



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



PROPUESTA DE REDISTRIBUCIÓN DE PLANTA ADAPTADA A LAS
NUEVAS INSTALACIONES DE AUDIOVOX VENEZUELA

Elizabeth Díaz C.I:15528560

Mariel Lobatón C.I:16477630

Bárbula, mayo del 2013



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



PROPUESTA DE REDISTRIBUCIÓN DE PLANTA ADAPTADA A LAS NUEVAS INSTALACIONES DE AUDIOVOX VENEZUELA

Trabajo Especial de Grado presentado ante la Ilustre Universidad de Carabobo para optar al
título de Ingeniero Industrial

Tutora: Ing. Ruth Illada

Elizabeth Díaz C.I:15528560

Mariel Lobatón C.I:16477630

16 de mayo de 2013



Agradecimientos:

Primeramente agradecemos a Dios y a La Virgen por brindarnos vida, salud, fortaleza y paciencia durante todo el proceso que nos llevo realizar este trabajo de grado.

Agradecemos a nuestras familias por todo el apoyo brindado durante todo el recorrido que llevamos en la carrera y durante toda nuestra vida.

A nuestra querida y respetada tutora la Prof. Ruth Illada que nos brindo de su paciencia y dedicación para llevar a cabo este trabajo de grado desde el mismo momento en el que le hicimos la propuesta.

A la Ing. Mariella Melmed quien nos brindó la oportunidad de realizar nuestro trabajo de grado en las instalaciones de la empresa Audiovox Venezuela, además de todo el apoyo incondicional y confianza depositada en nosotras.

A todos nuestros amigos y profesores que nos han apoyado durante toda la carrera.



Dedicatoria:

A Dios por y la Virgen por iluminarme cada día a continuar la lucha por alcanzar mis metas, siendo esta tesis la primera de muchas

A mi familia por todo el apoyo incondicional que siempre han estado a mi lado para cada momento difícil durante mi carrera y más aun en un momento de triunfo como este.

Elizabeth Díaz

Primero q nada a Dios y la Virgen de Coromoto por permitirme llegar hasta aquí.

A mi Papá que es mi pilar, siempre alentándome a seguir adelante en todo lo que me he propuesto, a mi Mamá, hermanos y abuelos por su infinito apoyo y bendiciones.

Mariel Lobaton



Lista de Contenido

Introducción	7
Planteamiento del Problema.	8
Objetivo General.	11
Objetivos Específicos.	11
Justificación de la Investigación.	11
Alcance.	12
Marco Referencial.	
I. Antecedentes.	14
II. Bases Teóricas.	15
Marco Metodológico.	
I. Nivel de Investigación.	20
II. Fuentes y Técnicas de Recolección y Análisis de Información.	20
III. Fases de la investigación.	21
III.1. Fase I.	21
III.2. Fase II.	22
III.3. Fase III.	23
Reseña Histórica de Audiovox Venezuela.	25
Misión de Audiovox Venezuela.	25
Visión de Audiovox Venezuela.	25
Políticas de calidad de Audiovox Venezuela.	25
IV. Descripción de la Empresa.	25



IV.I. Descripción de los procesos.	25
IV.I.1. Línea de Módulos.	27
IV.I.2. Línea de Tweeter y Swoofer.	28
IV.I.3. Línea de Radio Siemens.	30
IV.2. Descripción del área de Producción	37
V. Análisis de la situación actual y propuestas de solución.	
V.1. Análisis y mejoras de la distribución actual	39
V.2. Análisis y mejoras en el balance de la Línea de Radios Siemens.	47
V.3. Análisis y mejoras de Logística de desechos	53
Conclusiones Y Recomendaciones	57
Referencias Bibliográficas	59



Lista de tablas.

4.1 Materiales usados en línea de módulos.	27
4.2 Equipos y herramientas en línea de módulos.	29
4.3 Materiales usados en línea de tweeters y swoofers.	30
4.4 Equipos y herramientas en línea tweeters y swoofers.	30
4.5 Materiales usados en línea de Radios Siemens.	31
4.6 Equipos y herramientas en línea de Radios Siemens.	33
5.1 Productos a fabricarse en las líneas, cantidades requeridas por semana y tiempo por unidad	40
5.2 Leyenda de Plano Propuesta# 1	43
5.3 Leyenda de Plano Propuesta# 2	46
5.4 Cuadro comparativo de las Propuestas de Solución	47
5.5 Método de Balance de línea	50



Lista de figuras

4.1 Productos manufacturados en Audiovox	26
4.2 Operación 10	34
4.3 Operación 20	35
4.4 Operación 10 y 20	35
4.5 Estación de inspección	36
4.6 Estaciones operación 20 e inspección	36
4.7 Trazabilidad y embalaje	37
5.1 Propuesta #1	42
5.2 Propuesta #2	45
5.3 Línea de ensamble de Radios Siemens	48
5.3 Diagrama De Precedencia	48
5.4 Diagrama de precedencia	49
5.5 Balance de Línea	51
5.6 Línea de Ensamble de Radios Siemens.	51
5.7 Resultados de simulacion1 Promodel 7.5	52
5.8 Resultados de simulacion2 Promodel 7.5	52
5.9 Cajas de materia prima de módulos	54



PROPUESTA DE REDISTRIBUCIÓN DE PLANTA ADAPTADA A LAS NUEVAS INSTALACIONES CASO: Audiovox Venezuela C.A

Tutora: Prof. Ruth Illada Autoras:
Elizabeth Díaz
Mariel Lobaton

Resumen

En la presente investigación se realizó la propuesta de distribución de planta a las nuevas instalaciones de la empresa Audiovox Venezuela C.A. de manera tal que garantizara la elaboración del producto asociado a la línea y el flujo de operaciones allí desarrolladas. Para esto se utilizó la técnica de recolección de datos a través de las mediciones de: tiempos, capacidad de producción y área disponible. Se hizo especial énfasis en una línea de producción de radios que debía disminuir su longitud pasando de 15 m a 10 m, se tuvo que hacer una redistribución de la línea para después ajustar su velocidad en función a la demanda. Esta oportunidad también fue precisa para que se hicieran mejoras en la localización de las facilidades que garantizara un flujo adecuado de las operaciones, donde se buscó que el manejo de materiales se hiciera de manera más efectiva que en las instalaciones anteriormente usadas y hacer el menor recorrido de material entre las rutas propuestas. Finalmente se diseñó un sistema de logística para la evacuación de desechos, considerando las restricciones de espacio con un 50% menos de área que la actual 10m², contribuyendo además con el reciclaje del material. Finalmente este trabajo de investigación permitió implantar el 66% de las alternativas propuestas pero planteo la posibilidad de hacerse en un futuro próximo.

PALABRAS CLAVE: Distribución en planta, logística, reciclaje y balance de línea.



INTRODUCCIÓN

A continuación se presenta un análisis de la distribución de planta de la empresa Audiovox Venezuela C. A., empresa dedicada a la manufactura de sistemas de sonido automotriz, módulos de puertas para vehículos, además de la comercialización de producto de sonido domésticos, alarmas y accesorios de video para vehículos, dirigidos específicamente a clientes distribuidores y a ensambladoras de vehículos nacionales e internacionales.

En este estudio se realiza primero un levantamiento de información con base a la observación, toma de tiempos, localización, distancias entre áreas, procesos, equipo y maquinaria utilizada, manejo de materiales, y otros.

Haciendo el uso del método SLP se hará la comparación entre varias alternativas de propuesta para la nueva distribución, además de un análisis de la línea de radios la cual requiere algunas modificaciones para las nuevas instalaciones. Todo esto debido a que se dispone de un nuevo el cual el exige se haga la adaptación de los equipos, líneas y materiales con los que se trabaja en la empresa, para así mantener su capacidad estimada. Otro punto importante es que hacer con los desechos que se obtienen diariamente los cuales es en un 90% cartón, el cual puede aprovecharse para comercializarse como material de reciclaje aprovechando de mejor manera el área dedicada a almacenar los desechos.



Capítulo I



Planteamiento del Problema

La empresa Audiovox, desde que comenzaron sus operaciones ha tenido que adaptar a las exigencias del mercado a través de sistemas flexibles de producción que se adapten a los cambios en las especificaciones de sus productos, los cuales son comercializados a las ensambladoras y/o a diferentes redes de distribución. En este momento su requerimiento se basa específicamente en realizar las mejores adaptaciones posibles a las nuevas instalaciones de su sede, para continuar con la elaboración de sus productos. Estos van desde radios para autos, equipos minicomponentes, hasta el nuevo y recientemente incorporado producto como lo es: el módulo para puerta. La reducción de espacio en las nuevas instalaciones obliga a la empresa a realizar modificaciones de la línea de ensamble de Radios Siemens que además debe ajustarse a las nuevas instalaciones, esta combinación de factores genera la necesidad de concentrarse en ésta, ya que amerita mayores cambios y la eliminación de desperdicios presentes de tal forma que ambos productos puedan ser procesados en la línea sin afectar la capacidad de satisfacción de la demanda actual y potencial.

Además, como es lógico, la inclusión de estos módulos a la oferta de productos de esta empresa, genera modificaciones respecto al lugar de almacenamiento, incrementando sus requerimientos de área para los almacenes de producto terminado y de materia prima. En estos momentos la línea de Radio Siemens es de 15 m de longitud, con una velocidad de 15,1m/min y por ahora no se aprovecha por completo la capacidad de la línea, debido a que una de las estaciones de trabajo genera retrasos por el tiempo de duración en el software de inspección, haciendo que se genere tiempo de ocio en los operarios que promedia 1 hora por jornada.

En el nuevo galpón, la restricción de espacio del área de producción exige que la longitud de la línea pase a 10 m, por lo que es necesario hacer un



nuevo balance de actividad y determinar la velocidad de la misma, considerando las estaciones “cuello de botella” y los requerimientos. Además se tiene un área asignada para desechos la cual es de un 93% menos con respecto al área disponible anteriormente. Restricciones adicionales estarían asociadas con actividades de tiempo variable como lo es la prueba de los radios la cual se realiza conectando cada uno al equipo de prueba. El software realiza la inspección y a pesar de que se tienen 2 estaciones de pruebas en paralelo y cada una con equipos en iguales condiciones, para cada punto de inspección el tiempo de duración es diferente, una dura 4,2 min y la otra 4,8 min, cabe destacar que son 2 computadoras conectadas por separado per trabajan en paralelo y esta variación de tiempo afecta directamente a la capacidad de producción. Dichas estaciones de prueba consumen en promedio 4,5 min y el tiempo de las operaciones en promedio alcanzan los 2,5 min, como se puede notar las estaciones de inspección representan un factor significativo en productividad de esta línea. Para este proceso la empresa dispone de un día a la semana, pero no cubre la demanda establecida.

Haciendo un análisis de las operaciones en la situación actual se puede puntualizar los problemas de la siguiente manera:

- a) *Distribución de Planta:* se tiene un galpón nuevo sin ningún tipo de rayado, que amerita el diseño de una distribución tomando en cuenta las restricciones de espacio disponible y la incorporación del nuevo producto.
- b) *Equipos y herramientas:* actualmente no se cuenta con un plan de mantenimiento de los equipos, causando paradas por imprevistos como desajustes en las impresoras, desperfectos en los dispositivos de prueba, entre otros. A este criterio también se le puede anexar la longitud de las bandas que es uno de los causantes de tiempo de ocio y hace que no se aproveche por completo la capacidad de las mismas. Además que el



galpón nuevo exige que se reduzca la longitud de las líneas de 15m a 10m por la restricción de espacio.

- c) *Condiciones de trabajo:* Existen problemas de ventilación e iluminación en toda el área de producción, debido a que esta área resulta calurosa por el tipo de techo que lo cubre. Se han presentado situaciones donde las temperaturas han llegado hasta los 40°C, factor que pudiese afectar las condiciones de trabajo para el operario y además la calidad de los equipos.

Estas condiciones ameritan que se tomen medidas de mejoras en la planta, aprovechando este momento en que se están planificando las nuevas instalaciones, buscando el mejor flujo de material en las distintas operaciones desarrolladas, la disminución de los recorridos y de los costos, promover medidas de seguridad y lograr espacios adecuados para que el personal de la empresa pueda alcanzar los máximos niveles de productividad, eficacia y eficiencia acorde a la gestión de las operaciones vigentes y en condiciones ambientales adecuadas.

Adicional a esto se cuenta con la disponibilidad de un galpón nuevo recientemente adquirido, el cual es completamente aprovechable para las necesidades de la empresa, puesto que mediante una conveniente distribución se podrían disminuir los sobre recorridos y crear un sistema de logística para la evacuación de desechos.

¿Cómo hacer la mejor distribución de planta adaptada a las nuevas instalaciones?



OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Objetivo General

Diseñar una distribución de planta acorde a las nuevas instalaciones garantizando la producción del producto asociado a la línea y el flujo de operaciones allí desarrolladas.

Objetivos Específicos:

Analizar la situación actual utilizando para ello mediciones de: tiempos, capacidad de producción y área disponible.

Proponer mejoras en la distribución de planta que garantice un flujo adecuado de las operaciones.

Diseñar un sistema de logística para la evacuación de desechos.

Justificación de la investigación

Esta investigación se hace aprovechando la oportunidad que tiene la empresa AUDIOVOX VENEZUELA con la adquisición de un galpón propio. El mismo presenta una mejor estructura para la apariencia y funcionalidad de la empresa, ya que cuenta con una sub división interna de 2 partes que le servirán para separar el área de producción y área de almacén.

Además la mudanza representa para la empresa una gran oportunidad para hacer mejoras en la capacidad de producción, considerando aspectos de seguridad, producción y logística.

Para realizar estas adaptaciones, es necesario aplicar los conocimientos adquiridos en la carrera de Ingeniería Industrial, especialmente los relacionados con Ingeniería de Métodos, Plantas Industriales, Manejo de Materiales y Localización de Plantas Industriales ya que estos permiten



identificar las oportunidades de mejora en los equipos de transporte, en el balance de las actividades y en la disminución de desperdicios.

Para la Universidad de Carabobo, un proyecto de esta naturaleza permite cumplir con dos funciones esenciales de la misma: la investigación y la extensión, estrechando la relación existente entre el sector educativo y el empresarial.

Alcance:

La investigación, como se ha dicho anteriormente, se concentra en la línea de Radio SIEMENS de la empresa AUDIOVOX de Venezuela, porque la empresa requiere de la aprobación de su cliente para continuar con su producción y porque amerita de mayores cambios de tal forma que se adapte todo el proceso a las nuevas instalaciones. En este sentido, el presente estudio permita diseñar la distribución en planta de la referida línea y hará propuestas de mejoras del sistema, quedando como parte de la responsabilidad de la empresa la decisión final de su instalación.



Capítulo II



Marco Teórico

Antecedentes

Guerra y Pinzón(2005), desarrollaron proyecto en la empresa Moldeados Andinos C.A. (Molanca), con la finalidad de diseñar la distribución de una planta. Para llevar a cabo el objetivo tomaron la información suministrada por la empresa y se adaptó la metodología aplicada S.L.P.(Sisyematic Lay-Out Planning). Esta investigación sirvió de guía para realizar el análisis del método S.L.P. a la hora de diseñar la mejor alternativa de solución.

Gómez y López(2005), hicieron trabajo de grado en la empresa Corporación Inlaca DPA Venezuela, la cual se encarga de la elaboración de productos refrigerados y leche líquida. Esta investigación fue realizada específicamente en el área de procesamiento de lácteos, donde se observó que la distribución actual de los equipos se realiza de forma empírica, existen incongruencias con los lineamientos establecidos por la norma Nestlé en cuanto a higiene y la ubicación de los equipos dentro del área. Este trabajo sirvió como herramienta acerca de los pasos a seguir cuando se realizó una distribución en planta usando el método S.L.P.(Sisyematic Lay-Out Planning) así cómo tener la mejor ubicación para los equipos.

Olivares y Rattia (2009), realizaron trabajo de grado en la empresa Audiovox Venezuela C.A. específicamente en la línea de ensamble de equipo de sonido para vehículo tipo Aveo/Spark, la técnica utilizada para este trabajo fueron los 7 desperdicios y la 5´S. Este trabajo sirvió como apoyo en la búsqueda de los antecedentes históricos de la empresa, así como conocer como era el funcionamiento de ésta para ese entonces.

Castillo y Cáceres (2012), este trabajo tuvo como objetivo principal la diseñar los métodos de trabajo adaptados al nuevo galpón de la empresa PRIMANVAL C.A. la investigación tuvo como sustento la metodología de



Planificación Sistemática Layout (S.L.P), el mismo sirvió de antecedente para observar como se lleva a cabo esta metodología en una planta.

Bases Teóricas

En función a las necesidades de la investigación se procede a presentar las bases teóricas utilizadas en las mismas para su realización.

Manejo de Materiales

La Sociedad Americana de Manejo de Materiales (2010), define el manejo de materiales “El arte y la ciencia del movimiento, empaquetado y almacenamiento de sustancias en cualquiera de sus formas”

Manejar Materiales consiste en el suministro, mediante el uso del método correcto, de la cantidad exacta del material adecuado, en el lugar indicado, en el momento preciso, en la secuencia indicada, en las mejores condiciones y al mínimo costo posible. Incluye consideraciones de movimiento, lugar, espacio y cantidad, también debe asegurar que las partes, materias primas, material en proceso, productos terminados y suministros se desplacen periódicamente de un lugar a otro.

Propósito del manejo de materiales

Según La Sociedad Americana de Manejo de Materiales (2010), Las técnicas de Manejo de Materiales aplicadas adecuadamente puede mejorar las operaciones de la siguiente manera:

Reducción de Costos: El costo de una operación puede reducirse por la eliminación del manejo innecesario o repetitivo y por la integración de pasos de manejo de materiales, como flujo de materiales a través de la planta.



Reducción de la Mano de Obra: Buenas prácticas de manejo de materiales, evitan el excesivo esfuerzo manual y generalmente reducen mano de obra a niveles mínimos necesarios.

Mayor Seguridad: Reduciendo la mano de obra y las tareas manuales inseguras se mejora la seguridad total de una operación. Sistemas mecanizados equipados con interruptores de seguridad pueden reducir accidente durante las operaciones.

Incremento de la Capacidad Productiva: El manejo de materiales puede incrementar la capacidad de una fábrica con el uso eficiente del espacio disponible para el trabajo y el almacenamiento, promoviendo el efectivo control de inventario aumentando la capacidad mediante el uso de equipos mecanizados.

Reducción de Desperdicio: Mejoras en el manejo de materiales en proceso, mejora la calidad del producto, reduce los desperdicios y minimiza los daños al mismo. Un eficiente manejo reduce el desperdicio y la pérdida de materiales mediante un eficiente control de inventario.

Mejora el Servicio a los Clientes: Mejores métodos de manejo, ayuda a servir a los cliente más eficientemente, asegurando que sus suministros lleguen a tiempo, en la cantidad requerida con daños mínimos.

Arnoletto (2007) dice que:

los estudios y decisiones sobre la distribución de planta se refieren al proceso de determinación del mejor ordenamiento posible de los factores disponibles para constituir un sistema productivo capaz de lograr los objetivos fijados...Se refiere a estudios de distribución inicial, cuando nace una nueva implantación y redistribuciones posteriores, siempre en función de nuevos productos o servicios, nuevas tecnologías y procesos. Los síntomas más comunes de la necesidad de estudiar la redistribución de plantas son: Mal uso del espacio,



excesivas distancias en los flujos, cuellos de botella y equipos ociosos (documento en línea).

El *método S.L.P.*, es una forma organizada para realizar la planeación de una distribución y está constituida por 4 fases, en una serie de procedimiento y símbolos convencionales para identificar, evaluar y visualizar los elementos y áreas involucradas de la mencionada planeación.

Las fases que la constituyen son:

1. Localización: Aquí debe decidirse el área que va a ser organizada.
2. Planear la organización general: establece los patrones básicos de flujo para el área que va a ser organizada. También indica el tamaño, relación y configuración de cada actividad, departamento o área.
3. Preparación del plan de organización: Incluye planear donde va a ser localizada cada pieza de la maquinaria o equipo.
4. Instalación: Indica los detalles de la distribución y se realizan los ajustes necesarios conforme se van colocando los equipos.

El patrón de procedimiento de este método se inicia con el análisis de los productos y volúmenes involucrados en el problema análisis P-Q seguido de la definición de proceso o recorrido de los materiales en estudio con el fin de organizar con seguridad el planteamiento en función de los desplazamientos de los productos dentro de los sectores afectados.

También es importante tomar en consideración los servicios que influyen en el proyecto incluyendo oficinas y actividades administrativas, y el análisis de estas actividades auxiliares, unificando ambos análisis racional de recorrido.



Seguidamente se ejecuta la etapa de determinación de los espacios tomando en cuenta los espacios disponibles, obteniendo el diagrama relacional de espacios, éste debe ser adaptado de acuerdo con los factores influyentes y limitaciones prácticas para efectuar en que debe ubicarse cada objeto como parte de la preparación detallada del planteamiento. Durante el proceso de examen de factores y de limitaciones prácticas se examinó y verificó una idea tras otra. El problema consiste en decidir cuáles deben ser las alternativas finales a elegir.

Balance de línea: El Balanceo de líneas consiste en la agrupación de las actividades secuenciales de trabajo en centros de trabajo, con el fin de lograr el máximo aprovechamiento de la mano de obra y equipo y de esa forma reducir o eliminar el tiempo ocioso. Las actividades compatibles entre sí se combinan en grupos de tiempos aproximadamente iguales que no violan las relaciones de precedencia, las cuales especifican el orden en que deben ejecutarse las tareas en el proceso de ensamble. Una estrategia importante para balancear la línea de ensamble es compartir los elementos de trabajo. Dos operarios o más con algún tipo ocioso en su ciclo de trabajo pueden compartir el trabajo de otra estación para lograr mayor eficiencia en toda la línea. Una segunda posibilidad para mejorar el balanceo de una línea de ensambles dividir un elemento de trabajo. También una secuencia de ensamble distinta puede producir resultados más favorables. En general, el diseño del producto determina la secuencia de ensamble. Sin embargo, no deben ignorarse las alternativas. Las líneas de ensamble bien balanceadas no solo son menos costosas, también ayudan a mantener un buen ánimo en los trabajadores porque existen diferencias muy pequeñas en el contenido de trabajo que realizan en la línea. El siguiente procedimiento para resolver el problema de balanceo de líneas



de ensamble se basa en el balanceo de líneas de General Electric. El método supone lo siguiente:

1.- Los operarios no se pueden mover de una estación a otra para ayudar a mantener una carga de trabajo uniforme.

2.- Los elementos de trabajo establecidos son de tal magnitud que dividirlos más, disminuiría la eficiencia del desempeño de manera sustancial. (Una vez establecidos, los elementos de trabajo deben identificarse con un código).

Para obtener un balanceo más favorable, se puede resolver el problema para tiempos de ciclo menores de 1.50 minutos. El resultado puede ser más operarios y más producción por día que tal vez tenga que almacenarse. Otra posibilidad incluye operar la línea de balanceo más eficiente durante un número limitado de horas al día.

Productividad: es la relación entre la producción obtenida y los insumos utilizados. Mientras más eficientes y eficaces seamos en la utilización de los recursos, tanto más productivos y competitivos podremos ser. Esta también influye directamente sobre el nivel de vida de los habitantes.

Recorridos: Los recorridos en el Lay Out son planteados en función a realizar el traslado de material utilizando siempre la menor distancia.

Logística: Es definido por la Real Academia Española, como el conjunto de medios y métodos necesarios para llevar a cabo la organización de una empresa, o de un servicio, especialmente de distribución.



Capítulo III



Marco Metodológico

Nivel y Tipo de Investigación

En una primera fase esta investigación ha de considerarse descriptiva, según Van Dalen y Meyer (2006) por:

Conocer las situaciones, costumbres y actitudes predominantes a través de la descripción exacta de las actividades, objetos, procesos y personas. Su meta no se limita a la recolección de datos, sino a la predicción e identificación de las relaciones que existen entre dos o más variables. (Documento en línea)

Adicionalmente esta investigación plantea resolver los problemas a través de propuestas con altas posibilidades de realización, como lo es en este caso conocer el proceso haciendo estudios de tiempo, observando al operario y escucharlo respecto a sus propuestas de mejoras a partir de los problemas identificados por ellos mismos, lo cual ubica a este proyecto en la modalidad de un proyecto factible cual busca cubrir las necesidad de la empresa Audiovox Venezuela C.A.

Se denomina *Proyecto Factible* la elaboración de una propuesta viable, destinada atender necesidades específicas a partir de un diagnóstico. Según La Metodología de Investigación Cuantitativa. (2003), plantea: “Consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos necesidades de organizaciones o grupos sociales que pueden referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos, o procesos”. Este proyecto utiliza información documental y de campo para obtener los datos, las partes involucradas, áreas de planta, entre otros; además de fundamentación teórica. El grado de profundidad del estudio indica de qué se trata de un problema tipo práctico, ya que se pretende formular propuestas de acción como alternativas de solución.



Fuentes y Técnicas de Recolección y Análisis de Información:

El trabajo especial de grado es en su primera fase es una investigación del tipo descriptiva según la guía para realizar el trabajo de grado de Arcay (2004) para ello se debe tener en cuenta que el objeto principal es una buena formulación del problema para hacer posible el desarrollo de la investigación.

La investigación plantea resolver los problemas a través de las propuestas con altas posibilidades de realización, lo que se ubica en modalidad de proyecto factible el cual busca cubrir las necesidades en la empresa Audiovox Venezuela.

Para llevar a cabo la propuesta se emplearan las siguientes técnicas.

Método S.L.P: Mediante el uso de esta metodología, se facilitó el análisis de la situación actual del área de producción, así como ayudó a sintetizar la información al momento de realizar las propuestas de mejora en cuanto a la distribución de planta.

Diagrama de Procesos: El diagrama de operaciones permite seguir la secuencia de los procesos y permite llevar la secuencia de los mismos.

Entrevistas: las entrevistas son hechas personalmente a las personas que intervienen directamente en las operaciones y a las que no, basándose en preguntas desde cómo se realiza el proceso, hasta las sugerencias de posibles que podrían implementarse.

Observaciones: estas observaciones son del tipo directas e indirectas en cada uno de los procesos y cada una de las operaciones.

FASES DE LA INVESTIGACIÓN

Fase I:



Para la realización de este estudio se siguieron los siguientes pasos

1. Recorrido por la empresa: Se hicieron para conocer los espacios e ir planificando cuales serian los cambios a realizar con respecto al lay out de la planta anterior.
2. Identificación y selección de los problemas: la reducción de espacio fue el principal problema, además de que la disposición de las instalaciones era diferente al antiguo galpón
3. Observación minuciosa de los métodos y condiciones de trabajo en cada una de las líneas
4. Búsqueda, obtención, ordenamiento y preparación de toda la información necesaria referente a: Política y capacidad de producción, Maquinaria, equipo y herramientas en la planta, Tiempo de ejecución de las operaciones involucradas en el proceso, áreas disponibles en la planta.
5. Análisis exhaustivo de la información recolectada para identificar los aspectos a mejorar.
6. Aplicación de las técnicas de ingeniería de métodos y plantas industriales para generar alternativas de mejoras en la distribución de planta, disposición de los almacenes, los métodos y condiciones de trabajo, entre otros.

Fase II: Proponer mejoras en la distribución de planta que garantice un flujo adecuado de las operaciones.

Estas propuestas sobre la distribución de planta serán logradas a través del método SLP, este método a su vez consta de cuatro etapas para su aplicación las cuales son:

- 1) Localización:



Se dispone de un galpón que está dividido en 3 sectores de los cuales uno es para el área de oficinas, el cual no tiene ninguna distribución; luego está un área grande la cual está dispuesta para las líneas de producción y finalmente un espacio más reducido, que es para almacenar producto terminado. En el área de producción se requiere instalar cuatro líneas dispuestas de manera que todas midan aproximadamente 10m de largo, además de que exista el espacio suficiente entre ellas, de manera que los trabajadores de la línea tenga el espacio requerido y comodidad para desenvolverse en su respectivo puesto, así como los montacargas puedan circular de la mejor manera y realizando esto en el menor recorrido posible.

2) Planear la organización general:

Inicialmente se puede comenzar analizando el área de parlante la cual tiene una de las mayores salidas, luego la de radios Siemens la cual necesita particular atención debido a que va a disminuir su tamaño por tanto se realizarán algunas modificaciones como ajustar la velocidad para no afectar la producción; y finalmente las líneas de Tweeters y Swoofer. Para este análisis se tomaran los tiempos de cada operación y las distancias entre las estaciones de trabajo, utilizando para ello el método de balance de líneas y análisis de los tiempos.

3) Preparación del Plan de Organización:

El área de almacenamiento temporal de materia prima se desea que se encuentre al comienzo de las líneas y el área de almacenamiento temporal de producto terminado se desea se coloque al final de cada línea

4) Instalación:

Los detalles de distribución y ajustes necesarios se van adaptando conforme se colocando los equipos y herramientas, evitando los sobre recorridos e interferencias del paso de personal con el paso del montacargas.



Fase III: Diseñar un sistema de logística para la evacuación de desechos.

Para llevar a cabo esta fase se tiene que tener en cuenta los siguientes pasos:

- Identificar quien va a prestar el servicio.
- Realizar un programa que planificacion para la salida del material.
- Establecer quienes serán responsables de llevar a cabo el programa.
- El precio de venta.



Capítulo IV



Reseña Histórica

Como único representante de la filial del grupo VOXX International en Venezuela, Audiovox cuenta entre sus clientes a Chrysler, siendo su primer proveedor en todo lo referente a sistemas de sonido, esta empresa comenzó sus funciones en 1997. De acuerdo a información suministrada por el Departamento de Ingeniería de la empresa la misión, visión y política de calidad son las siguientes:

Misión de Audiovox Venezuela

Proveer productos de la más alta calidad y un óptimo servicio a nuestros clientes. Apoyar el proceso de ventas de manera de conocer y exceder las expectativas de nuestros clientes. Fomentar el crecimiento y participación de nuestra gente a través de la comunicación abierta. Producir el máximo retorno de la inversión a nuestros accionistas y al crecimiento de nuestra compañía. Proveer un ambiente de trabajo seguro y agradable para nuestra gente.

Visión de Audiovox Venezuela

Ser una empresa sólida, productiva y líder en el mercado automotriz y de consumo electrónico en las líneas de sonido, video, seguridad y otros productos a nivel nacional

Política de calidad

AUDIOVOX trabaja bajo las normas ISO TS-16949 que es el desarrollo de un sistema de gestión de calidad con el objetivo de una mejora continua enfatizando en la prevención de errores y en la reducción de desechos de la fase de producción.

Descripción de la Empresa

Audiovox Venezuela C.A es un reconocido líder en la comercialización de entretenimiento del automóvil, seguridad del vehículo y seguimiento, arranque a control remoto, accesorios de conveniencia, sistemas para evitar colisiones y sistemas portátiles de entretenimiento. Se encuentra ubicada en

la Av. 68 c/c 100, C.C.I. Daza, Locales 1, 2,3 y 4, Zona Industrial Castillito, Valencia, Carabobo, Venezuela.



Figura 4.1. Productos manufacturados en AUDIOVOX (2010)

Fuente: http://favenpa.org/directorio-de-nuestros-asociados/userprofile/AUDIOVOX%20VENEZUELA,%20C_A_

Es una empresa que busca cada día ser líder en el mercado ofreciendo productos de calidad a precios asequibles, dirigidos específicamente a clientes distribuidores y a ensambladoras de vehículos nacionales e internacionales. Los Radios Siemens, uno de productos ofertados, los cuales son ensamblados y distribuidos por la empresa directamente a una



ensambladora nacional. Son ensamblados en una línea que consta de dos estaciones de operaciones, dos estaciones de inspección y una adicional de ensamble. Este producto es uno de los productos que comenzó la innovación de los antes ofertado en vista a que ofrece una conexión directa con la computadora central del vehículo y al realizarle un diagnostico al mismo también se le puede hacer un diagnostico al radio.

Descripción de los Procesos

Audiovox Venezuela C. A. está dedicada a la manufactura de sistemas de sonido automotriz, módulos de puertas para vehículos, además de la comercialización de producto de sonido domésticos, alarmas y accesorios de video para vehículos, a continuación una breve descripción de todas las líneas:

- Línea de Módulos, estos provienen de una caja en la cual están ocho módulos de puertas de carro modelo Limite y Laredo (1 m * 0,75 m) al cual se le ha instalado el parlante previamente, en este paso se toman cada uno de los módulos, se coloca en una mesa y se verifica por medio de un lector de códigos que cada una de las partes coincida a esto le llaman trazabilidad, luego se imprime una etiqueta con sus especificaciones y códigos, ésta se coloca al módulo, luego pasa a otra mesa donde se revisa que los carriles estén alineados para colocar las protecciones y finalmente son trasladados a una caja la cual va a contener ocho módulos bajo las mismas condiciones.

DIAGRAMA DE PROCESO:

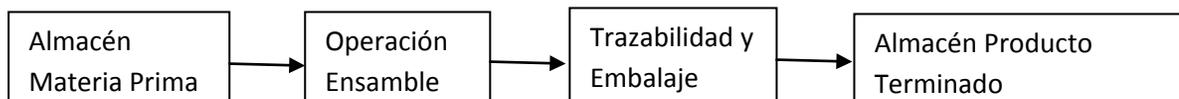




Tabla 4.1. Materiales usados en línea de Módulos.

Material	Descripción
Wk Harware Module	Módulo pre-ensamblado, este varía dependiendo de cual tipo se esté ensamblando, derecho, izquierdo o delante, trasero
Speaker 6" X 9" Premium	Dispositivo de 25cm de radio, el cual propiamente es el sonido.
Etiqueta De 2"W X 4"L	Codifica y verifica si el parlante corresponde a ese modulo.
Tornillo Autor. Hex 12	Tornillo de ajuste del speaker.
Cartones de protección	Dos cartones que permitan proteger el modulo.
Etiqueta de Garantía	Es el sello que garantiza que el producto salió conforme.
Bolsa de Plástica transparente	Para cubrir la antena



Tabla 4.2. Equipos y Herramientas de línea de Módulos.

Equipos	Descripción
Sistemas de rodillos locos	Sistema de transporte de 5m de largo, para circular material.
Poka yoke	Sistema de soporte para manipular los módulos.
Torque	Destornillador eléctrico.

- Línea de Tweeter y Swoofer, los mismos son trasladados por una línea la cual pasa una serie de etapas como la de Tono de prueba Onda Sinusoidal de 250Hz, este tono es una onda sinusoidal la cual no posee armónicos, deber sonar como si proviniese desde el centro del monitor si el control de está configurado de manera correcta, si es así, pasa al Sonido Rosa en mono: El sonido rosa es una forma de ruido que teóricamente contiene todas las frecuencias. Debe sonar como lluvia cayendo sobre un techo. El sonido rosa se define cuando se tiene la misma energía por octava y es sumamente importante a la hora de probar los parlante, luego con un equipo de sonido se verifica que las voces y melodías se escuchen bien, luego se le coloca una etiqueta de OK y finalmente pasa a la línea de módulos para ser ensamblado al módulo de puerta.



Tabla 4.3. Materiales usados en línea de Tweeter y Swoofer

Material	Descripción
Sub-Conjunto Tweeter	Tweeter pre-ensamblado
Empacadura delantera	Es el aislante de sonido
Etiquetas	Identificación de Ok, lote y garantía.

Tabla 4.4. Equipos y Herramientas usados en línea de Tweeter y Swoofer

Equipos	Descripción
Destornillador	Para desconectar el cable del banco de prueba
Equipo de prueba de sonido	Mide la cantidad de onda de salida de sonido.
Silicón en barra gruesa	Usado como pegamento

- Línea de Radio Siemens, proceso en que hace énfasis este caso, el cual cuenta con una estación “cuello de botella”, directamente en las estaciones de inspección en vista a que las mismas tardan más tiempo que las estaciones de ensamble y esta tardanza afecta directamente el tiempo de respuesta de la empresa sobre la demanda.

Esta línea posee equipos propios de la ensambladora para los que son manufacturados estos productos y dichos equipos cuentan con el



mantenimiento exclusivo de la empresa. La actualización del software con los que se realizan las inspecciones son realizados a través de remotas conectadas a las computadoras.

Para trabajar con este producto la empresa ensambladora establece varias condiciones respecto a las instalaciones del área de producción para así asegurar los detalles de la capacidad de producción de las líneas y la calidad del producto, de allí que las líneas cuentan con inspecciones de las ensambladoras cada vez que se requiera realizar algún tipo de modificación del proceso para ellos convalidar las operaciones y mantener así la relación Cliente-Productor bajo los parámetros de producción satisfechas para ambas partes.

El proceso de Radios Siemens comienza con la solicitud a almacén del material a utilizar a través de *un parte* donde se encuentran los materiales detallados de la siguiente manera:

Tabla N° 4.5. Materiales para la fabricación de radios Siemens.

Descripción	Especificación
Perillas	Volumen y selección de dial
Tapa superior	Protección de unidad de CD
Tapa inferior	Protección de tarjeta principal
Frontales	Carcasa de plástico
Chasis	Carcasa de metal
Tornillos 4-20	Ajuste de unidad de CD
Tornillos M3 x 0.5 mm	Ajuste de frontal
Tornillos M2	Ajuste tarjeta principal a chasis
Etiquetas	Para impresión de lote, de garantía y



	de caja
Bolsas plásticas	Para embalaje
Unidad de CD	Pre-Ensamblada
Marcadores	Marca garantía de tornillos
Tarjeta pin	Funcionamiento del frontal
Tarjeta madre	Funcionamiento principal de radio
Key Pad.	Protección de teclas

Todo este material es preparado por los trabajadores en almacén en una misma paleta para luego pasarlo al área de producción, por lo general se arma el material en lotes de 99 unidades totales a ensamblar. Este proceso de búsqueda de material en almacén tarda aproximadamente 30min.

Luego de armado, pasa directamente al área de producción mediante un montacargas marca Clark Modelo NP30040

Se desplaza 45m hasta el área de producción donde se hace el almacenamiento temporal de material mientras se distribuye en la línea. Este despacho procura realizarse un día antes del día que se tiene pautado para la producción, en vista a que el mismo debe ser desembalado para luego ser colocado sobre la línea de producción. Este desembalado se hace a los chasis, a las unidades de CD, a los frontales y son dejados nuevamente en sus cajas para luego solo colocar las cajas en los puestos de trabajo en la línea.

La línea cuenta con todos los equipos necesarios para el ensamble de estos productos entre sus herramientas y equipos cuenta con:



Tabla N°4.6 Equipos y Herramientas

Herramientas y Equipos	Cantidad	Descripción
Torques	2	Aéreos
Martillo de goma	1	Mazo de metal y bola de goma
Computadoras	2	Pertenecientes a la ensambladora
Poka-yoke	3	Uno en la primera operación y 2 en la segunda operación
Lector óptico	1	Para realizar la trazabilidad
Compresor	1	Compresor de ½ Hp

Una vez preparada la línea se procede a la producción de los radios para ello se quiso describir cada operación por separado:

Operación 10: Se toma el chasis para incorporar la unidad de CD, a éste se le fijan 2 tornillos, luego 2 más en la parte frontal para asegurar la tapa superior, se voltea y añade una tarjeta usando 3 tornillos y se tapa inferior.



Figura 4.2 Operacion10.

Operación 20: Esta operación contempla dos fases, en la primera se ensambla el frontal por separado. La carcasa del frontal se coloca sobre el Poka-Yoke el cual se limpia con aire antes de colocarle la tarjeta de funcionamiento, ajustándola con 4 tornillos usando el torque aéreo, luego marcan los tornillos para asegurar la garantía, se voltea el frontal para instalar las perillas del dialy volumen. El operario verifica que las mismas queden bien instaladas.

En la segunda fase se toma el Chasis que viene en la línea y se coloca en el Poka- Yoke para hacerle el ajuste a presión del frontal. Para terminar se le colocan las etiquetas de identificación de lote y se vuelve a colocar en la línea de producción para pasar a la estación de inspección.



Figura 4.3 Operación 20



Figura 4.4 Estaciones de operación 10 y 20.

Inspección: En esta operación se conecta el radio a la computadora a través de un cable de alimentación y prueba. Se le coloca un CD de reconocimiento de software y el mismo pide que se prueben todos los botones y perillas, el resto de la inspección interna la hace únicamente el programa, este proceso tarda en promedio 4,5 min, luego se colocan las etiquetas de garantía e identificación de lote con código de barra y pasan a la estación de

trazabilidad y embalaje. Cabe destacar que son estaciones de inspección y que trabajan en paralelo.



Figura 4.5 Estaciones de Inspección.



Figura 4.6 Estaciones de Operación 20 e Inspección.

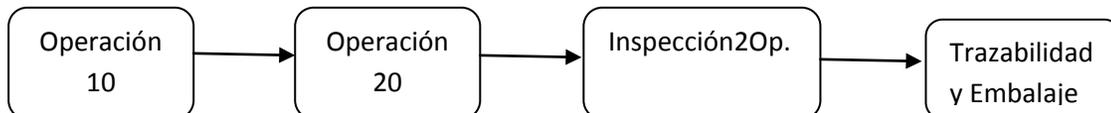
Trazabilidad y embalaje: en esta estación se lee el código de barra para ingresarla identificación del radio al sistema, para luego embalarlo

colocándolo en una bolsa y en cajas de protección especial para cada unidad, estas cajas tienen una capacidad de 4 unidades.



Figura 4.7 Trazabilidad y Embalaje.

DIAGRAMA DE PROCESO



Descripción del área de Producción

Determinación de las características del galpón: cuenta con un área de 1452 m² tiene 3 portones, aunque la empresa decidió condenar 2 para ganar disponibilidad de espacio; el portón que queda abierto será el del fondo para la entrada y salida del material, al lado de este portón se encuentra un espacio aprovechable para instalar la jaula de servicio técnico. Cuenta con iluminación natural y artificial suficiente para la ejecución de las actividades



propias de la producción. Por otra parte, la ventilación del galpón actual es adecuada ya que tiene suficiente altura y flujo de aire.

El lay out está planteado en función de los resultados del método SLP siempre teniendo como prioridad escoger las rutas más cortas en el recorrido del material



Capítulo V



Análisis de la situación actual y propuestas de solución.

Análisis y mejoras de la distribución actual.

La empresa contaba con un área 1600 m² en el antiguo galpón, en él se ensamblan cinco diferentes tipos de productos, al adquirir el nuevo galpón se reduce el área disponible para la zona productiva en un 13%. Esta disminución obliga a ajustar las líneas y diseñar la distribución de las diferentes facilidades dentro de ese espacio.

Para el diseño se debe hacer las siguientes consideraciones:

- El número de líneas de producción activas será de 4, ya que la quinta se encuentra inactiva desde 2002.
- El espacio disponible es de 1452 m².
- Se disminuye la longitud de todas las líneas de 15 a 10 metros, pero la línea de Radio Siemens es la única que realmente requiere ajuste en cuanto al balance de carga de trabajo.
- Se determinó que el ancho de pasillo estándar que permite el flujo adecuado de los equipos de manejo de materiales (montacargas y traspaleta) es de 2 m (ver anexo.2).
- En cuanto a la organización general la línea de parlantes requiere de más espacio ya que el material presenta mayor volumen.
- Además del almacenamiento temporal, se debe hacer que el producto terminado quede frente a la salida de almacén. Por otro lado, se deja una sola puerta para entrada y salida se montacargas para evitar sobrerrecorrido.



En este sentido y con el fin de aplicar el SLP, en la tabla 4.7 se puede encontrar las características del manejo en cuanto a producto, cantidad y tiempo.

Tabla 5.1 Productos a fabricarse en las líneas, cantidades requeridas por semana y tiempo por unidad.

PRODUCTO	CANTIDADES	RECURSOS	
		HERRAMIENTAS	TIEMPO (min/unid)
PARLANTES	1000	Software de inspección	5
		Empacadura de goma	
SWOOFER	200	Atornillador eléctrico	10
		Empacadura de goma	
SIEMENS	175	Torque aéreo	15
		Compresor de aire	
		Software de inspección	
MODULO	1600	Torque aéreo	8
		Software de inspección	
TWEETERS	1000	Torque aéreo	5
		Empacadura de goma	



Tras el análisis se diseñaron dos alternativas para la localización de los equipos en las cuales se tomó en consideración el menor recorrido de material, además de la comodidad de los puestos dejando de 1,5 m a 2 m la distancia entre los trabajadores de una misma línea para que estos puedan desenvolverse con comodidad y seguridad en su respectivo puesto, así como los montacargas puedan circular de la mejor manera y realizando esto en el menor recorrido posible.

Como propuestas de mejora se tienen las siguientes alternativas:

Propuesta #1: La línea de Módulo tiene su propio riel para que deslicen las cajas de manera rápida y segura, ésta se encuentra aislada para mejor comodidad al momento de movilizar el material, luego a 11 m se encuentra la línea de radios, frente a ésta, a 3 m, está la línea de Parlante y al frente está la de Tweeter y Swoofer

Uno de los detalles que se pueden observar en esta propuesta es que la línea de Tweeter y Swoofer queda unida a la pared restándole al operador comodidad al momento de salir del puesto, ya que se encuentra con obstáculos (operarios, materiales, sillas) e incomodando a los otros trabajadores.

Además de todo lo anteriormente señalado se presenta el paso del montacargas se ve obstruido debido a la mesa que contiene a los radios en cola de la estación de inspección

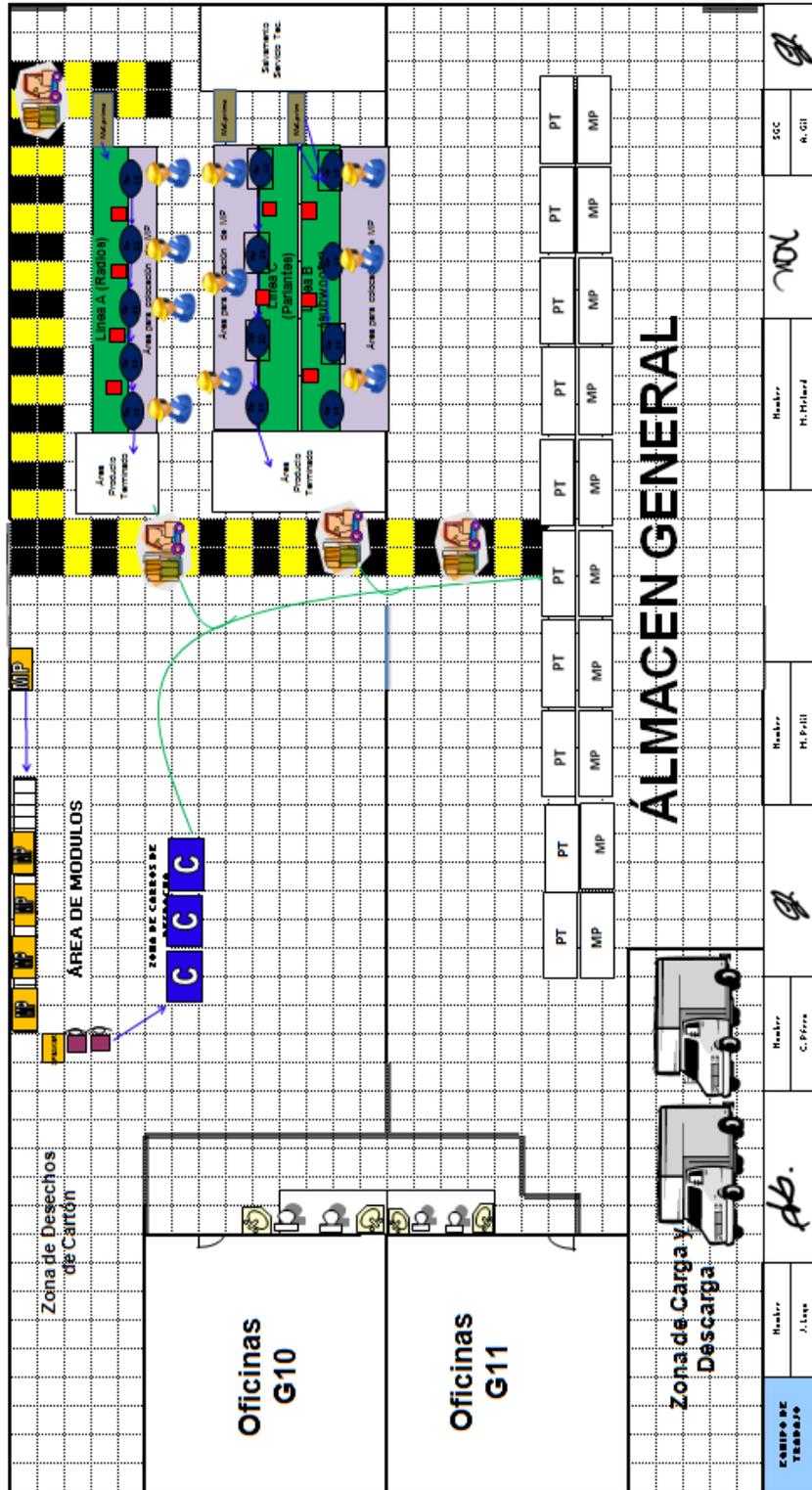


Figura 5.2. Propuesta #1



Tabla 5.2 Leyenda de Plano Propuesta# 1

LEYENDA	
	zona de trabajo de líneas de módulo
	zona de módulo
	paso de seguridad
	montacaca
	cesta de rechazo
	puesto de trabajo
	Materia Prima para línea de módulo
	producto terminado
	materia prima
	carros de despacho



Propuesta #2: La línea de Módulo se encuentra aislada para mejor comodidad al momento de movilizar el material, luego a 11 m se coloca la línea de radios y detrás la línea de Parlante, dejando poco mas de 2,4 m para el paso de montacargas; frente a ésta, a 3 m, está la línea de Tweeter y Swoofer permitiendo de esta manera que se pueda transportar mejor el materia siendo materia prima o producto terminado.

Una de las características más resaltantes de esta propuesta es que el paso del montacargas al momento de llevar la materia prima no se ve obstaculizado y provee de ser un menor recorrido del material

La alternativa de solución seleccionada para establecer la distribución de planta para las nuevas instalaciones de Audiovox Venezuela es la mostrada en la Propuesta #2 ya que permite mayor comodidad del empleado en su puesto de trabajo un mejor movimiento del montacargas a la hora de llevar el material, además de tener un espacio aprovechable entre la línea de radios y swoofer para almacenamiento temporal. Además en la tabla 5.1, se presenta una comparación de los recorridos de materiales para todas las rutas.



Tabla 5.2 Leyenda de Plano Propuesta# 2

LEYENDA	
	zona de trabajo de líneas de módulo
	zona de módulo
	paso de seguridad
	montacaca
	cesta de rechazo
	puesto de trabajo
	Materia Prima para línea de módulo
	producto terminado
	materia prima
	carros de despacho



Tabla 5.2. Cuadro comparativo de las Propuestas de Solución

Ruta	Frecuencia (viaje)	Propuesta#1		Propuesta#2	
		Distancia (m/viaje)	Viajes x Distancia.	Distancia(m)	Viajes x Distancia.
A-B	20	23	460	23	460
A-C	4	42	168	40	160
A-D	1	31	31	38	38
A-E	1	36	36	26	26
F-A	20	38	760	38	760
B-A	20	23	690	23	690
C-A	2	16	32	14	28
D-A	1	12	12	16	16
E-A	1	8	8	8	8
Total			2197		2186

Leyenda

- Ruta A-B Almacén a línea de Módulo
- Ruta A-C Almacén a línea de Radios
- Ruta A-D Almacén a línea de Parlante
- Ruta A-E Almacén a línea de Tweeter y Swoofer
- Ruta F-A Zona de descarga a Almacén
- Ruta B-A Línea de Módulo a Almacén
- Ruta C-A Línea de Radios a Almacén
- Ruta D-A Línea de Parlante a Almacén
- Ruta E-A Línea de Tweeter y Swoofer a Almacén

El resultado de la propuesta seleccionada no se limita únicamente al criterio de las distancias recorridas por el material sino a la comodidad de trasladar el material, asegurando el paso del montacargas que para este caso lleva la paleta con la materia prima que contiene el material más pesado y el producto terminado se traslada en un transpaleta ya que son cargas más ligeras. Asegurando el paso del montacargas sin interrumpir a ningún puesto



de trabajo esta alternativa es la que se hace más adecuada para la situación planteada.

Análisis y mejoras en el balance de la Línea de Radios Siemens.

La velocidad con la que venía trabajando esta línea era de 15 m/min teniendo una longitud de la misma de 15 m, pero la longitud no puede mantenerse en las nuevas instalaciones, en vista de las restricciones de espacio que posee, lo cual obliga a que se tenga que reducir su longitud en un 33,3%.

Balance de línea de las antiguas instalaciones:

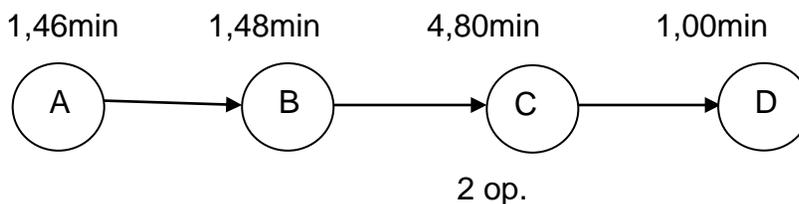


Figura 5.3 DIAGRAMA DE PRECEDENCIA

Basados en estos tiempos se hace el análisis de partida para hacer los cambios necesarios que permitan adaptar este proceso a las nuevas instalaciones.

Una vez que se realicen estas modificaciones es necesario que se hagan nuevos cálculos para establecer una nueva velocidad de la banda que permita realizar los procesos antes descrito, (ver capítulo IV), usando los mismos tiempos de operación con los que se trabajaba en las instalaciones anteriores, además de redistribuir las distancias entre las operaciones, que admita el normal desenvolvimiento del operario durante el proceso de producción. Más aun como condición determinante siempre se debe tener

presente para estos cálculos que se debe cumplir una demanda de producto terminado.

Se propone hacer un balance de línea para establecer las distancias entre los puestos de trabajo y la velocidad de la banda.

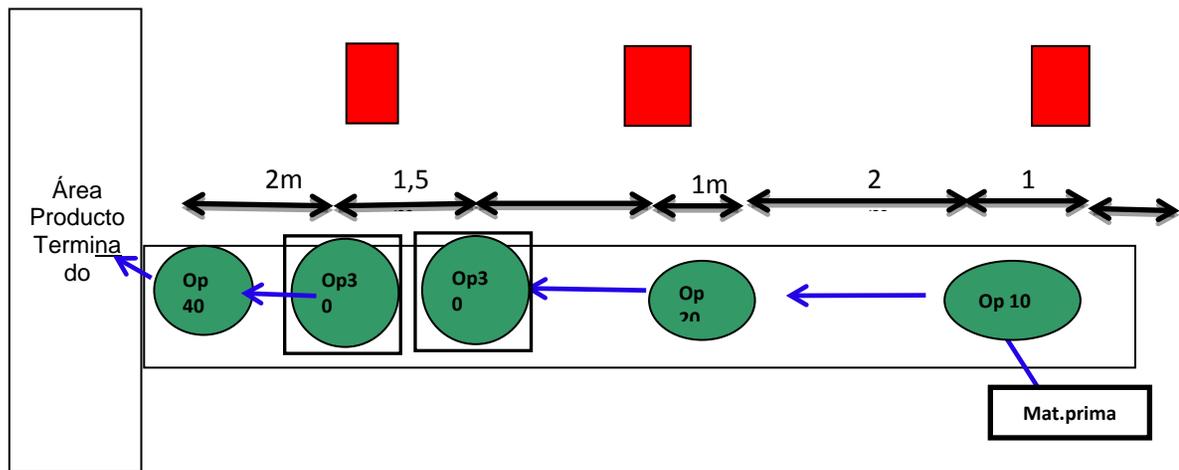


Figura 5.4 Línea De Ensamble De Radios Siemens.

Para realizar el Balance de línea se hizo lo siguiente:

- Cálculo de tiempo de ciclo teórico (Tct), Número mínimo de operarios (# min de Op.), Tiempo total de operación (Top).

$$Tct = 1/P$$

Donde **P**: Producción (en este caso la producción semanal deseada).

La data facilitada por la empresa indica que la producción máxima al mes es de: 700 unidades, lo que hace un promedio de 175 unidades por semana, como se sabe que para la producción semanal solo se destina un solo día por semana, entonces se desean 175 unid por día.

$$Tct = 1 / ((175 \text{ unid/día}) (1 \text{ día/8Hrs}) (1 \text{ hr/60min})) = 2,74 \text{ min /und}$$

$$Tct = 2,74 \text{ min /und.}$$



Si siguiendo el procedimiento se debe reconocer que aun existen restricciones para realizar los cálculos, como lo es el hecho no disminuir los puestos de trabajo, y mantener la distribución de los mismos de acuerdo a las condiciones propuestas por la empresa, ello indica que:

#num min de Op=4.

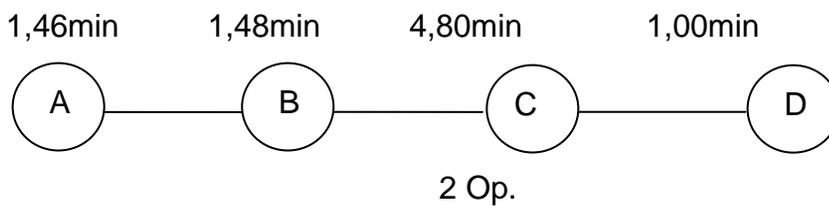


Figura 5.5 DIAGRAMA DE PRECEDENCIA

Los tiempos que se utilizaron para trabajar los diagramas de precedencia fueron extraídos a través de pruebas con la velocidad de la banda, comenzando en 15.1 m/min y al final estableciéndose en 10.1 m/min para cumplir con todas las normativas que rigen en las instrucciones de trabajo. La muestra tomada fue de tamaño 10, con operarios diestros en las operaciones trabajando a ritmo normal.

Tabla 5.3 Método de Balance de línea

Estación	Elemento	Tiempo del Elemento (min/und)	Tiempo Asignado (min)
10	A	1,46	1,36
20	B	1,48	1,38



30	C	2,40	4,80
40	D	1,00	0,40

$\Sigma T_{sig} = 7,84 \text{min}$

A: Operación de ensamble.

B: Operación de ensamble y armado de frontal e instalación.

C: Inspección.

D: Trazabilidad y Embalaje.

Entonces:

$T_{cr} = \text{mayor de A, B, C, D en tiempos del elemento}$

$T_{cr} = 2,40 \text{min/unid}$

$T_{o_{real}} = \Sigma (T_{cr} - T_{sig})$

$T_{o_{real}} = (2,40 \text{min} - 1,36 \text{min}) + (2,40 \text{min} - 1,38 \text{min}) + 2(2,40 \text{min} - 4,80 \text{min}) + (2,40 \text{min} - 0,40 \text{min})$

$T_{o_{real}} = 11,26 \text{min/unid}$

$P_{real} = 1 / ((2,4 \text{min})(1 \text{hr}/60 \text{min})(1 \text{dia}/8 \text{hrs})) = 200 \text{ und/día}$

25 unidades adicionales con respecto a la demanda actual.

Gráficamente el balance de línea resulta:

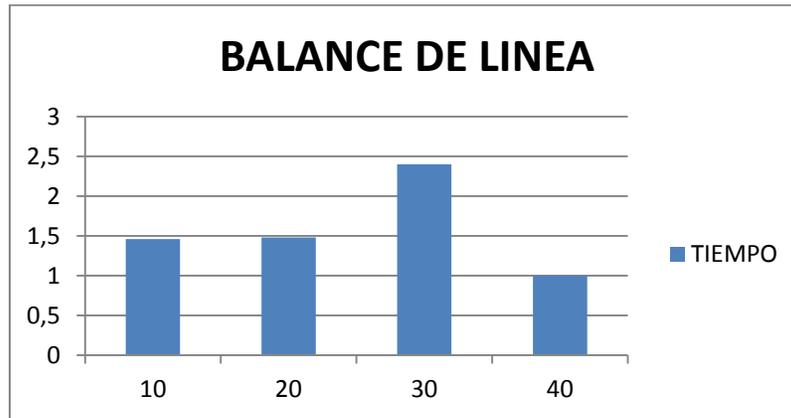


Figura 5.6 Balance de línea.

El cálculo del Velocidad de la Banda:

$$V = (X \text{ Unidades} / Y \text{ tiempo}) * (Z \text{ distancia} / X \text{ unidades})$$

Remplazando se obtiene que:

$$V = (1 \text{ unidad} / 4,80 \text{ min}) * (48,5 \text{ cm} / 1 \text{ unidad}) * (1 \text{ m} / 100 \text{ cm}) * 100$$

$$V = 10,10 \text{ m/min}$$

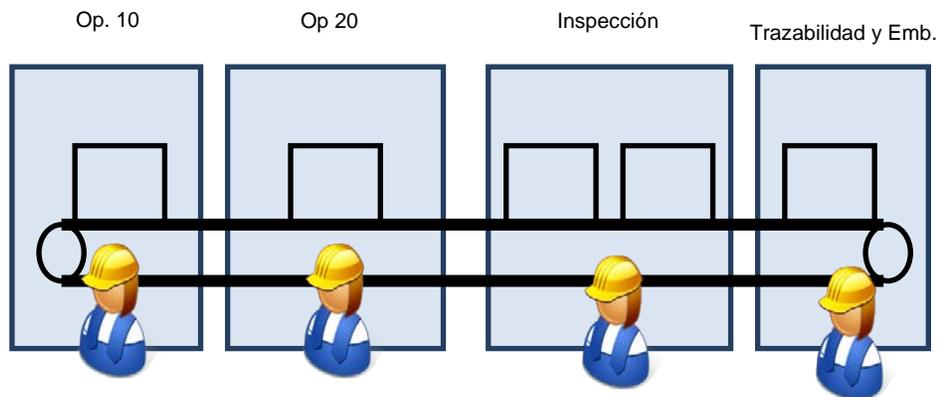


Figura 5.7 Línea de Ensamble de Radios Siemens.



Para hacer una verificación de los resultados obtenidos se realizó una simulación utilizando el programa PROMODEL 7.5¹ con el cual se simuló la situación de la línea midiendo 15 m a una velocidad de 15,1 m/min, para ello el simulador obtiene los siguientes resultados:

General Report (Normal Run - Rep. 1)								
General	Locations	Location States Multi	Location States Single	Resources	Resource States	Failed Arrival		
simulacion1.MOD (Normal Run - Rep. 1)								
Name	Scheduled Time (HR)	% Operation	% Setup	% Idle	% Waiting	% Blocked	% Down	
Op10	8,64	11,48	0,00	48,21	0,00	40,31	0,00	
Op20	8,64	14,75	0,00	48,21	0,00	37,04	0,00	
Insp	8,64	24,47	0,00	24,11	0,00	51,43	0,00	
almacen	8,64	3,25	0,00	96,75	0,00	0,00	0,00	
mat prima	8,64	0,82	0,00	0,08	0,00	99,10	0,00	
prod term	8,64	1,63	0,00	48,29	0,00	50,08	0,00	
Embalaje	8,64	4,82	0,00	76,92	0,00	18,26	0,00	
Pallet Boxes	8,64	24,10	0,00	24,39	0,01	51,50	0,00	
frontal2	8,64	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	

Figura 5.8 Resultados de la simulación1 Promodel 7.5

Aquí se puede evidenciar el porcentaje de bloqueo de la estación de operación de cuello de botella como lo es la estación de inspección. En una segunda simulación ahora considerando la línea de 10 m y una velocidad de 10,1 m/min se obtienen los siguientes resultados:

¹ Versión estudiantil



General Report (Normal Run - Rep. 1)								
General	Locations	Location States Multi	Location States Single	Resources	Resource States	Failed Arrivals		
simulacion2.MOD (Normal Run - Rep. 1)								
Name	Scheduled Time (HR)	% Operation	% Setup	% Idle	% Waiting	% Blocked	% Down	
Op10	8,51	14,68	0,00	47,96	0,00	37,36	0,00	
Op20	8,51	19,58	0,00	47,96	0,00	32,46	0,00	
Insp	8,51	24,47	0,00	35,24	0,00	40,29	0,00	
almacen	8,51	3,24	0,00	96,76	0,00	0,00	0,00	
mat prima	8,51	0,81	0,00	0,08	0,00	99,11	0,00	
prod term	8,51	1,62	0,00	48,04	0,00	50,34	0,00	
Embalaje	8,51	7,34	0,00	76,74	0,00	15,92	0,00	
Pallet Boxes	8,51	71,35	0,00	13,11	0,00	15,54	0,00	
frontal2	8,51	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	

Figura 5.9 Resultados de la simulación2 Promodel 7.5

Aquí se observa claramente como el balance de línea es más eficaz y como el porcentaje de bloque disminuye sobre las estaciones de inspección.

Análisis y mejoras de Logística de desechos:

Según lo descrito por Tenorio (2008), para realizar el diseño de un sistema de logística se deben identificar todos los tipos de desechos y sus orígenes. Para Audiovox el origen de estos desechos está en las cajas de cartón que contienen la materia prima, una vez que la misma es desembalada estas cajas no son reutilizables, son desarmadas y colocadas en rumas que poseen una altura promedio de 1 m. Las consideraciones de espacio son importantes para implementar este sistema, en vista a que el nuevo galpón no posee restricción de espacio en comparación al galpón anterior, la diferencia es de 10 m^2 y una sola ruma de ese tipo de cajas ocupa 3 m^2 .



Figura. 5.10 Cajas de materia prima de módulos.

La producción de módulos es la causa de la mayor producción de desechos, la misma se estima en 580 cajas por mes, es decir, 145 cajas por semana y un promedio de 29 cajas por día. Si cada ruma alcanza una altura de 6 unidades (la parte inferior quien ocupa el mayor volumen). El espacio actual para ocupar por desechos es de 10 m² lo cual obliga que cada vez que se cambie el modelo de producción se vacie el espacio de desecho.

Para llevar a cabo esta propuesta se tiene que tener en cuenta los siguientes pasos:

- Identificar quien va a prestar el servicio: En la propuesta de implementar una nueva política de desecho se hizo un listado de 3 empresa donde luego se seleccionó la opción mas atractiva para Audiovox, en cuanto a su ubicación, mejor precio de compra del material reciclado y no la no restricción a las dimensiones del mismo. La empresa Cartonera Carabobo ubicada en la zona industrial La Quizanda, fue la mejor opción ya que cumple con todos estos requisitos.
- Realizar un programa de planificación para la salida del material: Está programación debe realizarse en función a los requerimientos de producción, sin que la misma la afecte y tambien se acople a los



recursos disponibles, es decir, de personal y los camiones para traslado.

- Establecer quienes serán responsables de llevar a cabo el programa: cuando se habla de responsable se refiere a llevar un control de la cantidad de material que se almacena y el personal que se encargue de cumplir con la tarea de emparcarlo y despacharlo, ya sea el personal de producción o el de mantenimiento, según su disponibilidad.

Una vez contactada la empresa Cartonera Carabobo ofreció un precio de compra de Bs. 0,45 por cada kilo de material, el tiempo de traslado del material se hace en menos de 15 min utilizando las mismas unidades de transporte de AUDIOVOX.

Las condiciones para la planificación son las siguientes:

- La producción de módulos es diaria.
- La producción de radios Siemens es una vez a la semana.
- La producción de tweeters y swoofers es interdiaria.

Debido a la cantidad de desecho que se produce al producir radios Siemens, tweeters y swoofers ocupan menos espacio que los de módulos se procura que estos días de producción no coincidan.

Tomando como referencia el espacio que se ocupaba en el galpón anterior se tiene que en este galpón no pueden pasar mas de 2 días sin hacerse el vaciado del mismo, pero para justificar una buena remuneración a hacer el descargue y movilizar una de las unidades, se deben hacer rumas de mayor altura y bien ordenadas para aprovechar el espacio y esto podrá hacer posible que se pueda haga el vaciado del mismo de forma interdiaria con rumas que pesen aproximadamente 100 kg como mínimo garantizando una ganancia de $100 \text{ kg} \times 0,45 \text{ Bs/kg} = 45 \text{ bs/dia}$ si se hace cada 2 días se tienen



una entrada extra de Bs. 90 adicionales y disminuyendo en los costos de material de mantenimiento porque ya no se usan bolsas en el traslado, con que se lleven las rumas amarradas es suficiente. También se disminuye el gasto en aseo que hace la misma por el camión que se contrata y lleva el material cuando se satura el espacio de desecho y que no se se ha implementado este sistema debido a que no estaba en conocimiento de la cercanía que tiene con una empresa recicladora de cartones.

Las personas a cargo de esta logística son directamente el personal de almacén para poner en orden y clasificación del material a reciclar, del personal de mantenimiento de amarrar las rumas y por último el personal de transporte debe estar una hora antes del fin de la jornada dispuesto a trasladar las rumas, siempre y cuando esto no interfiera con la entrega de producto terminado.



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La empresa Audiovox en su necesidad de acometer un proceso de mudanza a un nuevo galpón promovió una investigación que le permitiera diseñar una distribución de planta acorde con sus nuevas instalaciones garantizando la elaboración eficiente de sus productos y el flujo adecuado de los materiales, sin hacer consideración de la inversión que este proceso requería ya que la adquisición del nuevo galpón ya se había ejecutado y los estudios de factibilidad ya se habían realizado, por lo que el proceso de mudanza era obligatorio y lo que se necesitaba únicamente era establecer la mejor forma de hacerlo.

En este sentido, se analizó la situación actual y se propuso varias alternativas de mejoras a problemas asociados con la disponibilidad de espacios, al balance de las cargas de trabajo y a las políticas de manejo de desechos de la empresa.

La alternativa seleccionada para adaptar las facilidades a las nuevas instalaciones, permitió garantizar un flujo sin interferencias, menores recorridos, asegurando un buen manejo de materiales, además de tener siempre presente el resguardo y comodidad de los trabajadores en sus puestos de trabajo. Además, se diseñó un nuevo balance de línea para el ensamblaje de Radios Siemens, considerando los nuevos requerimientos en cuanto a demanda y disponibilidad del espacio.

Por otro lado, el análisis de los procesos internos de la empresa permitió identificar una oportunidad de mejora relacionada con las políticas asociadas con el manejo de desechos. Así, se propone una nueva logística para este tipo de material, de tal manera que se fomenta el reciclaje, se mejora las condiciones de trabajo y se usa eficientemente el espacio. Al poner en práctica el proceso logístico diseñado, la empresa cumple además con los



esquemas modernos de producción en la que se busca el desarrollo sustentable contribuyendo con el ambiente.

Al culminar este proceso de investigación se puede afirmar que el 66% de las mejoras propuestas se implantaron y que las diferentes líneas están funcionando adecuadamente, específicamente la línea de Radio Siemens ha dado los resultados previstos y el sistema de manejo de materiales ha permitido un flujo libre y seguro.

Después de haber culminado este proceso de investigación se recomienda a la empresa instalar el 33% de las mejoras restantes y que inicie procesos consecutivos de investigación que promuevan una conducta de mejoramiento continuo, ya que siempre existe un método mejor.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARNOLETTO, E. (2007) *Administración de la producción como ventaja competitiva* [Documento en línea] Disponible: www.eumed.net/libros/2007b/299 [Consulta 2012, Agosto 18].
- BURGOS, F. (2012). *Ingeniería de Métodos Calidad Productividad*, Valencia: Carabobo Venezuela.
- CASTILLO, A. Y CÁCERES, D. (2012). *Diseño de métodos de trabajo en el nuevo galpón de la empresa Primanval, C.A.* Valencia – Carabobo. Venezuela
- GUERRA, M. y PINZÓN M. (2005). *Diseño de la distribución de una planta para la fabricación de envases para alimentos con proyección de crecimiento, caso: Moldeados Andinos C.A. (MOLANCA)*, Universidad de Carabobo. Valencia-Carabobo. Venezuela.
- GOMEZ y LOPEZ(2005). *Diseño de una distribución de planta y eficiente manejo de materiales de la empresa Corporación Inlaca DPA Venezuela.* Valencia – Carabobo. Venezuela
- GÓMEZ, E. y RACHADELL, F. (2003). *Manejo de Materiales* Universidad de Carabobo, Facultad de Ingeniería, Valencia: Carabobo.
- MUTHER, R. (1981) *Distribución en planta*. Editorial Hispano Europea. Barcelona (España) Edición: 3
- OLIVARES I. y RATTIA P. (2008). *Diseño de línea de ensamble de equipos de sonido para los vehículos Aveo/Spark, CASO: AUDIOVOX* Venezuela. Universidad de Carabobo, Facultad de Ingeniería. Valencia-Carabobo. Venezuela.
- PALELLA (2003), *Metodología de Investigación Cuantitativa*. Editorial Once. Caracas.



SÁNCHEZ, M. (2001).Mejoras en los métodos de trabajos y en la distribución de planta de una empresa metalmecánica. Universidad de Carabobo, Facultad de ingeniería, Valencia-Carabobo. Venezuela.

TENORIO, M. (2008) Diseño de plan de manejo integral de residuos sólidos para Plegacol S.A. Universidad Autónoma De Occidente, Facultad De Ciencias Básicas, Santiago de Cali- Cali. Colombia.

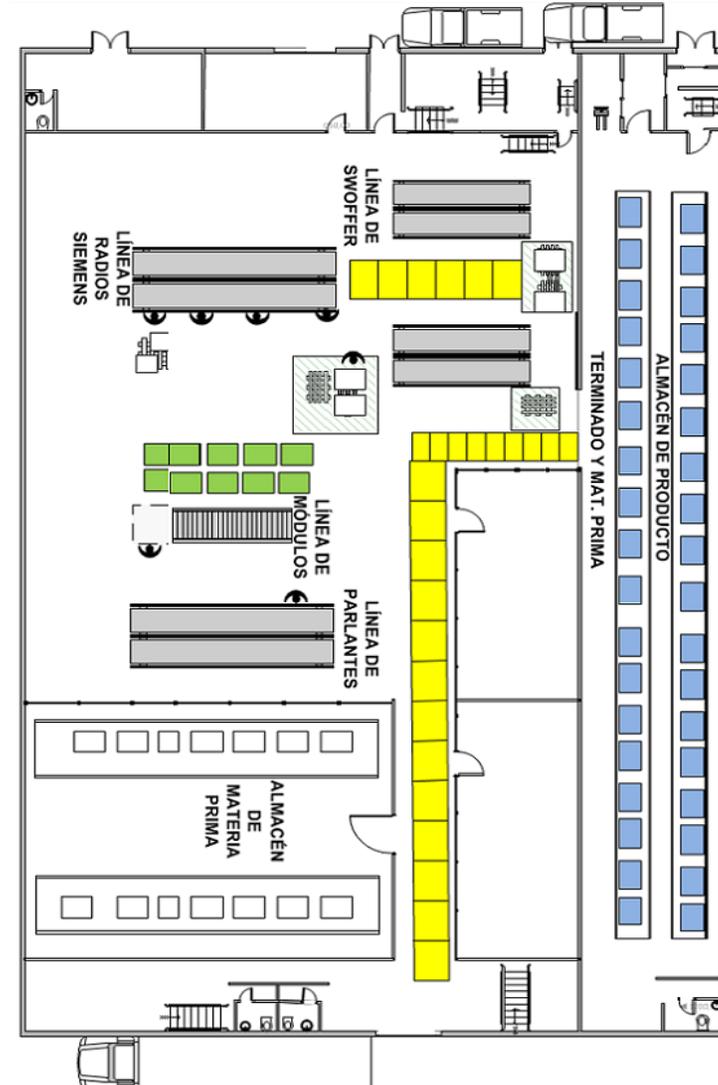
VAN DALEN D. y MEYER W. (2006) Tipos de investigación [documento en línea] Disponible: noemagico.blogia.com/2006/091301-la-investigacion-descriptiva.php.



Anexos



Anexo.1 Distribucion de planta de antiguo galpón





Anexo.2 Cálculo del ancho de pasillo

Nomenclatura:

A: Ancho mínimo de pasillo para que arrume en ángulo recto.

B: Distancia de la horquilla de la máquina al centro de giro.

C: Juego o distancia libre de seguridad (min 6”).

D: Distancia de la cara de la carga al centro de giro.

R1: Radio exterior de cruce con las ruedas totalmente cruzadas.

R2: Radio de cruce de la esquina de la carga.

$$R2 = \sqrt{(D + L)^2 + \left(\frac{W}{2} - B\right)^2}$$

$W = \text{ancho de la carga} < 2B$ y $A = R1 + D + L + C$

$$B = \frac{\text{ancho mont}}{2} + R1 \quad B = \frac{1m}{2} + 1,1 \quad B = 1,6 \text{ m}$$

Sustituyendo de acuerdo a los datos proporcionados por la empresa

$$R1 = 1,1 \text{ m}, D = 0,21 \text{ m}, L = 0,7 \text{ m}, C = 0,28 \text{ m}, A = (1,1 + 0,21 + 0,7 + 0,28) \text{ m}$$

$$A = 2,39 \text{ m} \pm 2,4 \text{ m}$$

Entonces $W < 2B$; $W < 2(1,6) \text{ m}$ $W < 3,2 \text{ m}$; $1,5 \text{ m} < 3,2 \text{ m}$.

Sustituyendo en la fórmula anterior:

$$R2 = \sqrt{(0,21 + 0,7)^2 + \left(\frac{1,5}{2} - 1,6\right)^2} \quad R2 = 1,9 \text{ m}$$