



TÍTULO: CONTRIBUCIÓN AL PERFECCIONAMIENTO DE LOS FLUJOS DE MATERIALES CONSTRUCTIVOS PARA EL PROGRAMA LOCAL EN LA PROVINCIA DE CIENFUEGOS.

TESIS EN OPCIÓN AL TÍTULO ACADÉMICO DE
MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL



Autora: Ing. Duleyvis Hurtado Yacobet
Tutora: M.Sc. Ing. Gretel Martínez Curbelo

Cienfuegos ,2019

Pensamiento

*Somos lo que hacemos día a día, de modo que
la excelencia no es un acto, sino un hábito”*

Aristóteles



Dedicataria

A mis padres, por su incondicionalidad y amor infinito, por ser la mano extendida que no me dejó desfallecer cuando todo parecía tan difícil

A mi esposo por su apoyo y comprensión.

A mi familia, por la dedicación, la paciencia y el apoyo brindado en la consecución de mis sueños

A mi niño Derek por ser mi mayor fuente de motivación, la fuerza que me empuja hacia terrenos desconocidos, con la convicción de que mi ejemplo le hará comprender que no existen metas imposibles.

Agradecimientos

Ese trabajo es el fruto del esfuerzo realizado no solo por su autora, es el resultado del apoyo, la ayuda y la confianza depositada de muchas personas sin las cuales hubiera sido imposible recorrer el camino trazado.

Al resto de mi familia que formando el equipo perfecto con mis padres me dan la fuerza para cumplir mis sueños, por su incondicionalidad y entrega.

A Yusleydi por aportar también su granito de arena y estar siempre presente tanto en mi vida personal como de estudiante.

Al farol guía de este trabajo, a mi tutora, por saber guiarme con su experiencia y sabiduría de las que he tratado de aprender lo que este tiempo me ha permitido

Y en general a todos aquellos que de alguna forma contribuyeron a hacer posible este resultado.

A todos,

Muchas gracias



Resumen

Resumen:

La presente investigación titulada: Contribución al perfeccionamiento de los flujos de materiales constructivos para el Programa local en la provincia de Cienfuegos está encaminado a diseñar un procedimiento para el diagnóstico de la cadena de suministro tomando como caso de estudio el Programa Local de Producción y Venta de Materiales de la Construcción en la Provincia de Cienfuegos. El procedimiento que se diseña cuenta con tres etapas y diez pasos, en aras de lograr una mejor organización de este proceso y a su vez una mayor satisfacción de los clientes.

Para el desarrollo de este trabajo se utilizaron diversas herramientas y técnicas como: revisión de documentos, mapa geográfico, observación directa, método de expertos, matriz FMEA, diagrama Causa-Efecto, cuestionario de 5W y 1H y paquetes de programas como Excel, Visio, y el software POM-QM.

La aplicación de todas estas herramientas identificaron las principales brechas en la cadena de suministro de los materiales de construcción se encuentra en la falta de alineación de los objetivos de las mismas, para ellos se proponen soluciones y se deciden aquellas que más influyen en la solución principal siendo estas: el estudio de la demanda del cliente final y sus derivadas por actores; la evaluación de los resultados por cantidad calidad y surtido; el diseño de estrategias con la participación de todos los miembros y que las decisiones económicas se filtren por las necesidades sociales. Por último se exponen las conclusiones y recomendaciones que derivan del estudio, que permiten definir una vía de seguimiento adecuada para dar continuidad a la temática desarrollada en la investigación.



SUMMARY

Summary

The present research entitled: Contribution to the improvement of construction materials flows for the Local Program in the province of Cienfuegos is aimed at designing a procedure for the diagnosis of the supply chain taking as a case study the Local Program of Production and Sale of Materials of the Construction in the Province of Cienfuegos. The procedure that is designed has three stages and ten steps, in order to achieve a better organization of this process and in turn greater customer satisfaction.

For the development of this work, various tools and techniques were used such as: document review, geographic map, direct observation, expert method, FMEA matrix, Cause-Effect diagram, 5W and 1H questionnaire and program packages such as Excel, Visio, and the POM-QM software.

The application of all these tools identified the main gaps in the supply chain of construction materials is the lack of alignment of the objectives of the same, they propose solutions and decide those that most influence the main solution being these: the study of the final customer's demand and its derivatives by actors; the evaluation of the results by quality and assortment quantity; the design of strategies with the participation of all the members and that the economic decisions are filtered by the social needs. Finally, the conclusions and recommendations that derive from the study, which allow defining an adequate follow-up path to give continuity to the theme developed in the research, are presented.



Índice

Índice.

Introducción.....	9
Capítulo I: Marco Teórico – Referencial de las Cadenas de Suministro.....	14
1.1. Conceptualización de las Cadenas de Suministro (CS).....	14
1.2. Clasificación de las Cadenas de Suministro.....	18
1.3. Características de las Cadenas de Suministro.....	19
1.4. Gestión de Cadenas de Suministro.....	20
1.5. Principios para la gestión de las cadenas de suministro.....	25
1.5.1. Beneficios que se obtienen al implantar la Gestión de Cadenas de Suministro.....	26
1.6. Cadena de Suministro en el Sector de la Construcción.....	28
1.7. Modelos/Procedimientos para el diagnóstico de las Cadenas de Suministro.....	30
1.8. Modelos/Procedimientos para el diagnóstico de las Cadenas de Suministro en el Sector de la Construcción.....	33
1.9. Conclusiones del Capítulo I.....	35
Capítulo II: Procedimiento para el diagnóstico de la cadena de suministro para el PLPVMC. en la provincia de Cienfuegos.....	36
2.1. Caracterización del PLPVMC en la Provincia de Cienfuegos.....	36
2.2. Procedimiento para el diagnóstico de las cadenas suministros del PLPVMC.....	39
2.2.1. Principios del procedimiento para el diagnóstico de las cadenas suministro del PLPVMC.....	39
2.3. Descripción del procedimiento para el diagnóstico de las cadenas de suministro.....	40
2.4. Etapa I: Preparación del estudio.....	41
2.5. Etapa II: Diagnóstico de las cadenas de suministro.....	46
2.5.1. Descripción de las herramientas propuestas en el procedimiento.....	52
2.6. Etapa III Propuesta de mejoras en la gestión de la cadena.....	54
2.7. Conclusiones del Capítulo II.....	56
Capítulo III Implementación del procedimiento para el diagnóstico de la cadena de suministro para el PLPVMC en la provincia de Cienfuegos.....	57
3.1. Aplicación del procedimiento.....	57
3.1.1. Etapa I: Preparación del estudio.....	57
3.3. Etapa III: Propuesta de mejoras en la gestión de las cadenas de suministro del PLPVMC en la provincia de Cienfuegos.....	69
3.4. Conclusiones del Capítulo.....	77
Conclusiones generales.....	79
Recomendaciones.....	80
<i>Bibliografía.....</i>	<i>81</i>
Anexos.....	84



Introducción

Introducción.

Desde la Segunda Guerra Mundial en la mayoría de los países del mundo han existido políticas públicas cuya intervención en el mercado de la vivienda ha impulsado su oferta para las clases sociales con menos recursos. En dependencia de cada país, estas políticas públicas trazadas han determinado estructuras habitacionales diversas.

Un análisis de los datos del año 2000, del parque de viviendas de la Unión Europea refleja una cifra total de 170 millones de unidades, con un superávit global del 10,5 %, en relación a las necesidades básicas de vivienda de uso permanente para la población. Demasía que no se comporta igual entre todos los países, sino que mientras algunos presentan parques superiores a sus necesidades básicas, otros presentan un déficit cuantitativo (Trilla, 2001).

En América Latina y el Caribe se sufre tanto de problemas de escasez como de calidad de viviendas, que comprenden desde la falta de títulos de propiedad a paredes hechas de materiales inapropiados, pisos de tierra y la ausencia de acceso a redes de agua potable y saneamiento. Datos de 18 países de la región indican que más de dos tercios de las familias de Nicaragua, Bolivia, Perú y Guatemala habitan en viviendas deficientes, mientras Brasil y México se presentan como los países con los mayores déficits de vivienda (Banco Interamericano de Desarrollo, 2012a).

Para reducir la situación del déficit habitacional de la región exclusivamente con viviendas construidas por los gobiernos en el marco de programas de desarrollo urbano, se debe septuplicar la inversión en programas de vivienda pública. Por ello una de las opciones más utilizadas por los gobiernos a la hora de ampliar las intervenciones públicas para cerrar las brechas de vivienda es a través de la promoción de un mercado de alquiler de viviendas económicas, incentivando la creación de empresas privadas especializadas en vivienda de alquiler para personas de bajos ingresos. (Banco Interamericano de Desarrollo, 2012b). Esta tendencia de solución del déficit habitacional no se ajusta a las condiciones socio - económicas de la región y obedece a prácticas comunes en países desarrollados.

Cuba no está ajena al patrón de déficit habitacional que caracteriza la región de Latino América y el Caribe. Su desarrollo habitacional ha transcurrido por diferentes etapas con diversas características que respaldan la presencia de brechas en la obtención de una solución a la problemática de la vivienda. En el período de 1959-1970 se realizan las primeras acciones legales en relación a la vivienda por parte del estado cubano con el triunfo de la Revolución. Son promulgadas en esta etapa las primeras leyes relacionadas con la vivienda donde se encuentran la Ley de Rebaja de Alquileres, la Ley de Solares Yermos y la Ley de Reforma Urbana, dirigidas al incremento de inmuebles por parte del Estado para eliminar los barrios insalubres y los desalojos de que eran objeto los sectores más pobres de la sociedad cubana.

Antes de esta fecha el desarrollo de las ciudades en el país se daba como una preocupación de la burguesía de mostrar su poder.

Entre los años 1981 y 2002 se promueve un avance en el estado del fondo habitacional, al incrementarse el número de viviendas y de espacios construidos para ser ocupados como casas, de ellas, más del 75 % son construidas después de 1959. Producto de la crisis económica inmersa en el país entre los años 1990 y 2002 se contiene el avance en los programas de construcción, lo que trae consigo para este período retardo en el proceso constructivo logrado entre los años 1982 y 1989, unido a un progresivo deterioro del fondo habitacional dado por la falta de ejecución de acciones de mantenimientos constructivos (Rodríguez Gascón, 2015).

Aun cuando en Cuba se perciban problemas para satisfacer las insuficiencias de habitabilidad que debe sustentar un modelo de desarrollo que induzca a la igualdad y a la justicia social, el modelo cubano constituye una alternativa diferente a las predominantes en los países del entorno regional (Nuñez Moreno, 2007). La estrategia de desarrollo social que se ha trazado en relación al fondo habitacional es la de garantizar a las familias una residencia adecuada y fomentar el progreso urbano, priorizando las ciudades secundarias para alcanzar un balance entre la zona rural y urbana (Figuroa, 2013). Lo que se pretende es lograr que cada familia tenga acceso a una vivienda digna dado que el fondo habitacional de las principales ciudades del país se degrada de manera acelerada (Matamoros Tuma, 2016).

En el 2003 a causa de la formación de nuevos núcleos familiares y el crecimiento demográfico experimentado en el país junto al deterioro del fondo habitacional se eleva el déficit de domicilios en Cuba (Instituto Nacional de la Vivienda, 2011). Es por ello que desde el año 2005 el Estado asume la responsabilidad de implantar un nuevo plan habitacional teniendo en cuenta la ineficacia de experiencias anteriores. El programa constructivo, analiza las diferencias económicas de los núcleos familiares y plantea favorecer a los de más bajos ingresos, manteniendo el compromiso estatal, pero asignando un peso más importante a la autoconstrucción; dando un carácter más popular a la intervención del Estado.

Como resultado de la posición adoptada por el Estado en función del fondo habitacional, en el año 2011 el Consejo de Ministros aprueba políticas públicas, donde se encuentra el reglamento para el otorgamiento de subsidios a personas naturales con falta de liquidez económica, protegidos o no por la asistencia social que lo necesiten, con el propósito de obtener materiales de construcción y pagar la mano de obra para la realización, reparación y mantenimiento de viviendas por esfuerzo propio (Rodríguez Gascón, 2015) y el Decreto-Ley 289/2011 que autoriza pequeños préstamos para la construcción y reparación de viviendas.

Sin embargo, en un país donde las necesidades de materiales de construcción siguen siendo mayores que la oferta, se impone movilizar todas las fuerzas productivas posibles en aras de alcanzar las metas sociales. La producción de materiales para la construcción, no puede mantenerse sustentado en la producción industrial nacional, sino que requiere el aprovechamiento ordenado y creciente de las potencialidades de los territorios para garantizar los diferentes elementos tradicionales y ampliar sus capacidades a la mayoría de los rubros de alto empleo, que puedan aportar no solo al balance nacional, sino que sobre todo, cubran las necesidades de cada territorio.

En los Lineamientos de la Política Económica y Social de Cuba en los Capítulos VIII y XI sobre la política industrial y de construcciones (Lineamientos 233, 292 y 296) se exponen en su esencia y directrices el papel a nivel local de los productores privados y la necesidad de compatibilizar su actividad con la del sector estatal. Bajo la dirección de los gobiernos locales se crea el Programa Local de Producción y Ventas de Materiales de Construcción (PLPVMC) (Martínez Curbelo, Castro Martínez, & Mena Chacón, 2017) que como política pública, es el sustento principal de la construcción de viviendas por esfuerzo propio en Cuba. Este programa contribuye a resolver uno de los problemas más perceptivos para la sociedad, por ello la mejora de su gestión es una tarea relevante y necesaria que requiere de sustento científico.

Las políticas públicas implantadas en el país evidencian que la situación del fondo habitacional en Cuba requiere seguir trabajando, puesto que el censo del año 2012 (ONEI, 2012) refleja un déficit cuantitativo en todas las provincias del país exceptuando a Guantánamo cuya situación habitacional en este aspecto es favorable.

Sobre esta base y para contribuir al perfeccionamiento de la gestión del PLPVMC en la provincia de Cienfuegos se realiza el diseño de un procedimiento (Martínez Curbelo et al., 2017). El mismo considera acciones para minimizar las debilidades de las gestiones de los grupos de trabajo municipales, los cuales evidencian un elevado nivel de subjetividad en la preparación e implementación de los planes que se realizan y la inexistencia de verdaderos estudios de demanda, ellos suplantados por cálculos económicos o estadísticos. Lo anterior se corrobora en la investigación realizada por Iser Capote (2016) sobre la necesidad de estudios de demanda en correspondencia con las necesidades reales de la población. A partir de los resultados encontrados comienza la implementación de acciones propuestas para mitigar dichas deficiencias, las cuales se desarrollan de forma aislada y sin medida de sus impactos de ahí que se decida trabajar con un enfoque de cadenas de suministros.

A partir de la **situación problemática** expuesta con anterioridad se evidencia la necesidad de dar un aporte teórico y metodológico al proceso de planificación del PLPVMC, de ahí que se

plantee el siguiente **problema científico**: ¿Cómo mejorar la planificación de los flujos de **materiales construcción** en función de la demanda para el PLPVMC en la provincia de Cienfuegos?

Para dar respuesta a este problema se formulan los siguientes objetivos:

Objetivo general:

Determinar los volúmenes de materiales de construcción básicos necesarios para el PLPVMC en la provincia de Cienfuegos.

Objetivos específicos:

1. Demostrar la importancia del enfoque a cadenas de suministro en los procesos de planeación estratégica
2. Diseñar un procedimiento para diagnosticar las brechas entre los sistemas de gestión del PLPVMC vigente, con enfoque cadena de suministro para los materiales de la construcción
3. Validar el procedimiento diseñado a través de mejoras en las principales brechas detectadas.

La **hipótesis** planteada es:

El diseño de un procedimiento para determinar los volúmenes de materiales de construcción con enfoque a cadena de suministro, permite el perfeccionamiento del PLPVMC en la provincia de Cienfuegos

El tipo de investigación que se desarrolla es: descriptiva y correlacionar

De la hipótesis se derivan las **variables de la investigación**:

Variable independiente:

Procedimiento para determinar los volúmenes de materiales de construcción.

Conceptualización: Conjunto de etapas y pasos que permiten diagnosticar las cadenas de suministro para identificar las principales brechas.

Operacionalización: Aplicación de un modelo de transporte.

Variable dependiente:

Perfeccionamiento del PLPVMC.

Conceptualización: Repartición de los elementos de construcción de forma tal que se satisfaga la mayor cantidad de demanda al menor costo.

Operacionalización: Implementación del modelo de transporte

Los principales aportes de la investigación se encuentran en el marco de lo social, metodológico, práctico y económico los cuales se presentan a continuación:

Aporte social:

- Radica en el aumento de la satisfacción de los clientes que reciben los beneficios del PPLVMC.
- Mayor presencia de los elementos en aquellos municipios donde las producciones son bajas

Aporte práctico:

- Determinación de las principales causas que afectan la gestión de las cadenas de suministro de materiales de construcción del PLPVMC
- Determinación de modelos de transportes que permiten organizar de manera óptima los flujos de los principales elementos de construcción de viviendas.

Aporte metodológico:

- Radica en el diseño de un procedimiento para la evaluación de la gestión de las cadenas de suministro de la construcción.

Justificación de la investigación

El proceso de actualización del modelo económico y social cubano propone un conjunto de transformaciones que aspiran a contribuir a una mayor eficiencia y sostenibilidad de la economía nacional para seguir garantizando las necesidades básicas de la población. El PLPVMC, como política pública, tributa a uno de los problemas más sensibles para la sociedad. Por esta razón el perfeccionamiento de su gestión es una tarea relevante y necesaria, que requiere de sustento científico. Por otra parte, al mejorar la gestión de las cadenas de suministros que intervienen en este programase logra, no solo hacerlas más viables, sino hacer más eficiente el proceso y tener satisfecha a la población con los mismos recursos.

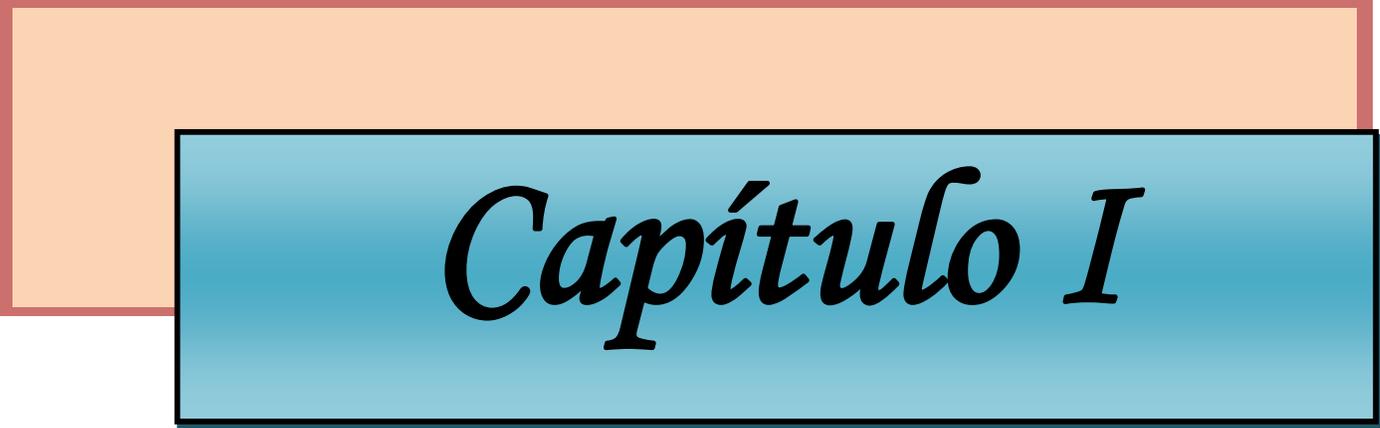
Para dar respuesta a los objetivos antes expuestos el trabajo queda estructurado de la siguiente forma:

Capítulo I: Marco Teórico-Referencial. En el mismo se realiza una revisión bibliográfica acerca de la gestión de las cadenas de suministro, haciéndose énfasis en los términos y definiciones referentes al tema.

Capítulo II: Se realiza una caracterización del PLVMC. Como aspecto relevante de este capítulo se presenta la propuesta de un procedimiento para diagnosticar la gestión de las cadenas de suministro, teniendo en cuenta un grupo de criterios dados por diferentes autores y tomando en consideración el enfoque a cadena de suministro. Se describen además técnicas y herramientas a utilizar en cada una de las etapas del procedimiento diseñado.

Capítulo III: Se muestran los resultados relacionados con la implementación del procedimiento diseñado para diagnosticar la gestión de las cadenas de suministro del PLPVMC en Cienfuegos, que culmina con propuesta de mejora.

Finalmente son planteadas las principales conclusiones y recomendaciones que permiten simplificar los resultados, luego se presentan las referencias utilizadas y los anexos correspondientes.



Capítulo I

Capítulo I: Marco Teórico – Referencial de las Cadenas de Suministro.

El presente capítulo pretende realizar una revisión bibliográfica sobre los aspectos fundamentales de las Cadenas de Suministro, así como el análisis de concepciones y elementos relacionados con dicho tema, según los criterios de diferentes autores. En la Figura 1.1 puede apreciarse el hilo conductor elaborado con el fin de representar la interrelación de cada uno de ellos y la forma en que siguen una secuencia lógica.

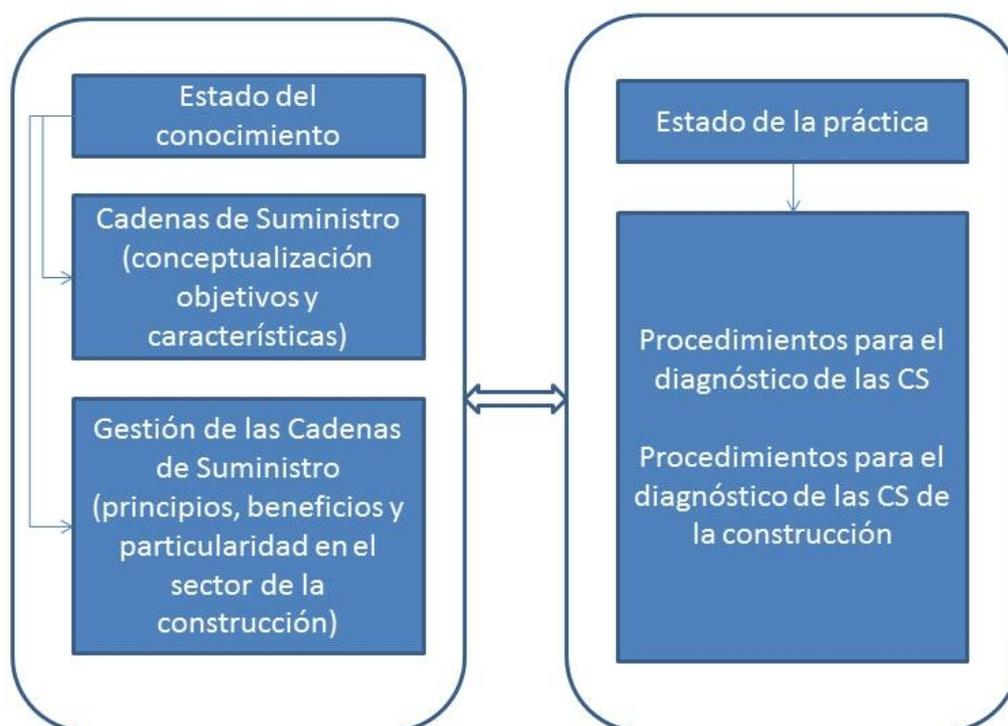


Figura 1.1: Hilo conductor de la investigación **Fuente:** Elaboración Propia

1.1. Conceptualización de las Cadenas de Suministro (CS)

El concepto de cadena de suministro empieza a parecer claramente en los trabajos de Forrester cuando sugirió que el éxito de las empresas dependía de la interacción entre los flujos de información, materiales, pedidos, dinero, mano de obra y equipos. A su vez declaró que la comprensión y control de estos flujos es el trabajo principal de la gestión (Forrester, 1961).

El concepto ha ido evolucionando a lo largo de los años, en el que diversos autores han planteado sus propias definiciones:

- Conjunto de empresas interrelacionadas por flujos de materiales, de información y

financieros, donde cada una pretende añadir valor al producto, bien o servicio, (Hartmut & Stadler, 2005).

- (Mentzere tal., 2001), la define como el conjunto de tres o más entidades (pueden ser organizaciones o personas) que están directamente involucradas en los procesos y flujos aguas arriba y aguas debajo de productos, servicios, finanzas y/o información, desde una fuente hasta un consumidor.
- (J. R. Stock & Lambert, 2001) definen la cadena de suministro como la integración de las funciones principales del negocio desde el usuario final a través de proveedores originales que ofrecen productos, servicios e información que agregan valor para los clientes y otros interesados.
- Según (Company's, 2005) la cadena de suministro (SC) es una red de organizaciones interrelacionadas que intervienen en diferentes fases del proceso productivo mediante actividades que pretenden añadir valor, desde el punto de vista del cliente, al producto, bien o servicio.
- La cadena de suministro es una red que consta de nodos y enlaces nodo como un establecimiento que es un agente que tiene la capacidad de tomar decisiones y maximizar su propio beneficio dentro de los parámetros en los que opera (Carter, Rogers, & Choi, 2015).

En resumen, cuando se habla de CS invariablemente se hace referencia a la integración de las funciones principales de un negocio desde los proveedores originales hasta los clientes, donde cada uno añade valor al producto a través de la coordinación de los flujos logísticos.

El objetivo central de las CS es lograr ventajas competitivas en el mercado y mejorar la eficiencia operativa y el servicio al cliente (Ayers, 2001; D.J. Bowersox & Closs, 2007; Gómez Acosta & Acevedo Urquiaga, 2012). Sin embargo según (Sasson Rodes, 2007 pág. 1) es “Aumentar la capacidad de los participantes para tomar decisiones, formular planes y delinear la implementación de una serie de acciones orientadas:

- a. Al mejoramiento significativo de la productividad del sistema logístico operacional.
- b. Al incremento de los niveles de servicio a los clientes.
- c. A la implementación de acciones que conlleven a una mejor administración de las operaciones y a un desarrollo de relaciones duraderas de gran beneficio con los proveedores y clientes claves de la cadena de suministros”.

“La Cadena de suministro es un subsistema dentro del sistema organizacional que abarca la planificación de las actividades involucradas en la búsqueda, obtención y transformación de los productos. Incluye la coordinación y colaboración de los socios del canal, o flujo de transmisión

de los insumos o productos, sean estos proveedores, intermediarios, funcionarios o clientes. En cada etapa interesa la medición correcta del flujo para evitar mermas y desperdicios. En esencia, la Cadena de suministro integra la oferta y la demanda tanto dentro como fuera de la empresa. Por ello se habla de “cliente interno”, y de demanda y oferta interna, para establecer los pasos y acciones específicos en la cadena productiva. Se trata de una función de integración que liga las funciones y los procesos del negocio para convertirlo en un modelo de negocio coherente y de alto rendimiento.

La Cadena de suministro incluye todas las actividades de gestión y logística y por ello está presente en cada fase del proceso. Permite una gestión efectiva y, a través de los flujos de información, mejora el Servicio al cliente y de la Cadena de Valor.

A diferencia de los conceptos clásicos de input/output, en las Cadenas de suministro los flujos se entrelazan. Hay flujos de entrada/salida en cada eslabón, y también cada eslabón es tanto insumo como producto final para otros (ver gráfico). Es normal que en estos intercambios participen numerosas empresas que buscan maximizar sus beneficios dentro de su esfera de interés. Cada empresa suele tener un gran conocimiento sobre lo que compete a su propio proceso o juego en el campo de su esfera productiva (su propio eslabón dentro de la cadena). Pero la gran mayoría desconoce completamente lo que hacen los otros eslabones de la cadena.” Esto asegura (Moreno, 2010 pág. 1)

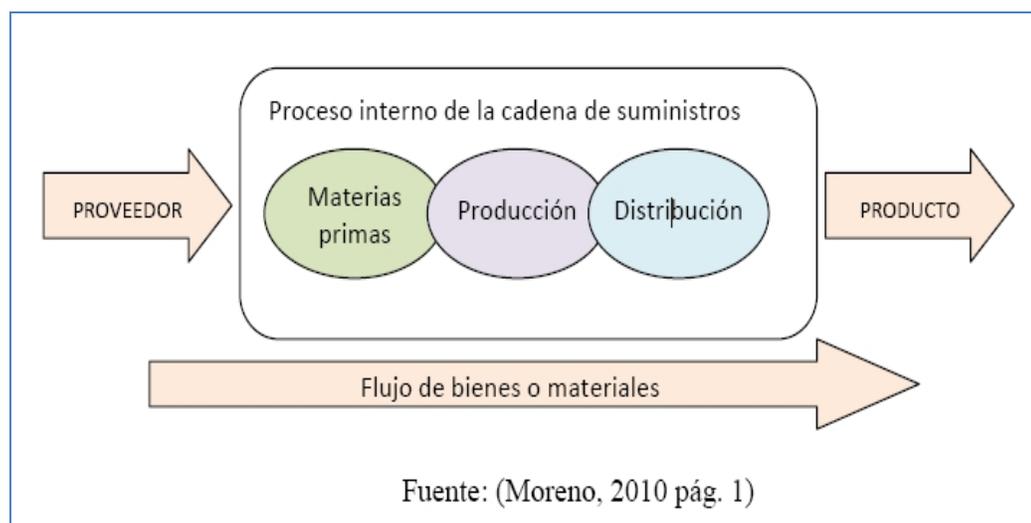


Figura1.2: Flujo de las cadenas de suministros. **Fuente:** Moreno, 2010

Dentro de cada organización existe una cadena de suministro diferente dependiendo del giro de la empresa. Existen tres tipos de empresa: industriales, comercializadoras y de servicios; las empresas de servicios cuentan con cadenas de suministros muy cortas, en el caso de las

empresas industriales, estas tienen cadenas de suministro con mucha logística dependiendo de la materia prima que utilizan, las líneas de producción con que cuentan y los segmentos de mercado a los que van dirigidos sus productos y las empresas comercializadoras, por ejemplo, tienen muy poco uso de stock por lo que sus cadenas de suministro son menos elaboradas. Todas las funciones que participan en dicha cadena están destinadas a la recepción y el cumplimiento de una petición del cliente. Estas funciones incluyen, pero no están limitadas al desarrollo de nuevos productos, la mercadotecnia, las operaciones, la distribución, las finanzas y el servicio al cliente.

Fundamentalmente una CS básica, según (Sadler, 2007) comprende:

1. una empresa focal, que forma de bienes o servicios para un conjunto de consumidores,
2. una amplia gama de proveedores de materias primas y componentes, distribuidores, que entregan los productos a los consumidores, y modos de transporte que se mueven los productos entre cada ubicación en la cadena.

Sin embargo (Carter et al., 2015) diferencian las cadenas de suministro productiva en cadena de suministro física y la cadena de suministro de apoyo. Las cadenas de suministro físicas se asemejan a las tradicionales. Un nodo en la cadena de suministro físico es un agente con ubicación física permanente, donde ocurren actividades que adicionan forma, lugar y/o utilidad en el tiempo, representándose generalmente dos enlaces que conectan los nodos de la cadena de suministro física: el movimiento de la información y el movimiento de las finanzas (designando tanto la información y el financiamiento con la misma línea de trazos).

Por su parte definen la cadena de suministro de apoyo como un conjunto de nodos a través del cual un producto (en relación con el agente focal) no fluye, pero que apoya la cadena de suministro física de ese producto. Hay casos en los que un operador u otro nodo de la cadena de suministro de apoyo pueden también operar un nodo físico en la cadena de suministro.

Cada cadena de suministro es única. Estas se diferencian entre sí de algún modo de otras cadenas. No obstante, según (Sadler, 2007) los componentes principales de las mismas son: movimientos físicos, el flujo de información, coordinación de la gestión y el liderazgo de la cadena. La primera tarea es crear un flujo de información entre los socios de la cadena para que el flujo físico se lleve a cabo exactamente como es requerido. La segunda tarea es una serie de movimientos físicos: partes contratantes, la fabricación del producto acabado y su entrega al cliente. La tercera tarea es la gestión de las cadenas, y la cuarta tarea es el liderazgo de la cadena.

Según (J. R. Stock & Lambert, 2001) dentro de las CS se pueden encontrar a dos tipos de

miembros: los miembros primarios y los de soporte. Los miembros primarios son aquellas compañías o empresas autónomas que realizan actividades para satisfacer y los miembros de soporte son aquellas empresas que proveen recursos a los miembros primarios para que estos puedan cumplir con sus actividades.

La CS cuenta con tres elementos los procesos, los componentes y la estructura, los procesos se refieren a las actividades que se realizan por los miembros dentro de la cadena, los componentes se refiere a la integración y el manejo que debe existir entre los procesos y la estructura se refiere a los miembros con los que existe una unión entre los procesos (J. R. Stock & Lambert, 2001).

Las cadenas de suministro con frecuencia no son lineales, son redes que no duran para siempre: se forman, trabajan por un tiempo y luego cambian su configuración. Por la importancia que toma su diseño (Sadler, 2007) plantea tres elementos:

1. Contenido: procesos que abarcan, la información y las operaciones físicas, que son herramientas para obtener una estrategia cliente– satisfacción.
2. Procesos: es el método por el que una estrategia de la cadena de suministro será construido, dependerá de un grupo de directivos y la aprobación obtenida para los planes de acción resultantes.
3. Implementación: depende de la forma en que los planes de acción se operacionalizan secuencialmente a través de todas las empresas y los trabajadores necesarios. Esto implica procesos de cambio múltiples de organización, gestión de proyectos y la perseverancia.

En la CS existen distintas tipologías de relaciones, las cuales pueden ir desde relaciones estrictamente comerciales hasta la integración vertical (Lamber, Emmelhainz, & Gardner, 1996).

1.2. Clasificación de las Cadenas de Suministro.

Existen distintas clasificaciones de cadenas de suministro (Jurburg & Martín, 2012) dependiendo de su composición plantea que se pueden identificar tres tipos de cadenas: la directa, que involucra a la compañía, sus proveedores y sus clientes; la extendida, que involucra también al proveedor del proveedor y al cliente del cliente; y la última, que involucra a todas las entidades aguas arriba y aguas debajo de la empresa; mientras que (Huang, Li, & Mahajan, 2002) las han categorizado teniendo en cuenta su desempeño en tres clases:

- LSC (lean supply chain): que emplea la mejora continua con objeto de eliminar desperdicios o paradas que no añaden valor. La reducción de los tiempos de preparación y cambio de formato permiten el trabajo rentable en pequeñas series.

Alcanzan reducciones de costes, flexibilidad y respuesta rápida a los requerimientos del cliente. Consiguen altos rendimientos cuando la demanda es estable y puede ser prevista con precisión. Prefieren la eficiencia en costes a la respuesta responsable con el cliente.

- ASC (agile supply chain): se orienta a responder a mercados aleatorios. Intentan alcanzar suministros rápidos y flexibilidad en los lead-times. Utilizan nuevas tecnologías de la información y del intercambio de datos. Tiene en cuenta aspectos ligados a la organización y al conocimiento, integran los procesos de negocio, estimula la innovación, forma compañías virtuales.
- HSC (hybrid supply chain): Según (Huang et al. ,2002), partiendo de productos genéricos posponen su diferenciación hasta el montaje final (montaje bajo pedido). La demanda puede ser prevista con precisión.

1.3. Características de las Cadenas de Suministro.

En sentido general las CS presentan las siguientes características:

- Son dinámicas se implican un flujo constante de información, productos y fondos entre las diferentes etapas.
- El cliente es parte primordial. El propósito fundamental es el de satisfacer las necesidades del cliente.
- Una CS típica puede abarcar varias etapas que incluyen: clientes, detallistas, mayoristas/distribuidores, fabricantes, proveedores de componentes y materias primas. Cada etapa se conecta a través del flujo de productos, información y fondos.
- No es necesario que cada una de las etapas esté presente en la cadena de suministro.
- El diseño apropiado de la cadena de suministro depende de las necesidades del cliente como de las funciones que desempeñan las etapas que abarca.

Muchas CS carecen de un desempeño adecuado debido, entre otros aspectos, a la falta de integración, coordinación y racionalidad en sus procesos, por carecer de técnicas de gestión logística que faciliten su diseño y gestión, obviando integraciones necesarias entre sus elementos, además de que no se encuentra definido el despliegue adecuado de los objetivos estratégicos de la organización a través de los procesos en la cadena de suministro, por lo que se desconoce su contribución al rumbo estratégico de la entidad y dificulta el análisis y control del cumplimiento de dichos objetivos así como la toma de decisiones (Díaz Curbelo & Marrero Delgado, 2014).

1.4 Gestión de Cadenas de Suministro.

Administrar efectivamente las cadenas de suministro es vital tanto para las organizaciones como para los países, ya que afecta los criterios básicos de competitividad, que son el costo, la calidad y el tiempo de entrega del producto requerido por el cliente (Valverde Balcázar, 2010). Desde la década de los 80's se ha profundizado la tendencia de la gestión integrada de la logística a través de la disciplina de Gestión de la Cadena de Suministros (SCM) (Baumgarten, 2008).

La gestión efectiva de la CS permite una mejor prestación de servicio al cliente y de la cadena de valor, a través de la gestión de los flujos de información, de productos y monetario. Dicha gestión, permite competir con éxito en los mercados actuales, gracias al resultado que produce la conjunción de los objetivos de la CS y la implantación de mejores prácticas en sus diferentes áreas. Actualmente, es un elemento clave para la competitividad de las empresas debido a la importancia que tiene en los resultados empresariales, a través del margen de beneficio, calidad de productos y servicios, satisfacción del cliente y plazos de entrega (Sanchis, Poler, & Ortiz, 2009).

Una adecuada gestión dentro de la cadena de suministro debe ir perfilada hacia la entrega de productos de alta calidad, al precio justo y en el lugar correcto. Lograrlo implica que proveedores, fabricantes y vendedores, apliquen constantemente reingeniería en sus procesos funcionales y se implementen estrategias de colaboración a lo largo de la cadena de suministro (Birendra, Srinivasan, & Xiaohang, 2007).

La SCM es una nueva etapa en el desarrollo de la logística y más que una oportunidad es un reto para el desarrollo gerencial de la empresa; a partir de esta nueva forma de gestión aparecen diversas definiciones:

- En (Mentzer et al., 2001) se muestra a la gestión de la cadena como la sistemática y estratégica coordinación de las tradicionales funciones de la empresa (Marketing, Ventas, I+D, Pronósticos, Producción, Compras, Logística, Sistemas de información, Finanzas y Servicio al cliente) y de las tácticas desarrolladas a lo largo de esas funciones, dentro de una empresa en particular y los restantes involucrados a lo largo de toda la cadena, con el propósito de mejorar la performance en el largo plazo tanto de las empresas individuales así como de la cadena en su conjunto.
- Para (Hartmut Stadler, 2005), la SCM es la tarea de integrar diferentes organizaciones a lo largo de toda la cadena coordinando el flujo de materiales, información y finanzas de forma que satisfaga la demanda de los clientes incrementando la competitividad de toda la cadena (Ribas Vila & Companys Pascual, 2006; H. Stadler & Kilger, n. d.).

- La SCM no es otra cosa que el sistema de gestión que establece y controla la cadena de suministro, un sistema que no podrá ser el tradicional autoritario, sino que debe ser un sistema que contemple a todos los componentes de la cadena en toda su magnitud y gestione la cadena en todo su conjunto, consiguiendo la absoluta implicación de todos los componentes de la misma. El objetivo debe ser buscar el beneficio para toda la cadena y, a partir del conjunto, llegara los beneficios individuales de cada uno de los eslabones, en contra del modelo tradicional, en el que cada componente buscaba los beneficios de forma individual. Si se cumplen estas premisas, será en principio factible la aplicación de los modelos de gestión del conocimiento a la cadena de suministro (Capó-Vicedo; Tomás-Miquel, & Expósito-Langa, 2007).
- De acuerdo con (D. Bowersox, 1990) la gestión de la cadena de suministro puede ser vista como una estrategia de colaboración basado en vincular en todas las empresas las operaciones comerciales con el fin de lograr una visión compartida de las oportunidades de mercado.
- La administración de la CS es la integración de las actividades mediante el mejoramiento de las relaciones de la cadena de suministros para alcanzar una ventaja competitiva sustentable (Ballou, 2004).
- La administración de la Cadena de suministro es un término que encierra en su esencia la logística integrada; incluso va más allá de eso (Ballou, 2004).

La SCM es la integración de los procesos claves, que abarcan la planificación y control de todos los procesos de agregación de valor, desde los usuarios finales hasta los proveedores iniciales que suministran los productos, servicios e información (Lambert, 2008; Schütz, 2008) y tiene como centro la satisfacción del cliente final a partir del balance de las demandas y los suministros de todos los procesos de agregación de valor (Ivanov & Sokolov, 2010).

Según (Gibson, Mentzer, & Cook, 2005) el rol principal del SCM dentro de las empresas es una mezcla entre estrategia y ejecución. La gestión de la cadena es una delicada mezcla entre actividades orientadas al corto plazo, más detalladas, de tipo cuantitativas (táctica) y actividades orientadas al largo plazo, de espectro más amplio y características cualitativas (estrategia). Se ha llegado a reconocer el potencial de un sistema de gestión de la cadena bien diseñado y eficiente como forma de avanzar en el cumplimiento de las metas de una empresa, afirmándose, incluso, que una empresa exitosa utiliza a la logística y sugestión como parte de su arsenal competitivo.

Según (A. J. U. R. José A. Acevedo Suárez, Martha I. Gómez Acosta,, 2001)La Gestión de la Cadena de Suministro (SCM) es la integración de diversos procesos del negocio y de otras organizaciones, desde el usuario final hasta los proveedores originales, que proporcionan

productos, servicios e informaciones que agregan valor para el cliente.

La organización de la gestión de la cadena de suministro contempla el diseño de las interrelaciones (informativas, materiales y financieras) de las entidades participantes de acuerdo a las variables de coordinación seleccionadas. Para cada variable debe definirse el contenido de la gestión integrada, las funciones de la entidad coordinadora y de los demás actores. Que norma el sistema de gestión que incluye: las técnicas y procedimientos de gestión a emplear, el sistema de información inter-empresarial, las formas y medios para la conectividad entre los actores y un tablero de control para la medición de los resultados de la cadena de suministro.

A nivel de la cadena de suministro debe coordinarse la actividad de todos sus participantes de forma tal que se logren resultados eficientes y efectivos a nivel global en cuanto a las variables siguientes mostradas en la tabla 1.1.

Tabla 1.1: Variables de coordinación.

Capacidades	Demanda	Inventarios
Disponibilidad	Ciclos o plazos	Costos
Precios	Puntualidad de las entregas	Tecnología
Servicio al cliente	Diseño del producto o servicio	Calidad
Inversiones	Volúmenes de las entregas	Fiabilidad
Financiamiento energético	Retorno de medios unitarizadores	Consumo
Pagos y cobros	Retorno de productos rechazados	Importaciones

Fuente: Elaboración propia.

Desde el punto de vista intraorganizacional, SCM significa integrar la logística con la producción. A veces incluye también la integración de la gestión del flujo de cobros y pagos y parte del proyecto del producto (diseño para la cadena de suministro).

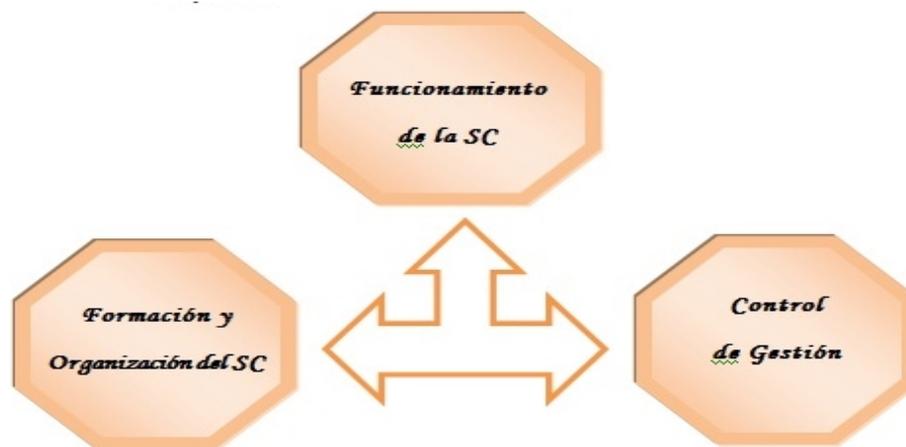
En el ámbito inter-organizacional engloba también: la selección y la organización de los asociados, la colaboración y el compartimiento de información.

Según A. J. U. R. José A. Acevedo Suárez, Martha I. Gómez Acosta, (2001) como se observa en la figura 1.3 la SCM debe verse en tres planos los que se explican a continuación:

- **En el plano estratégico** debe prestarse atención a la formación y organización de la

cadena de suministro, para lo cual se utilizan herramientas de gestión tales como: gestión de alianzas, modelación general de la organización (MGO), la gestión de proyectos, el diseño de sistemas de información y las comunicaciones, y otras herramientas.

- **En el plano operativo** debe gestionarse el eficiente funcionamiento de la cadena de suministro utilizando herramientas tales como: planes conjuntos, técnicas gerenciales, gestión de la colaboración, y otras.
- **El control de gestión** debe aportar la retroalimentación para guiar la debida orientación en la gestión operativa y aportar los elementos imprescindibles para indicar la necesidad y dirección de los cambios estratégicos en la conformación y organización de la cadena de suministro. Las principales herramientas a utilizar son: registro y análisis de indicadores globales de la cadena, y benchmarking. En este último aspecto se destaca el sistema SCOR (Supply Chain Operations Reference Model), el cual constituye una asociación de empresas a escala mundial que permite realizar benchmarking entre ellas y difundir las mejores prácticas con relación a la integración de la cadena de suministro.



Instrumentos Básicos:

- | | | |
|-----------------------|----------------------|------------------------|
| • Alianza | - Colaboración | - Indicadores Globales |
| • SIC Integrado | - Técnicas Generales | - Benchmarking |
| • MGO | - Planes Conjuntos | - SCOR |
| • Gestión de proyecto | | |

Figura 1.3: Campo de acción de la gestión de la cadena de suministros. **Fuente:** Elaboración propia a partir de Acevedo Suarez, J.A; Urquiaga Rodríguez, A. J. & Gómez Acosta, M. I (2001), (A. J. U. R. José A. Acevedo Suárez, Martha I. Gómez Acosta, 2001).

El objetivo final de la Gestión de las Cadenas de Suministro (SCM) es la competitividad y el servicio al cliente. Los pilares que lo soportan representan, por un lado, la integración de las

unidades de negocio que forman la cadena de suministro y por otro, la coordinación necesaria que debe existir entre ellas, a todos los niveles (Ribas Vila & Companys Pascual, 2006; Ellram & Cooper, 2014; Carter et al., 2015). El pilar de la integración está compuesto, en un primer nivel que es la elección de los socios, organizaciones que permitan aportar valor al producto final de forma que satisfaga las necesidades de los clientes. El segundo nivel lo forma la red de organizaciones que permite definir la relación de colaboración que deberá existir entre las diferentes empresas que formen parte de la cadena de suministro. Finalmente, el tercer bloque es el liderazgo en la cadena de suministro que define la jerarquía entre las empresas participantes (Ribas Vila & Companys Pascual, 2006).

El pilar de la coordinación permite definir como debe ser el flujo de información, material y financiero entre las empresas que forman parte de la cadena de suministro. Este pilar está formado por los bloques (Ribas Vila & Companys Pascual, 2006):

- Uso de información y de las tecnologías de comunicación.
- Orientación al proceso
- Planificación avanzada

La gerencia debe lidiar con todas las operaciones involucradas en los procesos de la cadena de suministro como ser diseño, mantenimiento, información, logística, y producción. En particular, la empresa debería contar con alguna metodología que sea capaz de evaluar el estado de sus cadenas y brindar herramientas para el correcto diagnóstico de sus operaciones. Para ello, el principal modelo de referencia encontrado en la literatura es el modelo SCOR®, el cual es un producto del Supply Chain Council (SCC) (Jurburg & Martín, 2012).

Adicionalmente, (Mentzer et al., 2001) señala que la SCM sigue el enfoque de sistema para ver la cadena de suministro como un todo, por lo que los mejores resultados para el sistema no se traducen en la suma de los resultados individuales.

La Gestión de la cadena de suministro en la actualidad abarca infinidad de actividades características y únicas en la distribución que las empresas manejan, desde la recepción de materias primas hasta que se genera un producto terminado, permitiendo una mejor prestación de servicio al cliente y de la cadena de valor, a través de la gestión de los flujos de información, de productos y financiero. Dicha gestión, permite competir con éxito en los mercados actuales, gracias al resultado que produce la conjunción de los objetivos de la CS y la implantación de mejores prácticas en sus diferentes áreas. Actualmente, ésta es un elemento clave para la competitividad de las empresas debido a la importancia que tiene en los resultados

empresariales, a través del margen de beneficio, calidad de productos y servicios, satisfacción del cliente y plazos de entrega. La CS engloba los procesos de negocio, las personas, la organización, la tecnología y la infraestructura física que permite la transformación de materias primas en productos y servicios intermedios o terminados que son ofrecidos y distribuidos al consumidor para satisfacer su demanda (Stadler, 2005).

La gestión de la cadena de suministro juega un papel importante a la hora de proporcionar la mejor calidad y servicio, pero para conseguirlo requiere de coordinación entre las distintas empresas que la componen y dentro de cada una de ellas. La disponibilidad actual de herramientas ligadas a los sistemas de información proporciona a las empresas mayores oportunidades para relacionarse con sus socios. En una cadena de suministro ideal, toda la información sería compartida rápidamente a lo largo de la misma, de modo que se mejorarían tanto los costes de inventario como el servicio al consumidor. La eficiencia de la cadena de suministro está relacionada con la calidad de la información intercambiada entre los componentes de la cadena y la frecuencia con que lo hacen. La coordinación de los procesos en la cadena de suministro requiere del intercambio de información entre sus componentes, para lo que es necesaria una actitud de colaboración entre los mismos. El punto central en la gestión de la cadena de suministro es la reducción de la incertidumbre en la toma de decisiones de las organizaciones que la conforman.

1.5 Principios para la gestión de las cadenas de suministro.

Según (Gómez Acosta, Acevedo Suárez ,2015) La organización y funcionamiento de la cadena de suministro se ajusta a sus particularidades, aunque basándose en los principios generales siguientes:

1. La gestión integrada de la cadena de suministro se basa en la cooperación entre sus integrantes en el marco de las relaciones monetario mercantiles que rigen todas las relaciones entre entidades económicas.
2. Se selecciona una empresa o entidad coordinadora de la cadena de suministro, basada en su liderazgo, que ejerce la coordinación e impulsa el desarrollo de todos los integrantes en función de los resultados finales. Preferiblemente debe ser el principal productor.
3. La cadena de suministro debe definir y desarrollar las capacidades de actuación necesarias para el desempeño innovador de sus integrantes, lo cual se apoya en un sistemático incremento de la formación y profesionalidad del personal de todas las entidades.
4. En la cadena de suministro se desempeña una logística integrada incluyendo el uso de operadores logísticos.
5. Los integrantes de la cadena establecen y gestionan sistemáticamente la coordinación de planes anuales y operativos en función de los resultados finales de la cadena.

6. Todos los integrantes tienen como objetivo central satisfacer un único pronóstico de la demanda final actualizada sistemáticamente, con elevación del valor agregado al consumidor final, que se transmite a todas las entidades.
7. Los integrantes de la cadena, según su función, producen, importan o suministran en cada momento lo que en cada momento se requiere para satisfacer la demanda de los clientes finales, lo cual implica la adopción de contratos con determinada flexibilidad en surtidos, cantidades y plazos de entrega.
8. En la cadena se ejerce la coordinación y planificación sistemática de: capacidades, inversiones, esquemas de financiamiento, flujos de carga, ya sea para su ejecución con terceros o con medios propios.
9. En la cadena se promueve el perfeccionamiento organizativo, tecnológico y del producto o servicio final de forma coordinada para lograr impactos positivos en la eficiencia y efectividad.
10. El completamiento de los resultados de la cadena de suministro incluye la conexión o alianza con otras cadenas.
11. Los integrantes de la cadena trazan una estrategia de desarrollo común y asumen un compromiso con los indicadores de desempeño de la cadena.
12. Cada entidad o empresa trabaja en el logro de su adecuado nivel de organización interna como condición para alcanzar una eficiente y eficaz integración de la cadena de suministro.
13. La innovación constituye la base al desarrollo de la cadena de suministro y motivo para la integración, por lo cual todos los integrantes cooperan para el desarrollo conjunto del servicio al cliente y de la base tecnológica.

1.5.1. Beneficios que se obtienen al implantar la Gestión de Cadenas de Suministro.

Para hacer que el enfoque de Cadenas de Suministro funcione, debe haber confianza en la calidad de todas las etapas de la cadena. La calidad no sólo se aplica a los productos sino también al servicio. Fiabilidad y consistencia son especialmente importantes cuando los inventarios han de ser reducidos. Invirtiendo en tecnología de información pueden mejorarse las comunicaciones y se presentan mayores oportunidades de hacer mejoras (FUMERO). Estas nuevas oportunidades son:

- Abarcar mayores distancias geográficas.
- Tener unas redes complejas con múltiples niveles de inventario y muchos clientes.
- Tener amplia variedad de productos.
- Tener una inversión en inventario reducida.

Se pueden identificar una serie de beneficios teóricos que se obtienen al implantar SCM y que provienen de una mejora en la eficiencia del proceso, estos son:

1. **Una reducción del nivel de inventarios en todo el canal** (Cooper & Ellram, 1993; Christopher, 1998; Beamon, 1999; Lambert & Cooper, 2000; Otto & Kotzab, 2003). Esta reducción es consecuencia de la mayor coordinación entre las organizaciones a la hora de ajustar las producciones a la demanda. La adopción de una filosofía de SCM implica la gestión de la totalidad de inventarios del canal, concentrando los esfuerzos en la reducción de aquellos que son superfluos y arrastrando, en la medida de lo posible, el mayor volumen físico de productos almacenados hacia los eslabones primarios de la cadena (Lambert & Cooper, 2000). Cuanto más atrás en la cadena se encuentren los inventarios, menor será el coste global de su mantenimiento.
2. **Una reducción en costos totales en la cadena de aprovisionamiento** (Cavinato, 1991; Shrank & Govindarajan, 1992; New, 2004; Christopher, 1998; Lambert & Cooper, 2000). Esta reducción es consecuencia del menor volumen de inventarios que implica un menor coste de almacenamiento.
3. **Inversión en capital y también de la mayor productividad laboral.** (Portal Rueda, n. d.)
4. **Un horizonte temporal de largo plazo** (Cavinato, 1991; Cooper & Ellram, 1993; Christopher, 1998). Las relaciones de coordinación entre los miembros de la cadena bajo una óptica de SCM se asientan sobre la confianza y compromiso, ello permite pasar a contratos menos detallados.
5. **Contratos menos costosos de redactar** reduciendo los costes de transacción y la posibilidad de comportamientos oportunistas. Adicionalmente, permite el reparto de riesgos y recompensas a través de una estrecha relación en el canal (Cooper & Ellram, 1993; Shin, Collier, & Wilson, 2000).
6. **Una disminución del tiempo del ciclo del producto desde las materias primas de origen al producto terminado que llega al consumidor** (Cooper & Ellram, 1993; Christopher, 1998; Mentzer et al., 2001). El tiempo necesario se ve reducido gracias a la gestión más eficiente de inventarios y el flujo de información de los elementos de la cadena de aprovisionamiento. Finalmente, se produce una mejora en el servicio al cliente gracias al aumento en la flexibilidad productiva, una reducción en los activos necesarios y un menor coste de suministro (Christopher, 1998; Tan Kannan; Handfield, & Ghosh, 1999) señalan a la gestión de las relaciones con los clientes como un importante componente en las prácticas de SCM.

La integración de los procesos clave de negocio entre los socios en una industria con objeto de añadir valor al cliente, une estrechamente elementos consecutivos de la cadena de valor desde los proveedores primarios pasando por los productores y llegando al cliente final haciendo los procesos más eficientes y los servicios diferenciados (Arend & Wisner, 2005).

1.6 Cadena de Suministro en el Sector de la Construcción.

La Gestión de la Cadena de Suministro es una metodología muy utilizada en diversos sectores industriales, como el del automóvil, para realizar una integración racional y sistemática entre los proveedores, los clientes y la empresa, es decir, una integración que consiga como resultado una verdadera empresa global según Capó Vicedo et al. (2005).

Dadas las características productivas particulares del sector de la construcción la cadena de suministro se configurará para cada proyecto constructivo en particular. Así mismo se debe tener en cuenta las características y la cultura de este sector. Normalmente la organización central ejerce poco control o gestión global del proyecto. Cada nivel de la cadena controla al nivel inmediatamente anterior. Los problemas de integración entre empresas especialistas encada nivel son muy comunes, por lo que las propuestas de integración son un aspecto de suma importancia para conseguir una buena configuración, coordinación y gestión de la cadena de suministro de cada proyecto constructivo.

Según London y Kenley (2000) plantea un método para describir cadenas de suministro en la construcción, considerando éstas en términos de las empresas involucradas y de las características y relaciones estructurales y de comportamiento de las mismas. El criterio principal para establecer las relaciones y la estructura es la identificación inicial de cada proyecto concreto. Las tres claves del modelo son: proyecto, empresas participantes y relaciones entre ellas. Cada proyecto implicará la demanda por parte de la organización del cliente de una infraestructura o elemento constructivo concreto. En la Figura 1.4 se observa la estructura de una cadena de suministro de la construcción, en la cual se considera al cliente como la organización central o de demanda, entendiendo siempre como cliente al promotor o a la propiedad.

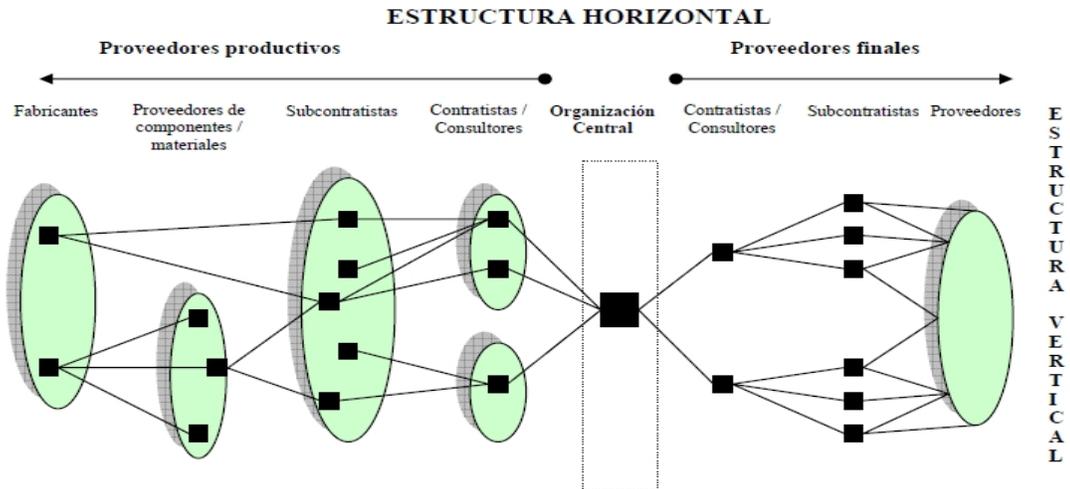


Figura 1.4. Estructura de una Cadena de Suministro en la Construcción (London y Kenley, 2000).

La cadena de suministro en el sector de la construcción es posiblemente uno de los sistemas logísticos y productivos de mayor antigüedad y con un desarrollo e implantación más extenso a lo largo de todo nuestro planeta. Según Capó Vicedo et al. (2005) el sector de la construcción está pasando actualmente por procesos de internacionalización y especialización de sus unidades productivas, debiendo ser su tendencia la de convertir sus cadenas productivas en auténticas “cadenas virtuales”, en las que se incluyan los proveedores y subcontratas como parte de las mismas.

El sector de la construcción se puede caracterizar por empresas que manejan muchos proyectos en diferentes zonas geográficas al mismo tiempo y que a su vez tienen invertidas grandes cantidades de dinero en dichos proyectos. Este cambio geográfico es uno de los principales factores que hace de los diferentes proyectos de construcción tanto inmobiliaria como de infraestructura sean únicos e irrepetibles según Rey Román et al. (2005).

La Industria de la construcción está muy fragmentada y la cadena de suministro sometida a grandes presiones ya que en ella generalmente no es posible encontrar una solución simple y/o sola para la mayor parte de los problemas (Thompson, 1998). Las cadenas de suministro de construcción en este momento están afectadas por varios defectos que provienen de diversas causas que se pueden identificar, por ejemplo: las aproximaciones entre compañías fragmentadas, los objetivos a corto plazo, déficits, tácticas arriesgadas, competencia puramente a base de precio, selecciones de perfil bajo y carencia de comunicación, cooperación y confianza. Tales defectos de la cadena de suministro son claramente perjudiciales. Estas deformaciones y eslabones débiles podrían ser rectificadas y reforzadas a través de la introducción de compromisos bilaterales. Según Palaneeswaran

E. y M. Kumaraswamy (2003).

Tradicionalmente, la industria de la construcción se ha basado en el outsourcing de tareas, haciéndola susceptible para la aplicación de los principios de una cadena de suministro. La gestión de todo el proceso como una cadena de suministro, incluyendo la mejora en el desarrollo del producto, se ha convertido en una necesidad como consecuencia de los cambios el sector.(Fernández Martín, Gómez Fría,Prida Romero2008).

Sin embargo, existe una presión para cambiar las operaciones a lo largo de la cadena de suministro de la construcción, especialmente debida a la exigencia de los clientes por tener un mejor producto y servicios relacionados (Crane, 1999).

1.7 Modelos/Procedimientos para el diagnóstico de las Cadenas de Suministro.

En cuanto a la Gestión de la Cadena de Suministro, el modelo SCOR es una herramienta estratégica para tener una visión global de toda la CS y específica de cada uno de sus procesos y elementos, analizar, medir, establecer objetivos de rendimiento, determinar oportunidades de mejoras, identificar las mejores prácticas y sistemas, y priorizar proyectos

.El Modelo se basa en la Medición del Rendimiento, aportando una terminología estándar y subordinando el uso de los Índices de Rendimiento a los atributos (Fiabilidad, Flexibilidad, Velocidad/Capacidad de Atención, Coste y Activos) que dan Ventaja Competitiva a la CS.

El modelo de Referencia de Operaciones de la Cadena de Suministro (SCOR) proporciona un marco único de referencia que une métricas del proceso de negocio, mejores prácticas y características y/o herramientas tecnológicas en una estructura unificada para mejorar o soportar la comunicación en todos los niveles de la cadena de suministro, así como con los socios de la cadena, y mejorar la eficacia de la gestión así como las actividades relacionadas con la misma. Al tener un lenguaje estandarizado que acelera el cambio empresarial y mejora el rendimiento.

El SCOR es útil para identificar, medir, reorganizar y mejorar los procesos de la cadena de suministro. Esto se logra mediante un proceso cíclico de:

Capturar de la configuración de una cadena de suministro definida por la planificación (información), provisión (locaciones y productos), ejecución (centros y métodos de producción), entrega (despliegue de inventarios, productos y canales), retorno (locaciones y métodos).

Medir el desempeño de la cadena de suministro y comparar contra los objetivos de la industria interna y externa el rendimiento de la cadena de suministro enfocados en: fiabilidad, capacidad de respuesta, agilidad, costo, activos (recursos utilizados para cumplir con la demanda del cliente).

Realineación de los procesos y mejores prácticas de la cadena de suministro para lograr ejecutar los cambios en los objetivos del negocio, lográndolo a través de una combinación de filosofías y/o herramientas utilizadas para medir, identificar y mejorar los procesos existentes.

En algunos países donde existe un gran recelo a compartir información entre las empresas, y dónde todavía no se han hecho muchos avances y estudios en materia de comparación de las empresas, consideramos que implementar un modelo que se base en benchmarking no podrá ser aplicado de manera satisfactoria, ya que la empresa se encontrará con grandes dificultades y barreras para conseguir información que sea fiable.

Por ello surgen iniciativas de proyectos de crear algún método que utilice como punto de partida los conceptos manejados por el SCOR®, buscando simplificar el método para llegar a conclusiones y resultados que apoyen la toma de decisiones para la mejora del desempeño de la cadena, pero sin necesidad de la complejidad del modelo SCOR® y sin precisar de información de benchmarking para encontrar los puntos de mejora.

SIDISC: Metodología teórica-práctica para el diagnóstico de la cadena de suministro creada en Uruguay muestra una metodología de desarrollo propio. Lejos de buscar patentar la metodología, el objetivo inicial de los autores es aportar conocimiento a la comunidad científica y empresarial, brindando una metodología de uso público la cual pueda servir eventualmente como herramienta para la autoevaluación de la revisión de la literatura, y se estructura, principalmente, alrededor de los componentes del SCOR®.

Otra herramienta útil para el diagnóstico es la Metodología de fortalecimiento de las Cadenas de Valor de la CEPAL, la cual se inicia con la identificación de las meta objetivos de desarrollo del país y de sus estructuras productivas que fungen como punto de partida y marco orientador para la aplicación de toda la metodología.

El Modelo de Referencia del Laboratorio de Logística y gestión de la Producción (LOGESPRO) del ISPJAE (Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría), es otra herramienta que permite el diagnóstico de las cadenas de suministro. El mismo se encuentra estructurado en 12 módulos y consta de dos instrumentos: una descripción de cada uno de los módulos y de un sistema de descriptores para cada módulo que se evalúan en una escala de 1 a 5 puntos para evaluar el estado que tiene la empresa en cada uno.

Al aplicar el segundo instrumento a una determinada empresa mediante la discusión en grupo con sus ejecutivos puede determinarse la calificación según cada descriptor y con ello seleccionar los elementos del modelo de referencia en que existen las mayores debilidades y fortalezas, así como la comparación con la media de las empresas del entorno y con ello poder

trazar la estrategia adecuada de desarrollo de la logística.

El uso de todas estas herramientas facilita el diagnóstico de las cadenas de suministro; pero el hecho de haber obtenido las mismas a través de publicaciones científicas donde solo se muestra el procedimiento y sus resultados conlleva a que falten las herramientas fundamentales de las mismas y no poder implementarlas.

El Modelo de Capacidad de Maduración (Harmon, 2003), es un modelo de referencia que engloba diferentes etapas mediante las cuales una CS pasa de un contexto inmaduro a uno maduro en cuanto a la comprensión y gestión de sus procesos. Se trata de definir y representar mediante alguna de las técnicas explicadas en la sección anterior, las diferentes etapas para conocer la situación de la CS en todo momento y, de esta forma, tomar las decisiones oportunas para mejorar la gestión de la misma.

El modelo de Teoría de Restricciones (TOC), para administrar las operaciones de producción. Este modelo consiste en identificar la restricción del sistema y sincronizar las operaciones que no son restrictivas a la velocidad del elemento más débil del proceso. Para lograr dicho objetivo, TOC propone una metodología denominada DBR (Drum-Buffer-Rope) que se aplicó al proceso bajo estudio.

El Modelo de Diseño de Nodos de Integración en las Cadenas de Suministro es una herramienta para diseñar los nodos de integración a partir de los parámetros e indicadores que se emplean, además, para la formalización de las relaciones entre actores en un contrato, logrando así mejorar la eficiencia y eficacia de la cadena de suministro. El modelo se conforma sobre una base con 3 niveles: la primera muestra el entorno político, legal, social, medioambiental, económico y técnico-organizativo; donde se sustenta el segundo nivel que es la cadena de suministro, la cual está conformada por un nexo de procesos, dentro de los cuales se presentan procesos inter-empresariales, siendo el proceso inter-empresarial el tercer nivel de la base sobre la que se sustenta el MDNICS. El proceso inter-empresarial posibilita identificar el nodo de integración que será diseñado.

El contenido del modelo como se puede apreciar, además de las bases en sus 3 niveles, abarca entradas, proceso y salidas. En las entradas se considera como primer elemento la demanda de los consumidores finales, la cual es la base de la demanda del nodo de integración en cuestión. Como segundo elemento se tiene la información de los flujos material, informativo y financiero-monetario del proceso inter-empresarial que se da en el nodo de integración, los cuales son fundamentales pues permiten describir las relaciones entre los actores del nodo de integración. El proceso es donde se desarrolla el modelo en sí mismo, llegando a un balance de los parámetros de ciclo, capacidad y costos, a la medición de

indicadores, la modelación gráfica del nodo de integración y el balance dinámico. Este último permite diagnosticar la situación existente y luego identificar las posibles soluciones del problema crítico del nodo de integración, para realizar su diseño basándose en la mejora de la situación existente en el diagnóstico. Se tienen como salidas del proceso los indicadores de eficiencia y eficacia y el nivel de integración, que posibilitan llegar a la toma de decisiones sobre cuál es la mejor solución para el nodo de integración; como salida también se tiene la carta logística del diseño del nodo de integración y el contrato a establecer entre los actores para la alternativa de solución que se considere más conveniente.

En el diseño de los nodos de integración, se definen 2 momentos claves: un primer momento vinculado al diagnóstico de la situación en el nodo de integración, y un segundo momento donde se plantea la solución al problema crítico y se concretan procedimientos de trabajo.

1.8 Modelos/Procedimientos para el diagnóstico de las Cadenas de Suministro en el Sector de la Construcción.

Lo que se conoce como “lean supply chain management model for construction” propuesto por P.E.D. Love et al., 2004 habla de un modelo de integración para la gestión de la cadena de suministro de la construcción. Los citados autores comentan que iniciativas como estas son a menudo usadas en conjunción con las prácticas tradicionales de dirección y control de proyectos en la cadena de suministro, dando como resultado una sensación de mejora que está limitada a nivel de su proceso (Vrijhoef y Koskela, 2000). Más todavía, procesos basados en el T.Q.M. no han sido puestos en práctica como filosofía en las organizaciones de construcción, quizá porque muchas compañías no tienen las habilidades y la experiencia requeridas para utilizar de forma efectiva las herramientas y técnicas necesarias para mejorar la cadena de suministro de la construcción (Love y Sohal, 2002). Más que aplicar iniciativas específicas en la gestión de la cadena de suministro de forma fragmentada y orientada a sosegar problemas, el propósito de este modelo es realizar un acercamiento a las necesidades y soluciones de la gestión de la cadena de suministro de la construcción de forma global. Con este modelo se pretende integrar el diseño y los procesos constructivos y presentar un modelo para su discusión.

Love P.E.D. et al. (2004) mantienen en su modelo que la separación del diseño y los procesos de producción en proyectos han sido altamente criticados durante los últimos 50 años (ejemplo: Simon Report, 1944; Banwell 1964; Latham 1994; y Egan 1998). Consecuentemente, puede aparecer finalmente lo que se llama un puente para superar este “gap”, creando el modelo que los autores proponen, donde la relación cara a cara entre las varias fases del proyecto se integra de forma circular y única. Love et al., (2002), esta organización involucrada con el

proyecto es a la vez cliente y proveedor, y debe considerarse de ambas maneras, de esta forma pueden ir dando y creando valor a través de la cadena de suministro, ver Figura1.5. Interface de relación cliente proveedor en un proyecto de cadena de suministro P.E.D. Love et al., (2004). En el fondo, y de acuerdo con lo expresado por Lamming (1996), el valor debe darse más por las personas en la atención en el proceso que porque sea un coste.

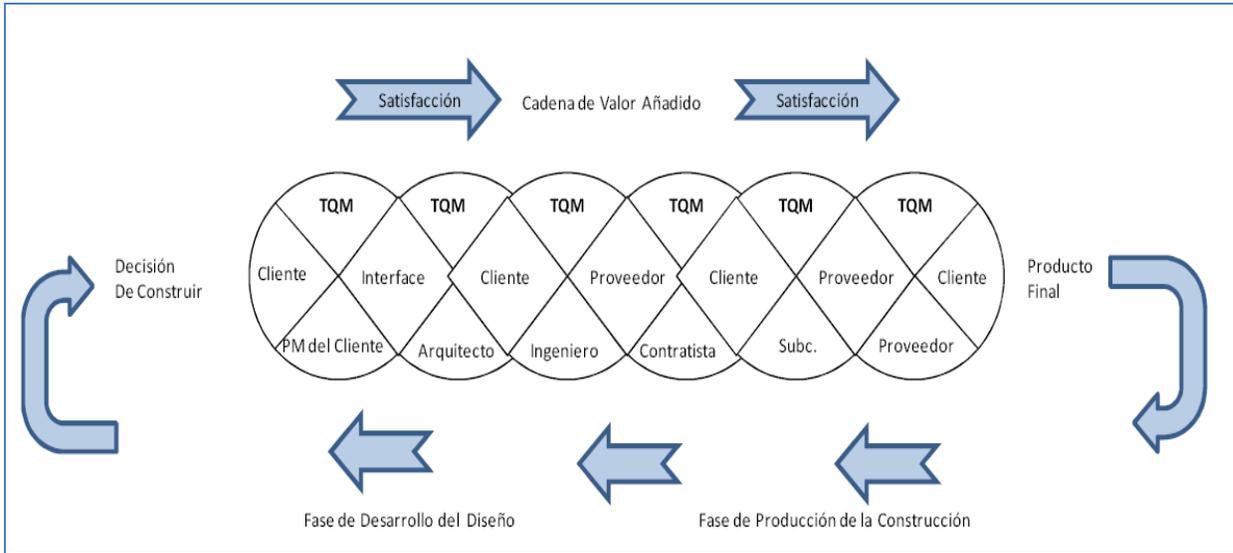


Figura.1.5 Interface de relación cliente proveedor en un proyecto de cadena de suministro
Fuente: P.E.D. Love et al., (2004).

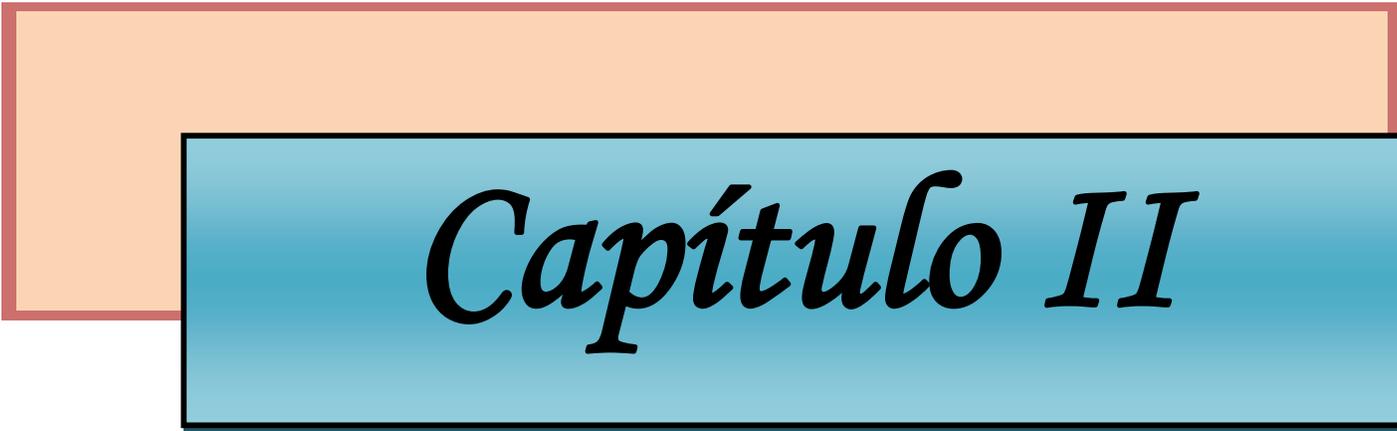
Para mejorar la comunicación y minimizar las barreras de los flujos de información en los proyectos, Love et al., (1998), proponen que la tradicional forma de estructurar los proyectos, usada en procesos de procuración, debe ser reemplazada por una estructura horizontal basada en un equipo multidisciplinar. Esto implica que los individuos y los grupos trabajan juntos de forma continuada en vez de secuencialmente, para diseñar y desarrollar los productos y los procesos, así como para identificar o innovar en los materiales y equipos necesarios para el proceso productivo.

A continuación se muestran en la Anexo 1 un resumen de los modelos, así como sus objetivos y desventajas. Ninguno de los modelos expuestos se ajusta al objeto de estudio de la investigación, por lo que se hace necesario la elaboración de un procedimiento para el diagnóstico de la cadena de suministro de objeto de estudio.

1.9 Conclusiones del Capítulo I.

Al término del presente capítulo se arriban a las siguientes conclusiones

1. La bibliografía analizada tanto en el ámbito nacional como en el internacional permitió concluir que la cadena productiva es un conjunto estructurado de procesos de producción que tiene en común un mismo mercado y en el que las características tecno-productivas de cada eslabón afectan la eficiencia y productividad de la producción en su conjunto.
2. Un análisis de los diferentes estudios realizados sobre las CS en el ámbito de la construcción de viviendas permite detectar que las mismas son complejas y altamente fragmentadas por lo que se necesitan esfuerzos comunes en su gestión eficiente. Los problemas de integración en las mismas son muy frecuentes de ahí la importancia de lograr una buena coordinación.
3. La literatura consultada sobre gestión de las cadenas de suministro en el sector de la construcción nivel internacional y nacional evidencia la carencia de procedimientos que orienten a la planificación de la CS usando técnicas avanzadas como parte de las prácticas cotidianas en las organizaciones.



Capítulo II

Capítulo II: Procedimiento para el diagnóstico de la cadena de suministro para el PLPVMC. en la provincia de Cienfuegos.

En el proceso de planificación y gestión, enfocadas a una CS, la etapa del diagnóstico o análisis representa el elemento principal debido a que a partir del mismo se generan muchos de los insumos para la planificación estratégica de dicha cadena y además se construyen las bases para su proceso de articulación e integración. En el presente capítulo se realiza el diseño de un procedimiento para diagnosticar la cadena de suministro de los elementos de materiales de la construcción perteneciente al PLPVMC.

2.1. Caracterización del PLPVMC en la Provincia de Cienfuegos.

En el año 2007 la provincia de Cienfuegos ante la compleja situación en su fondo habitacional y constructivo en general; y de los cuantiosos daños provocados por un prolongado período de impactos de fenómenos meteorológicos en el territorio (LILY 1996, MICHELLE 2001, DENNIS 2005, FAY, GUSTAV, IKE) con más de 118 475 viviendas afectadas entre derrumbes totales, parciales y techos dañados; comienza lo que en un inicio se llamó Programa de Fortalecimiento de los centros de producción local de materiales de construcción, con el objetivo de incrementar los niveles constructivos estatales y por esfuerzo propio de la población ante el aumento de la demanda de los mismos.

En sus inicios el programa se centra básicamente en reorganizar el sistema de industria local que se desarrollaba en todos los municipios del territorio y algunos organismos. Luego en el año 2009 se crea el Grupo Provincial de la Producción Local de Materiales.

En el cuarto trimestre del 2011, se crea dentro del MICONS, por Resolución del Ministro de la Construcción el Grupo Nacional de la Producción Local de Materiales y Venta a la Población, como parte de la implementación de los lineamientos de la política económica y social emanados del VI Congreso del PCC, encargado de rectorar, planificar, organizar, controlar y evaluar el cumplimiento de las políticas aprobadas para el sector de la construcción, relacionadas con el Programa de Producción Local y Venta de Materiales de Construcción.

Este grupo tiene como objetivo promover un movimiento coherente dirigido a lograr la autonomía municipal en la producción de materiales de construcción para la vivienda y el desarrollo local en un Programa tan complejo y abarcador que requiere realizar un trabajo integrador donde participan activamente, además del Ministerio de la Construcción (MICONS) ,el Ministerio de la Industria Básica(MINBAS), Sideromecánica(SIME), Industria Ligera(MINIL), Ministerio de Comercio Interior(MINCIN), Ministerio de Transporte(MITRANS), Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente(CITMA) y otros ministerios y entidades, productores

estatales y no estatales, comercializadores y el pueblo en general, debiendo armonizar los elementos anteriores de modo que subordinados a los CAP y los CAM y bajo la Dirección y rectoría del MICONS, logre el funcionamiento del Sistema de Trabajo inicialmente propuesto como el ABC a partir de la implementación de sus 21 subprogramas en cada territorio.

El objetivo supremo del programa es que el territorio disponga de suficientes materiales de construcción buenos y baratos logrando más temprano que tarde su autonomía (autarquía), esto indica que tienen que ser capaces de asegurar un crecimiento sistemático del mismo en relación con las proyecciones indicadas por el país. Por ello los materiales de construcción que tendrán disponibles los municipios serán los que ellos produzcan con su propia base productiva, los cuales hay que dirigirlos un 80% a la venta a la población y un 20% para el mantenimiento, reparación y construcción de las obras sociales planificadas.

Bajo el sistema de trabajo y el concepto de autarquía municipal en la producción local de materiales de construcción, se genera la necesidad de rediseñar y adaptar el sistema de trabajo de la provincia a los nuevos cambios establecidos, a partir de la composición de los 21 subprogramas a desarrollar en cada municipio y los miembros que integran el grupo de trabajo. Sin embargo, como regla, los gobiernos locales no cuentan con una estructura adecuada que responda a las necesidades de atención del programa, ni en el nivel provincial ni el municipal. Ante la situación presentada y los problemas de gestión en el trabajo del grupo provincial se lleva a cabo la creación de ocho grupos municipales que desde la base desarrollen el contenido de los subprogramas. La composición de siete miembros del grupo inicial, se extiende a 30, para lo cual se hace necesario un cambio en la estructura de dirección del grupo, así como su sistema de reuniones de trabajo y chequeo, ahora dirigido hacia un efectivo funcionamiento de los mismos en la base (municipio), involucrando a los gobiernos locales en su conducción (Castro Martínez 2013), quedando una estructura del sistema de trabajo que se representa en la figura 2.1.

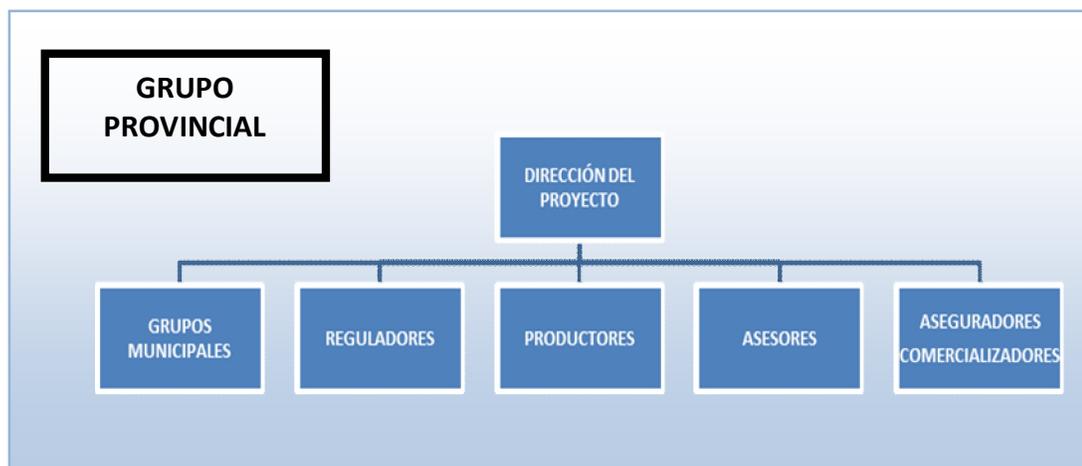


Figura 2.1: Organigrama del Programa. **Fuente:** Elaboración propia a partir de (Castro Martínez 2013)

A partir los elementos antes expuestos, y considerando el resultado del análisis de la relación entre actores, se definen en primer lugar los organismos y entidades que deben estar implicados en el Programa y por tanto deben participar, convocados por el gobierno correspondiente, en el Grupo Provincial (ver tabla 2.1).

Tabla 2.1: Actores del Programa Local Producción y Ventas de Materiales de la Construcción.

Ministerio de la Construcción	MICONS
Consejos de la Administración	CAP- CAM
Industria Materiales de la Construcción	IMC
Unidad Territorial de Inspección de la Construcción	UTIEC
Empresa Nacional de Investigaciones Aplicadas	ENIA
Ministerio de Comercio Interior	MINCIN
Dirección Provincial de Economía y Planificación	DPEP
Dirección Provincial de Planificación Física	DPPF
Oficina Nacional de Estadística e Información	ONEI
Unidades Inversionistas de la Vivienda	UMIV/ UPIV
Empresa Provincial de Mantenimiento Constructivo	EPMC
Ministerio de la Agricultura	MINAGRI

Fuente: Elaboración propia.

De entre estos actores se designan, por el peso de sus responsabilidades, los que dirigen de manera permanente el desarrollo e implementación del Programa a nivel territorial y los que son convocados en situaciones específicas.

El sistema de trabajo bajo del programa (denominado ABECÉ) cuenta en su funcionamiento con de 21 subprogramas a desarrollar en cada municipio, los cuales se encuentran en las clasificaciones de subprogramas de producción y subprogramas de apoyo dentro de los cuales se encuentran los siguientes:

- SUBPROGRAMAS DE PRODUCCIÓN
 1. Subprograma Elementos para pared
 2. Subprograma Elementos para cubiertas
 3. Subprograma Elementos para instalaciones eléctricas
 4. Subprograma Instalaciones hidráulicas y sanitarias
 5. Subprograma Marcos, puertas y ventanas
 6. Subprograma Elementos para pisos
 7. Subprograma Impermeabilización
 8. Subprograma Pinturas
- SUBPROGRAMAS DE APOYO
 9. Subprograma Comercialización y ventas
 10. Subprograma Promoción y divulgación
 11. Subprograma Capacitación
 12. Subprograma Aseguramiento y control de calidad
 13. Subprograma Transportaciones
 14. Subprograma Evaluación
 15. Subprograma Desarrollo Tecnológico
 16. Subprograma Estadística e información

Una vez caracterizado de manera general el PLPVMC, se procede al diseño de un procedimiento que permita diagnosticar la gestión de las cadenas que operan en dicho programa.

2.2. Procedimiento para el diagnóstico de las cadenas suministros del PLPVMC.

En el presente acápite se abordan y explican todos los aspectos relacionados con el procedimiento que se propone para el diagnóstico de las cadenas de suministro del PLPVMC.

2.2.1. Principios del procedimiento para el diagnóstico de las cadenas suministro del PLPVMC.

Como se comenta en el Capítulo I de la presente investigación, la revisión de la literatura arroja que se carece de un procedimientos que se ajuste al diagnóstico de la gestión de las cadenas de suministro en el sector de la construcción, el cuál encuentra dentro de sus particularidades en las cadenas de suministro la fuerte interrelación de las mismas por las características de sus

productos. Los procedimientos que se encuentran en la literatura científica solo aparecen pasos y los resultados de la aplicación, careciendo en la mayoría de los casos de las herramientas, de ahí la necesidad de diseñar un procedimiento propio a partir de las revisiones realizadas a través del Programa de Apoyo al Fortalecimiento de Cadenas Agroalimentarias a nivel local (Agrocadenas)

El procedimiento que se propone considera los principios que declaran Gómez Acosta y Acevedo Suárez (2015) y se basa en el ciclo de mejora continua ha sido diseñado considerando los aspectos y criterios abordados en el Capítulo I de la presente investigación, así como en los diferentes acápite encontrados en los procedimientos (modelo de Referencia de Operaciones de la Cadena de Suministro (SCOR),SIDISC:(LOGESPRO del ISPJAE) y relacionados con el tema Su aplicación pretende identificar las debilidades dentro de la cadena a partir los problemas de gestión con vistas a proponer mejoras que incrementen el desempeño de la cadena.

2.3. Descripción del procedimiento para el diagnóstico de las cadenas de suministro.

El procedimiento propuesto para el diagnóstico de las cadenas de suministros consta con tres etapas y diez pasos cuya descripción se evidencia en el presente epígrafe. Se proponen además herramientas que pudieran utilizarse en cada una de las etapas. En la Figura 2.2 se muestran los aspectos básicos del mismo.

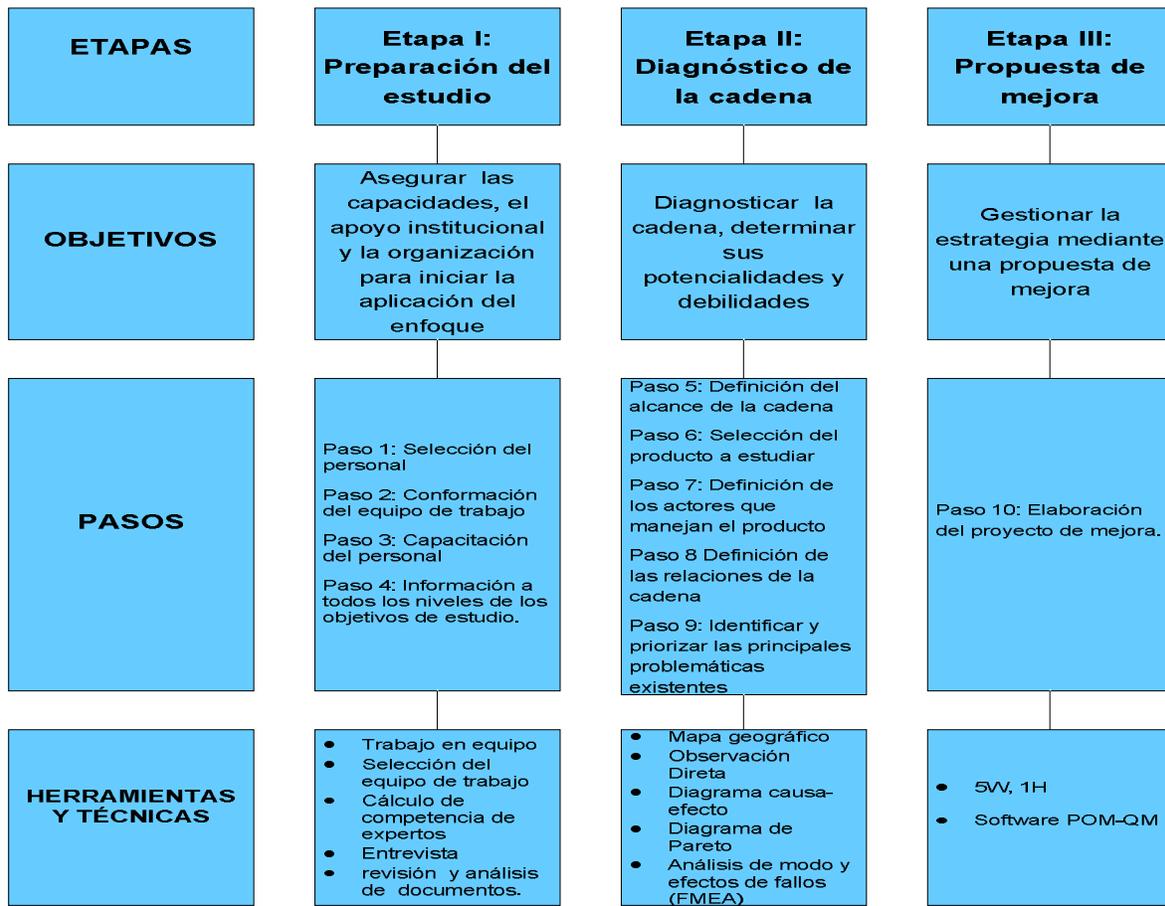


Figura 2.2: Procedimiento para el diagnóstico de la cadena de suministro. **Fuente:** Elaboración propia.

2.4. Etapa I: Preparación del estudio.

Para realizar un diagnóstico adecuado se requiere de una preparación previa en la que a nivel local y nacional se deben desarrollar actividades de concientización y capacitación para técnicos y decisores de los cuales sus entidades intervienen de una u otra forma en los eslabones de la cadena. Es importante que los mismos se sientan con sentido de pertenencia debido a la importancia del tema. Deben conocer las características del enfoque, las acciones a realizar así como los objetivos, de manera que se puedan garantizar las condiciones necesarias para el ejercicio de análisis participativo: conducen

- Los especialistas e instituciones que intervienen en los eslabones de la cadena que conducen técnica y metodológicamente el proceso deben movilizarse, motivarse y comprometerse.
- Los actores de la cadena deben comprender el enfoque, visualizar intereses comunes, establecer un diálogo constructivo y afianzar un clima de confianza que los consolide como equipo.

- Los decisores deben comprender la complejidad y utilidad del análisis que se pretende realizar y garantizar su apoyo político-institucional al proceso.
- Los actores de la cadena deben organizarse y formalizar un sistema de trabajo.

No se recomienda iniciar el proceso de análisis sin una adecuada sensibilización y organización de los actores. Si se quiere que la cadena reconozca y apoye la validez de los resultados del diagnóstico, se debe lograr que todos compartan la relevancia e importancia que tiene el análisis que se pretende realizar.

Es usual encontrarse con algunas resistencias durante la preparación y organización para iniciar el diagnóstico. En la medida que los diferentes actores de la cadena y los decisores entienden la peculiaridad que aporta estudiar las problemáticas existentes desde el enfoque de cadena, estas resistencias se hacen manejables y se logra el apoyo y compromiso de todos.

Las acciones e instrumentos que pueden utilizarse para esta etapa son múltiples y dependen sobre todo del objetivo que persiguen:

- En el caso de la sensibilización de los decisores, es importante adaptar los mensajes sobre la utilidad del enfoque de la cadena y escoger cuidadosamente los espacios más adecuados para transmitirlo. Si se tienen en cuenta las dificultades para convocar a este tipo de actores a talleres, conferencia o encuentros; se sugiere aprovechar los espacios institucionales existentes, como Consejos Técnicos Asesores, Consejos de la administración, reuniones temáticas y rendiciones de cuentas; para colocar en sus agendas los puntos específicos que contribuyan a sensibilizarlo sobre el enfoque.
- En el caso de especialistas y técnicos, se pueden convocar talleres y encuentros de intercambio en los cuales se garantice la participación de todos los eslabones de la cadena. Tales espacios pueden tener propósitos formativos, sobre conceptos básicos que homogenicen conocimientos, o de sensibilización, que utilicen conferencias introductorias y dinámicas de grupo, para facilitar la socialización entre actores de diferentes instituciones y eslabones.

A pesar de haber ubicado estas acciones en la etapa preparatoria, para el caso de los decisores, la sensibilización debe ser permanente. Puede realizarse mediante acciones que informen sobre los avances del proceso.

Una adecuada preparación y sensibilización de todos los actores permite identificar y responsabilizar a aquellos que podrán asumir funciones y responsabilidades más directas en el desarrollo del proceso de análisis. Debe recordarse que la naturaleza participativa del diagnóstico exige que, con el oportuno asesoramiento, sean los propios actores de la cadena los que lo protagonicen. Se sugiere conformar un equipo interdisciplinario y representativo de la cadena que establezca su propio sistema de organización y planificación del trabajo. La

composición, la estabilidad y el reconocimiento externo de este equipo son un elemento decisivo para el éxito del proceso.

Paso 1: Selección del personal

Este paso completa el proceso de organización comenzando en la etapa preparatoria, para dejar conformado el equipo técnico territorial que coordinara el análisis. Es importante que este equipo sea multidisciplinario y expresión de los actores de los diferentes eslabones de la cadena (ejemplo: producción, servicios, etc.).

La conformación y composición del equipo técnico depende del contexto en el cual se desarrolla el proceso, y debe basarse, fundamentalmente, en la voluntariedad e interés de las personas que lo integran. Aunque el compromiso institucional es importante y puede ser de gran apoyo, el equipo no puede conformarse solamente mediante la designación de un representante por las instituciones, ya que se requiere un compromiso individual muy fuerte y sostenido.

Los facilitadores del proceso pueden tener en cuenta los siguientes criterios y requisitos que son importantes para el éxito del trabajo en equipo. Fuente : (Cortés e Iglesias, 2005)

- Dimensión: El equipo no puede ser ni muy reducido, porque no garantizaría la adecuada representatividad (de intereses y experticia), ni muy amplio, porque dificultaría su gestión y operatividad. Se recomienda un equipo ampliado (de 15 a 20 personas) del cual seleccionar un núcleo más estrecho (5 a 10 personas) que lidere y coordine el trabajo.
- Composición: El equipo puede variar mucho según el contexto y la cadena, pero se recomienda los siguientes requisitos mínimos:
 1. Representación de todos los eslabones de la cadena y de algunos servicios y entidades reguladoras claves.
 2. Representatividad de los territorios en los cuales se desarrolla el análisis.
 3. Perfil técnico o especialista y no político o de directivo de sus integrantes.
 4. Experticia interdisciplinaria en los aspectos propuestos en la metodología del diagnóstico (ejemplo: economía, mercado, ambiente).
 - Liderazgo: El líder del equipo cumple con una función coordinadora y facilitadora y no de dirección, por lo cual su selección no debe basarse en factores jerárquicos o de responsabilidad institucional, sino en las capacidades técnicas y relacionales que el grupo le reconoce.
 - Institucionalidad: A pesar del carácter voluntario y participativo de su conformación, el equipo (y cada uno de sus integrantes) debe obtener un reconocimiento de su función por parte de las instituciones del territorio.

Para determinar la cantidad de expertos que se necesita se utiliza el método Delphi, que cuenta con cuatro características clave: anonimato, iteración, retroalimentación controlada y agregación estadística de un grupo de respuestas.

Se recomienda que el número de expertos varíe entre 7 y 15. La expresión que se utiliza para realizar el cálculo es:

$$n = \frac{p(1-p)k}{i^2}$$

Donde:

p- Proporción de error que se comete al hacer estimaciones con n expertos.

k- Constante que depende del nivel de significación estadístico, los más utilizados se muestran en la Tabla 2.2.

i-Precisión del experimento ($i \leq 12\%$).

Tabla 2.2: **Valores de K de acuerdo con el nivel de significación estadística**

1- α	k
99%	6,6564
95%	3,8416
90%	2,6896

Paso 2: Conformación del equipo de trabajo

Como forma de demostrar que el personal que conforma el equipo de trabajo es calificado se aplica el método de validación de expertos, a través del cual se reflejan los coeficientes de competencia del grupo.

El coeficiente de competencia de los expertos, según exponen Cortés e Iglesias (2005), se calcula a partir de la aplicación del cuestionario general que se muestra en el Anexo 1 y la fórmula siguiente:

$$K \text{ comp.} = \frac{1}{2} (Kc + Ka)$$

Donde:

Kc: Coeficiente de Conocimiento: Se obtiene multiplicando la autovaloración del propio experto sobre sus conocimientos del tema en una escala del 0 al 10, por 0,1.

Ka: Coeficiente de Argumentación: Es la suma de los valores del grado de influencia de cada una de las fuentes de argumentación con respecto a una tabla patrón, se emplea en esta investigación la Tabla 2.3.

Tabla 2.3: Tabla patrón para el cálculo de Ka.

Fuentes de Argumentación	Alto	Medio	Bajo
Análisis teórico realizado por usted	0.3	0.2	0.1
Experiencia obtenida	0.5	0.4	0.2
Trabajos de autores nacionales que conoce	0.05	0.04	0.03
Trabajos de autores extranjeros que conoce	0.05	0.04	0.03
Conocimientos propios sobre el estado del tema	0.05	0.04	0.03
Su intuición	0.05	0.04	0.03

Fuente:(Cortés e Iglesias, 2005).

Dados los coeficientes Kc y Ka se calcula para cada experto el valor del coeficiente de competencia K como siguiendo los criterios siguientes:

La competencia del experto es ALTA si $K_{comp} > 0.8$

La competencia del experto es MEDIA si $0.5 < K_{comp} \leq 0.8$

La competencia del experto es BAJA si $K_{comp} \leq 0.5$

Una vez calculados el coeficiente de conocimiento y el coeficiente de argumentación se establece si el equipo de trabajo se encuentra preparado.

Paso 3: Capacitación al equipo de trabajo.

En este paso se pretende realizar una capacitación al equipo de trabajo con el objetivo de que sus miembros conozcan y entiendan de manera colectiva los principales elementos relacionados con los servicios, calidad de los servicios, modelos para la gestión de la cadena de suministros y la medición del desempeño de la cadena, así como las herramientas a utilizar. Este paso facilita la correcta ejecución para la gestión de la cadena y aporta elementos a los miembros del equipo de trabajo contribuyendo a su preparación.

Paso 4. Información a todos los niveles de los objetivos del estudio

Dado las características diferenciales de los sectores, se debe lograr una participación activa de los trabajadores, puesto que ellos son los actores de los procesos que se desarrollan en la organización. Muchos de ellos tienen contacto directo con los clientes, de manera que pueden aportar criterios de mejora efectivas que contribuyan a elevar el nivel de calidad.

Se debe realizar una asamblea con los trabajadores de las entidades implicadas, donde se explique la necesidad de su participación activa en el mismo, buscando compromiso y contribución con su desarrollo exitoso. Se les da a conocer los objetivos que se persiguen, los que pueden rediseñarse o ampliarse a partir de la retroalimentación.

Técnicas y/o herramientas:

- Entrevistas
- Revisión y análisis de documentos
- Reuniones participativa

2.5. Etapa II: Diagnóstico de las cadenas de suministro.

Al hablar de cadenas se piensa en productos con potencial de mercado, pero más allá del producto, en las cadenas se encuentran presentes actores y trabajos diferenciados alrededor de un producto o servicio. Estos actores se vinculan entre sí para llevar el producto de un estado a otro, desde la producción hasta el consumo. La estructura y dinámica de todo este conjunto de actores, acciones, relaciones, transformaciones y productos es lo que se conoce como cadena productiva. (Van der Heyden et al., 2004)

Paso 5: Definición del alcance de la cadena de suministro

En este paso se debe definir el ámbito geográfico (nacional, regional, provincial, municipal, etc.) en el que va a trabajar el diagnóstico y los eslabones de la cadena que se incluirán. La elaboración de un primer mapa de la cadena es un instrumento que puede apoyar esta determinación y su argumentación.

El mapa o cartografía de la cadena no representa una fase o un paso específico del proceso de diagnóstico, sino una herramienta de análisis que se utiliza y enriquece en varios momentos. Consiste en la representación visual gráfica de la estructura y composición de la cadena, a través de la reconstrucción de la ruta que el producto recorre hasta el consumidor final. Según la fase de análisis, el mapa se enriquece o se detalla con los elementos que se van investigando, con el propósito de visualizar donde se ubican y como están relacionados los principales elementos de la cadena. El mapa representa a los eslabones, los actores, las relaciones y los flujos de recursos y decisiones.

Resulta muy importante, en la parte inicial del diagnóstico, la definición de la estructura de la cadena con respecto a sus eslabones y los actores que la integran. La definición de los eslabones condiciona la estructura de todo el diagnóstico porque muchas de las herramientas de análisis se dividen por los diferentes eslabones (ejemplo: análisis de actores, estos se investigan agrupándolos por eslabón). La identificación y representación de eslabones y actores resulta fundamental para la propia organización y representatividad del equipo técnico interinstitucional.

Paso 6: Selección del producto a estudiar

En este paso se debe valorar el entorno del desarrollo económico local del territorio e identificar las cadenas existentes, así como examinar criterios para evaluar relevancia de cada una de las

cadena, ponderarlos y decidir cuál o cuáles serán objeto de análisis. Tiene la finalidad de orientar el proceso para garantizar la coherencia.

Con un enfoque participativo, los representantes de los diversos eslabones de la cadena deben listar todos los productos existentes y posibles, bajo criterios de selección construcción colectivamente, definir cuales se priorizaran en el análisis. El producto es el elemento que más delimita una cadena, ya que según la cantidad o el tipo de producto puede aumentar el número de actores, procesos y relaciones implicadas.

Paso 7: Definición de los actores que manejan el producto.

Un diagnóstico requiere, por su propia naturaleza, que antes de iniciarse el estudio se defina el ámbito y la dimensión de análisis en función de lo que se quiere estudiar, de los objetivos que se pretenden alcanzar y del tiempo y los recursos disponibles. A tal efecto, los actores deberán preliminarmente identificar y consensuar sobre qué cadena se realiza el análisis, la escala y dimensión de la cadena y los objetivos del diagnóstico que se pretende realizar.

Los actores son el elemento central del funcionamiento de una cadena: realizan los procesos que generan, transforman y llevan al mercado los productos; usan e intercambian los recursos y servicios necesarios durante esos procesos y realizan las transacciones necesarias para que funcione.

La metodología que se propone sugiere, más que una descripción detallada, una caracterización general de los actores y de los elementos positivos y negativos que afectan el funcionamiento de la misma. Este paso tiene la finalidad de identificar las principales fortalezas y debilidades de los actores para ejercer su rol en la cadena y asegurar la agregación de valor.

Se pueden utilizar técnicas participativas y de recopilación directa o indirecta de información, teniendo en cuenta los siguientes factores:

- Un análisis a nivel micro regional (provincial, interprovincial), por lo general el tamaño de este universo no permite el estudio de cada actor por individual.
- Los actores pueden ser individuales u organizados, por lo que el análisis debe ser diferenciado, según su naturaleza.

Para una mejor comprensión de este paso se sugiere la siguiente secuencia de acciones:

1. Identificación por eslabones o funciones: Se identifican los actores según los eslabones (función) que componen la cadena.
2. Diferenciación por criterios: Se definen criterios para diferenciar o unir actores dentro de cada eslabón de la cadena.
3. Agrupación por tipologías: Se crean tipologías que agrupan a los actores según su cumplimiento de los criterios definidos.

4. Caracterización por muestra: Se caracterizan los grupos analizando una muestra de cada tipología de actores según variables y/o indicadores relevantes para el desempeño de cada cadena.

La cadena de suministro abarca varias etapas en las que se involucran actores fundamentales por medio de los cuales se debe efectuar un adecuado flujo de información, materiales y recursos para lograr una reducción en los costos de inventario, una mejor capacidad de respuesta al cliente y unas ventas más eficientes. Dicha cadena está conformada por los siguientes actores:

- Proveedores/Suministradores: Es el elemento inicial de la cadena, se definen como las personas física u organizaciones que habitual o periódicamente ofrece, distribuye, vende, arrienda o concede el uso o disfrute de bienes, productos y servicios. Un proveedor certificado permitirá ofrecer productos con los requerimientos necesarios por el fabricante y permitirá asegurar su calidad y el tiempo de entrega en el momento y lugar adecuado
- Producción Un fabricante se dedica a transformar materia prima para la construcción de un producto. La fábrica se dedica a elaborar productos o servicios que se encuentran regidos por los requerimientos y especificaciones de los clientes. Vital importante
- Comercialización: Es aquella persona u organización que se encarga de distribuir los productos terminados en los puntos de venta que tienen contacto consumidor final. Es parte importante en la cadena debido a que una inadecuada manipulación del producto puede anular todo el proceso de calidad realizado en la fábrica.
- Cliente final: Es la persona u organización que adquiere, realiza o disfruta de bienes, productos o servicios. Parte vital de la cadena de suministro, debido a que estos son la razón de ser del negocio.

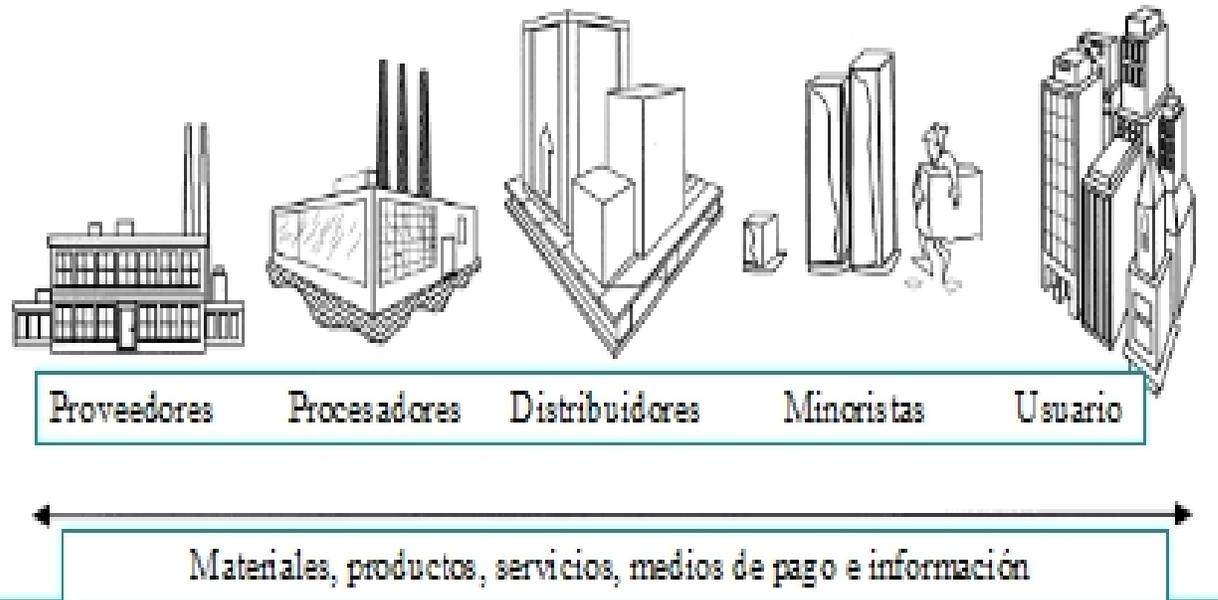


Figura 2.3: Actores de la cadena de suministro. **Fuente:**(Ballou 2004)

Paso 8: Definición de las relaciones de la cadena de suministro.

Lo que caracteriza el desarrollo de una cadena es especialmente el nivel de integración, articulación y colaboración que se logre entre todos sus actores. Para el buen funcionamiento de una cadena, no basta con que cada actor ejecute adecuadamente su rol, es necesario que se desarrollen relaciones eficientes y equitativas entre ellos, que se coordinen y compartan una visión común sobre el desarrollo de la cadena.

Por tal razón, en este paso se pretende comprender las características de las relaciones y los mecanismos de coordinación entre los actores de la cadena para definir en qué forma inciden positiva o negativamente en su funcionamiento como sistema.

El análisis de las relaciones entre los actores se dirige a los siguientes aspectos:

- Mapeo e identificación de relaciones: Determina el personal que se va relacionar dentro de la cadena. Se puede realizar completando el mapeo realizado durante la fase de determinación del alcance del análisis.
- Objeto de relación: Identifica los insumos que se intercambiarán entre los diversos actores. Se determinan los objetos de estas relaciones según la naturaleza de lo que se intercambia.
- Naturaleza y características técnicas: Determina como se determinan los intercambios. Hace referencia al instrumento utilizado para intercambiar y a los aspectos que lo regulan. Estos instrumentos pueden ser un contrato, una asignación, una entrega gratuita, un plan; y lo que lo regulan pueden ser modalidades de pago, frecuencia, forma de entrega, volumen, precio.

- Relaciones de poder: Permite identificar si una de las partes domina a la otra en la relación que se establece, las causas de esa situación de poder (mayor conocimiento, mayor tamaño) y como afecta a la cadena.

El otro componente está dirigido al grado de organización entre los mismos o diferentes eslabones de la cadena. La organización es un elemento esencial para promover una mayor coordinación y articulación entre actores, por lo que es posible identificar obstáculos existentes al respecto.

Al terminar este paso los resultados del análisis permiten identificar:

1. Problemas de eficiencia en las relaciones que dificultan el cumplimiento de su objetivo.
2. Relaciones de poder que generan conflictos o afectan el desempeño de algunos actores.
3. Posiciones de liderazgo de algún actor sobre la cadena y su impacto en ella.
4. Los mecanismos de articulación, colaboración, etc., existentes que pueden favorecer o dificultar la coordinación entre los actores.

Paso 9: Identificar y priorizar las principales problemáticas existentes

En una cadena, los flujos y procesos deben interrelacionarse y producirse de forma armonizada y adecuada por y entre cada uno de los eslabones y los actores que la integra, para que cada uno de ellos reciba de su eslabón anterior el producto con las características acordadas. Cada proceso es dependiente del otro, y es fundamental que las características del producto que sale de un proceso se correspondan con las del eslabón sucesivo requiere, de lo contrario, el resultado final no podrá lograrse.

El análisis de procesos y flujos es un instrumento que, a través de un mapeo y análisis participativo de la ruta del producto a lo largo de los eslabones de la cadena, permite identificar:

- Las principales brechas entre lo que cada eslabón demanda y lo que recibe
- Los procesos necesarios (o recomendados) y entre ellos los que tienen mayor dificultad de ejecutarse
- Las causas principales de estas dificultades, en términos de falta o calidad inadecuada de los insumos o servicios necesarios

A tal efecto, se propone un ejercicio que, con la participación de técnicos y especialistas de los diferentes eslabones, construya un mapa de representación de los procesos y flujos, basado en la siguiente lógica:

1. Entre eslabones:

- Se identifican las salidas y entradas (flujos) de cada eslabón, con una lógica de atrás hacia adelante, en función del proceso material por el que transita el producto a lo largo de la cadena

- Se determina la brecha existente entre lo que cada eslabón requiere o necesita recibir y lo que realmente recibe.

2. A lo interno de cada eslabón:

- Se determina la secuencia de procesos en cada eslabón que hace posible que el producto pase de un eslabón a otro en las condiciones requeridas
- Se analiza la brecha existente entre cómo deberían desarrollarse los procesos y como realmente se hacen
- Se identifican las principales causas de las brechas

Este paso de análisis de flujos y procesos permite la identificación de los fallos en la ruta del producto, los actores más afectados en el proceso y los insumos y servicios más críticos, desde el punto de vista del nivel de satisfacción de la demanda.

Con el objetivo de visualizar las causas que afectan a la cadena se propone la realización de un diagrama Causa-Efecto. Este método gráfico que relaciona un problema o efecto con los factores o causas que lo generan. La importancia de este diagrama radica en que obliga a contemplar todas las causas que pueden afectar el problema bajo análisis y de esta forma se evita el error de buscar directamente las soluciones sin cuestionar a fondo cuáles son las verdaderas razones (Gutiérrez y de la Vara, 2004).

Existen tres tipos básicos de diagramas causa-efecto que dependen de cómo se organiza la información obtenida en la gráfica que lo ilustra (Gutiérrez y de la Vara, 2004):

- Método de las 6M's: Las causas se agrupan en seis ramas principales correspondientes a métodos de trabajo, mano de obra, materiales, maquinaria, medición y ambiente.
- Método flujo del proceso: Consiste en construir la línea principal del diagrama siguiendo el flujo del proceso y en ese orden se agregan las causas asociadas a las actividades que se realizan en ese.
- Método de estratificación: Se presentan las causas por grupos de causas potenciales que define el investigador según su experiencia y/o la aplicación de otras técnicas como la tormenta de ideas.

El diagrama causa-efecto es el punto de partida para la aplicación de técnicas de priorización que permiten determinar entre las causas las que deben ser revisadas con mayor inmediatez.

A partir de la aplicación del diagrama Causa-Efecto mediante una tormenta de ideas en el trabajo con expertos se propone la realización de un Análisis de modo y efectos de fallos (FMEA). Una descripción detallada de los pasos para la construcción, objetivos, ventajas y aplicaciones de estos diagramas se ofrece por (Villa González del Pino y Pons Murguía, 2006).

2.5.1. Descripción de las herramientas propuestas en el procedimiento.

La adecuada implantación del procedimiento para el diagnóstico de la cadena de suministro del PLPVMC exige la aplicación de un conjunto de herramientas que se recomiendan en su descripción. A continuación se realiza una breve explicación de algunas de ellas.

Revisión y análisis de documentos

Consiste en revisar documentos existentes en las organizaciones y analizarlos para obtener información necesaria para la investigación que se realice, cuyo sustento teórico nace de la revisión de la literatura. En cuanto a la información existente en documentos y en la literatura, son útiles (Hernández et al., 1998):

- ✓ Revisión de fuentes primarias de información: libros, antologías, artículos de publicaciones periódicas, monografías, tesis y disertaciones, documentos oficiales, trabajos presentados en conferencias o seminarios, artículos periodísticos, revistas científicas, que proporcionen datos de primera mano.
- ✓ Revisión de fuentes secundarias y terciarias de información: Consisten en compilaciones, listados de referencias publicadas en un área del conocimiento en particular, bases de datos, son publicaciones que se refieren a las fuentes primarias y secundarias.

Particularmente la revisión de la literatura puede iniciarse con el apoyo de medios de búsqueda como los que se encuentran en Internet, mediante el acercamiento a especialistas en el tema, o acudiendo a bibliotecas, tres de las variantes más empleadas en la actualidad

Entrevista

Es una conversación de carácter planificado entre el entrevistador y el (o los) entrevistado(s), en la que se establece un proceso de comunicación en el que se intercambia información (Hernández et al., 1998). En su tipología la más abordada es la que la clasifica en: estructurada y no estructurada. La entrevista se considera estructurada si se basa en un grupo de preguntas predeterminadas y no estructurada si en esta el investigador puede formular preguntas no previstas, posibilitando mayor flexibilidad en el tipo de pregunta y respuesta a ejecutar.

Observación directa

La observación consiste, según plantean Cortés e Iglesias (2005) referenciando a Olabuénaga e Ispízu (1989), en contemplar sistemática y detenidamente cómo se desarrolla la vida social, sin manipularla ni modificarla, tal cual ella discurre por sí misma. La observación, por principio, es susceptible de ser aplicada a cualquier conducta o situación (Cortés e Iglesias, 2005).

La observación se ha clasificado, entre otros criterios, en:

- ✓ Directa o indirecta: Dado el conocimiento del objeto de investigación.

- ✓ Participante o no participante: Considerando el nivel de participación del sujeto que se observa.

El modo de efectuarla lo define el investigador en función de las características del estudio que realice.

Tormenta de ideas

La tormenta o lluvia de ideas es una forma de pensamiento creativo encaminada a que todos los miembros de un grupo participen libremente y aporten ideas sobre un tema (Gutiérrez y de la Vara, 2007). Los métodos para su realización aparecen en el Anexo 4 (Colectivo de autores, 2005).

Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto es un gráfico especial de barras cuyo campo de análisis o aplicación son los datos categóricos, y tiene como objetivo ayudar a localizar el o los problemas vitales, así como sus causas más importantes. Es la búsqueda de lo más significativo. Es un tipo de gráfico en el que las barras se representan una junto a la otra en orden decreciente de izquierda a derecha.

La viabilidad y utilidad general del diagrama está respaldada por el llamado *principio de Pareto*, conocido como ‘‘Ley 80-20’’ o ‘‘Pocos vitales, muchos triviales’’, el cual reconoce que unos pocos elementos (20%) generan la mayor parte del efecto (80%), es decir el 80% del problema es resultado directo del 20% de las causas. En general el diagrama de Pareto clasifica defectos, quejas, horas o cualquier otra variable en función de categorías o factores de interés.

Análisis de modo y efectos de las fallas (AMEF) o Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)

Es un procedimiento para reconocer y evaluar los fallos potenciales de un producto/proceso y sus efectos. Consiste en la identificación de las acciones que podrían eliminar o reducir la ocurrencia de los fallos potenciales, así como documentar el proceso. El FMEA juega un papel fundamental en la identificación de los fallos antes de que estos ocurran, es decir, posibilita la aplicación de acciones preventivas.

Los objetivos del FMEA son:

- ✓ Identificar los modos de fallos potenciales y ponderar la severidad de sus efectos.
- ✓ Evaluar objetivamente la ocurrencia de las causas y la capacidad de detectar su ocurrencia.
- ✓ Eliminar las deficiencias potenciales del producto y/o proceso.
- ✓ Eliminar los riesgos durante la utilización del producto y/o proceso, mediante la prevención de los problemas.

El FMEA reduce el riesgo de los fallos:

- ✓ Ayudando en la evaluación objetiva de los requerimientos y alternativas de diseño.
- ✓ Ayudando en el diseño inicial de fabricación y los requerimientos de ensamblaje.
- ✓ Identifica las variables del proceso para establecer los controles.
- ✓ Aumentando la probabilidad de que los modos de fallos potenciales, ordenados según sus efectos sobre el cliente, hayan sido considerados en el proceso de desarrollo.
- ✓ Ayudando en la elaboración de los planes de validación.
- ✓ Brindando referencia futura para el análisis de los problemas y la evaluación de los cambios de diseño de productos y procesos.

El FMEA se utiliza cuando:

- ✓ Se están diseñando nuevos sistemas, productos y procesos.
- ✓ Se están cambiando los diseños o procesos existentes.
- ✓ Los diseños y/o procesos serán utilizados en nuevas aplicaciones o nuevos entornos.
- ✓ Después de completar un proyecto para prevenir la aparición futura de un problema.

Los factores de éxito del FMEA son:

- ✓ Es una acción “proactiva” y no una acción “post-mortem”.
- ✓ Involucra a los representantes de todas las áreas afectadas y convoca a expertos si es necesario.
- ✓ Es un documento dinámico y debería ser continuamente actualizado cuando ocurren los cambios.
- ✓ El cliente no solamente es el usuario final, sino también un cliente interno.
- ✓ Todos los componentes o aspectos del servicio o producto deben ser evaluados.

2.6. Etapa III Propuesta de mejoras en la gestión de la cadena.

La realización de un buen diagnóstico es un aspecto central en el desarrollo de un proceso de planificación y gestión con enfoque de cadena, por dos razones fundamentales:

- Permite identificar y priorizar colectivamente las problemáticas y oportunidades a las que la estrategia deberá responder para transformar y mejorar el desempeño de la cadena. Las dificultades y potencialidades que el diagnóstico no logre identificar no podrán reflejarse en la estrategia ni ser objeto de las acciones que se planifiquen e implementen como resultado del proceso.
- Facilita la construcción de las bases de consenso, articulación y organización entre los actores de la cadena. Las relaciones creadas entre los actores de la cadena, por la propia práctica de construcción participativa y el trabajo en equipo que promueve el diagnóstico, contribuyen a la creación de mecanismos más participativos e

intersectoriales para la gestión e implementación de las acciones planificadas en el marco de la estrategia.

Paso 10: Elaboración del proyecto de mejora.

Para la elaboración del proyecto de mejora se utilizará 5W, 1H, ya que esta es una herramienta estructurada para la formulación de planes de mejora de la calidad, tomando en consideración las respuestas a las preguntas que aparecen en el cuadro resumen siguiente:

Tabla 2.4 Resumen de la herramienta 5W y 1H.

<u>5W y 1H</u>			
Criterio		Pregunta	Acción
Asunto.	¿Qué?	¿Qué se hace? ¿Puede eliminarse esta actividad?	Eliminar tareas innecesarias.
Propósito.	¿Por qué?	¿Por qué esta actividad es necesaria? ¿Cuál es su propósito?	
Lugar.	¿Dónde?	¿Dónde se hace? ¿Tiene que hacerse allí?	Cambiar la secuencia o combinación.
Persona.	¿Quién?	¿Quién la realiza? ¿Puede hacerlo otra persona? ¿Por qué lo hace esta persona?	
Secuencia.	¿Cuándo?	¿Cuándo es el mejor momento de hacerlo? ¿Tiene que hacerse en ese momento?	
Método.	¿Cómo?	¿Cómo se hace? ¿Es este el mejor método? ¿Hay otro método de hacerlo?	Simplificar la tarea.

En particular para el caso de estudio que toma en cuenta la presente investigación se recomienda la utilización El software POM-QM (Production and Operations Management, Quantitative Methods) es una herramienta que contiene métodos cuantitativo Presenta una gran capacidad de adaptabilidad que con leves modificaciones es ajustable a todo tipo de organizaciones

2.7. Conclusiones del Capítulo II.

Al término del presente Capítulo se arriban a las siguientes conclusiones:

1. Se realiza una reseña histórica y breve caracterización del Programa Local para la producción y venta de materiales de construcción especificando su objeto social y principales productos y servicios que ofrece.
2. El procedimiento diseñado para el diagnóstico de las CS del PLPVMC se estructura en tres etapas y diez pasos. Este concibe un enfoque basado en hechos para la toma de decisión y la participación del personal, análisis de la demanda final y la mejora continua. Además el mismo presenta una propuesta de las herramientas a utilizar en cada paso.
3. La correcta aplicación del procedimiento exige la utilización de herramientas que son reconocidas para efectuar cualquier tipo de investigación científica, sin que sean las únicas posibles a emplear.



Capítulo III

Capítulo III Implementación del procedimiento para el diagnóstico de la cadena de suministro para el PLPVMC en la provincia de Cienfuegos.

De acuerdo con los elementos teóricos desarrollados con anterioridad, en el presente capítulo se procede a mostrar la aplicación del procedimiento propuesto para el diagnóstico de la cadena de suministros de los elementos de materiales de la construcción en la provincia de Cienfuegos.

3.1. Aplicación del procedimiento.

La aplicación del procedimiento se realiza siguiendo en orden los pasos propuesto en el capítulo anterior, tomando como objeto de estudio el PLPVMC. Para comenzar la investigación se crea el grupo de trabajo

3.1.1. Etapa I: Preparación del estudio.

Paso 1: Selección del personal

Con el objetivo de formar el equipo de trabajo, se calcula el número de expertos necesarios, la selección de los expertos se realiza a partir de los criterios de selección establecidos en el diseño del procedimiento expuesto en el Capítulo II de la investigación y del análisis realizado de forma conjunta entre la autora del trabajo y el vicepresidente del CAP, el cual tiene varios años de experiencia en el sector. El mismo queda conformado de la siguiente manera:

Determinación de la cantidad de expertos, se utiliza el método Delphi descrito en capítulo anterior

$$n = \frac{p(1-p)k}{i^2}$$

Donde:

p: proporción de error que se comete al hacer estimaciones con n expertos ($p=0.01$)

i: precisión del experimento ($i=0.10$)

k: constante que depende del nivel de significación estadístico.

Nivel de confianza (k)	(1- α)
6.6564	99%

$$n = \frac{0.01 \times (1 - 0.01) \times 6.6564}{0.10^2}$$

$$n = 6.589836$$

$$n \approx 7 \text{ expertos}$$

Paso 2: Conformación del equipo de trabajo.

El segundo paso es formar el equipo de trabajo que desarrolla el diagnóstico de la CS y brinda su juicio en otras decisiones involucradas a lo largo de la investigación. Para asegurar que los expertos que se consultan verdaderamente pueden aportar criterios significativos respecto al tema objeto de estudio se procede al cálculo del coeficiente de

competencia de cada uno de ellos. Los resultados se muestran en la siguiente tabla a continuación.

Tabla 3.1: Cálculo del coeficiente de competencia de cada experto.

Expertos	Coeficiente de conocimiento (Kc)	Coeficiente de argumentación (Ka)	Coeficiente de competencia (Kcomp)	Clasificación de la competencia
1	1	$0.3+0.5+3(0.05)+0.04=0.99$	$0.995\approx 1$	Alta
2	0.8	$0.2+0.5+4(0.04)=0.86$	0.86	Alta
3	1	$0.3+0.5+4(0.05)=1$	1	Alta
4	0.9	$0.3+0.4+4(0.05)=0.9$	0.9	Alta
5	0.8	$0.2+0.5+0.05+3(0.04)=0.87$	0.87	Alta
6	0.9	$0.3+0.4+4(0.05)=0.9$	0.9	Alta
7	1	$0.3+0.5+4(0.05)=1$	1	Alta

Fuente: Elaboración propia.

Del resultado obtenido en la aplicación del método de validación de expertos queda demostrado que el equipo de trabajo seleccionado es altamente calificado, por lo que queda conformado de la siguiente forma:

1. Especialista en Logística y Gestión de la Cadena de Suministros, MSc. Profesor Auxiliar del Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Cienfuegos.
2. Especialista en Logística y Gestión de la Cadena de Suministros, MSc. Profesor Asistente del Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Cienfuegos.
3. Especialista en Dirección Estratégica, MSc. Profesor Auxiliar del Departamento de Desarrollo Local, Universidad de Cienfuegos.
4. Asesor de la Vicepresidencia de Construcciones del CAP.
5. Especialista del CAM de Cienfuegos que atiende el PLVCMC.
6. Especialista del CAM de que atiende el PLVCMC.
7. Especialista de Planificación Física Provincial.

Paso 3: Capacitación al equipo de trabajo

En este paso se realiza una capacitación a los miembros del equipo de trabajo con el objetivo de que conozcan y entiendan de manera colectiva los principales elementos relacionados con los servicios, calidad de los servicios, modelos para la gestión de la cadena de suministros y la medición del desempeño de la cadena. Para ello se realizan varias sesiones de trabajo en forma de talleres.

Paso 4. Información a todos los niveles de los objetivos del estudio

Se informa a todos los niveles sobre la realización del estudio y los objetivos que se persiguen con el mismo, se explica la necesidad de la participación activa de los trabajadores en la investigación buscando el compromiso y contribución de todos para un desarrollo exitoso. Se da a conocer el equipo de trabajo en reuniones con los trabajadores de las diferentes entidades y los beneficios a obtener con la investigación que se realiza.

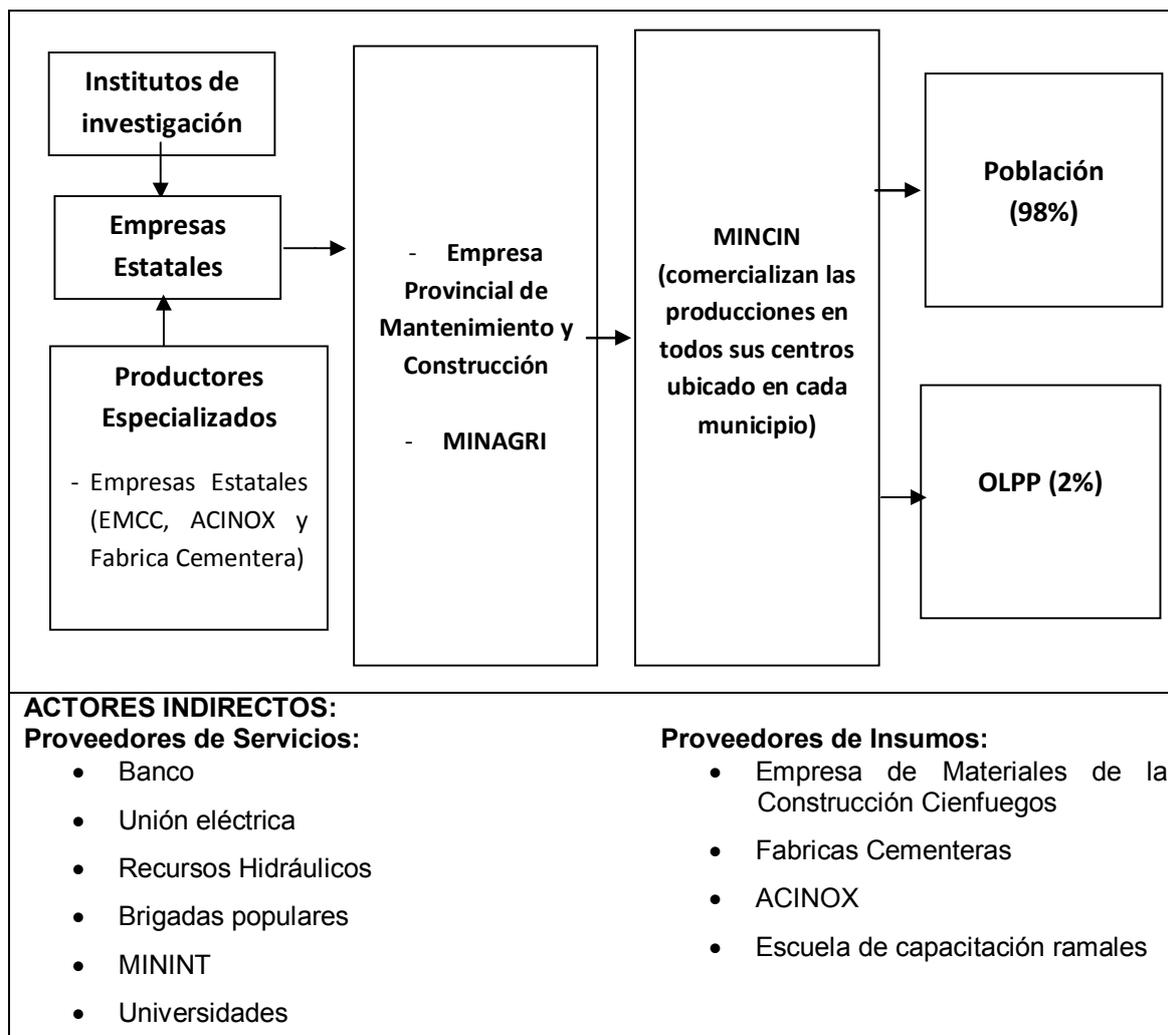
3.2 Etapa II: Diagnóstico de la cadena de suministro del PLPVMC en la provincia de Cienfuegos.

Una vez establecido el equipo de trabajo, capacitado al mismo e informado a todos los elementos que estarán involucrados de alguna forma en la investigación, se procede a comenzar con el diagnóstico del objeto de estudio

Paso 5: Definición del alcance de la cadena

A continuación se muestra en el esquema 3.1 el mapa de la cadena del Programa Local de Producción y Ventas de Materiales de la Construcción en la provincia de Cienfuegos.





Esquema 3.1: Mapa de la cadena del PLPVMC. **Fuente:** Elaboración Propia a partir de información de CAP.

Paso 6: Selección del producto a estudiar

El PLPVMC es el responsable de la producción local y la venta de los materiales de construcción, y parte de la premisa de que el pueblo es el destino del Programa. Para su desempeño el programa cuenta con 21 Subprogramas de los cuales se clasifican 11 como subprogramas de producción y 10 como subprogramas de apoyo (ver tabla 3.2).

De este modo el objetivo de comercializar los materiales de construcción y por tanto del Grupo Nacional es lograr que los productos que se comercialicen favorezcan la ejecución de las construcciones y los mantenimientos con la mayor calidad, duración y belleza, con el menor costo energético y económico para el país y los ciudadanos, así como minimizar el impacto al medio ambiente (ABECÉ, 2011).

Tabla 3.2. Clasificación de los subprogramas. **Fuente:** (ABECÉ, 2011).

Subprogramas de Producción	Subprogramas de apoyo
<ul style="list-style-type: none"> • Materias primas • Cementos, cal, extensores y morteros. • Productos ociosos • Elementos para paredes • Elementos para cubiertas • Elementos para instalaciones eléctricas. • Instalaciones hidráulicas y sanitarias. • Marcos, puertas y ventanas. • Elementos para pisos. • Impermeabilización. • Pinturas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Comercialización y ventas. • Promoción y divulgación. • Proyectos. • Capacitación. • Aseguramiento y control de calidad. • Medio ambiente. • Ahorro energético. • Transportaciones. • Control y supervisión • Evaluación.

A partir del trabajo de este programa se incrementan y diversifican paulatinamente las diferentes producciones que se desarrollan en la provincia de Cienfuegos hasta alcanzar en la actualidad un total de 144 surtidos los cuales se clasifican por grupos encontrándose un total de 7 grupos los que se muestran a continuación:

Tabla 3.3. Clasificación de productos por grupo.

CLASIFICACIÓN POR GRUPOS DE PRODUCTOS						
G1. (Productos del barro, arcillas)	G2. (Productos de base pétreo y Áridos)	G3. (Productos Extensores)	G4. (Productos del plástico (PVC o reciclado))	G5. (Productos de hormigones y morteros hidráulicos)	G6. (Productos de Madera)	G7. (Productos metálicos (acero, aluminio y zinc))
21 surtido	8 surtidos	7 surtidos	35 surtidos	48 surtidos	14 surtidos	11 surtidos

Fuente: Elaboración propia a partir de (ABECÉ, 2011).

Cuando se habla de la calidad de la vivienda se hace referencia a las condiciones de habitabilidad que presenta la misma en función de su materialidad donde se consideran los atributos techo, piso y paredes los más importantes a tener en cuenta en los análisis (Marcos, Di Virgilio et al. 2018). Es por ello que en la presente investigación se seleccionan de la gama de productos que se fabrican por parte del PLPVMC estos para comenzar los estudios. Si se realiza un análisis de la tabla 3.3 el grupo más representativo es el grupo 5 correspondiente a los productos de hormigones y morteros, en los cuales se encuentran insertados los materiales de construcción que se estudian en la presente investigación, seguido de este grupo están los productos del plástico (G.4) y los del barro y la arcilla (G.1). que no son objetos de investigación.

Para la realización de la presente investigación se va a hacer un estudio de los elementos de pared, suelo y techo, puesto que son estos los que utiliza el CAP para la determinación de las tipologías de viviendas establecidas y con ellos el establecimientos de los diagnóstico habitacionales de los diferentes territorios de la provincia. Las cadenas de los tres productos comparten el objetivo de lograr los niveles de disponibilidad deseados de cada uno en el mercado para satisfacer la demanda supliendo las necesidades de la población, con un producto de calidad de acuerdo a las expectativas de los consumidores.

Paso 7: Definición de los actores que manejan el producto

En el mapa de la cadena productiva de los elementos de cubierta, piso y pared en la provincia de Cienfuegos (Figura 3.1) se muestra las relaciones existentes entre los diferentes actores que participan en la cadena los directos e indirectos.

La cadena de suministro hace parte de la gestión logística de las empresas y está conformada por diversos actores que, en conjunto, buscan satisfacer una necesidad específica del mercado. Estos actores son los encargados de coordinar la fabricación y distribución de un producto destinado al intercambio comercial y cuyo fin es la satisfacción del consumidor.

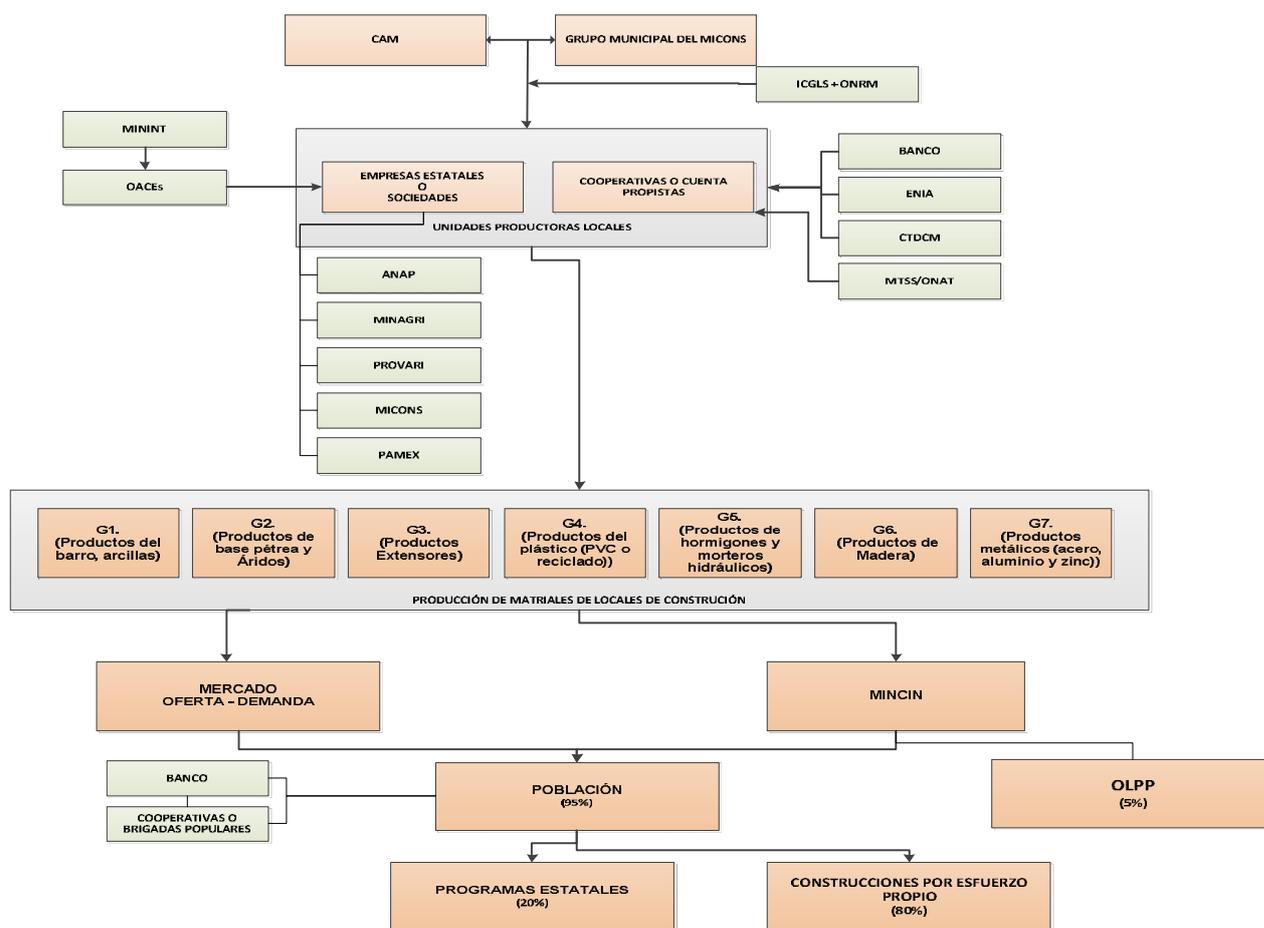


Figura 3.1. Mapa de la cadena productiva de elementos de cubierta, pared y piso en la provincia de Cienfuegos. Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por el CAP.

Una vez mapeada la cadena productiva perteneciente a estos elementos se realiza un análisis de todos los actores (directos e indirectos) implicados en las mismas (ver Tabla 3.4 y Tabla 3.5). A partir de dicho análisis se establecen las distintas relaciones que existen entre ellos.

Los actores directos a la cadena de las unidades productoras que suministran a los centros productivos los insumos, como son: Empresa de Materiales de Construcción Cienfuegos, donde su actividad fundamental es producir y comercializar materiales para la construcción de forma mayorista para toda la provincia y alcance a todo el país; ACINOX que comercializa productos derivados del acero y conductores eléctricos producidos en sus plantas o importados, así como productos y equipos para mantenimiento industrial y las 3 Fábrica Cementera que posee la industria nacional; en el caso de los centros productivos intervienen la Empresa Provincial de Mantenimiento y Construcción dedicada a la construcción, reparación, demolición y mantenimiento de obras viales, urbanas y de montañas, viviendas, edificaciones sociales, producir y comercializar de forma mayorista en moneda nacional y divisa materiales de construcción de Hormigón y cerámicos, así como los servicios de movimiento de tierra y los trabajos de impermeabilización y el MINAG que tiene la misión de proponer y una vez aprobada dirigir, ejecutar y controlar la política del Estado y Gobierno sobre el uso, tenencia y explotación sostenible y sustentable de la superficie agrícola del país propiedad de todo el pueblo, colectiva e individual; la producción agropecuaria y forestal para la satisfacción de las necesidades alimentarias de la población, la industria y la exportación.

En el caso del MINCIN es el organismo encargado de dirigir, ejecutar, y controlar la Política del Estado y del Gobierno cubano en cuanto al comercio interior mayorista y minorista, los servicios personales y técnicos, la economía de almacenes, y de protección al consumidor, priorizando la canasta básica, el consumo social priorizado, el saneamiento de las finanzas internas con calidad y honestidad, y almacenamiento, conservación, y rotación de las reservas estatales. Los actores indirectos a la cadena son las unidades productoras que pueden ser empresas estatales, sociedades, cooperativas o cuenta propias, los cuales recibe créditos del Banco, la ENIA certifica la calidad de sus producciones, el CTDMC emite el documento de idoneidad técnica (DITEC); en el caso de las cooperativas o cuenta propias intervienen el MTSS y la ONAT procurando las licencias de trabajo para los mismos. Para algunas empresas estatales el MININT representa un proveedor de fuerza de trabajo (reclusos) a las mismas.

Tabla 3.4: Actores directos de la cadena de elementos de cubierta, pared y piso en la provincia de Cienfuegos. Fuente: Elaboración Propia

Eslabón	Actor
Suministro de insumos	Empresa de Materiales de la Construcción Cienfuegos (EMCC)
	ACINOX (industrial nacional)
	3 Fábrica Cementera (industria nacional)
Producción	MINAG
	Empresa Provincial de Mantenimiento y Construcción (EPMC)
Comercialización	Mercado Local MINCIN
Cliente	Población (92%)
	OLPP (8%)

Tabla 3.5 Actores indirectos de la cadena de elementos de cubierta pared y piso en la provincia de Cienfuegos

Entidades reguladoras y organizadoras		Proveedores de servicio		
ONAT	ENIA	BANDEC	OBE	MININT
MTSS	DITEC	Brigadas Populares	INRH	

Eslabón Suministro de Insumos:

Este eslabón está conformado por tres tipos de actores: La Empresa de Materiales de la Construcción Cienfuegos (EMCC), la cual tiene como objeto social la producción de materiales de la construcción (arena, granito y gravilla), ACINOX que se especialista en las producciones derivadas del acero y las Fábricas Cementeras.

Eslabón de Producción:

Los centros productivos adquieren las materias de las empresas productoras y buscan los insumos con transporte propio y estos son llevados a los polos de producción. La provincia de Cienfuegos cuenta para la producción de elementos de cubierta, pared y piso con la Empresa Provincial de Mantenimiento y Construcción y el MINAGRIC, las cuales forman parte del PLPVMC, se muestran los niveles de producción por centros y por municipios en el Anexos 6.

Eslabón de comercialización:

Se ocupa de distribuir el producto final de la cadena hacia las entidades encargadas de comercializarlas a los consumidores finales. El principal actor de este eslabón es el MINCIN, en un 92% para la población, cuya distribución se desglosa en un 20% para los programas estatales y el resto para la construcción por esfuerzo propio; el restante 8 % de las producciones destinadas al MINCIN van a los Órganos Locales del Poder Popular (OLPP)

En la siguiente figura 3.2 se muestra la ubicación, en la provincia de Cienfuegos, de los principales centros productivos de la cadena de elementos de pared, piso y techo así como los yacimientos de donde se extraen parte de los insumos para su producción.

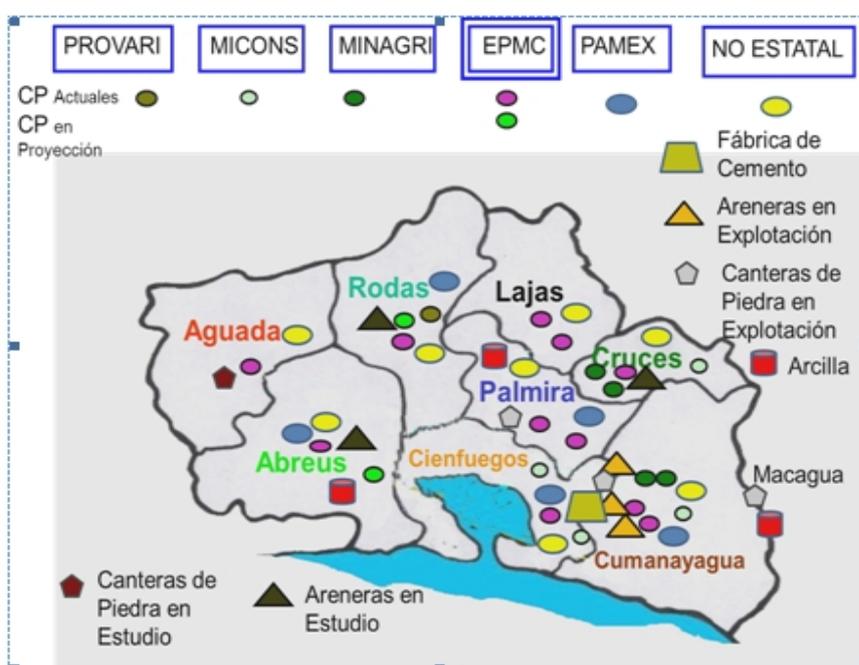


Figura: 3.2 Centros productivos de la cadena de los elementos de piso pared y techo.

Paso 8: Definición de las relaciones de la cadena.

El análisis del flujo del producto a lo largo de la cadena favorece la identificación de posibles cuellos de botella en la ruta del producto, las principales diferencias entre lo que debe recibir cada eslabón y lo que realmente recibe. Se trata de un análisis basado en las características que debe reunir el producto, para satisfacer los requerimientos que en términos de atributos demanda el eslabón siguiente. A continuación se presenta el resultado de este análisis a lo largo de la cadena.

Suministros de insumos → Producción

La situación ideal debe ser la existencia de los insumos necesarios en tiempo, cantidad y calidad a la hora de la realización de las producciones. La situación que se presenta en este eslabón está dada fundamentalmente por la insuficiencia de suministros necesarios en cantidades y tiempo. Los centros productivos en oportunidades afectan los procesos por la falta de ellos. Esto se debe fundamentalmente a la mala planificación que se realiza y a la insatisfacción de la demanda de los productos provenientes de la industria nacional

¿Cómo debería ser al aprovisionamiento de los insumos?	¿Cómo es en la práctica el aprovisionamiento de los insumos?
Entregas de insumos en el tiempo requerido	Los insumos se entregan fuera de fecha a los centros productivos
Los insumos se entregan con total calidad	Los insumos se entregan con total calidad
Se entregan la cantidad de insumos demanda a los centros productivos según sus capacidades productivas	La cantidad de insumos entregados es insuficiente según la cantidad demanda por las capacidades productivas de los centros

Producción → Comercialización

Los centros productivos deberían realizar las producciones en función de las demandas reales de la población, esto no ocurre así, en la práctica los centros productivos no gestionan con enfoque al cliente sus metas se centran en cumplir los planes económicos y productivos, de ahí que lo que se comercialice no cumpla con las expectativas del cliente final. La comercialización de dichos productos es gestionada por el MINCIN, siendo esto su objeto social, con el fin de dar una respuesta más efectiva a las necesidades de la población en cuento a la compra de materiales de la construcción, en una red de tiendas y puntos de ventas en todo el país.

¿Cómo debería ser la relación Producción – comercialización?	¿Cómo es en la práctica la relación Producción – comercialización?
Entregar el producto en las frecuencias que demandan los consumidores	Las entregas no se realizan con bases en la demanda real, sino que se rigen por planes nacionales y normas preestablecidas
Entregar los productos con calidad	No siempre se entrega un producto con calidad
Se transportan las producciones con los requerimientos necesarios para evitar las roturas	Alto nivel de roturas por el incumplimiento de los requisitos y normas en la transportación

Las producciones se encuentran correctamente almacenadas	Existen dificultades en el almacenamiento, lo que provoca en muchas ocasiones la pérdida de la calidad de las producciones
Se cumple con las normas establecidas en la manipulación de las producciones	Existencia de un alto nivel de roturas provocadas por la mala manipulación de las producciones

Comercialización→ Cliente

En este eslabón el MINCIN es el actor principal, el cual, debería comercializar el producto con las frecuencias que demandan los consumidores, además de distribuir estos en los puntos de ventas que son más demandados, preservando siempre la calidad de las producciones. La situación que se presenta es que las entregas no se realizan con bases en la demanda real, sino que se rigen por planes nacionales y normas preestablecidas, se distribuyen las producciones en todos los municipios de la provincia, ya que en cada uno de ellos existe un centro perteneciente al MINCIN, pero a la hora de planificar la distribución no se tienen en cuenta los tipos de mercados que existen.

¿Cómo debería ser la comercialización de las producciones al cliente final?	¿Cómo debería ser la comercialización de las producciones al cliente final?
Entregar el producto en las frecuencias que demandan los consumidores	Las entregas no se realizan con bases en la demanda real, sino que se rige por planes nacionales y normas preestablecidas
Entregar el producto en los puntos de venta que demandan los consumidores según la necesidades de estos	Se comercializan las producciones en cada municipio mediante la unidades del MINCIN, pero no se tienen en cuenta los tipos de mercados existentes
Se realiza la planificación de la distribución de las producciones	Desconocimiento de la demanda por las distintas zonas donde se ejecuta la distribuciones

Paso 9: Identificar y priorizar las principales problemáticas existentes.

Como resultado del diagnóstico realizado a la cadena productiva, se confeccionó el diagrama Causa-Efecto sobre los principales problemas que afectan la coordinación de la cadena productiva de los elementos de cubierta, pared y piso del PLPVMC en la provincia de Cienfuegos, como se muestra en la Figura 3.3

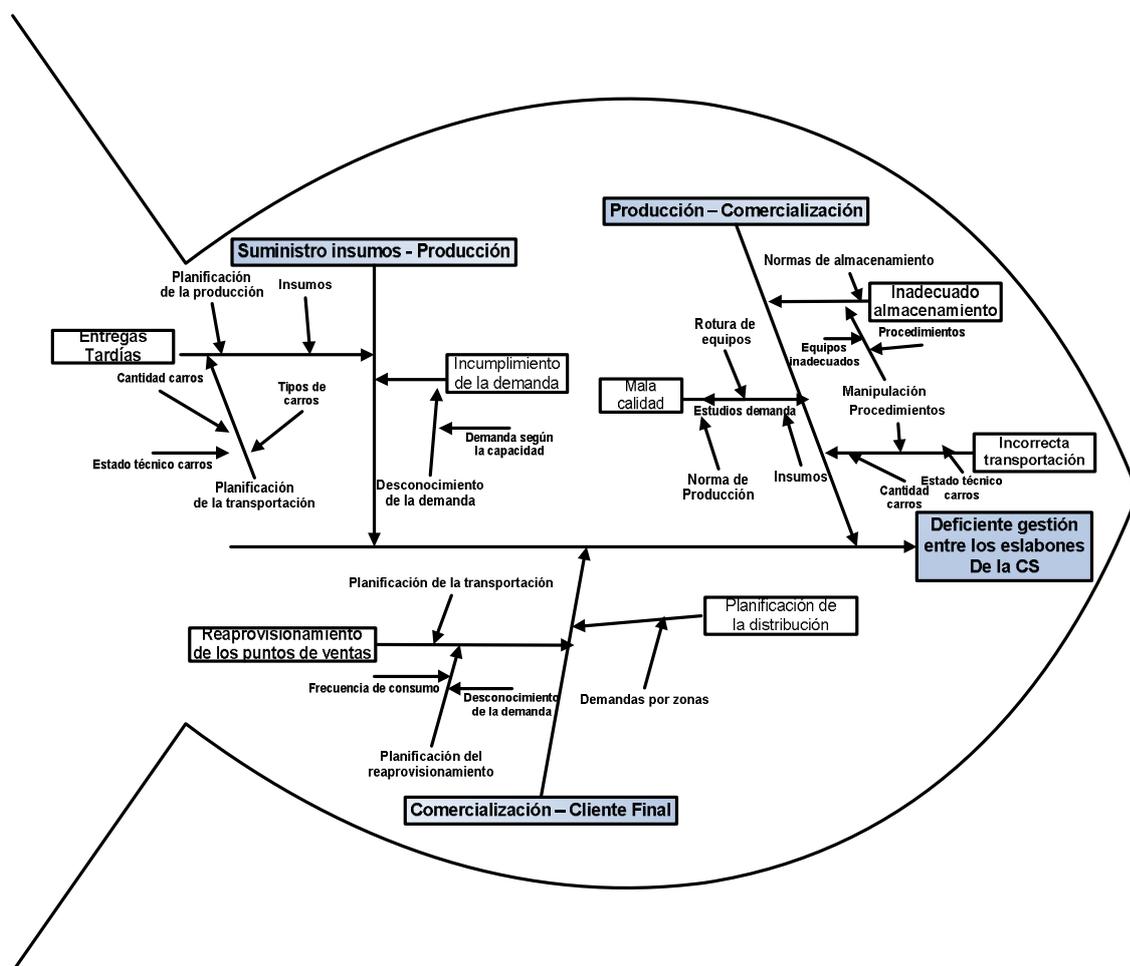


Figura 3.3.: Diagrama causa-efecto. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del PLPVMC.

A partir de la aplicación de la técnica causa-efecto mediante una tormenta de ideas en el trabajo con expertos se decide realizar un Análisis de modo y efectos de fallos (FMEA), el cual se encuentra representado en el anexo 5.

Los resultados obtenidos mediante la aplicación del Análisis de modo y efectos de fallos (FMEA), revelan que los problemas que presentan un número de prioridad del riesgo mayor (ver Gráfico 3.1) y con los que se decide trabajar en la investigación son:

- Mala planificación en la distribución de las producciones hacia los centros de venta del MINCIN de los diferentes municipios.
- Mala planificación de la transportación de los insumos.
- Estado técnico del parque automotor.(No es cuestión del PLPVMC.)

Es importante destacar que el desconocimiento de la demanda en función de las necesidades reales de los clientes constituye un objetivo a mejorar en la presente investigación.

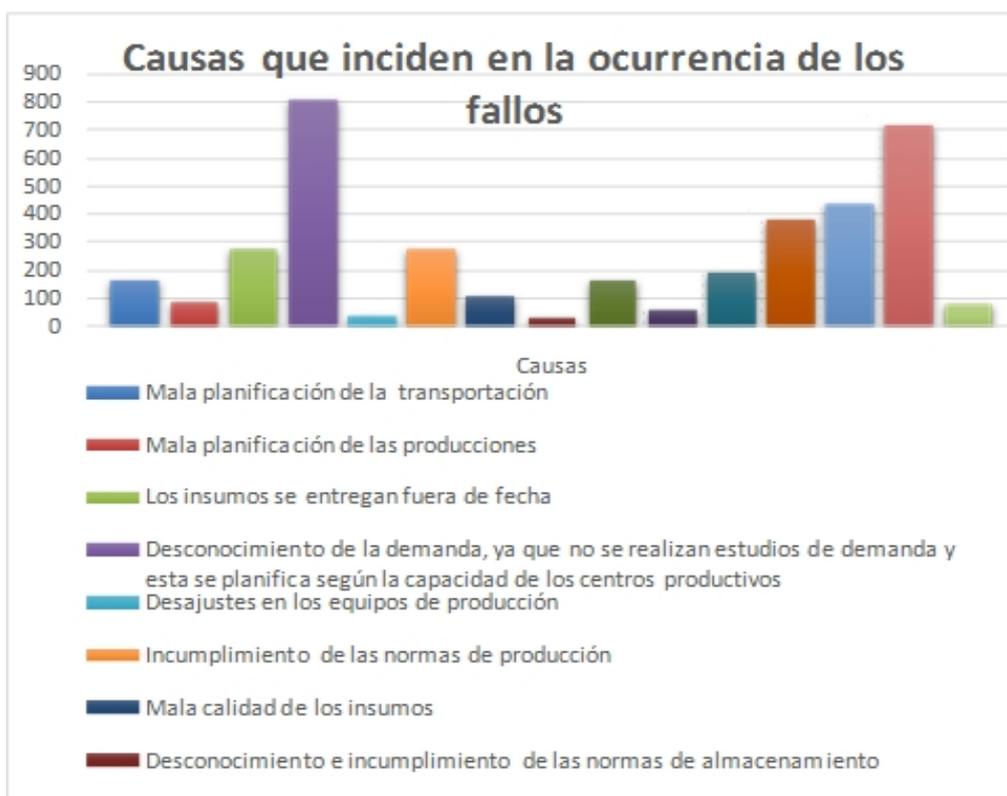


Gráfico 3.1 Fuente: Elaboración Propia

3.3. Etapa III: Propuesta de mejoras en la gestión de las cadenas de suministro del PLPVMC en la provincia de Cienfuegos.

Paso 10: Elaboración del proyecto de mejora.

Para el análisis de las propuestas de mejora se toman aquellas causas cuyos números de prioridad del riesgo den mayor. Una vez establecidos los problemas a trabajar se desarrolla el más importante y a los demás se les propones un plan de acciones mediante la herramienta 5W y 1H.

Problema 1. Mala planificación en la distribución de las producciones hacia los centros de venta del MINCIN de los municipios.

Para la realización de la mejora en este paso se desarrolla un problema de transporte, en el cual se toman las demandas de nuevas viviendas y acciones constructivas obtenidas del CAP (ver Anexo 6) y las capacidades productivas de la provincia ubicadas por municipio (ver ver Anexo 7), para determinar la forma en que se deben distribuir las producciones de los diferentes materiales de construcción, además se asume que las nuevas construcciones

serán viviendas de tres dormitorios, sala, comedor y baño, equivalentes a un área de 80 m² que son las medidas estándar establecidas en la ley.

Para un mejor entendimiento se considera que 1 m cuadrado de placa es el equivalente a 1 de viguetas y 2 plaquetas, 1 m² de pared es el equivalente a 15 bloques, 1 m² de piso de mosaico corresponde a 16 losas y 1 m² de baldosa a 9 losas.

Modelo de transporte para la planificación de los elementos de pared.

Sea x_{ij} : la cantidad de bloques enviados desde el municipio i al municipio j

Donde: $i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$ con 1= Cienfuegos, 2= Palmira, 3= Cruces, 4 =Lajas, 5= Abreu, 6= Rodas, 7= Aguada, 8=Cumanayagua.

$j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$ con 1= Cienfuegos, 2= Palmira, 3= Cruces, 4 =Lajas, 5= Abreu, 6= Rodas, 7= Aguada, 8= Cumanayagua.

La formulación del problema es: Minimizar el costo total de envío

	Cienfuegos	Palmira	Cruces	Lajas	Abreus	Rodas	Aguada	Cumanayagua
Cienfuegos	30.45	36.54	85.26	100.49	54.81	73.08	149.21	76.13
Palmira	36.54	15.23	51.77	66.99	57.86	60.90	152.25	66.99
Cruces	85.26	51.77	15.23	24.36	97.44	88.31	182.70	63.95
Lajas	100.49	66.99	24.36	15.23	94.40	85.26	173.57	94.40
Abreu	57.86	57.86	97.44	97.44	15.23	15.23	94.40	121.80
Rodas	73.08	60.90	88.31	85.26	21.32	15.23	91.35	127.89
Aguada	149.21	152.25	182.70	173.57	94.40	91.35	30.45	216.20
Cumanayagua	76.13	66.99	63.95	94.40	121.80	127.89	216.20	30.45

Función Objetivo: $Z_{MIN} = 30.45 * X_{1,1} + 36.54 * X_{1,2} + 85.26 * X_{1,3} + 100.49 * X_{1,4} + 54.18 * X_{1,5} + 73.08 * X_{1,6} + 149.21 * X_{1,7} + 76.13 * X_{1,8} + 36.54 * X_{2,1} + 15.23 * X_{2,2} + 51.77 * X_{2,3} + 66.99 * X_{2,4} + 57.86 * X_{2,5} + 60.90 * X_{2,6} + 152.25 * X_{2,7} + 66.99 * X_{2,8} + 85.26 * X_{3,1} + 51.77 * X_{3,2} + 15.23 * X_{3,3} + 24.36 * X_{3,4} + 97.44 * X_{3,5} + 88.31 * X_{3,6} + 182.70 * X_{3,7} + 63.95 * X_{3,8} + 100.49 * X_{4,1} + 66.99 * X_{4,2} + 24.36 * X_{4,3} + 15.23 * X_{4,4} + 94.40 * X_{4,5} + 85.26 * X_{4,6} + 173.57 * X_{4,7} + 94.40 * X_{4,8} + 57.86 * X_{5,1} + 57.86 * X_{5,2} + 97.44 * X_{5,3} + 97.44 * X_{5,4} + 15.23 * X_{5,5} + 15.23 * X_{5,6} + 94.04 * X_{5,7} + 121.80 * X_{5,8} + 73.08 * X_{6,1} + 60.90 * X_{6,2} + 88.31 * X_{6,3} + 85.26 * X_{6,4} + 21.32 * X_{6,5} + 15.23 * X_{6,6} + 91.35 * X_{6,7} + 127.89 * X_{6,8} + 149.21 * X_{7,1} + 152.25 * X_{7,2} + 182.70 * X_{7,3} + 173.57 * X_{7,4} + 94.40 * X_{7,5} + 91.35 * X_{7,6} + 30.45 * X_{7,7} + 216.20 * X_{7,8} + 76.13 * X_{8,1} + 66.99 * X_{8,2} + 63.95 * X_{8,3} + 94.40 * X_{8,4} + 121.80 * X_{8,5} + 127.89 * X_{8,6} + 216.20 * X_{8,7} + 30.45 * X_{8,8}$

Sujeto a:

Restricciones de oferta o disponibilidad:

$$\begin{aligned}
 X_{1,1} + X_{1,2} + X_{1,3} + X_{1,4} + X_{1,5} + X_{1,6} + X_{1,7} + X_{1,8} &\leq 697180 \\
 X_{2,1} + X_{2,2} + X_{2,3} + X_{2,4} + X_{2,5} + X_{2,6} + X_{2,7} + X_{2,8} &\leq 247130 \\
 X_{3,1} + X_{3,2} + X_{3,3} + X_{3,4} + X_{3,5} + X_{3,6} + X_{3,7} + X_{3,8} &\leq 192100 \\
 X_{4,1} + X_{4,2} + X_{4,3} + X_{4,4} + X_{4,5} + X_{4,6} + X_{4,7} + X_{4,8} &\leq 270100 \\
 X_{5,1} + X_{5,2} + X_{5,3} + X_{5,4} + X_{5,5} + X_{5,6} + X_{5,7} + X_{5,8} &\leq 359600 \\
 X_{6,1} + X_{6,2} + X_{6,3} + X_{6,4} + X_{6,5} + X_{6,6} + X_{6,7} + X_{6,8} &\leq 280100 \\
 X_{7,1} + X_{7,2} + X_{7,3} + X_{7,4} + X_{7,5} + X_{7,6} + X_{7,7} + X_{7,8} &\leq 458620 \\
 X_{8,1} + X_{8,2} + X_{8,3} + X_{8,4} + X_{8,5} + X_{8,6} + X_{8,7} + X_{8,8} &\leq 732400
 \end{aligned}$$

Restricciones de demanda:

$$\begin{aligned}
 X_{1,1} + X_{1,2} + X_{1,3} + X_{1,4} + X_{1,5} + X_{1,6} + X_{1,7} + X_{1,8} &\geq 338400 \\
 X_{2,1} + X_{2,2} + X_{2,3} + X_{2,4} + X_{2,5} + X_{2,6} + X_{2,7} + X_{2,8} &\geq 276200 \\
 X_{3,1} + X_{3,2} + X_{3,3} + X_{3,4} + X_{3,5} + X_{3,6} + X_{3,7} + X_{3,8} &\geq 199800 \\
 X_{4,1} + X_{4,2} + X_{4,3} + X_{4,4} + X_{4,5} + X_{4,6} + X_{4,7} + X_{4,8} &\geq 1350800 \\
 X_{5,1} + X_{5,2} + X_{5,3} + X_{5,4} + X_{5,5} + X_{5,6} + X_{5,7} + X_{5,8} &\geq 186800 \\
 X_{6,1} + X_{6,2} + X_{6,3} + X_{6,4} + X_{6,5} + X_{6,6} + X_{6,7} + X_{6,8} &\geq 297200 \\
 X_{7,1} + X_{7,2} + X_{7,3} + X_{7,4} + X_{7,5} + X_{7,6} + X_{7,7} + X_{7,8} &\geq 165800 \\
 X_{8,1} + X_{8,2} + X_{8,3} + X_{8,4} + X_{8,5} + X_{8,6} + X_{8,7} + X_{8,8} &\geq 527400
 \end{aligned}$$

Una vez declaradas las variables, la función objetivo y las restricciones relacionadas con el programa se procede a modelar el mismo a través del programa POM-SQ (Tabla 3.6), luego de correr el programa se obtienen los resultados que se muestran en la tabla 3.7 que se muestra a continuación:

Tabla 3.6: Resultados de la introducción de los datos al programa.

	Cienfuegos	Palmira	Cruces	Lajas	Abreu	Rodas	Aguada	Cumanaya...	SUPPLY
Cienfuegos	30.45	36.54	85.26	100.49	54.81	73.08	149.21	76.13	697180
Palmira	36.54	15.23	51.77	66.99	57.86	60.9	152.25	66.99	247130
Cruces	85.26	51.77	15.23	24.36	97.44	88.31	182.7	63.95	192100
Lajas	100.49	66.99	24.36	15.23	94.4	85.26	173.57	94.4	270100
Abreu	57.86	57.86	97.44	97.44	15.23	15.23	94.4	121.8	359600
Rodas	73.08	60.9	88.31	85.26	21.32	15.23	91.35	127.89	280100
Aguada	149.21	152.25	182.7	173.57	94.4	91.35	30.45	216.2	458620
Cumanayagua	76.13	66.99	63.95	94.4	121.8	127.89	216.2	30.45	732400
DEMAND	338400	276200	199800	1350800	186800	297200	165800	527400	

Tabla 3.7: Resultados del modelo para los elementos de pared

solution value = \$158368700	Cienfuegos	Palmira	Cruces	Lajas	Abreu	Rodas	Aguada	Cumanayagua
Cienfuegos	338400	276200		82580				
Palmira				247130				
Cruces				192100				
Lajas				270100				
Abreu					186800	172800		
Rodas				280100				
Aguada				168420		124400	165800	
Cumanayagua			199800	5200				527400
Dummy				105170				

Al realizar un análisis de los resultados obtenidos en la corrida del programa se obtienen las distribuciones que se deben realizar entre los municipios con el fin de satisfacer las demandas. Analizando cada uno de ellos se puede evidencia que el municipio de Cienfuegos se autoabastece y abastece además al municipio de Palmira y Lajas, mientras que la de Cruces se debe mover completamente para el municipio de Lajas y abastecerse con las producciones de Cumanayagua. Todos los municipios menos Abreus abastecen al municipio de Lajas, mientras que la demanda de Rodas se debe mover completamente para el municipio de Lajas y abastecer de las producciones de Abreus y Aguada Todos los municipios menos Abreus abastecen al municipio de Lajas y sin embargo no se logra satisfacer la demanda.

Modelo de transporte para la planificación de los elementos de piso.

Sea x_{ij} : la cantidad de losas enviadas desde el municipio i al municipio j

Donde: $i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$ con $1 =$ Cienfuegos, $2 =$ Palmira, $3 =$ Cruces, $4 =$ Lajas, $5 =$ Abreu, $6 =$ Rodas, $7 =$ Aguada, $8 =$ Cumanayagua.

$j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$ con $1 =$ Cienfuegos, $2 =$ Palmira, $3 =$ Cruces, $4 =$ Lajas, $5 =$ Abreu, $6 =$ Rodas, $7 =$ Aguada, $8 =$ Cumanayagua.

La formulación del problema es: Minimizar el costo total de envío

	Cienfuegos	Palmira	Cruces	Lajas	Abreus	Rodas	Aguada	Cumanayagua
Cienfuegos	30.45	36.54	85.26	100.49	54.81	73.08	149.21	76.13
Palmira	36.54	15.23	51.77	66.99	57.86	60.90	152.25	66.99
Cruces	85.26	51.77	15.23	24.36	97.44	88.31	182.70	63.95
Lajas	100.49	66.99	24.36	15.23	94.40	85.26	173.57	94.40
Abreu	57.86	57.86	97.44	97.44	15.23	15.23	94.40	121.80
Rodas	73.08	60.90	88.31	85.26	21.32	15.23	91.35	127.89
Aguada	149.21	152.25	182.70	173.57	94.40	91.35	30.45	216.20
Cumanayagua	76.13	66.99	63.95	94.40	121.80	127.89	216.20	30.45

$$\begin{aligned} \text{Función Objetivo: } Z_{\text{MIN}} = & 30.45 * X_{1,1} + 36.54 * X_{1,2} + 85.26 * X_{1,3} + 100.49 * X_{1,4} + 54.18 * X_{1,5} + \\ & 73.08 * X_{1,6} + 149.21 * X_{1,7} + 76.13 * X_{1,8} + 36.54 * X_{2,1} + 15.23 * X_{2,2} + 51.77 * X_{2,3} + 66.99 * X_{2,4} + \\ & 57.86 * X_{2,5} + 60.90 * X_{2,6} + 152.25 * X_{2,7} + 66.99 * X_{2,8} + 85.26 * X_{3,1} + 51.77 * X_{3,2} + 15.23 * X_{3,3} + \\ & 24.36 * X_{3,4} + 97.44 * X_{3,5} + 88.31 * X_{3,6} + 182.70 * X_{3,7} + 63.95 * X_{3,8} + 100.49 * X_{4,1} + 66.99 * X_{4,2} \\ & + 24.36 * X_{4,3} + 15.23 * X_{4,4} + 94.40 * X_{4,5} + 85.26 * X_{4,6} + 173.57 * X_{4,7} + 94.40 * X_{4,8} + 57.86 * X_{5,1} + \\ & 57.86 * X_{5,2} + 97.44 * X_{5,3} + 97.44 * X_{5,4} + 15.23 * X_{5,5} + 15.23 * X_{5,6} + 94.04 * X_{5,7} + 121.80 * X_{5,8} \\ & + 73.08 * X_{6,1} + 60.90 * X_{6,2} + 88.31 * X_{6,3} + 85.26 * X_{6,4} + 21.32 * X_{6,5} + 15.23 * X_{6,6} + 91.35 * X_{6,7} \\ & + 127.89 * X_{6,8} + 149.21 * X_{7,1} + 152.25 * X_{7,2} + 182.70 * X_{7,3} + 173.57 * X_{7,4} + 94.40 * X_{7,5} + \\ & 91.35 * X_{7,6} + 30.45 * X_{7,7} + 216.20 * X_{7,8} + 76.13 * X_{8,1} + 66.99 * X_{8,2} + 63.95 * X_{8,3} + 94.40 * X_{8,4} + \\ & 121.80 * X_{8,5} + 127.89 * X_{8,6} + 216.20 * X_{8,7} + 30.45 * X_{8,8} \end{aligned}$$

Sujeto a:

Restricciones de oferta o disponibilidad:

$$X_{1,1} + X_{1,2} + X_{1,3} + X_{1,4} + X_{1,5} + X_{1,6} + X_{1,7} + X_{1,8} \leq 7154$$

$$X_{2,1} + X_{2,2} + X_{2,3} + X_{2,4} + X_{2,5} + X_{2,6} + X_{2,7} + X_{2,8} \leq 1548$$

$$X_{3,1} + X_{3,2} + X_{3,3} + X_{3,4} + X_{3,5} + X_{3,6} + X_{3,7} + X_{3,8} \leq 7150$$

$$X_{4,1} + X_{4,2} + X_{4,3} + X_{4,4} + X_{4,5} + X_{4,6} + X_{4,7} + X_{4,8} \leq 7225$$

$$X_{5,1} + X_{5,2} + X_{5,3} + X_{5,4} + X_{5,5} + X_{5,6} + X_{5,7} + X_{5,8} \leq 1856$$

$$X_{6,1} + X_{6,2} + X_{6,3} + X_{6,4} + X_{6,5} + X_{6,6} + X_{6,7} + X_{6,8} \leq 1547$$

$$X_{7,1} + X_{7,2} + X_{7,3} + X_{7,4} + X_{7,5} + X_{7,6} + X_{7,7} + X_{7,8} \leq 7310$$

$$X_{8,1} + X_{8,2} + X_{8,3} + X_{8,4} + X_{8,5} + X_{8,6} + X_{8,7} + X_{8,8} \leq 23344.61$$

Restricciones de demanda:

$$X_{1,1} + X_{1,2} + X_{1,3} + X_{1,4} + X_{1,5} + X_{1,6} + X_{1,7} + X_{1,8} \geq 2228.55$$

$$X_{2,1} + X_{2,2} + X_{2,3} + X_{2,4} + X_{2,5} + X_{2,6} + X_{2,7} + X_{2,8} \geq 505.7$$

$$X_{3,1} + X_{3,2} + X_{3,3} + X_{3,4} + X_{3,5} + X_{3,6} + X_{3,7} + X_{3,8} \geq 438.95$$

$$X_{4,1} + X_{4,2} + X_{4,3} + X_{4,4} + X_{4,5} + X_{4,6} + X_{4,7} + X_{4,8} \geq 1031$$

$$X_{5,1} + X_{5,2} + X_{5,3} + X_{5,4} + X_{5,5} + X_{5,6} + X_{5,7} + X_{5,8} \geq 454.15$$

$$X_{6,1} + X_{6,2} + X_{6,3} + X_{6,4} + X_{6,5} + X_{6,6} + X_{6,7} + X_{6,8} \geq 554.4$$

$$X_{7,1} + X_{7,2} + X_{7,3} + X_{7,4} + X_{7,5} + X_{7,6} + X_{7,7} + X_{7,8} \geq 32005.45$$

$$X_{8,1} + X_{8,2} + X_{8,3} + X_{8,4} + X_{8,5} + X_{8,6} + X_{8,7} + X_{8,8} \geq 12292.8$$

Una vez declaradas las variables, la función objetivo y las restricciones relacionadas con el programa se procede a modelar el mismo a través del programa POM-SQ (Tabla 3.8), luego de correr el programa se obtienen los resultados que se muestran en la tabla 3.9 que se muestra a continuación:

Tabla 3.8: Resultados de la introducción de los datos al programa

	Cienfuegos	Palmira	Cruces	Lajas	Abreu	Rodas	Aguada	Cumanayagua	SUPPLY
Cienfuegos	30.45	36.54	85.26	100.485	54.81	73.08	149.205	76.125	7154
Palmira	36.54	15.225	51.765	66.99	57.855	60.9	152.25	66.99	1548
Cruces	85.26	51.765	15.225	24.36	97.44	88.305	182.7	63.945	7150
Lajas	100.485	66.99	24.36	15.225	94.395	85.26	173.565	94.395	7225
Abreu	57.855	57.855	97.44	97.44	15.225	15.225	94.395	121.8	1856
Rodas	73.08	60.9	88.305	85.26	21.315	15.225	91.35	127.89	1547
Aguada	149.205	152.25	182.7	173.565	94.395	91.35	30.45	216.195	7310
Cumanayagua	76.125	66.99	63.945	94.395	121.8	127.89	216.195	30.45	23344.61
DEMAND	2228.55	505.7	438.95	1031	454.15	554.4	32005.45	12292.8	

Tabla 3.9: Resultados del modelo para los elementos de piso

The screenshot shows a window titled "Transportation Results" with a sub-header "Elementos de piso solution". It displays a table with a solution value of \$4798418. The table lists supply and demand values for various municipalities: Cienfuegos, Palmira, Cruces, Lajas, Abreu, Rodas, Aguada, and Cumanayagua, along with a "Dummy" column. The data in the screenshot matches the data in Table 3.9.

Elementos de piso solution	Cienfuegos	Palmira	Cruces	Lajas	Abreu	Rodas	Aguadas	Cumanayagu	Dummy
solution value = \$4798418									
Cienfuegos					454.15		6699.85		
Palmira							1548		
Cruces			438.95			554.4	6156.65		
Lajas				1031			6194		
Abreu							1856		
Rodas							1547		
Aguada							7310		
Cumanayagua	2228.55	505.7					693.95	12292.8	7623.61

Los resultados obtenidos en la corrida del programa arrojan las distribuciones que se deben realizar entre los municipios con el fin de satisfacer las demandas. Un análisis del resultado del mismo evidencia que el municipio de Cienfuegos se autoabastece y abastece además al municipio de Abreus, el cuál pasa su producción al municipio de Aguada, mientras que la de Cruces se autoabastece y abastece al municipio de Rodas y sus producciones se deben mover completamente al municipio de Aguada. Es importante señalar que para satisfacer la demanda del municipio de Aguada de Pasajeros todos los municipios deben enviarle parte de sus producciones. Para este elemento de construcción con la propuesta realizada se logra la satisfacer la demanda de todos los municipios y sigue quedando una holgura en la producción ya que en el caso del municipio de Cumanayagua se queda con un nivel de producción que no se utiliza.

Modelo de transporte para la planificación de los elementos de techo

Sea x_{ij} : la cantidad de losas enviadas desde el municipio i al municipio j

Donde: $i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$ con $1 =$ Cienfuegos, $2 =$ Palmira, $3 =$ Cruces, $4 =$ Lajas, $5 =$ Abreu, $6 =$ Rodas, $7 =$ Aguada, $8 =$ Cumanayagua.

$j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$ con $1 =$ Cienfuegos, $2 =$ Palmira, $3 =$ Cruces, $4 =$ Lajas, $5 =$ Abreu, $6 =$ Rodas, $7 =$ Aguada, $8 =$ Cumanayagua.

La formulación del problema es: Minimizar el costo total de envío

	Cienfuegos	Palmira	Cruces	Lajas	Abreus	Rodas	Aguada	Cumanayagua
Cienfuegos	30.45	36.54	85.26	100.49	54.81	73.08	149.21	76.13
Palmira	36.54	15.23	51.77	66.99	57.86	60.90	152.25	66.99
Cruces	85.26	51.77	15.23	24.36	97.44	88.31	182.70	63.95
Lajas	100.49	66.99	24.36	15.23	94.40	85.26	173.57	94.40
Abreu	57.86	57.86	97.44	97.44	15.23	15.23	94.40	121.80
Rodas	73.08	60.90	88.31	85.26	21.32	15.23	91.35	127.89
Aguada	149.21	152.25	182.70	173.57	94.40	91.35	30.45	216.20
Cumanayagua	76.13	66.99	63.95	94.40	121.80	127.89	216.20	30.45

Función Objetivo: $Z_{\text{MIN}} = 30.45 \cdot X_{1,1} + 36.54 \cdot X_{1,2} + 85.26 \cdot X_{1,3} + 100.49 \cdot X_{1,4} + 54.18 \cdot X_{1,5} + 73.08 \cdot X_{1,6} + 149.21 \cdot X_{1,7} + 76.13 \cdot X_{1,8} + 36.54 \cdot X_{2,1} + 15.23 \cdot X_{2,2} + 51.77 \cdot X_{2,3} + 66.99 \cdot X_{2,4} + 57.86 \cdot X_{2,5} + 60.90 \cdot X_{2,6} + 152.25 \cdot X_{2,7} + 66.99 \cdot X_{2,8} + 85.26 \cdot X_{3,1} + 51.77 \cdot X_{3,2} + 15.23 \cdot X_{3,3} + 24.36 \cdot X_{3,4} + 97.44 \cdot X_{3,5} + 88.31 \cdot X_{3,6} + 182.70 \cdot X_{3,7} + 63.95 \cdot X_{3,8} + 100.49 \cdot X_{4,1} + 66.99 \cdot X_{4,2} + 24.36 \cdot X_{4,3} + 15.23 \cdot X_{4,4} + 94.40 \cdot X_{4,5} + 85.26 \cdot X_{4,6} + 173.57 \cdot X_{4,7} + 94.40 \cdot X_{4,8} + 57.86 \cdot X_{5,1} + 57.86 \cdot X_{5,2} + 97.44 \cdot X_{5,3} + 97.44 \cdot X_{5,4} + 15.23 \cdot X_{5,5} + 15.23 \cdot X_{5,6} + 94.04 \cdot X_{5,7} + 121.80 \cdot X_{5,8} + 73.08 \cdot X_{6,1} + 60.90 \cdot X_{6,2} + 88.31 \cdot X_{6,3} + 85.26 \cdot X_{6,4} + 21.32 \cdot X_{6,5} + 15.23 \cdot X_{6,6} + 91.35 \cdot X_{6,7} + 127.89 \cdot X_{6,8} + 149.21 \cdot X_{7,1} + 152.25 \cdot X_{7,2} + 182.70 \cdot X_{7,3} + 173.57 \cdot X_{7,4} + 94.40 \cdot X_{7,5} + 91.35 \cdot X_{7,6} + 30.45 \cdot X_{7,7} + 216.20 \cdot X_{7,8} + 76.13 \cdot X_{8,1} + 66.99 \cdot X_{8,2} + 63.95 \cdot X_{8,3} + 94.40 \cdot X_{8,4} + 121.80 \cdot X_{8,5} + 127.89 \cdot X_{8,6} + 216.20 \cdot X_{8,7} + 30.45 \cdot X_{8,8}$

Sujeto a:

Restricciones de oferta o disponibilidad:

$$X_{1,1} + X_{1,2} + X_{1,3} + X_{1,4} + X_{1,5} + X_{1,6} + X_{1,7} + X_{1,8} \leq 662$$

$$X_{2,1} + X_{2,2} + X_{2,3} + X_{2,4} + X_{2,5} + X_{2,6} + X_{2,7} + X_{2,8} \leq 32$$

$$X_{3,1} + X_{3,2} + X_{3,3} + X_{3,4} + X_{3,5} + X_{3,6} + X_{3,7} + X_{3,8} \leq 97$$

$$X_{4,1} + X_{4,2} + X_{4,3} + X_{4,4} + X_{4,5} + X_{4,6} + X_{4,7} + X_{4,8} \leq 134$$

$$X_{5,1} + X_{5,2} + X_{5,3} + X_{5,4} + X_{5,5} + X_{5,6} + X_{5,7} + X_{5,8} \leq 90$$

$$X_{6,1} + X_{6,2} + X_{6,3} + X_{6,4} + X_{6,5} + X_{6,6} + X_{6,7} + X_{6,8} \leq 138$$

$$X_{7,1} + X_{7,2} + X_{7,3} + X_{7,4} + X_{7,5} + X_{7,6} + X_{7,7} + X_{7,8} \leq 79.5$$

$$X_{8,1} + X_{8,2} + X_{8,3} + X_{8,4} + X_{8,5} + X_{8,6} + X_{8,7} + X_{8,8} \leq 236$$

Restricciones de demanda:

$$X_{1,1} + X_{1,2} + X_{1,3} + X_{1,4} + X_{1,5} + X_{1,6} + X_{1,7} + X_{1,8} \geq 661.5$$

$$X_{2,1} + X_{2,2} + X_{2,3} + X_{2,4} + X_{2,5} + X_{2,6} + X_{2,7} + X_{2,8} \geq 31.97$$

$$X_{3,1} + X_{3,2} + X_{3,3} + X_{3,4} + X_{3,5} + X_{3,6} + X_{3,7} + X_{3,8} \geq 96.5$$

$$X_{4,1} + X_{4,2} + X_{4,3} + X_{4,4} + X_{4,5} + X_{4,6} + X_{4,7} + X_{4,8} \geq 134$$

$$X_{5,1} + X_{5,2} + X_{5,3} + X_{5,4} + X_{5,5} + X_{5,6} + X_{5,7} + X_{5,8} \geq 89.5$$

$$X_{6,1} + X_{6,2} + X_{6,3} + X_{6,4} + X_{6,5} + X_{6,6} + X_{6,7} + X_{6,8} \geq 138$$

$$X_{7,1} + X_{7,2} + X_{7,3} + X_{7,4} + X_{7,5} + X_{7,6} + X_{7,7} + X_{7,8} \geq 80$$

$$X_{8,1} + X_{8,2} + X_{8,3} + X_{8,4} + X_{8,5} + X_{8,6} + X_{8,7} + X_{8,8} \geq 236$$

Una vez declaradas las variables, la función objetivo y las restricciones relacionadas con el programa se procede a modelar el mismo a través del programa POM-SQ (Tabla 3.10), luego de correr el programa se obtienen los resultados que se muestran en la tabla 3.11 que se muestra a continuación:

Tabla 3.10: Resultados de la introducción de los datos al programa

	Cienfuegos	Palmira	Cruces	Lajas	Abreu	Rodas	Aguada	Cumanaya...	SUPPLY
Cienfuegos	30.45	36.54	85.26	100.485	54.81	73.08	149.205	76.125	662
Palmira	36.54	15.225	51.765	66.99	57.855	60.9	152.25	66.99	32
Cruces	85.26	51.765	15.225	24.36	97.44	88.305	182.7	63.945	97
Lajas	100.485	66.99	24.36	15.225	94.395	85.26	173.565	94.395	134
Abreu	57.855	57.855	97.44	97.44	15.225	15.225	94.395	121.8	90
Rodas	73.08	60.9	88.305	85.26	21.315	15.225	91.35	127.89	138
Aguada	149.205	152.25	182.7	173.565	94.395	91.35	30.45	216.195	79.5
Cumanayagua	76.125	66.99	63.945	94.395	121.8	127.89	216.195	30.45	236
DEMAND	661.5	31.97	96.5	134	89.5	138	80	236	

Tabla 3.11: Resultados del modelo para los elementos de techo

solution value = \$37255.12	Cienfuegos	Palmira	Cruces	Lajas	Abreu	Rodas	Aguada	Cumanayagua	Dummy
Cienfuegos	661.5								.5
Palmira		31.97							.03
Cruces			96.5						.5
Lajas				134					0
Abreu					89.5	.5			0
Rodas						137.5	.5		
Aguada							79.5		
Cumanayagua								236	0

Al realizar un análisis de los resultados obtenidos en la corrida del programa se obtienen las distribuciones que se deben realizar entre los municipios con el fin de satisfacer las demandas. Analizando cada uno de ellos se puede evidenciar que el municipio de Abreus se autoabastece y abastece además al municipio de Aguada, la producción de Aguada se abastece al municipio de Rodas, el caso de los municipios de Cienfuegos, Palmira y Cruces no logran satisfacer la demanda de producciones de elementos de techo por lo cual hay que establecer estrategias para poder aumentar los niveles productivos.

Un análisis de las propuestas presentadas en cuanto a las distribuciones de los elementos de construcción objeto de estudio permiten planificar la distribución de los mismos de forma tal que se satisfaga la demanda al menor costo posible. En algunos municipios por cuestiones de capacidad el PLPVMC se debe trazar estrategias para el aumento de las

capacidades productivas locales y así poder satisfacer las demandas. En el anexo 12 se muestra una tabla con la representación del total de viajes que se han de realizar para la distribución de cada uno de los elementos constructivos en las diferentes localidades. Analizado el problema principal se aplica la herramienta 5W y 1H para el restante problema donde se establecen las acciones a desarrollar para la implementación de estas prioridades de mejora. En la Tabla 3.12 se muestra el plan de mejora.

Problema 2. Mala planificación de la transportación

Tabla 3.12. Propuesta plan de mejora.

Oportunidad de mejora: Establecer un sistema de distribución a partir de la planificación en la entrega de los pedidos					
Meta: Elaborar sistema de distribución para optimizar rutas.					
Responsable: CAM y CAP					
¿Qué?	¿Quién?	¿Cómo?	¿Por qué?	¿Dónde?	¿Cuándo?
Establecer rutas que permitan un mayor aprovechamiento del medio de transporte, ahorro de combustible y tiempo	Especialistas del PLPVMC en los municipios y en la provincia	Métodos de ruteo optimizando las rutas críticas.	Porque se optimiza el tiempo de entrega.	PLPVMC	A partir de que se haga el estudio

Fuente: Elaboración propia

3.4. Conclusiones del Capítulo.

Al término del presente Capítulo se arriban a las siguientes conclusiones:

1. El procedimiento para el diagnóstico de la cadena de suministro de los materiales de construcción implementa de los pasos 1 al 10. La utilización de las herramientas que se proponen permite pasar de una etapa a la otra obteniendo los resultados que garantizan diagnosticar la cadena.
2. Se selecciona los elementos de bloque, techo y piso para realizar la evaluación dado que es el más demandado por la población.
3. Se comprobó que el desaprovisionamiento en los puntos de venta está dado en gran medida por la falta de capacidad de los centros productivos para suplir la demanda de los bloques, viguetas y plaquetas de la población.
4. Se demostró que para el municipio de Rodas y Lajas no se logra satisfacer la demanda de bloques, por lo que el municipio de Cienfuegos lo aprovisiona. Los

restantes municipios logra satisfacer sus demandas mediante las distribuciones propuestas, en caso de los elementos de piso el municipio de Aguada no logra satisfacer la demanda para la población mientras el resto de los municipios se logra satisfacer la demanda y en los elementos de techo se manifestó que para los municipio de Cienfuegos, Palmira y Cruces no se logra satisfacer la demanda incluido el municipio de Aguada el cual aprovisiona. el municipio de Abreu Los restantes municipios logra satisfacer sus demandas mediante las distribuciones propuestas.



Conclusiones

Conclusiones generales.

1. El estudio bibliográfico permitió determinar la gestión de las cadenas de suministro como un factor clave y de competitividad en el sector empresarial.
2. Los procedimientos encontrados en la literatura no se adecuan a las necesidades de la investigación, de ahí la necesidad de diseñar un procedimiento para el diagnóstico de los materiales de construcción del PLPVMC de la provincia de Cienfuegos.
3. El procedimiento diseñado facilitó el diagnóstico de las cadenas de suministro de los elementos constructivo identificando las principales brechas dentro del PLPVMC de la provincia de Cienfuegos.
4. Los problemas fundamentales encontrados en la gestión de las cadenas de suministro se encuentran dados por la mala planificación en la distribución de las producciones hacia los centros de venta del MINCIN, mala planificación de la transportación.
5. Se comprobó que el desaprovechamiento en los puntos de venta está dado en gran medida por la falta de capacidad de los centros productivos para suplir la demanda de los elementos de bloque y plaqueta y viguetas.
6. Se evidenció que mediante las distribuciones propuestas se puede satisfacer la demanda de las producciones en aras de lograr la satisfacción de cliente.

Recomendaciones

Recomendaciones.

1. Poner en práctica las mejoras propuestas para las principales brechas del diagnóstico de la cadena de suministros de los elementos de materiales de la construcción.
2. Ampliar el estudio para los restantes grupos productos del PLPVMC de la provincia de Cienfuegos, considerando como fuente de retroalimentación el modelo de transporte para planificación de los elementos.
3. Extender la aplicación del procedimiento a otros PLPVMC a nivel nacional de modo que se puedan hacer estudios que permitan comparar el desempeño de estas.



Bibliografía

Bibliografía

- Acevedo Urquiaga, A. J. (2013). *Modelo de Gestión Colaborativa del Flujo Logístico*. La Habana.
- AlfallaLuque, R., & Wethaus, M. (2007). *Research Methodologies in Supply Chain Management*.
- Alfaro Saiz, J. J., & Ortiz Bas, Á. (2004). La medición del rendimiento en el ámbito de la cadena de suministro.
- Antunes, B., & Monge, C. (2013). Diagnóstico de la Cadena de Fibras Sintéticas -Ropa Deportiva En El Salvador.
- ARANGO-SERNA, M. D., ADARME-JAIMES, W., & ZAPATA-CORTES, J. A. (2013). INVENTARIOS COLABORATIVOS EN LA OPTIMIZACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTROS.
- Avraham Y, G. (2009). *The Theory of Constraints and Thinking Processes*. Retrieved from: <http://www.goldratt.com/pdfs/toctpwp.pdf>
- Bautista Santos, H., Martínez Flores, J. L., Sánchez Galván, F., & Sablón Cossío, N. (2004). Propuesta metodológica para el diseño de modelo matemático basado en lógica difusa que determine el nivel de planificación colaborativa en cadenas de suministro.
- Calderón Lama, J. L., & Cruz Lario Este, F. (2005). Análisis del modelo SCOR para la Gestión de la Cadena de Suministro.
- Capó Vicedo, J., Expósito Langa, M., & Tomás Miquel, J. (2005). La importancia de la gestión del conocimiento en la cadena de suministro de la construcción.
- Carter, C. R., Rogers, D. S., & Choi, T. Y. (2015). *Toward the Theory of the Supply Chain*, 51.
- Conde Jiménez Collado, J. (2005). Selección de la cadena de suministro utilizando métodos multicriterio.
- Cortés Iglesias, M. (2005). *Generalidades sobre Metodología de la Investigación. México: UNACAR*.
- Dettmer, W. (1997). *Goldratt's Theory of Constraints: a Systems Approach to Continuous Improvement*. Retrieved from: <http://books.google.com.co>
- Feng, Y. (2012). Sistema dinámica hacer un modelo para la información de cadena de suministro *Compartimiento*, 25, 1463 – 1469.
- García, L. I. G. C., Muñoz Porcar, A., & Rosell Martínez, J. (n.d.). *Logística y cadena de suministro: líneas de investigación actuales*.
- Gigola, C. (2001). Los efectos de una mala sincronización de la Cadena de Suministro: *Escuela de Negocios -2001*, 5.
- Gómez Acosta, M. I., Acevedo Suárez, J. A., & López Joy, T. (2015). *Cadena de suministro. Materiales para el estudio*.

- Gómez-Acosta, M. I., Acevedo-Suárez, J. A., Pardillo-Baez, Y., López-Joy, T., & Lopes-Martínez, I. (2012). Caracterización de la Logística y las Redes de Valor en empresas cubanas en Perfeccionamiento Empresarial, (2), 212-226.
- Hernández Morales, A., Mireles Torres, M., Landa Saá, Y., & Fernández Martínez, M. A. (2014). *HACIA UNA GESTIÓN CON ENFOQUE DE CADENA*. La Habana.
- H.Ronald, B. (2004). Administración de la Cadena de Suministro.
- Ivanov, D., Sokolov, B., &Kaeschel, J. (2009). A multi-structural framework for adaptive supply chain planning and operations control with structure dynamics consideration.
- Jurburg, D., &Tanco, M. (2012). Diagnóstico de las cadenas de suministro de empresas uruguayas.
- Kordic, V. (2008). Supply Chain Theory and Applications.
- Lamberte., D. M., &Stoc, J. (2005). Strategic Logistics Management.
- M.Beamon, B. (1999). Designing the Green Supply Chain. *Junio 2005*, (12), 332-342.
- M.Lambert, D., Emmelhainz, M. A., & .Gardner, J. T. (1996). Developing and Implementing Supply Chain Partnerships, 7.
- Millares Ardaya, E., & Rojas Farfán, F. (2002). El Déficit Habitacional Cuantitativo Y Cualitativo.
- Montoya-Torres, J. R., & Ortiz Vargas, D. (2011). Análís del concepto de colaboración en la cadena de suministro: Una revisión de la literatura científica.
- Ribas Vila, I., & Companys Pascual, R. (2006). Estado del arte de la Planificación Colaborativa en la Cadena de Suministro: Contexto Determinista e Incierto.
- Rivera Colina, Y. A. (2012). *MEJORA DEL DISEÑO DE LOS PROCESOS LOGÍSTICOS CON ENFOQUE DE CADENAS DE SUMINISTROS EN LA UEB COMERCIALIZADORA DE PRODUCTOS AGROPECUARIOS CIENFUEGOS*.
- Sablón Cossío, N. (2014). *Modelo de Planificación Colaborativa Estratégica en Cadenas de Suministro*. Matanzas.
- Salazar, F., Cavazos, J., & Martínez, J. L. (2011). Metodología basada en el Modelo de Referencia para Cadenas de Suministro para Analizar el Proceso de producción de Biodiesel a partir de Higuierilla, 23(1), 47-56.
- Sokolov, B., &Ivanov, D. (2010). Producción, Manufacturing and Logistics, (2), 409–420.
- Stadtle, H. (2004). Supply chain management and advanced planning—basics, overview and challenges, 163, 575-588.
- T. Mentzer, J., DeWitt, W., S. Keebler, J., Min, S., W. Nix, N., D. Smith, C., & G. Zacharia, Z. (2001). DEFINING SUPPLY CHAIN MANAGEMENT, 22, 37.
- Torres Valdivieso, S., & García Cáceres, R. G. (2008). Formas de gobernación de la cadena de abastecimiento, 35, 65-91.
- Vallet-Bellmunt 1 UniversitatJaume, T. (2009). Las relaciones en la cadena de suministro no son tan peligrosas.

- Vanegas, Y. L. (2012). Aplicación de la Teoría de Restricciones en la Gestión de la Seguridad del Paciente. Retrieved from:
<http://repository.urosario.edu.co/bitstream/10336/4312/1/53043159-2013.pdf>
- VENTURA, E., & GIMENEZ, C. (2014). THEIR IMPACT ON PERFORMANCE.
- Vidal Herrera), G. (2014). Análisis de Modelos de Planificación Colaborativa en la Cadena de Suministros: Una Revisión de la Literatura.
- Piñeiro, G. F. (2009). Aproximación al sistema de indicadores de calidad de la vida urbana. *Investigación y Espacio*, 32, 281–299.
- Pino, L. J. (2012). *Propuesta de un Índice de Calidad de Vida Urbana para las capitales provinciales de Cuba* (Tesis de Maestría). Universidad de Cienfuegos. Cienfuegos.
- Rodríguez, B. (2014). *Modelo de dirección estratégica basado en la administración de riesgos para la integración del sistema de dirección de la empresa*. (Tesis Doctoral). Universidad de Cienfuegos. Cienfuegos.



Anexos

Anexos.**Anexo 1: Modelos/procedimientos de las Cadenas de Suministro.**

Modelos	Objetivos	Desventajas
SCOR	Es útil para identificar, medir, reorganizar y mejorar los procesos de la cadena de suministro.	Es un modelo que se basa en el benchmarking, no se puede aplicar satisfactoriamente por el recelo a compartir información.
SIDISC	Metodología teórica- práctica para el diagrama de la CS (Uruguay).	Está basado en una serie de cuestionarios para el diagnóstico de sus diferentes fases que fue imposible obtener debido a que en el artículo de cual se estudia el modelo solo se hace referencia a los instrumentos y no cuenta con los mismos.
Metodología de la CEPAL de la Cadena de Valor	Fortalecer la cadena de valor a través del diseño de estrategias participativas a nivel de actores.	No procede con el objetivo de la investigación
Modelo de Referencia de la LOGESPRO	Permite el diagnóstico del estado de las cadenas de suministro, se encuentra estructurado en 15 módulos	Por el nivel técnico que presenta el modelo no fue posible la aplicación de dicha guía, para el mismo se requería de una preparación más profunda de una parte del equipo de trabajo conformado, que por cuestiones de tiempo no se pudo realizar.
Modelo de Capacidad de maduración	Engloba diferentes etapas mediante las cuales una CS pasa de un contexto inmaduro a uno maduro en cuanto a la comprensión y gestión de sus procesos.	No se ajusta con el objetivo de la investigación
Modelo de Diseño de Nodos de	Herramienta para diseñar los nodos de integración a partir	No se ajusta con el objetivo de la investigación

Integración en las Cadenas de Suministro	de los parámetros e indicadores que se emplean, para la formalización de las relaciones entre actores en un contrato, además posibilita identificar el nodo de integración que será diseñado.	
Seamless supply chain management model for construction	Modelo de integración para la gestión de la cadena de suministro de la construcción	No se ajusta con el objetivo de la investigación

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2 Determinación la competencia de los especialistas:

El coeficiente de competencia de los expertos, según exponen Cortés e Iglesias (2005), se calcula a partir de la aplicación del cuestionario general que se muestra en el Anexo No. y la fórmula siguiente:

$$K \text{ comp.} = \frac{1}{2} (Kc + Ka)$$

Donde:

Kc: Coeficiente de Conocimiento: Se obtiene multiplicando la autovaloración del propio experto sobre sus conocimientos del tema en una escala del 0 al 10, por 0,1. **Ka:** Coeficiente de Argumentación: Es la suma de los valores del grado de influencia de cada una de las fuentes de argumentación con respecto a una tabla patrón, se emplea en esta investigación la Tabla 2.

Tabla 2: Tabla patrón para el cálculo de Ka.

Fuente: (Cortés e Iglesias, 2005)

Fuentes de Argumentación	Alto	Medio	Bajo
Análisis Teóricos realizados por usted	0.3	0.2	0.1
Experiencia obtenida	0.5	0.4	0.2
Trabajos de autores nacionales que conoce	0.05	0.04	0.03
Trabajos de autores extranjeros que conoce	0.05	0.04	0.03
Conocimientos propios sobre el estado del tema	0.05	0.04	0.03
Su intuición	0.05	0.04	0.03

Dados los coeficientes Kc y Ka se calcula para cada experto el valor del coeficiente de competencia K comp siguiendo los criterios siguientes:

La competencia del experto es ALTA si $K \text{ comp} > 0.8$

La competencia del experto es MEDIA si $0.5 < K \text{ comp} \leq 0.8$

La competencia del experto es BAJA si $K \text{ comp} \leq 0.5$

Se eligen los expertos de entre los auto evaluados de alta competencia. Los expertos seleccionados no deben conocer a los restantes que fueron escogidos, todo debe ser hecho en forma individual, el método mantiene el anonimato lo que permite conocer las valoraciones personales de cada uno sin ser intercambiadas o consultadas con los otros.

ANEXO 3: CUESTIONARIO BASE PARA LA DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE COMPETENCIA DE CADA EXPERTO

Fuente: (Cortés e Iglesias, 2005)

Nombre y Apellidos:

1- Autoevalúe en una escala de 0 a 10 sus conocimientos sobre el tema que se estudia.

___0

___1

___2

___3

___4

___5

___6

—

Fuentes de Argumentación	Alto	Medio	Bajo
Análisis Teóricos realizados por usted			
Experiencia obtenida			
Trabajos de autores nacionales que conoce			
Trabajos de autores extranjeros que conoce			
Conocimientos propios sobre el estado del tema			
Su intuición			

Anexo 4 Métodos para la realización de la tormenta de ideas.

Fuente: Curbelo (2013)

Variantes	¿Cómo se utiliza?
<p>Rueda libre (No estructurado o flujo libre)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Escoger a alguien para que sea el facilitador y apunte las ideas. 2. Escribir en la pizarra una frase que represente el problema y el asunto de discusión. 3. Escribir cada idea en el menor número de palabras posible. Verificar con la persona que hizo la contribución cuando se está repitiendo la idea. No interpretar o cambiar las ideas. 4. Llegar a conclusiones.
<p>Round-Robin (Estructurada o en círculo)</p>	<p>La diferencia consiste en que cada miembro del equipo presenta sus ideas en un formato ordenado. Por ejemplo: de izquierda a derecha. No hay problema si un miembro del equipo cede su turno si no tiene una idea en ese instante.</p>
<p>Tira de papel (Lluvia de ideas escrita o silenciosa)</p>	<p>Los participantes piensan las ideas pero registran en un papel sus ideas en silencio.</p>

Anexo 5. Análisis de modo y efectos de fallos.

Fuente: Elaboración Propia

No	Fallo	Efecto	Sev	Causas	OOC	Control	EDT	RPM
1	Entregas tardías de los insumos a los centros productivos	Incumplimiento de los planes de producción de los centros productivos	4	Mala planificación de la transportación	6	Estudiar una correcta planificar del transporte	7	168
			5	Mala planificación de las producciones	3	Estudiar una correcta planificación de las producciones	6	90
			7	Los insumos se entregan fuera de fecha a los centros productivos	5	Calcular el tiempo de reaprovisionamiento de los centros productivos	8	280
2	Incumplimiento de la demanda	Incumplimiento de los planes de producción de los centros productivos	9	Desconocimiento de la demanda, ya que no se realizan estudios de demanda y esta se planifica según la capacidad de los centros productivos	9	Realizar estudios de demanda en función de la demanda de la población	10	810
3	Mala Calidad del producto	Cliente insatisfecho	3	Desajustes en los equipos de producción	6	Buscar estrategias de desarrollo local que potencien las inversiones de los equipos del PLPVMC	4	44
			5	Incumplimiento de las normas de producción	7	Capacitar y controlar por el cumplimiento de las normas de producción	8	280
			2	Mala calidad de los insumos	7	Velar por la calidad de los insumos e Identificar a los mejores proveedores	8	112
4	Inadecuado almacenamiento	Deterioro en las producciones	4	Desconocimiento e incumplimiento de las normas de almacenamiento	3	Capacitar y controlar por el cumplimiento de las normas	3	36

					almacenamiento		
			7	Incorrecta manipulación de los productos en almacén	8	Capacitar en el cumplimiento de las normas de almacenamiento	3 168
			6	Incorrecta utilización de equipos de manipulación	5	Capacitar en el tema de manipulación de materiales	2 60
5	Incorrecta transportación	Provoca deterioro en la calidad de las producciones	4	Desconocimiento e incumplimiento de las normas de transportación	7	Controlar por el cumplimiento de las normas de transportación	7 196
			8	Los carros se hallan en mal estado técnico	8	Garantizar que el transporte cumpla con los requerimientos técnicos para su funcionamiento	6 384
			9	Existencia de pocos carros para la transportación	7	Hacer un estudio de la necesidad de medios de transporte	7 441
6	Inadecuada planificación de la distribución	Mal abastecimiento de los puntos de venta	8	Los puntos de ventas son abastecidos según las capacidades de los municipios y no teniendo en cuenta las distancias	9	Hacer un estudio de la asignación de las producciones en municipios para satisfacer la demanda	10 720
7	Reaprovisionamiento de los puntos de ventas	Mal abastecimiento de los puntos de venta	4	Mala planificación de la transportación	6	Estudiar una correcta planificación del transporte	7 168
			4	Mala planificación del reaprovisionamiento	3	Establecer un sistema de reaprovisionamiento	7 84

Anexo 6: Niveles de producción de los elementos constructivos por centro productivo.

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos PLPVMC

Elementos de bloque de hormigón

PRODUCTO	Capacidades productivas			
	Unidad	EPMC	MINAG	Total
Bloques de hormigón 40x20x10 cm	MU	1218,00	275,40	1493,40
Bloques de hormigón 40x20x15 cm	MU	1157,50	221,40	1378,90
Bloques de hormigón 40x20x20 cm	MU	5,43	10,00	15,43
Total		2380,93	506,80	2887,73

Elementos de techo

PRODUCTO	Capacidades productivas			
	Unidad	EPMC	MINAG	Total
Viguetas hormigón 3.60 m	m ²	9,97	2,56	12,53
Viguetas hormigón 4.10 m	m ²	2,01	1,17	3,18
Plaquetas hormigón	m ²	56,86	21,07	77,93
Tejas Tevi	m ²	1,57	4,53	6,1
Total		70,41	29,32	99,73

Elementos de piso

PRODUCTO	Capacidades productivas			
	Unidad	EPMC	MINAG	Total
Losetas hidráulicas. (mosaicos) un color 25 x 25 cm	m ²	6620,00	3,83	6623,83
Losetas hidráulicas. (mosaicos) jaspe 25 x 25 cm	m ²	4170,00	4,33	4174,33
Losetas hidráulicas. (mosaicos) 2 colores 25 x 25 cm	m ²	6150,00	3,37	6153,37
Losetas hidráulicas. (mosaicos) coloniales 25 x 25 cm	m ²	1810,00	0,83	1810,83
Losetas hidráulicas (tochos)	m ²	1250,00	0,50	1250,50
Losetas hidráulicas (0,8 x 25 cm)	m ²	600,00	0,33	600,33
Pasos de escalera 25 x 30 cm	m ²	2350,00	0,67	2350,67
Baldosas de terrazo de 25 x 25 cm	m ²	200,00	0,00	200,00
Baldosas de terrazo de 30 x 30 cm	m ²	660,00	0,00	660,00
Baldosas de terrazo de 40 x 40 cm	m ²	1490,00	0,00	1490,00
Baldosas de terrazo(0,8 x 30 cm)	m ²	0,00	0,00	0,00
Losa canal hormigón	MU	1,94	0,00	1,94
Losa hexagonal de hormigón.	MU	4,45	8,00	12,45
Total		25306,39	21,87	25328,256

Anexo 7: Niveles de producción de los elementos constructivos por municipio

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos PLPVMC

Elementos de bloque de hormigón.

PRODUCCIONES	UM	Provincia	Aguada	Rodas	Palmira	Lajas	Cruces	Cumanayagua	Cienfuegos	Abreus
Bloques de hormigón 40x20x10 cm	MU	1726,80	93,40	140,00	130,00	118,00	148,00	530,60	386,00	180,80
Bloques de hormigón 40x20x15 cm	MU	1489,60	359,70	140,00	117,00	152,00	44,00	196,70	306,50	173,70
Bloques de hormigón 40x20x20 cm	MU	20,83	5,52	0,10	0,13	0,10	0,10	5,10	4,68	5,10

Elementos de techo

PRODUCCIONES	UM	Provincia	Aguada	Rodas	Palmira	Lajas	Cruces	Cumanayagua	Cienfuegos	Abreus
Viguetas hormigón 3.60 m	m ²	14,66	2,52	0,30	2,40	1,20	1,20	3,64	1,20	2,20
Viguetas hormigón 4.10 m	m ²	0,72	0,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,20	0,00
Plaquetas hormigón	m ²	79,00	18,60	3,60	11,20	4,20	4,20	18,60	5,84	12,76
Tejas Tevi	m ²	20,80	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60

Anexo 7: Continuación

Elementos de piso

PRODUCCIONES	UM	Provincia	Aguada	Rodas	Palmira	Lajas	Cruces	Cumanayagua	Cienfuegos	Abreus
Losetas hidráulicas. (mosaicos) un color 25 x 25 cm	m ²	6,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	0,00	0,00
Losetas hidráulicas. (mosaicos) jaspe 25 x 25 cm	m ²	8,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	0,00	0,00
Losetas hidráulicas. (mosaicos) 2 colores 25 x 25 cm	m ²	6,69	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,69	0,00	0,00
Losetas hidráulicas. (mosaicos) coloniales 25 x 25 cm	m ²	2,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
Losetas hidráulicas (tochos)	m ²	3,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00
Losetas hidráulicas (0,8 x 25 cm)	m ²	0,70	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00
Pasos de escalera 25 x 30 cm	m ²	0,70	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00
Baldosas de terrazo de 25 x 25 cm	m ²	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Baldosas de terrazo de 30 x 30 cm	m ²	2,53	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,53
Baldosas de terrazo de 40 x 40 cm	m ²	3,07	1,07	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Baldosas de terrazo(0,8 x 30 cm)	m ²	1,40	0,00	0,60	0,20	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00
Losa canal hormigón	MU	2,31	0,05	0,05	0,05	0,05	0,00	1,82	0,24	0,05
Losa hexagonal de hormigón.	MU	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Anexo 8 Costo de Transportación

Fuente: Elaboración Propia

Distancia entre los municipios (Km)

	Cienfuegos	Palmira	Cruces	Lajas	Abreus	Rodas	Aguada	Cumanayagua
Cienfuegos	10	12	28	33	18	24	49	25
Palmira	12	5	17	22	19	20	50	22
Cruces	28	17	5	8	32	29	60	21
Lajas	33	22	8	5	31	28	57	31
Abreu	19	19	32	32	5	5	31	40
Rodas	24	20	29	28	7	5	30	42
Aguada	49	50	60	57	31	30	10	71
Cumanayagua	25	22	21	31	40	42	71	10

Consumo de combustible por viaje

	Cienfuegos	Palmira	Cruces	Lajas	Abreus	Rodas	Aguada	Cumanayagua
Cienfuegos	35,00	42,00	98,00	115,50	63,00	84,00	171,50	87,50
Palmira	42,00	17,50	59,50	77,00	66,50	70,00	175,00	77,00
Cruces	98,00	59,50	17,50	28,00	112,00	101,50	210,00	73,50
Lajas	115,50	77,00	28,00	17,50	108,50	98,00	199,50	108,50
Abreu	66,50	66,50	112,00	112,00	17,50	17,50	108,50	140,00
Rodas	84,00	70,00	101,50	98,00	24,50	17,50	105,00	147,00
Aguada	171,50	175,00	210,00	199,50	108,50	105,00	35,00	248,50
Cumanayagua	87,50	77,00	73,50	108,50	140,00	147,00	248,50	35,00

Anexo.8.
Continuación

Costo de un viaje									
	Cienfuegos	Palmira	Cruces	Lajas	Abreus	Rodas	Aguada	Cumanayagua	Capacidad
Cienfuegos	30,45	36,54	85,26	100,49	54,81	73,08	149,21	76,13	697,18
Palmira	36,54	15,23	51,77	66,99	57,86	60,90	152,25	66,99	247,13
Cruces	85,26	51,77	15,23	24,36	97,44	88,31	182,70	63,95	192,10
Lajas	100,49	66,99	24,36	15,23	94,40	85,26	173,57	94,40	270,10
Abreu	57,86	57,86	97,44	97,44	15,23	15,23	94,40	121,80	359,60
Rodas	73,08	60,90	88,31	85,26	21,32	15,23	91,35	127,89	280,10
Aguada	149,21	152,25	182,70	173,57	94,40	91,35	30,45	216,20	458,62
Cumanayagua	76,13	66,99	63,95	94,40	121,80	127,89	216,20	30,45	732,40

Anexo 9 Demanda Reales de las Nuevas Construcciones y Acciones Constructivas por tipo elemento constructivo (Piso)

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos PLPVMC.

AGUADA	Cantidad de viviendas nuevas	m ² piso	índice por viviendas del elemento(LOSAS)	Demanda total de "losetas" para viviendas nuevas	Cantidad de acciones constructivas	índice por viviendas del elemento m ²	Demanda total de "losetas" para acciones constructivas
Losetas hidrául. (mosaicos) un color 25 x 25 cm	25	80	16	32000	109	0,05	5,45
Losetas hidrául. (mosaicos) jaspe 25 x 25 cm			16	32000		0,05	5,45
Losetas hidrául. (mosaicos) 2 colores 25 x 25 cm			16	32000		0,05	5,45
Losetas hidrául. (mosaicos) coloniales 25 x 25 cm			16	32000		0,05	5,45
Losetas hidráulicas (tochos)			16	32000		0,05	5,45
Losetas hidráulicas (0,8 x 25 cm)			16	32000		0,05	5,45
Pasos de escalera 25 x 30 cm			16	32000		0,05	5,45
Baldosas de terrazo de 25 x 25 cm			9	225		0,05	5,45
Baldosas de terrazo de 30 x 30 cm			9	225		0,05	5,45
Baldosas de terrazo de 40 x 40 cm			9	225		0,05	5,45
Baldosas de terrazo(0,8 x 30 cm)			9	225		0,05	5,45
Losa canal hormigón			9	225		0,05	5,45
RODAS							
	Cantidad de viviendas nuevas	m ² piso	índice por viviendas del elemento(LOSAS)	Demanda total de "losetas" para viviendas nuevas	Cantidad de acciones constructivas	índice por viviendas del elemento m ²	Demanda total de "losetas" para acciones constructivas
Losetas hidrául. (mosaicos) un color 25 x 25 cm	34	80	16	544	208	0,05	10,4
Losetas hidrául. (mosaicos) jaspe 25 x 25 cm			16	544		0,05	10,4
Losetas hidrául. (mosaicos) 2 colores 25 x 25 cm			16	544		0,05	10,4
Losetas hidrául. (mosaicos) coloniales 25 x 25 cm			16	544		0,05	10,4
Losetas hidráulicas (tochos)			16	544		0,05	10,4
Losetas hidráulicas (0,8 x 25 cm)			16	544		0,05	10,4
Pasos de escalera 25 x 30 cm			16	544		0,05	10,4
Baldosas de terrazo de 25 x 25 cm			9	306		0,05	10,4
Baldosas de terrazo de 30 x 30 cm			9	306		0,05	10,4
Baldosas de terrazo de 40 x 40 cm			9	306		0,05	10,4
Baldosas de terrazo(0,8 x 30 cm)			9	306		0,05	10,4
Losa canal hormigón			9	306		0,05	10,4

Anexo 9. Continuación

CIENTUEGOS	Cantidad de viviendas nuevas	m ² piso	índice por viviendas del elemento(LOSAS)	Demanda total de "losetas" para viviendas nuevas	Cantidad de acciones constructivas	índice por viviendas del elemento m ²	Demanda total de "losetas" para acciones constructivas
Losetas hidrául. (mosaicos) un color 25 x 25 cm	136	80	16	2176	1051	0,05	52,55
Losetas hidrául. (mosaicos) jaspe 25 x 25 cm			16	2176		0,05	52,55
Losetas hidrául. (mosaicos) 2 colores 25 x 25 cm			16	2176		0,05	52,55
Losetas hidrául. (mosaicos) coloniales 25 x 25 cm			16	2176		0,05	52,55
Losetas hidráulicas (tochos)			16	2176		0,05	52,55
Losetas hidráulicas (0,8 x 25 cm)			16	2176		0,05	52,55
Pasos de escalera 25 x 30 cm			16	2176		0,05	52,55
Baldosas de terrazo de 25 x 25 cm			9	1224		0,05	52,55
Baldosas de terrazo de 30 x 30 cm			9	1224		0,05	52,55
Baldosas de terrazo de 40 x 40 cm			9	1224		0,05	52,55
Baldosas de terrazo(0,8 x 30 cm)			9	1224		0,05	52,55
Losa canal hormigón			9	1224		0,05	52,55
ABREUS			Cantidad de viviendas nuevas	m ² piso	índice por viviendas del elemento(LOSAS)	Demanda total de "losetas" para viviendas nuevas	Cantidad de acciones constructivas
Losetas hidrául. (mosaicos) un color 25 x 25 cm	28	80	16	448	123	0,05	6,15
Losetas hidrául. (mosaicos) jaspe 25 x 25 cm			16	448		0,05	6,15
Losetas hidrául. (mosaicos) 2 colores 25 x 25 cm			16	448		0,05	6,15
Losetas hidrául. (mosaicos) coloniales 25 x 25 cm			16	448		0,05	6,15
Losetas hidráulicas (tochos)			16	448		0,05	6,15
Losetas hidráulicas (0,8 x 25 cm)			16	448		0,05	6,15
Pasos de escalera 25 x 30 cm			16	448		0,05	6,15
Baldosas de terrazo de 25 x 25 cm			9	252		0,05	6,15
Baldosas de terrazo de 30 x 30 cm			9	252		0,05	6,15
Baldosas de terrazo de 40 x 40 cm			9	252		0,05	6,15
Baldosas de terrazo(0,8 x 30 cm)			9	252		0,05	6,15
Losa canal hormigón			9	252		0,05	6,15

Anexo 9. Continuación

AGUADA	Cantidad de viviendas nuevas	m ² piso	índice por viviendas del elemento (LOSAS)	Demanda total de "losetas" para viviendas nuevas	Cantidad de acciones constructivas	índice por viviendas del elemento m ²	Demanda total de "losetas" para acciones constructivas
Losetas hidrául. (mosaicos) un color 25 x 25 cm	25	80	16	32000	109	0,05	5,45
Losetas hidrául. (mosaicos) jaspe 25 x 25 cm			16	32000		0,05	5,45
Losetas hidrául. (mosaicos) 2 colores 25 x 25 cm			16	32000		0,05	5,45
Losetas hidrául. (mosaicos) coloniales 25 x 25 cm			16	32000		0,05	5,45
Losetas hidráulicas (tochos)			16	32000		0,05	5,45
Losetas hidráulicas (0,8 x 25 cm)			16	32000		0,05	5,45
Pasos de escalera 25 x 30 cm			16	32000		0,05	5,45
Baldosas de terrazo de 25 x 25 cm			9	225		0,05	5,45
Baldosas de terrazo de 30 x 30 cm			9	225		0,05	5,45
Baldosas de terrazo de 40 x 40 cm			9	225		0,05	5,45
Baldosas de terrazo(0,8 x 30 cm)			9	225		0,05	5,45
Losa canal hormigón			9	225		0,05	5,45
RODAS							
	Cantidad de viviendas nuevas	m ² piso	índice por viviendas del elemento (LOSAS)	Demanda total de "losetas" para viviendas nuevas	Cantidad de acciones constructivas	índice por viviendas del elemento m ²	Demanda total de "losetas" para acciones constructivas
Losetas hidrául. (mosaicos) un color 25 x 25 cm	34	80	16	544	208	0,05	10,4
Losetas hidrául. (mosaicos) jaspe 25 x 25 cm			16	544		0,05	10,4
Losetas hidrául. (mosaicos) 2 colores 25 x 25 cm			16	544		0,05	10,4
Losetas hidrául. (mosaicos) coloniales 25 x 25 cm			16	544		0,05	10,4
Losetas hidráulicas (tochos)			16	544		0,05	10,4
Losetas hidráulicas (0,8 x 25 cm)			16	544		0,05	10,4
Pasos de escalera 25 x 30 cm			16	544		0,05	10,4
Baldosas de terrazo de 25 x 25 cm			9	306		0,05	10,4
Baldosas de terrazo de 30 x 30 cm			9	306		0,05	10,4
Baldosas de terrazo de 40 x 40 cm			9	306		0,05	10,4
Baldosas de terrazo(0,8 x 30 cm)			9	306		0,05	10,4
Losa canal hormigón			9	306		0,05	10,4

Anexo 9 .Continuación

PALMIRA	Cantidad de viviendas nuevas	m ² piso	índice por viviendas del elemento(LOSAS)	Demanda total de "losetas" para viviendas nuevas	Cantidad de acciones constructivas	índice por viviendas del elemento m ²	Demanda total de "losetas" para acciones constructivas
Losetas hidrául. (mosaicos) un color 25 x 25 cm	31	80	16	496			9,7
Losetas hidrául. (mosaicos) jaspe 25 x 25 cm			16	496	194	0,05	9,7
Losetas hidrául. (mosaicos) 2 colores 25 x 25 cm			16	496			9,7
Losetas hidrául. (mosaicos) coloniales 25 x 25 cm			16	496			9,7
Losetas hidráulicas (tochos)			16	496			9,7
Losetas hidráulicas (0,8 x 25 cm)			16	496			9,7
Pasos de escalera 25 x 30 cm			16	496			9,7
Baldosas de terrazo de 25 x 25 cm			9	279			9,7
Baldosas de terrazo de 30 x 30 cm			9	279			9,7
Baldosas de terrazo de 40 x 40 cm			9	279			9,7
Baldosas de terrazo(0,8 x 30 cm)			9	279			9,7
Losa canal hormigón			9	279			9,7
LAJAS							
	Cantidad de viviendas nuevas	m ² piso	índice por viviendas del elemento(LOSAS)	Demanda total de "losetas" para viviendas nuevas	Cantidad de acciones constructivas	índice por viviendas del elemento m ²	Demanda total de "losetas" para acciones constructivas
Losetas hidrául. (mosaicos) un color 25 x 25 cm	64	80	16	1024	140	0,05	7
Losetas hidrául. (mosaicos) jaspe 25 x 25 cm			16	1024		0,05	7
Losetas hidrául. (mosaicos) 2 colores 25 x 25 cm			16	1024		0,05	7
Losetas hidrául. (mosaicos) coloniales 25 x 25 cm			16	1024		0,05	7
Losetas hidráulicas (tochos)			16	1024		0,05	7
Losetas hidráulicas (0,8 x 25 cm)			16	1024		0,05	7
Pasos de escalera 25 x 30 cm			16	1024		0,05	7
Baldosas de terrazo de 25 x 25 cm			9	576		0,05	7
Baldosas de terrazo de 30 x 30 cm			9	576		0,05	7
Baldosas de terrazo de 40 x 40 cm			9	576		0,05	7
Baldosas de terrazo(0,8 x 30 cm)			9	576		0,05	7
Losa canal hormigón			9	576		0,05	7

Anexo 9 .Continuación

CRUCES	Cantidad de viviendas nuevas	m ² piso	índice por viviendas del elemento(LOSAS)	Demanda total de "losetas" para viviendas nuevas	Cantidad de acciones constructivas	índice por viviendas del elemento m ²	Demanda total de "losetas" para acciones constructivas
Losetas hidrául. (mosaicos) un color 25 x 25 cm	27	80	16	432	139	0,05	6,95
Losetas hidrául. (mosaicos) jaspe 25 x 25 cm			16	432		0,05	6,95
Losetas hidrául. (mosaicos) 2 colores 25 x 25 cm			16	432		0,05	6,95
Losetas hidrául. (mosaicos) coloniales 25 x 25 cm			16	432		0,05	6,95
Losetas hidráulicas (tochos)			16	432		0,05	6,95
Losetas hidráulicas (0,8 x 25 cm)			16	432		0,05	6,95
Pasos de escalera 25 x 30 cm			16	432		0,05	6,95
Baldosas de terrazo de 25 x 25 cm			9	243		0,05	6,95
Baldosas de terrazo de 30 x 30 cm			9	243		0,05	6,95
Baldosas de terrazo de 40 x 40 cm			9	243		0,05	6,95
Baldosas de terrazo(0,8 x 30 cm)			9	243		0,05	6,95
Losa canal hormigón			9	243		0,05	6,95
CUMANAYAGUA							
	Cantidad de viviendas nuevas	m ² piso	índice por viviendas del elemento(LOSAS)	Demanda total de "losetas" para viviendas nuevas	Cantidad de acciones constructivas	índice por viviendas del elemento m ²	Demanda total de "losetas" para acciones constructivas
Losetas hidrául. (mosaicos) un color 25 x 25 cm	39	80	16	624	394	0,05	19,7
Losetas hidrául. (mosaicos) jaspe 25 x 25 cm			16	624		0,05	19,7
Losetas hidrául. (mosaicos) 2 colores 25 x 25 cm			16	624		0,05	19,7
Losetas hidrául. (mosaicos) coloniales 25 x 25 cm			16	624		0,05	19,7
Losetas hidráulicas (tochos)			16	624		0,05	19,7
Losetas hidráulicas (0,8 x 25 cm)			16	624		0,05	19,7
Pasos de escalera 25 x 30 cm			16	624		0,05	19,7
Baldosas de terrazo de 25 x 25 cm			9	351		0,05	19,7
Baldosas de terrazo de 30 x 30 cm			9	351		0,05	19,7
Baldosas de terrazo de 40 x 40 cm			9	351		0,05	19,7
Baldosas de terrazo(0,8 x 30 cm)			9	351		0,05	19,7
Losa canal hormigón			9	351		0,05	19,7

Anexo 10 Demanda Reales de las Nuevas Construcciones y Acciones Constructivas por tipo elemento constructivo (bloque)

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos PLPVMC.

AGUADA	Cantidad de viviendas nuevas	m ² piso	indice por viviendas del elemento	Demanda total de "elemento X" para viviendas nuevas	Cantidad de acciones constructivas	indice por viviendas del elemento	Demanda total de "elemento X" para acciones constructivas
Bloques hormigón de 40 x 20 x 10 cm	25	80	1400	35000	109	1200	130800
Bloques hormigón de 40 x 20 x 15 cm			1400	35000			130800
Bloques hormigón de 40 x 20 x 20 cm			1400	35000			130800
RODAS	Cantidad de viviendas nuevas	m ² piso	indice por viviendas del elemento	Demanda total de "elemento X" para viviendas nuevas	Cantidad de acciones constructivas	indice por viviendas del elemento	Demanda total de "elemento X" para acciones constructivas
Bloques hormigón de 40 x 20 x 10 cm	34	80	1400	47600	208	1200	249600
Bloques hormigón de 40 x 20 x 15 cm			47600	249600			
Bloques hormigón de 40 x 20 x 20 cm			47600	249600			
PALMIRA	Cantidad de viviendas nuevas	m ² piso	indice por viviendas del elemento	Demanda total de "elemento X" para viviendas nuevas	Cantidad de acciones constructivas	indice por viviendas del elemento	Demanda total de "elemento X" para acciones constructivas
Bloques hormigón de 40 x 20 x 10 cm	31	80	1400	43400	194	1200	232800
Bloques hormigón de 40 x 20 x 15 cm			1400	43400			232800
Bloques hormigón de 40 x 20 x 20 cm			1400	43400			232800

Anexo.10 (Continuación)

CIENTFUEGOS	Cantidad de viviendas nuevas	m ² piso	indice por viviendas del elemento	Demanda total de "elemento X" para viviendas nuevas	Cantidad de acciones constructivas	indice por viviendas del elemento	Demanda total de "elemento X" para acciones constructivas	Demanda total		
Bloques hormigón de 40 x 20 x 10 cm	136	80	1400	190400	282	1200	338400	338400		
Bloques hormigón de 40 x 20 x 15 cm			1400	190400					338400	
Bloques hormigón de 40 x 20 x 20 cm			1400	190400					338400	
LAJAS	Cantidad de viviendas nuevas	m ² piso	indice por viviendas del elemento	Demanda total de "elemento X" para viviendas nuevas	Cantidad de acciones constructivas	indice por viviendas del elemento	Demanda total de "elemento X" para acciones constructivas	Demanda total		
Bloques hormigón de 40 x 20 x 10 cm	64	80	1400	89600	1051	1200	1261200	1350800		
Bloques hormigón de 40 x 20 x 15 cm			1400	89600					1261200	1350800
Bloques hormigón de 40 x 20 x 20 cm			1400	89600					1261200	1350800
CRUCES	Cantidad de viviendas nuevas	m ² piso	indice por viviendas del elemento	Demanda total de "elemento X" para viviendas nuevas	Cantidad de acciones constructivas	indice por viviendas del elemento	Demanda total de "elemento X" para acciones constructivas	Demanda total		
Bloques hormigón de 40 x 20 x 10 cm	27	80	1400	37800	135	1200	162000	199800		
Bloques hormigón de 40 x 20 x 15 cm			1400	37800					162000	199800
Bloques hormigón de 40 x 20 x 20 cm			1400	37800					162000	199800
ABREUS	Cantidad de viviendas nuevas	m ² piso	indice por viviendas del elemento	Demanda total de "elemento X" para viviendas nuevas	Cantidad de acciones constructivas	indice por viviendas del elemento	Demanda total de "elemento X" para acciones constructivas	Demanda total		
Bloques hormigón de 40 x 20 x 10 cm	28	80	1400	39200	123	1200	147600	186800		
Bloques hormigón de 40 x 20 x 15 cm			1400	39200					147600	186800
Bloques hormigón de 40 x 20 x 20 cm			1400	39200					147600	186800
CUMANAYAGUA	Cantidad de viviendas nuevas	m ² piso	indice por viviendas del elemento	Demanda total de "elemento X" para viviendas nuevas	Cantidad de acciones constructivas	indice por viviendas del elemento	Demanda total de "elemento X" para acciones constructivas	Demanda total		
Bloques hormigón de 40 x 20 x 10 cm	39	80	1400	54600	394	1200	472800	527400		
Bloques hormigón de 40 x 20 x 15 cm			1400	54600					472800	527400
Bloques hormigón de 40 x 20 x 20 cm			1400	54600					472800	527400

Anexo 11. Demanda Reales de las Nuevas Construcciones y Acciones Constructivas por tipo elemento constructivo (techo)

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos PLPVMC.

AGUADA	Cantidad de viviendas nuevas	m ² piso	índice por viviendas del elemento (mod)	Demanda total de "elemento X" para viviendas nuevas	Cantidad de acciones constructivas	índice por viviendas del elemento (mod)	Demanda total de "elemento X" para acciones constructivas
Viguetas hormigón 3.60 m	25	80	2	50	109	0,5	54,5
Viguetas hormigón 4.10 m			1	25		0,5	54,5
Plaquetas hormigón			1	25		0,5	54,5
Tejas Tevi			1	25		0,5	54,5
RODAS	Cantidad de viviendas nuevas	m ² piso	índice por viviendas del elemento (mod)	Demanda total de "elemento X" para viviendas nuevas	Cantidad de acciones constructivas	índice por viviendas del elemento (mod)	Demanda total de "elemento X" para acciones constructivas
Viguetas hormigón 3.60 m	34	80	2	68	208	0,5	104
Viguetas hormigón 4.10 m			1	34		104	
Plaquetas hormigón			1	34		104	
Tejas Tevi			1	34		104	
PALMIRA	Cantidad de viviendas nuevas	m ² piso	índice por viviendas del elemento (mod)	Demanda total de "elemento X" para viviendas nuevas	Cantidad de acciones constructivas	índice por viviendas del elemento (mod)	Demanda total de "elemento X" para acciones constructivas
Viguetas hormigón 3.60 m	31	80	1	31	1,94	0,5	0,97
Viguetas hormigón 4.10 m			1	31			
Plaquetas hormigón			1	31			
Tejas Tevi			1	31			

Anexo 11 Continuación

CIENFUEGOS	Cantidad de viviendas nuevas	m ² piso	índice por viviendas del elemento (mod)	Demanda total de "elemento X" para viviendas nuevas	Cantidad de acciones constructivas	índice por viviendas del elemento (mod)	Demanda total de "elemento X" para acciones constructivas
Viguetas hormigón 3.60 m	136	80	2	272	1051	0,5	525,5
Viguetas hormigón 4.10 m			1	136			
Plaquetas hormigón			1	136			
Tejas Tevi			1	136			
LAJAS	Cantidad de viviendas nuevas	m ² piso	índice por viviendas del elemento (mod)	Demanda total de "elemento X" para viviendas nuevas	Cantidad de acciones constructivas	índice por viviendas del elemento (mod)	Demanda total de "elemento X" para acciones constructivas
Viguetas hormigón 3.60 m	64	80	2	128	140	0,5	70
Viguetas hormigón 4.10 m			1	64			
Plaquetas hormigón			1	64			
Tejas Tevi			1	64			
CRUCES	Cantidad de viviendas nuevas	m ² piso	índice por viviendas del elemento (mod)	Demanda total de "elemento X" para viviendas nuevas	Cantidad de acciones constructivas	índice por viviendas del elemento (mod)	Demanda total de "elemento X" para acciones constructivas
Viguetas hormigón 3.60 m	27	80	1	27	139	0,5	69,5
Viguetas hormigón 4.10 m			1	27			
Plaquetas hormigón			1	27			
Tejas Tevi			1	27			
ABREUS	Cantidad de viviendas nuevas	m ² piso	índice por viviendas del elemento (mod)	Demanda total de "elemento X" para viviendas nuevas	Cantidad de acciones constructivas	índice por viviendas del elemento (mod)	Demanda total de "elemento X" para acciones constructivas
Viguetas hormigón 3.60 m	28	80	2	56	123	0,5	61,5
Viguetas hormigón 4.10 m			1	28			
Plaquetas hormigón			1	28			
Tejas Tevi			1	28			
CUMANAYAGUA	Cantidad de viviendas nuevas	m ² piso	índice por viviendas del elemento (mod)	Demanda total de "elemento X" para viviendas nuevas	Cantidad de acciones constructivas	índice por viviendas del elemento (mod)	Demanda total de "elemento X" para acciones constructivas
Viguetas hormigón 3.60 m	39	80	2	78	394	0,5	197
Viguetas hormigón 4.10 m			1	39			
Plaquetas hormigón			1	39			
Tejas Tevi			1	39			

Anexo 12 Cantidad de viajes por municipio en relación a la demanda**Fuente:** Elaboración propia a partir de los datos PLPVMC.

BLOQUES	Cienfuegos	Palmira	Cruces	Lajas	Abreus	Rodas	Aguada	Cumanayagua
Cienfuegos	338400							
Palmira		276200						
Cruces			199800					
Lajas				1350800				
Abreus					186800			
Rodas						297200		
Aguada							165800	
Cumanayagua								527400
Cantidad de Viajes	282	231	167	1126	156	248	138	440

Anexo 12.Continuación

TECHO	Cienfuegos	Palmira	Cruces	Lajas	Abreus	Rodas	Aguada	Cumanayagua
Cienfuegos	662							
Palmira		32						
Cruces			96,48					
Lajas				134				
Abreus					90			
Rodas						138		
Aguada							80	
Cumanayagua								236
Cantidad de Viajes	66	12	12	12	12	12	13	24

Anexo 12 Continuación

PISO	Cienfuegos	Palmira	Cruces	Lajas	Abreus	Rodas	Aguada	Cumanayagua
Cienfuegos	2228.55							
Palmira		505.7						
Cruces			438.95					
Lajas				1031				
Abreus					454.15			
Rodas						554.4		
Aguada							32005.54	
Cumanayagua								12292.8
Cantidad de Viajes	223	51	44	103	45	55	3201	1229

Anexo 13 Planificaciones de viajes por elementos constructivos para un vehículo con una capacidad de 10 toneladas

Fuente: Elaboración propia.

	ELEMENTOS DE PARED													CANTIDAD DE VIAJES ANUAL	POR LA ALTURA DE LOS BLOQUES	
	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	demanda			
cienfuegos	28200	28200	28200	28200	28200	28200	28200	28200	28200	28200	28200	28200	28200	338400	282	1200
Palmira	23017	23017	23017	23017	23017	23017	23017	23017	23017	23017	23017	23017	23017	276200	230	1200
cruces	16650	16650	16650	16650	16650	16650	16650	16650	16650	16650	16650	16650	16650	199800	167	1200
lajas	112567	112567	112567	112567	112567	112567	112567	112567	112567	112567	112567	112567	112567	1350800	1126	1200
abreus	15567	15567	15567	15567	15567	15567	15567	15567	15567	15567	15567	15567	15567	186800	156	1200
rodas	24767	24767	24767	24767	24767	24767	24767	24767	24767	24767	24767	24767	24767	297200	248	1200
aguada	13817	13817	13817	13817	13817	13817	13817	13817	13817	13817	13817	13817	13817	165800	138	1200
cumanyagua	43950	43950	43950	43950	43950	43950	43950	43950	43950	43950	43950	43950	43950	527400	440	1200

	ELEMENTOS DE TECHO													CANTIDA DE VIAJES ANUALES	
	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	demanda		
cienfuegos	55,13	55,13	55,13	55,13	55,13	55,13	55,13	55,13	55,13	55,13	55,13	55,13	55,13	661,50	66
Palmira	2,66	2,66	2,66	2,66	2,66	2,66	2,66	2,66	2,66	2,66	2,66	2,66	2,66	31,97	12
cruces	8,04	8,04	8,04	8,04	8,04	8,04	8,04	8,04	8,04	8,04	8,04	8,04	8,04	96,48	12
lajas	11,16	11,16	11,16	11,16	11,16	11,16	11,16	11,16	11,16	11,16	11,16	11,16	11,16	134	12
abreus	7,46	7,46	7,46	7,46	7,46	7,46	7,46	7,46	7,46	7,46	7,46	7,46	7,46	89,52	12
rodas	11,50	11,50	11,50	11,50	11,50	11,50	11,50	11,50	11,50	11,50	11,50	11,50	11,50	138,00	12
aguada	6,66	6,66	6,66	6,66	6,66	6,66	6,66	6,66	6,66	6,66	6,66	6,66	6,66	80	12
cumanyagua	19,66	19,66	19,66	19,66	19,66	19,66	19,66	19,66	19,66	19,66	19,66	19,66	19,66	236	24

Anexo 13.Continuación

ELEMENTOS DE PISO

	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	demanda	CANTIDAD DE VIAJES ANUAL
cienfuegos	185,71	185,71	185,71	185,71	185,71	185,71	185,71	185,71	185,71	185,71	185,71	185,71	2228,55	223
Palmira	42,14	42,14	42,14	42,14	42,14	42,14	42,14	42,14	42,14	42,14	42,14	42,14	505,7	51
cruces	36,58	36,58	36,58	36,58	36,58	36,58	36,58	36,58	36,58	36,58	36,58	36,58	438,95	44
lajas	85,92	85,92	85,92	85,92	85,92	85,92	85,92	85,92	85,92	85,92	85,92	85,92	1031,04	103
abreus	37,85	37,85	37,85	37,85	37,85	37,85	37,85	37,85	37,85	37,85	37,85	37,85	454,15	45
rodas	46,20	46,20	46,20	46,20	46,20	46,20	46,20	46,20	46,20	46,20	46,20	46,20	554,40	55
aguada	2667,12	2667,12	2667,12	2667,12	2667,12	2667,12	2667,12	2667,12	2667,12	2667,12	2667,12	2667,12	32005,45	3201
cumanyagua	1024,40	1024,40	1024,40	1024,40	1024,40	1024,40	1024,40	1024,40	1024,40	1024,40	1024,40	1024,40	12292,80	1229