

Strategies for improving the supply chain of coal in Norte de Santander, Colombia

José Alejandro Cano ^a, Cesar Augusto Panizo ^b, Fabio Humberto García ^c & Jorge Enrique Rodríguez ^d

^a Facultad de Ciencias Estratégicas y Administrativas, Universidad de Medellín, Medellín, Colombia. jacano@udem.edu.co

^b Centro de la industria, la empresa y los servicios, SENA Norte de Santander, Cúcuta, Colombia. cesarpanizo@misena.edu.co

^c Centro de la industria, la empresa y los servicios, SENA Norte de Santander, Cúcuta, Colombia. fhgarcia@misena.edu.co

^d Centro de la industria, la empresa y los servicios, SENA Norte de Santander, Cúcuta, Colombia. jerodriguez62@misena.edu.co

Received: March 9th, 2015. Received in revised form: May 11th, 2015. Accepted: July 7th, 2015.

Abstract

This article aims to structure and characterize the supply chain of coal in Norte de Santander, identifying the main factors influencing the improvement of it. In this sense, an information search on secondary sources is performed to conceptualize the main contributions and functionality of logistics and supply chain management in the coal sector. With the collected data the different stages and actors involved in the chain of supply of coal are structured and characterized, and the most important strategies to achieve world-class performance in the supply chain are identified. As a result, it is recommended to adopt a supply chain model in the coal sector in Norte de Santander, and also implement strategies related to demand assurance, appropriate infrastructure, modernization of production processes, associativity, legal accompaniment, availability of supplies, long-term partnerships, supply stability, reduced energy costs and environmental sustainability.

Keywords: supply chain; logistics; coal; characterization; Norte de Santander; strategies; characterization.

Estrategias para el mejoramiento la cadena de suministro del carbón en Norte de Santander, Colombia

Resumen

Este artículo tiene como objetivo estructurar y caracterizar la cadena de suministro del carbón en Norte de Santander, identificando los principales factores que influyen en el mejoramiento de la misma. En este sentido, se lleva a cabo una consulta de información en fuentes secundarias para conceptualizar los aportes y funcionalidades principales de la logística y la gestión de cadena de suministro en el sector del carbón. Con la información recolectada se estructuran y caracterizan los diferentes eslabones y agentes que participan de la cadena de suministro del carbón. Como resultado se recomienda adoptar un modelo de cadena suministro en el sector carbón de Norte de Santander e implementar estrategias relacionadas con el aseguramiento de la demanda, infraestructura apropiada, modernización de los procesos de producción, asociatividad, acompañamiento legal, disponibilidad de insumos, alianzas de largo plazo, estabilidad de oferta productiva, reducción de costos de energía y sostenibilidad ambiental.

Palabras clave: cadena de suministro; logística; carbón; Norte de Santander; estrategias; caracterización.

1. Introducción

La región de Norte de Santander, Colombia, presenta ventajas competitivas al presentar por lo general carbones bituminosos con altas cantidades de volátiles “A”, y carbones de uso térmico; y ventajas comparativas al tener reservas de carbón para más de 50 años, mano de obra capacitada, con experiencia en la explotación del carbón, y una ubicación geográfica estratégica para la salida al océano atlántico [1].

Durante el año 2009, 2010 y 2011 las exportaciones de carbón de Norte de Santander han representado el 1.8%, 2.1% y 1.3% de las exportaciones nacionales respectivamente [2] y se calcula una proyección de exportaciones anuales de carbón de 2,0 MT entre el año 2015 y 2025, lo cual representará el 1,7% de participación nacional y un 66,7% de la oferta de carbón de la región [3].

Tal como se muestra en la Tabla 1, el comportamiento de precios del carbón colombiano presenta una tendencia a la

Tabla 1.

Comportamiento de precios del carbón colombiano

Semestre	II-2012	I-2013	II-2013	I-2014	II-2014
Precio (US/Ton)	\$ 81,0	\$ 75,3	\$ 68,4	\$ 66,6	\$ 65,2

Fuente: Adaptado de [4]

baja entre el segundo semestre de 2012 y el segundo semestre de 2014, llegando a un valor de 63.7 US\$/T en diciembre de 2014, lo cual es preocupante y hace que sea urgente para el sector del carbón disminuir costos operativos y administrativos, entre los cuales se incluyen los costos logísticos.

Según estimaciones de la UPME [2], entre el año 2015 y 2020, el precio del carbón térmico puede encontrarse en un rango entre 58.3 y 62.3 US\$/T bajo un escenario pesimista, y en un escenario optimista puede encontrarse entre 74,8 y 78,68 US\$/T. En la región de Norte de Santander los precios de transporte para el carbón de exportación pueden alcanzar valores entre 65 y 70 US\$/T, y al realizar inversiones en infraestructura y desarrollo logístico relacionadas con vías de acceso terrestre, fluvial y férreo para conectar minas, centros de acopio y puertos de embarque, estos costos pueden llegar a USD 30 – 45 US\$/T [5]. Esto permite afirmar que los costos de distribución son de

suma importancia, porque de estos depende la utilidad que se pueda obtener a partir de la exportación del producto y en estos momentos dichos costos son muy altos debido a la ubicación geográfica del departamento con relación a los puertos de embarque colombianos y al deterioro de la infraestructura vial. Estos factores logísticos y otros tales como la inestabilidad de la demanda, el retraso tecnológico de los procesos productivos, la informalidad del sector, la falta de asociatividad y el daño ambiental afectan fuertemente al gremio del carbón hasta punto de poner en peligro la factibilidad de exportar el producto, lo cual hace que el departamento de Norte de Santander tenga como una de sus principales necesidades el mejorar el encadenamiento logístico y transporte multimodal para facilitar la salida de carbones a puertos colombianos, incluyendo participación pública y privada [1].

Se hace necesario entonces rastrear los diferentes estudios en logística y cadena de suministro realizados en el sector carbón en Colombia y en especial en el departamento de Norte de Santander, para lo cual se presenta la Tabla 2, donde se mencionan informes e investigaciones realizadas en la última década por instituciones estatales y por investigadores de diversas universidades del país.

Tabla 2.

Estudios en logística y cadena de suministro en el sector minero y carbón

Autores	Aporte	Tipo de trabajo
Unidad de Planeación Minero Energética [6]	Genera un referente técnico de gestión minera y académica a través de la estructuración y descripción de la cadena del carbón en Colombia. Brinda datos sobre el carbón en el ámbito nacional y mundial tales como reservas, precios y calidades.	Informe nacional
Departamento Nacional de Planeación [1]	Crean la agenda interna para la productividad y la competitividad de Norte de Santander donde se resalta la importancia del carbón para la región y su participación respecto a otros sectores productivos. De igual forma resaltan necesidades y acciones asociadas al sector.	Informe regional de Norte de Santander
Correa y Gómez [7]	Identifican modelos de cadena de suministro en el sector minero colombiano y suramericano, y observan que en los países que el concepto se aplica se ha podido aumentar la productividad y competitividad.	Artículo Científico
Superintendencia de Puertos y Transporte [8]	Analiza la infraestructura logística de transporte de carga por carretera y puertos para la cadena del carbón.	Informe nacional
Arango, Zapata y Gomez [9]	Realizan una propuesta de implementación de estrategias de cadena de suministro en el distrito minero de Amagá para obtener procesos de alto desempeño en la industria.	Artículo Científico
Ministerio de Minas y Energía [10]	Estudia en Colombia la infraestructura de transporte multimodal, con énfasis en puertos, para el sector minero y carbón. Genera un esquema de transporte multimodal de productos mineros, e identifica las necesidades de desarrollo en infraestructura de transporte multimodal y logística.	Informe nacional
Fedesarrollo [11]	Describen la situación de la pequeña y mediana minería de carbón en interior del país, haciendo énfasis en esquemas de comercialización y financiación; y sugieren como solución la creación alianzas estratégicas en el sector.	Informe nacional
Márquez [12]	Crea un modelo de optimización para la red de transporte combinado del interior del país para la exportación de carbón.	Artículo Científico
Arango, Gomez y Alvarez [13]	Aplican la técnica Six Sigma para identificar oportunidades de mejora en la gestión del transporte del carbón, reduciendo la variabilidad en el cargue de carbón para el transporte.	Artículo Científico
Gómez y Correa [14]	Utilizan simulación discreta para representar y analizar el desempeño de los procesos de transporte y distribución en empresas mineras de manera cuantitativa, permitiendo medir cantidades movilizadas, eficacia de los procesos y utilización de recursos.	Artículo Científico
Unidad de Planeación Minero Energética [2]	Actualiza y complementa el informe presentado en 2005 con información de la cadena del carbón mundial en actividades de producción, importación, exportación, reservas y consumo de los diferentes tipos de carbón. Describen ésta enfrenta el sector respecto a eficiencia productiva.	Informe nacional
Corporación para el Desarrollo del Ferrocarril de Carare [5]	Realiza propuestas para la competitividad del carbón a través de proyectos de infraestructura que incluyen desarrollos de proyectos de infraestructura vial y férrea como el Ferrocarril del Cararé.	Informe nacional
Arango, Gomez y Zapata [15]	Aplican la metodología estadística de reproducibilidad y replicabilidad (R&R) en la operación de despacho de carbón en el departamento de Boyacá, identificando causas y factores críticos que generan variabilidad a la operación.	Artículo Científico
Valencia [16]	Plantea una evaluación y optimización financiera de un sistema de transporte y descargue en una empresa privada de carbón.	Tesis de Especialización

Fuente: Los autores.

Con base en los aporte de autores mencionados en la Tabla 2, no se ha identificado en el caso colombiano que el concepto de cadena de suministro se implemente de forma integral, sino por medio de encadenamientos productivos, lo cual se convierte en una oportunidad para fomentar esta línea de trabajo que permita aumentar la productividad y aprovechamiento de recursos mineros [7]. Esto hace entonces que se genere la necesidad de diagnosticar e investigar sobre el estado actual de la logística empresarial en la cadena productiva del carbón en Norte de Santander, con un enfoque hacia la distribución física internacional, para así generar directrices regionales acerca de una internacionalización eficiente y sostenible, que pueda servir como base para la consolidación de ventajas competitivas para el sector, y los sectores conexos.

Por lo tanto, este artículo tiene como objetivo estructurar y caracterizar la cadena de suministro del carbón en Norte de Santander, identificando los principales factores que influyen en el mejoramiento de la cadena de suministro de la cadena de suministro del carbón. Para lograr esto, inicialmente explica la metodología utilizada para realizar la consulta de información de fuentes secundarias para así conceptualizar los principales aportes y funcionalidades de la logística y la gestión de cadena de suministro en sectores empresariales como el del carbón. Luego de analizar la información recolectada sobre logística y cadena de suministro en el sector del carbón, se procede a estructurar y caracterizar los diferentes eslabones de la cadena productiva del carbón, con lo cual se resaltan los factores de competitividad más importantes encontrados en la cadena del carbón en la revisión de fuentes de información. Finalmente se presentan las principales conclusiones de la investigación.

2. Metodología

Para la creación del esquema de la cadena de suministro del carbón, para el rastreo de antecedentes locales, nacionales e internacionales, y de información relevante del sector del carbón en Norte de Santander, se acudió a estudios realizados por instituciones especializadas como el Ministerio de Minas y Energía, la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME), el Departamento Nacional de Planeación (DNP), la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH), la Cámara de Comercio de Cúcuta, entre otras. De igual forma se realizó un recorrido bibliográfico en libros y revistas especializadas en bases de datos electrónicas que respondieran a criterios de búsqueda tales como Logística, Carbón, Colombia, Norte de Santander y Cadena de Suministro, Estrategias. Se utilizó como criterio de selección de fuentes de información la validación de que las fuentes tuvieran menos de 10 años de publicación, es decir, que haya sido publicadas desde el año 2005 hacia adelante, obteniendo información válida y vigente sobre las propuestas de mejoramiento y planes de intervención que ha recibido el sector del carbón de Norte de Santander en cuanto a la logística y gestión de cadena de suministro.

Para el análisis de la información recolectada se acudió al uso de fichas y tablas que desglosaban la información en

resumen, metodologías, principales resultados y conclusiones; todo esto con el objetivo de caracterizar la cadena de suministro del carbón en el Norte de Santander, y encontrar posibles soluciones y alternativas a las problemáticas que enfrenta el sector.

3. Gestión logística y administración de la cadena de suministro

La logística se relaciona con las actividades y procesos de abastecimiento, producción, almacenamiento, transporte, distribución y servicio al cliente necesarios para la supervivencia, crecimiento, productividad y competitividad empresarial. Para facilitar el entendimiento y la gerencia de sistemas logísticos estos suelen dividirse en sistemas de logística de entrada, logística interna, logística de salida y logística interna, dentro de los cuales existen asociados elementos importantes como las tecnologías de información y comunicación (TIC), herramientas, modelos y metodologías cuantitativas y cualitativas [17].

El Council of Supply Chain Management Professionals (CSCMP) define a la logística como la función que planea, implementa y controla la eficiencia y efectividad de los movimientos de entrada y salida, el almacenamiento de bienes y servicios, y la información relacionada; esto desde el punto de origen hasta el punto de consumo, para satisfacer los requerimientos de los clientes [18]. De igual forma, la logística brinda una base para diseñar sistemas que entregan valor a los clientes de una forma costo-efectiva [19].

La logística tiene como objetivo brindar los medios necesarios para satisfacer los requerimientos del cliente al menor costo [20], y la satisfacción de los clientes se cumple a través de la gestión de información, movimientos y almacenamientos eficientes de materiales desde la adquisición de materiales hasta la entrega de productos terminados a los usuarios finales [21]. Sin embargo, en un entorno empresarial se requiere más que solo logística para mejorar la ventaja competitiva y rentabilidad de una cadena productiva o cadena de suministro, ya que tradicionalmente se dice que la logística se encarga de trabajar en una compañía específica y la gestión de la cadena de suministro en toda la cadena como tal [22].

Es entonces preciso definir la cadena de suministro, que según [21] representa el conjunto de firmas independientes alineadas que pasan materiales hacia adelante con el fin de brindar productos y servicios al mercado, es decir, brindado los productos en las manos de los usuarios finales, quienes son parte activa de dicha cadena de suministro. Según [23], el concepto de cadena de suministro abarca un flujo de grandes alcances entre organizaciones gracias al intercambio de información y planeación colaborativa, en la cual como enuncian [21] se encuentran algunos miembros como fabricantes de materias primas y componentes, ensambladores, mayoristas, minoristas, empresas de transporte y el consumidor final. La cadena de suministro hace énfasis especial en las necesidades del mercado y en diseñar una cadena para satisfacerlas, tomando como punto

de partida la necesidad del cliente para la cadena de suministro o cadena de demanda. [24].

Ahora, la gestión de la cadena de suministro se puede definir como la planeación y control de flujos de materiales, productos e información que se lleva a cabo en actividades dentro y entre empresas, desde una fuente hacia los usuarios [21,25]. Tiene como meta unir las actividades de abastecimiento, procesos de manufactura, redes de distribución y mercado entre diferentes organizaciones de tal forma en que los clientes reciban altos niveles de servicio a un bajo costo [26]. Una gestión de cadena de suministro exitosa requiere de la integración de procesos de negocio con miembros clave de la cadena de suministro [27], y la reducción de los tiempos de respuesta en los procesos logísticos es fundamental para mejorar la capacidad de respuesta de esta cadena [26].

La logística y la gestión de la cadena de suministro se enfrentan al reto de diseñar y gestionar un conjunto de relaciones empresariales, y fomentar colaboraciones estratégicas entre empresas [25], de tal forma que estas empresas puedan responder a los requerimientos de clientes que cada día demandan productos con mayor valor agregado, al menor costo [19]. Es por esto que las cadenas de suministro deben ser cada vez más ágiles, adaptables y alineadas, lo cual les implica respectivamente tener la capacidad de responder a cambios abruptos de demanda del mercado, encajar en los cambios estructurales y estratégicos de mercado de forma temprana y alinear los intereses de cada eslabón hacia los intereses de toda la cadena [28], logrando que cada compañía optimice el desempeño de la cadena al maximizar sus propios interés individuales [22].

Hoy en día existen modelos de gestión de cadena de suministro como el modelo SCOR, el cual estandariza el planteamiento de una cadena, y considera que los procesos que allí se llevan a cabo se resumen en planificar, abastecer, producir, entregar y reciclar. Por lo tanto, el modelo SCOR aumenta el desempeño de una cadena de suministro al integrar procesos logísticos, indicadores de desempeño, buenas prácticas y tecnologías dentro de la cadena de suministro [29]. Adicional a esto, modelos como el CPFR proponen una práctica colaborativa por medio de un proceso dinámico de compartir información, conocimiento y sistemas de gestión, que permite a todos los eslabones de una cadena de suministro tener visibilidad de los pronósticos de demanda y de información promocional de toda la cadena. En consecuencia, cada eslabón de la cadena de

suministro puede satisfacer de forma anticipada la demanda de bienes y servicios, aumentar la disponibilidad del producto y reducir costos logísticos en general [30].

De esta forma, el concepto de competencia entre empresas cambia porque ahora no se compite entre organizaciones dentro de la misma cadena de suministro, sino entre cadenas de suministro y para que una cadena de suministro sea competitiva se requiere que estas cumplan con criterios como la confiabilidad, capacidad de respuesta, resiliencia y generación de relaciones [22]. Unas buenas relaciones entre el cliente y el proveedor contribuyen a un flujo confiable de información de demanda que contribuye al aumento de eficiencia a través de tiempos de entrega de pedidos, disponibilidad de inventario y agilidad en el cambio en órdenes [24]. Para dar respuesta a estos retos que se presentan en el entorno de negocios, las cadenas de suministro pueden llevar a cabo estrategias sugeridas por [22], entre las cuales se encuentran tercerizar operaciones de bajo riesgo, elegir un número pequeño de proveedores para trabajar, concentración de propiedad para crear empresas de gran tamaño y obtener economías de escala, personalización masiva de productos, control y propiedad en minoristas y comercializadores para tener contacto directo con clientes, gestión ambiental y gestión de riesgos.

Con la información anterior se infiere que a partir de la aplicación eficiente de la logística, se pueden generar altos rendimientos con bajos costos dentro de la cadena de suministro del carbón, y en cada uno de los eslabones (desde el fabricante hasta el consumidor final) que intervienen en este negocio se debe desarrollar basados en tendencias mundiales la logística empresarial. La implementación de procesos de talla mundial en la cadena de suministro del carbón es trascendental, ya que esto no solo permite aumentar la rentabilidad de los procesos de las empresas, sino también la competitividad de las mismas y esto a su vez incrementa el aporte económico del sector hacia el Norte de Santander y el país a través del sistema de tributación y regalías.

4. Cadena de suministro del carbón en Colombia y Norte de Santander

La cadena de suministro del carbón en Colombia se compone básicamente de 6 eslabones los cuales son la exploración, explotación, beneficio y transformación, transporte y comercialización [2]. La Tabla 3 muestra la descripción de cada una de estas etapas.

Tabla 3.
Etapas de la cadena de suministro del carbón

Etapa	Descripción
Exploración	Búsqueda de un yacimiento de carbón para valorar condiciones geológicas tales como potencialidad y calidad.
Explotación	Se divide en tres fases que son: desarrollo y montaje de infraestructura, vías de acceso, y servicios a la mina; preparación de áreas y terrenos a explotar; y extracción o producción en mina de forma subterránea o a cielo abierto.
Beneficio	Mejoramiento de las condiciones físicas del carbón para adecuarlo a determinados usos y facilitar su transporte. Incluye actividades tales como la separación, clasificación manual, trituración y quebrantamiento, tamizado, lavado, secado, y mezcla de carbones
Transformación	Conjunto de operaciones fisicoquímicas o metalúrgicas utilizadas para obtener un producto comercial no identificable con el material en su estado natural, tal como la destilación de carbón para producir coque, gas, amoníaco y brea, entre otros.
Transporte	Por lo general el carbón se transporta en volquetas de 10 t y camiones de, 20 y 40 t, en barcasas, bandas transportadoras, cables aéreos y vías férreas, todo esto desde la mina hasta los patios de acopio, las plantas de beneficio, consumidores internos y puertos de embarque para su exportación.
Comercialización	El carbón térmico del interior del país abastece el mercado doméstico para la generación de electricidad y energía primaria y secundaria en la industria. El carbón metalúrgico se emplea para la producción de coque y para la exportación directa.

Fuente: Los autores.

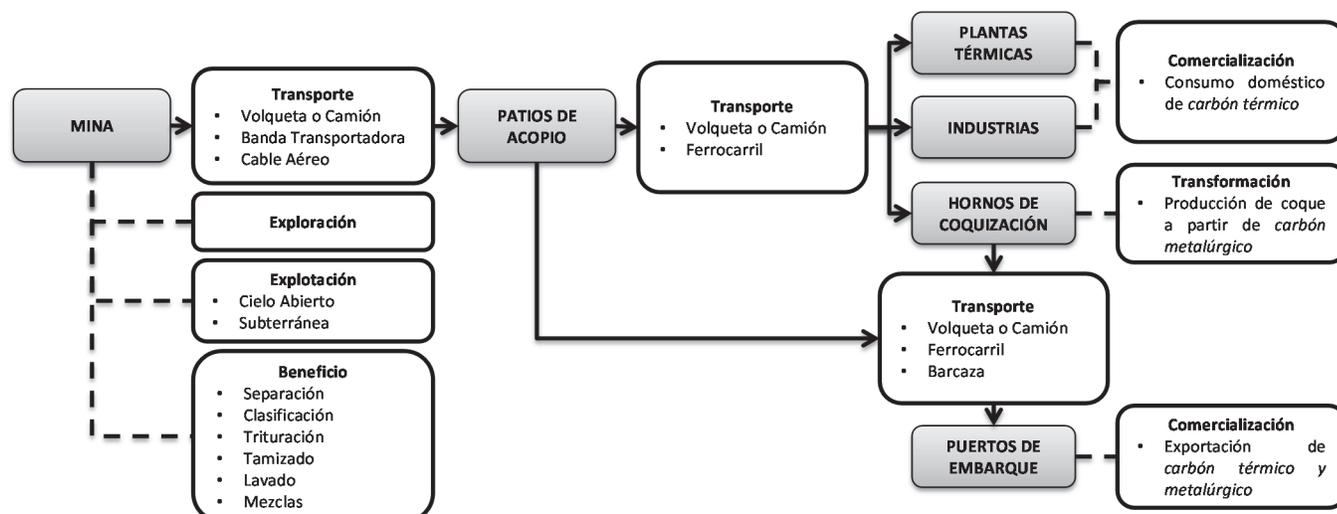


Figura 1. Cadena de Suministro del Carbón en Norte de Santander
Fuente: Los autores

La Fig. 1 muestra un esquema de la cadena de suministro del carbón basado en los planteamientos realizados por la UPME, resaltando las principales etapas enunciadas en la Tabla 3, al igual que los agentes que participan en la cadena de suministro y donde se llevan a cabo estas etapas [2, 6].

A continuación se caracterizan con detalle las etapas de exploración, explotación y beneficio, transporte, y comercialización de la cadena de suministros del carbón en Norte de Santander.

4.1. Exploración, explotación y beneficio

El departamento de Norte de Santander está localizado en los límites con Venezuela sus principales zonas mineras están en Catatumbo, con 43,63 MT; Zulia-Chinácota, con 34,01 MT; y Tasajero, con 11,46 MT. Otras zonas carboníferas con menor grado de potencial son Pamplona-Pamplonita, Salazar, Herrán-Toledo, Mutiscua-Cácota y Chitagá. En general presenta reservas medidas de 105,34 MT. [2]. El carbón que se extrae en el departamento es carbón térmico que representa el 70% de la producción, y carbón metalúrgico que representa un 30% de la producción [3, 11].

Para la explotación del carbón existen tres esquemas que son explotación a gran escala que presenta altos niveles de inversión, actividad minera de mediano grado de tecnificación y esquemas de explotación artesanal que se caracterizan por la explotación por arranque manual [1]. En el departamento existe una gran cantidad de pequeños productores y una pequeña cantidad de grandes productores [5], a lo cual se agrega que existe poca tradición minera en la región y como consecuencia el sistema minero que predomina en la región es poco tecnificado, con alto uso de técnicas artesanales, presentando problemas de manejo de gases, sin embargo, se encuentra en implementación de mejores sistemas de explotación [2, 6, 11], que pueden incluir la adopción de la norma internacional ISO 28001:2007 para la seguridad en la cadena de suministro y así mejorar la

competitividad y vinculación a mercados internacionales del carbón colombiano [31].

La explotación del carbón en Norte de Santander, Boyacá y Cundinamarca es muy similar al emplear el sistema de extracción subterráneo, tener una estructura de costos y tamaños de yacimientos similares, producción total comparable y alta participación en el consumo nacional. Igualmente son los únicos departamentos exportadores de carbones metalúrgicos o coquizables [32].

El 10% de las explotaciones de carbón presentan una producción mayor al 10.000 T/año, el 40% entre 5.000-10.000 T/año y el restante 50% cantidades menores a 5.000 T/año [3]. Respecto al personal para la toma de decisiones estratégicas y tácticas se tienen que en una mina artesanal, el dueño es quien toma estas decisiones, en una mina pequeña se encargan el dueño y un ingeniero o técnico. En una mina mediana las decisiones se toman por parte del dueño, ingenieros, jefes de patio, técnicos y tecnólogos, capataces y almacenistas. Adicional a esto, la producción es sensible al clima, a la disponibilidad de personal y explosivos, a los precios internacionales, entre otros factores [11].

El gremio más representativo que reúne a los productores del carbón es la Asociación de Carboneros de Cúcuta y Norte de Santander (Asocarbón) [1].

4.2. Transporte

La exportación de carbón es uno de los principales funciones del sector minero de Norte de Santander, y para realizar esta actividad se acude a zonas portuarias como las zonas de Cúcuta, debido a gran parte de la producción se destina a la exportación a través del puerto de Maracaibo, en Venezuela debido a su ubicación geográfica; y zonas como Cartagena, Barranquilla y Buenaventura [6,10].

Los diferentes modos de transporte elegidos pueden llegar según el caso a alguno de los puertos y terminales para

Tabla 4.
Puertos y terminales para la exportación del carbón de Norte de Santander

Puertos - Terminales	Ubicación	Capacidad máxima manipulada	Zona del país
Puerto Santander	Puerto de Santander - Norte de Santander	90 T/hora, 1 MT/año	Frontera con Venezuela
Puerto seco de Cúcuta	Cúcuta - Norte de Santander	30 T/hora, 0,35 MT/año	
Puerto Bolívar	Bahía Portete - La Guajira	7450 T/hora, 30 MT/año	Costa Atlántica
PRODECO	Puerto Zúñiga - Magdalena	3800 T/hora, 20 MT/año	
Terminal de Drummond	Ciénaga - Magdalena	3850 T/hora, 20 MT/año	
Terminal de CARBOSAN	Santa Marta - Magdalena	5000 T/hora, 25 MT/año	
Terminal de COLCLINKER	Bahía de Cartagena - Bolívar	2300 T/hora, 1,5 MT/año	
Terminal de Cementos de Caribe	Barranquilla - Atlántico	2700 T/hora, 2,7 MT/año	

Fuente: Adaptada de [2, 6].

la exportación de carbón que se muestran en la Tabla 4, que de acuerdo a la ubicación del departamento de Norte de Santander, estos se pueden encontrar en la frontera con Venezuela o en la Costa Atlántica. Para acceder a los puertos de Barranquilla, Cartagena y Buenaventura se cuenta con varias rutas de acceso, todas por medio de carreteras, lo cual implica un transporte de largas distancias que no permiten el uso de vehículos especializados para el transporte de carbón, presentando la dificultad de no tener carga de compensación, generando así un retorno indeterminado de los vehículos a los diferentes centros de producción [11].

El transporte por carretera representa actualmente unos sobrecostos significativos respecto al transporte intermodal por Carretera-Río y Carretera-Tren hacia Cartagena y Barranquilla de un 47.2% y 33.7% respectivamente [10], y la supervivencia de los pequeños productores depende en gran parte del flete hacia los puertos de embarque para que el carbón sea competitivo en el mercado internacional [5].

En el sur del Cesar se realiza un intercambio modal para la minería del Norte de Santander, donde vehículos alimentan el transporte fluvial del Río Magdalena para luego llegar a los puertos de Barranquilla y Cartagena, y de igual forma se puede tener acceso al transporte ferroviario por la concesión del Ferrocarril Central y Ferrocarriles de Norte de Colombia (FENOCO) para el puerto de Santa Marta-Ciénaga, y Puerto Brisa en la Guajira a través del proyecto del ferrocarril a Puerto Brisa. Debido al alto volumen de carbón que se espera movilizar en la región, se requiere la inversión de diversos proyectos de infraestructura, dentro de los cuales se incluyen la ampliación de capacidad de las vías transitadas y el desarrollo de la transversal Norte de Santander – Troncal del Magdalena; desarrollar infraestructura férrea como el ferrocarril del Carare, aumentar la capacidad de transporte fluvial por el Río Magdalena, potencializar el transporte por cable, promoviendo alternativas de conexión terrestre y fluvial con proyectos portuarios entre Capulco y Tamalameque, y en Gamarra y Puerto Sagoc [5,10,11].

La infraestructura de distribución con la que se cuenta en este momento en el sector del carbón de Norte de Santander no es la necesaria para alcanzar competitividad en el carbón, y afecta en gran medida a mineros y comercializadores medianos debido a los altos fletes y transportes terrestres asociados, y porque gran cantidad del mineral transita por corredores logísticos de Venezuela que traen consigo riesgos

políticos y económicos. Solo a través de inversiones en proyectos de infraestructura de transporte multimodal (vías terrestres, férreas y fluviales), que conecten eficientemente los centros de producción, acopios y puertos marítimos colombianos, se logrará que los carbones del centro del país puedan subsistir en el mercado internacional [5,16]. Por su parte [12] ha estudiado una red de transporte combinado, teniendo en cuenta transporte en carretera, fluvial y ferroviario, desde los centros de producción de carbón del interior del país hacia los puertos marítimos para la exportación de este mineral, de forma tal que identifica rutas óptimas basadas en el criterio de costo mínimo, con el fin de mitigar el impacto del alto costo del transporte interno; y con su investigación sugiere aplicar integraciones ferroviaria-fluvial y carretera-fluvial, en especial en el Río Magdalena, donde a través de los centros de transferencia de Capulco, Bocas del Carare y Barrancabermeja se llegarían a manejar 18 MT al año de carbón. La precaria infraestructura vial es entonces una de las principales restricciones para exportar el mineral, por lo cual se tiende a exportar solo carbón metalúrgico que es capaz de absorber los altos costos de transporte, sin embargo, ambos tipos de carbón se demandan mundialmente [11].

4.3. Comercialización

En el Norte de Santander la comercialización depende del tamaño del productor, por ejemplo, el minero artesanal vende su producto a mineros de mayor tamaño o intermediarios que negocian con grandes compradores, el minero pequeño vende a comercializadores o termoeléctricas guardando lealtad a sus clientes, el minero mediano venden a grandes comercializadores y consumidores finales como termoeléctricas sin establecer contratos de largo plazo y pueden financiarse con recursos propios. En general existe una relación de lealtad entre los comercializadores y productores de carbón debido a que la venta de carbón ha traído consigo una financiación hacia los mineros, la cual se paga luego con la entrega de la producción; sin embargo, los pequeños y medianos mineros tienen el reto de asociarse para alcanzar volúmenes de exportación, apoyos económicos durante el ciclo de comercialización, y asegurar una cantidad estable de producción mensual [11]. Sin embargo, la falta de políticas de regulación económica en el sector, la poca

Tabla 5.
Consumo de carbón en Colombia

Sector	MT	Participación (%)	Acumulado (%)
Coque	2,64	43,2%	43,2%
Energía eléctrica	0,83	13,6%	56,8%
Cemento	0,72	11,9%	68,7%
Siderurgia	0,71	11,6%	80,3%
Papel e imprenta	0,36	5,9%	86,2%
Textil	0,26	4,3%	90,5%
Residencial	0,17	2,8%	93,3%
Alimentos, bebidas, tabaco	0,16	2,7%	96,0%
Químicos	0,12	2,1%	98,1%
Vidrio y cerámica	0,12	1,9%	100,0%
Total	6,1	100,0%	

Fuente: Adaptada de [2].

coordinación de procesos de liberalización y la ausencia de políticas fuertes de competencia, han generado que las empresas de la industria carbonífera no puedan desarrollar una formación de precios transparente y acceder a oportunidades de mercado equitativa [32].

Respecto a la demanda de carbón para comercializar y distribuir, esta responde fuertemente a factores climáticos, a la promoción del uso de otras formas de energía, y a la percepción negativa frente a la contaminación que resulta de su combustión. [1]. En el ámbito nacional, los departamentos de Boyacá y Cundinamarca se ubican como los mayores consumidores del producto, con el 56,0% del consumo total del país. Asimismo, es notorio el decremento de consumo del 86,9% entre 2003 y 2014 en Norte de Santander debido a la

disminución de los requerimientos por parte de Termotasajero. Igualmente el departamento de Valle del Cauca ha presentado una disminución en su consumo de 29,1% [2]. La Tabla 5 expone a los sectores que consumen mayor cantidad de carbón en Colombia, de los cuales resaltan la industria del coque y de generación de energía eléctrica, que abarcan el 56,8% del mercado.

En la economía internacional, el carbón juega un papel vital en la generación de electricidad y se utiliza como combustible para generar el 39% de la electricidad mundial, y se estima que esta proporción sea estable durante los próximos 30 años [2]. El mayor mercado para el carbón es Asia que actualmente representa el 54% del consumo mundial de carbón, donde se importan cantidades significativas de carbón térmico para la generación de electricidad y carbón de coque para la producción de acero, siendo China el país con mayor demanda. Grandes productores de carbón como China, Estados Unidos e India importan grandes cantidades de carbón por razones diferentes a escasez, como por ejemplo, razones de calidad y logística.

Los principales destinos internacionales de la exportación del carbón colombiano según su porcentaje de participación son Países Bajos, Estados Unidos, Islas Malvinas, Israel, Turquía, Dinamarca, Chile, España, Portugal, Brasil, Italia acumulando un total del 82,0% de participación de exportaciones nacionales [2]. Dentro de los estimativos de exportaciones de carbón del Norte de Santander se cuenta con 3.86, 4.73 y 5.51 MT para el año 2015, 2018 y 2021 respectivamente [10].

Tabla 6.
Estrategias de mejoramiento en la cadena de suministro del carbón

Estrategia	Descripción y funcionalidad
Aseguramiento de la demanda	Regular los flujos de productos y materiales en la cadena de forma tal que se establezca la capacidad productiva, costos de explotación, programación de medios de transporte, al igual que la optimización de estos últimos.
Infraestructura apropiada	Permitir la operación efectiva de los diferentes procesos de transformación y transporte. Se incluye el desarrollo de redes eléctricas y tecnificación de minas, vías de acceso terrestre, fluvial y férreo para conectar minas, centros de acopio y puertos de embarque.
Modernización de los procesos de producción	Crear planes de tecnificación y modernización de plantas de producción de carbón y aumentar la oferta de tecnología minera nacional, de forma tal que el sector brindar una capacidad de producción que se ajuste a los requerimientos de calidad y cantidad del mercado.
Asociatividad	Alcanzar economías de escala en producción y transporte para las minas con pequeñas escalas de operación. Alianzas verticales para la búsqueda de compradores, estabilidad de precios y mejora de la calidad del producto. Alianzas horizontales para obtener fácil acceso a servicios financieros, información técnica y de mercado.
Acompañamiento legal	Orientar de forma conjunta entre el Estado y productores legales a los mineros pequeños y artesanales para eliminar las extracciones ilícitas, debido a que algunos mineros legales en ocasiones acuden a productores ilegales para cumplir con la demanda del mercado que en ocasiones supera su oferta.
Disponibilidad de insumos	Facilitar la adquisición de materiales de explotación tales como los explosivos, para evitar el uso de materiales como la madera que generan sobrecostos e ineficiencias.
Alianzas de largo plazo	Fomentar vínculos de largo plazo entre productores y consumidores nacionales que garanticen ingresos adecuados a los primeros y abastecimiento a los segundos.
Estabilidad de oferta productiva	Equilibrar las cargas de trabajo durante épocas de lluvia y sequía para evitar costos de cierre y de apertura de minas durante los cambios climáticos. Esto puede lograrse con una adecuada planeación de demandas y gestión de inventarios que eviten el incumplimiento de metas de producción y ventas.
Reducción de costos de energía	Implementar programas de uso racional de energía basada en carbón para obtener procesos eficientes y rentables frente a otras fuentes de energía como el gas.
Sostenibilidad ambiental	Fomentar en la minería de pequeña y mediana escala la prevención, control y eliminación de emisiones contaminantes. Incentivar la creación de tecnologías de carbón limpio en los sectores que demandan el carbón, e incentivar programas de reforestación que puedan compensar el daño ambiental de la industria del carbón.

Fuente: Los autores

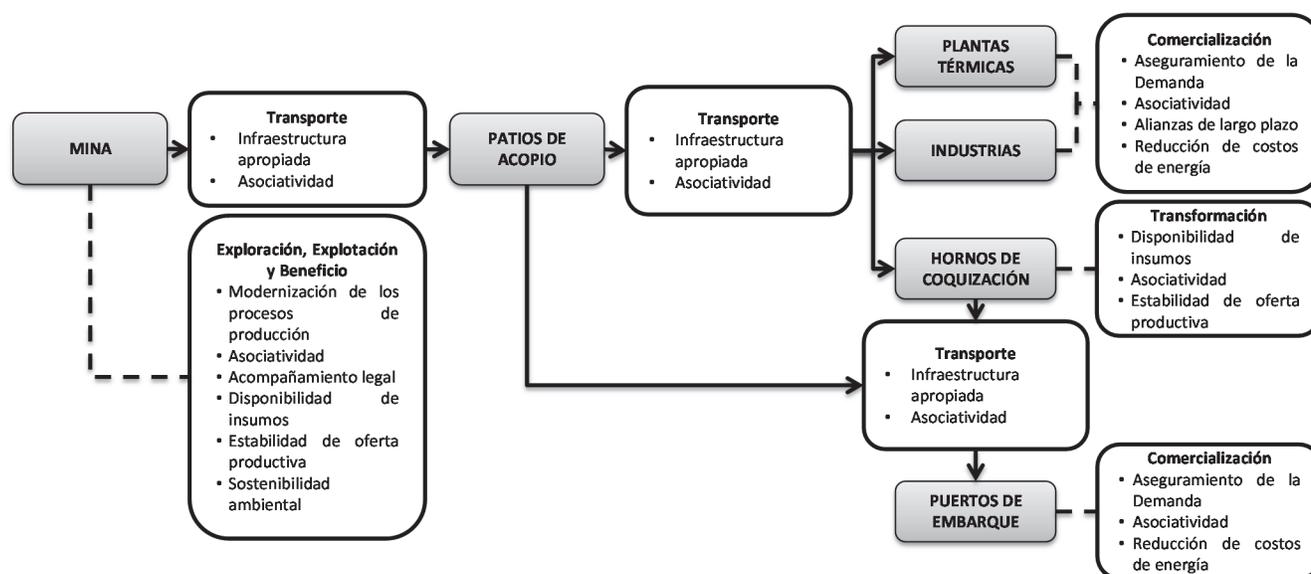


Figura 2. Aplicación estrategias en la cadena de suministro del carbón
Fuente: Los autores

5. Estrategias y retos para la sostenibilidad de la cadena del carbón

Dentro de los problemas identificados en la cadena de suministro del carbón se encuentra que la región no cuenta con las vías de acceso adecuadas, capacitación y educación informal de los ingenieros, poca capacidad administrativa de los dueños, poca confianza y comunicación con el Estado, escasez de oferta de equipos y tecnología en Colombia, atraso tecnológico en las minas, disminución de la demanda y de precios internacionales [11,16].

Las estrategias más importantes que requiere la cadena de suministro del carbón en Colombia, y en especial en Norte de Santander para responder a esta problemática y obtener una eficiencia operativa y desempeño de clase mundial se presentan en la Tabla 6, la cual se basa en la descripción de la cadena realizada anteriormente y en los aportes de algunos estudios como los de [2,5,8,11].

En la Fig. 2 se presenta de nuevo un esquema de cadena de suministro, esta vez basado en los aportes de la Tabla 6, resaltando los factores de mejoramiento en cada uno de los eslabones y etapas que componen la cadena, aclarando así la importancia de cada estrategia y los agentes a los cuales afecta directamente liderar los procesos de cambio y mejoramiento continuo de la cadena.

Se observa entonces en la Fig. 2 que todas las etapas y eslabones se encuentran comprometidos en el mejoramiento del desempeño de la cadena de suministro del carbón en Norte de Santander, lo cual implica no solo esfuerzos e inversiones del Estado sino también de la empresa privada a través de la transformación de su sistema administrativo, cultural, tecnológico y logístico. Se debe resaltar que la asociatividad resulta ser una estrategia de mejoramiento transversal en la cadena de suministros, que a través de alianzas verticales y horizontales permitirá el fortalecimiento

del concepto de cadena de suministro, unificando buenas prácticas empresariales, sinergias productivas y económicas, y mayor impacto y visibilidad con clientes en mercados nacionales e internacionales.

Es así como el concepto de cadena de suministro permite entender las relaciones entre los diferentes agentes participantes en la creación de valor de un producto, evidenciando la dependencia mutua en aspectos económicos y operativos entre cada uno de estos agentes. Esto obliga a que la adopción de cada una de las estrategias expuestas se realice de forma colaborativa, debido a que el concepto de competencia ahora pasa de ser entre empresas individuales y toma lugar es entre cadenas de suministro que abastecen a un mismo mercado con un determinado producto, que en este caso es el carbón.

Para el caso de la cadena de suministro de carbón en Norte de Santander, se requiere que las asociaciones y entidades que representan de mejor forma los agentes de la cadena, como Asocarbón, sean quienes lideren la cadena de suministro, alineen sus objetivos y buenas prácticas empresariales, agilicen sus procesos para dar una respuesta rápida a la demanda de los mercados y se adapten a las tendencias del mercado y la economía para obtener mayor valor agregado en la oferta comercial que representan sus productos. Para el logro de esto, se requiere de líderes empresariales con conocimiento del sector y competencias logísticas, sin embargo, el nivel de formación de directivos y sucesores que predomina en la mayoría de empresas del sector carbón tienen por lo general una formación en pregrado de ingeniería o formación tecnológica por parte del SENA, además de que el personal táctico y estratégico en una mina mediana tienen formación académica similar a la de una pequeña [11].

También se identifica que solo una universidad en Colombia ofrece formación de alto nivel relacionado con la

industria del carbón, a través del programa de especialización en ingeniería del carbón, la cual en su plan de estudios carece de formación en logística y gestión de cadena de suministro, lo cual representa un reto para el sector y exige que sus líderes desarrollen competencias que permitan integrar, alinear, coordinar las operaciones dentro y entre las empresas que conforman esta cadena de suministro.

6. Conclusiones

En general, el estado de la logística del carbón en Norte de Santander es preocupante debido a la falta de infraestructura necesaria que permita ampliar y acceder de forma rentable a las rutas de conexión entre centros de producción, acopios y puertos de embarque. Debido a esto, se requiere la aplicación de sistemas de gestión logística empresarial y cadena de suministro que permitan implementar modelos de planeación y operación eficientes en el sector carbón con el fin de conservar utilidades con la reducción de precios, o aumentar las utilidades en caso de estabilizarse los precios, lo cual representa una responsabilidad que no solamente recae en el Estado sino también en el sector privado que representa la gran mayoría de agentes y actores de la cadena de suministros del carbón.

La mejor forma de concebir la cadena del carbón de Norte de Santander es a través del concepto de cadena de suministro, lo cual permite entender que esta representa el conjunto de firmas independientes necesarias para satisfacer los requerimientos del cliente al menor costo y con productos de mayor valor agregado. Adoptar este concepto en la industria del carbón en Norte de Santander representa el primer paso para comenzar a unir y enlazar los procesos de abastecimiento, producción y transformación, almacenamiento, transporte, redes de distribución y comercialización, y mercado.

La logística y la gestión de la cadena de suministro deben crear y aplicar estrategias eficientes a lo largo de los agentes que componen dicha cadena, para dar respuesta y contrarrestar condiciones adversas como los altos costos de distribución, la falta de infraestructura vial adecuada y de soluciones de transporte multimodal que ponen en peligro la factibilidad de exportar carbón, todo esto sumado a la tendencia a la baja de precios internacionales del producto. Es por esto que las estrategias de aseguramiento de la demanda, infraestructura apropiada, modernización de los procesos de producción, asociatividad, acompañamiento legal, disponibilidad de insumos, alianzas de largo plazo, estabilidad de oferta productiva, reducción de costos de energía y sostenibilidad ambiental lograrán mejorar el desempeño en cada eslabón de la cadena de suministro del carbón, obteniéndose así competitividad en la cadena como tal y beneficios que impactarán directamente a cada uno de sus agentes.

Se destaca la necesidad de estrategias de asociatividad horizontal y vertical entre empresas pequeñas, medianas y grandes de la cadena de suministro del carbón, lo cual garantizaría relaciones de largo plazo, y permitiría así

homologar buenas prácticas empresariales, estabilizar la oferta de productos, alcanzar volúmenes de exportación atractivos y durante el ciclo de comercialización estabilizar económicamente las empresas involucradas. Todas estas sinergias y estrategias deben respaldar y potencializar la alta calidad en propiedades físicas y químicas, y la alta demanda mundial que presenta el carbón de Norte de Santander.

Es necesaria la ampliación de la oferta educativa para el personal que lidera los procesos logísticos, con posibilidades de especializarse en otros países, que permitan desarrollar procesos de transferencia de conocimientos en logística y cadena de suministro en la industria regional, aportando a la creación de valor en la cadena productiva del sector. De igual forma se recomienda aplicar estudios de *benchmarking* con un alcance nacional e internacional sobre la implementación de procesos logísticos en otras regiones productoras del mineral que presenten condiciones similares a las que presenta el Norte de Santander.

Finalmente, se recomienda implementar herramientas gerenciales a la logística de salida, que permitan monitorear y mejorar métodos y tiempos en la distribución física hacia los puertos de exportación; lo cual incluye el diseño, control y seguimiento de sistemas de indicadores de gestión logística, que permitan tomar decisiones en tiempo real para mejorar el traslado del producto hacia los distintos destinos internacionales.

Referencias

- [1] Departamento Nacional de Planeación – DNP. Agenda interna para la productividad y la competitividad: Documento regional Norte de Santander, Bogotá, DNP - Departamento Nacional de Planeación, 2007, 51 P.
- [2] UPME. Cadena del Carbón, Bogotá, Imprenta Nacional de Colombia, 2012, 80 P.
- [3] Agencia Nacional de Hidrocarburos, Análisis y evaluación técnica y económica de la producción de combustibles líquidos a partir de carbón para el caso colombiano, Bogotá, ANH, 2007, 388 P.
- [4] Index Mundi., Carbón colombiano precio mensual - dólares americanos por tonelada métrica [en línea], Index Mundi, 2015. [Consulta 25 enero 2015]. Disponible en: <http://www.indexmundi.com/es/precios-de-mercado/?mercancia=carbon-colombiano>
- [5] Taboada, J., Corporación para el Desarrollo del Ferrocarril del Carare [en línea], Fenalcarbon, 2012. [Consulta 19 enero 2015]. Disponible en: http://www.fenalcarbon.org.co/fenalcarbon_2012/memorias/5f_ferro_carare.pdf
- [6] UPME., La Cadena del Carbón en Colombia: El carbón colombiano, fuente de energía para el mundo, Bogotá, www.digitosydisenos.com, 2005, 52 P.
- [7] Correa, A. y Gómez, R., Cadena de suministro en el sector minero como estrategia para su productividad. Boletín de Ciencias de la Tierra, (25), pp. 93-102, 2009.
- [8] Martín, C., Superintendencia Delegada de Puertos [en línea], Ministerio de Transporte, Superintendencia de Puertos y Transporte, 2009. [Consulta: 19 enero 2015]. Disponible en: <http://www.supertransporte.gov.co/documentos/2014/delegada%20puertos/presentaciones/La%20Cadena%20Del%20Carbon%202009.pdf>
- [9] Arango, M., Zapata, J. y Gomez, R., Estrategias en la cadena de suministro para el distrito minero de Amagá. Boletín de Ciencias de la Tierra, (28), pp. 27-38, 2010.

- [10] Ministerio de Minas y Energía. Infraestructura de transporte multimodal y de logísticas integradas para el desarrollo de la industria minera en Colombia con énfasis en puertos, Bogotá, IncoPLAN S.A., 2011, 327 P.
- [11] Salazar, N., Cabrera, J., Benavides, P. y Zapata, J., Pequeña y mediana minería de carbón del interior del país: Alternativa de comercialización y financiación a partir de la conformación de alianzas estratégicas, Bogotá, Fedesarrollo, 2011, 276 P.
- [12] Márquez, L., Optimización de una red de transporte combinado para la exportación del carbón del interior de Colombia. Revista EIA, 13 (1), pp. 103-113, 2011.
- [13] Arango, M., Gomez, R., y Alvarez, K., Identificación de oportunidades de mejora en la gestión de transporte del carbón en Colombia con Six Sigma. Boletín de Ciencias de la Tierra, (30), pp. 23-38, 2011.
- [14] Gómez, R. y Correa, A., Análisis del transporte y distribución de materiales de construcción utilizando simulación discreta en 3D. Boletín de Ciencias de la Tierra, (30), pp. 39-52, 2011.
- [15] Arango, M., Gomez, R. y Zapata, J., Medición y mejoramiento de la operación de despacho de carbón a través de modelos estadísticos R&R. Boletín de Ciencias de la Tierra, (33), pp. 135-146, 2013.
- [16] Valencia, N., Evaluación financiera para la optimización del sistema de transporte y descargue de carbón en CCP S.A.S, Tesis de Especialización, Universidad de La Sabana, Bogotá, Colombia, 2014.
- [17] Rojas, M., Guisao, E. y Cano, J., Logística Integral: Una propuesta práctica para su negocio. Universidad de Medellín, Medellín, Colombia, 2011.
- [18] Council of Supply Chain Management Professionals. CSCMP., Supply Chain Management [en línea], CSCMP, 2006. [Consulta 26 enero 2015]. Disponible en: <http://cscmp.org/about-us/supply-chain-management-definitions>
- [19] Christopher, M., New directions in logistics, en: Waters, D., Global Logistics: New directions in supply chain management, London, Kogan Page Limited, 2007, pp. 21-32.
- [20] Christopher, M., Logistics and supply chain management: Creating value-adding networks. Great Britain: Pearson Education Limited, 2005.
- [21] Mentzer, J., DeWitt, W., Keebler, J., Min, S., Nix, N., Smith C. and Zacharia, Z., Defining supply chain management. Journal of Business Logistics, 22 (2), pp. 1-25, 2001. DOI: 10.1002/j.2158-1592.2001.tb00001.x
- [22] Waters, D., Trends in the supply chain, en Waters, D. Global Logistics: New directions in supply chain management, London, Kogan Page Limited, 2007, pp. 1-20.
- [23] Kempainen, K. and Vepsäläinen, A., Trends in industrial supply chains and networks. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 33 (8), pp. 701-719, 2003. DOI: 10.1108/09600030310502885
- [24] Heikkilä, J., From supply to demand chain management: Efficiency and customer satisfaction., Journal of Operations Management, 20 (6), pp. 747-767, 2002. DOI: 10.1016/S0272-6963(02)00038-4
- [25] Chen, I. and Paulraj, A., Towards a theory of supply chain management: the constructs and measurements. Journal of Operations Management, 22 (2), pp. 119-150, 2004. DOI: 10.1016/j.jom.2003.12.007
- [26] Christopher, M., Logistics and supply chain management: Strategies for reducing cost and improving service, 2nd Edition. London: Financial Times/Prentice Hall Books, 1998.
- [27] Lambert, D. and Cooper, M., Issues in supply chain management. Industrial Marketing Management, 29 (1), pp. 65-83, 2000. DOI: 10.1016/S0019-8501(99)00113-3
- [28] Lee, H., The Triple-A supply chain. Harvard Business Review, 82 (10), pp. 102-112, 2004.
- [29] Supply Chain Council. SCOR Overview version 9.0. [en línea], Supply Chain Council, 2008. [Consulta 06 de julio 2015]. Disponible en: <https://www.micron.com/~media/documents/products/other-documents/5121scor-90-bookmarked.pdf>
- [30] Voluntary Interindustry Commerce Standards (VICS). CPFR: An overview [en línea], VICS, 2004. [Consulta 06 de julio 2015]. Disponible en: http://www.gs1us.org/DesktopModules/Bring2mind/DMX/Download.aspx?Command=Core_Download&EntryId=631&PortalId=0&TabId=785
- [31] Correa, A. y Gómez, R., Seguridad en la cadena de suministro basada en la norma ISO 28001 para el sector carbón. Boletín de Ciencias de la Tierra, (28), pp. 39-50, 2010.
- [32] Sánchez, C., Ibáñez, O., Neiza, M., Zea C. y Zuluaga, M., Regulación económica y política de competencia en el sector carbonífero colombiano: Estado del arte. Civilizar, Ciencias Sociales y Humanas, 7 (13), pp. 147-171, 2007.

J.A. Cano, recibió el título de ingeniero industrial en 2008, y el título de magister en ingeniería administrativa en 2011, ambos de la Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia. Entre el año 2008 y 2011 ha trabajado como empleado y consultor en empresas del sector textil y confección, plásticos, maderero, litográfico, entre otros. Desde el año 2012 trabaja como docente de tiempo completo en la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas de la Universidad de Medellín y se desempeña igualmente como consultor en logística y productividad. Sus campos de interés en la investigación son: logística, cadena de suministro, sectores productivos, TIC, negociación internacional, lógica difusa, metaheurísticos y programación matemática.
ORCID: 0000-0002-2638-5581
Celular: 301 401 1400
Dirección: Calle 4 No. 18 – 55 Int. 1006 Medellín – Colombia.

C.A. Panizo, recibió el título como Administrador de Empresas y Negocios Internacionales en 2010 de la Corporación Universitaria Remington de Medellín, Colombia. Especialista en Alta Gerencia en 2011 de la Universidad Libre, Bogotá, Colombia. En 2014 recibió el título de MBA (Master Business Administration) de la Universidad de Medellín, Colombia. Desde 2005, ha laborado en diversas empresas públicas y privadas, en sectores de negocios internacionales, comercialización, logística y Supply Chain Management, aduanas, mercadeo, ventas y servicio al cliente. Desde el año 2010 se desempeña como instructor del SENA y docente universitario en FESC, Universidad Francisco de Paula Santander, Universidad de Santander y Corporación Universitaria Minuto de Dios, en Cúcuta. Campos de interés en investigación: gestión de la calidad, logística, competitividad, productividad, comercio internacional.
ORCID: 0000-0002-9507-4963

F.H. García, recibió el título de Contador Público en 1996 y Especialista en Gerencia Financiera y Docencia Universitaria en 1997, ambos de la Universidad Libre, Bogotá, Colombia, y se tituló de MBA (Master Business Administration), en 2014 de la Universidad de Medellín, Colombia. Desde 1973, labora en el SENA como instructor, contador general, jefe de programa, jefe de centro y subdirector, cargo que desempeña actualmente. Desde el año 1998 labora como docente en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Libre de Cúcuta; así mismo ha participado como docente en las especializaciones de Alta Gerencia de la Universidad de Santander y Gerencia Pública de la Universidad Libre, siendo coordinador de esta especialización. También se desempeña como docente de posgrado en el Instituto Universitario de la Frontera de Venezuela.
ORCID: 0000-0002-7814-1941

J.E. Rodríguez, recibió el título de Economista en 2002 en la Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia y el título de MBA (Master Business Administration) en 2014 en la Universidad de Medellín, Colombia. Entre 2005 y 2009 desempeñó cargos como director de proyectos, líder de la unidad regional operativa, gerente administrativo, coordinador de proyectos de cooperación internacional en empresas del sector público, privado y organizaciones internacionales como de la Unión Europea. Entre el año 2010 y 2014 ha trabajado como asesor técnico pedagógico del SENA y docente investigador en la Fundación de Estudios Superiores. Desde el año 2012 se desempeña como docente en la Universidad de Santander y en la Universidad Francisco de Paula Santander, Colombia. Sus campos de interés de investigación son: negociación internacional, distribución física internacional, comercio electrónico, innovación, inteligencia de mercados.
ORCID: 0000-0001-9564-632X