

PROPUESTA PARA IMPLEMENTACIÓN DE REDISTRIBUCIÓN Y REDISEÑO
DE PUESTO DE TRABAJO EN LA LINEA DE ENSAMBLE NUMERO UNO EN LA
EMPRESA AUTEKO S.A.S

ALEXANDER ANDRÉS PORTILLA RAMÍREZ
JONATHAN RAMÍREZ RESTREPO

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTA DE PRODUCCIÓN INDUSTRIAL Y AFINES
INGENIERIA INDUSTRIAL
MEDELLÍN
2015

PROPUESTA PARA IMPLEMENTACIÓN DE REDISTRIBUCIÓN Y REDISEÑO
DE PUESTO DE TRABAJO EN LA LINEA DE ENSAMBLE NUMERO UNO EN LA
EMPRESA AUTEKO S.A.S

ALEXANDER ANDRÉS PORTILLA RAMÍREZ
JONATHAN RAMÍREZ RESTREPO

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero industrial

Asesor
JORGE ENRIQUE CAICEDO ROA
Ingeniero Mecánico

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTA DE PRODUCCIÓN INDUSTRIAL Y AFINES
INGENIERIA INDUSTRIAL
MEDELLÍN
2015

NOTA DE ACEPTACIÓN

FIRMA DEL ASESOR

Medellín, de Noviembre de 2015

DEDICATORIAS

En primer lugar dedico este trabajo a mis hijos ESTEFANIA RAMIREZ e ISMAEL RAMIREZ, quienes son mi mayor motivación y a toda la familia RAMIREZ RESTREPO por darme el apoyo para seguir siempre hacia adelante y poder cumplir con mis logros personales y profesionales.

Jonathan Ramírez Restrepo.

Quiero dedicar este trabajo a mi madre LUZ STELLA RAMIREZ y a mi hijo DOMINICK PORTILLA LONDOÑO ya que son ellos quienes me motivan a materializar todos mis sueños.

A mis hermanas por brindarme su apoyo incondicional y a la memoria de mi padre CARLOS HERNANDO PORTILLA (Q.E.P.D)

Alexander Andrés Portilla Ramírez.

AGRADECIMIENTOS

De antemano agradecemos a DIOS por permitirnos vivir el día a día y darnos la sabiduría de emprender este nuevo camino y cumplir con nuestros sueños.

Queremos agradecer a la Empresa AUTEKO S.A.S, por permitirnos acceder a su información interna y darnos la confianza para presentar una propuesta de mejora.

De especial, agradecemos al Ingeniero JORGE ENRIQUE CAICEDO ROA, por asesorarnos en la ejecución y documentación de nuestro proyecto de grado de manera desinteresada y con aportes muy valiosos para la culminación de esta etapa.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	
1. PROBLEMA	18
1.1 DESCRIPCION DEL PROBLEMA	18
1.2 FORMULACION DEL PROBLEMA	25
2. OBJETIVOS	26
2.1 OBJETIVO GENERAL	26
2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	26
3. JUSTIFICACION	27
4. MARCO DE REFERENCIA	28
4.1 MARCO CONTEXTUAL	28
4.2 MARCO TEORICO	35
4.2.1 Distribución en planta	36
4.2.1.1 Distribución basada en el producto	37
4.2.1.2 Distribución basada en el proceso	37
4.2.1.3 Distribución por posición fija	37
4.2.1.4 Distribución por grupos de trabajo	38
4.2.1.5 Distribución por proyecto singular	38
4.2.2 Factores que intervienen en la distribución	39
4.2.2.1 Materiales y su proceso	39
4.2.2.2 Las personas	40
4.2.2.3 La maquinas	40
4.2.3 Principios de la distribución en planta	40
4.2.4 Diseño de puesto de trabajo	42
4.2.4.1 Método de análisis y evaluación ergonómica	42
4.2.4.2 Enfermedades generadas por un mal puesto de trabajo	43
4.2.4.3 Factores de riesgo en el puesto de trabajo	44
4.2.4.4 Proceso de diseño	45
4.2.4.5 Tipos de diseño antropológico	45
4.2.4.6 Determinación de posición de trabajo	46
4.2.4.7 Puesto de trabajo posición de pie	47
4.2.4.8 Puesto de trabajo posición sentada	48
4.2.4.9 Relación dimensión del puesto de trabajo y dimensión humana	51
4.2.5 Diagrama de causa – efecto	53
4.2.5.1 Construcción del diagrama causa – efecto	55
4.2.6 Diagrama de recorrido	55
4.2.7 Diagrama de Pareto	56
5. DISEÑO METODOLOGICO	58
6. DESARROLLO TECNICO DEL PROYECTO (PROPUESTA)	66
6.1 EVALUAR LAS CONDICIONES ACTUALES DE TRABAJO DEL ÁREA DE “ENSAMBLE” (PUESTO 6 DERECHO DE LÍNEA 1)	66

6.1.1 Análisis causa – efecto	67
6.1.2 Análisis diagrama de Pareto	68
6.2 DISTRIBUCION DEL ÁREA DE “SUB ENSAMBLE” (PUESTO 6 DERECHO DE LÍNEA 1)	70
6.3 MODELACION DEL AREA DE “SUB ENSAMBLE” (PUESTO 6 DERECHO DE LINEA 1) EN AUTOCAD	71
6.4 ANALISIS DE RECORRIDO EN EL PUESTO DE SUB ENSABLE DE CARENAJE (PUESTO 6 DERECHO DE LINIA 1)	75
6.5 DISEÑO DE PUESTO DE TRANAJO EN EVALUACION DE POSICINAMIENTO DE LAS OPERACIONES.	77
6.6 DISEÑO DE PUESTO DE TRABAJO EN DEFINICION DE METODO DE OPERACIÓN.	80
6.7 ANALISIS DE EFICIENCIA EN LA REDUCCION DE TIEMPOS PERDIDOS.	85
7. CONCLUSIONES	87
8. RECOMENDACIONES	88
BIBLIOGRAFIAS	89
ANEXOS	91

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Paros en línea 1 en 2014	20
Tabla 2. Costos de mano de M.O por paros en línea en 2014	21
Tabla 3. Análisis de Pareto por modelo	22
Tabla 4. Análisis de Pareto por procedencia	23
Tabla 5. Análisis valor agregado	35
Tabla 6. Análisis de Pareto procedencia (DISCOVER 125 5T/100M)	68
Tabla 7. Elementos existentes en el área antes y después de la propuesta de distribución	74
Tabla 8. Distribución de operaciones por operario	75

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Diseño físico empresa Auteco S.A.S	18
Figura 2. Diseño físico de línea de ensamble 1	19
Figura 3. Diagrama de flujo línea de ensamble 1	30
Figura 4. Diagrama de flujo ensamble de motocicleta línea 1	31
Figura 5. Distribución basada en el producto	37
Figura 6. Distribución basada en el proceso	37
Figura 7. Distribución de posición fija	38
Figura 8. Distribución por grupos de trabajo	38
Figura 9. Principios de distribución en planta	42
Figura 10. Factores de riesgo en puesto de trabajo	45
Figura 11. Posición de pie	48
Figura 12. Posición sentado	52
Figura 13. Zonas de alcance	53
Figura 14. Diagrama de Pareto	54
Figura 15. Diagrama de recorrido	56

LISTA DE GRAFICAS

	Pág.
Grafica 1. Paros en línea 1 en 2014	20
Grafica 2. Costos de mano de M.O por paros en línea en 2014	21
Grafica 3. Análisis de Pareto por modelo	22
Grafica 4. Análisis de Pareto por procedencia	23
Grafica 5. Total paros línea (2014) – Discover 125 ST/100 m	24
Grafica 6. Total porcentaje paros línea (2014) en puesto de carenaje (6derech)	24
Grafica 7. Análisis valor agregado	36
Grafica 8. Análisis de Pareto	59
Grafica 9. Análisis de Pareto procedencia (DISCOVER 125 5T/100M)	68

LISTA DE FORMATOS

	Pág.
Formato 1. Lista de chequeo resección de moto línea 1	32
Formato 2. Acta de pendientes problemas	33
Formato 3. Lista de chequeo análisis y solución de problemas	33
Formato 4. Cinco porque análisis y solución de problemas	34
Formato 5. Indicador paros de línea 1	34
Formato 6. Diagrama causa – efecto	59
Formato 7. Formato para el registro de medidas	60
Formato 8. Diagrama de flujo de proceso	61
Formato 9. Evaluación ergonómica del puesto de trabajo	62
Formato 10. Instructivo de secuencia de ensamble	64
Formato 11. Análisis valor agregado	65
Formato 12. Análisis diagrama causa-efecto	67
Formato 13. Registro de medidas del área sub ensamble” (Puesto 6 derecho de línea 1)	70
Formato 14. Diagrama de flujo de proceso de sub ensamble	76
Formato 15. Evaluación ergonómica puesto de sub ensamble	77
Formato 16. Plan de acción	79
Formato 17. Instructivo de secuencia de ensamble operador 1	80
Formato 18. Instructivo de secuencia de ensamble operador 2	82
Formato 19. Instructivo de secuencia de ensamble operador 3	83
Formato 20. Análisis de valor agregado en el puesto de sub ensamble	85

LISTA DE MODELACIÓN AUTOCAD

	Pág.
Modelación AutoCAD 1. Área de ensamble	60
Modelación AutoCAD 2. Vista lateral- trasera puesta de sub ensamble	71
Modelación AutoCAD 3. Visto lateral- frontal puesto de sub ensamble	72
Modelación AutoCAD 4. Vista aérea puesto de sub ensamble	72
Modelación AutoCAD 5. Propuesta de distribución - vista aérea puesto de sub ensamble	73
Modelación AutoCAD 6. Propuesta de distribución - vista frontal puesto de sub ensamble	73
Modelación AutoCAD 7. Dispositivo de sub ensamble carenaje	84

GLOSARIO

ADQUISICIÓN: compra de algo.

AUDITORÍA: revisión e inspección de la contabilidad de una empresa, entidad o institución, realizada por un auditor.

AUTÓNOMO: persona que trabaja por cuenta propia.

CENTRALIZAR: reunir cosas distintas o de diversa procedencia en un lugar común o bajo una misma dirección.

DEMANDA: pedido de mercancías o bienes sujeto al pago de una cantidad determinada.

DIAGRAMA: representación gráfica en la que se muestran las relaciones entre las diferentes partes de un conjunto o sistema o los cambios de un determinado fenómeno.

EFICIENCIA: se define como la capacidad de disponer de alguien o de algo para conseguir un objetivo determinado.

ENCAMINAR: dirigir u orientar una cosa hacia un punto determinado.

ENSAMBLAR: unir, acoplar dos o más piezas, especialmente de madera, haciendo encajar la parte saliente de una en la entrante de la otra.

ENTORNO: ambiente, lo que rodea a alguien o algo.

GRÁFICA: denominación de representación de datos, generalmente numéricos mediante recursos gráficos (líneas, vectores, superficies o símbolos), para que se manifieste visualmente la relación matemática o correlación estadística que guardan entre sí.

HIPÓTESIS: Suposición sin pruebas que se toma como base de un razonamiento.

HOMOGENIZAR: volver homogénea una mezcla o un compuesto.

INDAGAR: investigar, averiguar algo.

INDICADOR: magnitud utilizada para medir o comparar los resultados efectivamente obtenidos, en la ejecución de un proyecto, programa o actividad.

INVOLUCRAR: hacer participar a alguien en un asunto comprometiéndole en él.

LÓGICA: ciencia que expone las leyes, modos y formas del razonamiento humano.

METODOLOGÍA: conjunto de procedimientos racionales utilizados para alcanzar una gama de objetivos que rigen en una investigación científica, una exposición doctrinal o tareas que requieran habilidades, conocimientos o cuidados específicos.

OPTIMIZAR: búsqueda de la mejor manera de realizar una actividad.

PARÁMETRO: se conoce como parámetro al dato que se considera como imprescindible y orientativo para lograr evaluar o valorar una determinada situación.

PROCESO: un proceso es un conjunto de actividades o eventos (coordinados u organizados) que se realizan o suceden (alternativa o simultáneamente) bajo ciertas circunstancias con un fin determinado.

RESUMEN

En la empresa AUTEKO S.A.S. se han fabricado motocicletas con un alto nivel de calidad por muchos años, siendo esta la causa principal de preferencia en el mercado. Esta preferencia conlleva a generar un alto índice de empleo, que se convierte en una masiva cantidad de motocicletas producidas y distribuidas a cada una de las regiones de nuestro país.

Dentro del proceso productivo debido a la elevada y diversa cantidad de motocicletas elaboradas se han presentado problemas en el flujo del proceso, pues por la complejidad para ensamblar algunos componentes que requieren de la definición de un adecuado método de trabajo y una distribución que permita tener unas entradas y unas salidas óptimas que alimente la línea de ensamble, se han generado paros y retrasos en el cumplimiento de la producción, retrasando la llegada del producto al consumidor final.

Para prevenir estos tiempos perdidos y poder cumplir con el programa de producción se tomó la decisión de incluir más personal para realizar dichos procesos complejos sin retrasar el flujo de las demás operaciones.

Al realizar un análisis de las posibles causas de estos tiempos perdidos, se puede observar que tomando acciones para definir un método de trabajo, realizando un análisis de valor agregado en cada una de las diferentes operaciones de este proceso y distribuyendo físicamente el puesto de trabajo, acompañado de mejorar practicas tales como: condiciones ergonómicas de los operarios, definición de flujo del proceso e implementación de elementos que permitan una manipulación adecuada de la materia prima; se pueden reducir la cantidad de personas en el puesto de trabajo y optimizarlas para procesos diferentes.

Todo el personal debe estar involucrado, así se obtendrán los resultados deseados.

ABSTRACT

In the company AUTECO S.A.S. motorcycles have been manufactured with high quality for many years, being the main cause of preference in the market. This preference leads to generate a high employment rate, which becomes a massive number of motorcycles produced and distributed to each of the regions of our country.

Within the production process due to the high and diverse number of elaborated motorcycles have been a problem in the flow process, because of the complexity to assemble some components that require the definition of a suitable working methods and a distribution that allows to have inputs and outputs optimum feed to the assembly line were generated stoppages and delays in meeting production, delaying the arrival of the product to the consumer.

To prevent these lost times and to meet the production schedule the decision to include more personnel to perform such complex processes without slowing the flow of other operations was taken.

When performing an analysis of the possible causes of these lost times, we can see that taking action to define a working method, making an analysis of value added in each of the different operations of the process and physically distributing the workplace, accompanied by improved practices such as ergonomic conditions for the operators, process flow definition and implementation of elements that allow proper handling of raw materials; You can reduce the number of people in the workplace and to optimize processes.

All staff should be involved as well the desired results are obtained.

INTRODUCCIÓN

Dentro de un sistema productivo en línea de ensamble de motocicletas, podemos evaluar diferentes etapas del proceso, desde el abastecimiento de materia prima, hasta la elaboración de un producto terminado. Una de estas etapas son los sub ensamble compuestos de piezas que permiten dar forma a una motocicleta compuesta

A través del orden secuencial y sistémico del proceso, la disminución en los transportes y/o desplazamientos y la buena disposición de los puestos de trabajo se puede lograr el mejoramiento de la eficiencia y disminución de costos del proceso para lograr un producto final en óptimas condiciones.

Por medio de la redistribución de los medios de trabajo, zonas de almacenamiento y definición de procesos de actividad, se pueden garantizar condiciones óptimas de trabajo y un efectivo uso de los recursos en la línea de ensamble

1. PROBLEMA

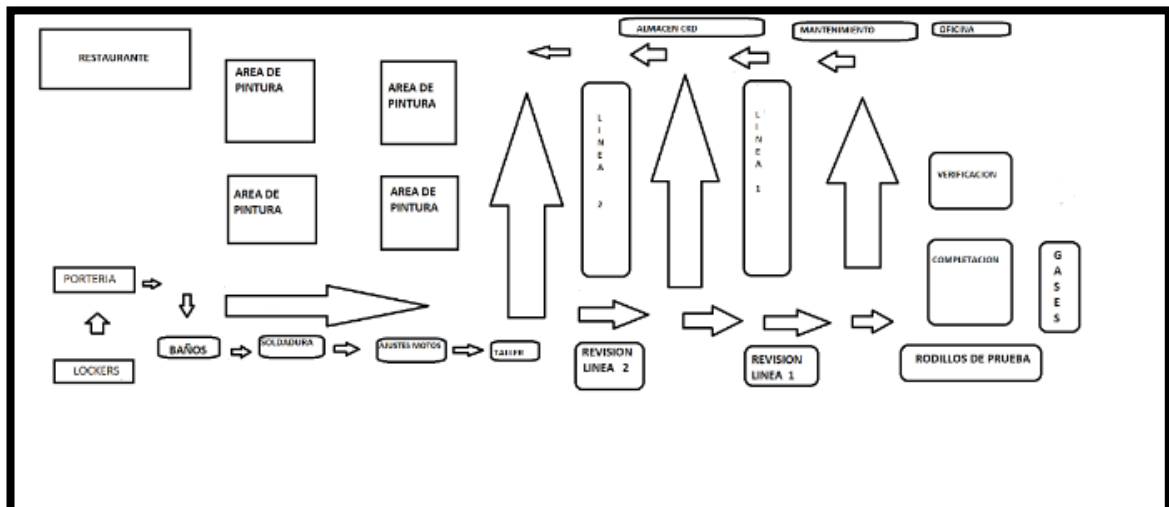
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Auteco S.A.S es una empresa del sector industrial que se encuentra ubicada en la carrera 42 # 45-77, zona industrial de Itagüí en el departamento de Antioquia. Se encuentra rodeada de grandes empresas como lo son Fabricas Unidas y Solla.

La empresa cuenta con 2 (dos) plantas de producción (Una en Itagüí y otra en Cartagena), dentro de la empresa en la planta de producción en Itagüí se cuenta con tres líneas de ensamble. La línea de ensamble número 1 (uno) es la línea que más produce motocicletas con una cadencia máxima de 29 motos por hora.

Adicionalmente cuenta con dos bodegas para almacenar la materia prima y otra para almacenar producto terminado. Cuenta con una estructura administrativa de 450 personas y una población operacional general de 1050 trabajadores y comercializa sus motocicletas en todo el territorio nacional. Actualmente cuenta con una fuerza operacional de 150 operarios, encargados de realizar el proceso de ensamble en todas sus líneas, mediante una banda en la cual se transporta la motocicleta desde su matriz, atravesando varios tramos hasta convertirse en producto terminado.

Figura 1. Diseño físico empresa AUTEKO S.A.S

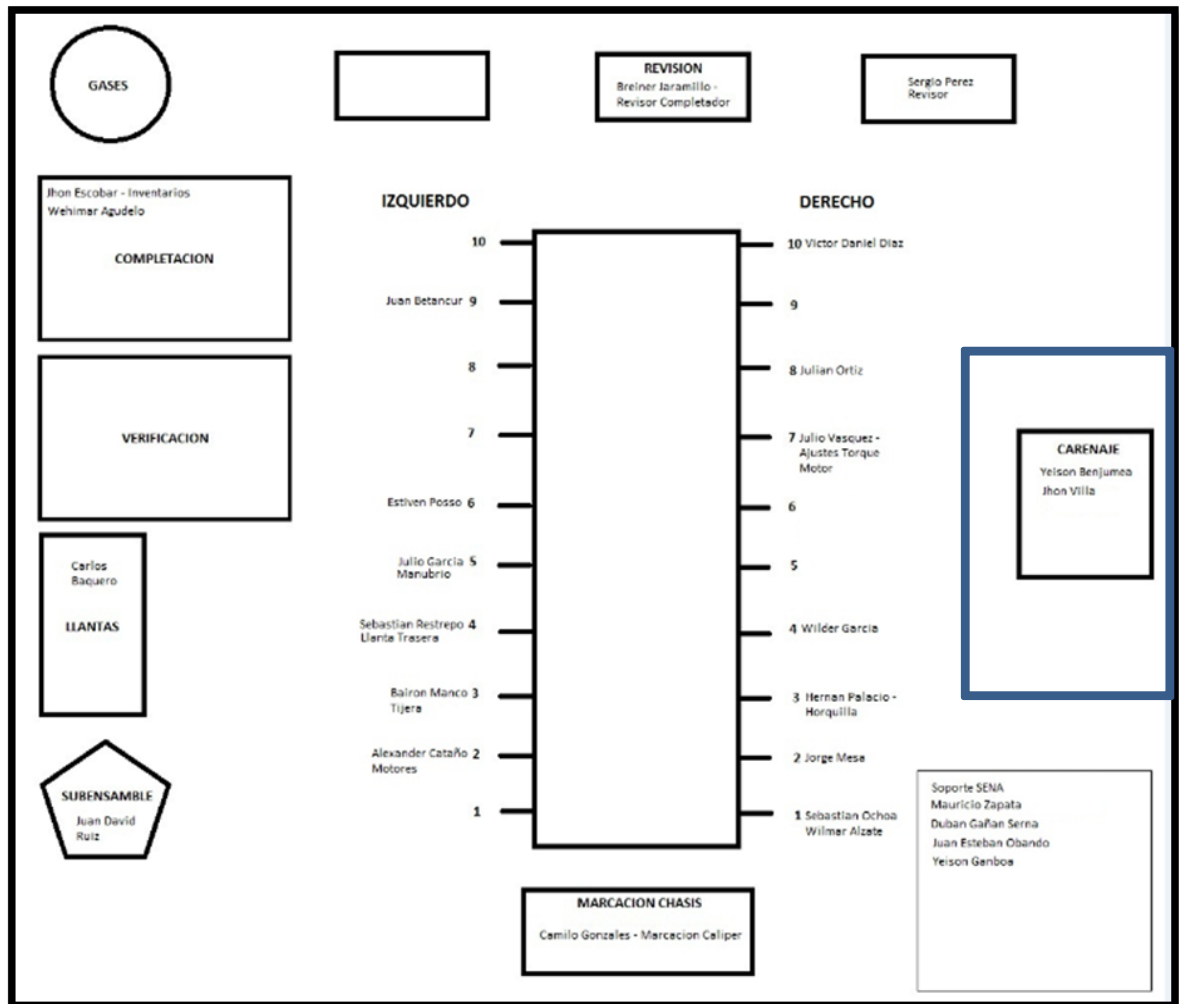


Elaboración propia

La línea de ensamble 1(uno) cuenta con 20 puestos de trabajo (10 puestos por el lado derecho y 10 por el lado izquierdo), las diferentes operaciones de la línea de

ensamble son realizadas por 35 operarios distribuidos así: 20 operarios de línea, 9 operarios en sub ensambles de línea (5 de estos en sub ensamble de carenaje), 2 operarios en inspección final, 2 operarios en recuperación y 2 operarios en validación y confirmación. En el puesto 6 derecho existe un puesto adicional de sub ensamble de carenaje (ver figura 2) y actualmente es un puesto adicional donde 5 (Cinco) operarios se encargan de todo el proceso de esta pieza, que por su complejidad requiere de este número de personas.

Figura 2. Diseño físico Línea de ensamble 1



Elaboración propia

El proceso en línea dura aproximadamente dos minutos para producir una motocicleta, la línea de ensamble trabaja a una cadencia de 29 motos por hora promedio en los diferentes modelos.

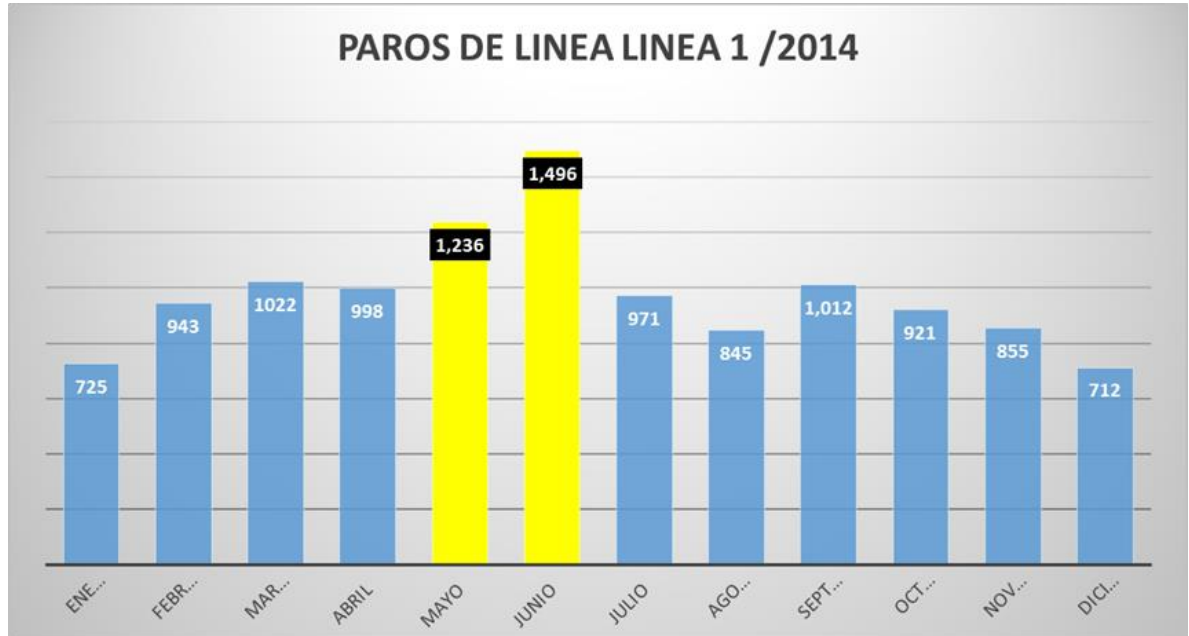
En el año 2014 la línea de ensamble numero 1(uno) tuvo en total 11.736 minutos de paros dados de la siguiente manera:

Tabla 1.Paros de Línea 1 en 2014

PAROS DE LINEA 1/2014		
MES	TIEMPO EN MINUTOS	PROMEDIO/MES
ENERO	725	978
FEBRERO	943	
MARZO	1022	
ABRIL	998	
MAYO	1,236	
JUNIO	1,496	
JULIO	971	
AGOSTO	845	
SEPTIEMBRE	1,012	
OCTUBRE	921	
NOVIEMBRE	855	
DICIEMBRE	712	

Elaboración propia

Gráfica 1.Paros de Línea 1 en 2014



Elaboración propia

El cuadro de datos indica que hay un promedio de 978 minutos de paros/mes equivalente a 16.3 horas/mes, siendo mayo y junio los meses con mayor cantidad de paros de línea. A una cadencia aproximada de 29 motos/hora en un turno de 7.5 horas, se deberían producir en condiciones normales 217 motos/día, que en un mes de 24 días de producción serian en total 5208 motos promedio/mes. Las horas de paro en promedio anual equivalen a 16.3 horas/mes, lo que quiere decir que en cada mes la línea deja de producir un poco más de 2 días del programa de producción, es decir hay un déficit de productividad de 434 motos/mes algo aproximado a un 8.3% de ineficiencia.

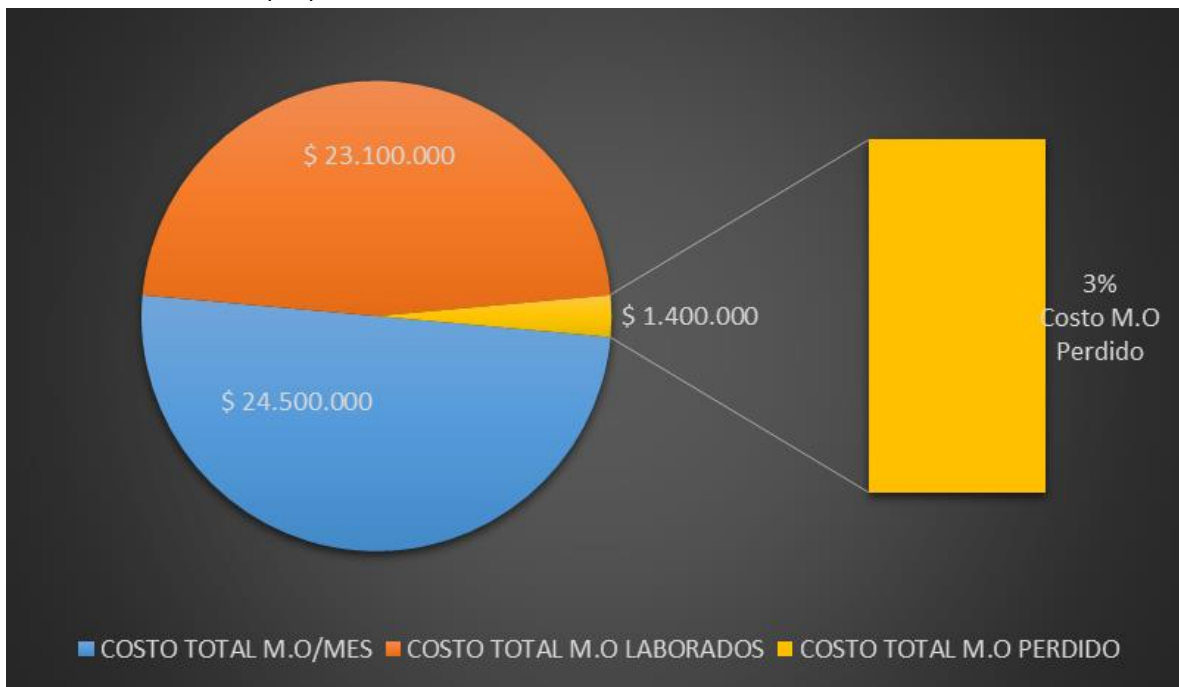
En total son 35 operarios destinados a las diferentes operaciones de la línea número 1(uno), el promedio mensual de salario de estas personas esta en \$700.000/mes equivalente a \$24.500.000 de costo de mano de obra/mes como lo muestra la siguiente tabla:

Tabla 2.Costos de M.O por paros de línea en 2014

COSTO M.O POR PAROS DE LINEA	
COSTO PROMEDIO/MES M.O	\$ 700.000
COSTO TOTAL M.O/MES	\$ 24.500.000
COSTO TOTAL M.O LABORADOS	\$ 23.100.000
COSTO TOTAL M.O PERDIDO	\$ 1.400.000

Elaboración propia

Gráfica 2.Costo de M.O por paros de línea en 2014



Elaboración propia

En total se pierden \$1.400.000 mensuales debido a paros de línea en el proceso de producción lo que equivale a \$ 16.800.000 anuales, es decir un 3% del costo de mano de obra no es productivo.

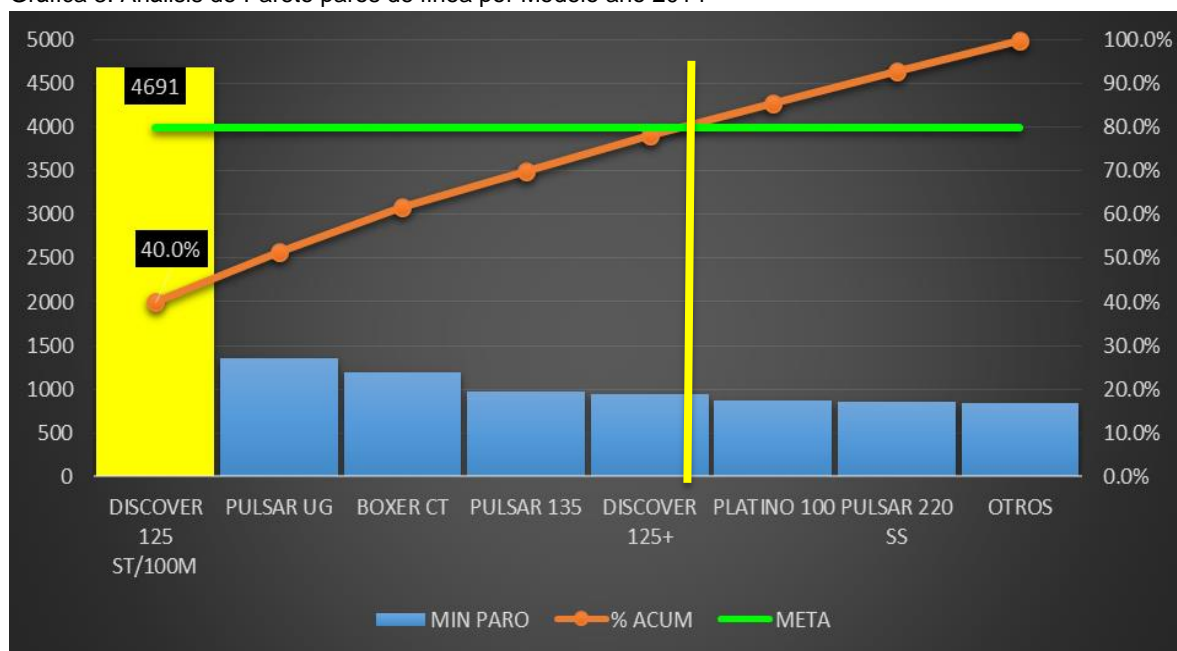
A través del análisis estadístico podemos visualizar cuales son los productos que más generan restricciones en el proceso en línea.

Tabla 3. Análisis de Pareto paros de línea por Modelo año 2014

ANÁLISIS DE PARETO PAROS DE LINEA POR MODELO 2014					
ORDEN	MODELO	min PARO	min ACUMULADO	% PART.	% ACUM
1	DISCOVER 125 ST/100M	4691	4691	40,0%	40,0%
2	PULSAR UG	1350	6041	11,5%	51,5%
3	BOXER CT	1190	7231	10,1%	61,6%
4	PULSAR 135	980	8211	8,4%	70,0%
5	DISCOVER 125+	950	9161	8,1%	78,1%
6	PLATINO 100	870	10031	7,4%	85,5%
7	PULSAR 220 SS	860	10891	7,3%	92,8%
8	OTROS	845	11736	7,2%	100,0%
		11736		100,0%	

Elaboración propia

Gráfica 3. Análisis de Pareto paros de línea por Modelo año 2014



Elaboración propi

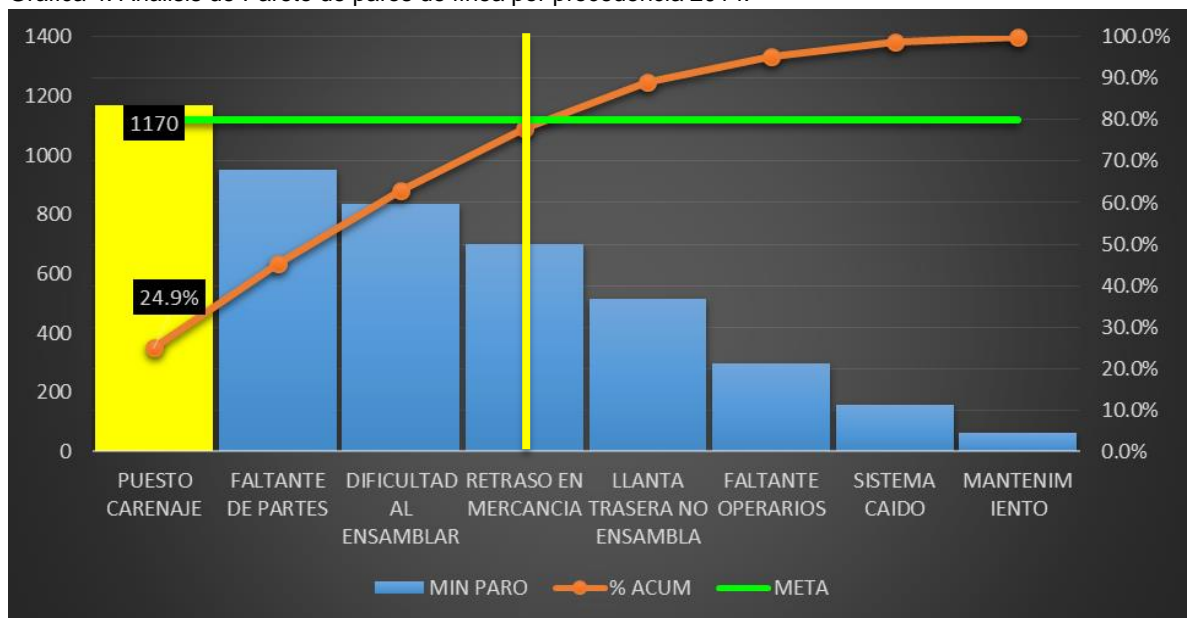
En la línea 1, se ensamblan aproximadamente 11 modelos de la marca Bajaj, siendo los modelos Discover St y Discover 100M los que más generan paros de línea los cuales se agrupan en uno solo ya que son transversales en su aspecto físico y complejidad a la hora de procesar.

Tabla 4. Análisis de Pareto de paros de línea por procedencia 2014.

ANÁLISIS DE PARETO PAROS DE LINEA PROCEDENCIA(DISCOVER 125 ST/100M) 2014					
ORDEN	PROCEDENCIA	min PARO	min ACUMULADO	% PART.	% ACUM
1	PUESTO CARENAJE	1170	1170	24,9%	24,9%
2	FALTANTE DE PARTES	950	2120	20,3%	45,2%
3	DIFICULTAD AL ENSAMBLAR	835	2955	17,8%	63,0%
4	RETRASO EN MERCANCIA	701	3656	14,9%	77,9%
5	LLANTA TRASERA NO ENSAM	516	4172	11,0%	88,9%
6	FALTANTE OPERARIOS	296	4468	6,3%	95,2%
7	SISTEMA CAIDO	158	4626	3,4%	98,6%
8	MANTENIMIENTO	65	4691	1,4%	100,0%
		4691		100,0%	

Elaboración propia

Gráfica 4. Análisis de Pareto de paros de línea por procedencia 2014.

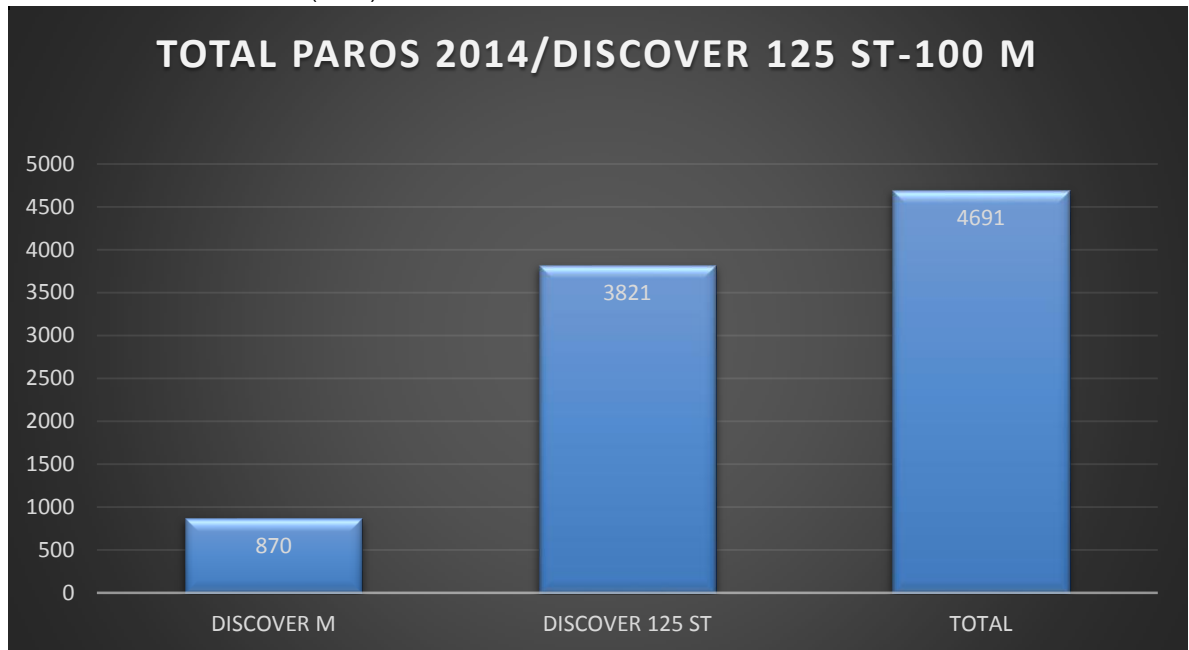


Elaboración propia

En los paros del modelo Discover 125 St y Discover 100M visualizamos que el principal problema que generan los paros de línea se da en el puesto de sub ensamble de carenaje.

En el año 2014 la línea de ensamble número 1 (uno) tuvo en total 4691 minutos de paro en estos dos modelo. (3821 minutos en Discover ST y 870 en Discover M)

Gráfica 5.Total Paros Línea (2014)-Discover 125 ST/100 M.

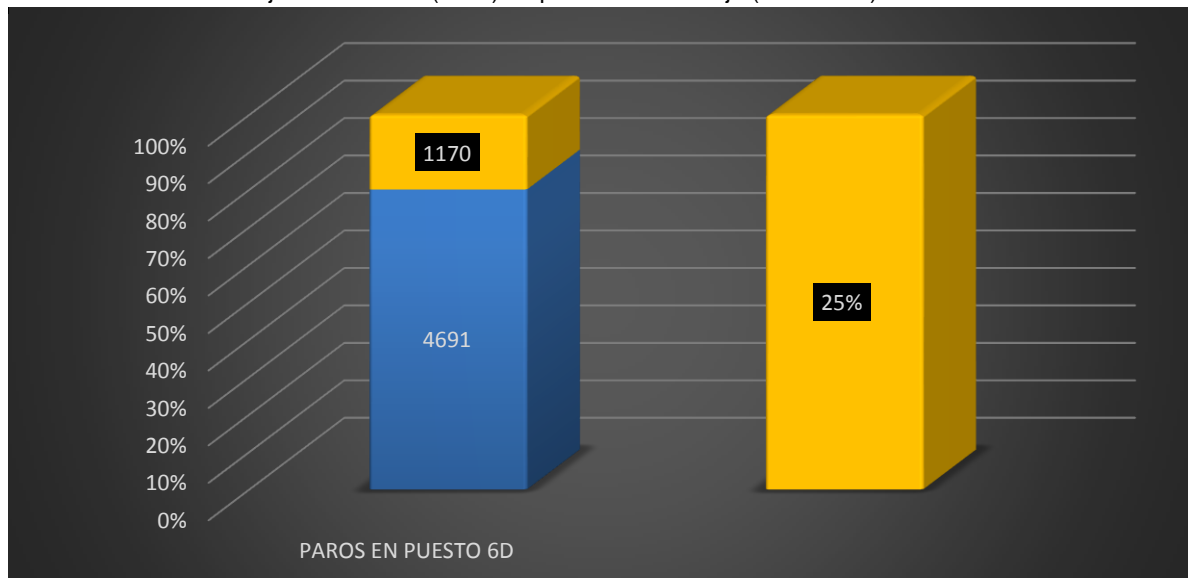


Elaboración propia

De las diferentes referencias ensambladas en la línea de ensamble el 40% de los paros totales son originados en estos dos modelos, pues es una restricción para la línea productiva ensamblarlos a la cadencia normal de 29 motos/hora.

Lo más representativo de los paros totales para estas dos referencias son 1170 minutos de paro (el 25%) generados en el puesto de carenajes (6 derecho).

Gráfica 6.Total Porcentaje Paros Línea (2014) en puesto de carenaje (6 Derecho).



Elaboración propia

Este total de paros equivale a 19.5 horas de improductividad, que llevándolas a turnos de trabajo de 7.5 horas, son aproximadamente 2.6 días perdidos en el año por la ineficiencia en el proceso de puesto de carenaje. En términos de costo de mano obra, serian 35 operarios con un promedio mensual de \$700.000; que generarían a la compañía un gasto de inoperancia de \$ 2.123.333

La inadecuada distribución del puesto de trabajo, almacenamiento, método y medios en la sección de ensamble en el puesto 6 derecho (sub ensamble de carenajes) ocasionan grandes pérdidas en tiempos de operación e ineficiencias causadas por los altos desplazamientos y esperas, los factores de mayor impacto negativo en el puesto son:

- Altos niveles de inventario en proceso en dos operario de los cinco que realizan el proceso final de sub ensamble de carenajes generando sobreproducción.
- Incremento en personal operativo para dar apoyo al flujo de la línea.
- Incumplimiento en tiempos y compromisos de entrega.
- Manejo de partes, ya que los medios de suministro de material no permiten una adecuada manipulación.
- Manejo de herramienta excesivo en la operación
- Insatisfacción de clientes internos y externos.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

¿Será que con la implementación de una redistribución y rediseño del proceso del puesto de sub ensamble de carenaje en la línea de ensamble número 1(uno), la empresa AUTEKO S.A.S puede minimizar los paros de línea y la ineficiencia en el proceso?

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Proponer la redistribución y el rediseño de proceso en el puesto de sub ensamble de carenaje en la línea numero 1(uno) en la empresa AUTEKO S.A.S. para minimizar los paros de línea y la ineficiencia en el proceso.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Evaluar las condiciones actuales de trabajo del área de “Ensamble” (Línea 1), a través de análisis de causa-efecto, diagrama de Pareto, diagramas de recorrido

Diseñar los sistemas de redistribución y rediseño de procesos, para ubicación de puestos de trabajo, a través de evaluaciones de posicionamiento y definiciones métodos en las operaciones; estableciendo las alternativas de cambio y mejora para el proceso de ensamble.

Desarrollar análisis de eficiencia y beneficio en la reducción de tiempos perdidos en la propuesta mencionada, logrando detectar las operaciones que agregan valor al proceso.

3. JUSTIFICACIÓN

El efectivo desarrollo de este proyecto conlleva para la empresa AUTEKO S.A.S una serie de beneficios como lo son: la disminución de los costos directos de producción en el área de ensamble, un elevado nivel en la oportunidad de entregas a tiempo a los clientes y una sección de ensamble caracterizada por la eficiencia, el orden y una buena distribución de sus procesos.

El buen nombre y prestigio que caracterizan a la institución en el medio industrial se ven reflejados en el desarrollo y aplicación del proyecto, la imagen del Tecnológico Pascual Bravo Institución Universitaria, se convierte en la carta de presentación ante la empresa AUTEKO S.A.S. proporcionando confianza y seguridad en el desarrollo de cambios y mejoras industriales.

El desarrollo y presentación de este proyecto representan una gran satisfacción al aplicar todos los conocimientos adquiridos en la academia y la oportunidad de proponer un gran cambio operacional y de mejoramiento continuo en la empresa AUTEKO S.A.S, es supremamente enriquecedor a nivel personal, laboral y profesional el participar activamente en este proyecto.

4. MARCO DE REFERENCIA

4.1 MARCO CONTEXTUAL

Auteco ha acompañado a los colombianos desde 1941, convirtiéndose en la primera ensambladora de motos del país y del Grupo Andino, cuando la tradicional Lambretta pisó las calles de Medellín.

Es además la única ensambladora multi-marca que busca por el mundo lo mejor de cada segmento de motos para ofrecerlo a sus clientes, es así como nacen nuestras líneas Kawasaki (1972), de Japón; Bajaj (1993), de la India; Kymco (2003), de Taiwán y KTM (2012) de Austria.

Durante estos años de historia y exitosa experiencia en la innovación, tecnología, alto desempeño, potencia, calidad y respaldo, vemos cómo Auteco ha aportado al país modelos emblemáticos que satisfacen las necesidades de transporte, recreación, diversión y trabajo; generando desarrollo y mejorando la calidad de vida de sus usuarios.

Auteco le ofrece a sus clientes una efectiva solución de transporte: vehículos de excelente calidad, con el respaldo Auteco y con un excelente servicio, pues gracias al trabajo en equipo con socios aliados, se conformó la más grande Red de Distribución de Motocicletas con más de 310 concesionarios, más de 380 Centros de Servicio Autorizado y más de 1.120 puntos de Venta de Repuestos, con presencia en más de 270 ciudades y municipios del país.

La División de Repuestos Auteco es el importador más grande de repuestos de motocicletas en nuestro país, con más de 45.000 referencias originales y especiales, y con puntos de venta a escala nacional.

Auteco es más que una ensambladora de motos, es un estilo de vida, es una marca cercana a los motociclistas; es una marca que está siempre dispuesta a responder a las necesidades y expectativas de sus clientes, contribuyendo al progreso económico, al mejoramiento de la calidad de vida y al cuidado del medio ambiente.

Es por esto que los atributos tecnológicos, técnicos y de diseño de cada uno de nuestros modelos responde a un estilo propio; atributos que se traducen en múltiples beneficios para nuestros usuarios como: economía familiar,

independencia en la movilidad, mejores posibilidades de trabajo y más tiempo para compartir en familia, porque en Auteco no ensamblamos motos, construimos máquinas para soñar.

La misión de Auteco consiste en servir con entusiasmo, excelencia y dinamismo, las necesidades y expectativas de nuestros clientes internos y externos, mejorando continuamente la tecnología y la calidad de nuestros productos y servicios en las áreas de fabricación y comercialización, de manera que respondan a las necesidades de transporte, recreación, diversión, equipos de trabajo, energía y suministros para terceros, y en las demás actividades a las cuales se diversifique.

Lo anterior, mediante la participación decidida y comprometida en la aventura empresarial y en el desarrollo de los mercados nacionales e internacionales por parte de nuestros trabajadores, accionistas, distribuidores y proveedores, con productos y servicios de alta calidad, competitivos y rentables.

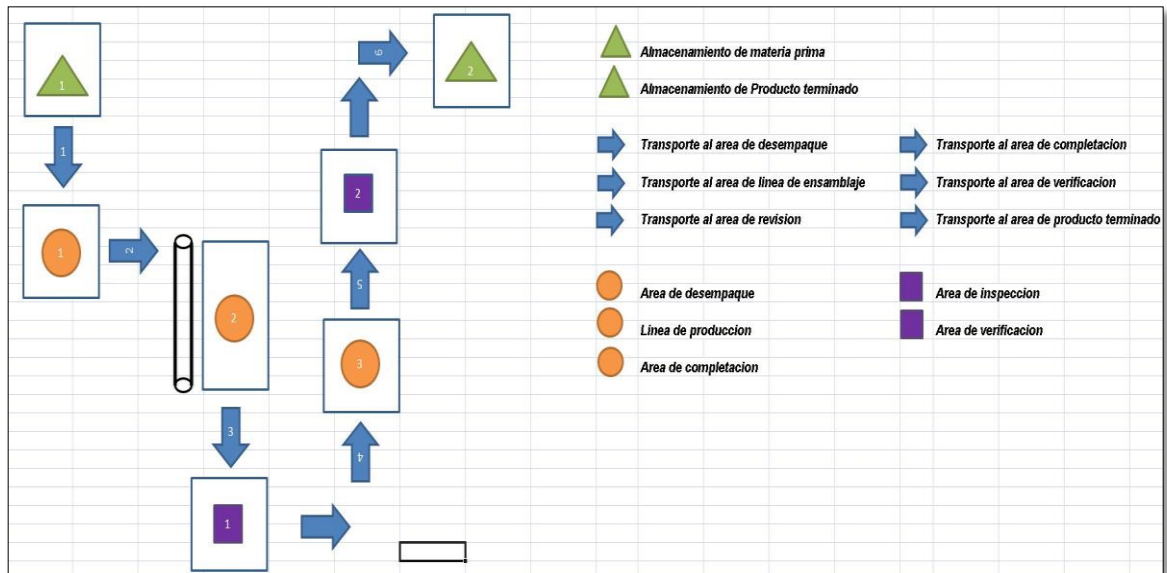
Todo ello dentro de una cultura profundamente humana, con valores, principios, actitudes y prácticas que satisfagan las necesidades de nuestros clientes y de nuestra gente, y que permitan a ésta, su felicidad y realización integral en sus dimensiones espirituales, intelectuales, emocionales y materiales, buscando contribuir, sin detrimento del medio ambiente, al progreso económico y social y al mejoramiento de la calidad de vida de la comunidad.

Auteco tiene como visión consolidarse como una empresa siempre próspera, reconocida por su liderazgo absoluto en los mercados en los que participa, sorprendiendo a sus consumidores con experiencias y soluciones de movilidad únicas e innovadoras, que brinda rentabilidad atractiva y sostenible a sus accionistas y socios comerciales, facilita el desarrollo integral y la felicidad de sus colaboradores y apoya la educación de los actores de la vía como parte de su proyección social, logrando así trascender en la sociedad. Extraído el 12 de Febrero de 2015, desde <http://www.auteco.com.co/content/nuestra-compa>.

El proceso comienza con el almacenamiento de toda la materia prima en la zona aduanera, continua cuando se lleva la materia prima al área de desempaque (almacén ckd), luego la materia prima es llevada en el proceso de abastecimiento a la línea de ensamble, para su transformación.

El flujo de las operaciones se muestra en el siguiente diagrama:

Figura 3. Diagrama de flujo línea de ensamble 1

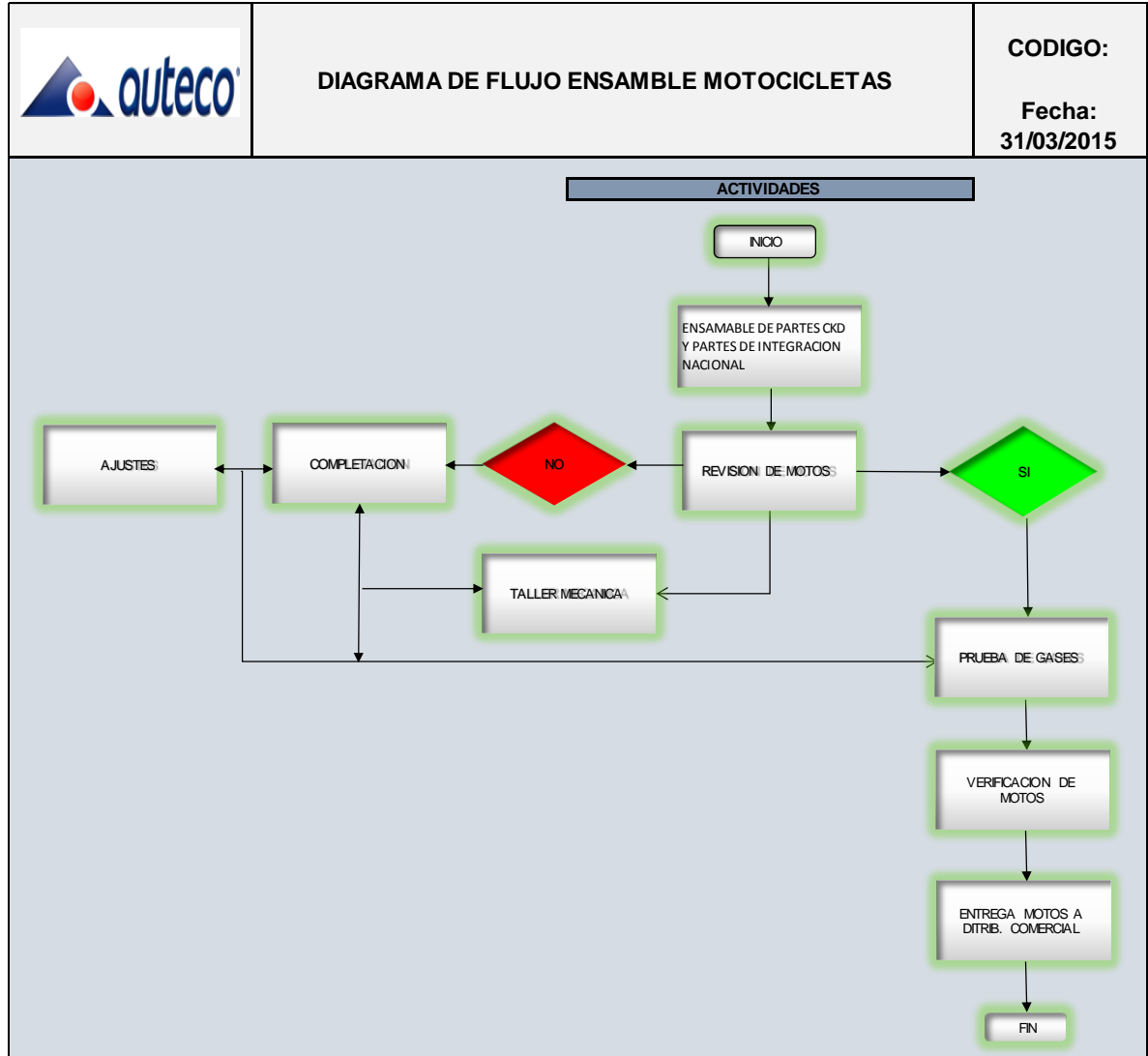


Elaboración propia

Cuando obtenemos el producto final de la línea de ensamble, la motocicleta es llevada al área de revisión donde se inspecciona el 100% de las unidades ensambladas para determinar si el producto es conforme o no. De esta revisión total se determina la si la motocicleta requiere algún reproceso o cumple con todos los estándares de calidad.

Después de esto la moto debe ser llevada al área de verificación final, donde se le dará una inspección detallada para llevar la motocicleta a la zona de producto terminado.

Figura 4. Diagrama de flujo ensamble de motocicletas línea 1.





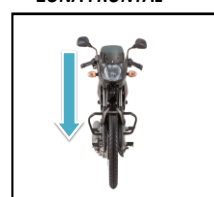

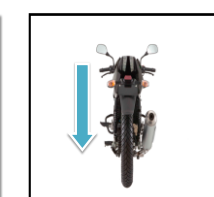




Elaboración propia

En este diagrama se describen todas las operaciones del proceso de ensamble. Si la motocicleta no tiene ningún defecto sigue su flujo normal de operaciones hasta llegar a distribución comercial, por el contrario, si presenta algún tipo de problema (Funcional o de apariencia), es llevada a diferentes áreas de reproceso tales como: retoques de apariencia física (Ajustes), reproceso de funcionalidad y defectos de ensamble (Taller mecánica y completación)

La revisión 100% del producto final es la que determina el estado de la motocicleta, plasmando los datos en unos formatos de lista de chequeo que nos ayudan a realizar un análisis de causas-efecto de los diferentes eventos y

asegurar que la motocicleta no presente ningún defecto y que esta sea apta para ser distribuida

Formato 1. Lista de chequeo revisión de motocicletas Línea 1. 06/02/2015

 LISTA DE REVISION GENERAL DE MOTOS										
PROCESO ENSAMBLE										
PARTE: Motocicleta ensamblada		MODELO:								
OPERACION: Revisión de Motocicleta		FECHA EDICION:								
Nro Motor:		RESPONSABLE (S):								
PROCESO SIGUIENTE: Prueba dinamica										
1 INICIO → 2 → 3 → 4 → 5 FIN → PRUEBA DINAMICA 5										
ZONA SUPERIOR		ZONA FRONTAL	ZONA LAT. IZQUIERDA	ZONA TRASERA						
										
										
1	Iniciar de adelante hacia atrás	1	Iniciar de arriba hacia abajo	1	Iniciar de la parte delantera hacia atrás	1	Inicial de arriba hacia abajo)	1	Inicia de atrás hacia adelante	
2	Confirmar numero de chasis y motor en la PDA	2	Revisar giro de horquilla libremente	2	Evaluar que no existan ausencias de componentes	2	Apariencia general	2	Evaluar que no tenga ausencia de componentes	
3	Revisar funcionamiento de llaves y switches	3	Revisar apariencia general de la zona delantera(Carenaje, faros, guardabarros delanteros)	3	Guiados de cables, ramal eléctrico,sensores(Que no estén pisados)	3	Alineación de guardabarros con respecto a la llanta trasera	3	Guiados de cables,ramal eléctrico,sensores(Que no estén pisados)	
4	Revisar funcionamiento de suspensión delantera	4	Revisar funcionamiento de llanta delantera(que no tenga sobresaltos,roses,juegos)	4	Señales de torques en tornillos de seguridad	4	Apoyarse en gama para revision especifica detallada	4	Señales de torques en tornillos de seguridad	
5	Revisar ajuste y apariencia de tacometro	5	Apoyarse en gama para revision especifica detallada	5	Apariencia general	5	Apariencia general	5	Apariencia general	
6	Revisar guiado de cables			6	Apoyarse en gama para revision especifica detallada			6	Encender motocicleta y confirmar sostenimiento y funcionamiento de motor(ruidos)	
7	Revisar ajuste de manubrio y componentes							7	Confirmar funcionamiento de Luces,direccionales, piloto,stop, testigos tacometro.	
8	Revisar apariencia general de tanque,tapa tanque,sillin parte superior							8	Apoyarse en gama para revision especifica detallada	
9	Apoyarse en gama para revision especifica detallada									
NOTA: LOS CRITERIOS DE APARIENCIA SE DEBEN REVISAR A UNA DISTANCIA MINIMA DE 50 cm -MAXIMA 70 cm Y APOYARSE EN LA PLANTILLA DE CONCENTRACION Y TAMAÑO DE DEFECTOS										
					Elabora:	Jonathan Ramirez		Firma:		
					Aprobación:	APROBACIONES				
No	FECHA	MODIFICACION /CAMBIO DE INGENIERIA Δ	No	Nombre:						
				Firma:						

Elaboración propia

En estas listas de chequeo se reportan todos los posibles defectos que pueden tener las motocicletas según los estándares de calidad establecidos por la empresa. Defectos que afecten la apariencia, funcionalidad, seguridad y reglamentación.

Todos los diferentes eventos que se presentan son analizados en una reunión diaria de aproximadamente 10-15 minutos donde se reúnen todas las áreas directamente involucradas con la productividad, eficiencia, calidad, mejoramiento continuo, ausentismo.

Esta reunión es llamada “reunión de respuesta rápida” (QRQC) liderada por producción con fines informativos de los problemas que interfirieron en las metas del día anterior. El objetivo es informar a cada área responsable de los eventos,


Dejar unos pendientes para que sean analizados y expuestos a través de un análisis de solución de problemas al día siguiente y hacerle seguimiento a través de un acta de pendientes

Formato.2.Acta de pendientes problemas.

ACTA DE PENDIENTES								
FECHA	MODELO	CANT.	CAUSA	PROCEDENCIA	CORRECCIÓN INMEDIATA	RESPONSABLE	PLAZO	ESTADO

Elaboración propia

Formato 3.Lista de chequeo Análisis y solución de problemas. 06/02/2015

		ANÁLISIS Y SOLUCIÓN DE PROBLEMAS					Reporte No: ASP-			
FECHA:		LÍNEA:			4. LISTA DE CHEQUEO					
PARTICIPANTES:					1. MÉTODO		SI	NO	ANOTACIONES, EVIDENCIAS	
					1 Existe estándar de trabajo?					
					2 Se respeta el estándar de trabajo?					
					3 El Plan de Control es adecuado?					
1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA					4 Es la primera vez que se presenta el defecto?					
PUESTO		MODELO			2. MÁQUINA/HERRAMENTAL/MEDIOS		SI	NO		
					5 La máquina o equipo está en buenas condiciones?					
					6 Los medios para realizar la operación son aptos?					
					7 Los medios de manejo son aptos?					
					8 Los medios de medición están debidamente calibrados?					
2. CONTRAMEDIDAS (CORRECCIÓN INMEDIATA)					3. MEDIDA		SI	NO		
					9 El equipo de precisión esta debidamente calibrado?					
					10 El equipo de precisión se encuentra en buen estado?					
					11 Se respeta el tiempo del proceso? mínimo tres días					
FECHA DE EJECUCIÓN:		RESPONSABLE (S):			4. MATERIA PRIMA		SI	NO		
3. CONTENCIÓN					12 La materia prima está según especificaciones?					
PROCEDENCIA	CANTID. TOTAL	CANTID. OK	CANTID. NO - OK	N/A	OBSERVACIÓN	13 Material dañado después de la recepción técnica?				
CKD						14 El material se encuentra almacenado correctamente?				
PINTURA						5. MANO DE OBRA		SI	NO	
ENSAMBLE						15 El operario está entrenado en el puesto de trabajo?				
DISTRIB. COME						16 El operario ya ha realizado la operación?				
FECHA DE EJECUCIÓN:		RESPONSABLE (S):			17 El operario conoce el funcionamiento del equipo?					

Elaboración propia

Formato 4. Cinco Porque Análisis y solución de problemas.

5. ANÁLISIS Y SOLUCIÓN DE PROBLEMAS												
SM	CAUSA PROBABLE	¿PORQUÉ?	¿PORQUÉ?	¿PORQUÉ?	¿PORQUÉ?	¿PORQUÉ?	¿PORQUÉ?	ACCIÓN CORRECTIVA	FECHA DE CIERRE	RESPONSABLE	4 Lotes efectividad OK/NOK	Transversalización a otros procesos y/o Modelos
1. MÉTODO												
2. MAQ./HERRAM./MEDIOS												
3. MEDIDA												
4. MATERIA PRIMA												
5. MANO DE OBRA												

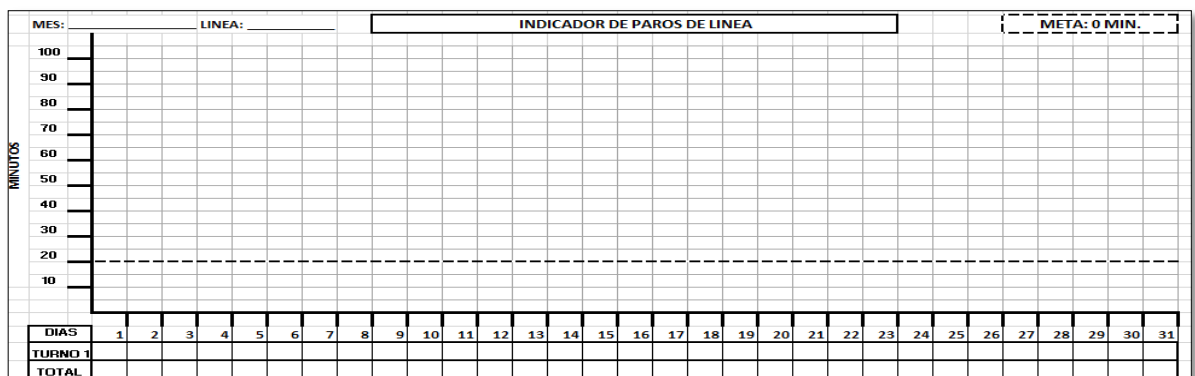
Elaboración propia

En esta reunión se analizan diferentes tipos de indicadores, tales como son: Indicador de calidad(cuántas motos tienen defecto de las producidas), indicador de cumplimiento(cuántas motos se produjeron del total de las programadas), indicador de material disponible para distribuir(cuántas de las ensambladas pudieron ser llevadas a distribución comercial), indicador de ausentismo(cuántas personas hay ausentes con respecto al total de personal en el proceso), indicador de paros de línea(cuántos minutos de paro tuvo la línea de producción).

El indicador de paros de línea es el que mide la eficiencia del proceso y es el que está directamente ligado al indicador de cumplimiento o productividad y por consiguiente al indicador de material disponible en distribución comercial.

Este indicador tiene una meta de "0" paros de línea, pues en el programa de producción no se con templan tiempos perdidos en la ineficiencia del proceso.

Formato 5. Indicador paros de línea.



Elaboración propia

4.2 MARCO TEORICO

En la línea de ensamble número 1 (uno) se tenían hasta el año pasado (2014) solo dos operarios en este puesto, pero debido a los paros de línea generados por la restricción del flujo de proceso ocasionado por la complejidad del mismo se tomó la decisión de incluir más personal para que la línea de ensamble tuviera el flujo de la cadencia de producción establecido.

Esto se hizo a través de un análisis de causas que se realizó ante el evento de paros de línea. Se concluyó que la posible causa es la deficiente definición del método de trabajo, pues la secuencia y distribución de las operaciones no permiten el flujo adecuado de la línea de ensamble.

Si bien las acciones correctivas no han sido implementadas, como acción de contención para no generar más paros de línea se tomó la decisión por parte de los líderes de incluir más personal en este puesto de trabajo (colocando cinco operarios) para apoyar las diferentes operaciones.

Para esta eventualidad se realizó un análisis de eficiencia del puesto de trabajo a través de la herramienta de valor agregado, que permite cuantificar que operaciones agregan valor a la transformación del producto y que operaciones son desperdicios.

Tabla 5. Análisis Valor Agregado.06/02/2015

ANALISIS DE VALOR AGREGADO												
Línea: 1	Puesto:6 DERECHO				Fecha:06/02/2015				Tiempo: 20 Minutos por obsevacion			
	1		2		3		4		5		TOTAL	
Ensamble o transformación	17	50%	13	42%	19	48%	27	51%	12	34%	88	
Manejo Herramienta	0	0%	0	0%	6	15%	6	11%	5	14%	17	
Manejo de partes(Trasporte)	2	6%	5	16%	12	30%	14	26%	1	3%	34	
Inspección	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	
Caminado (Procesos innecesario)	15	44%	12	39%	1	3%	6	11%	7	20%	41	
Espera	0	0%	1	3%	2	5%	0	0%	5	14%	8	
Reproceso	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	5	14%	5	
Otros(talento sub utilizado)	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	
TOTAL	34	100%	31	100%	40	100%	53	100%	35	100%	193	100%

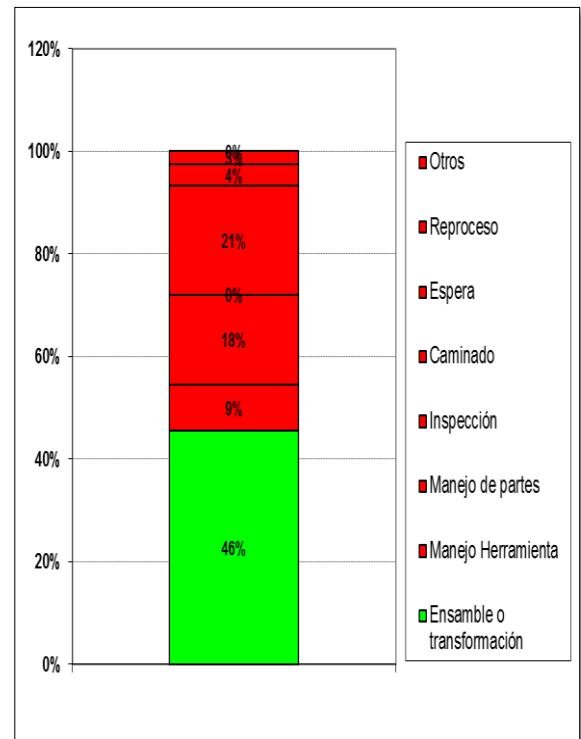
Elaboración propia

Se tomó un tiempo de 20 minutos a cada operario realizando las operaciones que le corresponden a cada uno; al final del tiempo tomado se cuantificaron las veces que se repetían los diferentes ítems de la tabla de valor agregado: transformación, manejo de herramienta, transporte, inspección, espera, entre otros. De esta manera se pudo identificar el porcentaje actual de eficiencia en el proceso y el porcentaje de los desperdicios del mismo. Se considera desperdicios en el proceso, todo aquello que no influye en la transformación del producto (solo agrega valor en la tabla lo resaltado en verde)

Después de hacer el análisis se obtuvo el resultado, que solo el 48% de las operaciones agregan valor al proceso de transformación

Gráfica 7. Análisis Valor Agregado

Ensamble o transformación	88	46%
Manejo Herramienta	17	9%
Manejo de partes	34	18%
Inspección	0	0%
Caminado	41	21%
Espera	8	4%
Reproceso	5	3%
Otros	0	0%
TOTAL	193	100%



Elaboración propia

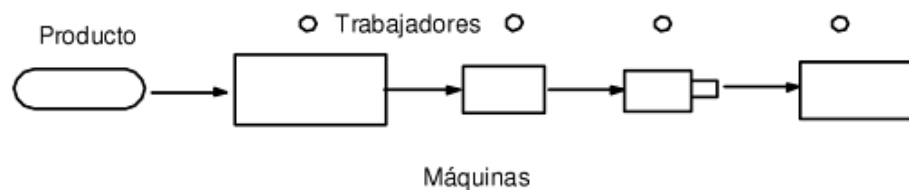
El 51% de las operaciones no agregan valor, es decir, se pierden en transportes innecesarios, manejo de partes y herramientas, reproceso, esperas, entre otros.

4.2.1 Distribución en planta. Esta consiste en la distribución física de los elementos industriales que participan en el proceso productivo de una empresa, tanto en la distribución del área, en la determinación de las figuras, formas relativas y ubicación de los distintos departamentos- (De la fuente, 2005).

Cuando se va a realizar una distribución es necesario determinar hacia que va estar basada. Según (De la fuente, 2005).

4.2.1.1 Distribución basada en el producto. Se utiliza en los procesos de producción en los cuales las máquinas y los servicios auxiliares se ubican unos a seguidos de otros para que de esta forma que los materiales fluyen directamente desde una estación de trabajo a la siguiente, de acuerdo con la secuencia de proceso del producto (En el mismo orden que marca la propia evolución del producto a lo largo de la cadena de producción.)

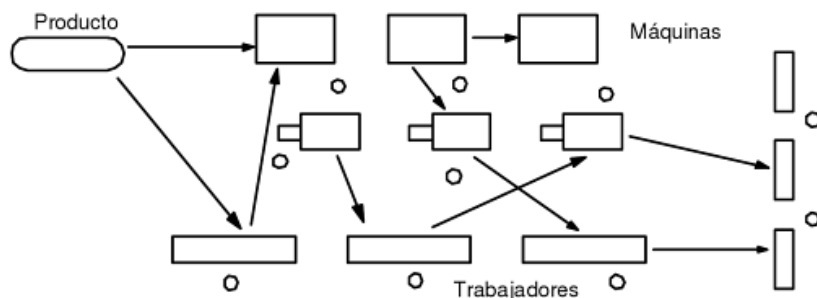
Figura 5. Distribución basada en producto



Tomado de: Gonzales, J. (2009)

4.2.1.2 Distribución basada en el proceso. Para este tipo de producción la maquinaria y los servicios se deben de agrupar según sus características funcionales. Esta distribución se emplea cuando hay un bajo volumen de producción en numerosos productos desiguales, igual cuando ocurren frecuentes cambios en la composición o cantidad a producir, o cuando ni la distribución de grupo o la de producto son factibles. Dos características que definen la distribución basada en el proceso son un pequeño volumen de producción y la necesidad de mano de obra competente.

Figura 6. Distribución basada en proceso.

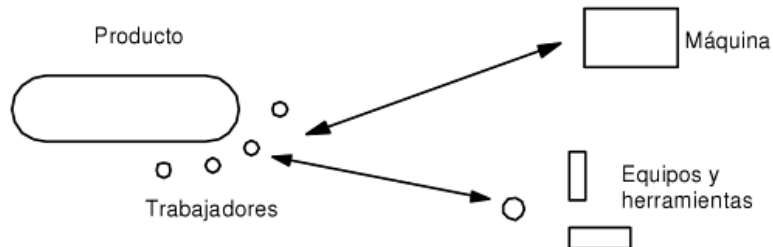


Tomado de: Gonzales, J. (2009)

4.2.1.3 Distribución de posición fija. Esta distribución de producto fijo o estático, como también es conocida, es usada cuando el producto es demasiado grande o pesado para moverlo a lo largo de las distintas fases del proceso. En este caso, en

lugar de mover el producto de una estación de trabajo a otra, lo que se hace es adaptar el proceso al producto.

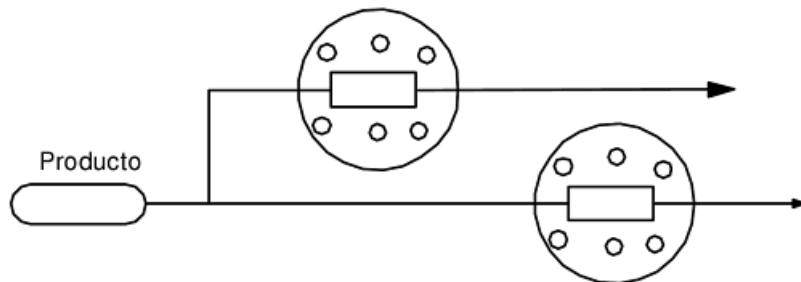
Figura 7. Distribución posición fija.



Tomado de: Gonzales, J. (2009)

4.2.1.4 Distribución por grupos de trabajo. Es utilizada cuando los volúmenes de producción para cada producto no son suficientes para justificar una distribución de producto, mientras que si son agrupados de forma coherente ciertos productos en familias, la distribución de producto puede ser adecuada para cada familia. De esta manera, cada grupo homogéneo de productos se destinará a un grupo o subdivisión de trabajo, que funcionará de forma autónoma de los demás y completará, total o de forma mayoritaria, el proceso

Figura.8. Distribución por grupos de trabajo.



Tomado de: Gonzales, J. (2009)

4.2.1.5 Distribución de proyecto singular. Se refiere al conjunto de actividades, en algunas oportunidades de carácter único, que tienen lugar como consecuencia de proyectos de alta envergadura. Para este tipo de distribución se desarrolla emplazando las estaciones de trabajo o centros de producción alrededor del producto en función de la secuencia adecuada del proceso. Se debe asegurar que las actividades desarrolladas se adaptan al proyecto en el momento y lugares precisos.

4.2.2 Factores que intervienen en la distribución. Según De la Fuente, D. (2005) pueden existir varios factores a considerar, con alguna influencia directa sobre la distribución en planta, que pueden hacer que esta aparezca como un problema que no puede solucionarse. En realidad la distribución en planta ni es extremadamente simple ni extremadamente complejo; tan solo precisa:

a) Un conocimiento ordenado de los elementos implicados y las consideraciones que les puede afectar.

b) Un conocimiento de los procedimientos y técnicas de cómo debe ser realizada a fin de integrar los elementos anteriores.

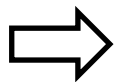
A continuación se mostrara como ciertos factores intervienen en la distribución: materiales, líneas de circulación, personas, maquinas, configuración del edificio, factor cambio, factor espera, etc.

4.2.2.1 Materiales y su proceso. En las empresas el objetivo primordial es transformar, tratar o montar el material de forma que se logre cambiar su forma o características a fin de obtener el producto acabado, la distribución de los elementos de producción dependerá necesariamente del producto que se desea elaborar y del material sobre el que se trabaja. Considerando lo anterior, un primer factor enormemente relevante, clave y primordial al momento de configurar el tipo de distribución, es el de los materiales en planta. Para representar el flujo de dichos procesos es muy usual implementar la simbología ASME. (De la Fuente, 2005).

Estos símbolos son utilizados para representar movimientos y ser utilizados en distintos tipos de diagramas. Según (Campos y López, 2003).



Operación: cambio de las características de un objeto, ensamblaje con otro, desmontaje o preparación para transporte, inspección o almacenamiento.



Transporte: movimiento de un objeto de un lugar a otro, sin que ello forme parte de una operación o inspección.



Inspección: examen de un objeto para comprobar su calidad y/o cantidad.



Almacenamiento: bajo condiciones controladas, de un objeto.



Demora: las circunstancias no permiten la realización del siguiente paso.

4.2.2.2 Las personas. Como un factor de producción el ser humano es mucho más flexible que cualquier material o máquina. Sin embargo, las personas deben ser tenidas tan en cuenta como el resto de los factores y quizás más. Las particularidades a las que se prestará atención, en lo que se refiere a las personas, a la hora de hacer una distribución, incluyen los siguientes aspectos: (De la Fuente, 2005).

- Necesidades de mano de obra directa e indirecta.
- Los aspectos de organización y psicología industrial.
- Riesgos físicos o químicos.

4.2.2.3 Las máquinas. Estas pueden afectar la distribución con los siguientes aspectos: según (Vallhonrat y Corominas, 1991).

- El número, tipo y características de las máquinas que necesita la empresa.
- El equilibrio y coordinación de las líneas de montaje y la asignación de máquinas a los operarios de forma que se eliminen cuellos de botella y se minimicen los tiempos muertos.

4.2.3 Principios de la distribución en planta. Para realizar una distribución hay que seguir unos principios los cuales contribuyen a diseñar la distribución de la planta a un mínimo costo. Según (Vauchn, 1988).

Diseñar el edificio una vez hecha la distribución en planta. La función del edificio es proteger los sistemas productivos. El objetivo de la distribución en planta es minimizar el costo de ordenación de las instalaciones productivas. Muchas de las distribuciones son solo una reordenación de instalaciones dentro de una planta ya existente. Cuando sucede este principio no tiene aplicación.

Comenzar con la distribución ideal. La primera fase de la disposición de una planta es la parcelación en áreas generales. Aquí y en la siguiente planificación de las instalaciones, lo mejor es empezar con la distribución ideal. Consideraciones

prácticas es muy probable que dicten cambios, pero el resultado debe de ser lo más aproximado posible a la disposición anterior que es teóricamente la mejor.

Iniciar con un diagrama de áreas generales y posteriormente descender hacia los detalles mínimos. Este procedimiento preferible hacer un dibujo de las distintas secciones y posteriormente seguir con la disposición de cada una de ellas de una manera general y después trabajar los detalles de la distribución en planta. Al trabajar en los detalles a veces puede ser beneficioso tratar cada centro de trabajo o cada máquina de una manera similar al del diagrama de cuerpo libre utilizado en estática

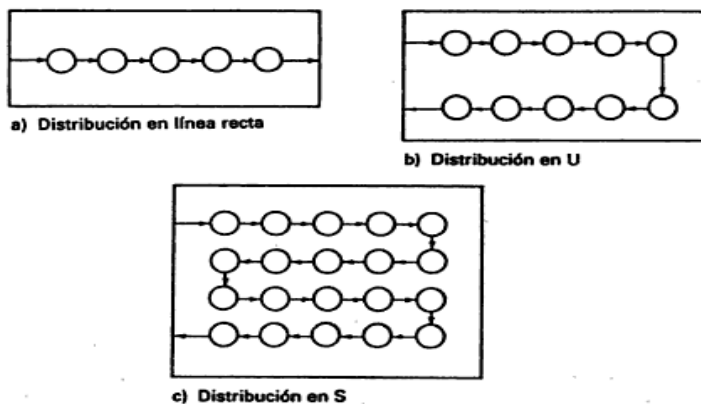
El diagrama de cuerpo libre (DCL). Se elabora el bosquejo de un cuerpo, aislado de otros, en el que se muestran todas las fuerzas externas que actúan. Según (Paz, 1992).

Conseguir otras opiniones. Es conveniente presentar las propuestas a los diferentes jefes de departamentos damnificados por los cambios ya que de esta manera pueden ser resueltas las diferentes inquietudes y así realizar las modificaciones necesarias mientras la distribución todavía está en la fase de diseño. Según (Paz, 1992).

El trabajo debe de fluir uniformemente desde la recepción hasta la expedición. En las disposiciones por proceso puede ser difícil evitar ocasionales retrocesos en el paso de un centro de trabajo al siguiente. Sin embargo, la distribución ideal ha de evitar al máximo estos movimientos de retroceso de los materiales. A continuación se mostrara tres tipos de flujos.

- a) En línea recta
- b) En forma de U
- c) En forma de S

Figura 9. Principios de distribución en planta



Tomado de: Vauchn, R. (1988)

4.2.4 Diseño de puesto de trabajo. Se entiende como diseño del puesto la elaboración material de un determinado puesto de trabajo. Es decir, el conjunto de actividades que se efectúan, entre la concepción de un puesto y su realización. Desde el punto de vista ergonómico, para desarrollo del diseño físico del puesto de trabajo se apoya en la adecuación del espacio físico de trabajo a los requerimientos cinético-operacionales de las personas que los ocupan. Para ello es preciso conocer las características antropométricas y biomecánicas de las personas, así como las características del espacio de trabajo en su aspecto físico, que incluye máquinas, planos de trabajo, herramientas, señales etc. (Krajewski y Ritzman, 2000).

El diseño del puesto de trabajo es un aspecto importante de la estrategia de operaciones de la empresa porque define el grado de flexibilidad necesario en la fuerza de trabajo. (Krajewski y Ritzman, 2000).

La realización de un diseño de un puesto de trabajo puede ayudar a mejorar la eficiencia mediante el estudio de los elementos de trabajo que se manejan en este, además de esto contribuye a mejorar la productividad, mejora la calidad del producto y acrecienta la satisfacción del trabajador

4.2.4.1 Método de análisis y evaluación ergonómica. Para el estudio de un puesto de trabajo se debe tener en cuenta el equipo, el mobiliario y otros instrumentos auxiliares de trabajo, así como su disposición y dimensiones del mismo. La disposición del puesto de trabajo depende de la amplitud del área donde se realiza el trabajo y del equipo disponible, por lo tanto, no pueden darse criterios específicos de evaluación para cada posibilidad. La clasificación del espacio de trabajo está en función de que las medidas o disposiciones técnicas

permitan una postura de trabajo apropiada y correcta, que no impida realizar movimientos y, en función de la evaluación general de la zona de trabajo. Esta evaluación general se complementa con el análisis de la actividad física, los movimientos y posturas de trabajo. (Krajewski y Ritzman, 2000).

En primer lugar, se valoran por observación los siguientes puntos. Según (Krajewski y Ritzman, 2000).

- Cuando los objetos que deben manejarse están situados de modo que el trabajador pueda mantener una postura de trabajo adecuada
- Si se mantiene la postura de forma correcta para satisfacer las demandas funcionales de la tarea (superficies de soporte: sillas, respaldo, apoyabrazos, superficie de la mesa, etc.).
- Cuando hay espacio suficiente para que el trabajador pueda realizar los movimientos que exija el trabajo y cambiar de posturas con facilidad.
- Si el trabajador puede ajustar las dimensiones del puesto de trabajo y adaptar el equipo que utiliza a sus necesidades.

Después, se debe de comparar la disposición del espacio de trabajo con las recomendaciones brindadas ya que es imposible hacer frente a todas las recomendaciones de forma simultánea, se debe evaluar el puesto de trabajo de forma global y deben hacerse arreglos, según los diferentes requerimientos.

Para terminar se miden los siguientes parámetros: El área de trabajo horizontal que contempla el área de trabajo habitual, el de actividades cortas y el de actividades que se repiten raramente. La altura de trabajo para las tareas que exijan precisión visual, las que exijan apoyo manual, las que exijan poder mover libremente las manos, el manejo de materiales pesados y el espacio para las piernas.

4.2.4.2 Enfermedades generadas por un mal puesto de trabajo. Para realizar un diseño de puesto de trabajo, es necesario tener en cuenta la ergonomía ya que por pequeños que sean los cambios ergonómicos que se realicen pueden mejorar o disminuir considerablemente la comodidad, la salud, la seguridad y la productividad del trabajador.

Dentro de las lesiones que puede generar un mal puesto de trabajo, se pueden citar las siguientes: Según (Mondelo, Gregori, Blasco y Barrau, 2001)

- Lesiones en la espalda.
- Lesiones o desordenes por trauma acumulativo.

- Aparición o agravación de una enfermedad profesional.
- Problemas de circulación en las piernas, entre otros.

Las principales causas de esos problemas son:

- Sillas mal diseñadas.
- Permanecer de pie durante mucho tiempo.
- Trabajar con las manos por encima de los hombros.
- Movimientos repetitivos en las labores diarias.
- Una iluminación insuficiente que obliga al trabajador a acercarse demasiado a las piezas o adoptar posturas nocivas.

Para el diseño del puesto de trabajo se tratan tres elementos diferentes que lo componen:

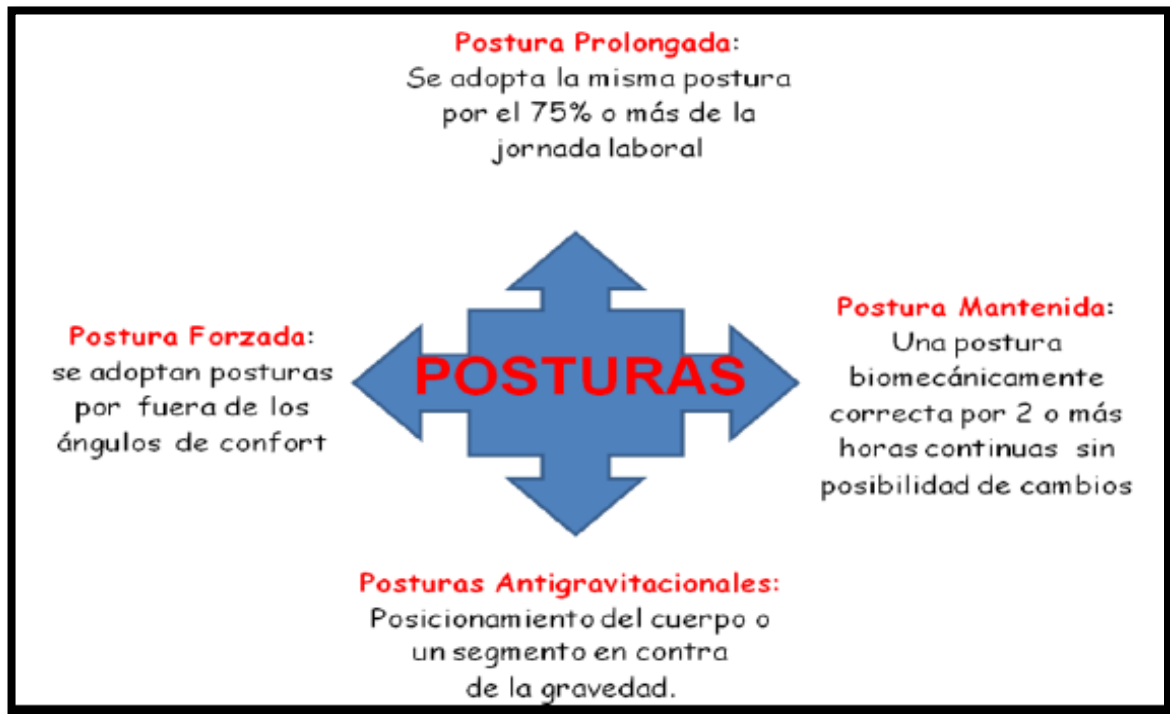
- Estación de trabajo: espacio físico en donde se ejecuta una actividad productiva.
- Posición de trabajo: es la postura que adopta el operario en la actividad, que puede ser de pie, sentado, cuclillas, rodillas, acostado y/o entre otros.
- Superficie de trabajo: espacio que está al alcance de las extremidades y permite la ejecución de la labor.

4.2.4.3 Factores de riesgo en el puesto de trabajo. Hay características del ambiente de trabajo que se asocian con lesiones, a esto se le llama factores de riesgo de trabajo e incluyen: según (Níebel, Freivalds, 2002)

- Características físicas de la tarea: son consideradas así aquellas interacciones primarias entre el trabajador y el ambiente laboral, como lo son: posturas, fuerza, repeticiones, velocidad/aceleración, duración, tiempo de recuperación, carga dinámica, vibración, entre otras.
- Características ambientales: se producen con la interacción primaria entre el trabajador y el ambiente laboral, entre estas tenemos: estrés por el calor, por el frío, vibración hacia el cuerpo, iluminación, ruido, entre otras.
- Postura: es la posición que el cuerpo adopta al desempeñar un trabajo. La postura agachada se asocia con un aumento en el riesgo de lesiones. Se considera que más de una articulación que se desvía de la posición neutral produce altos riesgos de lesiones.

Desde el punto de vista ergonómico se consideran cuatro tipos de posturas que pueden adoptar los trabajadores al desempeñar sus funciones

Figura 10. Factores de riesgo en puesto de trabajo



Tomado de: Escuela colombiana de ingeniería JULIO GARAVITO

4.2.4.4 Proceso de diseño. En cualquier entorno de trabajo, en el diseño de un puesto de trabajo no solo se procura mejorar la salud y bienestar de los trabajadores, sino también su productividad y la calidad de los productos.

4.2.4.5 Tipos de diseño antropométrico. El diseño dependerá de la población objetivo del mismo, siendo las posibilidades:

- Diseño para una persona específica.
- Diseño para el promedio.
- Diseño para un grupo de personas (extremos).
- Diseño para una población numerosa (ajustable).

Estas alternativas determinarán la fuente de las mediciones, la necesidad de elegir el manejo de tales dimensiones y finalmente los costos y la complejidad del diseño.

Diseño para una persona. Sería lo más recomendable, pero también lo más costoso, por lo cual se justifica solo en ocasiones muy especiales. En este caso se trabajaría con las dimensiones antropométricas del sujeto.

Diseño para el promedio. El promedio solamente se utiliza en contadas situaciones, cuando la precisión de la dimensión tiene poca importancia, no provoca dificultades o su frecuencia de uso es muy baja, si cualquier otra solución es muy costosa, o técnicamente muy compleja.

Diseño para los extremos. Se utiliza en el caso en el cual una dimensión relevante representa un límite para el diseño, los extremos se pueden tratar como el máximo y mínimo de la dimensión.

Diseño para un intervalo ajustable. El objetivo es determinar los límites de variación de una dimensión, para que se ajuste a una determinada proporción de la población usuaria. Se trata del diseño idóneo, porque cada usuario ajustará, según sus necesidades, las dimensiones, aunque se trata del más costoso por los mecanismos de ajuste que se requieren.

Dependiendo del tipo de diseño que se pretenda, dentro de las categorías anteriores, la información puede obtenerse:

- A partir de la medición directa de las dimensiones antropométricas relevantes del individuo, o grupo de individuos, para el cual se diseña el puesto de trabajo.
- A partir de la medición directa a una muestra representativa de la población objetivo.
- A partir de una base de datos de antropométricas.

4.2.4.6 Determinación de posición de trabajo. Con el fin de desarrollar un estudio de las relaciones dimensionales de un sistema, es necesario analizar los siguientes puntos:

- Métodos de trabajo (actuales o futuros).
- Las posturas, movimientos, su tiempo y su frecuencia.
- Las fuerzas que se deben aplicar.
- Importancia y frecuencia de atención y manipulación de los dispositivos informativos y controles.
- Regímenes de trabajo y descanso, sus tiempos y horarios.
- Carga mental que exige el puesto.
- Riesgos efectivos y potenciales implicados en el puesto.
- Ropas, herramientas y equipos de uso personal.
- Ambiente visual, acústico, térmico, etc., del entorno.
- Otras características específicas del puesto.

4.2.4.7 Puesto de trabajo posición de pie. En la medida que sea posible se debe evitar permanecer de pie trabajando durante largos períodos de tiempo. Esta posición puede provocar dolores de espalda, inflamación de las piernas, problemas de circulación sanguínea, lesiones en los pies y cansancio muscular. A continuación figuran algunas directrices que se deben seguir si no se puede evitar el trabajo de pie: según (Meyers y Stephens, 2006).

- Facilitar al trabajador un asiento o taburete para que pueda sentarse a intervalos periódicos.
- Los trabajadores deben poder trabajar con los brazos a lo largo del cuerpo y sin tener que flexionarse ni girar la espalda excesivamente.
- La superficie de trabajo debe ser ajustable a las distintas alturas de los trabajadores y las distintas tareas que deban realizar.
- Si la superficie de trabajo no es ajustable, hay que facilitar un pedestal para elevar la superficie de trabajo a los trabajadores más altos. A los más bajos, se les debe facilitar una plataforma para elevar su altura de trabajo.
- El piso debe estar limpio, liso y no ser resbaladizo.
- Los trabajadores deben llevar zapatos cómodos y tacón bajo cuando trabajen de pie.
- Debe haber espacio suficiente para las rodillas a fin de que el trabajador pueda cambiar de postura mientras trabaja.
- El trabajador no debe tener que estirarse para realizar sus tareas.

Para determinar la altura adecuada de la superficie de trabajo, se debe tener en cuenta los siguientes factores

- La altura de los codos del trabajador.
- El tipo de trabajo que habrá de desarrollar.
- El tamaño del producto con el que se trabajará.
- Las herramientas y el equipo que se utilizarán.

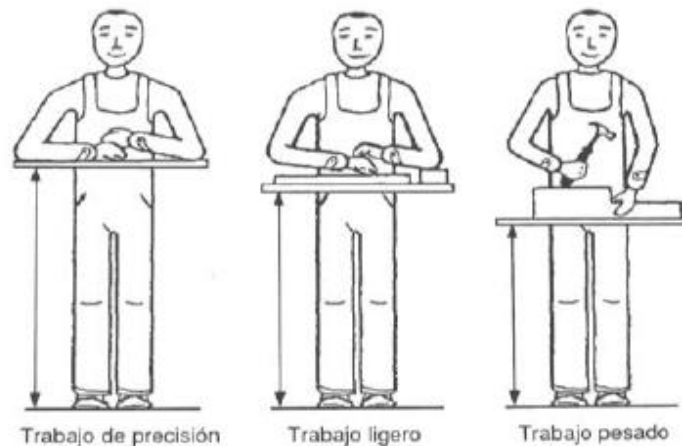
Para que el cuerpo adopte una buena posición cuando se trabaje de pie, es necesario seguir las siguientes normas. Según (Meyers y Stephens, 2006).

- Estar frente al producto o la máquina.
- Mantener el cuerpo próximo al producto de la máquina.
- Mover los pies para orientarse en otra dirección en lugar de girar la espalda o los hombros.

La altura óptima de la superficie de trabajo depende naturaleza del trabajo. Para trabajo de precisión, la altura de la superficie de trabajo debe ser de 0 a 10 cm. por encima del codo, lo cual sirve de soporte reduciendo las cargas estáticas en los hombros.

Para trabajo ligero, la altura de la superficie de trabajo debe de ser de 0 a 10 cm. por abajo del codo para materiales y herramientas pequeñas. Para trabajo pesado, la altura de la superficie de trabajo debe ser de 10 a 20 cm. abajo del codo para permitir un buen trabajo muscular de la extremidad superior.

Figura 11. Posición de pie



Tomado de: Diseño antropométrico de puestos de trabajo rotocolo (Escuela colombiana de ingeniería)

4.2.4.8 Puesto de trabajo posición sentada. Esta postura es la posición de trabajo más confortable, ya que disminuye la fatiga corporal, el gasto de energía e incrementa la estabilidad y la precisión en las acciones desarrolladas. Sin embargo, esta postura también puede resultar perjudicial para la salud si no se tienen en cuenta los elementos que intervienen en la realización del trabajo, principalmente, la silla y la mesa o el plano de trabajo y si no se dispone de la posibilidad de cambiar de posición de vez en cuando.

Las consecuencias de mantener una postura de trabajo sentada inadecuada son: molestias cervicales, abdominales, trastornos en la zona lumbar de la espalda y alteraciones del sistema circulatorio y nervioso que afectan, principalmente, a las piernas. Tanto en actividades del sector servicios como en el industrial muchas personas realizan su trabajo sentadas, por lo que es conveniente considerar los principales requisitos ergonómicos que deben reunir el asiento y el plano de trabajo, con el fin de lograr posturas confortables durante periodos de tiempo más o menos prolongados.

Normas básicas para el diseño de puestos en posición sentado. Según (Mondelo et al, 2001)

- La altura del asiento debe ser regulable (adaptable a las distintas tipologías físicas de las personas). Lo ideal es que le permite a la persona sentarse con los pies planos sobre el suelo y los muslos en posición horizontal con respecto al cuerpo o formando un ángulo entre 90 y 110 grados.
- La altura correcta del asiento es muy importante, ya que si ésta es excesiva se produce una compresión en la cara inferior de los muslos; si el asiento es demasiado bajo, el área de contacto se reduce exclusivamente al glúteo (las piernas quedan dobladas hacia arriba cerrando el ángulo formado por los muslos y el cuerpo) provocando compresión vascular y nerviosa.
- El espaldar de la silla debe ser regulable en altura y ángulo de inclinación (adaptable a las distintas tipologías físicas de las personas). La función del espaldar es facilitar soporte a la región lumbar de la espalda, por lo que debe disponer de un acolchado que ayude a mantener la curvatura de la columna vertebral en esta zona. El respaldo conviene que llegue, como mínimo, hasta la parte media de la espalda, debajo de los omoplatos y no debe ser demasiado ancho en su parte superior para no restar movilidad a los brazos.
- Las sillas deben ser estables; su base de apoyo estará formada por cinco patas con ruedas. Es importante que las sillas puedan girar y desplazarse, de modo que se pueda acceder con facilidad a los elementos cercanos a la mesa de trabajo y se eviten los esfuerzos innecesarios.
- El material de revestimiento del asiento de la silla es recomendable que sea de tejido transpirable y flexible y que tenga un acolchamiento de 20mm de espesor, como mínimo. El material de la tapicería y el del revestimiento interior tienen que permitir una buena disipación de la humedad y del calor. Así mismo, conviene evitar los materiales deslizantes.
- Los mandos que regulan las dimensiones de la silla se deben poder manipular de forma fácil y segura mientras la persona está sentada en ella.
- Los apoyabrazos son recomendables para dar apoyo y descanso a los hombros y a los brazos, aunque su función principal es facilitar los cambios de posturas y las acciones de sentarse y levantarse de la silla.
- El asiento de la silla debe tener una superficie casi plana y el borde delantero redondeado para evitar la compresión en la parte inferior de los muslos.
- Mantener una correcta posición de trabajo que permita que el tronco esté erguido frente al plano de trabajo y lo más cerca posible del mismo,

manteniendo un ángulo de codos y de rodillas de alrededor de los 90 grados. La cabeza y el cuello deben estar lo más rectos posible.

- El uso de apoyapiés permite el ajuste correcto de silla-mesa cuando la altura de la silla no es regulable.
- El plano de trabajo debe situarse teniendo en cuenta las características de la tarea y a las medidas antropométricas de las personas. La altura de la superficie de trabajo debe estar relacionada con la altura del asiento, el espesor de la superficie de trabajo y el grosor del muslo.

Para determinar el asiento. Lo más importante a considerar es que la gente es diferente, entre otras cosas por tanto se requiere realizar un estudio antropométrico de las personas en:

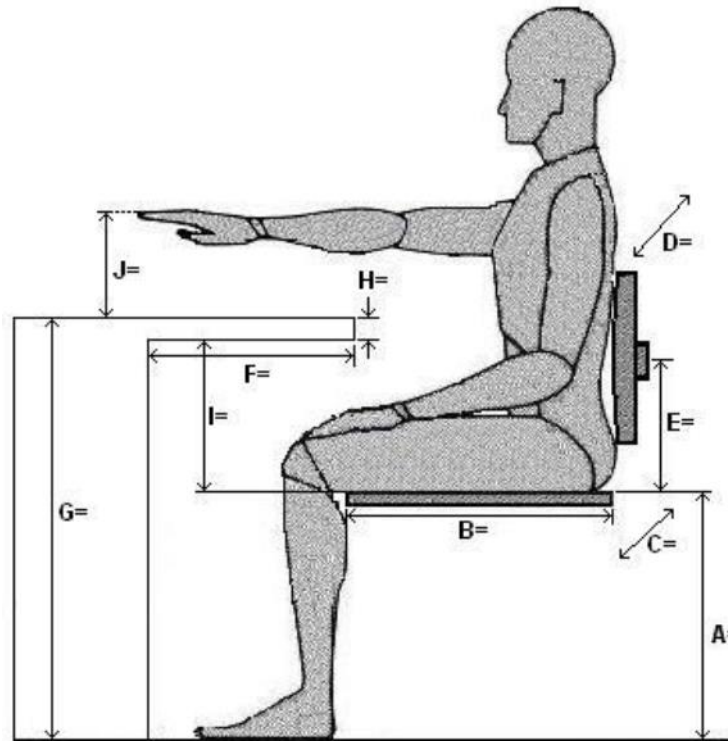
- Altura.
- Sexo.
- Edad.
- Habilidad.
- Peso

4.2.4.9 Relación dimensión del puesto de trabajo y dimensión humana. A continuación se presenta una serie de recomendaciones para establecer las dimensiones de los puestos de trabajo, dependiendo del tipo de diseño que se efectúa. (Mondelo y Gregori, 2010).

DIMENSION	Para diseño individual hacer coincidir con:	Para grupo o población hacer coincidir con:
Altura máxima dispositivo de visualización-suelo.	Altura ojos-suelo	Mínimo, pero promedio si hay mucha dispersión
Altura asiento-suelo	Altura poplítea + holgura	Mínimo o ajuste con apoyapies + holgura
Ancho asiento	Ancho caderas sentado	Máximo
Profundidad asiento	Distancia sacro-poplítea + holgura	Mínimo + holgura
Altura apoyo brazos-asiento	Altura codos-asiento	Promedio o mínimo
Altura máxima Asiento-borde superior del respaldo	Altura subescapular	Mínimo
Altura mínima Asiento- borde inferior del respaldo	Altura iliocrestal	Máximo
Separación entre apoyabrazos	Distancia codo-codo o ancho caderas sentado	Máximo
Altura superior del plano de trabajo	Altura codo-suelo (depende de la actividad)	Mínimo
Altura inferior del plano de trabajo	Altura muslo-suelo + holgura	Máximo + holgura
Distancia máxima sobre el plano de trabajo	Alcance máximo del brazo hacia adelante	Mínimo
Distancia mínima sobre el plano de trabajo	Alcance mínimo del brazo hacia adelante	Máximo
Profundidad bajo la superficie inferior plano de trabajo	Distancia sacro-rótula + holgura	Máximo + holgura

Tablas para el análisis del puesto de trabajo.

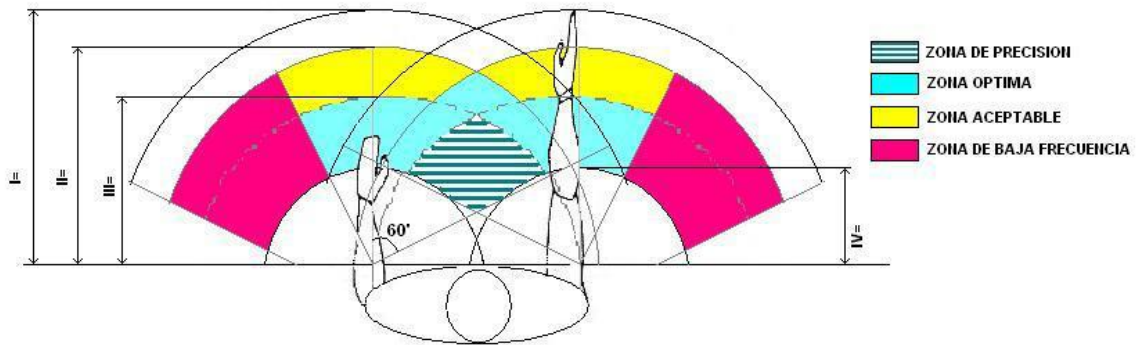
Figura 12. Posición de sentado



ALGUNAS MEDIDAS PARA UN PUESTO DE TRABAJO EN POSICIÓN SENTADO			
A	ALTURA DEL ASIENTO	F	ESPACIO PARA LAS PIERNAS
B	PROFUNDIDAD DEL ASIENTO	G	ALTURA DE LA SUPERFICIE DE TRABAJO
C	ANCHO DEL ASIENTO	H	GROSOR DE LA SUPERFICIE DE TRABAJO
D	ANCHO DEL RESPALDO	I	ESPACIO PARA LOS MUSLOS
E	ALTURA DEL SOPORTE LUMBAR	J	ALTURA MÁXIMA PARA CONTROLES DE USO FRECUENTE

Tomado de: Escuela colombiana de ingeniería JULIO GARAVITO

Figura.13.zonas de alcance

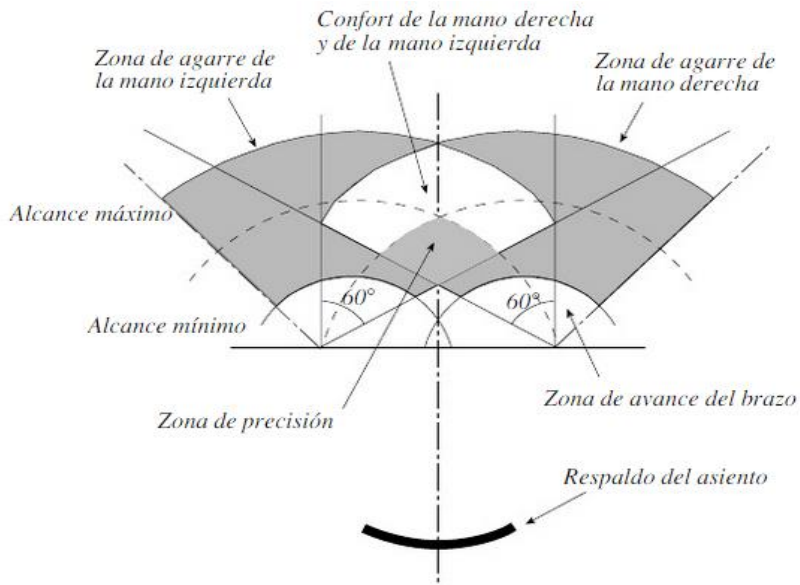


Tomado de: Escuela colombiana de ingeniería JULIO GARAVITO

ÁREA DE TRABAJO

- I ALCANCE MÁXIMO
- II ALCANCE MÁXIMO DE AGARRE
- III ALCANCE MÍNIMO
- IV ALCANCE NORMAL

En la siguiente figura se muestra las áreas de actividad en un plano horizontal suponiendo que el sujeto permanece con su tronco vertical. Como se puede observar, se realiza un análisis de la superficie de trabajo que es activada con las manos. (Mondelo y Gregori, 2010)



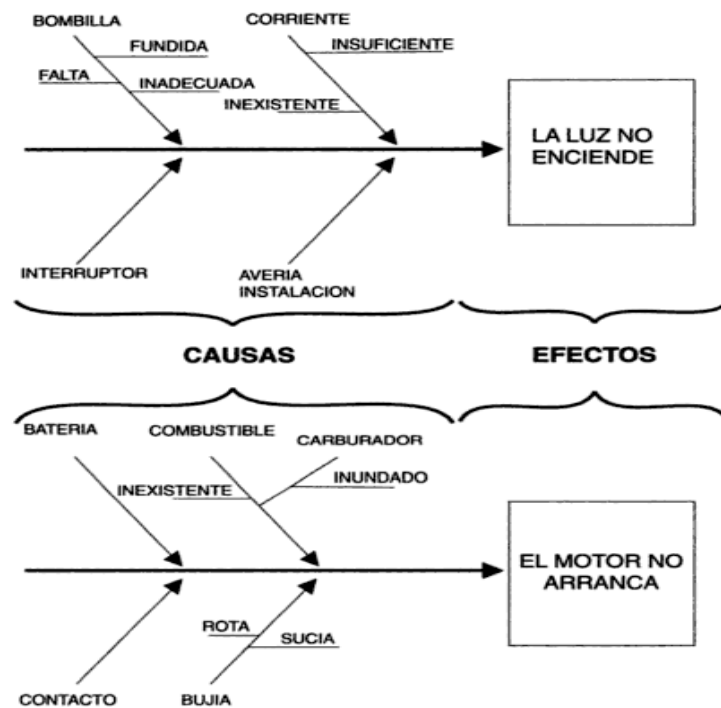
Tomado de: Escuela colombiana de ingeniería JULIO GARAVITO

4.2.5 Diagrama de causa y efecto. El diagrama de causa - efecto que muestra las relaciones entre una característica y sus factores y causas. Este diagrama es la representación gráfica de todas las posibles causas de un fenómeno. Todo tipo de problema, como el funcionamiento de un motor o una bombilla que no enciende, puede enfocarse con este tipo de análisis. Generalmente el diagrama asume la forma de espina de pez, de donde toma el nombre alternativo de diagrama de espina de pescado.

Una vez elaborado el diagrama de causa – efecto presenta de forma ordenada y completa todas las causas que pueden determinar cierto problema y constituye una utilísima base de trabajo para poner en marcha la búsqueda de sus verdaderas causas, es decir, el auténtico análisis causa – efecto. (Galgano, 1995).

El análisis de este, en su significado más completo, es el proceso que parte de la definición precisa del efecto que deseamos estudiar y a través de la fotografía de la situación, obtenida mediante la construcción del diagrama ya que permite efectuar un análisis de las causas que influyen sobre el efecto estudiado. (Galgano, 1995).

Figura.14. Diagrama de causa -efecto



Tomado de: Galgano, A. (1995)

El análisis causa – efecto puede así dividirse en tres grandes faces: Según (Galgano, 1995).

- Definición del efecto que se desea estudiar.
- Construcción del diagrama causa – efecto.
- Análisis causa – efecto del diagrama construido.

4.2.5.1 Construcción de un diagrama causa – efecto. Para la construcción de este diagrama es recomendable seguir una serie de pasos. Según (Kume, 1985).

Paso 1: Describa el efecto o atributo de calidad.

Paso 2: Escoja una característica de calidad y escríbala en el lado derecho de una hoja de papel, dibuje de izquierda a derecha la línea de la espina dorsal y encierre la característica en un cuadrado. En seguida, escriba las causas primarias que afectan a la característica de calidad en forma de grandes huesos, encerrados también en cuadrados.

Paso 3: Escriba las causas (causas secundarias) que afectan a los grandes huesos (causas primarias) como huesos medianos, y escriba las causas (causas terciarias) que afectan a los huesos medianos como huesos pequeños.

Paso 4: asigne la importancia de cada factor y marque los factores particularmente importantes que parecen tener un efecto significativo sobre la característica de calidad.

Paso 5: Registre cualquier información que pueda ser de utilidad.

4.2.6 Diagrama de recorrido. Para la elaboración del diagrama de recorrido, es necesario identificar por parte del analista de métodos y movimientos, cada actividad por símbolos y números que correspondan a los que aparecen en el diagrama de flujo de proceso. El sentido del flujo se indica colocando periódicamente pequeñas flechas a lo largo de las líneas de recorrido. Si se quiere mostrar el recorrido de más de una pieza puede emplearse un color diferente para cada una. La representación gráfica (diagrama de recorrido), junto con el diagrama de flujo del proceso, puede lograr ahorros importantes a través de la mejora de métodos de producción en una empresa. (Duran, 2010)

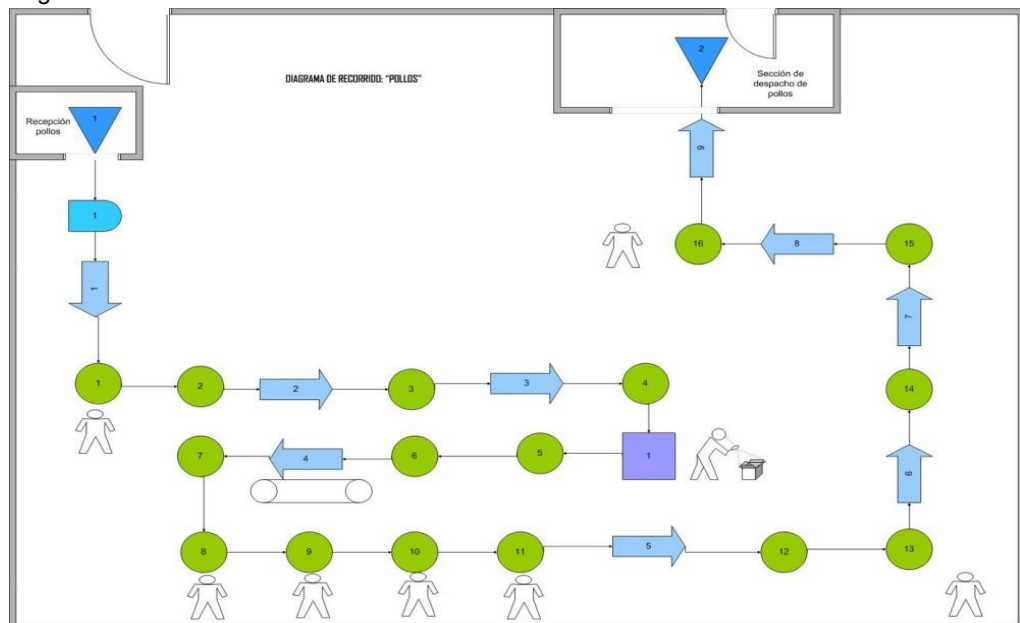
Cabe indicar que en este diagrama se pueden hacer dos tipos de análisis:

- El primero, de seguimiento al hombre, donde se analizan los movimientos y las actividades de la persona que efectúa la operación.
- El segundo, de seguimiento a la pieza, el cual analiza las mecanizaciones, los movimientos y las transformaciones que sufre la materia prima.

Pasos para la elaboración del diagrama de recorrido. Según. (Muther, 1981).

- Para efectuar la distribución propuesta deben prepararse plantillas de dibujo de todas las máquinas o equipos.
- Se debe identificar cada fase del proceso.
- Elabora un plano a escala donde se muestre toda el área o los departamentos por donde va a transcurrir el producto dentro de la planta.
- Localizar las actividades en los puntos donde se efectúan, utilizando la simbología conocida.
- Indicar el flujo o la trayectoria que sigue la base del cursograma correspondiente, indicando con una flecha el sentido de la trayectoria.
- Medir y anotar las distancias que se tienen que recorrer.

Figura 15. Diagrama de recorrido



Tomado de: Kume, H. (1985).

4.2.7 Diagrama de Pareto. También se le conoce como regla 80-20, sostiene que el 80% de la actividad es causada por el 20% de los factores. Y con solo concentrarse en el 20% de los factores (los pocos factores vitales), los gerentes pueden atacar el 80% de los problemas de calidad. (Krajewski y Ritzman, 2000).

En esta grafica los factores se representan a lo largo del eje horizontal, en orden decreciente de frecuencia. En la gráfica se pueden encontrar dos ejes verticales, uno a la izquierda el cual ilustra la frecuencia (igual que un histograma) y el otro a la derecha que muestra el porcentaje acumulativo de esa frecuencia. La curva de frecuencia acumulativa identifica los pocos factores vitales que requieren la atención inmediata de la gerencia.

Las principales Características del diagrama, es que permite priorizar identificando los elementos que más peso o importancia tienen dentro de un grupo así mismo unificando criterios que enfocan y dirigen el esfuerzo de los componentes del grupo de trabajo hacia un objetivo prioritario común. Su utilización brinda fuerza al grupo de trabajo a tomar decisiones basadas en datos y hechos objetivos y no en ideas subjetivas.

5. DISEÑO METODOLOGICO

Este trabajo se estructura contextualmente a través los siguientes métodos:

La observación. Por medio de esta se identifican los factores de riesgo, problemáticas, anomalías, alternativas de cambio y diversas variables que afectan de forma directa en indirecta el proceso de ensamble (puesto sub ensamble de carenaje), ocasionando una disfunción en el desarrollo normal de las actividades.

La inducción. El razonamiento inductivo permite llegar a conclusiones que surgen de la observación directa de eventos y sucesos que ocurren en el proceso de ensamble (puesto sub ensamble de carenaje); debido a su origen, frecuencia y relación se presentan teorías y proyecciones de mejora.

El análisis. El estudio, examen y correlación de la información obtenida por diversos medios y herramientas, conllevan a una serie de conclusiones de tipo contextual que permiten obtener respuestas y soluciones a problemáticas relacionadas con el proceso de ensamble (puesto sub ensamble de carenaje) en AUTEKO S.A.S.

La Síntesis. A partir de datos dispersos se crean conjuntos o grupos de información que permiten llegar a conclusiones y teorías de aplicabilidad administrativa u operativa en el área de ensamble (puesto sub ensamble de carenaje).

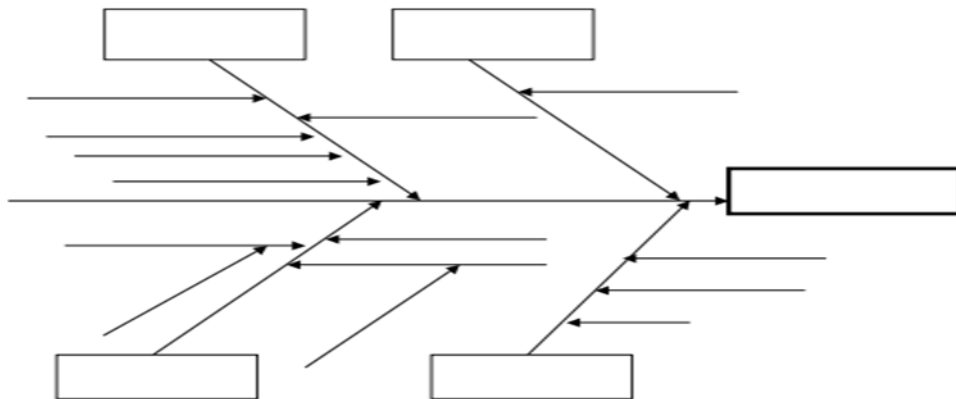
El presente trabajo tiene una orientación de tipo descriptivo, ya que identifica de forma clara la realidad actual de la empresa AUTEKO S.A.S con respecto a las condiciones que se viven en los lugares de trabajo. A través de la recopilación de datos y el análisis de la información se presentan las alternativas de mejora y cambio para el proceso de línea de ensamble (puesto sub ensamble de carenaje), proponiendo como meta principal la optimización de los recursos operacionales y el incremento en los niveles de eficiencia.

El tipo de investigación será mixto obteniendo información del proceso de forma cuantitativa y cualitativa

Etapa 1. Evaluar las condiciones actuales de trabajo del área de “Ensamble” (Puesto 6 derecho de línea 1), a través de análisis de causa-efecto, diagrama de Pareto.

Formato 6. Diagrama causa-efecto.

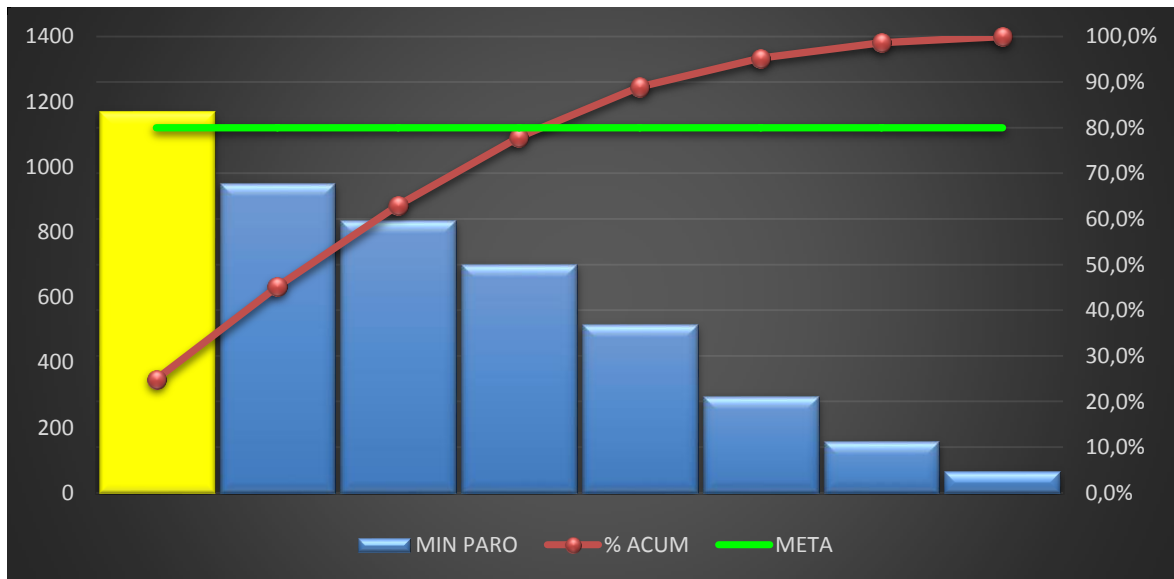
DIAGRAMA CAUSA-EFECTO



Elaboración propia.

Este diagrama causa-efecto permite encontrar la causa raíz del problema de paros de línea e ineficiencia del proceso y poder eliminarla desarrollando acciones correctivas que se puedan implantar en el proceso de línea de ensamble (sub ensamble de carenaje).

Gráfica 8. Análisis de Pareto



Elaboración propia.

El diagrama de Pareto permite recopilar la información más influyente para los problemas detectados en la línea de ensamble agrupándolos de mayor y menor y realizar un análisis de datos. El dato de mayor relevancia es el dato mitigar.

Etapa 2. Realizar la toma de medidas de toda el área de "Sub ensamble" (Puesto 6 derecho de línea 1) con sus respectivos elementos y distancias entre cada uno de estos, para esto se utilizara un formato que nos permita registrar la información

Formato 7. Formato para registro de medidas.

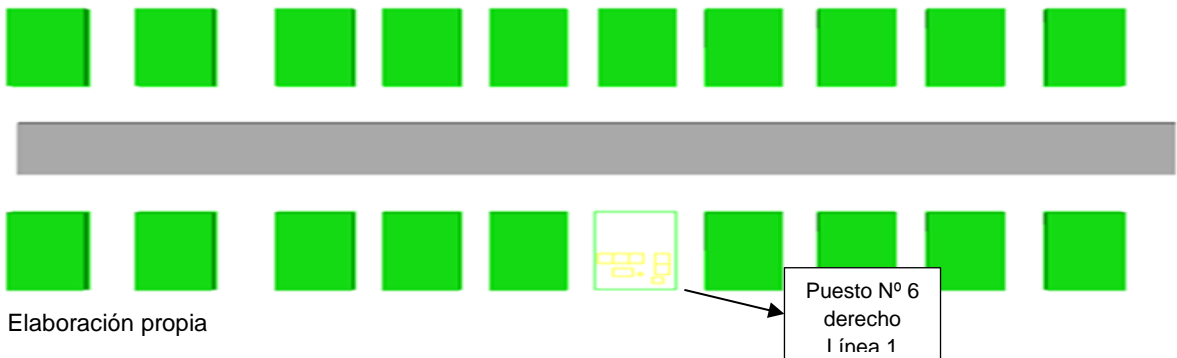
Nombre del proceso: _____		Área total: _____
Nombre del elemento: 1 _____ 2 _____ 3 _____ 4 _____ 5 _____ 6 _____ 7 _____ 8 _____	Medidas: _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____	

Elaboración propia.

La toma de medidas es fundamental para saber qué espacio se utiliza y a través de un análisis poder optimizarlo teniendo en cuenta desplazamientos, cantidad de medios, medida de medios, cantidad de operarios en el puesto de trabajo, ubicación de medios y distribución de la zona, entre otras.

Etapa 3. Modelación del área de “Ensamble” (Puesto 6 derecho de línea 1) en AutoCAD con el fin de realizar la distribución de este proceso.

Modelación AutoCAD 1: Área de ensamble













Elaboración propia

Etapa 4. Toma de tiempo diagrama de flujo de actividades.

Se determinan los diferentes recorridos que deben realizar al operario dentro del área, se procede a registrar el tiempo que toma cada operación y así plasmarlos posteriormente en un diagrama de flujo. Esto aportaría información necesaria para realizar una distribución óptima.

Formato 8: Diagrama de flujo de proceso

Diagrama de flujo de proceso									
Objetivo del diagrama:						No. Del diagrama: 1			
Parte:									
El diagrama inicia en:									
El diagrama termina en:									
Elaborado por:						Fecha:			
No	Descripcion	Actividad					T(min)	Distancia	Observaciones
									
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
Total									


-  Operación
-  Transporte
-  Inspeccion
-  Inspección y operación
-  Demora

Elaboración propia.

Etapa 5. Diseño puesto de trabajo en evaluación de posicionamiento en las operaciones.

Se realiza una evaluación de condiciones actuales del puesto de trabajo analizando los factores de riesgo que pueden existir en el posicionamiento al realizar las diferentes operaciones.

Formato 9: Evaluación ergonómica puesto de trabajo

	FORMATO DE INSPECCIÓN		Fecha de Inspección:
	EVALUACIÓN ERGONOMICAL DE PUESTOS DE TRABAJO		PROCESO:
<i>Aspectos Generales</i>			
Nombre del trabajador:		C.I.:	
Departamento o Área:	Edad:	Sexo F <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	Nº de trabajadores en este puesto:
Denominación del puesto/ Ubicación dentro de la planta :			
Actividades y tareas realizadas:			
Materiales, equipos o herramientas empleadas para desarrollar el trabajo:			
Procesos peligrosos identificados:			
Equipo de protección personal utilizado por el trabajador durante la inspección:			
Nombre del médico evaluador y/o inspectores de seguridad	C.I.	Firma	
<i>Exposición a factores de riesgo</i>			

Formato 9: Continuación - Evaluación ergonómica puesto de trabajo

Químicos		Mecánicos	
<input type="text"/>	Gases	<input type="text"/>	Golpeado contra / por
<input type="text"/>	Polvos	<input type="text"/>	Caídas de objetos
<input type="text"/>	Humos	<input type="text"/>	Pisadas sobre
<input type="text"/>	Vapores	<input type="text"/>	Caídas a distinto nivel
<input type="text"/>	Líquidos	<input type="text"/>	Caídas al mismo nivel
Físicos		<input type="text"/>	Atrapado en, debajo, entre o por
<input type="text"/>	Ruido	<input type="text"/>	Contacto con objetos filosos, cortantes
<input type="text"/>	Vibración	Disergonómicos	
<input type="text"/>	Iluminación	<input type="text"/>	Fatiga física por posturas disergonómicas
<input type="text"/>	Temperatura	<input type="text"/>	Movimientos repetitivos
<input type="text"/>	Radiaciones no ionizantes	<input type="text"/>	Levantamiento de carga
<input type="text"/>	Radiaciones ionizantes	<input type="text"/>	Diseños de puesto de trabajo
Biológicos		<input type="text"/>	Posición permanentemente de pie
<input type="text"/>	Bacterias	<input type="text"/>	Posición permanentemente de sentada
<input type="text"/>	Hongos	<input type="text"/>	Esfuerzo visual
<input type="text"/>	Virus	Psico-sociales	
<input type="text"/>	Parásitos	<input type="text"/>	Monotonía
<input type="text"/>	Contacto con fluidos corporales	<input type="text"/>	Horas extras
Generales		<input type="text"/>	Aislamiento
<input type="text"/>	Incendio	<input type="text"/>	Trabajo por turno
<input type="text"/>	Explosión	<input type="text"/>	Trabajo repetitivo
<input type="text"/>	Accidente de tránsito	<input type="text"/>	Supervisión estricta
Eléctricos		<input type="text"/>	Desplazamiento fuera de las instalaciones de la Empresa
<input type="text"/>	Shock eléctrico	<input type="text"/>	Saneamiento Básico
<input type="text"/>	Contacto directo	<input type="text"/>	Orden y limpieza
<input type="text"/>	Contacto indirecto	<input type="text"/>	Aseo
<input type="text"/>	Electricidad estática	<input type="text"/>	Instalaciones sanitarias cercanas

Elaboración propia.

Etapa 6. Diseño puesto de trabajo en definición de método de operación.

El diseño del puesto de trabajo se debe dar a través de la reubicación y modificación de medios, cantidad de operarios en el proceso, cambio en la secuencia y método de ensamble y modificaciones en el espacio y las medidas. Para balancear las cargas y realizar un flujo más óptimo de las secuencias de ensamble se realiza un cambio en los métodos definidos para el sub ensamble del carenaje.

Formato 10. Instructivo de secuencia de ensamble

Materiales				Cant		Herramientas		Cant		secuencia ensamble	1	2			
3				4				5							
APROBACIONES															
Ingeniería de procesos				Calidad Proceso				Gerente desarrollo de producto							
FIRMA	FECHA	FIRMA	FECHA	FIRMA		FECHA		FIRMA		FECHA					
LES DEL PROCESO	FIRMA/FEC HA	CAMBIOS DE INGENIERÍA		ACTUALIZACIÓN/ MODIFICACIÓN				FECHA							

Elaboración propia.

Etapa 7. Análisis de eficiencia en la reducción de tiempos perdidos.

A través del análisis del valor agregado se analiza el porcentaje de operaciones que influyen directamente en la transformación del producto en todo el proceso para la optimización del personal operativo y el aprovechamiento del mismo.

Formato 11. Análisis valor agregado.

ANALISIS DE VALOR AGREGADO									
Línea: 1	Puesto:			Fecha:			Tiempo:		
TOMAS DE MUESTRA	1	2	3	4	TOTAL				
Ensamble o transformación									
Manejo Herramienta									
Manejo de partes(Trasnporte)									
Inspección									
Caminado (Procesos innecesario)									
Espera									
Reproceso									
Otros(talento sub utilizado)									
TOTAL									

Elaboración propia.

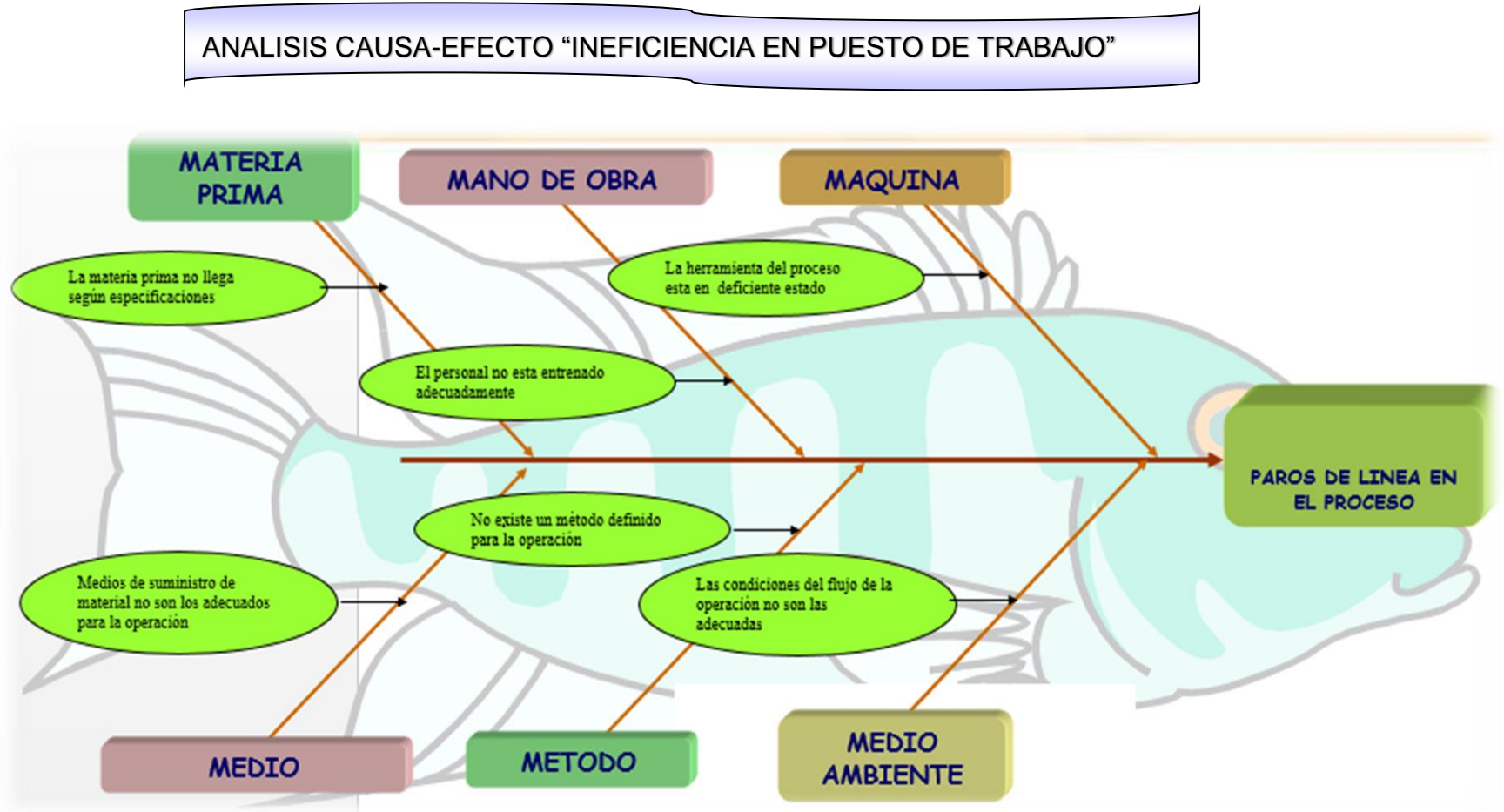
6. DESARROLLO TECNICO DEL PROYECTO (PROPUESTA)

Se propone la redistribución y rediseño de proceso para lograr una implementación eficiente y con excelentes resultados. Para ello se definen las siguientes etapas que nos permiten analizar y tomar las decisiones pertinentes para la mejora del proceso y el flujo de la línea de ensamble.

6.1 EVALUAR LAS CONDICIONES ACTUALES DE TRABAJO DEL ÁREA DE “ENSAMBLE” (PUESTO 6 DERECHO DE LÍNEA 1)

Se evalúa la condición actual del puesto de trabajo 6 (seis) derecho de la línea de ensamble número 1 (uno), realizando un análisis de causa-efecto que permita encontrar las posibles causas del problema de ineficiencia que genera como efecto los paros en la línea de ensamble.

De esta manera se pueden analizar las causas del problema y generara acciones que nos permitan erradicar este problema de raíz.



Elaboración propia

En este análisis de causa- efecto, se puede observar que el evento o suceso es la ineficiencia en el puesto de trabajo que genera un efecto de paros de línea en el proceso(improductividad).Este efecto es generado por diversas causas que involucran directamente la materia prima, la mano de obra, medios, método de trabajo, medio ambiente y máquina.

A través de este análisis de causa-efecto se pretende mitigar o eliminar el problema atacando las diferentes causas con la aplicación acciones correctivas y validando la efectividad de las mismas.

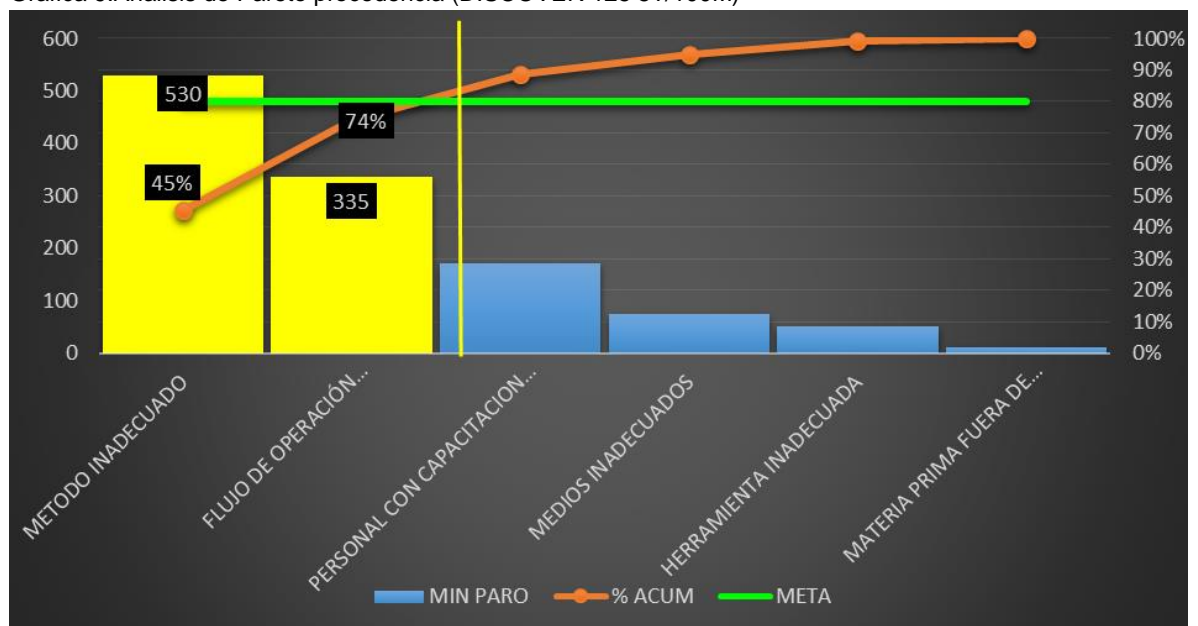
6.1.1 Análisis diagrama de Pareto

Tabla 6.Analisis de Pareto procedencia (DISCOVER 125 5T/100M)

ANALISIS DE PARETO PROCEDENCIA(DISCOVER 125 ST/100M)					
FECHA	15/08/2015				
ORDEN	PROCEDENCIA	min PARO	min ACUMULADO	% PART.	% ACUM
1	METODO INADECUADO	530	530	45,3%	45%
2	FLUJO DE OPERACIÓN INADECUADO	335	865	28,6%	74%
3	PERSONAL CON CAPACITACION INADECUADA	170	1035	14,5%	88%
4	MEDIOS INADECUADOS	75	1110	6,4%	95%
5	HERRAMIENTA INADECUADA	50	1160	4,3%	99%
6	MATERIA PRIMA FUERA DE ESPECIFICACIONES	10	1170	0,9%	100%
		1170		100,0%	

Elaboración propia

Grafica 9.Analisis de Pareto procedencia (DISCOVER 125 5T/100M)



Elaboración propia

A través del análisis del diagrama de Pareto se puede conocer cuál es el dato más relevante para disminuir los paros en la línea según la procedencia de las causas arrojadas en el diagrama de causa-efecto. Para el año 2014 se identifica un total de 1170 minutos de paros en este puesto de trabajo siendo el método inadecuado y el flujo de operaciones inadecuado el 75% de las causas que generan los problemas en el puesto de sub ensamble carenaje en la línea número uno (1). Dichas causas principales deben ser atacadas para erradicar el 75% de los problemas generados.

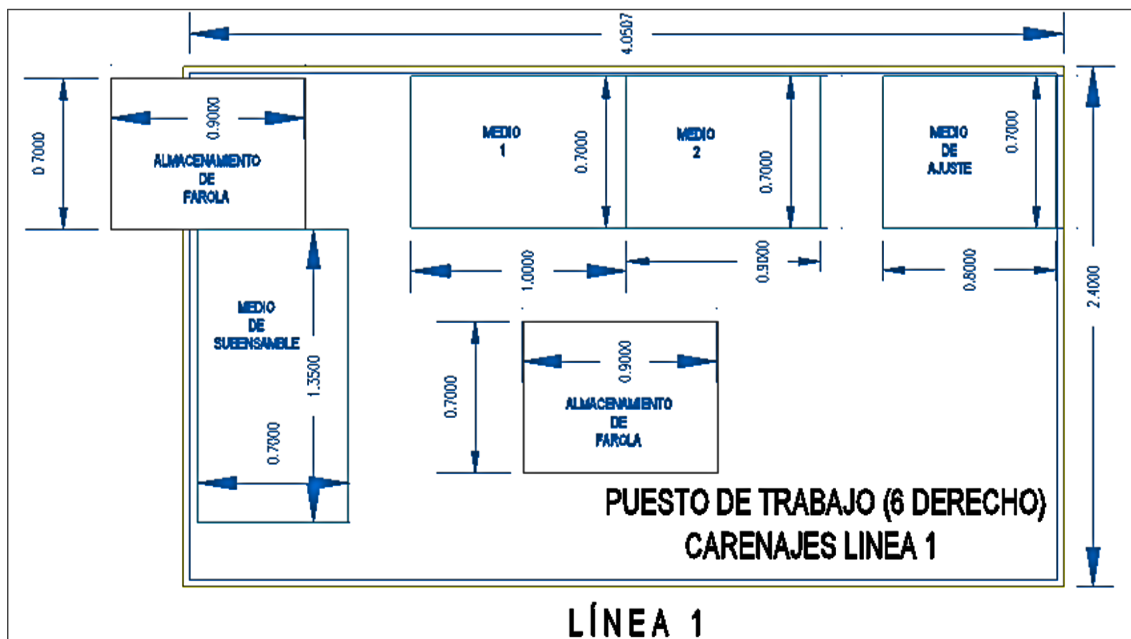
Se propone en esta etapa tomar como base los datos arrojados del diagrama de Pareto y el análisis de causa-efecto para tomar las acciones correctivas.

6.2 DISTRIBUCION DEL ÁREA DE “SUB ENSAMBLE” (PUESTO 6 DERECHO DE LÍNEA 1)

Para realizar la distribución se hace el inventario de todos los elementos que componen el proceso de sub ensamble (puesto 6 derechos); en este formato se deben de consignar los elementos con cada uno de sus medidas y el área total del proceso.

Formato 13. Registro de medidas del área sub ensamble” (puesto 6 derecho de línea 1)

Nombre del PROCESO: Puesto de sub ensamble (6 derecho) línea 1 **Área total:** 9,72 m.



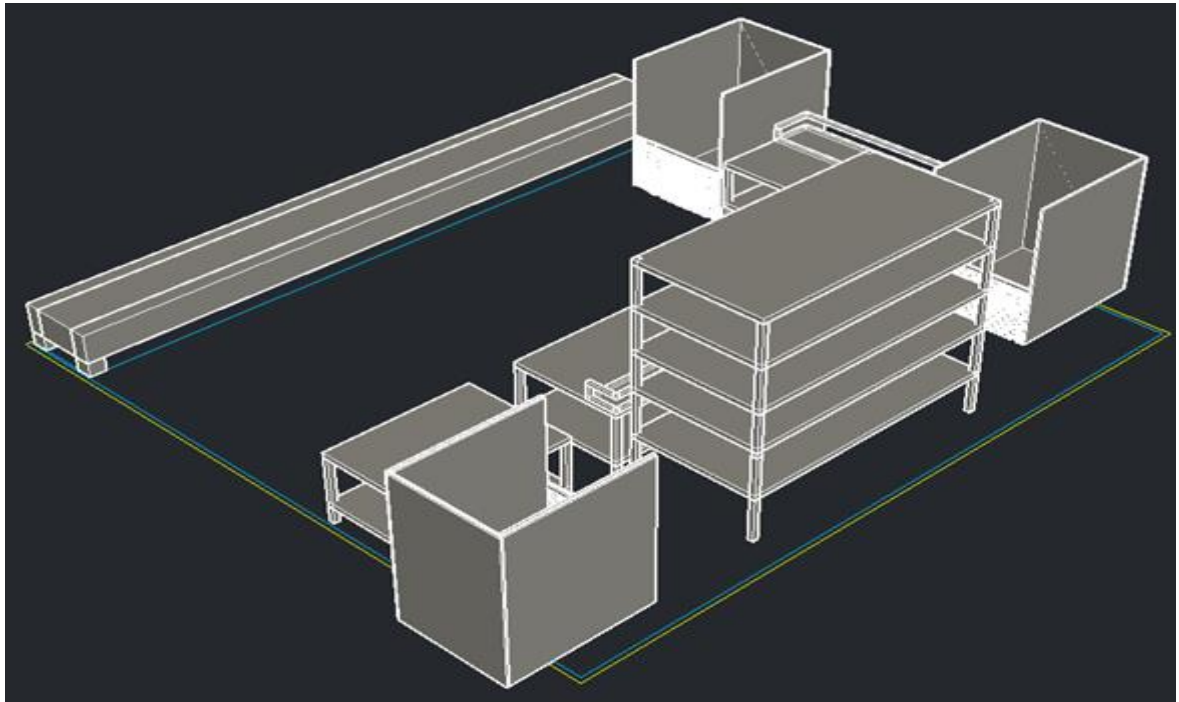
Nombre del elemento	Medidas:
1 Medio de almacenamiento de farola	90 x 70 cm
2 Medio de sub ensamble de tacómetro y carenaje Medio de sub ensamble soporte carenaje y direccionales	135 x 70 cm
3 Medio 1	100 x 70 cm
4 Medio 2	90 x 70 cm
5 Medio de ajuste Medio de almacenamiento de carenaje sin sub	90 x 70 cm 165 x 80 x 150
6 ensamble	cm
7 Medio de almacenamiento	90 x 70 cm

Elaboración propia

6.3 MODELACION DEL AREA DE “SUB ENSAMBLE” (PUESTO 6 DERECHO DE LINEA 1) EN AUTOCAD

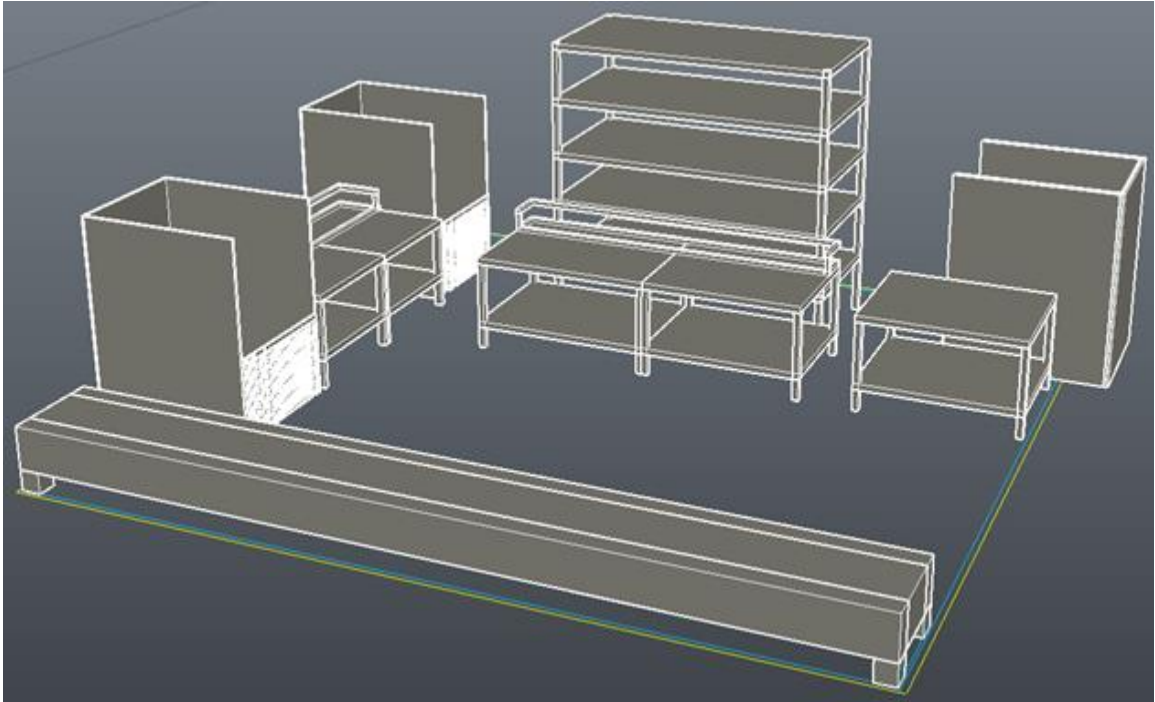
Para llevar a cabo la modelación del área de “sub ensamble” (puesto 6 derecho) se considera pertinente mantener la distribución actual, la cual está basada en el producto, permitiendo que los materiales fluyan directamente desde una estación de trabajo a la siguiente, de acuerdo con la secuencia de proceso del producto.

Modelación AutoCAD 2: vista lateral- trasero puesto de sub ensamble



Elaboración propia

Modelación AutoCAD 3: visto lateral- frontal puesto de sub ensamble



Elaboración propia.

Modelación AutoCAD 4: vista aérea puesto de sub ensamble



Elaboración propia.

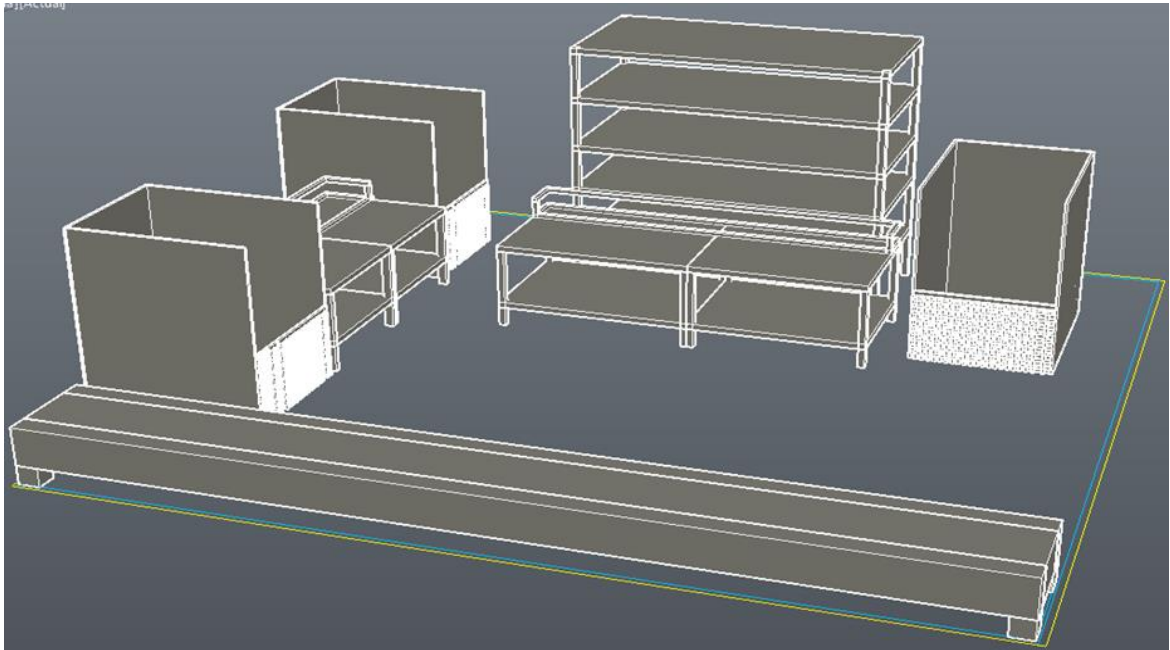
Una vez tomada la decisión de dejar la distribución basada en el producto consideramos adecuado retirar la estación de trabajo (medio de ajuste) para en este espacio ubicar un medio de almacenamiento lo cual permita reducir un poco los desplazamientos y por ende disminuir los tiempos.

Modelación AutoCAD 5: propuesta de distribución - vista aérea puesto de sub ensamble



Elaboración propia.

Modelación AutoCAD 6: propuesta de distribución - vista frontal puesto de sub ensamble



Elaboración propia.

Tabla 7. Elementos existentes en el área antes y después de la propuesta de distribución.

DISTRIBUCION ACTUAL PUESTO DE TRABAJO	DISTRIBUCION PROPUESTA PUESTO DE TRABAJO
1 medio de almacenamiento de farola 90 x 70 cm	1 Medio de almacenamiento de farola 90 x 70 cm
1 medio de subensamble de tacómetro y carenaje 135 x 70 cm	1 Medio de subensamble de tacómetro y carenaje 135 x 70 cm
Medio de subensamble soporte carenaje y direccionales	Medio de subensamble soporte carenaje y direccionales
1 mesa 100 x 70 cm	1 mesa 100 x 70 cm
1 mesa 90 x 70 cm	1 mesa 90 x 70 cm
1 medio de ajuste 90 x 70 cm	1 medio de almacenamiento de carenaje sin subensam 105 x 80 x 150 cm
1 medio de almacenamiento de carenaje sin subensam 105 x 80 x 150 cm	1 medio de almacenamiento 90 x 70 cm
1 medio de almacenamiento 90 x 70 cm	

Elaboración propia.

Se realizara el diagrama de flujo del proceso de sub ensamble (puesto 6 derecho) línea 1, además se plasma una presentación grafica de la distribución que se debe realizar con el fin de optimizar el espacio del área.

Los siguientes flujogramas se puede observar las distancias y tiempos requeridos para ejecutar la operación y su respectiva propuesta.

6.4 ANALISIS DE RECORRIDO EN EL PUESTO DE SUB ENSABLE DE CARENAJE (PUESTO 6 DERECHO DE LINIA 1)

Actualmente este puesto de trabajo cuenta con 5 operarios en los cuales se distribuyen las operaciones del sub ensamble de carenaje de la siguiente manera.


Tabla 8. Distribución de operaciones por operario

OPERARIO 1	1	Poner la guaya del tacómetro
	2	Poner 7 pastillas en el carenaje
	3	Poner 4 bujes plásticos y 2 metálicos
	4	Montar la farola con 3 tornillos y apretar
OPERARIO 2	5	Unir 2 platinas laterales con una Varilla
	6	Montar el tacómetro a las platinas con 2 tornillos
	7	Montar tacómetro al carenaje con 4 tornillos y apretar
OPERARIO 3	8	Poner 2 tornillos para asegurar el tacómetro
	9	Montar la cubierta del tacómetro con 3 tornillos
	10	Montar la direccional LH y apretar
OPERARIO 4	11	Montar direccional RH y apretar
	12	Hacer conexiones de direccionales y farola
	13	Asegurar el tacómetro a las platinas
	14	Poner bujes del visor
	15	Revisar y montar el visor con 4 tornillos y apretar.
OPERARIO 5	16	Realizar conexiones eléctricas
	17	Colocar la bomba delantera

Elaboración propia.

Una vez observado esto se propone disminuir la cantidad de personas que operan en el puesto de sub ensamble de carenaje. Dejando así solo a 3 operarios en los cuales se distribuían las operaciones como se mostrara en el siguiente flujograma.

Formato 14: Diagrama de flujo de proceso de sub ensamble

Diagrama de flujo de proceso									
Objetivo del diagrama: Determinar el procedimiento en el proceso de subensamble							No. Del diagrama: 1		
Parte: sunensamble carenaje" (puesto 6 derecho) linea 1									
El diagrama inicia en: Coge soporte netalico de tacometro y le monta tres cauchos									
El diagrama termina en: Ensambla cubierta tacometro									
Elaborado por: alexander portilla - jonathan ramirez							Fecha: 10/10/2015		
No	Descripcion	Actividad					T(min)	Distancia	Observaciones
		●	→	■	◻	●			
1	Coge soporte netalico de tacometro y le monta tres cauchos(2); monta cauchos antivibrantes largo(3) y uncaucho antivibrante(4);monta dos tuercas 8 mm (5)y piña el soporte	●					0,36		
2	Coge el tacometro y le monta los 4 antivibrantes	●					0,25		
3	Subensambla soporte tacometro con el tacometro y asegura con las 3 arandelas y 3 arandelas 5mm	●					0,59		
4	monta guaya velocimetro y aprieta con alicate	●					0,45		
5	Aprieta direccionales RH y LM	●					0,26		
6	Ensambla cauchos bujes al carenaje	●					0,47		
7	Ensambla visor a carenaje y aprieta con 2 tornillos 5 mm largos con arandela plastica	●					0,16		
8	Realiza conexión de direccionales y farola	●					0,15		
9	Guía la bomba de freno por el carenaje	●					0,25		
10	Ensambla soporte de carenaje al carenaje y ubicar en	●					0,17		
11	Coge cubierta tacometro y le monta 3 cauchos (2); 3 bujes y un antivibrante	●					0,31		
12	Coge carenaje lo revisa y le coloca las pastilla 5mm					●	0,49		
13	Subensamble direccionales LH y RH al carenaje con platinas y tuercas 8 mm	●					0,41		
14	subensamble la farola al carenaje con tornillo goloso	●					0,56		
15	Termina apriete de carenaje a farola con 4 tornillos 5mm(1); con arandela metalica(2); aprieta carenaje inferior con un tornillo 5 mm	●					0,25		
16	Ensambla soporte tacometro tornillo estrella 5 mm con arndela metalica; giramos el carenaje y ensamblamos 4 tornillos largos 6 mm con arandela metalica	●					0,53		
17	Giramos el carenaje completo y guiamos el cable del specometro por detrás de la platina del soporte del spedometro	●					0,56		
18	Ensambla cubierta tacometro, tener en cuenta la guia de la cubierta se aprieta con 3 tornillos 6 mm largos con arandelas metalicas	●					0,38		
Total							6,60		

OPERARIO 1	OPERARIO 2	OPERARIO 3
------------	------------	------------


Elaboración propia

Con esta propuesta se busca disminuir los tiempos ociosos ya que según los tiempos observados con tres operarios se pueden ejecutar todas las operaciones en un óptimo.

6.5 DISEÑO DE PUESTO DE TRABAJO EN EVALUACION DE POSICINAMIENTO DE LAS OPERACIONES.

Se hace una evaluación de los factores de riesgos que influyen en las diferentes actividades realizadas por los operarios del puesto de trabajo y que podrían afectar su desempeño por el deterioro físico y mental: tales como desgaste en las articulaciones de las extremidades externas e internas, estrés y desgaste mental por ejercer labores uniformes a lo largo de la jornada laboral

Formato 15: Evaluación ergonómica puesto de sub ensamble

	FORMATO DE INSPECCIÓN		Fecha de Inspección:
	EVALUACIÓN ERGONOMICAL DE PUESTOS DE TRABAJO		PROCESO:
<i>Aspectos Generales</i>			
Nombre del trabajador: 1. Jonathan Florez 2. Lucia Fuentes 3. Ana maria Gallego		C.I:	
Departamento o Área: ENSAMBLE	Edad: 20-30 Promedio	Sexo F <input checked="" type="checkbox"/> M <input checked="" type="checkbox"/> 1 Mujeres y 2 Hombres	N° de trabajadores en este puesto: 3
Denominación del puesto/ Ubicación dentro de la planta : El puesto de trabajo, es el de sub ensamble de carenaje en el lado derecho de la linea de ensamable numero 1 en el cubiculo 6.			
Actividades y tareas realizadas: En este puesto se sub ensambla el carenaje en su totalida donde pasara a un proceso siguiente de ensamable en la linea.			
Materiales, equipos o herramientas empleadas para desarrollar el trabajo: Los materiales a utilizar son: materias primas(carenaje,tacometro,soprtes,bomba de freno),insumos(tomilleria) Las herramientas a utilizar son:Pistolas neumaticas,llaves de apriete manual,medios de suministro,medios de puesto de trabajo,copas de acople para las pistolas neumaticas.			
Procesos peligrosos identificados: Manipulacion de herramientas al sostener los materiales cuando se estan ensamblando			
Equipo de protección personal utilizado por el trabajador durante la inspección:			
Nombre del médico evaluador y/o inspectores de seguridad EDITH GIRALDO		C.I.	Firma

Formato 15: Continuación - Evaluación ergonómica puesto de sub ensamble






<i>Exposición a factores de riesgo</i>	
Químicos	
	Gases
	Polvos
	Humos
	Vapores
	Líquidos
Físicos	
	Ruido
	Vibración
	Iluminación
	Temperatura
	Radiaciones no ionizantes
	Radiaciones ionizantes
Biológicos	
	Bacterias
	Hongos
	Virus
	Parásitos
	Contacto con fluidos corporales
Generales	
	Incendio
	Explosión
	Accidente de tránsito
Eléctricos	
	Shock eléctrico
	Contacto directo
	Contacto indirecto
	Electricidad estática
Mecánicos	
	Golpeado contra / por
	Caídas de objetos
	Pisadas sobre
	Caídas a distinto nivel
	Caídas al mismo nivel
	Atrapado en, debajo, entre o por
	Contacto con objetos filosos, cortantes
Disergonómicos	
	Fatiga física por posturas disergonómicas
	Movimientos repetitivos
	Levantamiento de carga
	Diseños de puesto de trabajo
	Posición permanentemente de pie
	Posición permanentemente de sentada
	Esfuerzo visual
Psico-sociales	
	Monotonía
	Horas extras
	Aislamiento
	Trabajo por turno
	Trabajo repetitivo
	Supervisión estricta
	Desplazamiento fuera de las instalaciones de la Empresa
	Saneariento Básico
	Orden y limpieza
	Aseo
	Instalaciones sanitarias cercanas

Elaboración propia

Después de realizar la evaluación general de los factores de riesgo se puede concluir que no existen factores químicos, mecánicos, biológicos, eléctricos que afecten el desempeño de los operarios y ponga en riesgo su integridad.

Pero si se tiene aspectos por mejorar en cuanto a factores físicos, ergonómicos y psi-sociales. Esto quiere que decir que se debe elaborar un plan de acción para realizar las contramedidas a las causas generadas en esta evaluación.

Formato 16: Plan de acción

		PLAN DE ACCIÓN				
LOGO	CAUSA	QUE	QUIEN	COMO	CUANDO	DONDE
	<i>Físicos.</i> Ruido(Los operarios están dispuestos altos niveles de ruidos constante si no llevan sus implementos de seguridad auditiva)	Realizar auditoría de seguimiento diaria a las condiciones de seguridad y salud en el trabajo	Analista SST	A través de una revisión periódica que permita tomar acciones correctivas	Primer semestre 2016	Puesto de trabajo 6 derecho(subensamblaje carenaje)
	<i>Físicos.</i> Vibración(A herramientas neumáticas)	Implementar pausas activas para ejercicios específicos de partes que están sometidas a vibración	Líderes del proceso	Capacitando a los líderes brigadistas del proceso para llevar a cabo dichas pausas en horarios estratégicos donde se manifieste este tipo de eventos	Primer semestre 2016	Puesto de trabajo 6 derecho(subensamblaje carenaje)
	<i>Disergonómicos</i> (fatiga,movimiento repetitivo,levantamiento carga,posición permanente de pie)	Rediseñar el proceso teniendo en cuenta estos puntos	Ingeniería proceso	Rediseñando el puesto de trabajo a través de dispositivos que eviten la manipulación masiva del producto(También eficiencia) y reubicando medios para evitar desplazamientos innecesarios ,cargas,fatiga,entre otros.	Primer semestre 2017	Puesto de trabajo 6 derecho(subensamblaje carenaje)
	<i>Psico sociales.Monotonía.</i> (Al realizar siempre las mismas operaciones)	Capacitar al personal para que sean polivalentes dentro de las diferentes operaciones	Jefe proceso	A través de capacitaciones en la escuela de destreza	Primer semestre 2017	Puesto de trabajo 6 derecho(subensamblaje carenaje)

Elaboración propia

En este plan de acción se describen los ítems de los deficientes factores que fueron rechazados dentro de la evaluación y se le asigna la causa correspondiente. De manera consecuente a la causa identificada se describe el “QUE?” se va hacer, el “QUIEN?” va a realizar la acción, el “COMO?” se va a realizar esta acción, el “CUANDO?” se va a realizar la acción y el “DONDE?” se va a realizar la acción.

DESCRIPCION ITEMS PLAN DE ACCION

- Causa (Tomada del análisis de la evaluación)
- Que (Acción a tomar)
- Quien (Responsable de ejecutar la acción)
- Como (Definir como se realizará la acción)
- Cuando (Fecha en la cual ya está ejecutada la acción)
- Donde (Lugar/Proceso/operación donde se aplique la acción)

6.6 DISEÑO DE PUESTO DE TRABAJO EN DEFINICION DE METODO DE OPERACIÓN.

Formato 17. Instructivo de secuencia de ensamble operador 1

ENTRADA DE MATERIALES		IMÁGENES DE OPERACIÓN																										
Nº	ITEM	INS	CANT																									
1	SOPORTE TACOMETRO	INS	1																									
2	CAUCHO SOPORTE TACOMETRO		3																									
3	CAUCHO ANTIVIBRANTE LARGO		1																									
4	CAUCHO ANTIVIBRANTE CORTO		1																									
5	TUERCA 8 MM		2																									
6	ANTIVIBRANTE TACOMETRO		4																									
7	TACOMETRO	INS	1																									
8	ARANDELAS 5 MM		3																									
9	TUERCAS 5 MM		3																									
10	GUAYA VELOCIMETRO		1																									
OPERACIÓN		HTA	TIEMPO OPERACIÓN (Sg)	PLAN DE CONTROL																								
Nº	ACTIVIDADES			<table border="1"> <thead> <tr> <th>PARTE</th> <th>CARACTERÍSTICAS A CONTROLAR / PARTE</th> <th>ESPECIFICACION</th> <th>FRECUENCIA</th> <th>MEDIO DE CONTROL</th> <th>METODO DE CONTROL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SOPORTE TACOMETRO</td> <td>APARIENCIA</td> <td>RAYAS, DEFORMIDADES</td> <td>100%</td> <td>VISUAL</td> <td>ATRIBUTOS</td> </tr> <tr> <td>TACOMETRO</td> <td>APARIENCIA</td> <td>RAYONES, FISURAS</td> <td>100%</td> <td>VISUAL</td> <td>ATRIBUTOS</td> </tr> <tr> <td>TUERCAS M5 X 1.0</td> <td>TORQUE</td> <td>3 - 5 Nm</td> <td>5 primeros EN PUESTA A PUNTO y luego 1 (Las 3 tuercas) cada 25</td> <td>Llave de torque</td> <td>VARIABLE</td> </tr> </tbody> </table>	PARTE	CARACTERÍSTICAS A CONTROLAR / PARTE	ESPECIFICACION	FRECUENCIA	MEDIO DE CONTROL	METODO DE CONTROL	SOPORTE TACOMETRO	APARIENCIA	RAYAS, DEFORMIDADES	100%	VISUAL	ATRIBUTOS	TACOMETRO	APARIENCIA	RAYONES, FISURAS	100%	VISUAL	ATRIBUTOS	TUERCAS M5 X 1.0	TORQUE	3 - 5 Nm	5 primeros EN PUESTA A PUNTO y luego 1 (Las 3 tuercas) cada 25	Llave de torque	VARIABLE
PARTE	CARACTERÍSTICAS A CONTROLAR / PARTE	ESPECIFICACION	FRECUENCIA	MEDIO DE CONTROL	METODO DE CONTROL																							
SOPORTE TACOMETRO	APARIENCIA	RAYAS, DEFORMIDADES	100%	VISUAL	ATRIBUTOS																							
TACOMETRO	APARIENCIA	RAYONES, FISURAS	100%	VISUAL	ATRIBUTOS																							
TUERCAS M5 X 1.0	TORQUE	3 - 5 Nm	5 primeros EN PUESTA A PUNTO y luego 1 (Las 3 tuercas) cada 25	Llave de torque	VARIABLE																							
1	COGE SOPORTE METALICO DE TACOMETRO Y LE MONTA TRES CAUCHOS (2) ; MONTA UN CAUCHOS ANTIVIBRANTES LARGO (3) Y UN CAUCHO ANTIVIBRANTE CORTO - (4); MONTA DOS TUERCAS 8 mm (5) Y PINA EL SOPORTE.	ALICATE																										
2	COGE EL TACOMETRO Y LE MONTA LOS CUATRO ANTIVIBRANTES (6).	MANUAL																										
3	SUBENSAMBLA SOPORTE TACOMETRO CON EL TACOMETRO Y ASEGURA CON LAS TRES ARANDELAS Y TRES TUERCAS 5 mm. (8) , (9).	PISTOLA CON ESPIGO 8 mm REF : GP P4 LR / CP 2009 CP 2622 (Reguladas max 4.0 Nm)																										
4	MONTA GUAYA VELOCIMETRO Y APRIETA CON ALICATE.	ALICATE																										

Elaboración propia

Formato 17. Coninuacion - Instructivo de secuencia de ensamble operador 1

ENTRADA DE MATERIALES				IMÁGENES DE OPERACIÓN																																						
Nº	ITEM	UN S	CANT																																							
1	CUBIERTA TACOMETRO	UN S	1																																							
2	CAUCHO		3																																							
3	BIJUE 6mm		3																																							
4	ANTIVIBRANTE		1																																							
5	CARENAJE	UN S	1																																							
6	PASTILLAS 5 mm		6																																							
7	DIRECCIONAL LH	UN S	1																																							
8	DIRECCIONAL RH	UN S	1																																							
9	PLATINA TURCA 6 mm LH		1																																							
10	PLATINA TURCA 6 mm RH		1																																							
11	TUERCA 8 mm		2																																							
12	FAROLA	UN S	1																																							
	TORNILLO GOLOSO		1																																							
OPERACIÓN				HTA	TIEMPO OPERACIÓN (s)	PLAN DE CONTROL																																				
Nº	ACTIVIDADES					<table border="1"> <thead> <tr> <th>PARTE</th> <th>CARACTERÍSTICA CONTROLAR / PARTE</th> <th>ESPECIFICACION</th> <th>FRECUENCIA</th> <th>MEDIO DE CONTROL</th> <th>METODO DE CONTROL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CUBIERTA TACOMETRO</td> <td>APRENCIA</td> <td>RAYS, DEFORMIDADES</td> <td>100%</td> <td>VISUAL</td> <td></td> </tr> <tr> <td>CARENAJE</td> <td>APRENCIA</td> <td>RAYS, PUNTS, CALCOMANIA BEN PUESTA</td> <td>100%</td> <td>VISUAL Y TACTO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>DIRECCIONAL LH</td> <td>APRENCIA</td> <td>RAYS, CABLES O PASTAS REVENTADAS</td> <td>100%</td> <td>VISUAL</td> <td></td> </tr> <tr> <td>DIRECCIONAL RH</td> <td>APRENCIA</td> <td>RAYS, CABLES O PASTAS REVENTADAS</td> <td>100%</td> <td>VISUAL</td> <td></td> </tr> <tr> <td>FAROLA</td> <td>APRENCIA</td> <td>RAYS, FBURAS</td> <td>100%</td> <td>VISUAL</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	PARTE	CARACTERÍSTICA CONTROLAR / PARTE	ESPECIFICACION	FRECUENCIA	MEDIO DE CONTROL	METODO DE CONTROL	CUBIERTA TACOMETRO	APRENCIA	RAYS, DEFORMIDADES	100%	VISUAL		CARENAJE	APRENCIA	RAYS, PUNTS, CALCOMANIA BEN PUESTA	100%	VISUAL Y TACTO		DIRECCIONAL LH	APRENCIA	RAYS, CABLES O PASTAS REVENTADAS	100%	VISUAL		DIRECCIONAL RH	APRENCIA	RAYS, CABLES O PASTAS REVENTADAS	100%	VISUAL		FAROLA	APRENCIA	RAYS, FBURAS	100%	VISUAL	
PARTE	CARACTERÍSTICA CONTROLAR / PARTE	ESPECIFICACION	FRECUENCIA	MEDIO DE CONTROL	METODO DE CONTROL																																					
CUBIERTA TACOMETRO	APRENCIA	RAYS, DEFORMIDADES	100%	VISUAL																																						
CARENAJE	APRENCIA	RAYS, PUNTS, CALCOMANIA BEN PUESTA	100%	VISUAL Y TACTO																																						
DIRECCIONAL LH	APRENCIA	RAYS, CABLES O PASTAS REVENTADAS	100%	VISUAL																																						
DIRECCIONAL RH	APRENCIA	RAYS, CABLES O PASTAS REVENTADAS	100%	VISUAL																																						
FAROLA	APRENCIA	RAYS, FBURAS	100%	VISUAL																																						
5	COGE CUBIERTA TACOMETRO Y LE MONTA TRES CAUCHOS (2); TRES BIJES (3) Y UN ANTIVIBRANTE (4).			MANUAL																																						
6	COGE CARENAJE LO REMISA Y LE COLOCA LAS 6 PASTILLAS 5 mm			MANUAL																																						
7	SUB-ENSAMBLA DIRECCIONALES LH Y RH AL CARENAJE CON PLATINAS Y TUERCA 8 mm COMO MUESTRA LA FOTO.			ESPIGO																																						
8	SUB-ENSAMBLA FAROLA AL CARENAJE CON TORNILLO GOLOSO			ESPIGO EN ESTRELLA																																						
NOTAS IMPORTANTES:																																										
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">SIMBOLOS ESTANDAR</div>																																										
REVISION	FECHA	MODIFICACION			ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ																																			

Elaboración propia

Formato 18. Instructivo de secuencia de ensamble operador 2

ENTRADA DE MATERIALES		IMÁGENES DE OPERACIÓN															
No	ITEM	INS	CANT														
1	TORNILLO ESTRELLA 5mm		8														
2	TORNILLO 5 mm CORTO		2														
3	TORNILLO 6 mm LARGO		7														
4	ARANDELA 5mm		5														
5	ARANDELA 6mm		7														
6	TORNILLO 5 mm		1														
7	ARANDELA PLÁSTICA		1														
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	
OPERACIÓN				HTA	TIEMPO OPERACIÓN (Sg)	PLAN DE CONTROL											
No	ACTIVIDADES					PARTE	CARACTERÍSTICAS A CONTROLAR / PARTE	ESPECIFICACION	FRECUENCIA	MEDIO DE CONTROL	METODO DE CONTROL						
1	TERMINA APRIETE DE CARENAJE A FAROLA CON 4 TORNILLOS 5 mm (1); CON ARANDELA METÁLICA (2); APRIETA CARENAJE INFERIOR CON UN TORNILLO 5mm . (2).			ESPIGO ESTRELLA													
2	ENSAMBLA SOPORTE TACOMETRO AL CARENAJE CON CUATRO TORNILLO ESTRELLA 5 mm CON ARANDELA METÁLICA DOS TORNILLOS 6mm CON ARANDELA METÁLICA. GIRAMOS EL CARENAJE Y ENSAMBLAMOS CUATRO TORNILLOS LARGOS 6mm CON ARANDELA METÁLICA			ESPIGO 10 mm - PISTOLA CONTROLADA QUE NO EXCEDE EL TORQUE MÁXIMO DE 5 NM													
3	GIRAMOS EL CARENAJE COMPLETO Y GUAMOS EL CABLE DEL SPEDOMETRO POR DETRÁS DE LA PLATINA DEL SOPORTE DEL SPEDOMETRO.			MANUAL													
4	ENSAMBLA CUBIERTA TACOMETRO AL TACOMETRO, TENER EN CUENTA LA GUIA DE LA CUBIERTA. SE APRIETA CON TRES TORNILLOS 6 mm. LARGOS CON ARANDELA METÁLICA																
NOTAS IMPORTANTES:																	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">SIMBOLOS ESTANDAR</div>																	
REVISION				FECHA				MODIFICACION				ELABORÓ		REVISÓ		APROBÓ	

Elaboración propia

Formato 19. Instructivo de secuencia de ensamble operador 3

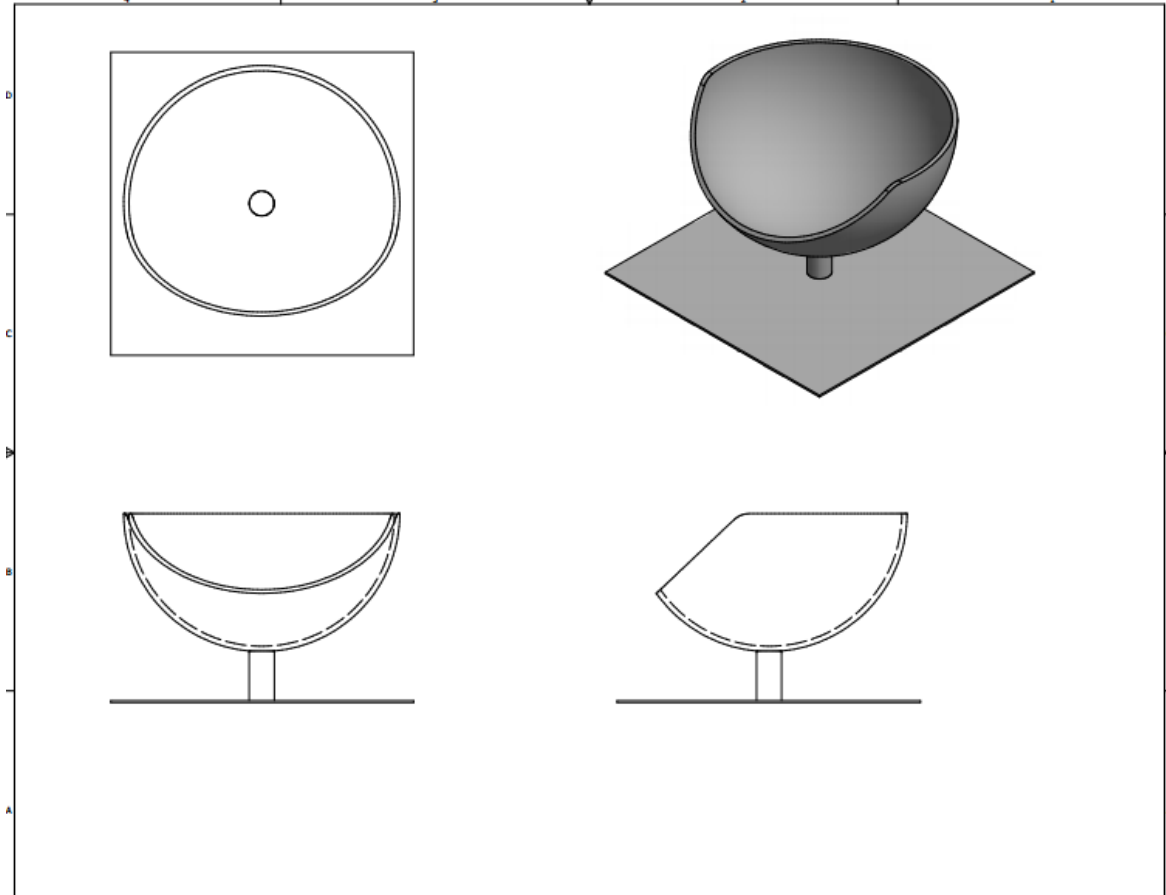
ENTRADA DE MATERIALES				IMÁGENES DE OPERACIÓN							
No	ITEM	NS	CANT	1	2	3	4	5	6		
1	CAUCHOS 5mm CON ROSCA		2								
2	VISOR	NS	1								
3	TORNILLO 5mm		2								
4	ARANDELA PLÁSTICA		2								
5	BOMBA DE FRENO	NS	1								
6	SOPORTE CARENAJE	NS	1								
7	TORNILLO 8mm		4								
8	TORNILLO 8mm		2								
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
OPERACIÓN				HTA	TIEMPO OPERACIÓN (sg)	PLAN DE CONTROL					
No	ACTIVIDADES					PARTE	CARACTERÍSTICAS A CONTROLAR / PARTE	ESPECIFICACION	FRECUENCIA	MEDO DE CONTROL	METODO DE CONTROL
1	APRIETA DIRECCIONALES RH Y LH					VISOR	APARENCIA	RAYONES, FISURAS	100%	VISUAL	
2	ENSAMBLA CAUCHOS-BUJES AL CARENAJE					BOMBA DE FRENO	APARENCIA	RAYONES, FISURAS	100%	VISUAL	
3	ENSAMBLA VISOR A CARENAJE Y APRIETA CON DOS TORNILLOS 5mm estrella largos con arandela plástica					SOPORTE CARENAJE	APARENCIA	RAYONES, ESTRUCTURA	100%	VISUAL	
4	REALIZA CONEXION DE DIRECCIONALES Y FAROLA										
5	GUIA LA BOMBA DE FRENO POR EL CARENAJE										
6	ENSAMBLA SOPORTE DE CARENAJE AL CARENAJE										
NOTAS IMPORTANTES: En esta operacion, el operario debe realizar una inspeccion visual del carenaje terminado y pasar a disponerlo de la linea de ensamble											
SIMBOLOS ESTANDAR											
REVISION	FECHA	MODIFICACION				ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ			

Elaboración propia

Con la definición del método de trabajo en una secuencia distribuida según las operaciones a realizar. Se propone estandarizar el puesto de trabajo según el instructivo elaborado con los criterios de balanceo de operaciones para realizar un

trabajo más eficiente, optimizando el personal a tres operarios en el puesto de sub ensamble de carenaje.

Modelación AutoCAD 7. Dispositivo de sub ensamble carenaje



Elaboración propia.

Dentro de la definición del método de trabajo, se propone la elaboración e implementación de un dispositivo de sub ensamble de carenaje POKA YOKE (a prueba de error) que evite la manipulación innecesaria en el proceso de las diferentes partes; además se obtendría un margen mínimo de error al ensamblar los componentes, pues el propósito de este tipo de dispositivos es lograr que las operaciones se ejecuten siempre de la misma forma sin tendencias al error, defecto o problema.

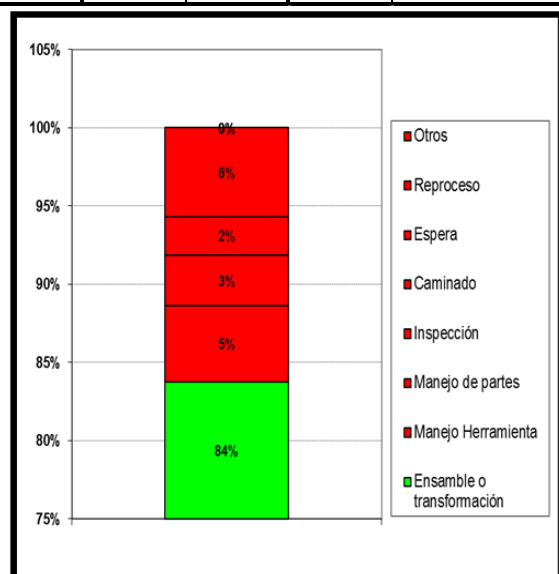
6.7 ANALISIS DE EFICIENCIA EN LA REDUCCION DE TIEMPOS PERDIDOS.

Se propone elaborar un análisis de valor agregado en el puesto de trabajo después de estandarizar el puesto de trabajo con base al instructivo definido en la etapa anterior.

Formato 20. Análisis de valor agregado en el puesto de sub ensamble

ANALISIS DE VALOR AGREGADO								
Línea: 1	Puesto:6 DERECHO				Fecha:		15/09/2015	
	1		2		3		TOTAL	
Ensamble o transformación	35	83%	30	83%	38	84%	103	
Manejo Herramienta	2	5%	2	6%	2	4%	6	
Manejo de partes(Trasnporte)	1	2%	1	3%	2	4%	4	
Inspección	1	2%	1	3%	1	2%	3	
Caminado (Procesos innecesario)	3	7%	2	6%	2	4%	7	
Espera	0	0%	0	0%	0	0%	0	
Reproceso	0	0%	0	0%	0	0%	0	
Otros(talento sub utilizado)	0	0%	0	0%	0	0%	0	
TOTAL	42	100%	36	100%	45	100%	123	100%

Ensamble o transformación	103	84%
Manejo Herramienta	6	5%
Manejo de partes	4	3%
Inspección	3	2%
Caminado	7	6%
Espera	0	0%
Reproceso	0	0%
Otros	0	0%
TOTAL	123	100%



Elaboración propia

Después de la elaboración del análisis de valor agregado en las operaciones distribuidas en los tres operarios, se puede concluir que 103 operaciones de las 123 tomadas agregan valor a la transformación del producto lo que con lleva a un porcentaje de eficiencia de un 84% de las operaciones dadas las condiciones de rediseño del proceso y distribución del puesto de trabajo.

7. CONCLUSIONES

- El proyecto plantea una forma práctica y eficiente aplicar conceptos y metodologías de la ingeniería industrial y de procesos, proporcionando beneficios de carácter cuantitativo que disminuyen considerablemente los tiempos perdidos en la operación.
- La redistribución y el rediseño propuesto conlleva una disminución en el esfuerzo físico y fatiga del personal operativo, proporcionando un mejoramiento en el bienestar humano orientado a cada labor realizada por los operarios.
- Con la realización de las ideas planteadas se pueden mejorar tareas como; demoras en el proceso productivo, distancias recorridas por el personal operativo, tiempos improductivos y la distribución de un puesto de trabajo y sus zonas de almacenamiento de materiales. Optimizando las operaciones que agregan valor a la transformación del producto.
- Con la adecuada implementación, total o parcial de cada una de las mejoras propuestas se puede llegar a una disminución considerable de los tiempos perdidos en el proceso productivo y una optimización del personal operativo en un puesto de trabajo.
- Los resultados finales del planteamiento de este proyecto se reflejan en el mejoramiento continuo de los procesos operacionales, proporcionando solución a una serie de dificultades y problemas previamente detectados a través del diagnóstico de análisis de datos y causas del problema en la situación actual.
- La aplicación de herramientas de mejora continua contribuye al aumento de la vida de las empresas.
- A través de esta experiencia se lograron afinar conceptos aprendidos en el proceso académico, contribuyendo así al crecimiento en la confianza personal, profesional y laboral para ser más competitivos.

8. RECOMENDACIONES

- Desarrollar programas de capacitación al personal operacional en los temas de seguridad y salud en el trabajador (SST), mantenimiento autónomo de herramientas y equipos, y conceptos técnicos de la motocicleta en general.
- Dar a conocer a todo el personal involucrado con el proceso el alcance y beneficios de la implementación de la mejora continua.
- Mantener actualizados los instructivos de proceso, procedimientos, formatos correspondientes al sistema de gestión de calidad.
- Aplicar metodología 5S para el orden en el puesto de trabajo
- Incentivar al personal otorgándoles mejoras salariales, bonos, entre otros., motivándolos a esmerarse por disminuir los reprocesos y de esta forma lograr mantener la clientela y atraer a otros, en beneficio de la empresa.

BIBLIOGRAFIA

Burack, E. (1990). Planificación y aplicaciones creativas de recursos humanos. Madrid, Ediciones días de santos.

Campos, T. López, J. (2003). Administración de empresas volumen II. España, Editorial Mad S.L

Chiner, M. Mas, A. Alcaide, J. (2004). Laboratorio de Ergonomía. México: Alfa omega.

De la fuente, D. Fernandez, J. Fernandez, I. Pino, R. Gomez, A. Puente, J. (2005), Ingeniería de organización en la empresa: dirección de operaciones. Oviedo (Asturias), textos universitarios de Oviedo

Duran, F. (2010) Consultor del ingeniero industrial, Colombia, grupo latino

Fernandez, M. (1995). Análisis y descripción de puestos de trabajo. España, Ediciones días de santos S.A

Gan, F. Trigine, J. (2012). Análisis y descripción de puestos de trabajo. España, Ediciones días de santos S.A

Galgano, A. (1995) Los 7 instrumentos de la calidad total, Madrid (España), Ediciones Díaz de Santos.

Gonzalez, J. (2009) Gestión y logística del mantenimiento en automoción 2ª edición, Sanvicente (Alicante), Editorial club universitario.

Krajewski, J. Ritzman, L. (2000). Administración de operaciones: estrategia de análisis. México, Pearson educación

Kume, H. (1985). Herramientas estadísticas básicas para el mejoramiento de la calidad Japón, Association for Overseas Technical Scholarship.

Meyers, F. Stephens, M. (2006). Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales. México, Pearson Educación.

Mondelo, P. Gregori, E. Blasco, J. Barrau, P (2001) Ergonomía 3 Diseños de puestos de trabajo. México: Alfaomega.

Mondelo, P. Gregori, E. (2010): Ergonomía 1. Fundamentos. España: universidad politécnica de Cataluña

Muther, R. (1981). Distribución en planta. Barcelona. (España), Ed. Hispano-Europea S.A.

Suñe, A. GIL, F. Arcusa, I. (2004). Manual práctico de diseños de sistemas productivos. España: Ediciones días de santos S.A.

Niebel, B. Freivalds, A. (2002). Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo, 11ª Edición. México: Alfa omega.

Paz, M. (1992) Dinámica estructural: Teoría y calculo, Barcelona, Editorial Reverte S.A.

Valenzuela, B. Ortiz, M. (2004). Análisis de puestos de trabajo. México, Universidad de sonora

Vallhonrat, J. Corominas, A. (1991), Localización, distribución en planta y Manutención, Barcelona (España), MARCOMBO S.A

Vauchn, R. (1988) Introducción a la ingeniería industrial 2ª edición, Barcelona, Editorial Reverte, S.A.

Escuela colombiana de ingeniería JULIO GARAVITO (2009), NORMAS HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL, recuperado de http://www.escuelaing.edu.co/uploads/laboratorios/5251_protocolo_seguridad.pdf

ANEXOS

ANEXO A. Figuras planta de producción

Imagen 1. Zona aduanera



Imagen 2. Almacén CKD



Imagen 3. Línea de ensamble



Imagen 4. Área de revisión



Imagen 5. Área de completación.



Imagen 6. Área de verificación.



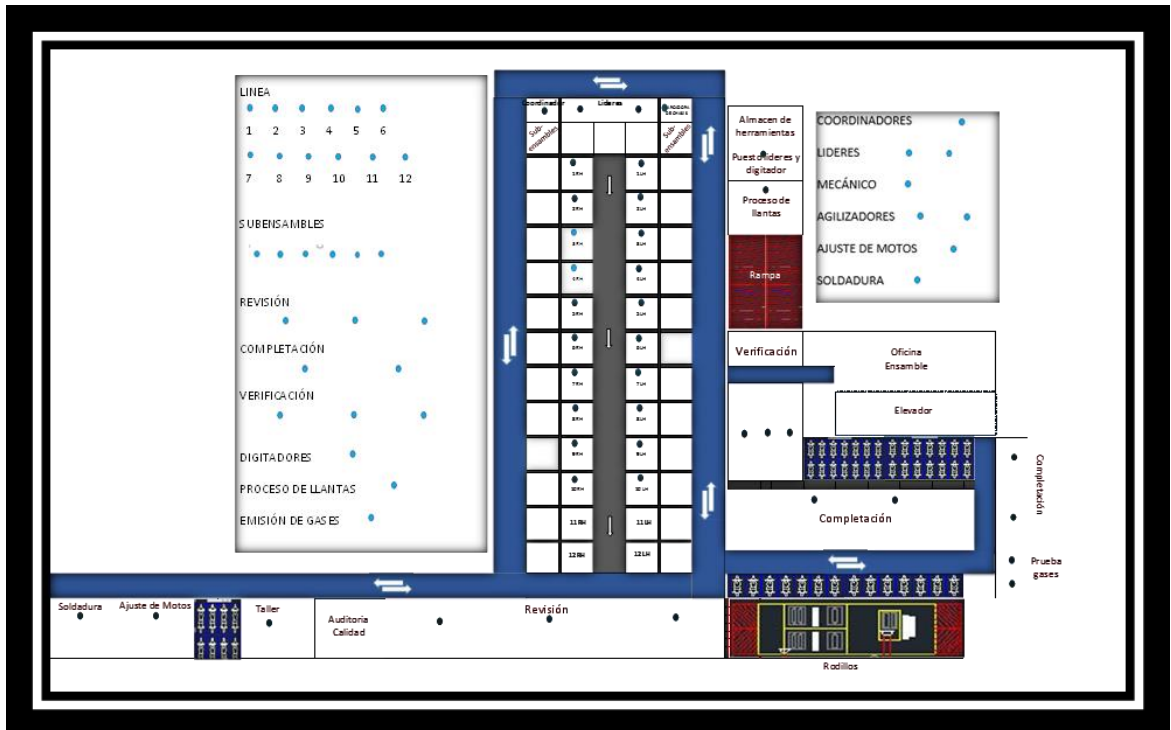
Imagen 7. Proceso Ensamble



Imagen 8. Proceso Ensamble



ANEXO B. Plano Lay out planta 1.




ANEXO C. Recursos

RECURSOS HUMANOS		
No	NOMBRES	CARGO
1	Germán Navales	Jefe de aseguramiento calidad proceso
2	Alejandro Bolivar	Coordinador de producción
4	Alexander Portilla	Estudiante
5	Jonathan Ramírez	Estudiante

RECURSOS TECNICOS		
No	MATERIALES	CANTIDAD
1	Cámara fotográfica	1
2	Resma de papel	1
3	Acetatos	3
4	Marcadores	4
5	Computadora	1
6	Impresora	1
7	Cámara de video	1

PRESUPUESTO		
No	MATERIALES	COSTO
1	Transportes	\$180.000
2	Alimentación	\$150.000
3	Papelería	\$ 100.000

ANEXO D. Cronograma de actividades

			CRONOGRAMA PROYECTO REDISEÑO DE PROCESO																																																				
			AÑO		2015																																																		
			MES	FECHA	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agost				Sept.					Octub.				Novi.									
LUGAR	No	Modelos	Sem/	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4							
ENSAMBLE LINEA 1	1	Analisis y optimizacion de proceso						■	■																																														
	2	Identificar analisis de los procesos							■																																														
	3	Documentar								■																																													
	4	Analizar datos									■																																												
	5	Desarrollar diagrama de flujo																																																					
	6	Validacion de diagrama de flujo																																																					
	7	Desarrollar diagrama causa-efecto																																																					
	8	Validacion de diagrama causa-efecto																																																					
	9	Identificacion de problemas																																																					
	10	Definicion de objetivos																																																					
	11	Identificacion de oportunidades de mejora en puestos de trabajo																																																					
	12	Implantacion de oportunidades de mejora en puesto de trabajo																																																					
	13	Realizar rediseño de proceso																																																					
	14	Elaborar documentacion de los procesos																																																					
	15	Elaborar analisis ergonomia puesto de trabajo																																																					
	16	Elaborar analisis valor agregado																																																					
	17	Entrega de trabajo(Anteproyecto)																																																					
	18	Elaborar analisis de anteproyecto																																																					
	19	Realizar correcciones iniciales anteproyecto																																																					
	20	Desarrollar las etapas del marco metodologico																																																					
	21	Evaluacion visita empresa																																																					
	22	Corregir anotaciones generales																																																					
	23	Entrega de trabajo Final																																																					

ESTADO TAREAS	
Tarea realizada	■
Tarea en curso	■
Tarea programada	■
Tarea Vencida	■
Tiempo sin ejecucion	■