio	24,75 Seg
Porcentaje de Ocio Promedio	17,6%
Eficiencia de la alternativa de Layout de los puestos de trabajo	82,4%
Eficacia de la Línea de Ensamble	90,8%

V.1.5 Alternativa N°3: Layout de Línea de 8 Puestos

De la misma manera, esta alternativa busca reducir aún más el número de estaciones de trabajo para presentar un Layout de Línea de 8 puestos y que no influya significativamente en los tiempos de ocio, la eficiencia y eficacia que ésta presente.

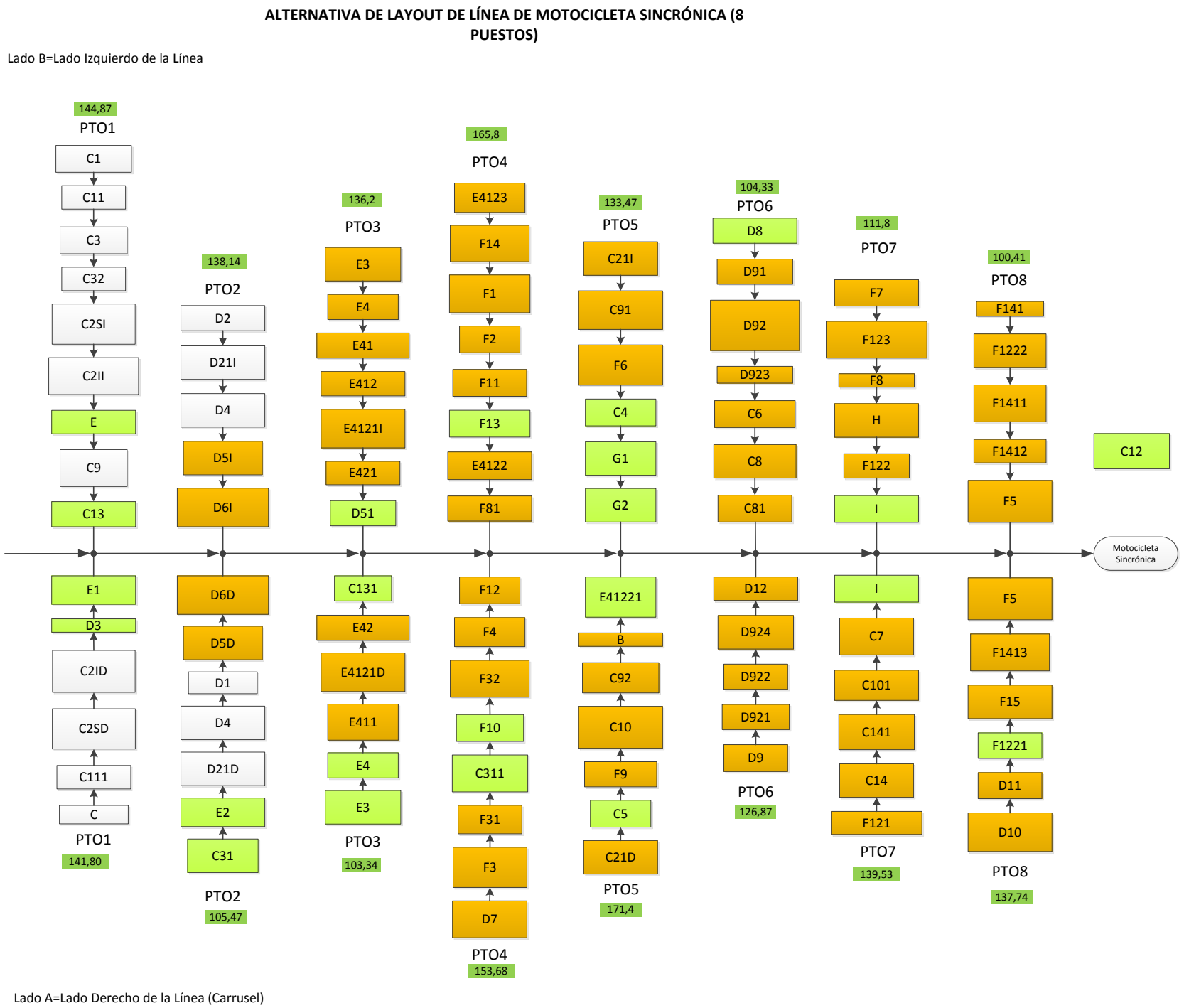


Figura N°19: Alternativa de Layout de Línea de 8 estaciones de trabajo.
Fuente: Elaboración propia.

V.1.5.1 Explicación

De acuerdo a la alternativa que se observa en el diagrama anterior se procede a calcular de la misma manera que en la situación actual (Capítulo IV), los tiempos normales, los porcentajes de suplemento, los tiempos estándar y por consiguiente, los tiempos estándar por cada estación de trabajo resultantes que nos define el tiempo ciclo de la Línea de Ensamble. Además, se calcula la diferencia de tiempo entre ambos lados (izquierdo y derecho) por puesto y de esta forma se determina el tiempo de ocio respectivo y su representación en términos de porcentaje. El cálculo de los tiempos estándar se puede detallar en el ANEXO 12.

Tabla N°15: Tiempo de ciclo y ocio del Layout de Línea de 8 puestos.
Fuente: Elaboración Propia.

EST. /LADO	"TIEMPOS NORMALES (TN)" (Seg)		SUPLEMENTO (%)		"TIEMPOS ESTÁNDARES (TE)" (Seg)		TIEMPO ESTÁNDAR POR ESTACIÓN (Seg)	TIEMPO DE OCIO (Seg)	% OCIO
	A	B	A	B	A	B			
1	141,80	144,87	21%	25%	171,58	181,09	181,09	9,51	5,3%
2	105,47	138,14	21%	18%	127,62	163,01	163,01	35,39	21,7%
3	103,34	136,20	29%	29%	133,31	175,70	175,70	42,39	24,1%
4	153,68	165,80	21%	21%	185,95	200,62	200,62	14,67	7,3%
5	171,40	133,47	21%	21%	207,39	161,50	207,39	45,89	22,1%
6	126,87	104,33	21%	22%	153,51	127,28	153,51	26,23	17,1%
7	139,53	111,80	21%	19%	168,83	133,04	168,83	35,79	21,2%
8	137,74	100,41	21%	21%	166,67	121,50	166,67	45,17	27,1%
TIEMPO DE CICLO (TC)							207,394 Seg/Moto	PROMEDIO	
							3,46 Min/Moto	31,88	18,2%

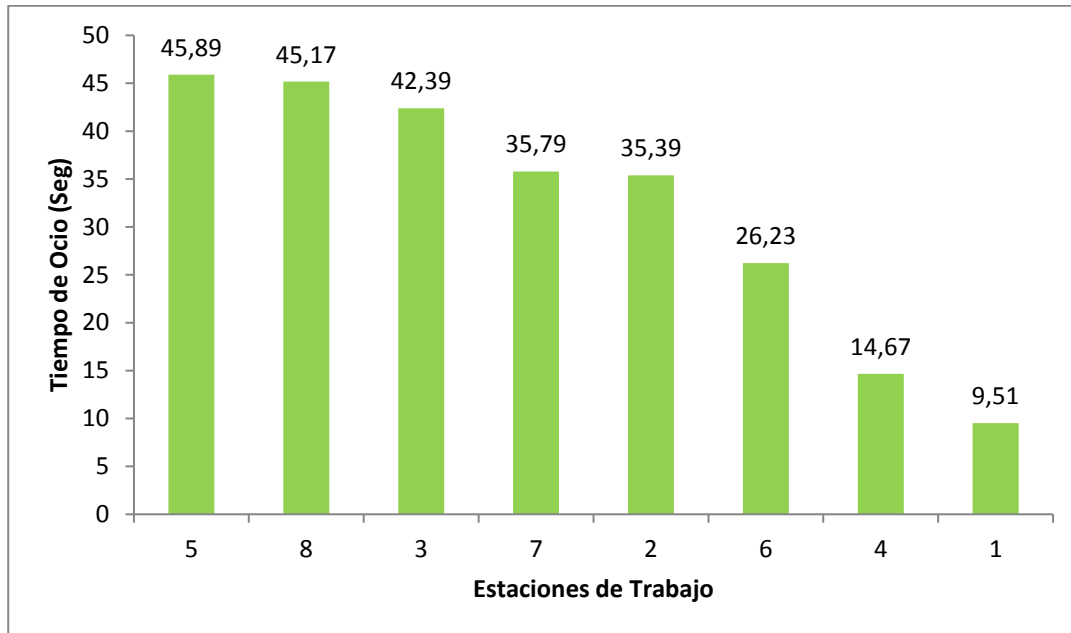


Figura N°20: Diagrama de Pareto. Tiempo de ocio de cada estación de trabajo de la alternativa de Layout (8 puestos).

Fuente: Elaboración Propia.

Mediante los cálculos anteriormente realizados se observa que la estación que marca el tiempo de ciclo de la alternativa de Layout de línea de 8 puestos resulta ser la estación N°5 con un tiempo de 207,39 Seg/Moto (3,46 Min/Moto), y al compararlo con el tiempo de ciclo del Layout de Línea actual se observa que el tiempo de la alternativa es mayor, recordando que Los cuellos de botella a pesar de que traen como consecuencia una disminución de la capacidad productiva de la línea, no es un problema actualmente, dado la situación que presenta el país. El tiempo de ocio promedio del Layout propuesto resulta ser de 31,88 segundos, lo que representa en porcentaje es de 18,2%.

V.1.5.2 Impacto en términos de Eficiencia y Eficacia

Tomando en cuenta el cuello de botella (puesto N°5) y las estaciones de trabajo que presentan mayor tiempo de ocio en la línea de ensamble, se determina la eficiencia y eficacia para estudiar el desempeño de la alternativa de Layout de Línea, arrojando un valor de 81,8% y 80,3% respectivamente.

Tabla N°16: Impacto de la alternativa de Layout de Línea (8 puestos).
Fuente: Elaboración Propia.

	ALTERNATIVA DE LAYOUT DE LÍNEA DE 8 ESTACIONES DE TRABAJO
Tiempo de Ciclo (Tc)	3,46 Min/Moto
Velocidad de Banda Transportadora	0,0167 m/s
Tiempo de Ocio Promedio	31,88 Seg
Porcentaje de Ocio Promedio	18,2%
Eficiencia de la alternativa de Layout de los puestos de trabajo	81,8%
Eficacia de la Línea de Ensamble	80,3%

V.1.6 Alternativa N°4: Layout de 15 Puestos

Finalmente, cuando la situación del país cambie y por ende se incrementen los niveles de ventas, exijan un mejor desempeño de la línea y se necesite contratar más personal, se presenta una alternativa que necesita de más personal capacitado debido al aumento del número de estaciones de trabajo proponiendo un Layout de Línea de 15 puestos, que reduzca el tiempo de ciclo, el tiempo de ocio y a su vez, aumente la eficiencia y eficacia de la misma.

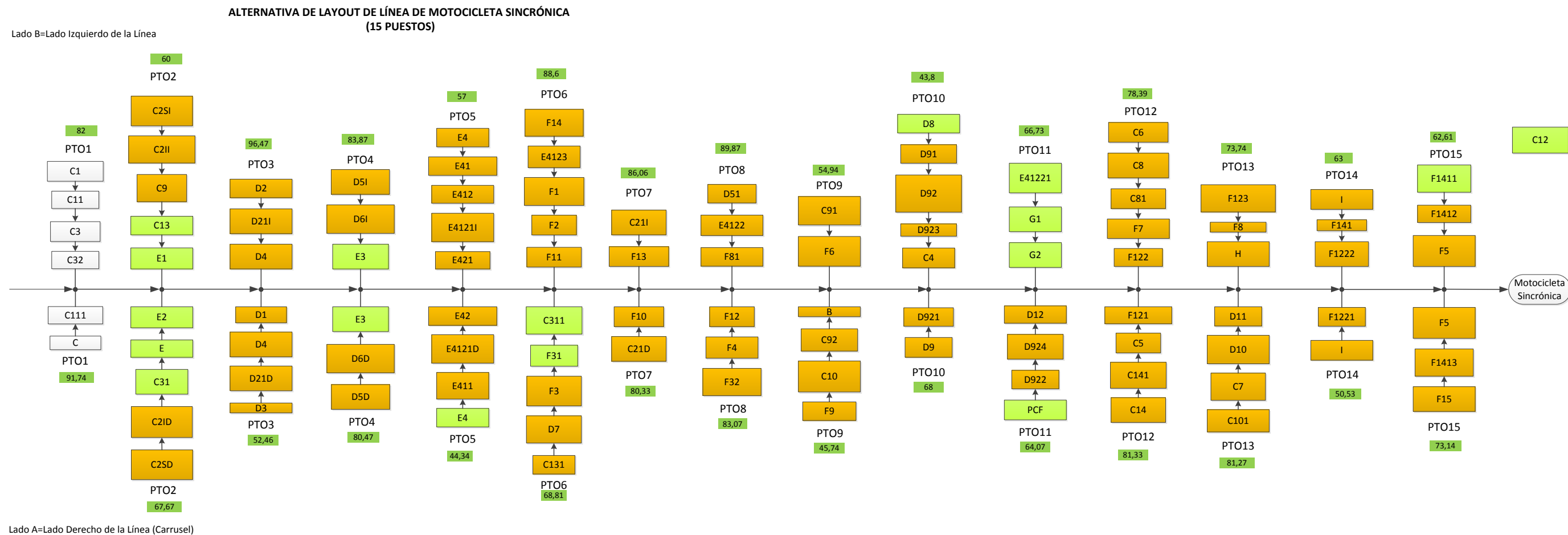


Figura N°21: Alternativa de Layout de Línea de 15 estaciones de trabajo.
Fuente: Elaboración propia.

V.1.6.1 Explicación

De acuerdo a la alternativa que se observa en el diagrama anterior se procede a calcular de la misma manera que en la situación actual (Capítulo IV), los tiempos normales, los porcentajes de suplemento, los tiempos estándar y por consiguiente, los tiempos estándar por cada estación de trabajo resultantes que nos define el tiempo ciclo de la Línea de Ensamble. Además, se calcula la diferencia de tiempo entre ambos lados (izquierdo y derecho) por puesto y de esta forma se determina el tiempo de ocio respectivo y su representación en términos de porcentaje. El cálculo de los tiempos estándar se puede detallar en el ANEXO 13.

Tabla N°17: Tiempo de ciclo y ocio de la alternativa de Layout de Línea de 15 puestos.
Fuente: Elaboración Propia.

EST./LADO	"TIEMPOS NORMALES (TN)" (Seg)		SUPLEMENTO (%)		"TIEMPOS ESTÁNDARES (TE)" (Seg)		TIEMPO ESTÁNDAR POR ESTACIÓN (Seg)	TIEMPO DE OCIO (Seg)	% OCIO
	A	B	A	B	A	B			
1	91,74	82,00	21%	25%	111,01	102,50	111,01	8,51	7,7%
2	67,67	60,00	21%	18%	81,88	70,80	81,88	11,08	13,5%
3	52,46	96,47	21%	18%	63,48	113,83	113,83	50,35	44,2%
4	80,47	83,87	18%	18%	94,95	98,97	98,97	4,02	4,1%
5	44,34	57,00	29%	29%	57,20	73,53	73,53	16,33	22,2%
6	68,81	88,60	21%	21%	83,26	107,21	107,21	23,95	22,3%
7	80,33	86,06	21%	21%	97,20	104,13	104,13	6,93	6,7%
8	83,07	89,87	21%	21%	100,51	108,74	108,74	8,23	7,6%
9	45,74	54,94	21%	18%	55,35	64,83	64,83	9,48	14,6%
10	68,00	43,80	21%	22%	82,28	53,44	82,28	28,84	35,1%
11	64,07	66,73	21%	21%	77,52	80,74	80,74	3,22	4,0%
12	81,33	78,39	21%	21%	98,41	94,85	98,41	3,56	3,6%
13	81,27	73,74	21%	19%	98,34	87,75	98,34	10,59	10,8%
14	50,53	63,00	21%	21%	61,14	76,23	76,23	15,09	19,8%
15	73,14	62,61	21%	21%	88,50	75,76	88,50	12,74	14,4%
TIEMPO DE CICLO (TC)							113,8346 Seg/Moto	PROMEDIO	
							1,90 Min/Moto	14,19	15,4%

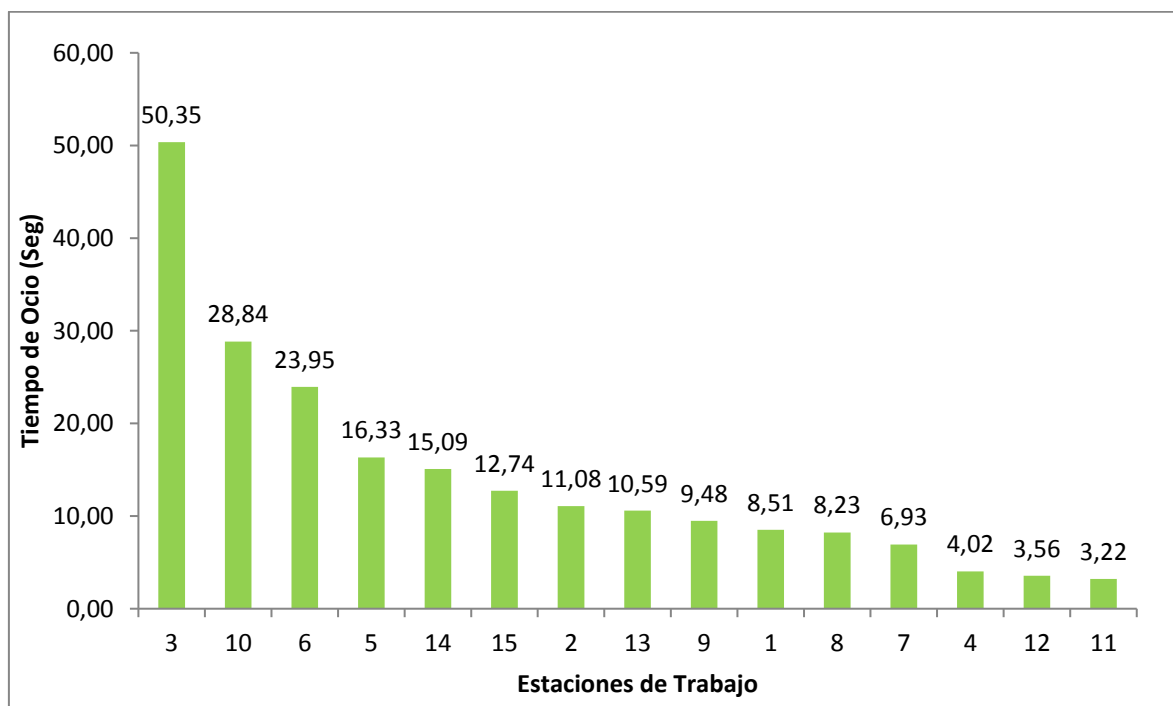


Figura N°22: Diagrama de Pareto. Tiempo de ocio de cada estación de trabajo de la alternativa de Layout (15 puestos).

Fuente: Elaboración Propia.

Mediante los cálculos anteriormente realizados se observa que la estación que marca el tiempo de ciclo de la alternativa de Layout de línea de 15 puestos resulta ser la estación N°3 con un tiempo de 113,83 Seg/Moto (1,90 Min/Moto), y al compararlo con el tiempo de ciclo del Layout de Línea actual se observa que la propuesta logró disminuir dicho tiempo. El tiempo de ocio promedio del Layout propuesto resulta ser de 14,19 segundos, lo que representa en porcentaje es de 15,4%.

V.1.6.2 Impacto en términos de Eficiencia y Eficacia

Tomando en cuenta el cuello de botella (puesto N°3) y las estaciones de trabajo que presentan mayor tiempo de ocio en la línea de ensamble, se determina la eficiencia y eficacia para estudiar el desempeño de la alternativa de Layout de Línea, arrojando un valor de 84,6% y 146,3% respectivamente.

*Tabla N°18: Impacto de la alternativa de Layout de Línea (15 puestos).
Fuente: Elaboración Propia.*

	ALTERNATIVA DE LAYOUT DE LÍNEA DE 15 ESTACIONES DE TRABAJO
Tiempo de Ciclo (Tc)	1,90 Min/Moto
Velocidad de Banda Transportadora	0,03 m/s
Tiempo de Ocio Promedio	14,19 Seg
Porcentaje de Ocio Promedio	15,4%
Eficiencia de la alternativa de Layout de los puestos de trabajo	84,6%
Eficacia de la Línea de Ensamble	146,3%

Es importante mencionar, que al estudiar cada una de las actividades que constituyen el proceso de ensamble de motocicletas de baja cilindrada se determina que la actividad “C12” fue trasladada al área de sub-ensamble, específicamente al puesto N°16 (Sub-ensamble de Chasis), ya que solo depende del mismo. Este traslado es positivo para el Layout de línea, debido a que el tiempo que dura dicha actividad reduce el tiempo de la estación a la que sería asignada y no aporta valor agregado al proceso de ensamble.

V.1.7 Comparación de las Alternativas

Tabla N°19: Tabla comparativa entre las alternativas de mejora del Layout de Línea y la actual.
Fuente: Elaboración Propia.

	LAYOUT DE LÍNEA ACTUAL	ALTERNATIVAS DE LAYOUT DE LÍNEA			
		13 ESTACIONES DE TRABAJO	10 ESTACIONES DE TRABAJO	8 ESTACIONES DE TRABAJO	15 ESTACIONES DE TRABAJO
Tiempo de Ciclo (Tc)	2,69 Min/Moto	2,56 Min/Moto	3,06 Min/Moto	3,46 Min/Moto	1,90 Min/Moto
Velocidad de Banda Transportadora	0,023 m/s	0,023 m/s	0,02 m/s	0,0167 m/s	0,03 m/s
Tiempo de Ocio	36,32 Seg	20,60 Seg	24,75 Seg	31,88 Seg	14,19 Seg
Porcentaje de Ocio Promedio	29,9%	17,0%	17,6%	18,2%	15, 4%
Eficiencia del Layout de los puestos de trabajo	70,1%	83,0%	82,4%	81,8%	84,6%
Eficacia de la Línea de Ensamble	103,3%	108,6%	90,8%	80,3%	146,3%
CONCLUSIÓN					
		El Layout resulta eficaz, ya que logra realizar el 100% de un lote de motocicletas en el tiempo efectivo, pero además sobra tiempo, el cual se puede invertir en limpieza, mantenimiento de la línea y de las herramientas de trabajo.	El Layout resulta ineficaz, ya que en el tiempo efectivo sólo se logra producir el 90,8% de un lote, es decir se fabrican 109 motocicletas.	El Layout resulta ineficaz, ya que en el tiempo efectivo sólo se logra producir el 81,8% de un lote, es decir se fabrican 98 motocicletas.	El Layout resulta eficaz, ya que logra realizar el 100% de un lote de motocicletas en el tiempo efectivo, pero además sobra tiempo, el cual se puede invertir en limpieza, mantenimiento de la línea y de las herramientas de trabajo.

Toda empresa busca el mejor de los casos en términos de eficiencia y eficacia, es decir, ser una empresa efectiva, por lo tanto, las mejores alternativas para implementar en la línea de ensamble de motocicletas sincrónicas de baja cilindrada son los Layout de Línea de 15 y 13 estaciones de trabajo, ya que son los que resultan más eficaces y eficientes en cuanto al balanceo de actividades en los puestos de trabajo.

Al implementar un Layout de Línea determinado, o exista un parada de producción de las motocicletas sincrónicas de baja cilindrada, y haya personal ocioso en la línea, pues estos operarios deberán ser trasladados a otras áreas donde sea necesario mayor mano de obra, como podría ser en el área de sub – ensamble, área de servicio técnico post-venta, área administrativa, área de transporte y despacho, entre otras, con la finalidad de que se aproveche al máximo el recurso humano en la empresa.

A su vez, es importante mencionar que las alternativas de Layout de línea propuestas no conllevan costos asociados para la empresa, ya que no implican mover o agregar algún tipo de mobiliario, equipo, o maquinarias, y tampoco se tiene que modificar físicamente la línea de ensamble al cambiar el Layout de línea.

V.1.8 Controles que garantizan la implementación de la mejora

V.1.8.1 Capacitación del personal:

Una vez implementada cualquier alternativa de Layout de Línea, el personal debe ser instruido para la nueva asignación de tareas en cada estación de trabajo. Como es usual en la empresa se procederá a generar un instructivo en donde el operario pueda visualizar el Layout y los métodos operacionales donde cada actividad es descrita en forma detallada.

V.2 Mejora basada en el cambio de posición de las áreas de desempaque (Motores y Chasis)

V.2.1 Descripción de la mejora

Las áreas de desempaque referentes a los huacales de motores y chasis, adquirirán una nueva ubicación, la cual será al lado del área de desempaque de partes y piezas de las motocicletas, con la finalidad de que el trayecto que realizan los operarios desde el almacén CKD sea reducido. A su vez, el área de troquelado y los puestos N°15 y N°16 de Sub-Ensamble (motor y chasis) se verán también obligados a modificarse de lugar, ya que son dependientes de las zonas de desempaque mencionadas.

V.2.2 Problemas a Solventar

Al describir el proceso de producción de las motocicletas sincrónicas de baja cilindrada se detecta que los operarios para el traslado de los huacales de motores y chasis desde el almacén CKD a sus zonas de desempaque, recorren por medio de montacargas una distancia de 51,85 m y 37,48 m respectivamente. Es por ello que se busca una alternativa que genere una reducción en el trayecto y en consecuencia en el tiempo del traslado.

V.2.3 Alternativa Única

En vista de la distancia recorrida en el diagrama de flujo de proceso realizado en la situación actual (Capítulo IV), se efectúa un Diagrama de recorrido, cambiando de ubicación el desempaque de chasis, área de troquelado, Sub-Ensamble de Chasis y de motor. En el puesto de Sub-Ensamble de motor se realiza el desempaque de los mismos.

[Diagrama de Recorrido-Alternativa.pdf](#)

*Figura N°23: Diagrama de Recorrido de la propuesta de ubicación de áreas de desempaque.
Fuente: Elaboración Propia.*

V.2.3.1 Motor (Trayectoria propuesta)

Para comprobar la mejora que puede existir en la empresa en cuanto a ganancia de tiempo en la fase de pre-ensamble al cambiar de ubicación el área de desempaque, se determina que la distancia recorrida que se realiza al trasladar los huacales de motores desde el almacén de CKD hasta el inicio de la línea de ensamble es de 51,52 metros, tal como se especifica en la siguiente tabla.

*Tabla N°20: Distancias recorridas tras el cambio de ubicación de la zona de desempaque de motores.
Fuente: Elaboración Propia.*

Descripción de la Actividad	Distancia (m)
Trasladar huacales de motores desde el almacén CKD al área de desempaque	13,63
Trasladar los motores sub-ensamblados a Línea de Ensamble	37,89
TOTAL	51,52 m

V.2.3.2 Chasis (Trayectoria propuesta)

De la misma forma se cambia de ubicación el área de desempaque de chasis y se determina que la distancia recorrida que se realiza al trasladar los huacales desde el almacén de CKD hasta el inicio de la línea de ensamble es de 41,28 metros, tal como se especifica en la siguiente tabla.

*Tabla N°21: Distancias recorridas tras el cambio de ubicación de la zona de desempaque de chasis.
Fuente: Elaboración Propia.*

Descripción de la Actividad	Distancia (m)
Trasladar huacales de chasis desde el almacén CKD al área de desempaque	3,03
Trasladar los chasis al área de troquelado	2,15
Trasladar los chasis al puesto de Sub-Ensamble N°16	5,11
Trasladar los chasis sub-ensamblados a Línea de Ensamble	30,99
TOTAL	41,28 m

V.2.3.3 Impacto de la mejora

Tras el cambio de posición de las áreas de desempaque de motores y chasis se visualiza una notable mejora de 31,6% y 35,2% respectivamente en términos de trayectoria en la fase de pre-ensamble con base a la situación actual.

Tabla N°22: Mejora en la distancia recorrida de la fase de pre-ensamble respecto a la situación actual.
Fuente: Elaboración Propia.

	Distancia Recorrida de la Fase de Pre-Ensamble (m)		Mejora
	Ubicación Actual	Ubicación Propuesta	
Motor	75,31	51,52	31,6%
Chasis	63,73	41,28	35,2%

Finalmente, para la fase de pre-ensamble del proceso de producción de las motocicletas sincrónicas de baja cilindrada se desarrolló una tabla del procedimiento a seguir con el propósito de registrar la distancia recorrida tras la redistribución de planta.

Tabla N°23: Tabla en función del Diagrama de Flujo de Proceso: producción de motocicletas de baja cilindrada (Recepción de materia prima, Almacenamiento y Desempaque), con base a la mejora.
Fuente: Elaboración Propia.

Descripción de la Actividad	Tiempo (seg)	Distancia (m)
Recepción de Materia Prima	1998	-
Trasladar Materia Prima al almacén CKD	3600	11,1
Almacenar Materia Prima	3996	-
Trasladar Pedido de producción del Almacén CKD al Área de Desempaque	946,35	13,63
Desempacar Partes y Piezas de las Motocicletas	688,73	-
Trasladar partes y piezas a puestos de trabajo Sub-Ensamble	5400	30,21
TOTAL	16629,08 Seg	54,94m
	4,62 horas	

Detalladamente, se muestra el cambio que hubo en el traslado del pedido de producción del almacén de CKD al área de desempaque y luego hacia las zonas de Sub-Ensamble:

Tabla N°24: Tabla comparativa de distancias recorridas de la situación actual y la propuesta, áreas de desempaque.

Fuente: Elaboración Propia.

Áreas de Desempaque	Distancia Recorrida Situación Actual (m)	Distancia Recorrida Propuesta (m)
Desempaque de Partes y Piezas	4,64	6,56
Desempaque de Motores	51,85	13,63
Desempaque de Chasis	37,48	3,03

Tabla N°25: Tabla comparativa de distancias recorridas de la situación actual y la propuesta, áreas de sub-ensamble.

Fuente: Elaboración Propia.

Áreas de Sub-Ensamble	Distancia Recorrida Situación Actual (m)	Distancia Recorrida Propuesta (m)
Sub-Ensamble Puestos N°1 al N°14	30,21	30,21
Sub-Ensamble Puestos N°15 (Motor)	-	-
Sub-Ensamble Puestos N°16 (Chasis)	7,20	9,00

Para dicha fase, donde la materia prima y su preparación es un proceso fundamental, abarca un tiempo total de 16.629,08 segundos (4,62 horas) y una distancia de 54,94 metros a partir de su ingreso a la planta hasta el traslado de las partes y piezas a los puestos de trabajo del área de Sub-Ensamble. Se observa que al comparar con la distribución de planta actual desarrollada en el capítulo IV, la distancia recorrida disminuye el 41% y por ende también en tiempo con un 13,81%.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

VI.1 Conclusiones

A partir de la caracterización del proceso de fabricación de ensamble de las motocicletas sincrónicas de baja cilindrada mediante el uso de las técnicas de observación directa, entrevistas no estructuradas y análisis de datos de los registros de la empresa, se encontró:

- En el Layout de Línea actual existe un tiempo de ocio promedio de 29,9%, lo cual se considera que es poco eficiente con 70,1%. Sin embargo, presenta una eficacia de 103,3%, produciendo el 100% de un lote de motocicletas en el tiempo efectivo.
- En las áreas de desempaque, específicamente en las del motor y chasis existe una distancia de recorrido de 51,85 m y 37,48 m respectivamente desde el almacén de CKD, existiendo la posibilidad de cambiar a una ubicación más cercana, de manera de disminuir el tiempo de recorrido.

Una vez detectados los tiempos de ocio presentes en cada uno de las estaciones de trabajo de la línea y estudiadas las prelación de las tareas del proceso de ensamble, se planteó una mejora con diferentes alternativas a fin de disminuir dichos tiempos:

- Para una alternativa de Layout con el mismo número de puestos que el Layout aplicado actualmente (13 estaciones de trabajo) arrojó un tiempo de ocio promedio, una eficiencia y una eficacia de 17%, 83% y 108,6% respectivamente.
- Para una alternativa de Layout de línea con 10 estaciones de trabajo se estimó un tiempo de ocio promedio, una eficiencia y una eficacia de 17,6%, 82,4% y 90,8% respectivamente.
- Para una alternativa de Layout de línea con 8 estaciones de trabajo se estimó un tiempo de ocio promedio, una eficiencia y una eficacia de 18,2%, 81,8% y 80,3% respectivamente.
- En el caso de que la situación del país cambie y por ende se incrementen los niveles de ventas, se exija un mejor desempeño de la línea y se necesite contratar más

personal, se propuso una alternativa de Layout de línea con 15 estaciones de trabajo, estimándose un tiempo de ocio promedio, una eficiencia y una eficacia de 15,4%, 84,6% y 146,3% respectivamente.

Posterior a la evaluación de las alternativas, se concluye que los Layout de línea con 15 y 13 estaciones de trabajo son los más apropiados para implementar en la empresa, ya que resultaron los más eficientes y eficaces simultáneamente.

Una vez observado el recorrido significativo de traslado desde el almacén de CKD a las áreas de desempaque ubicadas en la zona noreste de la planta (vista del plano), se planteó una mejora de una alternativa única con el fin de disminuir el tiempo de recorrido.

- Las áreas de desempaque de chasis y motor, se colocaron en la zona sur-este de la planta (vista del plano) con una ganancia de distancia del 94% (48,82 m) y 64% (23,85 m) respectivamente.

VI.2 Recomendaciones

Con el fin de alcanzar las mejoras en el proceso productivo a través de las alternativas planteadas, evaluando sus beneficios, se presentan las siguientes recomendaciones:

- Validar los tiempos de ciclo de las estaciones de trabajo con un mayor tamaño de muestra para poder comprobar la representatividad de los tiempos promedios, ya que por limitación del bajo nivel de ventas hubo una parada en la producción durante el desarrollo del proyecto por lo que sólo se pudieron tomar 15 tiempos.
- Hacer un estudio de tiempo en las áreas de desempaque, debido a que el registro suministrado por el Departamento de Producción se encuentra incompleto.
- Ampliar el estudio del trabajo especial de grado para las otras áreas de producción como sub-ensamble y desempaque.
- Si la empresa se ve en la necesidad de implementar la alternativa de Layout de línea de 8 y 10 estaciones de trabajo respectivamente, las cuales resultaron ineficaces, realizar un estudio económico para contemplar una hora extra de trabajo de manera que suba la eficacia a 100%, cubriendo así la demanda diaria de motocicletas sincrónicas de baja cilindrada.
- Realizar un estudio ergonómico en cuanto al esfuerzo de los operarios en el traslado de las motocicletas sincrónicas de baja cilindrada hacia el área de inspección dinámica.
- Realizar propuestas a la casa matriz para modificar ciertas operaciones de ensambles con respecto a elementos de sujeción que requieren de cuidado y ayudan a los operarios a realizar las actividades más rápido y ahorrar tiempo en el proceso de ensamble. Esto se propone a raíz de la actividad “Conexión y Posicionamiento de Farola” ubicada en el puesto N°12 del Layout de Línea actual en donde los elementos de sujeción son tornillos pequeños que se deben posicionar manualmente, provocando una reducción de la capacidad de agarre por el uso de guantes de tela obligatorio por las normas de seguridad y salud laboral. En este caso particular es

recomendable emplear espigos imantados a las pistolas neumáticas para el momento de la sujeción.

CAPÍTULO VII: BIBLIOGRAFÍA

- Arias (1999). *Metodología de la investigación Editorial*: Mc Graw Hill.
- Ávila, H. (2006). *Introducción a la metodología de la investigación*. México: EUNET.
- García, J., Ramos, C., Ruíz, G. (2006). *Estadística Administrativa*. Cádiz: Servicio de Publicaciones UCA.
- Gutiérrez, H. (2010). *Calidad Total y Productiva*. México: Mc Graw Hill.
- Heizer, J. y Render, B. *Principios de Administración de Operaciones*. México: Pearson Educación.
- Janania, A. (2008). *Manual de tiempos y movimientos. Ingeniería de Métodos*. México: Limusa.
- Krajewski, L., Malhotra, M., Ritzman, L. (2008). *Administración de Operaciones: Procesos y cadenas de valor*. México: Pearson Educación.
- Meyers, F. y Stephens, M. (2006). *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales*. México: Pearson Educación.
- Niebel, B., Freivalds, A. (2009). *Ingeniería Industrial: Métodos estándares y diseño del trabajo*. México: Mc Graw Hill.
- Rajadell, M. y Sánchez, J. (2010). *Lean Manufacturing: La evidencia de una necesidad*. Madrid: Díaz de Santos.
- Vargas, V. (2007). *Estadística descriptiva para ingeniería ambiental con SPSS*. Cali: Universidad Nacional de Colombia.

ANEXO 4

Muestra de tiempos para cada actividad de la Línea de Ensamble (Media, Desviación Estándar, coeficiente de variación de Pearson, Curtosis y Coeficiente de Asimetría).

PUESTO	TAREAS	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	Media (X)	Desviación Estándar (S)	Coeficiente de Variación (CV)	Curtosis	CoefAsim
1A	C	40	43	40	43	43	40	37	43	44	39	40	40	44	42	44	41,47	2,17	5%	-0,75864569	0,67686586
	C111	50	51	50	47	48	52	49	53	53	53	50	48	49	54	47	50,27	2,31	5%	-1,25008646	0,11526441
	C2SD	10	11	11	12	8	13	7	10	12	12	8	11	7	13	7	10,13	2,20	22%	-1,40415973	-0,39401693
	C2ID	8	10	9	7	11	12	10	5	7	12	11	9	6	11	11	9,27	2,22	24%	-0,82763917	-0,78114466
1B	C1	60	61	60	64	57	61	59	64	62	63	58	60	57	58	59	60,20	2,31	4%	-0,84887537	0,0867576
	C11	9	10	9	8	9	12	10	11	8	9	9	6	10	9	9	9,20	1,37	15%	1,86162323	0,14564382
	C2SI	15	10	11	16	11	7	15	18	10	7	14	10	12	7	18	12,07	3,77	31%	-1,09454037	0,54825257
	C2II	11	5	5	8	12	9	8	6	12	8	7	8	10	7	9	8,33	2,23	27%	-0,61891215	0,14978617
	C3	5	3	4	3	4	4	5	5	5	3	7	5	4	4	3	4,27	1,10	26%	1,30751108	-0,66679789
	C32	8	10	11	9	8	10	9	11	10	9	7	8	7	7	7	8,73	1,44	16%	-1,26053447	1,20572113
	C9	20	24	21	25	25	17	18	20	20	19	24	19	20	19	20	20,73	2,55	12%	-0,72384668	0,28774242
2A	D21D	5	7	6	8	6	8	9	7	6	6	9	9	6	6	8	7,07	1,33	19%	-1,33710737	0,79928667
	D1	10	14	11	9	16	14	16	13	16	14	15	10	14	11	14	13,13	2,36	18%	-1,11852014	-0,36780063
	D3	12	10	13	11	10	14	12	12	8	12	14	13	10	12	10	11,53	1,68	15%	-0,20045875	-0,27700863
	D4	23	22	25	20	24	26	22	25	20	21	25	20	20	25	21	22,60	2,23	10%	-1,69563096	-1,07639244
2B	D21I	42	40	41	44	38	43	45	42	45	40	44	42	42	38	41	41,80	2,21	5%	-0,55823883	-0,09048279
	D2	35	31	33	29	31	36	30	29	33	34	37	29	36	29	29	32,07	2,96	9%	-1,45526071	1,03489374
	D4	20	20	20	23	19	18	22	22	18	23	18	20	22	20	21	20,40	1,72	8%	-1,09723487	0,23204774
3A	E	26	27	26	27	30	29	28	24	28	30	24	26	29	28	23	27,00	2,17	8%	-0,71349862	0,46056619
	D5D	16	21	17	17	16	19	20	16	20	18	15	14	17	23	14	17,53	2,61	15%	-0,27706238	0,5863663
	E1	9	12	10	13	14	14	13	10	13	9	8	7	12	14	11	11,27	2,31	21%	-1,09051401	-0,74921865
	D6D	25	23	28	25	30	27	30	28	23	21	22	25	27	27	27	25,87	2,75	11%	-0,7771763	-0,41239721
3B	D5I	8	10	12	6	9	14	9	8	13	9	8	11	9	9	9	9,60	2,10	22%	0,39642176	0,28603878
	C13	10	11	11	11	7	10	13	9	7	11	10	13	7	13	14	10,47	2,26	22%	-0,76470751	-0,23561462
	E2	16	16	16	16	15	16	16	16	18	13	18	13	18	15	15	15,80	1,52	10%	0,22035806	-0,13146844
	D6I	8	5	7	10	9	8	8	7	7	10	8	7	9	6	5	7,60	1,55	20%	-0,47619048	-0,25819889
4A	E4121D	10	12	11	11	12	13	12	8	12	12	14	7	7	13	8	10,80	2,27	21%	-0,8828626	-0,5276865
	E42	13	10	12	8	10	14	8	14	16	14	8	8	12	12	13	11,47	2,64	23%	-1,18922462	1,31206318
	E411	40	43	42	39	45	44	46	39	46	42	40	43	40	46	38	42,20	2,78	7%	-1,40563383	0,79062776
4B	E3	15	13	14	17	15	15	12	17	16	11	17	15	13	16	11	14,47	2,07	14%	-0,93138307	-0,25819889
	E4	13	17	17	15	16	18	16	14	12	15	14	16	13	12	16	14,93	1,87	13%	-1,00199205	-0,57054557
	E421	17	17	16	13	14	16	16	16	20	19	19	18	13	15	19	16,53	2,20	13%	-0,86332788	0,24247196

	E412	6	3	3	4	9	7	5	5	8	7	5	4	8	5	9	5,87	2,03	35%	-1,19024214	0,42677876
	E4121I	4	5	5	6	4	4	7	6	7	7	4	4	5	4	6	5,20	1,21	23%	-1,43155	0,99410024
	E41	17	15	16	19	16	19	15	18	18	17	14	19	18	13	18	16,80	1,90	11%	-0,62881563	-0,63245553
5A	C131	19	20	23	20	23	18	21	18	19	20	21	23	20	22	19	20,40	1,72	8%	-1,00762403	0,23204774
	D7	4	6	8	8	6	7	8	5	8	7	5	7	6	3	6	6,27	1,53	24%	-0,14681945	0,1738661
	F3	11	8	7	10	10	5	12	9	8	8	12	6	11	12	6	9,00	2,36	26%	-1,2415415	0,42365927
5B	F14	15	14	13	16	14	12	11	17	17	12	15	17	14	16	18	14,73	2,12	14%	-0,97394095	0,3458797
	E4123	14	13	11	11	13	13	17	14	9	10	14	16	17	14	10	13,07	2,49	19%	-0,79769077	-0,37454813
	F1	25	23	22	25	20	24	23	21	23	22	20	24	21	21	25	22,60	1,76	8%	-1,29233489	-1,35997841
	F2	25	28	32	29	31	26	28	25	32	33	32	33	33	24	27	29,20	3,28	11%	-1,57315353	-0,85427585
	F11	15	18	23	21	15	16	14	20	19	22	14	16	19	24	23	18,60	3,48	19%	-1,45278227	1,03431684
6A	F10	60	62	60	60	65	58	58	59	62	63	63	64	64	64	64	61,73	2,37	4%	-1,36305452	-0,95460005
	C21	60	62	60	60	65	58	58	59	62	63	63	64	64	64	64	61,73	2,37	4%	-1,36305452	-0,95460005
6B	C21	22	25	23	24	22	28	26	23	23	21	26	28	26	22	26	24,33	2,26	9%	-1,16839899	-0,73835719
	F13	43	50	50	42	48	43	50	50	43	49	43	48	43	52	43	46,47	3,62	8%	-1,93315248	0,95693431
7A	F32	22	32	30	22	23	32	31	32	29	26	21	23	27	28	22	26,67	4,20	16%	-1,74410744	1,11027222
	F4	17	18	17	15	21	20	16	19	17	16	21	19	17	14	15	17,47	2,17	12%	-0,81846269	0,21536641
	F31	6	12	8	6	14	12	10	11	9	8	12	10	11	10	10	9,93	2,25	23%	-0,18104472	-0,02961744
	F12	44	43	39	41	37	39	44	44	46	45	46	38	37	38	38	41,27	3,41	8%	-1,79618674	-0,80121975
7B	E4122	13	13	10	8	14	8	12	8	13	13	11	10	12	14	15	11,60	2,32	20%	-1,00868268	-0,60246408
	F81	40	34	34	42	40	40	32	37	42	33	36	38	33	33	41	37,00	3,64	10%	-1,7110115	-0,82305489
	D51	8	9	11	7	13	6	11	8	7	6	6	6	6	10	9	8,20	2,24	27%	-0,35183566	0,98107084
8A	F9	24	26	20	28	25	23	20	20	21	27	18	19	18	21	24	22,27	3,26	15%	-1,13589974	0,69495346
	C10	4	5	4	6	6	4	4	5	6	4	7	7	4	4	7	5,13	1,25	24%	-1,50448614	0,90961688
	G2	7	6	6	8	8	7	7	7	6	9	7	6	7	8	6	7,00	0,93	13%	-0,17948718	0
	C92	6	7	5	6	9	9	8	5	5	9	4	9	4	6	8	6,67	1,88	28%	-1,55874586	-1,24299841
	G1	17	16	14	16	20	20	20	17	20	19	13	18	18	20	13	17,40	2,56	15%	-0,8780637	-1,01645845
	C31	9	8	6	9	10	6	5	8	11	8	10	8	5	10	11	8,27	2,02	24%	-0,97939819	0,13223592
	B	50	49	45	44	43	43	51	44	44	48	45	43	49	44	43	45,67	2,87	6%	-1,06226017	0,58067796
8B	C91	8	10	9	10	8	11	8	8	9	7	11	12	8	11	9	9,27	1,49	16%	-1,0060139	0,85214402
	F6	6	7	7	5	8	7	5	7	8	5	6	5	8	9	8	6,73	1,33	20%	-1,22623994	-0,19982167
9A	D8	46	46	44	49	47	42	42	44	46	42	48	48	45	42	47	45,20	2,43	5%	-1,3036464	1,31901699
	D9	30	30	32	31	33	28	29	31	29	34	30	30	32	29	34	30,80	1,86	6%	-0,71771579	0,43026035
	D924	10	12	15	8	16	16	10	11	17	14	16	13	11	17	12	13,20	2,88	22%	-1,21905922	-0,97105887
	D922	22	22	23	22	23	19	21	23	26	26	25	26	19	21	24	22,80	2,31	10%	-0,73681262	0,34703041
	D921	14	16	15	19	14	14	15	16	11	18	16	12	12	17	14	14,87	2,23	15%	-0,33748215	0,38832549
	D12	6	7	6	6	9	7	7	6	9	6	5	6	6	8	5	6,60	1,24	19%	0,12187401	0,48304589

9B	D91	6	8	9	8	8	6	8	6	10	10	9	9	8	8	11	8,27	1,49	18%	-0,30372496	0,17939874
	D92	17	16	19	14	16	14	20	16	19	14	17	15	21	21	19	17,20	2,48	14%	-1,30460589	0,48304589
	D923	3	5	5	5	3	5	3	5	6	7	5	6	4	6	7	5,00	1,31	26%	-0,62820513	0
	C4	31	31	33	31	31	32	30	30	35	31	35	31	35	35	32	32,20	1,90	6%	-1,17826618	0,63245553
10A	C14	10	13	16	11	11	16	14	11	12	11	13	17	9	14	13	12,73	2,34	18%	-0,6731962	0,73941598
	F121	8	8	9	9	11	8	8	10	6	11	9	9	9	9	11	9,00	1,36	15%	0,50022758	0
	C5	29	31	25	32	30	25	32	25	23	24	24	23	28	31	29	27,40	3,38	12%	-1,73414305	0,71081865
	C141	7	6	7	7	8	6	10	5	6	9	7	8	9	8	10	7,53	1,51	20%	-0,74204342	0,35424595
10B	F122	4	4	5	5	4	5	7	6	7	5	7	5	4	6	6	5,33	1,11	21%	-1,15657715	0,29957234
	F7	26	25	25	22	23	27	26	25	25	26	25	27	26	22	27	25,13	1,64	7%	0,04548305	0,08121573
	C6	34	34	30	36	29	33	35	31	35	29	35	36	28	34	36	33,00	2,83	9%	-1,1456044	-0,35355339
	C8	7	7	7	7	9	8	9	6	6	7	9	8	8	6	7	7,40	1,06	14%	-0,96115916	0,37893237
	C81	13	13	13	15	13	14	10	16	13	11	10	14	13	14	11	12,87	1,73	13%	-0,28929481	-0,07722559
11A	C101	41	37	35	33	40	38	33	43	39	41	39	36	37	35	43	38,00	3,25	9%	-0,95695904	-0,92268703
	C7	5	7	8	9	9	9	7	5	10	6	5	10	9	9	5	7,53	1,92	26%	-1,61512709	-0,76297483
	D11	9	7	8	9	9	9	7	7	8	7	7	8	8	6	9	7,87	0,99	13%	-1,11839005	-1,14428367
	C311	20	26	26	24	26	26	18	19	23	23	23	21	25	23	20	22,87	2,72	12%	-1,08785806	-1,15109575
	D10	15	14	19	13	13	18	20	14	19	16	13	13	17	13	18	15,67	2,61	17%	-1,56419535	1,02190462
11B	C12	18	9	10	13	17	12	10	16	13	14	18	11	16	16	9	13,47	3,23	24%	-1,48651612	-0,78519388
	F123	25	23	24	22	28	21	22	23	22	26	21	22	26	25	28	23,87	2,36	10%	-0,8704301	0,79218597
	F8	34	38	41	35	34	34	38	34	42	32	34	32	39	37	42	36,40	3,44	9%	-1,10440599	0,6978227
	H	15	19	19	21	13	15	19	16	13	12	13	18	14	19	19	16,33	2,94	18%	-1,58378308	-0,90582163
12A	I	57	51	56	52	59	52	55	56	52	59	54	51	59	53	58	54,93	3,01	5%	-1,56978402	0,97417637
	E41221	32	37	34	33	35	35	36	36	31	36	31	39	34	33	31	34,20	2,40	7%	-0,54797768	-0,75111857
	F1221	27	26	24	24	24	22	23	28	26	26	24	23	27	27	27	25,20	1,86	7%	-1,33558027	-0,96808578
12B	I	15	24	18	19	22	21	23	22	24	18	23	22	18	19	15	20,20	3,00	15%	-0,92662665	0,73217208
	F141	20	19	16	15	15	18	19	18	14	21	15	17	22	19	16	17,60	2,41	14%	-0,95022624	-0,57989181
	F1222	7	8	9	9	8	9	10	10	9	7	9	6	10	6	7	8,27	1,39	17%	-1,12511594	-0,52871349
	F1411	36	41	47	45	47	47	35	38	42	39	41	39	39	43	43	41,47	3,89	9%	-0,9458326	-1,42284055
13A	F15	20	19	19	22	18	19	21	22	20	22	21	17	22	19	16	19,80	1,90	10%	-0,54741555	0,42163702
	F1413	11	11	13	11	13	15	9	10	11	12	15	10	12	11	14	11,87	1,81	15%	-0,56219707	0,47951222
	F5	44	50	44	44	46	42	48	50	46	44	52	51	43	43	47	46,27	3,24	7%	-1,13041966	0,69966719
13B	F1412	7	8	8	6	7	10	9	7	8	9	8	8	10	8	8	8,07	1,10	14%	0,10566252	0,06061799
	F5	44	50	44	44	46	42	48	50	46	44	52	51	43	43	47	46,27	3,24	7%	-1,13041966	0,69966719

El Coeficiente de Curtosis pretende comparar la curva de una distribución con la curva de la variable Normal, en función de la cantidad de valores extremos de la distribución.

Una distribución es Mesocúrtica si la distribución de sus datos es la misma que la de la variable Normal. En ese caso, su coeficiente de Curtosis es cero (0), es decir, si es mayor que menos uno (-1) se está acercando a cero (0) por la izquierda o menor que uno (1) porque se está acercando a cero (0) por la derecha, quiere decir que tiene comportamiento normal.

La distribución es Leptocúrtica si está más apuntada que la Normal. En ese caso, su coeficiente de Curtosis es positivo. Si tiende a uno (1) quiere decir que tiene comportamiento normal, su curva es muy estrecha, tiene los valores bastante concentrados.

Si la distribución está menos apuntada que la Normal, entonces es Platicúrtica, y su coeficiente de Curtosis es negativo. Si supera a menos uno (-1) es decir, que tiene números negativos muy altos, significa que tiene una alta dispersión de los datos. Esto es consistente con sus respectivos coeficientes de variación.

En el anexo se observa que en la columna del coeficiente de Curtosis, las celdas que están con el color verde pertenecen a una distribución Mesocúrtica o Leptocúrtica, en cambio las celdas en color rojo pertenecen a una distribución Platicúrtica.

El objetivo de la medida de la asimetría es estudiar la deformación horizontal de los valores de la variable respecto al valor central de la media. Las medidas de forma pretenden estudiar la concentración de la variable hacia uno de sus extremos.

En una distribución simétrica los valores se sitúan en torno a la media aritmética de forma simétrica. El coeficiente de asimetría (C.A.) se basa en la relación entre las distancias a la media y la desviación típica. Entonces:

- Si $C.A. > 0$, la distribución es asimétrica positiva o a la derecha.
- Si $C.A. = 0$, la distribución es simétrica.

- Si $C.A. < 0$, la distribución es asimétrica negativa o a la izquierda.

En el anexo se observa que en la columna de coeficiente de asimetría las celdas de color verde, son donde el coeficiente de asimetría está en el intervalo de $(-1,1)$, es decir que nuestros datos son simétricos en ese intervalo. En cambio las celdas en color rojo son los datos que arrojan una curva asimétrica.

ANEXO 5

Cálculo de Suplementos para cada actividad del área de Ensamble.

		SUPLEMENTOS (%)							
		% FIJO	USO DE LA FUERZA O ENERGÍA MUSCULAR			ESTRÉS VISUAL			TOTAL
PUESTO DE TRABAJO	ACTIVIDADES		Peso (kg)	Peso (lb)	% Estipulado según el peso	Bastante Fino	Fino o Preciso	Fino y Muy Preciso	
1A	C	16%	-	-	-	-	2%	-	18%
	C111	16%	-	-	-	-	-	5%	21%
	C2SD	16%	-	-	-	-	2%	-	18%
	C2ID	16%	-	-	-	-	2%	-	18%
1B	C1	16%	16	35	7%	-	2%	-	25%
	C11	16%	-	-	-	-	2%	-	18%
	C2SI	16%	-	-	-	-	2%	-	18%
	C2II	16%	-	-	-	-	2%	-	18%
	C3	16%	-	-	-	-	2%	-	18%
	C32	16%	-	-	-	-	2%	-	18%
	C9	16%	-	-	-	-	2%	-	18%
2A	D21D	16%	-	-	-	-	2%	-	18%
	D1	16%	-	-	-	-	2%	-	18%
	D3	16%	-	-	-	-	-	5%	21%
	D4	16%	-	-	-	-	2%	-	18%
2B	D21I	16%	-	-	-	-	2%	-	18%
	D2	16%	5	10	1%	0%	-	-	17%
	D4	16%	-	-	-	-	2%	-	18%
3A	E	16%	-	-	-	-	-	5%	21%
	D5D	16%	-	-	-	-	2%	-	18%
	E1	16%	-	-	-	-	2%	-	18%
	D6D	16%	-	-	-	-	2%	-	18%
3B	D5I	16%	-	-	-	-	2%	-	18%
	C13	16%	-	-	-	-	2%	-	18%
	E2	16%	-	-	-	-	2%	-	18%
	D6I	16%	-	-	-	-	2%	-	18%
4A	E4121D	16%	-	-	-	-	2%	-	18%
	E42	16%	-	-	-	-	-	5%	21%

	E411	16%	-	-	-	0%	-	-	16%
4B	E3	16%	-	-	-	0%	-	-	16%
	E4	16%	23	50	13%	0%	-	-	29%
	E421	16%	-	-	-	-	2%	-	18%
	E412	16%	-	-	-	0%	-	-	16%
	E4121I	16%	-	-	-	-	2%	-	18%
	E41	16%	-	-	-	0%	-	-	16%
5A	C131	16%	-	-	-	-	-	5%	21%
	D7	16%	-	-	-	-	2%	-	18%
	F3	16%	-	-	-	0%	-	-	16%
5B	F14	16%	-	-	-	0%	-	-	16%
	E4123	16%	2	5	0%	-	2%	-	18%
	F1	16%	-	-	-	-	-	5%	21%
	F2	16%	-	-	-	-	2%	-	18%
	F11	16%	-	-	-	-	2%	-	18%
6A	F10	16%	-	-	-	-	2%	-	18%
	C21	16%	-	-	-	-	-	5%	21%
6B	C21	16%	-	-	-	-	-	5%	21%
	F13	16%	-	-	-	-	-	5%	21%
7A	F32	16%	-	-	-	-	2%	-	18%
	F4	16%	-	-	-	-	-	5%	21%
	F31	16%	-	-	-	-	2%	-	18%
	F12	16%	-	-	-	-	2%	-	18%
7B	E4122	16%	-	-	-	-	-	5%	21%
	F81	16%	-	-	-	-	2%	-	18%
	D51	16%	-	-	-	-	-	5%	21%
8A	F9	16%	-	-	-	-	2%	-	18%
	C10	16%	-	-	-	-	2%	-	18%
	G2	16%	-	-	-	0%	-	-	16%
	C92	16%	-	-	-	-	-	5%	21%
	G1	16%	-	-	-	0%	-	-	16%
	C31	16%	-	-	-	-	-	5%	21%
	B	16%	-	-	-	-	2%	-	18%
8B	C91	16%	-	-	-	-	2%	-	18%
	F6	16%	-	-	-	-	2%	-	18%
9A	D8	16%	-	-	-	-	2%	-	18%
	D9	16%	-	-	-	-	2%	-	18%
	D924	16%	-	-	-	-	-	5%	21%

		D922	16%	-	-	-	-	-	5%	21%
		D921	16%	-	-	-	-	-	5%	21%
		D12	16%	-	-	-	-	2%	-	18%
9B		D91	16%	11	25	4%	-	2%	-	22%
		D92	16%	-	-	-	-	-	5%	21%
		D923	16%	-	-	-	-	2%	-	18%
		C4	16%	-	-	-	-	-	5%	21%
10A		C14	16%	5	10	1%	-	2%	-	19%
		F121	16%	-	-	-	-	2%	-	18%
		C5	16%	-	-	-	-	-	5%	21%
		C141	16%	-	-	-	-	-	5%	21%
10B		F122	16%	-	-	-	0%	-	-	16%
		F7	16%	-	-	-	0%	-	-	16%
		C6	16%	-	-	-	-	2%	-	18%
		C8	16%	-	-	-	-	2%	-	18%
		C81	16%	-	-	-	-	-	5%	21%
11A		C101	16%	-	-	-	-	2%	-	18%
		C7	16%	-	-	-	-	2%	-	18%
		D11	16%	-	-	-	-	-	5%	21%
		C311	16%	-	-	-	-	2%	-	18%
		D10	16%	-	-	-	-	2%	-	18%
11B		C12	16%	-	-	-	-	2%	-	18%
		F123	16%	-	-	-	0%	-	-	16%
		F8	16%	-	-	-	-	2%	-	18%
		H	16%	5	10	1%	-	2%	-	19%
12A		I	16%	-	-	-	-	2%	-	18%
		E41221	16%	-	-	-	-	-	5%	21%
		F1221	16%	-	-	-	-	-	5%	21%
12B		I	16%	-	-	-	-	2%	-	18%
		F141	16%	-	-	-	-	2%	-	18%
		F1222	16%	-	-	-	-	-	5%	21%
		F1411	16%	-	-	-	-	2%	-	18%
13A		F15	16%	-	-	-	-	-	5%	21%
		F1413	16%	-	-	-	-	2%	-	18%
		F5	16%	-	-	-	0%	-	-	16%
13B		F1412	16%	-	-	-	-	-	5%	21%
		F5	16%	-	-	-	0%	-	-	16%

ANEXO 6

Cálculo de tiempos estándar del área de ensamble del Layout de Línea actual.

PUESTO DE TRABAJO	ACTIVIDADES	TIEMPO NORMAL (TN)(Seg)	SUPLEMENTO (%)	TIEMPOS ESTÁNDAR (TE) (Seg)
1A	C	41,47	18%	134,48
	C111	50,27	21%	
	C2SD	10,13	18%	
	C2ID	9,27	18%	
	TOTAL	111,14	21%	
1B	C1	60,20	25%	143,59
	C11	9,20	18%	
	C2SI	12,07	18%	
	C2II	12,07	18%	
	C3	8,33	18%	
	C32	4,27	18%	
	C9	8,73	18%	
	TOTAL	114,87	25%	
2A	D21D	20,73	18%	63,48
	D1	7,07	18%	
	D3	13,13	21%	
	D4	11,53	18%	
	TOTAL	52,46	21%	
2B	D21I	22,60	18%	113,83
	D2	41,80	17%	
	D4	32,07	18%	
	TOTAL	96,47	18%	
3A	E	20,40	21%	92,20
	D5D	27,00	18%	
	E1	17,53	18%	
	D6D	11,27	18%	
	TOTAL	76,20	21%	
3B	D5I	25,87	18%	72,85
	C13	9,60	18%	
	E2	10,47	18%	

	D6I	15,80	18%	
	TOTAL	61,74	18%	
4A	E4121D	7,60	18%	36,14
	E42	10,80	21%	
	E411	11,47	16%	
	TOTAL	29,87	21%	
4B	E3	42,20	16%	127,97
	E4	14,47	29%	
	E421	14,93	18%	
	E412	16,53	16%	
	E4121I	5,87	18%	
	E41	5,20	16%	
	TOTAL	99,20	29%	
5A	C131	16,80	21%	52,60
	D7	20,40	18%	
	F3	6,27	16%	
	TOTAL	43,47	21%	
5B	F14	9,00	16%	107,21
	E4123	14,73	18%	
	F1	13,07	21%	
	F2	22,60	18%	
	F11	29,20	18%	
	TOTAL	88,60	21%	
6A	F10	18,60	18%	97,20
	C21	61,73	21%	
	TOTAL	80,33	21%	
6B	C21	61,73	21%	104,13
	F13	24,33	21%	
	TOTAL	86,06	21%	
7A	F32	46,47	18%	121,65
	F4	26,67	21%	
	F31	17,47	18%	
	F12	9,93	18%	
	TOTAL	100,54	21%	
7B	E4122	41,27	21%	108,74

	F81	11,60	18%	
	D51	37,00	21%	
	TOTAL	89,87	21%	
8A	F9	8,20	18%	90,68
	C10	22,27	18%	
	G2	5,13	16%	
	C92	7,00	21%	
	G1	6,67	16%	
	C31	17,40	21%	
	B	8,27	18%	
	TOTAL	74,94	21%	
8B	C91	45,67	18%	64,83
	F6	9,27	18%	
	TOTAL	54,94	18%	
9A	D8	6,73	18%	161,66
	D9	45,20	18%	
	D924	30,80	21%	
	D922	13,20	21%	
	D921	22,80	21%	
	D12	14,87	18%	
	TOTAL	133,60	21%	
9B	D91	6,60	22%	45,23
	D92	8,27	21%	
	D923	17,20	18%	
	C4	5,00	21%	
	TOTAL	37,07	22%	
10A	C14	32,20	19%	98,41
	F121	12,73	18%	
	C5	9,00	21%	
	C141	27,40	21%	
	TOTAL	81,33	21%	
10B	F122	7,53	16%	94,85
	F7	5,33	16%	
	C6	25,13	18%	
	C8	33,00	18%	

	C81	7,40	21%	
	TOTAL	78,39	21%	
11A	C101	12,87	18%	107,86
	C7	38,00	18%	
	D11	7,53	21%	
	C311	7,87	18%	
	D10	22,87	18%	
	TOTAL	89,14	21%	
11B	C12	15,67	18%	106,40
	F123	13,47	16%	
	F8	23,87	18%	
	H	36,40	19%	
	TOTAL	89,41	19%	
12A	I	16,33	18%	127,61
	E41221	54,93	21%	
	F1221	34,20	21%	
	TOTAL	105,46	21%	
12B	I	25,20	18%	86,24
	F141	20,20	18%	
	F1222	17,60	21%	
	F1411	8,27	18%	
	TOTAL	71,27	21%	
13A	F15	41,47	21%	88,50
	F1413	19,80	18%	
	F5	11,87	16%	
	TOTAL	73,14	21%	
13B	F1412	46,27	21%	65,75
	F5	8,07	16%	
	TOTAL	54,34	21%	

ANEXO 7

Cálculo de tiempos estándar del área de recepción de materia prima, almacenamiento de la misma.

Para 1 Lote de 120 motos se necesitan 2 contenedores de Materia prima con 2 Montacarguistas trabajando en la descarga.

Hay que evaluar los suplementos para los operadores de un montacargas. Supongo que los mismos almacenan la materia prima en el almacén de CKD.

SUPLEMENTOS FIJOS PARA TODAS LAS ACTIVIDADES	%
Necesidades Personales	5
Fatiga Básica	4
Tedio: Tedioso	2
TOTAL	11

Tareas	Tiempo Normal (seg)	Suplemento (%)	Tiempo Estándar (seg)
Recepción de Materia Prima	1800	11%	1998
Almacenamiento de Materia Prima	3600	11%	3996

ANEXO 8

Cálculo de tiempos estándar del área de desempaque.

		SUPLEMENTOS (%)					
		% FIJO	USO DE LA FUERZA O ENERGÍA MUSCULAR			TOTAL	TIEMPO ESTÁNDAR (TE) (Seg)
PUESTO	TIEMPO NORMAL(TN) (Seg)		Peso (kg)	Peso (lb)	% Estipulado según el peso		
1,2,3	50,67	18%	-	-	-	18%	59,79
	45,00	18%	-	-	-	18%	53,10
	30,00	18%	5	10	1%	19%	35,70
	311,33	18%	-	-	-	18%	367,37
	35,33	18%	-	-	-	18%	41,69
	54,67	18%	-	-	-	18%	64,51
	25,00	18%	-	-	-	18%	29,50
	34,33	18%	-	-	-	18%	40,51
	156,67	18%	-	-	-	18%	184,87
	292,33	18%	-	-	-	18%	344,95
	95,67	18%	-	-	-	18%	112,89
4,5,6	61,00	18%	-	-	-	18%	71,98
	266,00	18%	-	-	-	18%	313,88
	291,33	18%	-	-	-	18%	343,77
	244,00	18%	-	-	-	18%	287,92
	177,67	18%	-	-	-	18%	209,65
	102,00	18%	-	-	-	18%	120,36
	253,00	18%	-	-	-	18%	298,54
	225,67	18%	-	-	-	18%	266,29
	136,33	18%	-	-	-	18%	160,87
	32,00	18%	-	-	-	18%	37,76
7,8,9	137,00	18%	-	-	-	18%	161,66
	11,33	18%	-	-	-	18%	13,37
	211,67	18%	2	5	0%	18%	249,77
	126,67	18%	-	-	-	18%	149,47
	583,67	18%	-	-	-	18%	688,73
	526,33	18%	-	-	-	18%	621,07
	129,33	18%	-	-	-	18%	152,61
	56,00	18%	-	-	-	18%	66,08
	230,00	18%	-	-	-	18%	271,40
	53,67	18%	-	-	-	18%	63,33
	51,67	18%	-	-	-	18%	60,97
	182,67	18%	-	-	-	18%	215,55
10,11,12	17,33	18%	-	-	-	18%	20,45
	28,00	18%	5	10	1%	19%	33,32
	61,00	18%	-	-	-	18%	71,98
	369,33	18%	-	-	-	18%	435,81
	120,67	18%	-	-	-	18%	142,39
	124,67	18%	-	-	-	18%	147,11
	147,00	18%	-	-	-	18%	173,46
	35,33	18%	-	-	-	18%	41,69
	70,00	18%	-	-	-	18%	82,60
	166,00	18%	-	-	-	18%	195,88
Chasis, Motor y Línea	158,00	18%	-	-	-	18%	186,44
	28,33	18%	-	-	-	18%	33,43
	95,00	18%	-	-	-	18%	112,10
	17,00	18%	-	-	-	18%	20,06
	75,00	18%	-	-	-	18%	88,50
	567,67	18%	-	-	-	18%	669,85

	79,00	18%	-	-	-	18%	93,22
Carrusel	14,00	18%	-	-	-	18%	16,52
	14,33	18%	-	-	-	18%	16,91
	104,33	18%	-	-	-	18%	123,11
	137,00	18%	-	-	-	18%	161,66
	111,00	18%	-	-	-	18%	130,98
	70,67	18%	-	-	-	18%	83,39
	69,33	18%	-	-	-	18%	81,81
	33,00	18%	-	-	-	18%	38,94
Carrusel	38,67	18%	-	-	-	18%	45,63
	29,00	18%	-	-	-	18%	34,22
	17,33	18%	-	-	-	18%	20,45
	38,33	18%	-	-	-	18%	45,23
	25,33	18%	-	-	-	18%	29,89
	78,00	18%	-	-	-	18%	92,04
	108,33	18%	-	-	-	18%	127,83
	82,67	18%	-	-	-	18%	97,55
						TIEMPO DE CICLO (TC) (Seg)	688,73

ANEXO 9

Cálculo de tiempos estándar del área de Sub-Ensamble.

PUESTO	TIEMPO NORMAL (TN) (Seg)	SUPLEMENTO (%)	TIEMPO ESTÁNDAR (TE) (Seg)
1	86,33	25%	207,79
	76,00	28%	
	162,33	28%	
2	6,67	16%	160,37
	14,67	16%	
	108,00	24%	
	129,33	24%	
3	66,67	19%	79,33
	66,67	19%	
4	20,00	16%	112,49
	18,67	16%	
	35,00	18%	
	21,67	16%	
	95,33	18%	
5	17,67	16%	132,55
	94,67	18%	
	112,33	18%	
6	66,67	18%	94,01
	13,00	16%	
	79,67	18%	
7	85,67	21%	103,66
	85,67	21%	
8	76,05	21%	92,02
	76,05	21%	
9	31,00	20%	153,20
	96,67	18%	
	127,67	20%	
10	96,00	19%	114,24

	96,00	19%	
11	30,00	16%	78,67
	21,67	18%	
	15,00	17%	
	66,67	18%	
12	22,67	18%	46,41
	16,67	16%	
	39,33	18%	
13	65,67	16%	76,17
	65,67	16%	
14	53,33	16%	76,17
	12,33	16%	
	65,67	16%	
15	74,50	18%	129,27
	16,33	21%	
	16,00	21%	
	106,83	21%	
16	84,67	25%	105,83
	84,67	25%	
	84,67	25%	

ANEXO 10

Cálculo de tiempos estándar por estación de trabajo para la alternativa de Layout de línea de 13 puestos.

PUESTO DE TRABAJO	ACTIVIDADES	TIEMPO NORMAL (TN) (Seg)	SUPLEMENTO (%)	TIEMPO ESTÁNDAR (TE) (Seg)
1A	C	41,47	18%	134,48
	C111	50,27	21%	
	C2SD	10,13	18%	
	C2ID	9,27	18%	
	TOTAL	111,14	21%	
1B	C1	60,20	25%	132,68
	C11	9,20	18%	
	C3	8,33	18%	
	C32	4,27	18%	
	C2SI	12,07	18%	
	C2II	12,07	18%	
	TOTAL	106,14	25%	
2A	D3	13,13	21%	88,16
	E	20,40	21%	
	D21D	20,73	18%	
	D4	11,53	18%	
	D1	7,07	18%	
	TOTAL	72,86	21%	
2B	C9	8,73	18%	124,14
	D2	41,80	17%	
	D21I	22,60	18%	
	D4	32,07	18%	
	TOTAL	105,20	18%	
3A	C31	17,40	21%	80,03
	E2	10,47	18%	
	D5D	27,00	18%	
	D6D	11,27	18%	
	TOTAL	66,14	21%	
3B	C13	9,60	18%	81,18
	E1	17,53	18%	
	D5I	25,87	18%	
	D6I	15,80	18%	
	TOTAL	68,80	18%	
4A	E3	42,20	16%	111,64
	E4	14,47	29%	
	E411	11,47	16%	
	E4121D	7,60	18%	
	E42	10,80	21%	
	TOTAL	86,54	29%	
4B	E3	42,20	16%	127,97
	E4	14,47	29%	
	E41	5,20	16%	
	E412	16,53	16%	
	E4121I	5,87	18%	
	E421	14,93	18%	
	TOTAL	99,20	29%	
5A	C131	16,80	21%	83,26
	D7	20,40	18%	
	F3	6,27	16%	
	F31	17,47	18%	
	C311	7,87	18%	

		TOTAL	68,81	21%	
5B	F14	9,00	16%	107,21	
	E4123	14,73	18%		
	F1	13,07	21%		
	F2	22,60	18%		
	F11	29,20	18%		
	TOTAL	88,60	21%		
6A	C21	61,73	21%	97,20	
	F10	18,60	18%		
	TOTAL	80,33	21%		
6B	C21	61,73	21%	104,13	
	F13	24,33	21%		
	TOTAL	86,06	21%		
7A	F32	46,47	18%	100,51	
	F4	26,67	21%		
	F12	9,93	18%		
	TOTAL	83,07	21%		
7B	D51	37,00	21%	108,74	
	E4122	41,27	21%		
	F81	11,60	18%		
	TOTAL	89,87	21%		
8A	F9	8,20	18%	55,35	
	C10	22,27	18%		
	C92	7,00	21%		
	B	8,27	18%		
	TOTAL	45,74	21%		
8B	C91	45,67	18%	64,83	
	F6	9,27	18%		
	TOTAL	54,94	18%		
9A	D9	45,20	18%	153,51	
	D921	22,80	21%		
	D922	13,20	21%		
	D924	30,80	21%		
	D12	14,87	18%		
	TOTAL	126,87	21%		
9B	D8	6,73	18%	67,83	
	D91	6,60	22%		
	D92	8,27	21%		
	D923	17,20	18%		
	C4	5,00	21%		
	G2	5,13	16%		
	G1	6,67	16%		
	TOTAL	55,60	22%		
10A	C14	32,20	19%	98,41	
	C141	27,40	21%		
	C5	9,00	21%		
	F121	12,73	18%		
	TOTAL	81,33	21%		
10B	C6	25,13	18%	94,85	
	C8	33,00	18%		
	C81	7,40	21%		
	F7	5,33	16%		
	F122	7,53	16%		
	TOTAL	78,39	21%		
11A	C101	12,87	18%	98,34	
	C7	38,00	18%		
	D10	22,87	18%		
	D11	7,53	21%		
	TOTAL	81,27	21%		
11B	F123	13,47	16%	87,75	

	F8	23,87	18%	
	H	36,40	19%	
	TOTAL	73,74	19%	
12A	I	16,33	18%	127,61
	E41221	54,93	21%	
	F1221	34,20	21%	
	TOTAL	105,46	21%	
12B	I	25,20	18%	76,23
	F141	20,20	18%	
	F1222	17,60	21%	
	TOTAL	63,00	21%	
13A	F15	41,47	21%	88,50
	F1413	19,80	18%	
	F5	11,87	16%	
	TOTAL	73,14	21%	
13B	F1411	8,27	18%	75,76
	F1412	46,27	21%	
	F5	8,07	16%	
	TOTAL	62,61	21%	
Actividad Traslada al Área de Sub-Ensamble (Puesto CHASIS B)	C12	15,67	18%	

ANEXO 11

Cálculo de tiempos estándar por estación de trabajo para la alternativa de Layout de línea de 10 puestos.

PUESTO DE TRABAJO	ACTIVIDADES	TIEMPO NORMAL (TN) (Seg)	SUPLEMENTO (%)	TIEMPO ESTÁNDAR (TE) (Seg)
1A	C	41,47	18%	134,48
	C111	50,27	21%	
	C2SD	10,13	18%	
	C2ID	9,27	18%	
	TOTAL	111,14	21%	
1B	C1	60,20	25%	132,68
	C11	9,20	18%	
	C3	8,33	18%	
	C32	4,27	18%	
	C2SI	12,07	18%	
	C2II	12,07	18%	
	TOTAL	106,14	25%	
2A	D3	13,13	21%	88,16
	E	20,40	21%	
	D21D	20,73	18%	
	D4	11,53	18%	
	D1	7,07	18%	
	TOTAL	72,86	21%	
2B	D2	41,80	17%	113,83
	D21I	22,60	18%	
	D4	32,07	18%	
	TOTAL	96,47	18%	
3A	C31	17,40	21%	80,03
	E2	10,47	18%	
	D5D	27,00	18%	
	D6D	11,27	18%	
	TOTAL	66,14	21%	
3B	C9	8,73	18%	91,49
	C13	9,60	18%	
	E1	17,53	18%	
	D5I	25,87	18%	
	D6I	15,80	18%	
	TOTAL	77,53	18%	
4A	E3	42,20	16%	111,64
	E4	14,47	29%	
	E411	11,47	16%	
	E4121D	7,60	18%	
	E42	10,80	21%	
	TOTAL	86,54	29%	
4B	E3	42,20	16%	127,97
	E4	14,47	29%	
	E41	5,20	16%	
	E412	16,53	16%	
	E4121I	5,87	18%	
	E421	14,93	18%	
	TOTAL	99,20	29%	
5A	C131	16,80	21%	105,77
	D7	20,40	18%	
	F3	6,27	16%	
	F31	17,47	18%	
	C311	7,87	18%	

		F10	18,60	18%	
		TOTAL	87,41	21%	
5B		F14	9,00	16%	136,65
		E4123	14,73	18%	
		F1	13,07	21%	
		F2	22,60	18%	
		F11	29,20	18%	
		F13	24,33	21%	
		TOTAL	112,93	21%	
6A		C21	61,73	21%	175,21
		F32	46,47	18%	
		F4	26,67	21%	
		F12	9,93	18%	
		TOTAL	144,80	21%	
6B		C21	61,73	21%	183,44
		D51	37,00	21%	
		E4122	41,27	21%	
		F81	11,60	18%	
		TOTAL	151,60	21%	
7A		C5	9,00	21%	132,70
		F9	8,20	18%	
		C10	22,27	18%	
		C92	7,00	21%	
		B	8,27	18%	
		E41221	54,93	21%	
		TOTAL	109,67	21%	
7B		C91	45,67	18%	86,81
		F6	9,27	18%	
		C4	5,00	21%	
		G2	5,13	16%	
		G1	6,67	16%	
		TOTAL	71,74	21%	
8A		D9	45,20	18%	153,51
		D921	22,80	21%	
		D922	13,20	21%	
		D924	30,80	21%	
		D12	14,87	18%	
		TOTAL	126,87	21%	
8B		D8	6,73	18%	127,28
		D91	6,60	22%	
		D92	8,27	21%	
		D923	17,20	18%	
		C6	25,13	18%	
		C8	33,00	18%	
		C81	7,40	21%	
		TOTAL	104,33	22%	
9A		F121	12,73	18%	168,83
		C14	32,20	19%	
		C141	27,40	21%	
		C101	12,87	18%	
		C7	38,00	18%	
		I	16,33	18%	
		TOTAL	139,53	21%	
9B		F7	5,33	16%	133,04
		F123	13,47	16%	
		F8	23,87	18%	
		H	36,40	19%	
		F122	7,53	16%	
		I	25,20	18%	

	TOTAL	111,80	19%	
10A	D10	22,87	18%	166,67
	D11	7,53	21%	
	F1221	34,20	21%	
	F15	41,47	21%	
	F1413	19,80	18%	
	F5	11,87	16%	
	TOTAL	137,74	21%	
10B	F141	20,20	18%	121,50
	F1222	17,60	21%	
	F1411	8,27	18%	
	F1412	46,27	21%	
	F5	8,07	16%	
	TOTAL	100,41	21%	
Actividad Traslada al Área de Sub-Ensamble (Puesto CHASIS B)	C12	15,67	18%	

ANEXO 12

Cálculo de tiempos estándar por estación de trabajo para la alternativa de Layout de línea de 8 puestos.

PUESTO DE TRABAJO	ACTIVIDADES	TIEMPO NORMAL (TN) (Seg)	SUPLEMENTO (%)	TIEMPO ESTÁNDAR (TE) (Seg)
1A	C	41,47	18%	171,58
	C111	50,27	21%	
	C2SD	10,13	18%	
	C2ID	9,27	18%	
	D3	13,13	21%	
	E1	17,53	18%	
	TOTAL	141,80	21%	
1B	C1	60,20	25%	181,09
	C11	9,20	18%	
	C3	8,33	18%	
	C32	4,27	18%	
	C2SI	12,07	18%	
	C2II	12,07	18%	
	E	20,40	21%	
	C9	8,73	18%	
	C13	9,60	18%	
	TOTAL	144,87	25%	
2A	C31	17,40	21%	127,62
	E2	10,47	18%	
	D21D	20,73	18%	
	D4	11,53	18%	
	D1	7,07	18%	
	D5D	27,00	18%	
	D6D	11,27	18%	
	TOTAL	105,47	21%	
2B	D2	41,80	17%	163,01
	D21I	22,60	18%	
	D4	32,07	18%	
	D5I	25,87	18%	
	D6I	15,80	18%	
	TOTAL	138,14	18%	
3A	E3	42,20	16%	133,31
	E4	14,47	29%	
	E411	11,47	16%	
	E4121D	7,60	18%	
	E42	10,80	21%	
	C131	16,80	21%	
	TOTAL	103,34	29%	
3B	E3	42,20	16%	175,70
	E4	14,47	29%	
	E41	5,20	16%	
	E412	16,53	16%	
	E4121I	5,87	18%	
	E421	14,93	18%	
	D51	37,00	21%	
	TOTAL	136,20	29%	
4A	D7	20,40	18%	185,95
	F3	6,27	16%	
	F31	17,47	18%	
	C311	7,87	18%	
	F10	18,60	18%	
	F32	46,47	18%	
	F4	26,67	21%	

	F12	9,93	18%	
	TOTAL	153,68	21%	
4B	E4123	14,73	18%	200,62
	F14	9,00	16%	
	F1	13,07	21%	
	F2	22,60	18%	
	F11	29,20	18%	
	F13	24,33	21%	
	E4122	41,27	21%	
	F81	11,60	18%	
	TOTAL	165,80	21%	
5A	C21	61,73	21%	207,39
	C5	9,00	21%	
	F9	8,20	18%	
	C10	22,27	18%	
	C92	7,00	21%	
	B	8,27	18%	
	E41221	54,93	21%	
	TOTAL	171,40	21%	
5B	C21	61,73	21%	161,50
	C91	45,67	18%	
	F6	9,27	18%	
	C4	5,00	21%	
	G2	5,13	16%	
	G1	6,67	16%	
	TOTAL	133,47	21%	
6A	D9	45,20	18%	153,51
	D921	22,80	21%	
	D922	13,20	21%	
	D924	30,80	21%	
	D12	14,87	18%	
	TOTAL	126,87	21%	
6B	D8	6,73	18%	127,28
	D91	6,60	22%	
	D92	8,27	21%	
	D923	17,20	18%	
	C6	25,13	18%	
	C8	33,00	18%	
	C81	7,40	21%	
	TOTAL	104,33	22%	
7A	F121	12,73	18%	168,83
	C14	32,20	19%	
	C141	27,40	21%	
	C101	12,87	18%	
	C7	38,00	18%	
	I	16,33	18%	
	TOTAL	139,53	21%	
7B	F7	5,33	16%	133,04
	F123	13,47	16%	
	F8	23,87	18%	
	H	36,40	19%	
	F122	7,53	16%	
	I	25,20	18%	
	TOTAL	111,80	19%	
8A	D10	22,87	18%	166,67
	D11	7,53	21%	
	F1221	34,20	21%	
	F15	41,47	21%	
	F1413	19,80	18%	

	F5	11,87	16%	
	TOTAL	137,74	21%	
8B	F141	20,20	18%	121,50
	F1221	17,60	21%	
	F1411	8,27	18%	
	F1412	46,27	21%	
	F5	8,07	16%	
	TOTAL	100,41	21%	

Actividad Traslada al Área de Sub-Ensamble (Puesto CHASIS B)	C12	15,67	18%
--	-----	-------	-----

ANEXO 13

Cálculo de tiempos estándar por estación de trabajo para la alternativa de Layout de línea de 15 puestos.

PUESTO DE TRABAJO	ACTIVIDADES	TIEMPO NORMAL (TN) (Seg)	SUPLEMENTO (%)	TIEMPO ESTÁNDAR (TE) (Seg)
1A	C	41,47	18%	111,01
	C111	50,27	21%	
	TOTAL	91,74	21%	
1B	C1	60,20	25%	102,50
	C11	9,20	18%	
	C3	8,33	18%	
	C32	4,27	18%	
	TOTAL	82,00	25%	
2A	C2SD	10,13	18%	81,88
	C2ID	9,27	18%	
	C31	17,40	21%	
	E	20,40	21%	
	E2	10,47	18%	
	TOTAL	67,67	21%	
2B	C2SI	12,07	18%	70,80
	C2II	12,07	18%	
	C9	8,73	18%	
	C13	9,60	18%	
	E1	17,53	18%	
	TOTAL	60,00	18%	
3A	D3	13,13	21%	63,48
	D21D	20,73	18%	
	D4	11,53	18%	
	D1	7,07	18%	
	TOTAL	52,46	21%	
3B	D2	41,80	17%	113,83
	D21I	22,60	18%	
	D4	32,07	18%	
	TOTAL	96,47	18%	
4A	D5D	27,00	18%	94,95
	D6D	11,27	18%	
	E3	42,20	16%	
	TOTAL	80,47	18%	
4B	D5I	25,87	18%	98,97
	D6I	15,80	18%	
	E3	42,20	16%	
	TOTAL	83,87	18%	
5A	E4	14,47	29%	57,20
	E411	11,47	16%	
	E4121D	7,60	18%	
	E42	10,80	21%	
	TOTAL	44,34	29%	
5B	E4	14,47	29%	73,53
	E41	5,20	16%	
	E412	16,53	16%	
	E4121I	5,87	18%	
	E421	14,93	18%	
	TOTAL	57,00	29%	
6A	C131	16,80	21%	83,26
	D7	20,40	18%	
	F3	6,27	16%	
	F31	17,47	18%	
	C311	7,87	18%	

	TOTAL	68,81	21%	
6B	F14	9,00	16%	107,21
	E4123	14,73	18%	
	F1	13,07	21%	
	F2	22,60	18%	
	F11	29,20	18%	
	TOTAL	88,60	21%	
7A	C21	61,73	21%	97,20
	F10	18,60	18%	
	TOTAL	80,33	21%	
7B	C21	61,73	21%	104,13
	F13	24,33	21%	
	TOTAL	86,06	21%	
8A	F32	46,47	18%	100,51
	F4	26,67	21%	
	F12	9,93	18%	
	TOTAL	83,07	21%	
8B	D51	37,00	21%	108,74
	E4122	41,27	21%	
	F81	11,60	18%	
	TOTAL	89,87	21%	
9A	F9	8,20	18%	55,35
	C10	22,27	18%	
	C92	7,00	21%	
	B	8,27	18%	
	TOTAL	45,74	21%	
9B	C91	45,67	18%	64,83
	F6	9,27	18%	
	TOTAL	54,94	18%	
10A	D9	45,20	18%	82,28
	D921	22,80	21%	
	TOTAL	68,00	21%	
10B	D8	6,73	18%	53,44
	D91	6,60	22%	
	D92	8,27	21%	
	D923	17,20	18%	
	C4	5,00	21%	
	TOTAL	43,80	22%	
11A	E5	5,20	16%	77,52
	D922	13,20	21%	
	D924	30,80	21%	
	D12	14,87	18%	
	TOTAL	64,07	21%	
11B	E41221	54,93	21%	80,74
	G2	5,13	16%	
	G1	6,67	16%	
	TOTAL	66,73	21%	
12A	C14	32,20	19%	98,41
	C141	27,40	21%	
	C5	9,00	21%	
	F121	12,73	18%	
	TOTAL	81,33	21%	
12B	C6	25,13	18%	94,85
	C8	33,00	18%	
	C9	7,40	21%	
	F7	5,33	16%	
	F122	7,53	16%	
	TOTAL	78,39	21%	
13A	C101	12,87	18%	98,34

	C7	38,00	18%	
	D10	22,87	18%	
	D11	7,53	21%	
	TOTAL	81,27	21%	
13B	F123	13,47	16%	87,75
	F8	23,87	18%	
	H	36,40	19%	
	TOTAL	73,74	19%	
14A	I	16,33	18%	61,14
	F1221	34,20	21%	
	TOTAL	50,53	21%	
14B	I	25,20	18%	76,23
	F141	20,20	18%	
	F1222	17,60	21%	
	TOTAL	63,00	21%	
15A	F15	41,47	21%	88,50
	F1413	19,80	18%	
	F5	11,87	16%	
	TOTAL	73,14	21%	
15B	F1411	8,27	18%	75,76
	F1412	46,27	21%	
	F5	8,07	16%	
	TOTAL	62,61	21%	
Actividad Traslada al Área de Sub-Ensamble (Puesto CHASIS B)	C12	15,67	18%	

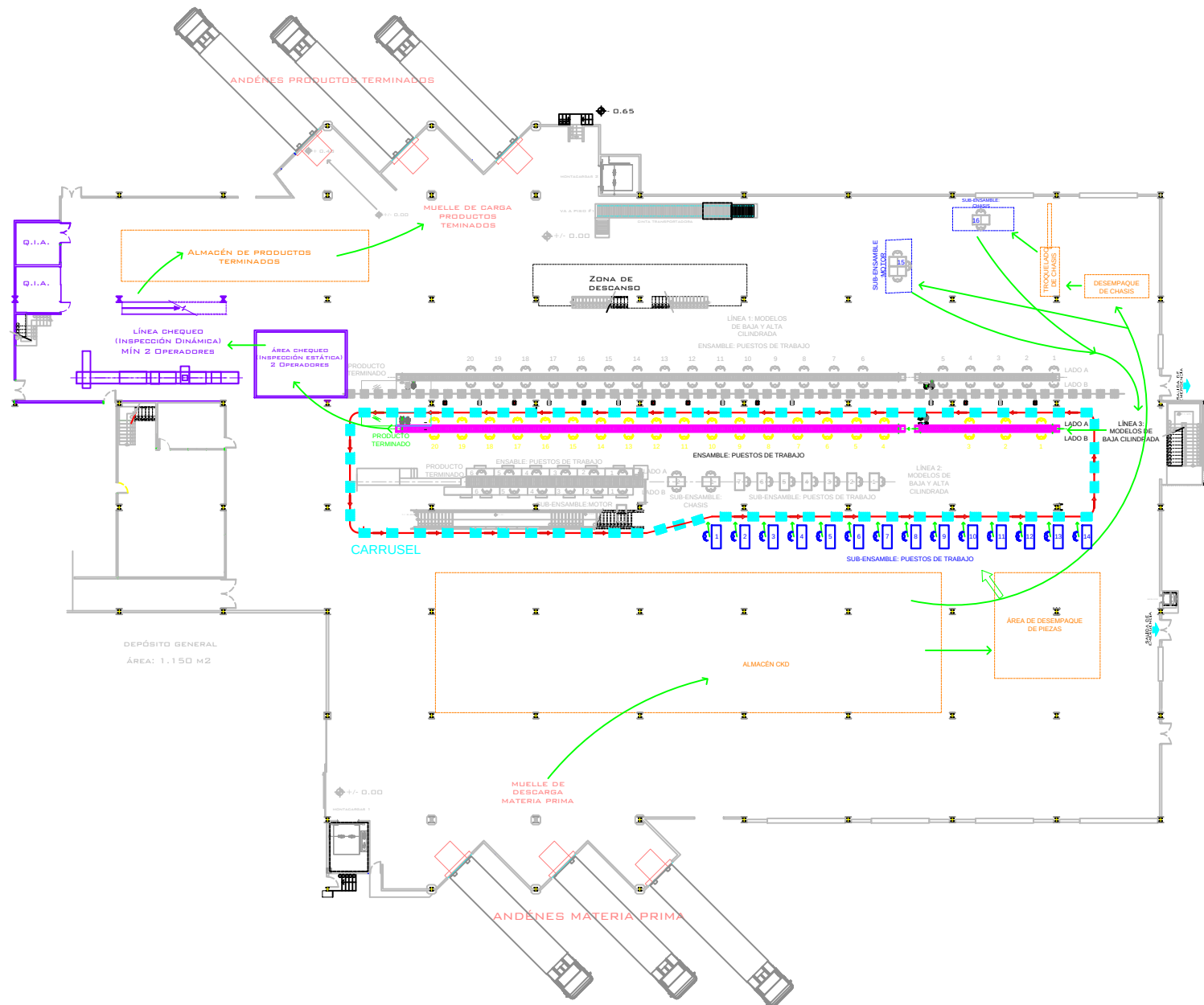


DIAGRAMA DE RECORRIDO EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE MOTOCICLETAS DE BAJA CILINDRADA

ESC: 1/250

- LEYENDA:
- ALMACÉN O.K.D. PIEZAS PARA LA PRODUCCIÓN DE MOTOS
 - DESEMPAQUE DE PIEZAS SEGÚN N° DE LOTES A PRODUCCIÓN
 - DESEMPAQUE DE CHASIS
 - TROQUELADO DE CHASIS
 - ALMACÉN DE PRODUCTO TERMINADO
 - PUERTOS DE TRABAJO SUB-ENSAMBLE
 - CARRUSEL: SURTIDOR DE PIEZAS SUB-ENSAMBLADAS A LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN
 - FLUJO DEL CARRUSEL
 - PUERTOS DE TRABAJO DE ENSAMBLE
 - LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE ENSAMBLE
 - RECORRIDO DE PRODUCCIÓN
 - ÁREA DE CHEQUEO (INSPECCIÓN ESTÁTICA)
 - LÍNEA DE CHEQUEO (INSPECCIÓN DINÁMICA)
 - Q.I.A. INSPECCIÓN DE MUESTRO: 3 MOTOS POR LOTE
 - MUELLE DE DESCARGA MATERIA PRIMA
 - MUELLE DE CARGA PRODUCTO TERMINADO
 - NO APLICA PARA LA PRODUCCIÓN DE MOTOCICLETAS DEL PROYECTO
 - PISO DE ARRIBA-PISO DE ABAJO
 - ÁREA LIBRE-NO TIENEN LÍMITE FÍSICO.



UCAB
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE ING. INDUSTRIAL

PROYECTO:
DISEÑO DE UNA PROPUESTA DE MEJORAS EN LA DISTRIBUCIÓN DE LAS OPERACIONES DE ENSAMBLAJE EN UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE MOTOCICLETAS SINCRONICAS.

UBICACIÓN:
AV. PRINCIPAL ZONA INDUSTRIAL EL MARQUES, EDITIO SOLOSON IMPORT URB INDUSTRIAL EL MARQUES, GUATIRE, EDO. MIRANDA.
SOLOSON IMPORT C.A.

DESARROLLADO POR:
SR. JENNIFER ABARCA
SR. DANIELA BÓNEZ

TÍTULO:
DIAGRAMA DE RECORRIDO EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE MOTOCICLETAS DE BAJA CILINDRADA

DIBUJO AUTOCAD:
REVISIÓN: 1
FECHA: MAYO 2017
ESCALA: 1:250

PLANO NO. 001

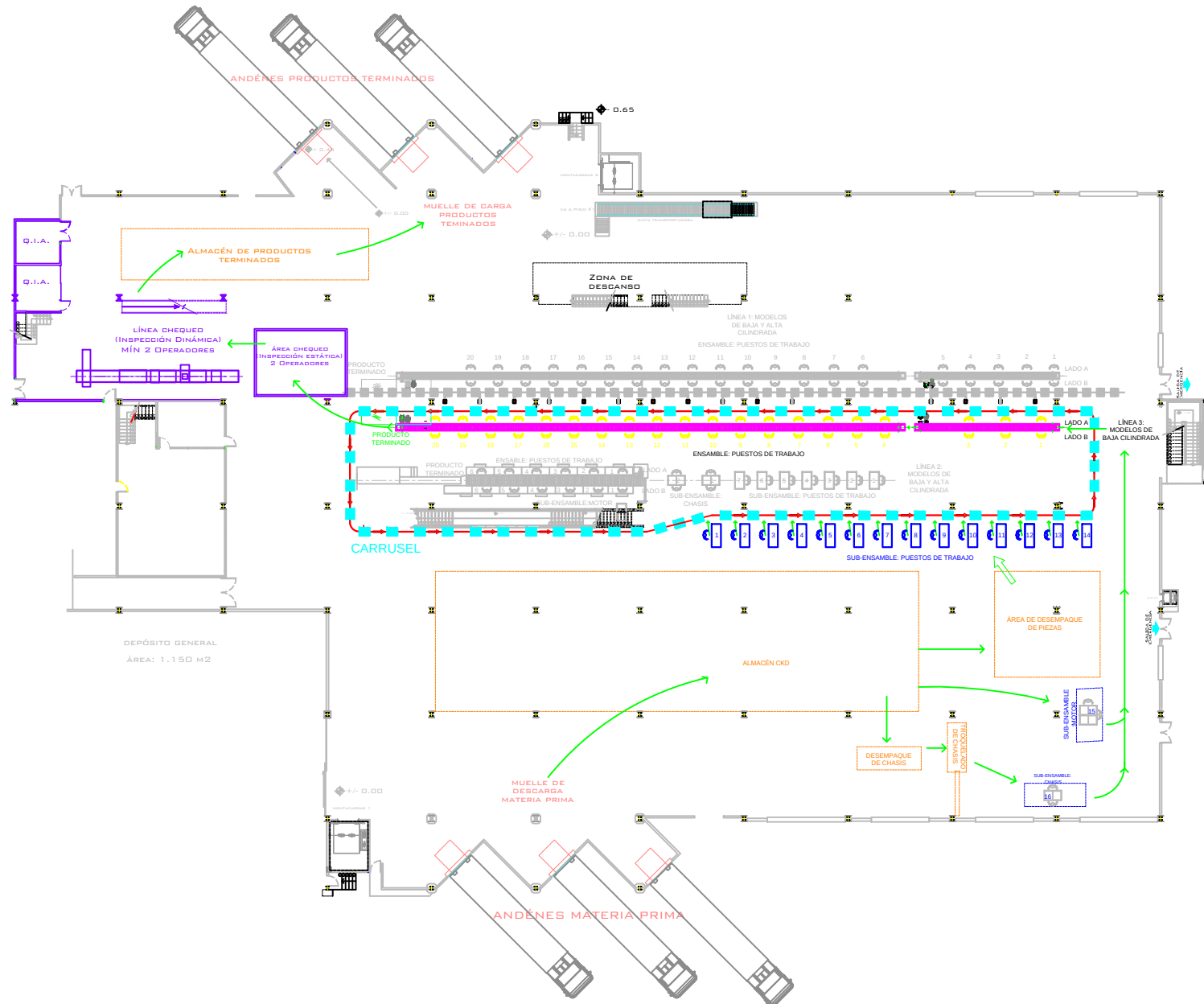


DIAGRAMA DE RECORRIDO EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE MOTOCICLETAS DE BAJA CILINDRADA

ESC: 1/250

- LEYENDA:
- ALMACÉN OKD; PIEZAS PARA LA PRODUCCIÓN DE MOTOS
 - DESEMPAQUE DE PIEZAS SEGÚN N° DE LOTES A PRODUCCIÓN
 - DESEMPAQUE DE CHASIS
 - TROQUELADO DE CHASIS
 - ALMACÉN DE PRODUCTO TERMINADO
 - PUERTOS DE TRABAJO SUB-ENSAMBLE
 - CARRUSEL: SURTIDOR DE PIEZAS SUB-ENSAMBLADAS A LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN
 - FLUJO DEL CARRUSEL
 - PUERTOS DE TRABAJO DE ENSAMBLE
 - LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE ENSAMBLE
 - RECORRIDO DE PRODUCCIÓN
 - ÁREA DE CHEQUEO (INSPECCIÓN ESTÁTICA)
 - LÍNEA DE CHEQUEO (INSPECCIÓN DINÁMICA)
 - Q.I.A: INSPECCIÓN DE MUESTRO: 3 MOTOS POR LOTE
 - MUELLE DE DESCARGA MATERIA PRIMA
 - MUELLE DE CARGA PRODUCTO TERMINADO
 - NO APLICA PARA LA PRODUCCIÓN DE MOTOCICLETAS DEL PROYECTO
 - PISO DE ARRIBA-PISO DE ABAJO
 - ÁREA LIBRE-NO TIENEN LÍMITE FÍSICO.



PROYECTO:
DISEÑO DE UNA PROPUESTA DE MEJORAS EN LA DISTRIBUCIÓN DE LAS OPERACIONES DE ENSAMBLAJE EN UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE MOTOCICLETAS SINCRONICAS.

UBICACIÓN:
AV. PRINCIPAL ZONA INDUSTRIAL EL MARQUES, EDITIO SOLOSON IMPORT URB INDUSTRIAL EL MARQUES, GUATIRE, EDO. MIRANDA.
SOLOSON IMPORT C.A.

DESARROLLADO POR:
SR. JENNIFER ABARCA
SR. DANIELA BÓNEZ

TÍTULO:
PROPUESTA DE DIAGRAMA DE RECORRIDO EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE MOTOCICLETAS DE BAJA CILINDRADA

DIBUJO AUTOCAD:
REVISIÓN: 1
FECHA: MAYO 2017
ESCALA: 1:250

PLANO NO. 001