

Universidad Central «Marta Abreu» de Las Villas
Facultad de Ingeniería Mecánica e Industrial
Departamento de Ingeniería Industrial



Trabajo de Diploma

Proyecto tecnológico de un taller para la
producción de accesorios de caucho

Autor: Alexey Barreto Ansede

Tutores: M. Sc. Dámaris Rigó Cabrera

Dr. C. Waldo Pérez García

Santa Clara, 2017

Pensamiento



Tenemos que producir no solamente más sino mejor. Mejor en cuanto a calidad, en cuanto a la durabilidad y uso efectivo del producto; y mejor en cuanto a la presentación.....

Ernesto Che Guevara.

Dedicatoria

A

A mis abuelos por estar siempre en el lugar exacto para apoyarme y demostrarme que si se puede.

A toda mi familia por hacer posible este momento.

A todos mis profesores y buenos amigos.

Agradecimientos

Cada persona en la vida debe vivir la ilusión de ser cada día mejor, de ser alguien grande y para eso solo resta intentar lo grande en todo momento, que no hay cosas imposibles si no hombres incapaces, que cada persona tendrá lo que sea capaz de lograr por su propio esfuerzo y el apoyo incondicional de los seres queridos que nos rodean, por eso:

Quiero agradecer

- *A mis abuelos, mis padres, mis tíos, mi hermano y todo el inmenso apoyo incondicional al resto de mi familia, para lograr realizar tan ardua tarea.*
- *Por aceptar ser mis tutores, mi más sincera gratitud a la M.Sc. Damaris Rigó Cabrerías y al Dr.C. Waldo PérezGarcía.*
- *A mis compañeros de grupo, por ayudarnos mutuamente a llegar hasta el final.*
- *A los que día a día me preguntan por mis problemas, me ayudan a resolverlos, me consuelan, estrechan mi mano y nunca me han pedido nada a cambio, a esos que siempre podrán contar con mi ayuda incondicional, a ellos los que merecen ser llamados: "mis amigos".*
- *Aquellos que nos brindan su sudor, su experiencia, sus conocimientos, su apoyo y su ayuda, nos exigen nuestro mayor esfuerzo y atención, nos guían mostrándonos el camino y nos ayudan a recorrerlos. Solo ellos se merecen ostentar el honorable título de: "Profesor".*

Resumen

En el presente trabajo de diploma, se realiza el proyecto tecnológico de un taller por cuenta propia para la producción de accesorios de caucho, que será ubicado en la ciudad de Santa Clara. Para su realización se parte de la aplicación de un procedimiento general propuesto en la literatura científica analizada, adaptado a las características de los trabajos por cuenta propia en Cuba. Como principales resultados se obtiene la distribución en plantas de la nueva instalación a partir del cálculo de los factores que determinan la misma, así como un análisis de costo-beneficio, determinándose que es factible la inversión y que el plazo de recuperación se alcanzará en un plazo inferior a los 10 meses.

Abstract

In the present work of diploma, the technological project of a self-employed workshop for the production of rubber accessories is realized, that will be located in the city of Santa Clara. For its realization it is part of the application of a general procedure proposed in the analyzed scientific literature, adapted to the characteristics of the self-employed works in Cuba. The main results are the distribution in plants of the new facility based on the calculation of the factors that determine the same, as well as a cost-benefit analysis, determining that the investment is feasible and that the recovery period will be reached in a Less than 10 months.

Índice

Introducción.....	1
Capítulo 1. Marcoteórico referencial de la investigación.....	5
1.1 Localización de instalaciones y distribución en plantas. Conceptos, objetivos y principios.....	5
1.1.1 Conceptos generales sobre localización de instalaciones.....	5
1.1.2 Distribución en plantas. Conceptos, objetivos y principios.....	7
1.2. Métodos de localización y distribución en planta de instalaciones.....	11
1.2.1 Métodos para la localización de instalaciones.....	11
1.2.2 Métodos para la distribución en planta de instalaciones.....	16
1.3 Factores que determinan la distribución en plantas.....	21
1.4 Regulaciones del trabajo por cuenta propia.....	22
1.5 Proceso productivo de accesorios de caucho.....	25
1.6 Producción de accesorios de caucho en Cuba.....	31
1.7 Conclusiones parciales.....	31
Capítulo 2. Proyecto tecnológico del taller por cuenta propia para la producción de accesorios de caucho.....	33
2.1 Introducción.....	33
2.2 Propuesta de adaptación al procedimiento Fernández (2015), modificado del procedimiento propuesto por Hernández Pérez & Woithe (1986).....	33
2.3 Factores que determinan la distribución en plantas.....	36
2.3.1 Programa de producción del futuro negocio.....	36
2.3.2 Proceso tecnológico de la instalación y gastos de tiempo de trabajo.....	41
2.3.3 Determinación de las necesidades de puestos de trabajo y equipos.....	44
2.3.4 Determinación de las necesidades de las fuerzas de trabajo directa e indirecta.....	48
2.3.5 Determinación de las necesidades de materiales.....	49
2.3.6 Determinación de las necesidades de área.....	52
2.4 Análisis económico del futuro negocio por cuenta propia.....	55
2.5 Localización de la nueva instalación.....	57
2.6 Distribución en plantas de la instalación.....	58
2.7 Conclusiones parciales.....	59
Conclusiones.....	60
Recomendaciones.....	61
Referencias bibliográficas	
Anexos	

Introducción

Los cambios que tienen lugar en la economía cubana como consecuencia de la actualización del modelo económico regido por los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución, han impuesto la necesidad de revisar y adecuar las políticas y medidas establecidas hasta el momento para fomentar el desarrollo de nuevas formas de gestión no estatal. Tales acciones tienen como fin la generación de nuevas fuentes de empleo, garantizar el desarrollo económico del país y la elevación del nivel de vida de la población, defender la continuidad e irreversibilidad del Socialismo y el principio de distribución socialista “de cada cual según su capacidad a cada cual según su trabajo” (PCC, 2011).

Este nuevo modelo económico reconoce y promueve, además de la empresa estatal socialista, forma principal en la economía nacional, a las modalidades de la inversión extranjera, las cooperativas, los agricultores pequeños, los usufructuarios, los arrendatarios, los trabajadores por cuenta propia y otras formas que puedan surgir (MTSS, 2013). A partir de los cambios anteriormente realizados al modelo económico regido por los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución se aprueban nuevos ajustes en la actualización de los lineamientos sobre las formas de gestión estatales y no estatales. Acciones estas con el objetivo de transformar y mejorar el Modelo Económico y Social Cubano bajo el mismo principio socialista del pueblo sobre los medios de producción fundamentales, como forma principal en la economía nacional. Además, se reconoce luego de estos cambios, entre otras, la propiedad cooperativa, mixta y la privada de personas naturales o jurídicas cubanas o totalmente extranjeras, interactuando de conjunto (PCC, 2016).

Para la adopción de estas modalidades de empleo es necesario crear las condiciones desde la etapa de diseño de sus producciones, para insertarse en el mercado de forma competitiva, teniendo en cuenta que sus productos deben tener buena calidad y bajos costos, ofreciendo garantía, reposición y generando altos índices de eficiencia y eficacia. La apertura de nuevos negocios por cuenta propia,

presuponen que los objetivos que se le trazan en cuanto a competitividad, sean previstos con un enfoque estratégico, desde la etapa del diseño físico de las instalaciones productivas y/o de servicios. En ello las decisiones fundamentales a tomar son las de localización y de distribución en planta (Gómez Figueroa, 2007).

Teniendo en cuenta estos aspectos, las decisiones sobre localización de instalaciones y distribución en planta, constituyen un elemento fundamental de cualquier nuevo negocio que se decida comenzar. La distribución correcta de una instalación, contribuye a la consecución de los objetivos y metas propuestas en el largo plazo. Por el contrario, una localización equivocada puede conllevar a un funcionamiento inadecuado o escasos resultados positivos en una organización. Las decisiones de distribución en planta pueden afectar significativamente la eficiencia con que los operarios desempeñan sus tareas, la velocidad a la que se pueden elaborar los productos, la dificultad de automatizar el sistema, y la capacidad de respuesta del sistema productivo ante los cambios en el diseño de los productos, en la gama de productos elaborada o en el volumen de la demanda (Krajewski & Ritzman, 2000).

En el caso de Cuba, la elevada falta de oferta y la baja competitividad de muchas empresas estatales, hacen que se tomen decisiones estratégicas sobre el producto o servicio del futuro negocio por parte del cuentapropista, sin necesidad de realizar detallados estudios de mercado y de los posibles competidores.

En lo referente a la producción de accesorios de cauchos para diferentes usos, deben significarse algunos aspectos. Las producciones en el sector estatal se concentran fundamentalmente en la provincia La Habana. Tales producciones no satisfacen la demanda nacional. El mayor volumen de estos productos para satisfacer esta demanda se obtiene a partir de la importación. La comercialización se realiza por entidades especializadas de ventas mayoristas tales como la Empresa Comercializadora del SIME (DIVEP) y la Empresa de Servicios Automotores S.A. (SASA). Las mismas se enfocan especialmente al sector automotriz, así como las producciones de este tipo que se desarrollan actualmente en el sector no estatal, tampoco satisfacen la demanda del territorio. Por tal motivo

no se encuentra disponible una variada gama de accesorios de caucho para diferentes usos que garantice la demanda de la población sobre todo en la rama automotriz y las asociadas a la demanda del hogar. Los aspectos mencionados anteriormente, constituyen la **situación problemática** de este proyecto.

En correspondencia con lo anterior se plantea como **problema de investigación**, ¿Cómo diseñar un negocio por cuenta propia para la producción de accesorios de caucho para diferentes usos que contribuya al aumento de la oferta, especialmente en el municipio de Santa Clara?

Para su solución se plantea como **objetivo general**, desarrollar un proyecto tecnológico de un taller por cuenta propia para la producción de accesorios de caucho que contribuya al aumento de la oferta en el municipio de Santa Clara.

Para la consecución de este objetivo se establecen los **objetivos específicos** siguientes:

1. Seleccionar un procedimiento que facilite la elaboración del proyecto tecnológico del taller de accesorios de caucho en el municipio de Santa Clara.
2. Aplicar el procedimiento seleccionado que permita el cálculo de los factores determinantes para el proyecto tecnológico y la distribución en plantas del nuevo taller.
3. Efectuar un estudio Costo-Beneficio para la inversión del futuro negocio, teniendo presente sus particularidades.

En el desarrollo de la investigación se emplean métodos teóricos y empíricos. Entre los métodos teóricos se encuentran: *análisis y síntesis*, se utiliza con el objetivo de procesar la información bibliográfica que aportará el análisis del problema para concretar los fundamentos teóricos sobre el estado del problema, *inductivo deductivo*, se utiliza con el objetivo de orientar la lógica adoptada en la investigación y la relación, contenido y forma en la propuesta de solución al problema a resolver declarado, y el método *sistémico*. Entre los métodos empíricos se encuentran la, *consulta de documentos, criterio de expertos*, entre otros.

También se emplean métodos *estadístico-matemáticos*. Su aplicación sistémica contribuye al desarrollo exitoso de las diferentes etapas de la investigación y el logro de los resultados previstos.

La investigación se justifica atendiendo a la disponibilidad del espacio físico para el emplazamiento del taller. En principio, también se dispone de capacidad financiera para asumir la inversión. Por otra parte, se conoce de la existencia de un mercado potencial para la comercialización de los productos, una vez que se implemente el proyecto.

La investigación posee *valor metodológico*, plasmado esencialmente en la sistematización de los conocimientos sobre la distribución en planta atendiendo a las particularidades del trabajo por cuenta propia. El *valor práctico* se refleja en la contribución al incremento de la satisfacción de la demanda de accesorios de caucho en el municipio de santa Clara, así como en posibilidad de generar nuevos empleos, aunque en cantidades limitadas.

Para su presentación, el trabajo se estructura de la forma siguiente: Introducción, en la cual se caracteriza y se fundamenta el problema de investigación a resolver; Capítulo I, donde se describe el análisis de los referentes teóricos y metodológicos relacionados con la investigación; Capítulo 2, donde se presenta la solución que se propone; finalmente se presentan un conjunto de conclusiones, recomendaciones y anexos que complementan el desarrollo de la investigación.

Capítulo I. Marco teórico referencial de la investigación

En este capítulo se realiza un análisis de la bibliografía consultada para el desarrollo de la investigación. Se analizan los fundamentos teóricos y prácticos que sustentan el problema de investigación. Para el desarrollo del mismo se siguió el hilo conductor que se muestra en la figura 1.1

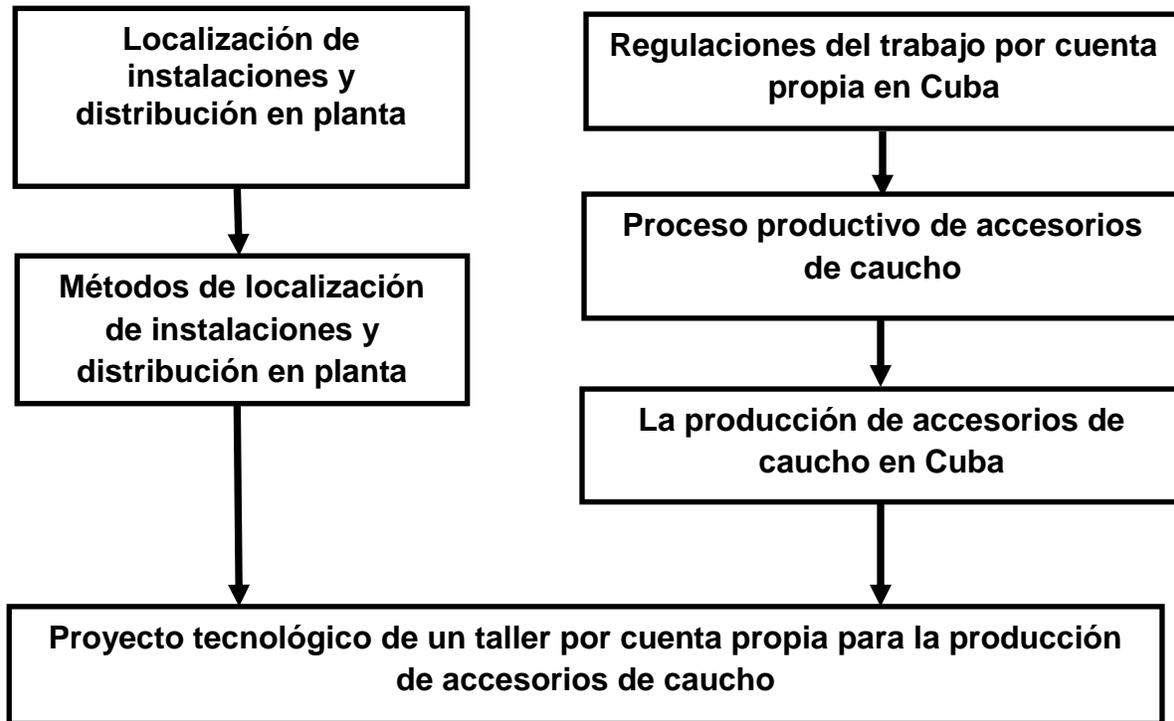


Figura 1.1: Hilo conductor para la construcción del marco teórico referencial de la investigación (Fuente: elaboración propia).

1.1. Localización de instalaciones y distribución en planta. Conceptos, objetivos y principios

En el presente epígrafe se refieren los elementos teóricos encontrados en la literatura consultada, sobre localización y distribución en planta de instalaciones.

1.1.1. Conceptos generales sobre localización de instalaciones

El procedimiento de localización según, (Krajewski& Ritzman,2000) consideran que la localización de una instalación, es el proceso de elegir un lugar geográfico para realizar las operaciones de la empresa. Los gerentes de organizaciones de servicios y de manufactura tienen que sopesar muchos factores cuando evalúan la

conveniencia de un sitio en particular, como la proximidad a clientes y proveedores, los costos de mano de obra, costos de transporte, factores ambientales, sociales y de infraestructura, entre otros.

Dicho proceso de localización persigue como objetivo lograr una posición geográfica competitiva para una instalación basada en la satisfacción de determinados factores relevantes para la misma. El desarrollo de la estrategia de localización puede canalizarse a través de decisiones, las cuales no pueden tomarse a la ligera. Por el contrario, la selección del sitio final generalmente involucra largos y costosos estudios de ubicación de alternativas, los cuales generalmente concluyen que no existe una solución óptima evidente, sino varias ubicaciones buenas o desacertadas (Chase & Aquilano, 2001).

En la actualidad es mucho más común la apertura de empresas de servicios que de manufactura, debido a que la creación de instalaciones de servicio implica costos relativamente bajos. Entre las diversas causas que originan problemas ligados a la localización, se podría citar (Domínguez Machuca, 1995):

- Un mercado en expansión, que requerirá añadir nueva capacidad, la cual habrá que localizar, bien ampliando las instalaciones ya existentes en un emplazamiento determinado o creando una nueva en algún otro sitio.
- La introducción de nuevos productos o servicios, que conlleva una problemática análoga.
- Una contracción de la demanda, que puede requerir el cierre de instalaciones y la reubicación de las operaciones. Otro tanto sucede cuando se producen cambios en la localización de la demanda.
- El agotamiento de las fuentes de abastecimiento de materias primas. Este es el caso que se produce en empresas de extracción, cuando al cabo de los años, se agotan los yacimientos que se venían explotando.
- La obsolescencia de una planta de fabricación por el transcurso del tiempo o por la aparición de nuevas tecnologías, que se traduce a menudo en la creación de una nueva planta más moderna en algún otro lugar.

- La presión de la competencia, que, para aumentar el nivel de servicio ofrecido, puede llevar a la creación de más instalaciones o a la relocalización de algunas existentes.
- Cambios en otros recursos, como la mano de obra o los componentes subcontratados, o en las condiciones económicas de una región.
- Las fusiones y adquisiciones entre empresas pueden hacer que algunas resulten redundantes o queden mal ubicadas con respecto a las demás.

Estos son algunos de los motivos que pueden traer consigo que la empresa decida ubicar instalaciones o analizar si la localización de las mismas continúa siendo la correcta, a expensas de cuáles sean las razones que lleven a ello. El autor del presente trabajo de diploma, toma como base los criterios de Domínguez Machuca (1995), en relación al producto de accesorios de caucho, luego que existe relación con muchos de los problemas que dan origen a la localización o relocalización de instalaciones.

1.1.2. Distribución en plantas. Conceptos, objetivos y principios.

La distribución en planta implica la ordenación física de los elementos industriales, que incluye tanto los espacios necesarios para el movimiento de materiales, almacenamiento, equipos o líneas de producción, equipos industriales, administración, servicios para el personal, trabajadores indirectos y todas las otras actividades o servicios, como el equipo de trabajo y el personal de taller.

Según Muther (1981), la distribución de plantas constituye un fundamento de la industria, ya que determina la eficiencia y, en algunos casos, la supervivencia de una empresa. Este autor considera que el ordenamiento físico de los elementos industriales, sea de una planta ya existente o en proyecto, incluye, tanto los espacios necesarios para el movimiento del material, almacenamiento, trabajadores directos e indirectos y todas las otras actividades o servicios, como el equipamiento y otras instalaciones de los talleres.

Baca (2006), se refiere a la distribución de planta como aquella que proporciona condiciones de trabajo apropiadas y permite la operación más económica. Hace

énfasis en la seguridad y bienestar de los trabajadores y de la sociedad y en la utilidad de una buena implementación para la disminución de costos.

Domínguez (1995), destaca que la distribución en planta puede aplicarse a todos aquellos casos en los que sea necesaria la disposición de unos medios físicos en un espacio determinado, extendiéndose su utilidad tanto a procesos industriales como de servicios. Este autor define la distribución en planta como el proceso de determinación de la mejor ordenación de los factores disponibles, de modo que constituyan un sistema productivo capaz de alcanzar los objetivos fijados de la forma más adecuada y eficiente posible.

Los autores mencionados coinciden en que las decisiones sobre distribución implican la determinación de la localización de los departamentos, de los grupos de trabajo dentro de los departamentos, de las estaciones de trabajo, de las máquinas y de los puntos de mantenimiento de las existencias dentro de unas instalaciones de producción. El objetivo es organizar estos elementos de una manera tal que se garantice un flujo de trabajo uniforme o un patrón de tráfico determinado.

En general, los componentes de la decisión sobre distribución en planta son los siguientes:

1. La especificación de los objetivos y criterios correspondientes que se deben utilizar para evaluar el diseño. La cantidad de espacio requerida y la distancia que debe ser recorrida entre los elementos de la distribución, son criterios básicos comunes.
2. La demanda estimada del producto o del servicio sobre el sistema.
3. Los requisitos de procesamiento en términos del número de operaciones y de la cantidad de flujo entre los elementos de la distribución.
4. Los requisitos de espacio para los elementos de la distribución.
5. La disponibilidad de espacio dentro de las instalaciones o, si estas son nuevas, las posibles configuraciones del edificio.

Por medio de la distribución en planta se procurará encontrar aquella ordenación de los equipos y de las áreas de trabajo que sea más económica y eficiente. Al

mismo tiempo se procura que sea segura y satisfactoria para el personal que ha de realizar el trabajo. De forma más detallada el Departamento de Organización de Empresas, E.F. y C., (2005) plantea que este objetivo general se alcanza a través de la consecución de hechos como:

- Disminución de la congestión.
- Supresión de áreas ocupadas innecesariamente.
- Reducción del trabajo administrativo e indirecto.
- Mejora de la supervisión y el control.
- Mayor facilidad de ajuste a los cambios de condiciones.
- Mayor y mejor utilización de la mano de obra, la maquinaria y los servicios.
- Reducción de las manutenciones y del material en proceso.
- Disminución del riesgo para el material o su calidad.
- Reducción del riesgo para la salud y aumento de la seguridad de los trabajadores.
- Elevación de la moral y la satisfacción del personal.
- Disminución de los retrasos y del tiempo de fabricación e incremento de la producción.

Es evidente que, aunque los factores enumerados puedan ser ventajas concretas a conseguir, no todas podrán ser alcanzadas al mismo tiempo. En la mayoría de las situaciones que se pueden presentar, la mejor solución será un equilibrio en la consecución de los mismos. En cualquier caso, los objetivos básicos que ha de conseguir una buena distribución en planta son: (Departamento de Organización de Empresas, E.F. y C., 2005):

- Unidad: al perseguir el objetivo de unidad se pretende que no haya sensación de pertenecer a unidades distintas, ligada exclusivamente a la distribución en planta, es decir, lograr la integración de todos los factores que afecten la distribución.
- Circulación mínima: el movimiento o circulación de trabajo, materiales, productos, personas o información por toda la planta se debe minimizar garantizando siempre una utilización efectiva de todo el espacio.

- Seguridad: la seguridad en el movimiento y el trabajo de personas y materiales y el realizar el mínimo esfuerzo es una exigencia en cualquier diseño de distribución en planta.
- Flexibilidad: se alude a la flexibilidad en el diseño de la distribución en planta como la necesidad de diseñar atendiendo a los cambios que ocurrirán en el corto y medio plazo en volumen y en proceso de producción, o lo que es lo mismo, lograr una flexibilidad en la ordenación para facilitar reajustes o ampliaciones.

La distribución de plantas para muchos es un fundamento de la industria, ya que determina la eficiencia y la supervivencia de una empresa. Tras estudios realizados por los autores citados, se han desarrollado formas y procedimientos del diseño de pequeños, medianos y grandes negocios, que han originado una mejora en sus indicadores de productividad.

En Cuba, esta temática ha sido abordada en investigaciones de varios autores enfocados esencialmente a la rama metalmecánica. En estas investigaciones, se hicieron importantes aportes a la determinación de la mejor manera de elaborar proyectos tecnológicos para las condiciones cubanas. Tales son los casos de Medina (1991); Cespón (1994); Gómez (1994); Ayala (1995) y Hernández (1986). Este último autor en su libro, coincide con lo planteado por Vergel (2009), así como con Chase y Aquilano (2012), al señalar los principios de la distribución en planta que se relacionan a continuación:

1. Principio de la satisfacción y la seguridad.
2. A igualdad de condiciones, será siempre más efectiva la distribución que haga el trabajo más satisfactorio y seguro para los trabajadores.
3. Principio de la integración de conjunto.
4. La mejor distribución es la que integra a los hombres, materiales, maquinaria, actividades auxiliares y cualquier otro factor, de modo que resulte el compromiso mejor entre todas estas partes.
5. Principio de la mínima distancia recorrida.

6. A igualdad de condiciones, es siempre mejor la distribución que permite que la distancia a recorrer por el material sea la menor posible
7. Principio de la circulación o flujo de materiales.
8. En igualdad de condiciones, es mejor aquella distribución que ordene las áreas de trabajo de modo que cada operación o proceso esté en el mismo orden o secuencia en que se transformen, tratan o montan los materiales.
9. Principio del espacio cúbico. La economía se obtiene utilizando de un modo efectivo todo el espacio disponible, tanto en horizontal como en vertical.
10. Principio de la flexibilidad.

En correspondencia con lo anteriormente expuesto, se considera más efectiva la distribución que pueda ser ajustada o reordenada con menos costos o inconvenientes. Entre las ventajas de una adecuada distribución en planta se destacan la disminución de las distancias a recorrer y una circulación adecuada para los materiales, herramientas, trabajadores y productos en elaboración o terminados. Ello lleva a una utilización efectiva del espacio disponible según la necesidad, permite la localización de sitios para inspección, que permitan mejorar la calidad del producto y una disminución del tiempo de fabricación y, consecuentemente, la disminución de los costos y el incremento de la productividad.

1.2. Métodos de localización y distribución en planta de instalaciones

A continuación, se refieren los métodos de localización y distribución en plantas de instalaciones que fueron encontrados en la literatura consultada.

1.2.1. Métodos para la localización de instalaciones

Diversos autores han estudiado los métodos de localización de instalaciones tanto manufactureras como de servicio, (Schroeder (2011); Domínguez Machuca. (1995); Chase & Aquilano (2001); Krajewski & Ritzman. (2000); Gómez Figueroa, (2007); pues las decisiones de localización afectan tanto a las nuevas instalaciones como a las ya existentes. Ya se comentó que son varios los factores que en ello influyen, como los costos de operación, distancia hasta proveedores y clientes, calidad de las materias primas y el recurso humano disponible y la

flexibilidad. Estas decisiones una vez tomadas no pueden modificarse fácil o rápidamente, pues son decisiones a largo plazo. A continuación, se comentan los principales métodos de localización de instalaciones encontrados en la literatura.

Método de los gráficos de volúmenes, ingresos y costos

Distintos factores cuantitativos pueden expresarse en términos de costo total. Al localizar una determinada instalación pueden ser afectados los ingresos y los costos. El análisis del punto de equilibrio puede ser utilizado para determinar los rangos dentro de los cuales cada alternativa resulta ser la mejor. Este estudio es propuesto por la mayoría de los autores y se puede hacer matemática o gráficamente siguiendo los pasos que se enumeran a continuación:

1-Determinar los costos variables y los costos fijos para cada sitio. Recuerde que los costos variables son la parte del costo total que varía en forma directamente proporcional al volumen de la producción.

2-Trazar en una sola gráfica las líneas de costo total para todos los sitios.

3-Identificar los rangos aproximados en los cuales cada una de las localizaciones provee el costo más bajo.

4-Resolver algebraicamente para hallar los puntos de equilibrio sobre los rangos pertinentes.

Método del centro de gravedad

Este método referido por todos los autores citados. Se puede utilizar para la ubicación de un almacén que demanda servicio a varias tiendas detallistas, para ubicar plantas de fabricación teniendo en cuenta el punto desde donde se reciben los productos o materias primas y el punto(s) al cual(es) se dirige su salida (destino). Algunas de sus ecuaciones, pueden tener en cuenta la localización de los mercados y los costos de transporte. El problema consiste en una localización central que minimice el costo total de transporte (CTT), el cual se supone proporcional a la distancia recorrida y al volumen o peso de los materiales trasladados hacia o desde la instalación. (ecuación 1.3)

$$CTT = \sum c_i \cdot v_i \cdot d_i \quad (1.3)$$

c_i : es el costo unitario de transporte correspondiente al punto i

v_i : volumen o peso de los materiales movidos desde o hacia i

d_i : distancia entre el punto i y el lugar donde se encuentra la instalación

El producto $c_i \cdot v_i$ es igual al peso (w_i) o importancia que cada punto i tiene en el emplazamiento de la instalación.

Para llegar a la solución óptima puede calcularse el centro de gravedad dentro del área marcada por las distintas localizaciones. Las coordenadas que definen ese punto central se determinan empleando las expresiones siguientes:(ecuación 1.4 y 1.5)

$$\bar{x} = \frac{\sum c_i \cdot v_i \cdot x_i}{\sum c_i \cdot v_i} \quad (1.4) \quad \bar{y} = \frac{\sum c_i \cdot v_i \cdot y_i}{\sum c_i \cdot v_i} \quad (1.5)$$

c_i : es el costo unitario de transporte correspondiente al punto i

v_i : volumen o peso de los materiales movidos desde o hacia i

Para medir las distancias se puede trabajar sobre un mapa o plano de escala. Las distancias más utilizadas son la distancia rectangular y la distancia euclídeana. La distancia rectangular se emplea cuando los desplazamientos se hacen a través de giros de 90°, es decir, siguiendo el movimiento en dos direcciones, horizontales y verticales. Llamando K al factor de escala y siendo (x, y) el lugar donde ésta se encuentra, su valor vendría dado por (ecuación 1.6).

$$d_i = K(|x - x_i| + |y - y_i|) \quad (1.6)$$

K - factor de escala

(x, y) el lugar donde se encuentra k

Para determinar la solución óptima directamente cuando se emplea este tipo de distancia se utiliza el modelo de la mediana simple. La distancia euclidiana, es la línea recta que une el punto i con el lugar ocupado por la instalación. La distancia sería la siguiente. (ecuación 1.7).

$$d_i = K[(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2]^{1/2} \quad (1.7)$$

K - factor de escala

Para este tipo de distancia el óptimo se encontraría en las coordenadas siguientes (ecuaciones 1.8 y 1.9)

$$x^* = \frac{\sum (c_i \cdot v_i \cdot x_i / d_i)}{\sum (c_i \cdot v_i / d_i)} \quad (1.8)$$

$$y^* = \frac{\sum (c_i \cdot v_i \cdot y_i / d_i)}{\sum (c_i \cdot v_i / d_i)} \quad (1.9)$$

c_i : es el costo unitario de transporte correspondiente al punto i

v_i : volumen o peso de los materiales movidos desde o hacia i

Con el fin de localizar adecuadamente la futura instalación es importante tener en cuenta la ubicación de sus clientes y proveedores. De los métodos estudiados, este último será el utilizado en el presente trabajo, pero sin considerar las ponderaciones y los costos que resulta la variante más empleada en la práctica según los autores citados. Concluye con la fijación del centro de gravedad en un sistema de coordenadas en el plano del territorio seleccionado y luego considerar factores cualitativos de orden social y ambiental hasta definir el lugar concreto como tal.

Modelo lineal de ordenamiento (Método Húngaro)

Este método se utiliza cuando la nueva fábrica se debe instalar en un lugar que depende de las relaciones de cooperación que esta posea con otras fábricas vecinas que estén instaladas.

El procedimiento de este problema se basa en la reducción de los costos de transporte en primer lugar, los costos de preparación del territorio pasan a un segundo plano o no son considerados según sea la magnitud de los primeros.

Su solución plantea seleccionar aquel lugar o alternativa de localización en el cual se provoquen los menores gastos de transporte para la fábrica, o sea:

$$Q_{Tj} = \sum_{i=1}^m I_{ij} \cdot S_{ij} \quad (\text{Mínimo})$$

donde:

Q_{Tj} es los gastos de transporte para la alternativa j , en $t \cdot km/año$.

I_{ij} es la intensidad de transporte entre la fábrica y cada uno de los i puntos vecinos con que esta posee relación, en $t/año$.

S_{ij} es la distancia entre cada uno de los i puntos vecinos y el punto o alternativa j de localización que se analiza, en km .

El proceso de selección de la alternativa que provoque un gasto de transporte mínimo, puede ser realizado de forma más racional considerando las intensidades de transporte mínimo, puede ser realizado de forma más racional considerando las intensidades de transporte como un vector (I) y las distancias como una matriz de distancia (S) entre cada alternativa y los diferentes puntos vecinos. De esta forma, mediante el producto matricial de $I \cdot S$, se selecciona aquella alternativa que provoque los menores gastos de transporte.

Método de los factores ponderados

Este método permite una fácil identificación de los costos difíciles de evaluar y es propuesto por Domínguez Machuca, (1995) y Gómez Figueroa, (2007). Los pasos a seguir son:

1. Desarrollar una lista de factores relevantes (factores que afectan la selección de la localización).
2. Asignar un peso a cada factor para reflejar su importancia relativa en los objetivos de la compañía.
3. Desarrollar una escala para cada factor (por ejemplo, 1 - 5 o 1 - 50 puntos).
4. Hacer que la administración califique cada localidad para cada factor, utilizando la escala del paso 3.
5. Multiplicar cada calificación por los pesos de cada factor, y totalizar la calificación para cada localidad. (ecuación 1.1).
6. Hacer una recomendación basada en la máxima calificación en puntaje, considerando los resultados de sistemas cuantitativos también.

$$S_j = \sum_{i=1}^m W_i \cdot F_{ij} \quad (1.1)$$

Donde:

S_j : puntuación global de cada alternativa j

W_i : es el peso ponderado de cada factor i

F_{ij} : es la puntuación de las alternativas j por cada uno de los factores i

Método de la media geométrica

Surge con el objetivo de evitar que puntuaciones muy deficientes en algunos factores sean compensadas por otras muy altas en otros, lo que ocurre en el método de los factores ponderados. Se emplean ponderaciones exponenciales en vez de lineales y se utiliza el producto de las puntuaciones en cada factor en vez de la sumatoria, (ecuación 1.2) (Gómez Figueroa, 2007)

$$P_i = \prod P_{ij}^{w_j} \quad (1.2)$$

Donde:

P_i es la puntuación global de cada alternativa j

P_{ij} es la puntuación de las alternativas j por cada uno de los factores i

W_i es el peso ponderado de cada factor i

1.2.2. Métodos para la distribución en planta de instalaciones

Cuando la distribución en plantas se realiza en función de factores cualitativos, el método más aplicado es el *SystematicLayoutPlanning*, S.L.P (Muther, 1981; Gómez, 2007). Este método se aplica cuando las máquinas no poseen relaciones entre ellas y solo se relacionan con elementos limítrofes de otros sistemas parciales relacionados con este. La función objetivo es minimizar los gastos de transporte total (Q_{total}).

Pasos:

1-Seleccionar las posibles alternativas de localización de los puestos de trabajo.

2-Formar la matriz de gastos de transporte (Q).

$$Q = I \cdot S \quad (1.10)$$

Donde:

I: matriz intensidad de transporte del sistema.

S: matriz de las distancias

3-Transformación sucesiva de la matriz Q hasta el paso en que en cada fila y columna de la matriz transformada exista al menos un elemento nulo.

4-Selección, en primer término, de aquellos elementos nulos en la matriz transformada que en cada fila y columna posibilitan un ordenamiento único.

El método de los momentos de carga(Hernández, 1986; Gómez, 2007), se emplea con el objetivo de reducir los retrocesos en el flujo de producción de una serie de productos o piezas que poseen secuencias de elaboración similares, pero no iguales. En este caso la producción se organiza espacialmente según el principio de estructura en líneas.

líneas (estructura en líneas), para lo cual se sigue como principio la expresión 1.13.

$$\Delta M = M_i - M_d \quad (1.13)$$

Donde:

ΔM - diferencia de los momentos de carga a la izquierda y a la derecha del punto donde se sitúa la máquina en la línea.

M_i - momento de carga a la izquierda del punto donde se sitúa la máquina en la línea.

M_d - momento de carga a la derecha del punto donde se sitúa la máquina en la línea.

El momento de carga (M) se determina por la expresión 1.14.

$$M = I \cdot d \quad (1.14)$$

Donde:

M - momento de carga general.

I - intensidad de carga, medida por la cantidad de piezas a elaborar por la máquina en el período que se considera.

d - distancia ficticia medida desde cada intensidad a la posición analizada para la máquina en cuestión.

Partiendo de lo anterior se sigue el procedimiento siguiente:

1-Recopilación de la información inicial necesaria.

Secuencia de pasos de trabajo (m) en las diferentes máquinas (N_{ei}) con su gasto de tiempo efectivo (t_{ei}).

2-Obtención de los gastos de tiempo de trabajo efectivo (t_e) correspondiente a cada tipo de máquina (N_e) en cada paso de trabajo (m_i).

3-Cálculo de las necesidades de máquinas de cada tipo, mediante la ecuación 1.15.

$$N_{ei} = t_{ei} / (f \cdot t_{real} \cdot 60) \quad (1.15)$$

4- Análisis de los momentos de carga de las máquinas en los diferentes puntos de ordenamiento (pasos de trabajo).

A partir de las expresiones 1.13 y 1.14 se calculan los momentos de carga para cada máquina en cada operación tomando como intensidad el número de piezas a elaborar en cada una en el paso de trabajo; y como distancia ficticia la separación entre cada intensidad que posea este tipo de máquina y el punto de ordenamiento utilizado ($m_1 - m_2 > d = 1$; $m_1 - m_3 > d = 2$).

5- Fijación del esquema de ordenamiento de las máquinas en la línea.

Para decidir de forma definitiva el ordenamiento de las máquinas en la línea se parte de la información de la tabla confeccionada en el paso anterior. Además, como parte de este método se debe cumplir la siguiente regla de decisión:

Otro **método es el Triangular**(Hernández y Woithe, 1986; Gómez, 2007).

Este método pertenece a los de carácter aproximado o heurísticos, por lo que su resultado no debe ser considerado como óptimo, aunque sí como una excelente guía para la organización espacial según el principio de taller (estructura de taller) y de grupo o red (estructura de grupo). El fundamento de este método es el ordenamiento esquemático de las máquinas o grupos de ellas en los vértices de una red triangular equilátera, de forma tal que el gasto de transporte total sea mínimo. (ecuación 1.11)

Este procedimiento se desarrolla en siete pasos sucesivos:

1-Definición y planteamiento de las relaciones entre las unidades estructurales y su cuantía. A partir del programa de producción y del proceso tecnológico se obtienen las relaciones entre las máquinas o grupos de ellas y su cuantía.

2-Obtención de la matriz cuadrada orientada de la intensidad de las relaciones entre las unidades estructurales (I) a partir de la información de la tabla del paso anterior.

3- Obtención de la matriz triangular de las relaciones totales entre las unidades estructurales consideradas. Esta matriz triangular (no orientada) de las relaciones totales se obtiene a partir de la matriz cuadrada anterior, haciendo:

$$I = I_{ij} + l_{ji} \quad (1.11)$$

I - intensidad de las relaciones entre las unidades estructurales

I_{ij} – Intensidad de transporte entre las unidades i y j en t /mes, t /turno, etc

l_{ji} – Intensidad de transporte entre las unidades j e i .

4-Obtención de la matriz cuadrada no orientada de las relaciones totales entre las unidades estructurales. Este paso se realiza partiendo de la matriz triangular obtenida en el paso anterior, por un proceso de transposición de los elementos para lograr una matriz cuadrada simétrica donde los elementos de la diagonal principal son ceros. Este proceso se realiza haciendo: $I_{ij} = l_{ji}$

5- Obtención del orden de asignación de las unidades estructurales a los vértices de la red triangular. Para realizar este paso se ejecutan una serie de etapas sucesivas como se describe a continuación:

Tomar la diagonal principal y sustituir los ceros por cruces (x) y agregar una fila (Ne) de ceros.

Se busca el número mayor de la matriz y se selecciona la fila que contenga al mayor y que tenga la mayor cantidad de números distintos de cero. Si hay empate, se selecciona la que la suma de los números sea mayor y se pone debajo de la fila Ne.

Se halla la fila S1 (sumar el acumulado que se traía más la fila que se baje). Cada vez que se baje una fila es necesario localizar el mayor valor de la suma, se ve a que columna pertenece y se baja la fila correspondiente con la columna. Se halla la suma, se busca el mayor valor y se repite la operación anterior. Se finaliza cuando se obtenga una fila donde todos sus elementos sean marcados.

6- Ubicación de las máquinas en la red triangular. Se ponen los 3 primeros formando un triángulo equilátero.

7- Cálculo de la intensidad de transporte del sistema, dado por la expresión 1.12:

$$Q'_{total} = \sum_{i=1}^m \sum_{i=1}^m I_{ij} \cdot d_{ij} \Rightarrow \text{mínimo} \quad (1.12)$$

Donde:

Q'_{total} - Gasto de transporte ficticio del sistema, en t · u.g.d./año, etc.

d_{ij} - Distancia ficticia entre las unidades estructurales i y j respectivamente, medida sobre la red triangular, o sea, es la cantidad de lados de los triángulos equiláteros que forman la red y que separan la unidad i de la j.

Fernández (2015) refiere el método de la Regla de decisión. En este método se ordenan primero las máquinas con flechas en dirección izquierda, luego las que no poseen flecha y después las diseccionadas a la derecha. En caso que en uno o más pasos existan varias máquinas con igual condición la decisión respecto al

ordenamiento se tomará mediante un análisis casuístico sobre la magnitud y signo del momento resultante. Luego de definir el orden de cada máquina en los diferentes pasos de la línea se procede a representarlo gráficamente.

1.3. Factores que determinan la distribución en plantas

Según los autores anteriormente referidos, los factores que determinan la distribución en planta son los siguientes:

- 1 -Equipos, maquinarias y puestos de trabajo
- 2 -Fuerza de trabajo directa e indirecta
- 3 -Necesidades de materiales principales y auxiliares
- 4 -Necesidades de áreas y otras

Para la realización de todos esos cálculos desde su inicio lo constituyen el programa de producción que responde a la pregunta: ¿Qué hacer? y el proceso tecnológico que define el ¿cómo hacerlo? Tanto para la definición del programa de producción y proceso tecnológico como para la determinación de los elementos que conforman el sistema de producción y/o servicio, existen según Hernández Pérez & Woithe (1986), diferentes tipos de métodos que pueden clasificarse como:

Métodos globales: representan preferentemente producciones unitarias o en pequeñas series, mucha variedad donde puede desconocerse el surtido, se expresa generalmente en toneladas al año o en miles de pesos al año.

Métodos reducidos: se emplean preferentemente en producciones de mediana series cuando es posible formar grupos de productos en base a la similitud tecnológica y constructiva. Busca definir un representante tipo de cada producto para reducir y facilitar los cálculos sin afectar las magnitudes globales.

Métodos detallados: se emplean preferentemente en producciones masivas o grandes series. Se caracteriza por una nomenclatura reducida y un volumen de producción elevado, debe expresar el mayor nivel de detalles posibles sobre los productos a realizar, la cantidad, peso, precio, el total (en toneladas y en miles de pesos).

El programa de producción y proceso tecnológico según Hernández Pérez (1986) considera estas informaciones iniciales, como una parte separada de los factores que determinan la distribución en plantas que denomina “determinación de funciones”, con el inicio del plan de estudios D en la carrera de Ingeniería Industrial, estos aspectos pasan a formar parte de los factores y como se verá en el siguiente capítulo, ese es el enfoque que se sigue en el presente trabajo.

1.4. Regulaciones del trabajo por cuenta propia

Partiendo de la desintegración del campo socialista en Europa Oriental, Cuba comenzó un proceso de transformaciones económicas en el plano interno; dentro de los cambios económicos realizados, se incluyó el desarrollo del trabajo por cuenta propia, producto de las condiciones que el denominado período especial impuso en el país. El creciente desempleo que caracterizaba la década de los años 90, encontró un paliativo en el trabajo por cuenta propia, como una vía de autoempleo.

En el año 1993, es aprobado por el Consejo de Estado de la República de Cuba el Decreto-Ley No.141 «Sobre el ejercicio del Trabajo por Cuenta Propia». En concordancia con el mismo se emitió en el año 2011 la Resolución No. 33 del entonces Comité Estatal de Trabajo y Seguridad Social, hoy Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. En esta resolución se aprobó el «Reglamento del Ejercicio del Trabajo por Cuenta Propia», coherente con las condiciones de ese momento.

Al pasar de los años se incrementaron los cambios sobre la economía mundial. El Estado cubano desarrolló nuevas políticas económicas contenidas en los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución (PCC, 2011) aprobados en el VI Congreso del Partido Comunista de Cuba. En este momento se decide ampliar el trabajo por cuenta propia y se reconoce como un elemento importante en el nuevo Modelo de Económico del país. Cuando se reconoce y promueve el trabajo por cuenta propia además de la empresa estatal socialista, se espera que contribuya a elevar la eficiencia, aunque se especifica que no se les permitirá a las formas no estatales la concentración de propiedades.

Siguiendo la misma base esencial de los lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución aprobados en el VI Congreso del Partido Comunista de Cuba (PCC, 2011), en el VII Congreso del Partido Comunista de Cuba se discutieron y aprobaron los documentos siguientes (PCC, 2016):

- Proyecto de Conceptualización del Modelo Económico y Social Cubano de Desarrollo Socialista.
- Proyecto Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social hasta 2030: Propuesta de Visión de la Nación, Ejes y Sectores Estratégicos.

Tanto en los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución (PCC, 2011), como en los documentos referidos anteriormente, se evidencia que las cuestiones esenciales para el desarrollo económico del país se centran en elementos más sustanciales, con mayor relevancia y no incluyen producciones a tan pequeña escala. A partir de las evaluaciones de los resultados del trabajo por cuenta propia, en el VII Congreso del Partido Comunista de Cuba se decide seguir desarrollando y se potencia aún más estos tipos de producción a pequeña escala, que sean capaces de cubrir y satisfacer las necesidades con función social, que cumplan con las regulaciones en beneficio de la economía del país así como con las normas que regulan los límites de la concentración de propiedades y riquezas, bajo los principios y finalidades del desarrollo socialista.

El trabajo por cuenta propia en Cuba es definido como aquel que no está subordinado a la administración de una entidad laboral y se encuentra dentro del denominado sector privado (EcuRed, 2014). Como organismo rector de la actividad del trabajo por cuenta propia en el país se desempeña el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (MTSS) que ha publicado en la Gaceta Oficial de la República de Cuba las resoluciones y decretos más importantes referentes a esta actividad y que se exponen a continuación.

Decreto Ley No. 141 de 1993, (Consejo de Estado. Cuba, 1993).

Este decreto determinaba las actividades que podían realizarse, se establecía los sectores de la población que podían ejercerlas y los requisitos indispensables para

hacerlo. Para entonces se permitieron 55 actividades por cuenta propia, que estaban restringidas para los profesionales ya que ellos tenían asegurado el empleo, y se trataba de evitar la subutilización del trabajo profesional.

Decreto Ley No. 284 de 2011, (Consejo de Estado, 2011).

Modificaba las disposiciones relativas a la afiliación al régimen de los trabajadores según la edad, ampliar el período para el pago de la contribución retroactiva al presupuesto de la seguridad social y dejar exonerados de la obligación de afiliarse al régimen especial de seguridad social, a las trabajadoras de 60 años o más de edad y el trabajador de 65 años o más de edad.

Decreto Ley No. 315 de 2014, (Consejo de Estado, 2014).

Este decreto precisa las actividades de la modalidad de empleo por cuenta propia, las acciones u omisiones consideradas infracciones personales, las medidas imponibles a los infractores, las autoridades facultadas para aplicarlas y resolver las inconformidades que se presenten.

Resolución No. 41 de 2013 (MTSS, 2013).

Constituye el reglamento del ejercicio del trabajo por cuenta propia, que establece las disposiciones que regulan este trabajo, su ordenamiento y control. En su artículo 3 plantea que pueden ejercer el trabajo por cuenta propia los ciudadanos cubanos y extranjeros residentes permanentes en Cuba, mayores de 17 años de edad que cumplan los requisitos establecidos para ello en la ley. La autorización para el ejercicio es personal e intransferible.

Resolución No. 42 de 2013 (MTSS, 2013).

Establece las actividades que se pueden ejercer como trabajo por cuenta propia, su denominación y alcance. El cuentapropista organiza y dirige todo lo vinculado con esa figura jurídica. Esta resolución regula no sólo las actividades, sino también la forma de desplegarla, determinando desde el lugar en que se establece el cuentapropista, hasta el objeto que podrá comercializar, producir o brindar como servicio. El estado norma esta actividad detalladamente, quedando la misma, en el marco de un derecho de carácter público.

Teniendo en cuenta el nuevo modelo económico social desarrollado en los momentos actuales de la Revolución, siendo este regulado y dirigido por los decretos y resolución mencionados anteriormente, se puede describir el trabajo por cuenta propia como un conjunto de actividades económicas muy heterogéneas desarrollado por diferentes grupos sociales, por lo que es igualmente heterogénea, en cuanto a edades, sexo, raza y origen social. Es criterio del autor que, para la sociedad cubana, esta forma de empleo es un alivio para muchos productos demandados y existe todo un marco legislativo que permite continuar con la investigación que se presenta.

Atendiendo a la experiencia derivada de la aplicación de la resolución referida anteriormente, la necesidad de adicionar nuevas actividades, eliminar limitaciones en el otorgamiento de autorizaciones para el ejercicio de determinadas actividades, definir el alcance de cada una, así como precisar aspectos sobre su ordenamiento y control, se decidió actualizar las disposiciones aplicables en este sentido. Así, en el año 2013 se aprobó por el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social la Resolución 41, en la que se establece «Reglamento del ejercicio del trabajo por cuenta propia», atemperado a las nuevas condiciones del país (MTSS, 2013^a). Asimismo, en el año 2013 se aprobó por el ministerio referido anteriormente la Resolución 42 que regula las actividades que se pueden ejercer como trabajo por cuenta propia, su denominación y alcance.

1.5. Proceso productivo de accesorios de caucho

El caucho es un material elastómero que puede ser obtenido de la emulsión del látex de diversas plantas, llamado caucho natural, o bien sinterizado del petróleo, llamado caucho sinterizado. Hay gran diversidad de piezas de caucho y caucho-metal presentes en multitud de sectores como por ejemplo en automoción, construcción, climatización, telecomunicaciones, electrodomésticos, maquinaria, ferroviario, electrónica, aeronáutica.

Según Armelin Diggroc, Elaine (2016), las industrias destinadas a la fabricación de piezas y accesorios de caucho, realizan su actividad basándose en el principio de vulcanización del material. La vulcanización es un proceso mediante el cual se

calienta el caucho crudo en presencia de azufre, con el fin de volverlo más duro y resistente, es un proceso de cura irreversible, este tipo de material (caucho), es descrito de manera general como materiales que exhiben propiedades “elásticas”. Los productos elaborados con cauchos tienen una estructura química dimensional flexible y estable, y son capaces de soportar deformaciones intensas. Los principales procesos de producción de la vulcanización del caucho consisten en: moldeo por compresión, moldeo por transferencia, moldeo por inyección y extrusión del caucho.

La producción de accesorios de caucho en el nuevo taller se realizará a través del proceso de moldeo por compresión de acuerdo a factores que influyen en esta decisión como son económico y además de ser la única tecnología a alcanzar y disponible por medios propios. El moldeo por compresión es el método de transformación más antiguo que existe.

Según Beltrán, M y Marcilla, A (2015), el moldeo por compresión del material, grana o de pastillas preformadas (preformas), se coloca en el molde caliente, y éste se cierra lentamente, hasta que las dos mitades del molde ejercen presión sobre el material. Conforme el molde va cerrándose, el material es obligado a ocupar todas las partes de la cavidad de moldeo. En ciertos casos, es ventajoso realizar el moldeo cerrando primeramente el molde casi por completo y abriéndolo después unos segundos antes de aplicar la presión definitiva. De esta forma se deja “respirar” al material, para permitir la evacuación del gas que queda atrapado entre las pastillas preformadas (preformas) de moldeo o que es generado en la reacción de polimerización. Una vez que el molde se ha cerrado completamente se aplica la máxima presión, que provoca el llenado final y completo de la cavidad. Bajo la acción conjunta del calor y la presión tienen lugar las reacciones de entrecruzamiento que transforman al material termoendurecible en termoestable, proceso que se conoce vulgarmente como “curado”. Tras el curado se abre el molde y se extrae la pieza totalmente sólida, que solamente alcanza su rigidez definitiva cuando se ha enfriado totalmente.

Es decir, se puede sintetizar que el moldeo por compresión es el siguiente: el caucho es calentado y comprimido en un molde mediante una prensa, el material adopta la forma de la cavidad dando como resultado la pieza final. Este proceso tiene algunas limitaciones, es adecuado para bajos y medianos volúmenes de producción donde no se requieran tolerancias muy estrictas o acabados impecables, como por ejemplo piezas voluminosas, retenes, etcétera.

El ciclo de moldeo, por tanto, podría considerarse el siguiente:

- Apertura del molde
- Extracción de las piezas moldeadas en el ciclo anterior
- Preparación del molde, lo que incluye limpieza del molde y lubricación para facilitar la extracción de la pieza siguiente y colocación de las inserciones metálicas, si las hubieray del compuesto de moldeo, en forma de pastilla
- Cierre del molde caliente y aplicación de presión
- Apertura del molde para dejarlo “respirar” y permitir la salida de humedad y materias volátiles
- Aplicación de toda la presión al molde caliente y mantenimiento durante el tiempo necesario hasta que el material haya curado totalmente
- Extracción de la pieza.

Las ventajas de este proceso son:

- Bajo costo de utilización
- Fabricación de productos complejos
- Rápida producción
- Acepta gran variedad de materiales
- Adecuado para la fabricación de piezas grandes
- Poco material desechado
- Tiene un tiempo de fabricación corto
- Acepta materiales de alta dureza

El proceso de conformación de las piezas de caucho a través de la vulcanización por la selección del moldeo por compresión en el nuevo taller de accesorios de caucho, es el siguiente.

A partir de la entrada de materias primas y materiales a la área de almacenamiento del local en este caso, caucho en bandas, adhesivos e insertos metálicos, en el caso específico de bandas de caucho y tratándose de la principal materia prima, estas se reciben a través de los proveedores. Estos tipos de cauchos se revisan realizando un rápido control de calidad escogiendo una pequeña porción del material al azar y comprobando su estado de forma factible manualmente, además de no estar contaminados con aceites o grasas que deterioran dicho material u materiales orgánicos o no, que se adhieran a estas láminas en la transportación, principalmente áridos de diversos tamaños. En caso que no se cumplan con los requisitos indispensables de calidad el lote de material o la parte dañada será desechado. Según el tipo de caucho, ya sean caucho artificial o neopreno, estos se distribuyen en estanterías por su categoría en cuanto a dureza y flexibilidad.

Esta área de almacenaje tiene que estar equipada de estantes por razones de aislamiento de la alta humedad del suelo y además que sea relativamente alto el puntal para evitar la acumulación de calor, el cual acelera el proceso de vencimiento de estos polímeros y por consiguiente reduce el tiempo de vida útil de este material, una vez desechado no se pueden reutilizar.

Para la preparación de los insertos se debe considerar la importancia del tratamiento del metal con anticorrosivos, además de su conservación para evitar la humedad y la corrosión o la presencia de aceites u grasas, lo cual impide la adherencia metal goma. Durante el tratamiento de los metales debe garantizarse una superficie abrasiva para que se adhieran las pinturas adhesivas. Estas permiten la adhesión de las partes de caucho y el metal.

Según el tipo de producción de piezas de caucho la selección de la materia prima se realiza según su categoría y tipología en cuanto a resistencia y durabilidad, parámetros estos indispensables para la utilización y posterior vulcanizado. Luego las materias primas, bandas de caucho se procesan por extricción, estas se mastican, pero en vez de laminarse en tiras, se le obliga a pasar a través de una máquina de extricción. Esta es una máquina parecida a la de hacer salchichas, y

consiste en un rodillo que gira en el hueco de un cilindro, obligando al caucho a pasar por un troquel, este proceso hace factible que el recubrimiento aislante que tienen las bandas de caucho en su superficie a base de componentes químicos para evitar que las capas de caucho se adhieren una a otra en el almacenamiento o transporte, se mezclen entre sí por fricción, donde saldrá el caucho en forma de tubo, cinta de distintos diámetros y en forma de hilo, según la boquilla o troquel colocada en la máquina de extricción y previamente seleccionada según la forma de la cavidad del molde para el conformado de la pieza a vulcanizar.

Posteriormente se procede al prensado y vulcanizado del material por el método de compresión anteriormente explicado, los que se puede o no utilizar insertos metálicos según el diseño de la pieza a confeccionar. La temperatura del molde y la presión aplicada son los factores más importantes del proceso. Además de estas variables, otros factores que influyen en la calidad de las piezas moldeadas por compresión son: el diseño de la pieza que debe moldearse, la velocidad de cierre de la prensa, la plasticidad del material y las condiciones en que se encuentra la superficie de la cavidad de moldeo.

El procedimiento para la inserción de metales es simple, los mismos se incorporan en el molde ya con alta temperatura de calor adquirida y los insertos con el adhesivo previo bien colocado, se incorporan los insertos dependiendo de la cantidad de estos según el diseño de la pieza en la cavidad interna del molde, luego se colocan las preformas de caucho las que se deben pesar para garantizar que en los moldes se coloque la cantidad exacta tanto para evitar un exceso de caucho puede dar lugar a excesivas rebaba, así como para evitar que la pieza quede con espacios de aire por falta de material dentro del molde, pues una cantidad en defecto puede dar lugar a piezas porosas con baja densidad y con malas propiedades mecánicas, el peso de las preformas siempre hay que tenerlo presente tanto para la vulcanización del caucho o caucho-metal.

Los parámetros de resistencia, dureza y flexibilidad de la pieza a producir, los determinan la temperatura y el tiempo que se le da a la pieza a confeccionar según el diseño, para alcanzar el punto óptimo de vulcanización del caucho, de no

considerarse estos aspectos se pueden presentar defectos tales como: caucho sin su total vulcanización es decir, dura por fuera y viscosa por dentro lo que afecta la resistencia y durabilidad, también se puede encontrar viscosa en su totalidad, este fenómeno si se logra apreciar a simple vista, provoca deformación excesiva en la pieza, falta de resistencia, problemas de capacidad de absorción de vibraciones, porosidad, problemas dimensionales y de deformación, lo que afecta por completo las propiedades mecánicas de dicha pieza. En el caso de piezas con metal incorporado, además de lo anteriormente explicado, también se presenta problemas de adhesión de las partes de goma y metal por lo que la pieza no cumple los requisitos de calidad necesarios y se desecha todo el volumen de caucho vulcanizado, por otra parte, los insertos metálicos se pueden reprocesar nuevamente.

Para lograr el terminado de la pieza primeramente se controla que los aspectos antes mencionados estén presentes para lograr alcanzar una pieza sin defectos de resistencia, baja densidad o con malas propiedades mecánicas, una vez se compruebe que esta cumple cabalmente con estos aspectos entonces se procede al acabado de la pieza, donde se le separa las rebabas de todo el contorno de esta para darle un perfecto acabado, las que presentan insertos metálicos se tratan con anticorrosivos para su mejor conservación, entonces esta se encuentre lista funcional y estéticamente. Estas rebabas o desperdicios por piezas que salen en mal estado de moldeo producto del vulcanizado del caucho ya curado, se recolecta para desechar ya que en nuestro país no existe la tecnología para reprocesar dichos desechos y menos a tan pequeña escala.

Una vez las piezas estén terminadas se almacenan según su tipología y diseño, ya sea con insertos metálicos o sin estos en la misma área y se encuentran listos para su posterior comercialización según lo pactado por las partes.

Para lograr el proceso completo de producción de accesorios de caucho desde su inicio hasta el final es necesario además de las maquinas herramientas como son: el esmeril de banco, la máquina de extricción y la prensa hidráulica, también tienen que estar presentes las necesarias herramientas y dispositivos para lograr

que los operarios puedan cumplir con los pasos del proceso de vulcanizado. Estas herramientas y dispositivos imprescindibles consisten en moldes, troqueles, tornillos de banco, alicates de corte, tijeras, alicates, martillos, mandarrias, destornilladores, calibres, otros menos usados son la sierra para metal y llaves de diversos tipos y formas.

1.6. Producción de accesorios de caucho en Cuba

Las producciones de accesorios en el sector estatal se concentran fundamentalmente en la provincia La Habana. Tales producciones no satisfacen la demanda nacional. El mayor volumen de estos productos para satisfacer esta demanda se obtiene a partir de la importación. La comercialización se realiza por entidades especializadas de ventas mayoristas tales como la Empresa Distribuidora del SIME (DIVEP) y la Empresa de Servicios Automotores S.A. (SASA). Las mismas se enfocan especialmente el sector automotriz. Por tal motivo no se garantiza la satisfacción de las necesidades de la población para otras actividades, tales como las asociadas a la demanda del hogar.

En la Resolución 42 del MTSS se reconoce la actividad de productor-vendedor de accesorios de cauchos (MTSS, 2013b). Sin embargo, las producciones de este tipo que se desarrollan actualmente en el sector no estatal, tampoco satisfacen la demanda del territorio. En el municipio de Santa Clara solo existen tres trabajadores por cuenta propia reconocidos por el MTSS para la producción y comercialización de accesorios de caucho.

1.7. Conclusiones parciales

1. A través de la bibliografía revisada, se encontró un conjunto de conceptos, objetivos y principios referentes a la localización y distribución en plantas de instalaciones productivas que son válidas para el desarrollo de la presente investigación.
2. El nuevo Modelo Económico Cubano contempla al trabajo por cuenta propia como una modalidad de empleo que contribuye a elevar la eficiencia económica del país y a la satisfacción de las necesidades de la población. En

la base legal aplicable se reconoce la actividad de producción y comercialización de accesorios de caucho.

3. En el contexto de esta investigación, se decide trabajar la aplicación a través del procedimiento propuesto por Fernández (2015), aunque el mismo requiere de la adaptación asociada al orden de las actividades de localización y distribución en plantas de la instalación.

Capítulo 2. Proyecto tecnológico del taller por cuenta propia para la producción de accesorios de caucho

2.1. Introducción

En este capítulo se presentan los resultados de la aplicación, a partir de la adaptación realizada al procedimiento de Fernández (2015), para la confección del proyecto tecnológico del taller de producción de accesorios de caucho. La adaptación referida anteriormente consiste en el ajuste de las actividades de localización y distribución en plantas. Por lo que se procede a la aplicación de cada una de las etapas de trabajo del procedimiento, la determinación de su localización óptima, y finalmente la distribución de la planta física del futuro negocio, concluyendo con la determinación de la relación costo / beneficio, que a medida que se trate cada factor que determina la distribución en plantas se calcula su equivalente financiero.

2.2. Propuesta de adaptación al procedimiento Fernández (2015), modificado del procedimiento propuesto por Hernández Pérez & Woithe (1986).

En las bibliografías consultadas en el primer capítulo, son más abundantes las publicaciones referidas a aspectos de los proyectos tecnológicos como pueden ser métodos de localización o de distribución en plantas como tal y no procedimientos integrales de cómo proceder en conjunto.

Al respecto, Hernández y Woithe, (1986) tomaron como base a Muther (1981) entre otros autores y los adaptan a las condiciones de la Cuba de los '80 proponiendo el diagrama lógico que aparece en el anexo 1, no enfatizando en leyes que pueden cambiar sino en la instalación física en sí.

Varios autores cubanos aún hoy declaran que los postulados, los métodos y varios de los criterios que aparecen en el libro de Hernández Pérez & Woithe (1986) mantienen su vigencia (Gómez Figueroa, 2007) y en consecuencia se tomó como libro de texto de la asignatura Distribución en plantas en la carrera de Ingeniería Industrial. Otro punto a destacar, es que los negocios por cuenta propia en Cuba, no se ajustan a leyes de inversión en Cuba, por ser el financista la propia persona

y no el estado o gobierno, sino que solo se ajustan a las leyes y regulaciones que se consultaron y que aparecen en el epígrafe 1.3.

Por las razones antes expuestas, Fernández (2015) tomó como base el diagrama lógico expuesto por Hernández Pérez & Woithe (1986) que aparece en el anexo 1, el que fue desarrollado para la elaboración de proyectos tecnológicos de medianas y grandes industrias y enfatiza en el dimensionamiento de los elementos del sistema y el acoplamiento racional de su estructura interna para el cumplimiento de sus funciones. No obstante, desde el punto de vista de la proyección tecnológica de instalaciones, Fernández (2015) plantea que existen en el cuentapropismo cubano algunas características propias que hacen que el diagrama lógico del anexo 1 deba ser adaptado, siendo éstas las siguientes:

- Se crean negocios de manera empírica, pero donde predomina el elemento financiero, en el que generalmente solo participa el dueño del futuro negocio sin llevarse a un procedimiento escrito.
- La tecnología empleada es rudimentaria, con equipos que son elaborados por otros cuentapropistas.
- En la instalación diseñada, la cantidad de personas que trabajarán se trata de que sea pequeña, dado que predomina el elemento financiero.
- Los inversionistas (financistas) y casi siempre el proyectista (si se escribe el proyecto) y el ejecutor, son la misma persona (el dueño del negocio).
- Los volúmenes de productos a elaborar son relativamente pequeños y enmarcados en cadenas de suministro pequeñas y muy dinámicas con pocos niveles de inventario buscando liquidez financiera.
- Los dueños realizan varias funciones administrativas que, en talleres de pequeño tamaño del estado, se encuentran distribuidas entre varios miembros de los denominados “staff”.

Fernández, (2015) tomó como referencia preferentemente las publicaciones referidas a aspectos de los proyectos tecnológicos como pueden ser métodos de localización o de distribución en plantas como tal y no procedimientos integrales de cómo proceder en conjunto.

Partiendo de las particularidades antes mencionadas y del empleo de otros términos en la asignatura *Distribución en planta* de la carrera de Ingeniería Industrial, así como con el ánimo de simplificar el diagrama lógico del anexo 1, el autor del presente Trabajo de Diploma, propone aplicar el procedimiento propuesto por Fernández (2015) que aparece en el anexo 2. No obstante, considera apropiado realizar una modificación al mismo, consistente en el reordenamiento de las actividades de localización y distribución en plantas de la instalación (véase la figura 2.1).

Debe señalarse que el procedimiento a aplicar, no elimina ninguna de las etapas del diagrama lógico del anexo 1, sino que actualiza algunos términos y simplifica el proceso de proyección. Así por ejemplo lo que en el anexo 1 es la determinación de funciones y los dimensionamientos básicos, en el anexo 2 serían los factores que determinan la distribución en planta, las etapas de estructuración y conformación del anexo 1, en el anexo 2 sería la distribución en plantas como tal y finalmente, los cálculos de los factores que determinan la distribución se van realizando en la medida que el negocio lo requiere. Además, se manejan de manera explícita las etapas de análisis económico y localización.



Figura 2.1. Procedimiento para la proyección de un negocio por cuenta propia
(Fuente: Adaptado de Fernández, 2015)

2.3. Factores que determinan la distribución en plantas

Tal y como se expresó en el epígrafe 1.3 en este epígrafe serán tratados todos los cálculos que de manera previa son necesarios realizar para poder hacer la distribución en plantas del futuro negocio. Debe destacarse que la mayoría de estos cálculos pueden hacerse mediante los métodos que aparecen en el anexo 4, por lo que en esos puntos se irá directo a la aplicación del método. Solo en la parte correspondiente al programa de producción y el proceso tecnológico

se definirá además de lo anterior la forma y los métodos empleados para obtener la información.

2.3.1. Programa de producción del futuro negocio

Para decidir el programa de producción y tratarse de una decisión de tipo estratégica, los métodos de pronóstico que más se recomiendan (Chase y otros, 2008), son los cualitativos y dentro de estos para el presente trabajo se seleccionó el método Delphi, auxiliado por un grupo de expertos. Este método es recomendable para decisiones de este tipo (estratégicas), cuando se trata de nuevos productos y donde no existen registros históricos o se considera que el futuro no se comportará similar al pasado, siendo estas las características del negocio que se está proyectando en el presente Trabajo de Diploma. Además, no es exacto, pero da valores de demanda bastante confiables en dependencia de los expertos empleados. Este método se aplicará para un período de tres años donde se pretende estimar la demanda que, aunque pueda tener variabilidad será la considerada como programa de producción de la futura instalación. Para su aplicación se necesita un grupo de expertos que tiene como función orientar y dar opiniones, según su experiencia sobre los valores que debe tomar la demanda en el desarrollo del nuevo negocio, para ello deberán seleccionarse como miembros del equipo personas con conocimientos sobre las diferentes actividades del proceso. Para calcular la cantidad necesaria de expertos se aplica la ecuación 2.1

$$M = \frac{p*(1-p)*k}{i^2} \quad (2.1)$$

Donde:

M : cantidad necesaria de expertos.

p : error estimado.

i : precisión deseada en la estimación.

k : constante computarizada cuyo valor depende del nivel de confianza, los cuales se muestran en la tabla 2.1.

Tabla 2.1. Nivel de confianza para la constante k .

Nivel de confianza (%)	Valor de <i>k</i>
99	6.6564
95	3.8416
90	2.6896

Fuente: elaboración propia.

Para la selección del equipo de trabajo se propone utilizar el método de expertos propuesto por Hurtado de Mendoza (2003), cuyos pasos de trabajo son los siguientes:

Paso 1: confeccionar una lista inicial de posibles candidatos. A los efectos del presente trabajo, pueden ser clientes potenciales y productores existentes preferentemente asociados al trabajo por cuenta propia, pues lo que se persigue es diseñar un taller de accesorios de caucho que suministre a varios puntos de venta.

Paso 2: realizar una valoración sobre el nivel de experiencia, a través de preguntas específicas, evaluando de esta forma los niveles de conocimiento o información que poseen sobre el tema. Este paso sería el listado de los expertos y los años de experiencia de cada uno.

Paso 3: calcular el coeficiente de conocimiento o información (K_{cj}).

$$K_{cj} = 0,1 * n \quad (2.2)$$

Donde:

K_{cj} - Coeficiente de conocimiento o información del experto "j".

n- evaluación otorgada al experto.

Paso 4: primeramente se les realiza una autoevaluación donde se efectúan determinadas preguntas, las cuales son comparadas con una tabla patrón con el objetivo de utilizar estos resultados y calcular el coeficiente de argumentación o fundamentación (K_{aj}).

$$K_{aj} = \sum ni \quad (2.3)$$

Donde:

K_{aj} : coeficiente de argumentación del experto "j"

n_j : Valor correspondiente a la fuente de argumentación "i"

Paso 5: se procede a obtener el valor del coeficiente de competencia (K_j) que finalmente define los expertos que deben ser considerados para trabajar en la presente investigación.

$$K_j = 0,5*(K_{cj} + K_{aj}) \quad (2.4)$$

Donde:

K_j : coeficiente de competencia del experto "j"

K_{cj} : cociente de conocimiento del experto "j"

K_{aj} : coeficiente de argumentación del experto "j"

Paso 6: Selección de los expertos necesarios para la investigación.

La conformación del grupo de expertos se realiza a partir de los candidatos antes seleccionados, la restricción está dada por el coeficiente de competencia, ya que según Hurtado Mendoza (2003) no se utilizarán expertos de competencia baja.

$0,8 \leq K_j < 1,0$ Coeficiente de competencia alto

$0,5 \leq K_j < 0,8$ Coeficiente de competencia medio

$K_j < 0,5$ Coeficiente de competencia bajo

Para el cálculo de los expertos necesarios se aplica la fórmula 2.1, teniendo en cuenta el nivel de exactitud con que se quiere obtener los datos, se utiliza un nivel de confianza del 99 %, el parámetro $k = 6,6564$, un nivel de precisión (i) de 0,10 y una proporción de error (p) de 0,01.

$$M = \frac{p*(1-p)*k}{i^2} = \frac{0.01*(0.99)*6.6564}{0.10^2} = 6.589 \approx 7 \text{ expertos}$$

Luego de efectuar el cálculo se establece que son necesarios 7 expertos. La definición para estos expertos como se recomendó, es aplicado el método de Hurtado de Mendoza (2003) a 15 posibles candidatos, los cuales se reflejan en la

tabla 2 del anexo 5, conjuntamente con su coeficiente de conocimiento. Consecutivamente, aplicando las fuentes de argumentación reflejadas en la tabla 3 del anexo 5 a los 15 candidatos, se obtuvieron los resultados que se muestran en la tabla 4 del mencionado anexo, en la cual además se observa que los 7 expertos con mayor coeficiente de competencia son los que aparecen a continuación en la tabla 5 del propio anexo.

Luego de acordar el grupo de expertos, se les explica detalladamente en qué consiste el método Delphi para obtener los mejores resultados. Es importante señalar que los criterios particulares emitidos por los expertos se refieren al valor de la demanda anual, ya que estos fueron más fáciles de asociar por los mismos a la hora de recurrir a las experiencias de la venta del producto. Se realizaron tres rondas de preguntas con el objetivo de determinar la demanda máxima de los productos mostrados a continuación.

1. Apoyo de motor
2. Apoyo intermedio
3. Mozinética

En la primera ronda se solicitó a los expertos que declarasen la demanda máxima de los productos para los próximos tres años según sus consideraciones y apoyándose en su experiencia y conocimiento. Estos datos fueron procesados para determinar el promedio y el rango tal y como se muestra en la tabla 6 del anexo 6.

En la segunda ronda (tabla 7 del anexo 6) se realizaron los mismos pasos que en la primera, con la diferencia que en ella los expertos (por separado) expresaron los factores que tuvieron en cuenta para determinar la demanda de los nuevos productos. A continuación, se muestran dichos factores:

- Demanda de los productos en el mercado y en los talleres de reparación de vehículos.
- Cantidad de productores de esos productos.
- Cantidad de puestos de venta de esos productos.
- Precio de venta de los productos.

En la tercera ronda se mostró a todos los expertos los factores expresados por el resto y se les pidió que nuevamente estimaran la demanda. Los valores promedios obtenidos en esta ronda serán los utilizados como la demanda de los nuevos productos (tabla 2.2). Debe añadirse que la idea del método es que en la medida en que se avance en las rondas, el rango (discrepancias entre expertos) debe reducirse y aumentar las coincidencias entre los mismos.

Tabla 2.2. Demanda final obtenida por el método Delphi

Producto	Demanda (piezas/año)		
	2017	2018	2019
Apoyo de motor	2253	2264	2285
Apoyo intermedio	2243	2261	2281
Mozinética	724	744	761

Fuente: elaboración propia.

En las demandas del segundo y tercer año hay que tener presente las variaciones que puedan surgir, dadas por la aceptación que dichos productos adquieran al ser lanzados al mercado, aun cuando los expertos consideraron que para el 2019 su valor fuera el máximo posible. A raíz de la variación existente en la demanda se determinó como programa de producción los tipos de piezas para el 2019, este programa de producción también se completará con las diversas informaciones obtenidas a través del apoyo de los expertos, lo que puede ser clasificado como un programa de producción detallado. Se destaca el hecho de que se tomó la decisión de trabajar con las cantidades semanales para facilitar el resto de los cálculos, donde el programa de producción del futuro taller de piezas de caucho que será tomado como punto de partida, se muestra totalmente en la tabla 2.3.

Tabla 2.3. Programa de producción

Producto	Cantidad (pzas/semana)	Precio (\$/pza)	Importe (\$)/semana	Peso (Kg/pza)	Peso total (Kg)/semana
Apoyo de motor	48	70.00	3360.00	0.34	16.32
Apoyo intermedio	48	70.00	3360.00	0.30	14.40
Mozinética	16	70.00	1120.00	0.24	3.84

Fuente: elaboración propia.

2.3.2. Proceso tecnológico de la instalación y gastos de tiempo de trabajo

El proceso tecnológico conjuntamente con el programa de producción son las informaciones iniciales que se utilizan en la mayoría de los cálculos de un proyecto, en el presente epígrafe se prefiere unificarlo con los gastos de tiempo de trabajo, en tanto esta última es una magnitud que también influye en varios cálculos posteriores.

Proceso tecnológico

En la elaboración del proceso tecnológico del nuevo taller de accesorios de caucho, se hizo necesario conocer las operaciones tecnológicas para desarrollar los productos. Dicha información fue obtenida por el autor de visitas efectuadas a fábricas similares y con el apoyo de los expertos participantes en la elaboración del programa de producción, utilizando para ello la entrevista y la observación directa. Partiendo de ello se obtuvo como resultado que las operaciones tecnológicas que requiere el producto son: preparación de los insertos metálicos, extracción, prensado y terminado, lo cual se muestra en el diagrama de análisis de proceso (OTIDA) que se recoge en el anexo 3.

Las materias primas y materiales que se utilizan para la fabricación de los productos son caucho y adhesivos, cuyas normas de consumo serán expuestas en el aspecto correspondiente al cálculo de las necesidades de materiales.

Para el proceso productivo se requieren tres tipos de equipo o máquinas herramientas: la preparación de los insertos metálicos se realiza en la esmeril de

banco, la extricción en una máquina para esta operación, el prensado se realiza en la prensa hidráulica y el terminado en la esmeril de banco. Las duraciones de las operaciones se muestran en la tabla 2.4; estos datos son el resultado de la realización de un cronometraje en una fábrica similar a la que se desea proyectar (producción comparativa) con igual tecnología. En general para proyectar el proceso tecnológico, considerando el grado de detalle de la información que se logró obtener, el método aplicado es detallado.

Tabla 2.4 Cantidades y tiempos unitarios de cada producto (por operación)

Producto	Cantidad (n_j) pzas/sem	Operaciones			
		Preparación de los insertos metálicos	Extricción	Prensado	Terminado
		t_{uij} (min/pza)	t_{uij} (min/pza)	t_{uij} (min/pza)	t_{uij} (min/pza)
Apoyo de motor	48	15	3	20	4
Apoyo intermedio	48	15	2	20	5
Mozinética	16	-	5	30	4

Fuente: elaboración propia.

Gastos de tiempo

Antes de comenzar con los cálculos correspondientes a la determinación de los gastos de tiempo de trabajo, se debe señalar que con respecto a todas las expresiones de cálculo que aparecen en el anexo 4, se ha preferido explicar el significado de los términos en el propio anexo y por esa razón solo para facilitar la lectura del trabajo, en el cuerpo de la tesis se repetirán las fórmulas, pero sin repetir el significado de los términos.

Dado que se dispone de un programa de producción y un proceso tecnológico detallado, entonces los gastos de tiempo de trabajo (carga de trabajo por operación), también se determinan de manera detallada por cada tipo de producto,

totalizados por cada proceso, utilizando la expresión de cálculo correspondiente del anexo 4, la cual se muestra en la fórmula 2.5.

$$T_{total_{ij}} = t_{ij} * n_j \text{ (2.5)}$$

Para el cálculo de los gastos de tiempo de trabajo total se utiliza como ejemplo la aplicación para el producto: apoyo de motor en todas las operaciones, con el objetivo de abreviar los cálculos referentes, estos gastos y los restantes con sus totales aparecen en la tabla 2.5.

Para el apoyo de motor

1. Operación 1. Preparación de los insertos metálicos (Esmerilado)

$$T_{total_{ij}} = 15 \text{ min/pza} * 48 \text{ pzas/semana} \text{ (2.5)}$$

$$T_{total_{ij}} = 720 \text{ min/semana}$$

2. Operación 2. Extracción

$$T_{total_{ij}} = 3 * 48 \text{ (2.5)}$$

$$T_{total_{ij}} = 144 \text{ min/semana}$$

3. Operación 3. Prensado

$$T_{total_{ij}} = 20 * 48 \text{ (2.5)}$$

$$T_{total_{ij}} = 960 \text{ min/semana}$$

4. Operación 4. Terminado

$$T_{total_{ij}} = 4 * 48 \text{ (2.5)}$$

$$T_{total_{ij}} = 192 \text{ min/semana}$$

Tabla 2.5. Gasto de tiempo de trabajo total (por operación por producto min/semana)

Producto/ operación	Operación1	Operación2	Operación3	Operación4
Apoyo de motor	720	144	960	192
Apoyo intermedio	720	96	960	240
Mozinética	-	80	480	64
Total	1440	320	2400	496

Fuente: elaboración propia

Los gastos de tiempo calculados ($Tntotal_i$) en el caso analizado, son equivalentes al denominado tiempo efectivo ($tfectotal_k$), mostrado en la fórmula 2.6, ya que no se hace ninguna mejora a la tecnología de la fábrica tomada como referencia, por lo que el valor del coeficiente de la norma (k_{cn}) se considera como la unidad y no se espera incremento de la productividad del trabajo ($k_{pt} = 1$).

$$tfectotal_k = \frac{\sum Tntotal_{ij}}{k_{cn}(1+k_{pt})} \quad (2.6)$$

Debe reiterarse que los totales por cada una de las operaciones, representan los gastos de tiempo de trabajo o cargas de trabajo, los cuales constituyen la base para la determinación de la cantidad de puestos de trabajo.

2.3.3. Determinación de las necesidades de puestos de trabajo y equipos

Este cálculo representa uno de los más fundamentales, basado en la positiva perspectiva del futuro negocio, por su parte este debe representar la mayor parte del costo fijo en que se debe incurrir. Es válido destacar que es práctica en el caso del trabajador por cuenta propia tiene que utilizar el llamado mercado informal, este radica en amortiguar las necesidades de máquinas como tal, las que se fabrican de forma artesanal por el propio dueño o por encargo a otros trabajadores por cuenta propia. En el caso analizado, este cálculo se realiza de manera detallada a partir de los gastos de tiempo de trabajo totales por proceso, utilizando la fórmula 2.7, la cual se toma del anexo 4.

$$Ne_{ki} = \frac{tefectotal_k}{Ft_{real}} \quad (2.7)$$

Dicha expresión de cálculo (2.7), para su aplicación es necesario determinar el valor del fondo de tiempo real de trabajo para cada uno de los puestos. Para ello, se consideran los tres procesos, solo se trabajará un turno de 480 minutos al día durante 5 días a la semana. La fórmula a emplear es la siguiente (fórmula 2.8)

$$Ft = \frac{\text{días}}{\text{semana}} * \frac{t}{\text{día}} * \frac{h}{t} * \frac{\text{min}}{h} \quad (2.8)$$

Donde:

Ft – fondo de tiempo por operación, en min / semana.

Para efectuar el cálculo a modo de ejemplo para el primer proceso (Preparación de los insertos metálicos) se tiene:

$$Ft \ 1 = \frac{5 \ \text{días}}{\text{semana}} * \frac{1 \ t}{\text{día}} * \frac{8 \ h}{t} * \frac{60 \ \text{min}}{h} = 2400 \ \text{min/semana} - \text{puesto}$$

De manera similar se procedió con los procesos restantes, donde se muestran los resultados en la tabla 2.6.

Tabla 2.6. Fondo de tiempo por operación

Operación	Fondo de tiempo <i>min</i> <i>semana – puesto</i>)
Preparación de los insertos metálicos (Esmeriladora)	Ft 1 = 2400
Extricción	Ft 2 = 2400
Prensado	Ft 3 = 2400
Terminado	Ft 4 = 2400

Fuente: elaboración propia.

Con los resultados del tiempo efectivo total (tabla 2.5) y el fondo de tiempo total por operación (tabla 2.6), se procede a calcular la cantidad de equipos y puestos de trabajo para cada proceso mediante la fórmula 2.7. A modo de ejemplo se realiza

el del primer puesto, procediéndose de manera similar con el resto. El resultado final de puestos de trabajo calculados y decididos se refleja en la tabla 2.9.

Operación 1

$$Ne1 = \frac{1440 \text{ min/semana}}{2400 \frac{\text{min}}{\text{semana-puesto}}} \quad (2.9)$$

Ne1 = 0.60 Esmeriladoras

Tabla 2.7: Cantidad de equipos calculados y decididos (por operación)

Número de equipos	Operaciones			
	Preparación de los insertos metálicos	Extricción	Prensado	Terminado
<i>Ne*</i>	0.60	0.13	1	0.21
<i>Ne</i>	1	1	1	1
<i>Nc</i> (%)	60	13	100	21

Fuente: elaboración propia

El valor de *Ne* sería la cantidad de equipos o puestos de trabajo decididos, para lo cual se aplicó la regla de Rock stock referenciada por Hernández Pérez &Woithe (1986). Adicionalmente al cálculo del equipamiento es importante determinar los dos indicadores de desempeño más importantes de la determinación de equipos en un proyecto que son el coeficiente de carga y el factor de turno.

Los valores del primero aparecen en la propia tabla 2.7 y expresan el porcentaje de utilización esperado de cada puesto de trabajo. Por su parte, el factor de turno expresa el empleo de la capacidad del taller en turnos y su valor resultó de *Sf* = 1 turno. Las expresiones de cálculo de estos parámetros aparecen en el anexo 4. No existe posibilidad alguna de que un equipo de las operaciones 2 y 3 realice la operación del otro por lo que se decide mantener las 2máquinas en esas operaciones extricción y prensado, sin embargo, para las operaciones 1 y 4 que se realizan en la esmeril de banco, lo que se puede utilizar 1 equipo para ambas, dado su índice de carga.

Determinación del costo de los equipos

Luego de calcular la cantidad de equipos necesarios para el negocio se procede a calcular su costo, en lo cual se reitera que en el caso analizado los mismos son fabricados por otros trabajadores por cuenta propia dedicados a este tipo de trabajo. Por esa razón, dicho costo incluye la compra del equipamiento, la mano de obra de la instalación y el costo de cada equipo, con lo que se obtuvo el costo total, lo cual se muestra en la (tabla 2.8).

Tabla 2.8. Costo del equipamiento empleado y su instalación

Operación	Equipo	Costo(\$)	Accesorios(\$)	Total(\$)
Preparación de inserto metálico	Esmeril de banco	5200,00		5200,00
Extricción	Máquina de extricción	7000,00		7000,00
	Motor	1000,00		
	Reductor de velocidad	4000,00		
	Mueble de extricción	2000,00		
Prensado	Prensa hidráulica	21000,00	2000,00	23000,00
	Motor	1000,00		
	Mueble de la prensa	15000,00		
	Moldes y troqueles	5000,00		
Terminado	Esmeril de banco	-	-	-
GASTOTOTAL POR EQUIPAMIENTO				35200,00
GASTO DE MANO DE OBRA POR INSTALACIÓN				6000,00
COSTO TOTAL DE EQUIPOS E INSTALACIÓN				\$ 41200,00

Fuente: elaboración propia

2.3.4. Determinación de las necesidades de las fuerzas de trabajo directa e indirecta

Para la determinación de las necesidades de fuerza de trabajo directa se realiza también de manera detallada por cada uno de los puestos de trabajo. En este caso se empleó el denominado método de asignación por plazas o método de asignación a puestos de trabajo, cuya fórmula aparece también en el anexo 4 (ver fórmulas 2.10 y 2.11).

$$O_{dpk} = \frac{N_k * d_k * t_k}{Km_k} \left(1 + \frac{\Delta Ft_k}{Ft(mes)} \right) \quad (2.10)$$

$$\Delta Ft_k = \Delta Ft_{fmk}^{(1)} - t_{fok} \quad (2.11)$$

$\Delta Ft_k =$ En este caso el valor de ΔFt_k se hace cero pues $\Delta Ft_{fmk}^{(1)} = t_{fok}$

Con este valor calculado y conociendo los valores restantes de la ecuación 2.10, se puede calcular el número de obreros directos a la producción para los diferentes puestos de trabajo. Para el primer puesto que es la preparación de los insertos metálicos (Esmeriladora) se realiza el cálculo a modo de ejemplo, procediéndose de manera similar en los puestos de extricción, prensado y terminado.

$$Odp1 = \frac{1 * 1 * 1}{1} (1 + 0)$$

Tabla 2.9 Necesidades de operarios y su porcentaje de utilización

Puesto	Cantidad de operarios	Utilización %
1	1	60
2	1	13
3	1	100
4	1	21
Total	4	-

Fuente: elaboración propia

Los porcentajes de utilización de cada operario coincide con la utilización de los equipos que aparece en la tabla 2.7. Partiendo de estos valores se consideró

que, aunque el cálculo de los operarios da como resultado la necesidad de 4 obreros, se decide dejar solo 2 ya que todos ellos pueden realizar cualquiera de las operaciones, por lo que una persona es suficiente para trabajar en las operaciones de preparación de los insertos metálicos (Esmeriladora) y en el terminado, por su parte la otra persona puede encargarse del prensado y de la extricción del material.

Respecto a la necesidad de fuerza de trabajo indirecta debe señalarse que, por tratarse de un negocio pequeño, en el que las principales funciones de “staff” son las ventas, compras y finanzas, se decide que el propio dueño del negocio las puede realizar, el cual además se encarga de la función de producción y de la subcontratación de las reparaciones cuando ello es necesario.

Retribución de la fuerza de trabajo

Los sistemas de pago para retribuir la fuerza de trabajo son varios, todos con el mismo principio de satisfacción ya que estos representan la esencia de la organización. En general las empresas estatales como las del sector privado se asocian a los resultados por la producción o servicios prestados (Resolución No. 6, 2016). El trabajo por cuenta propia en Cuba, se realiza el pago con una sistematicidad diaria o semanal vinculado muy directamente a las ventas y no al tiempo de trabajo como tal y generalmente, los operarios perciben una mayor retribución que en las empresas estatales. Otra característica del trabajo por cuenta propia, es que como regla, la retribución salarial es igual en entidades privadas diferentes pero que se dediquen a negocios similares. Para el caso analizado se decidió pagar a los dos obreros al finalizar cada semana con un monto equivalente de \$10,00 por cada pieza terminada, este monto de \$10,00 es dividido en partes iguales, es decir el obrero que está en la operación 1 y 4, como el que realiza la operación 2 y 3, cada obrero cobrará \$5,00 por cada pieza terminada.

2.3.5 Determinación de la necesidad de materiales

Precedentemente en el epígrafe 2.3.2, se definió el proceso tecnológico y se decidieron los principales materiales que serían necesarios para la fabricación de

accesorios de caucho en la nuevo y pequeñotaller por cuenta propia en la ciudad de Santa Clara. A continuación, se determinarán las necesidades totales de los materiales.

El cálculo de las normas de consumo también se define como detallado y para estas la fórmula a emplear es la 2.12 que se muestra en el anexo 4, tomando además las cantidades semanales a fabricar de los diferentes tipos de piezas que fueron definidos en el epígrafe 2.3.El apoyo de motor y el apoyo intermedio son las piezas de las tres a producir, que incluye en sus diseños insertos metálicos y a su vez la necesidad de adhesivos para la adherencia caucho-metal. En la tabla 2.10 se muestran las normas de consumo por cada una de estas piezas.

$$My = (\sum_{j=1}^n Qj * mjy)(2.12)$$

Tabla 2.10. Normas de consumo de los materiales para conformar una pieza de caucho

Pieza a elaborar	Materias primas y materiales	Norma de consumo por cada pieza
Insertos metálicos	Adhesivos	0.012 l/pza
Apoyo de motor	Caucho	0.34 kg/pza
Apoyo intermedio		0.30 kg/pza
Moazinética		0.24 kg/pza

Fuente: elaboración propia.

Las normas de consumo como anteriormente se representa no son las mismas para cada pieza a elaborar, debido a su diseño o forma. A continuación,se determinarán las necesidades totales de insumos para cada tipo de pieza.Los resultantes cálculos de dichos insumos se representarán en la tabla 2.11.

Para el Apoyo de motor:

$$Mapoyo\ mot. = \left(48 \frac{pz\ as}{semana} * 0.34 \frac{Kg}{pza} \right)$$

$$Mapoyo\ mot. = 16.32 \frac{Kg}{semana} \text{ de caucho}$$

$$Madhesivo. = \left(48 \frac{pzas}{semana} * 0.012 \frac{l}{pza} \right)$$

$$Madhesivo. = 0.576 \frac{l}{semana} \text{ de adhesivo}$$

Para el Apoyo intermedio:

$$Mapoy. inter. = \left(48 \frac{pzas}{semana} * 0.30 \frac{Kg}{pza} \right)$$

$$Mapoy. inter. = 14.4 \frac{Kg}{semana} \text{ de caucho}$$

$$Madhesivo = \left(48 \frac{pzas}{semana} * 0.012 \frac{l}{pza} \right)$$

$$Madhesivo = 0.576 \frac{l}{semana} \text{ de adhesivo}$$

Para la Mozinética:

$$Mmozinética = \left(16 \frac{pzas}{semana} * 0.24 \frac{kg}{pza} \right)$$

$$Mmozinética = 3.84 \frac{Kg}{semana} \text{ de caucho}$$

Tabla 2.11. Cantidad de insumos para la producción semanal

Materiales		Cant/semana
Adhesivos		1.152 l/sem
Caucho	Apoyo de motor	16.32 kg/sem
	Apoyo intermedio	14.4 kg/sem
	Mozinética	3.84kg/sem

Fuente: elaboración propia.

Determinación del costo de los materiales

Para el cálculo del costo de los materiales se tuvo en cuenta las normas de consumo de los materiales y materias primas a emplear, así como sus precios, las que se conocieron en la fábrica de referencia. En la tabla 2.12 se muestran los resultados de los costos de los materiales a utilizar en cada tipo de pieza a

elaborar, considerando que el adhesivo se utiliza en el apoyo de motor y el apoyo intermedio.

Tabla 2.12. Costos de los materiales para cada pieza

Costo de material por pieza					
CONCEPTO		U/M	Cantidad	Precio(\$)	Importe (\$)
Adhesivos		l	0.012	800,00\$/l	9.60
Caucho	Apoyo de motor	kg	0.34	50,00\$/kg	17.00
	Apoyo intermedio	kg	0.30	50,00\$/kg	15.00
	Mozinética	kg	0.24	50,00\$/kg	12.00
Total Apoyo motor					26.60
Total Apoyo intermedio					24.60
Total Mozinética					12.00

Fuente: elaboración propia.

2.3.6. Determinación de las necesidades de área

Con el objetivo de lograr una adecuada distribución del equipamiento en la futura instalación, de acuerdo a la cantidad y dimensiones de los mismos, así como los operarios asociados a ellos; además de definir los espacios de trabajo ajenos a la producción, se hace necesario determinar las necesidades de área para distribuir cada uno de estos elementos y áreas que conforman la nueva instalación de producción. Se parte del conocimiento de la cantidad de equipos y se determina primeramente el área de cada puesto (A_{mi}) a partir del área básica de cada uno de ellos (A_{bi}), de las diferentes componentes del área de un puesto (f_i) y de la existencia de un solape interno dentro de cada puesto (N_{so1}) de un 20 %, utilizando la expresión 2.13 y 2.14 que aparecen en el anexo 4. En el caso

analizado, se toma como base la información de cada puesto que se muestra en la tabla 2.13, por lo que aplicando las mencionadas fórmulas se obtiene en definitiva el área de cada puesto de trabajo (tabla 2.14). Debe notarse que respecto a los factores suplementarios en el caso analizado solo estarán presentes el correspondiente al área de operación, el área de almacenamiento y al área de transporte.

$$fso' = 1 - \frac{\eta so'}{100} \quad (2.13)$$

$$A_{mi} = A_{bmi}(1 + fo + fmr + fa + fh + ft)fso' \quad (2.14)$$

Tabla 2.13. Datos para el cálculo de necesidad de área (por puesto)

Puestos	Largo (m)	Ancho (m)	(A_{bmi})Área básica(m ²)	fo'	fa'	ft'
1	1.00	0.70	0.70	0.28	0.75	0.60
2	2.10	0.80	1.68	0.75	0.60	0.72
3	1.80	1.20	2.16	0.83	0.84	0.60
4	1.40	1.20	1.68	0.60	0.70	0.36

Fuente: elaboración propia.

Los cálculos correspondientes se ejemplifican con el caso del primer puesto, procediéndose de manera similar con los restantes hasta obtener la tabla 2.14. Partiendo del área de cada puesto, se determinó la denominada área efectiva (A_{effect}) como la suma de las correspondientes a todas las operaciones (ver fórmula 2.15), ejemplificándose también su determinación.

Para la operación 1

$$fso' = 1 - \frac{20}{100} = 0.80$$

$$A_{m1} = 0.70(1 + 0.28 + 0 + 0 + 0.75 + 0.60) * 0.80$$

$$A_{m1} = 1.47m^2$$

Tabla 2.14 Necesidades de área para un puesto de trabajo

Puestos	1	2	3	4
$A_{mi} (m^2)$	1.47	4.12	5.65	3.58
$A_s(m^2)$	3.8			

Fuente: elaboración propia.

$$A_{effect} = (\sum_{i=1}^n A_{mi})(2.15)$$

$$A_{effect} = 1.47 + 4.12 + 5.65 + 3.58 = 14.82m^2$$

De esta manera se identifica que el área en la que se encuentran todos los equipos productivos y en consecuencia en la que se fabrican las piezas de caucho, es de 14.35 metros cuadrados. Sin embargo, para la operación del negocio, pueden ser necesarias otras componentes de área tales como almacenes, oficinas, etcétera, las cuales se denominan áreas suplementarias (A_s) que también se pueden determinar mediante factores suplementarios, o en el caso de plantas pequeñas (como la analizada), mediante estimación directa. Este último fue el principio empleado, considerando un área para almacenamiento de insumos de 3.8metros cuadrados (tabla 2.14).

La suma de esta última y el área efectiva da como resultado el área total (A_T) o área del sistema productivo como también se le llama (ver fórmula 2.16 y su aplicación). De esta manera se obtiene el área total necesaria para el futuro taller de accesorios de caucho, lo cual constituye la base para la posterior distribución en plantas.

$$A_T = A_{effect} + A_s \quad (2.16)$$

$$A_s = 3.8 m^2 \text{ Almacén}$$

$$A_T = 14.82 + 3.80 = 18.62 \approx 19.00 m^2$$

2.4. Análisis económico del futuro negocio por cuenta propia

Entre las decisiones a tomar antes de poner en marcha un negocio se encuentran los referentes a términos económicos. Estas razones determinan que se demuestre claramente como resultado si es factible o no la realización de la inversión para el nuevo taller de producción de accesorios de caucho en la ciudad de Santa Clara.

Para ello se tomará como referencia, lo planteado por Weston (2006) y Colectivo de autores (2005), un conjunto de métodos que en general se pueden clasificar en aquellos que consideran el valor del dinero en el tiempo del dueño (sin préstamo ni interés por pagar) y cuando la inversión es pequeña se tomarán como indicadores del segundo caso denominados métodos aproximados de valoración de inversiones; entre ellos el criterio del flujo neto total por unidad monetaria desembolsada y el criterio del plazo de recuperación.

Para facilitar los cálculos antes expuestos, en el presente trabajo se integraron en una ficha de costo todo el conjunto de desembolsos realizados para la compra de materiales, salario, compra de equipos y su instalación, analizados en epígrafes anteriores, a los que se añade el costo de la energía eléctrica necesaria. No se incluye el costo de alquiler del local ni el de su compra, ya que se utiliza una propiedad del dueño. Estos dos últimos aspectos, también constituyen una estimación realizada por el autor a partir de la fábrica tomada como referencia (producción comparativa). En la tabla 2.15 se muestra la mencionada ficha de costo de la pieza apoyo de motor, las demás fichas de costo para las respectivas piezas se encuentran en el anexo 7.

Las fórmulas 2.17 y 2.18, expresan la fórmula de cálculo del flujo neto total por unidad monetaria desembolsada y el criterio del plazo de recuperación respectivamente. Se toma como desembolso (P) los 41200,00 pesos que costaron el equipamiento y su instalación, mientras que como flujo neto de caja (Q), serán tomados los 10,00\$/pieza dedicados a la amortización de estos gastos, el cual lógicamente se debe totalizar para el total de piezas en el período de un mes cuyo valor resultante es de \$ 4480,00.

2.15. Ficha de costounitario

Ficha de costo unitario (Apoyo de motor)				
Materia primas y materiales	UM	Cantidad	Precio(\$)	Importe (\$)
• Adhesivos	l	0.012	800.00 \$/l	9.60
• Caucho	kg	0.34	50.00 \$/kg	17.00
Combustible	l	0.35	20.00 \$/l	7.00
Energía			4.37\$/pza	4.37
Salario de la fuerza de trabajo			5.00\$/pza	10.00
Amortización			10.00\$/pza	10.00
Licencia de cuenta propia			0.34\$/pza	0.34
Aporte a la seguridad social			0.20\$/pza	0.20
% mínimo a tributar			0.60\$/pza	0.60
TOTAL DE GASTOS				59.11
PRECIO DE VENTA				70.00
GANANCIA				10.89

Fuente: elaboración propia.

$$P = (10,00\$/pieza) * (112 \text{ pzas/semana}) * 4 \text{ semanas/mes} = 4480,00 \text{ \$/mes}$$

$$r' = \frac{\sum_{j=1}^n Q_j}{P} \quad (2.17)$$

$$PR = P/Q \quad (2.18)$$

Donde:

P : desembolso inicial o tamaño de la inversión.

Q_j : flujo neto de caja del período j .

En la tabla 2.16, se muestra el flujo de caja anterior con el principal, por lo que aplicando las expresiones de cálculo 2.17 y 2.18, se tiene:

El valor del flujo neto total por unidad monetaria desembolsada (r') expresa que el flujo total para el período de 10 meses es superior al desembolso realizado, mientras que el plazo de recuperación (PR) significa que los \$41200.00 desembolsados se recuperan en un período inferior a los 10 meses, dedicando los 10.00 \$/pza a este pago. Se concluye en consecuencia que, tanto por la ficha de costo como por los indicadores calculados, el taller de confección de accesorios se puede afirmar que la misma es económicamente factible y por tanto se puede ejecutar.

Tabla 2.16. Flujo de caja para la recuperación de la inversión en equipos

Desembolso inicial(\$)	Flujos de caja (Q_j) para 10 meses									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
41200	4480	4480	4480	4480	4480	4480	4480	4480	4480	4480

Fuente: elaboración propia

$$r' = \frac{4480.00\$ / mes * 10meses}{\$41200.00} = 1.08$$

$$PR = \$41200,00 / 4480,00\$/mes = 9.19 \text{ meses.}$$

Como el monto de la inversión se recupera en un período inferior al año, se corrobora que es adecuado el empleo de métodos que no consideran el valor del dinero en el tiempo, pues el otro grupo de métodos (los que si lo consideran por efecto del interés), se recomienda cuando la recuperación supera al año.

2.5. Localización de la nueva instalación

Para la decisión de localización del futuro taller de accesorios de caucho del presente proyecto, no es pertinente la aplicación de ninguno de los métodos estudiados en el capítulo 1 debido a la existencia de un local perteneciente al

propietario del nuevo taller ubicado en la periferia de la ciudad, tomando esta decisión a partir de uno de sus factores, específicamente el económico, este se basa sobre las restricciones de capital y con vistas a minimizar los costos por concepto de obra civil. Dicho local está habilitado con toda la infraestructura de drenaje pluvial necesaria, para la limpieza de los residuos sólidos, cuenta con instalaciones, eléctricas y piso preparado para montar equipos tecnológicos, los principales proveedores y clientes residen en la localidad, lo cual permite un ahorro en cuanto a gastos de combustible para la transportación de los insumos necesarios para el proceso. En cuanto a otros factores se tiene en cuenta que el proceso productivo genera ruidos y gases contaminantes, por lo que coincide su implementación con la decisión adoptada.

2.6. Distribución en plantas de la instalación

El actual negocio tiene la particularidad de presentar solo cuatro puestos de trabajo en su área principal, con dos trabajadores para operarlos, además de presentar un área pequeña destinada al almacenamiento de los insumos y productos terminados, dada estas peculiaridades, las características propias del negocio y el hecho de que será utilizado un local propiedad del dueño para ubicar el pequeño taller, no resulta válido en este punto aplicar ninguno de los métodos analizados en el primer capítulo para la realización de la distribución en plantas.

Para la elección del tipo de distribución en plantas resulta determinante la forma de organización del proceso productivo, teniendo en cuenta los criterios aportados por Chase, Jacobs y Aquilano (2008). En este caso las características del proceso hacen conveniente la utilización de distribuciones combinadas, mezclando las características de las distribuciones por producto y por procesos, denominada también *distribución híbrida*.

En este caso, las máquinas se sitúan en el orden lógico del proceso tecnológico para evitar cruzamientos en el flujo de producción atendiendo cada operario dos puestos de trabajo.

En el anexo 8, se muestra la distribución en plantas obtenida, en la que puede observarse la forma del local con sus dimensiones, la ubicación de los puestos de

trabajo, máquinas y posición de los operarios, conformando las áreas principales y auxiliares tales como las áreas de almacenamiento de la producción en proceso y el mantenimiento de los equipos. También se tiene previsto un área para el almacenamiento de las materias primas y materiales, entre otros. Todos los elementos ubicados tienen sus dimensiones y en general debe esperarse que la producción se realice tal y como está prevista.

2.7. Conclusiones parciales

1. Con la utilización del método Delphi, luego de ser calculados y seleccionados los expertos se realizó el pronóstico de la demanda y a partir del mismo el programa de producción del negocio propuesto.
2. El análisis de los factores considerados, dio como resultado la necesidad de cuatro puestos de trabajo, tres máquinas, dos obreros, la cantidad de material requerido y las necesidades de áreas, todo lo cual fue el punto de partida para la elaboración de la distribución en plantas de la instalación proyectada.
3. El análisis de la relación costo – beneficio de la planta proyectada, permitió decidir que la misma es económicamente factible y que su periodo de recuperación es de menos de diez meses, lo cual es apropiado para negocios pequeños.
4. La ubicación geográfica del negocio, se decidió a partir del factor económico, partiendo de la existencia de un local perteneciente al dueño del negocio, teniendo como ventaja adicional la cercanía con proveedores y clientes, además de cumplir con las exigencias medio ambientales requeridas para este tipo de producción.

Conclusiones generales

1. A partir de la adaptación realizada al procedimiento de Fernández (2015), se pudo desarrollar el proyecto tecnológico de un taller por cuenta propia para la producción de accesorios de caucho.
2. El proyecto tecnológico desarrollado dio como resultado el programa de producción y las particularidades del proceso tecnológico; además se pudo determinar que son necesarios 3 equipos, 2 operarios y 19 metros cuadrados de área total, conjuntamente con las necesidades de insumos.
3. La localización del negocio se corresponde con la del local disponible por el dueño en la ciudad de Santa Clara, la cual se considera adecuada para el desarrollo del proyecto.
4. A partir del análisis de los factores considerados en el procedimiento seleccionado para el desarrollo del proyecto tecnológico se pudo determinar la distribución en planta de la instalación.
5. El análisis económico realizado, permitió conocer que es factible invertir \$ 41,200.00 CUP ya que la inversión se recupera en un período inferior a los 10 meses.

Recomendaciones

1. Aplicar los resultados del presente trabajo de diploma y poner en funcionamiento el taller de accesorios de caucho en la ciudad de Santa Clara.
2. Dar a conocer los resultados obtenidos entre otros ciudadanos cubanos que decidan optar por la opción de crear negocios por cuenta propia, siempre que se trate de plantas productivas similares a la proyectada.

Referencias bibliográficas

1. Armelin Diggroc, Elaine (2016). Tecnología de polímeros II. Universidad politécnica de Cataluña (UPC), Barcelona. España. Disponible en(http://www.upc.edu/estudispdf/guia_docent.php?codi=240EQ331&lang=esp)
2. Ayala Bécquer, Pedro. (1995). Perfeccionamiento al sistema de actividades para la proyección del transporte interno en fases, en fases primarias inversionistas con apoyo computacional. Tesis doctoral en opción al grado científico de doctor en ciencias técnicas. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. Santa Clara.
3. Baca Urbina, G. (2006). Evaluación de Proyectos. 5º edición. McGraw-Hill Interamericana Editores. México.
4. Beltrán, M y Marcilla, A (2015). Moldeo por compresión en Tecnología de polímeros, Tema 6, pp. 234-249, disponible en: (<https://www.diq.ua.es/es/materiales.html/Tema6.pdf>)citado el 22 de febrero 2017.
5. Cespón Castro, R. (1994). Sistema para la proyección tecnológica de instalaciones productivas de tratamiento térmico en fases primarias inversionistas en Cuba. Tesis doctoral en opción al grado científico de doctor en ciencias técnicas. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. Santa Clara.
6. Chase, R. B., Aquilano, N. J. (2001). Administración de Producción y Operaciones. Manufactura y Servicios (8ª Ed.). McGraw-Hill Interamericana, S.A., Santa Fe de Bogotá, Colombia.
7. Chase, R, B.; Jacobs, F. R.; Aquilano, N. J. (2008) Administración de la producción y operaciones para una ventaja competitiva. Editorial Félix Varela. La Habana. Cuba.
8. Chase, R, B.; Jacobs, F. R.; Aquilano, N. J. (2012) Administración de la producción y las operaciones para una ventaja competitiva. Edición. Mc Graw. Hill. Barcelona. España.
9. Colectivo de autores (2005). Instrumento para el Análisis Económico. Editorial Félix Varela. La Habana. Cuba.
10. Consejo de Estado de la República de Cuba (1993): Decreto Ley No. 141, Gaceta Oficial No. 5 Edición Extraordinaria, Cuba.

Referencias Bibliográficas

11. Consejo de Estado de la República de Cuba (2011): Decreto Ley No. 284, Gaceta Oficial No. 028 Edición Extraordinaria, Cuba.
12. Consejo de Estado de la República de Cuba (2014): Decreto Ley No. 315, Gaceta Oficial No. 3 Edición Extraordinaria, Cuba.
13. Departamento de Organización de Empresas, E.F. y C. Curso 2004/2005 Distribución en Planta. Diseño de Sistemas Productivos y Logísticos.
14. Domínguez Machuca et. al. (1995). Dirección de Operaciones. McGraw-Hill. Madrid. España.
15. EcuRed (2014), Trabajo por Cuenta Propia. Disponible en (<http://www.ecured.cu/index.php>). Trabajador por Cuenta Propia.
16. Fernández Romero, Héctor (2015) "Proyecto tecnológico de una fábrica de helados por cuenta propia en el municipio de Esperanza".
17. Gómez Figueroa, Olga (1994). Sistema apoyado computacionalmente, para la proyección tecnológica de talleres de fundición de hierro en fases primarias inversionistas en Cuba. Tesis doctoral en opción al grado científico de doctor en ciencias técnicas. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Santa Clara.
18. Gómez, Figueroa et al., (2007) Localización y Distribución en Planta de instalaciones de producción y servicios. Apuntes para un libreo de texto. Departamento de ingeniería Industrial. Facultad de Ingeniería Industrial-Economía. Cuba. Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos".
19. Hernández Pérez, Gilberto; Woithe, G. (1986). Fundamentos de la proyección de fábricas de construcción de máquinas. Editorial Pueblo y Educación. Habana.
20. Krajewski, L. J. & L. P. Ritzman (2000). Administración de Operaciones. Estrategia y Análisis (5ª Ed.). Editora Pearson Educación. México.
21. Lineamientos de la Política Económica & Social del Partido y la Revolución (2011). VI Congreso del Partido Comunista de Cuba. Cuba.
22. Lineamientos de la Política Económica & Social del Partido y la Revolución (2016). VII Congreso del Partido Comunista de Cuba. Cuba.
23. Medina León, A. (1991). Perfeccionamiento al sistema actividades para la proyección de talleres de ensamblaje, en fases primarias inversionistas en Cuba.

Referencias Bibliográficas

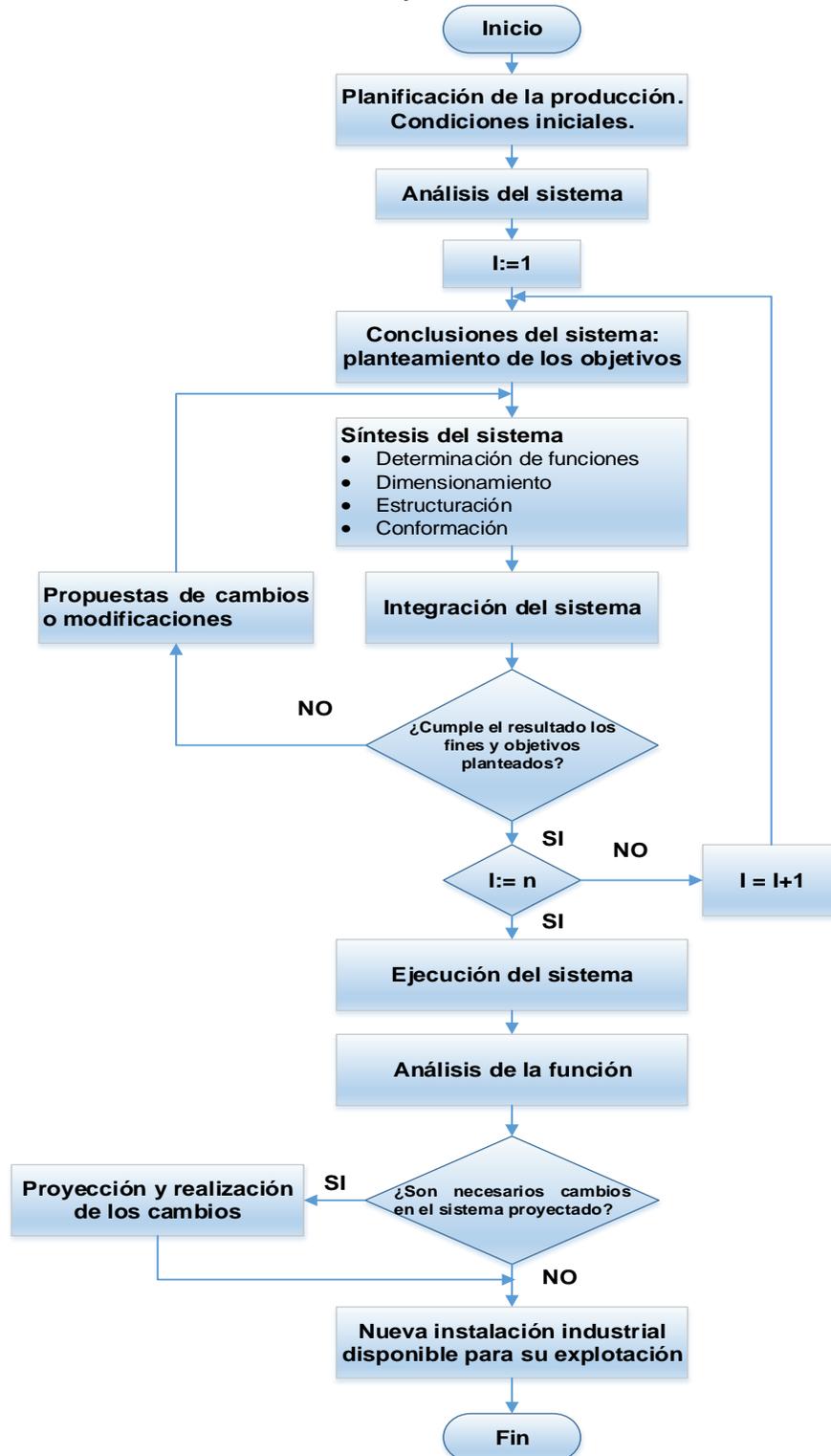
Tesis doctoral en opción al grado científico de doctor en ciencias técnicas. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Santa Clara.

24. Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. (2003). Trabajo por cuenta propia en Cuba. Disponible en: (<http://www.mtss.cu/empleo-trabajoporcuentalpropia>).
25. Muther, R. (1981). *Distribución de planta*. 4^o Edition. Hydrology Committee of the Hydraulics Division. España.
26. Ministerio de Trabajo y Seguridad Social.(2011). Resolución No. 33. Reglamentodel Ejercicio del Trabajo por Cuenta Propia. Cuba.
27. Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (2013): «Resolución 41, Reglamento del ejercicio del trabajo por cuenta propia», en Gaceta Oficial de la República de Cuba, La Habana, Cuba.
28. Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (2013): «Resolución 42, Actividades que se pueden ejercer como trabajo por cuenta propia, su denominación y alcance», en Gaceta Oficial de la República de Cuba, La Habana, Cuba.
29. Vergel, Ramírez, John. Jairo., (2009). Propuesta y análisis de Diseño y distribución de Planta de alfering limitada sede II. Tesis presentada a candidato Ingeniero Industrial. Colombia. Universidad del Magdalena.
30. Weston T.F. (2006). Fundamentos de Administración Financiera. Volúmenes 1, 2, 3 y 4. Editorial Félix Varela. La Habana. Cuba.

Anexos

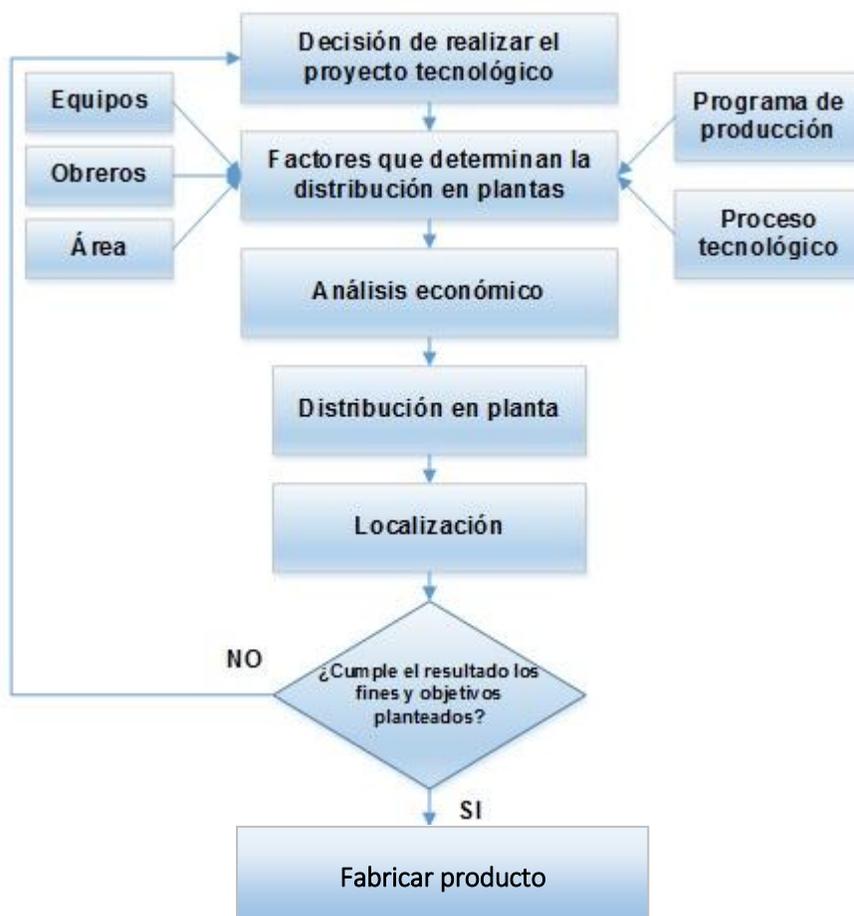
Anexo 1

Diagrama lógico del proceso de proyección. (Fuente Hernández & Woithe, 1986)



Anexo 2

Procedimiento para la proyección de un negocio por cuenta propia (Fuente: Fernández, 2015)



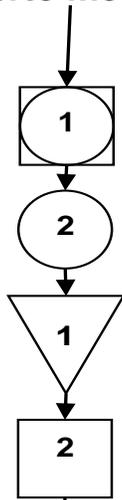
Anexo 3

Diagrama de proceso tecnológico OTIDA.(Fuente: elaboración propia)

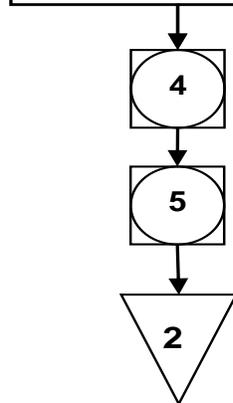
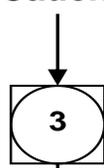
Actividad	No	Denominación
Operación	1	Esmerilado del inserto metálico
Operación	2	Aplicación de adhesivo al inserto metálico
Almacenamiento	1	Secado del adhesivo
Operación	3	Extricción del caucho
Operación	4	Prensado
Operación	5	Terminado
Almacenamiento	2	Producto Terminado

Apoyo de motor y/o Apoyo intermedio

Inserto metálico

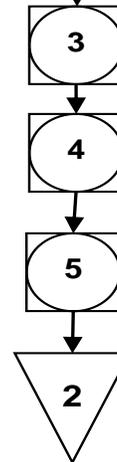


Caucho



Mozinética

Caucho



Anexo 4

Expresiones de cálculo para el cálculo de la distribución en planta tomado de Hernández & Woithe (1986) (Fuente: elaboración propia)

Elementos	Método	Procedimiento	Términos empleados
Gasto de tiempo de trabajo	Detallado mediante normativas tiempo.	$T_{ntotal\ ij} = tu_{ij} * n_j$ $T_{efectotal\ k} = \frac{\sum t_{ntotal}}{Kcn(1 + Kpt1)}$	tu_{ij} -es el tiempo de operación i para la pieza j (min/pza) n_j -tamaño del lote (pza/semana)

			<p>$T_{efectotal\ k}$– tiempo efectivo total por operación (min/semana)</p> <p>K_{cn} - coeficiente por tabla</p> <p>K_{pt1}-coeficiente de incremento de la productividad</p> <p>$\sum t_{Ntotal}$–sumatoria de los tiempos norma por operación (min/semana).</p>
<p>Necesidad de puestos de trabajo y equipos</p> <p>Factor de turno</p> <p>Coeficiente carga</p>	<p>Detallado</p>	$Ne_{ki} = \frac{t_{efectotal\ k}}{Ft_{real}}$ $Sf = \frac{\sum_{i=0}^n Zi * si}{\sum_{i=0}^n Zi}$ $Nc = \frac{Ne_*}{Ne_{ki}}$	<p>Ne_{ki}-necesidades de equipos decididos del tipo k en el puesto de trabajo i.</p> <p>Ft_{real} - fondo de tiempo real (min/semana).</p> <p>Sf-Factor de turno de la planta, en turnos.</p> <p>Zi-Cantidad de puestos de trabajo del tipo “i”</p> <p>Si-Cantidad de turnos que trabaja el puesto de trabajo “i”.</p> <p>Ne_*-Cantidad de puestos de trabajo del tipo k en el puesto de trabajo i.</p>
<p>Asignación a puestos de trabajo</p> <p>Fuerza de</p>	<p>Detallado</p>	$O_{dpk} = \frac{N_k * d_k * t_k}{Km_k} \left(1 + \frac{\Delta Ft_k}{Ft(mes)}\right)$	<p>O_{dpk}-número de obreros directos de producción asignados al puesto de trabajo k.</p> <p>Nk - número de máquinas o</p>

<p>trabajo directa</p>		$\Delta Ft_k = \Delta Ft_{fmk}^{(1)} - t_{fok}$	<p>equipos del tipo k que tienen que ser atendidas por los tipos de operarios k.</p> <p>dk -cantidad de obreros directos a la producción vinculados al puesto de trabajo k</p> <p>tk -número de turnos de trabajo que labora el puesto k.</p> <p>Km_k- coeficiente de atención a múltiples máquinas o equipos del tipo k.</p> <p>ΔFt_k- diferencia entre el fondo de tiempo disponible de la máquina o equipo del tipo k(t_{fmk}) y de un obrero directo de producción que trabaja vinculado a esta (t_{fok}),</p>
<p>Necesidad es de materiales mediante normativas del consumo de materiales de cada tipo.</p>	<p>Detallado</p>	$My = (\sum_{vj}^n Qj * mjy)$	<p>My-necesidades totales de materiales del grupo principal y, en kg/mes.</p> <p>mjy - normativa de consumo de material del grupo principal y en el producto o pieza j, en kg/producto.</p> <p>Qj - volumen de producción anual del producto o pieza j previsto en el programa, en unidades/mes.</p>

<p>Necesidades de área, utilizando factores de área (diferenciados y resumidos) como suplementos sobre el área básica de las máquinas y equipos.</p>	<p>Detallado</p>	$A_{Mi} = A_{BMi} (1 + f_o + f_{MR} + f_H + f_A + f_T) f_{so}$ $f_{so} = 1 - \frac{\eta_{so}}{100}$ $A_t = A_{efect} + A_s$ $A_{efect} = \left(\sum_{i=1}^n A_{mi} \right)$	<p>A_M - necesidades de área para un puesto de trabajo, (m²).</p> <p>A_{BM}- área básica de la máquina o equipo, m² máquina.</p> <p>f_o- factor suplementario para el área de operación(m²).</p> <p>f_{MR}.factor suplementario para el área de mantenimiento y reparación(m²).</p> <p>f_H - factor suplementario para el área de almacenamiento de herramientas, dispositivos, instrumentos de medición, etc., en el puesto de trabajo(m²).</p> <p>f_A - factor suplementario para el área de almacenamiento de la producción en el puesto de trabajo(m²).</p> <p>f_T - factor suplementario para el área de transporte y manipulación en el puesto de trabajo(m²).</p> <p>f_{so} - factor de solape entre las diferentes áreas parciales en un puesto de trabajo(m²).</p> <p>n_{so}- grado de solape entre las diferentes áreas parciales de los puestos de trabajo, en tanto por ciento.</p>
--	------------------	--	--

Anexos

			At – área total (m ²) Aefect – área efectiva (m ²) As - área suplementaria (m ²)
--	--	--	---

Anexo 5

Tabla 1. Relación de expertos iniciales (Fuente: elaboración propia)

	Nombre y apellidos	Cargo	Años de experiencia
1	Pablo A. Hernández Portales	Propietario de taller de reparación autos(cliente potencial)	8
2	Camilo Concepción Valdés	Propietario de taller de reparación autos	9
3	Giovany Delgado Falcón	Propietario de puesto de venta (cliente potencial)	4
4	Julio Castillo Rivero	Propietario de taller de reparación autos	7
5	Cecilio A. Roche Jiménez	Propietario de fábrica	9
6	Yunior del Valle Paz	Propietario de puesto de venta (cliente potencial)	5
7	José Luis Gómez Osés	Propietario de fábrica	10
8	Rafael García Moya	Trabajador de fábrica	4
9	Camilo León Vásquez	Propietario de fábrica	7
10	Daniván Padrón Tápanes	Propietario de puesto de venta (cliente potencial)	8
11	Guillermo Roche Jiménez	Propietario de fábrica	5
12	Didiet Montes de Oca B.	Propietario de puesto de venta (cliente potencial)	4
13	Alexis León Machado	Propietario de taller de reparación autos	6
14	Alberto Expósito Marichal	Propietario de puesto de venta (cliente potencial)	4
15	Aurelio Reyes Gutiérrez	Propietario de puesto de venta (cliente potencial)	5

Cálculo del coeficiente de conocimiento o información sobre el problema (Kc), este se determina mediante la autoevaluación del experto en una escala de 0 a 10. El resultado obtenido se multiplica por 0,1.

Anexo 5. Continuación (Fuente: elaboración propia)

Tabla 2. Grado de información y conocimiento del experto

No	Expertos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Kc
1.	Pablo A. Hernández Portales								x			0.8
2.	Camilo Concepción Valdés						x					0.6
3.	Giovany Delgado Falcón			x								0.3
4.	Julio Castillo Rivero		x									0.2
5.	Cecilio A. Roche Jiménez							x				0.7
6.	Yunior del Valle Paz						x					0.6
7.	José Luis Gómez Oses										x	1
8.	Rafael García Moya	x										0.1
9.	Camilo León Vásquez	x										0.1
10.	Daniván Padrón Tápanes									x		0.9
11.	Guillermo Roche Jiménez		x									0.2
12.	Didier Montes de Oca B.	x										0.1
13.	Alexis León Machado			x								0.3
14.	Alberto Expósito Marichal	x										0.1
15.	Aurelio Reyes Gutiérrez							x				0.7

Tabla 3. Cálculo del coeficiente de argumentación o fundamentación del problema (Ka) (Fuente: elaboración propia)

No	Fuente de argumentación	Escala por niveles		
		Alta	Medio	Baja
1.	Análisis teórico	0.3	0.2	0.1
2.	Experiencia práctica obtenida	0.5	0.4	0.2
3.	Conocimiento del estado del producto en el territorio	0.05	0.05	0.05
4.	Intuición	0.05	0.05	0.05

Anexo 5. Continuación (Fuente: elaboración propia)
Tabla 4. Aplicación de los coeficientes a los expertos preseleccionados

No	Experto	C	Kc	Ka	K	Coef.	Selec.
1.	Pablo A. Hernández Portales	8	0.8	0.90	0.85	A	Si
2.	Camilo Concepción Valdés	6	0.6	0.85	0.73	A	Si
3.	Giovany Delgado Falcón	3	0.3	0.70	0.50	B	No
4.	Julio Castillo Rivero	2	0.2	0.60	0.40	B	No
5.	Cecilio A. Roche Jiménez	7	0.7	0.80	0.75	M	Si
6.	Yunior del Valle Paz	6	0.6	0.85	0.73	A	Si
7.	José Luis Gómez Oses	10	1	0.95	0.97	A	Si
8.	Rafael García Moya	1	0.1	0.60	0.35	M	No
9.	Camilo León Vásquez	1	0.1	0.50	0.30	B	No
10.	Daniván Padrón Tápanes	9	0.9	0.90	0.90	A	Si
11.	Guillermo Roche Jiménez	2	0.2	0.50	0.35	B	No
12.	Didiet Montes de Oca B.	1	0.1	0.50	0.30	B	No
13.	Alexis León Machado	3	0.3	0.60	0.45	M	No
14.	Alberto Expósito Marichal	1	0.1	0.50	0.30	B	No
15.	Aurelio Reyes Gutiérrez	4	0.4	0.85	0.63	A	Si

Anexo 5. Continuación (Fuente: elaboración propia)**Tabla 5. Relación de los expertos seleccionados**

No	Nombre y apellidos	Cargo	Años de experiencia
1.	Pablo A. Hernández Portales	Propietario de taller de reparación autos(cliente potencial)	8
2.	Camilo Concepción Valdés	Propietario de taller de reparación autos	9
3.	Cecilio A. Roche Jiménez	Propietario de fábrica	9
4.	Yunior del Valle Paz	Propietario de puesto de venta (cliente potencial)	5
5.	José Luis Gómez Oses	Propietario de fábrica	10
6.	Daniván Padrón Tápanes	Propietario de puesto de venta (cliente potencial)	8
7.	Aurelio Reyes Gutiérrez	Propietario de puesto de venta (cliente potencial)	5

Anexo 6

Tabla 6. Desarrollo de la primera ronda del método Delphi (Fuente: elaboración propia)

1ra Ronda									
EXPERTO	APOYO MOTOR			APOYO INTERMEDIO			MOZINÉTICA		
	2017	2018	2019	2017	2018	2019	2017	2018	2019
1	2230	2235	2240	2220	2230	2235	715	720	730
2	2215	2220	2220	2210	2210	2220	710	720	725
3	2210	2215	2225	2210	2215	2225	710	710	720
4	2240	2250	2250	2225	2230	2230	710	710	715
5	2230	2230	2235	2220	2230	2235	705	705	715
6	2240	2245	2255	2230	2235	2235	705	715	725
7	2230	2240	2250	2210	2215	2220	710	715	730
PROMEDIO ANUAL	2228	2234	2239	2218	2224	2229	709	714	723
PROMEDIO SEMANAL	46	47	47	46	46	46	15	15	15
RANGO	30	35	35	20	25	15	10	15	15

Anexo 6.Continuación

Tabla 7. Desarrollo de la segunda ronda del método Delphi (Fuente: elaboración propia)

2da Ronda									
EXPERTO	APOYO MOTOR			APOYO INTERMEDIO			MOZINÉTICA		
	2017	2018	2019	2017	2018	2019	2017	2018	2019
1	2240	2245	2260	2230	2240	2250	720	730	745
2	2230	2240	2255	2215	2225	2240	720	735	750
3	2230	2240	2260	2210	2220	2235	715	720	735
4	2240	2245	2260	2230	2240	2250	710	725	740
5	2235	2240	2255	2220	2230	2240	710	720	735
6	2245	2255	2270	2230	2240	2245	715	730	745
7	2230	2240	2260	2220	2230	2240	720	730	740
PROMEDIO ANUAL	2236	2244	2260	2222	2232	2243	716	727	741
PROMEDIO SEMANAL	47	47	47	46	47	47	15	15	15
RANGO	15	15	15	20	20	15	10	15	15

Anexo 6. Continuación

Tabla 8. Desarrollo de la tercera ronda del método Delphi (Fuente: elaboración propia)

3ra Ronda									
EXPERTO	APOYO MOTOR			APOYO INTERMEDIO			MOZINÉTICA		
	2017	2018	2019	2017	2018	2019	2017	2018	2019
1	2250	2265	2290	2250	2270	2290	725	740	760
2	2250	2260	2280	2250	2265	2280	730	745	755
3	2260	2270	2290	2235	2255	2280	720	740	755
4	2250	2260	2280	2250	2270	2290	720	745	770
5	2250	2260	2285	2240	2255	2275	725	750	765
6	2260	2270	2290	2240	2260	2275	720	740	760
7	2250	2260	2280	2235	2255	2275	730	750	760
PROMEDIO ANUAL	2253	2264	2285	2243	2261	2281	724	744	761
PROMEDIO SEMANAL	47	47	48	47	47	48	15	16	16
RANGO	10	10	10	15	15	15	10	10	15

Anexo 7

Tabla 9 Fichas de costo unitario. Pieza Apoyo intermedio(Fuente: elaboración propia)

Ficha de costo				
Materia primas y materiales	U/M	Cantidad	Precio (\$)	Importe (\$)
• Adhesivos	l	0.012	800.00\$/l	9.60
• Caucho	kg	0.30	50.00\$/kg	15.00
Combustible	l	0.35	20.00\$/l	7.00
Energía			4.37 \$/pza	4.37
Salario de la fuerza de trabajo			5.00\$/pza	10.00
Amortización			10.00 \$/pza	10.00
Licencia de cuenta propia			0.34 \$/pza	0.34
Aporte a la seguridad social			0.20 \$/pza	0.20
% mínimo a tributar			0.60 \$/pza	0.60
TOTAL DE GASTOS				57.11
PRECIO DE VENTA				70.00
GANANCIA				12.89

Anexo 7. Continuación

Ficha de costo unitario(Mozinética)(Fuente: elaboración propia)

Ficha de costo unitario				
Materia primas y materiales	UM	Cantidad	Precio (\$)	Importe (\$)
• Caucho	kg	0.24	50.00\$/kg	12.00
Combustible	l	0.35	20.00\$/l	7.00
Energía			4.37 \$/pza	4.37
Salario de la fuerza de trabajo			5.00\$/pza	10.00
Amortización			10.00 \$/pza	10.00
Licencia de cuenta propia			0.34 \$/pza	0.34
Aporte a la seguridad social			0.20 \$/pza	0.20
% mínimo a tributar			0.60 \$/pza	0.60
TOTAL DE GASTOS				44.51
PRECIO DE VENTA				70.00
GANANCIA				25.49

Anexo 8. Distribución en planta del taller para accesorios de caucho

