



Sistema logístico en una mina de arcilla en La Guajira, Colombia*

Ángel Darío Guerrero Matute^a ■ Gisys Carolina Carrillo Sierra^b ■
Danny Daniel López Juvinao^c

Resumen: En Colombia, gran parte de la minería a pequeña escala se desarrolla de forma artesanal. No cuenta con una base organizativa formal y tampoco poseen ningún tipo de tecnificación, por lo que sus operaciones se desarrollan con herramientas manuales, como picos, palas y moldes de madera para la elaboración del producto final (ladrillo). En este sentido, el desarrollo del estudio es por medio de una investigación descriptiva enfocada en el método investigativo de diseño no experimental. En cuanto a los resultados, se logró identificar cómo se desarrolla la función logística y, de igual manera, se describe el sistema de información logístico en la mina de arcilla Barrocol, de Carretalito, en Barrancas, La Guajira. Finalmente, con la identificación de la función logística de la mina, es necesaria la adquisición de maquinaria y herramientas tecnológicas para mejorar, registrar y conocer los niveles de inventarios; se propone una plantilla como herramienta de planeación de la producción; el diseño de la estructura del proceso productivo y la elaboración del gráfico de un modelo de gestión conforme a las necesidades de la mina. En lo referente al sistema de información logístico, para que la mina cumpla en su totalidad con los criterios descritos, necesita emplear herramientas de ingeniería en la selección de proveedores, desarrollar efectivamente el indicador transporte y establecer el proceso logístico. También se determinaron la distribución de los costos logísticos y las mejoras que se requieren en el ambiente de atención del servicio al cliente.

Palabras clave: mina de arcilla; función logística; sistema logístico; logística integral; cadena de suministro

Recibido: 12/05/2024 **Aceptado:** 14/07/2024 **Disponible en línea:** 29/10/2024

* Artículo de investigación.

a Ingeniero industrial. Investigador de la Universidad de La Guajira, Riohacha, Colombia.
Correo electrónico: adguerrero@uniguajira.edu.co; ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-3359-5425>

b Ingeniera industrial de la Universidad de La Guajira, Riohacha, Colombia.
Correo electrónico: gccarrillo@uniguajira.edu.co; ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-2351-2758>

c Doctor en Ciencias Gerenciales. Ingeniero de minas. Docente de tiempo completo de la Universidad de La Guajira, Riohacha, Colombia.
Correo electrónico: dlopezj@uniguajira.edu.co; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9304-1105>

Cómo citar: Guerrero Matute, Ángel D., Carrillo Sierra, G. C., & López Juvinao, D. D. (2024). Sistema logístico en una mina de arcilla en La Guajira, Colombia. *Ciencia E Ingeniería Neogranadina*, 34(2), 95-110. <https://doi.org/10.18359/rcin.7325>

Logistics System at a Clay Mine in La Guajira, Colombia

Abstract: In Colombia, a significant portion of small-scale mining is conducted on an artisanal basis, lacking formal organizational structures and technological advancements. Operations are primarily carried out using manual tools such as picks, shovels, and wooden molds for brick production. This study was conducted through descriptive research and focused on a non-experimental design research method. The results identified how the logistics function is developed and described the logistics information system at the Barrocol de Carretalito clay mine in Barrancas, La Guajira. The identification of the logistics function highlighted the necessity for machinery and technological tools to improve inventory management and tracking. A template is proposed as a production planning tool, along with a structured design of the production process and a graphical representation of management model tailored to the mine's needs. To fully comply with the identified criteria, the mine must utilize engineering tools for suppliers selection, effectively develop transportation indicators, and establish a comprehensive logistics process. The distribution of logistics costs was also analyzed, revealing the need for improvements in customer service.

Keywords: Clay mine; Logistics Function; Logistics System; Integral Logistics; Supply Chain

Sistema logístico em uma mina de argila em La Guajira, na Colômbia

Resumo: Na Colômbia, grande parte da mineração em pequena escala é desenvolvida de forma artesanal. Não possui uma base organizativa formal e tampouco conta com qualquer tipo de tecnificação, desenvolvendo suas operações com ferramentas manuais, como picaretas, pás e moldes de madeira para a elaboração do produto final (tijolo). Nesse sentido, o desenvolvimento do estudo se deu por meio de uma pesquisa descritiva focada no método investigativo de design não experimental. Quanto aos resultados, conseguiu-se identificar como se desenvolve a função logística e, da mesma forma, descreve-se o sistema de informação logístico na mina de argila Barrocol, em Carretalito, Barrancas, La Guajira. Finalmente, com a identificação da função logística da mina, é necessária a aquisição de maquinário e ferramentas tecnológicas para melhorar, registrar e conhecer os níveis de inventário; propõe-se uma planilha como ferramenta de planejamento da produção; o desenvolvimento de uma estrutura do processo produtivo e a elaboração do gráfico de um modelo de gestão conforme as necessidades da mina. No que se refere ao sistema de informação logístico, para que a mina cumpra integralmente os critérios descritos, é necessário utilizar ferramentas de engenharia na seleção de fornecedores, desenvolver efetivamente o indicador de transporte e estabelecer o processo logístico. Também foram determinadas a distribuição dos custos logísticos e as melhorias necessárias no ambiente de atendimento ao cliente.

Palavras-chave: mina de argila; função logística; sistema logístico; logística integrada; cadeia de suprimentos

Introducción

La extracción de arcilla para la fabricación de ladrillos es una actividad que se realiza en el departamento de La Guajira de manera artesanal y hace parte de los medios de vida de la población guajira, con impactos menores sobre el medio ambiente, por tratarse de explotaciones a pequeña escala y de subsistencia para las familias. Dada la naturaleza de las operaciones, la integración de la gestión logística conlleva una complejidad menor para su implementación.

En este mismo orden, la logística integral consiste en darle un determinado orden a la estructura de la empresa, tomando como referencia factores como la producción y la distribución, y formar condiciones adecuadas en el entorno organizacional, lo que le permite afianzar o alcanzar con estrategias pertinentes los objetivos planteados [1]. Además, la logística integral tiene como propósito mantener el equilibrio en la cadena de suministro e implementar operaciones eficientes, con el fin de entregar los productos a tiempo y cumplir las expectativas del cliente [2].

La mina de arcilla Barrocol está ubicada en el corregimiento de Carretalito, del municipio de Barrancas, y se considera una mina con denominación artesanal o pequeña minería, por lo que hace parte de un grupo de empresas con innumerables dificultades para el ejercicio de la actividad minera. La falta de tecnificación en las operaciones, la ausencia de tecnología, la inexistencia de una cultura organizacional y la informalización limitan la intención de fortalecer los eslabones de la cadena de suministro, con el fin de propiciar espacios para el crecimiento de la empresa, en aras de brindar u ofrecer productos de calidad con los cuales obtenga altos niveles de productividad y competitividad.

Por lo anterior, los procesos del sistema logístico en los cuales interviene el administrador o gerente de la mina son principalmente los siguientes: el manejo de la información, de los proveedores, el inventario, la supervisión de las actividades, los costos, las ventas y los clientes. Como es un sistema basado en producción, a diario se debe tener un aproximado de la cantidad con la cual se pretende mantener la disponibilidad de existencias en almacén, con

lo que el direccionamiento estratégico, el control de operaciones y la gestión administrativa recaen en una persona, y esto podría representar una desventaja.

Dentro de los factores que intervienen en el desarrollo óptimo de los procesos de una organización se encuentran, la distribución en planta, la cual es importante destacar, debido a que la mina de arcilla Barrocol no posee un planteamiento para la disposición física de sus operaciones; esto se debe a que la materia prima principal proviene del suelo y el subsuelo, es decir, el administrador determina arbitrariamente de donde se extraerá la arcilla, teniendo en cuenta la extensión del terreno donde se puede operar; en ocasiones, para la remoción de grandes cantidades de arcilla, se recurre al uso de una retroexcavadora, y así se inicia la fabricación de ladrillos.

En esta mina se evidencia que no se tiene control sobre la cadena de aprovisionamiento, que consta de la adquisición de materiales e insumos como cáscara de arroz, agua y madera con características para hacer fuego en el proceso de horneado; tampoco se observa un control ordenado sobre la cantidad disponible de ladrillos para la venta; y en cuanto a la gestión de los inventarios, no se realiza el respectivo seguimiento a las condiciones del producto, a partir de la obtención de la materia prima y los insumos, hasta su disposición final para la comercialización. De igual manera, no se tiene registro de los costos logísticos de toda la cadena productiva.

Es por esto que el objeto de esta investigación consiste en identificar la función logística y en describir el sistema de información logístico en la mina de arcilla Barrocol, procurando la identificación de las necesidades y la generación de alternativas de solución que se puedan aplicar con eficiencia en la mina.

1. Materiales y método

Sistema logístico

Un sistema logístico proporciona la vía entre las áreas de producción y los mercados, separados en tiempo y distancia. Se considera que es un sistema eficiente, porque gesta la especialización en el

flujo de trabajo, en todas las áreas de la empresa, de manera que interactúen entre sí. Así pues, la logística tiene una función integradora en la empresa; el equipo de trabajo con funciones logísticas está constantemente en contacto con otras áreas específicas, en las que adquieren un alto grado de visibilidad, acorde con los objetivos propuestos en el plan de trabajo de la empresa [3].

El sistema logístico tiene como objetivo conseguir el mejor rendimiento integral; compatibiliza la utilización de las inversiones en maquinarias y equipos, con la eficiencia de la mano de obra y las inversiones en *stock* de materias primas adquiridas, y los productos en proceso y terminados [4].

Función logística

La función logística se basa principalmente en la administración de los flujos físicos (materias primas, productos acabados, etc.), contando con los recursos (humanos, consumible, etc.), los bienes necesarios (almacenes, herramientas, sistemas informáticos, etc.) y los servicios (transporte) [5]. Así mismo, se trata de un proceso constituido por un conjunto de etapas que se desenvuelven en cadena y que se desarrolla según la naturaleza del producto y de la actividad principal de las empresas, ya sea de tipo industrial, comercial o de servicios [6]. En este apartado se consideraron los siguientes indicadores: cadena de valor, control de inventarios, control de las operaciones, cadena de abastecimiento y compras.

Sistema de información logístico

El sistema de información logístico (SIL) es una solución digital e integral capaz de obtener e igualmente procesar información, datos y reportes de las distintas labores logísticas. Su principal objetivo es ser un auxiliar en la toma de decisiones, apoyar en la resolución de problemas y mejorar la gestión general de la cadena de suministro, para fomentar una planificación estratégica de esta. Todo lo anterior puede aplicarse en la totalidad de la empresa o en etapas específicas, como almacenamiento, transporte y despacho [7].

Los SIL son soluciones digitales cada vez más perfeccionadas y complejas, que se implementan en los almacenes y en el conjunto del proceso logístico, con el fin de mejorar la gestión de las distintas fases operativas: almacenaje, aprovisionamiento, transporte, preparación de pedidos, etc. Estos sistemas pueden implementarse en la totalidad del proceso logístico, o bien centrarse en algunas de sus etapas, como el transporte o la distribución; en general, facilitan la toma de decisiones, la resolución de problemas, la planificación estratégica y la gestión de la cadena de suministro [8]. En cuanto a los indicadores del SIL, se tuvieron en cuenta los siguientes: selección de proveedores, transporte, distribución de los costos logísticos y estrategias de servicio al cliente.

2. Metodología

El desarrollo del estudio se dio por medio de una investigación descriptiva, la cual está dirigida a profundizar en el conocimiento del problema objetivo; este tipo de investigación se utilizó para caracterizar el conjunto de hechos que identifican a la población en estudio. Como su nombre lo indica, esta indagación se limita a describir determinadas características del grupo de elementos o propiedades del fenómeno estudiado, sin realizar comparaciones con otros grupos. Se circunscribe a examinar una población definida [9].

En el diseño de una investigación no experimental no hay estímulos o condiciones a las que se sometan las variables de estudio; los sujetos del estudio son evaluados en su contexto natural, sin alterar ninguna situación; así mismo, tampoco se manipulan las variables [10].

En este sentido, la investigación estuvo enfocada en el método investigativo de diseño no experimental. De esta manera se obtuvieron datos propios del fenómeno de estudio en su ámbito natural, para posteriormente ser analizados, teniendo en cuenta la logística integral en torno a la función logística y el SIL que se desarrolla en la mina de arcilla Barrocol, en Barrancas, La Guajira.

La población se refiere al conjunto completo de individuos, elementos o fenómenos que comparan una característica común y son objeto de estudio [11]. En esta investigación se toma en cuenta el total de la población; resalta que su tamaño corresponde al número total de trabajadores (7) de la empresa, por lo tanto, es posible aplicar allí el estudio, por ser una mina artesanal a pequeña escala; según sus especificaciones, podremos abarcar todo el terreno y analizar de igual manera las características del entorno, las actividades operacionales, el nivel de capacitación del talento humano y el sistema logístico.

La investigación se fundamentó en la recopilación de información primaria y secundaria, para adquirir un amplio conocimiento de la realidad actual de la mina. Como fuentes de información primaria estuvo la observación, con la realización de una visita a la mina para captar los aspectos significativos en el contexto de su logística integral. Se

hizo un recorrido por toda la mina, documentando y tomando material fotográfico y audiovisual; también se aplicó un cuestionario, para obtener un panorama amplio de cómo se desarrollan las actividades, en términos de los elementos que conforman el sistema logístico en la mina de arcilla Barrocol.

Las fuentes de información secundaria estuvieron conformadas por textos relacionados con el tema, como revistas y artículos que contienen datos relevantes sobre el contexto dentro del cual se desarrolló la presente investigación.

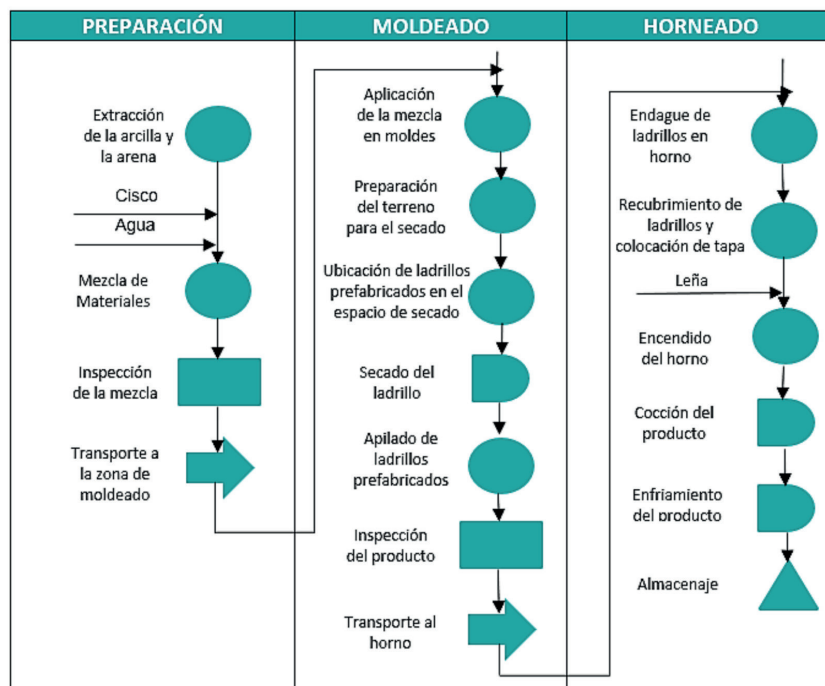
3. Resultados y discusión

Función logística

Cadena de valor

La figura 1 representa la estructura del proceso de fabricación de la mina de arcilla Barrocol.

Figura 1. Diagrama de flujo de la mina Barrocol



Fuente: elaboración propia.

Teniendo en cuenta la información suministrada por el administrador de la mina, a continuación, en la tabla 1 se presenta la estructura de costos del proceso de producción de la mina Barrocol.

Tabla 1. Estructura de costos de la mina de arcilla Barrocol

Estructura de costos				
Concepto	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total x mes
Materia prima				
Cisco	5	Pacas	\$ 13.000,00	\$ 65.000,00
Leña	3	Viajes	\$ 170.000,00	\$ 510.000,00
Mano de obra				
Administrador	1			\$ 900.000,00
Operario 1	1			\$ 845.000,00
Operario 2	1			\$ 666.000,00
Costos fijos				
Arriendo				\$ 320.000,00
Total				\$ 3.306.000,00

Fuente: elaboración propia

Por lo tanto, si se destaca el aprovechamiento de los recursos en la mina de arcilla Barrocol, encontramos que su eficiencia tecnoeconómica es considerablemente mayor que la de otras minas, puesto que cuenta con el recurso de la arena, que es indispensable para los procesos de mezclado y secado, que se usa para evitar que los ladrillos en fabricación se adhieran a la superficie; en este sentido, y según la información obtenida, la mina Barrocol provee este recurso a otras empresas que desarrollan la misma actividad.

Control de inventarios

La mina mantiene en existencia la cantidad de insumos necesarios para la producción, teniendo en cuenta que la materia prima principal (la arcilla) se encuentra en el terreno para su extracción, el flujo de agua es constante y se mantienen hasta

cinco sacos de cisco (cascarilla de arroz) y tres viajes de leña.

El registro se lleva a cabo en un cuaderno o libreta en el que cada semana los operarios reportan la disponibilidad de materia prima, productos en proceso y terminados.

En la actualidad, la mina necesita disponer de espacios para operar, almacenar productos en proceso y construir un nuevo horno. Además, se requiere el uso de maquinaria para la remoción de arena y arcilla, en un nuevo sector donde se pretende extraer este material.

Por lo general, una vez es cumplida la meta de producción, vendida en aproximadamente un 75 %, de nuevo se planea el inicio de un nuevo ciclo de producción. El inventario óptimo que se mantiene en la mina es de entre 3000 y 4000 ladrillos. En la figura 2 se representa el proceso del nivel de inventario óptimo.

Figura 2. Proceso de nivel de inventario óptimo



Fuente: elaboración propia.

Control de operaciones

Es el administrador el que controla toda la información de la empresa, tiene pleno conocimiento sobre clientes, procesos, información financiera, recursos humanos y obligaciones tributarias, de tal forma que los operarios solo manejan la información necesaria para el desarrollo de las actividades que les corresponden en la fabricación del producto.

En la mina de arcilla Barrocol no cuentan con herramientas de planeación de la producción, por lo tanto, nos dimos a la tarea de proponer una herramienta aplicable al sistema de la mina. Las empresas necesitan mantener el control de ciertos aspectos que se relacionen con los productos que fabrican, entre ellos, enumerar cuándo se producirán y en qué cantidad. Precisamente, el Plan Maestro de Producción (PMP) o MPS (por sus siglas en inglés: Mater Production Schedule) es el programa que se encargará de coordinar todas estas actividades. Por lo tanto, es crucial para la planificación de la producción, ya que define las fechas de entrega de los productos y calcula cuántas unidades se pueden fabricar en un tiempo determinado.

A continuación, se presentan los datos de los pedidos de los primeros seis meses del año 2022 (tabla 2) y pronóstico de ventas de esos mismos meses, tomando como base los siete meses anteriores a enero de 2022 y que se relacionan en la tabla 3 con

la herramienta Excel. En la tabla 4 se presenta una plantilla de lo que sería el plan maestro de producción, que consta de los siguientes datos: inventario inicial de 3000 unidades y política de pedido de 11 000 unidades.

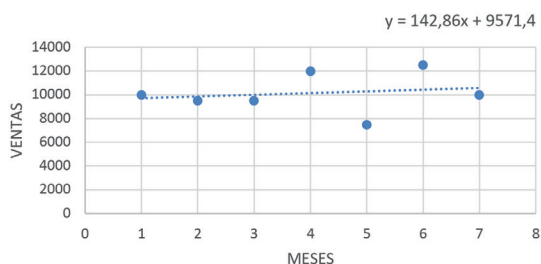
Tabla 2. Ventas de junio-diciembre del año 2021 en la mina Barrocol

	Meses	Serie temporales	Ventas
2021	6	1	10.500
	7	2	9500
	8	3	10.000
	9	4	12.000
	10	5	7500
	11	6	13.000
	12	7	11.000

Fuente: elaboración propia.

En la figura 3 se muestra la dispersión de los datos de la tabla 2 y con la herramienta de diseño de Excel se agrega un elemento gráfico: la línea de tendencia, que al seleccionarla muestra varias opciones, entre las cuales se marca la casilla de presentar ecuación en el gráfico. Con esa ecuación se logra calcular el pronóstico de los próximos meses, tal como se representa en la tabla 3.

Figura 3. Ventas de junio-diciembre del año 2021 de la mina Barrocol



Fuente: elaboración propia.

Tabla 3. Datos de las ventas del segundo semestre del año 2021 y pronósticos de los primeros seis meses del año 2022

	Meses	Serie temporales	ventas		
2021	6	1	10.000		
	7	2	9500		
	8	3	9500		
	9	4	12.000		
	10	5	7500		
	11	6	12.500		
	12	7	10.000		
	2022	1	8	10.714	Ventas pronosticadas
		2	9	10.857	
		3	10	11.000	
		4	11	11.143	
		5	12	11.286	
6		13	11.429		

Fuente: elaboración propia.

Tabla 4. Ejemplo de plan maestro de producción de la mina de arcilla Barrocol

Plan maestro de la mina de arcilla Barrocol

Inventario inicial	3000
Política de pedido	11.000

Parámetros	Meses					
	1	2	3	4	5	6
Inventario inicial	3000	3286	3336	3336	2336	2050
Pronóstico	10.714	10.857	11.000	11.143	11.286	11.429
Pedidos	9000	10.950	10.500	12.000	9200	11.000
MPS	11.000	11.000	11.000	11.000	11.000	11.000
Inventario final	3286	3336	3336	2336	2050	1621

Fuente: elaboración propia.

Con el ejemplo representado en la tabla 4 podemos ver las dos fuentes de demanda: pronóstico y pedidos. Inventario inicial de 3000 unidades.

Siempre que el inventario inicial de cada mes sea superior que el mayor valor entre unidades pronosticadas y pedidos de clientes, no será necesario la producción de unidades del PMP (11 000) para ese mes. Por ende, las unidades en el inventario final serán la resta entre el inventario inicial y el mayor valor entre las unidades pronosticadas y los pedidos de los clientes.

En los seis meses, como el inventario inicial es menor que el valor más grande entre las unidades pronosticadas y los pedidos de los clientes, es necesario aplicar el PMP en esos meses. Para el primer mes se aplicaría la siguiente fórmula: inventario final = (inventario inicial + PMP) – el número mayor entre el pronóstico y el pedido de los clientes. Inventario final = (3000 + 11 000) – 10 714 = 3286. Para el mes dos: inventario final = (3286 + 11 000) – 10 950 = 3336 (en este caso se toma el valor del pedido de los clientes, por ser mayor, que el pronóstico). Para el mes tres: inventario final: (3336+11 000) – 11 000 = 3336. Para el mes cuatro: inventario final = (3336 + 11 000) – 12 000 = 2336. Para el mes cinco: inventario final = (2336 + 11 000) – 11 286 = 2050. Para el mes seis: inventario final = (2050 + 11 000) – 11 429 = 1621.

Por su parte, el control de los procesos es llevado a cabo mediante visitas periódicas y la supervisión del administrador de la mina. Con la observación se verifica que las actividades se estén ejecutando correctamente. Además, en la mina se deberían analizar y monitorear los procesos para localizar fallas y oportunidades de mejora. Al monitorear el progreso de cada proceso es posible aumentar la calidad de las entregas y el rendimiento de la empresa. Por lo tanto, lo ideal sería evaluar el progreso de las actividades y obtener información sobre cómo optimizar los resultados, reducir el gasto, evitar o corregir fallas y, en consecuencia, mejorar el rendimiento de la empresa en su conjunto.

Cadena de abastecimiento

Las materias primas usadas en la fabricación de ladrillos, en la mina de arcilla Barrocol, son las enunciadas en la tabla 5.

Tabla 5. Materias primas de la mina de arcilla Barrocol

Material	Definición
Arcilla	Engloba a un grupo de minerales, filosilicatos en su mayor parte, cuyas propiedades físico-químicas dependen de su estructura y de su tamaño de grano muy fino, inferior a dos micras. Es una roca sedimentaria, en la mayor parte de los casos de origen detrítico, con características bien definidas [12].
Cascarilla de arroz o cisco	Es un subproducto que se genera durante el proceso de la molienda del arroz. Se trata de la capa exterior del grano, que se elimina para obtener el arroz blanco que se consume en todo el mundo [13]. Puede ser utilizada en la elaboración de productos para la construcción como el ladrillo, entre otros usos que se le pueden dar.
Leña	Es un combustible natural que tiene numerosas ventajas. Es fuente de calor ecológica, consta de ramas, troncos o trozos de madera seca, y es ideal para hacer fuego [14].

Fuente: elaboración propia.

Los requerimientos de los clientes consisten en realizar pedidos de ladrillos con ciertas dimensiones, las cuales están referenciadas en la tabla 6, sin embargo, en varias ocasiones, la mina tuvo dificultades por el incumplimiento de las entregas en el tiempo establecido, lo que llevó al administrador a tomar la decisión de cumplir con los pedidos, teniendo cierta disponibilidad y estableciendo prioridades.

Tabla 6. Referencias de ladrillos

Identificación	Dimensiones
Ladrillo con medida estándar	24,5cmx14cmx8cm
Ladrillo r1	24cmx12cmx8cm
Ladrillo r2	30cmx15cmx10cm

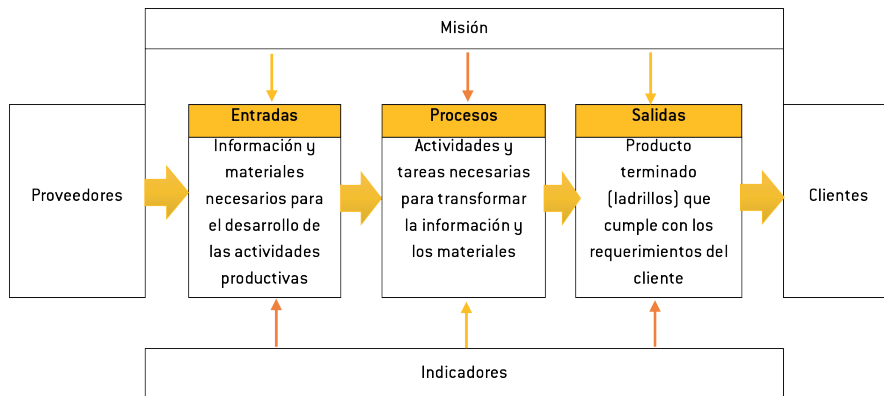
Fuente: elaboración propia.

Las capacidades de la mina en cuanto a producción y pedidos comprenden la máxima de 13 000 ladrillos por mes, en condiciones normales; en época de lluvias, su capacidad máxima es de 8000 a 10 000 ladrillos. También es importante mencionar la capacidad de la disponibilidad de la materia prima principal, la arcilla, la cual se encuentra en abundancia en gran parte del terreno, igual cuenta con el recurso de la arena, también utilizado en el proceso de fabricación de los ladrillos.

En la actualidad, la mina de arcilla Barrocol no posee un modelo de gestión. En este sentido,

presentamos una propuesta. Según los factores y particularidades de la empresa minera, el tipo de modelo de gestión organizacional que le corresponde es la gestión por procesos, la cual se centra en la mejora constante de los procesos organizacionales. Al mapear y proporcionar información relevante sobre los procesos, la intención es hacerlos más fluidos, transparentes, eficientes y alineados adecuadamente con los objetivos de la organización. A continuación, en la figura 4 se representa el mapa de procesos que indica el modelo de gestión de la mina Barrocol.

Figura 4. Mapa de procesos de la mina de arcilla Barrocol



Fuente: elaboración propia.

Compras

Las fuentes de suministro de la mina de arcilla Barrocol, representadas en la tabla 7, corresponden principalmente a la arcilla que es extraída del suelo

y el subsuelo, al cisco o cascarilla de arroz obtenida a partir del trillado de este producto alimenticio y a la leña, que son ramas y árboles secos.

Tabla 7. Suministros a la mina de arcilla Barrocol

Arcilla	Cascarilla de arroz (cisco)	Leña
		

Fuente: elaboración propia.

Al tomar como referencia la competencia, un factor que influye directamente en la relación calidad-precio, y ante el objetivo de captar el mayor número de clientes, en algunos momentos puede sacrificarse el precio, pero siempre brindando productos de calidad. Sin embargo, este no es el caso de la mina de arcilla Barrocol, ya que existe un consenso para determinar un precio, que aplica para cada una de las empresas que desarrollan la actividad minera en la zona. Por lo tanto, el precio del producto de la mina Barrocol se considera de nivel medio, igual que la calidad.

Sistema de información logístico

Selección de proveedores

Como un proveedor es una persona o una empresa que abastece a otras empresas con existencias (recursos o materias primas), las cuales serán vendidas directamente o transformadas para su posterior venta, como es el caso de la mina de arcilla Barrocol, son dirigidas al desarrollo de las actividades de la empresa. De tal forma que esta mina cuenta con la materia prima principal, que es la arcilla, pero sus otros proveedores se evidencian en la tabla 8.

Tabla 8. Proveedores de la mina de arcilla Barrocol

Proveedores	Identificación
1. Cisco	Arrocera El Hático, de Fonseca, La Guajira
2. Leña	Resguardo Las Casitas, de Carretalito

Fuente: elaboración propia.

En la mina Barrocol no existen herramientas de ingeniería para la selección de proveedores. Por lo que proponemos una alternativa disponible en el mercado que se ajusta a las necesidades de la empresa.

En vista de que la empresa tiene potencial de crecimiento, las actividades que se desarrollan en la actualidad de forma rudimentaria tendrían una implementación y desarrollo en un ambiente operativo optimizado; una aplicación o herramienta de ingeniería que se presenta como alternativa es la de SoftExpert Proveedor, que ofrece herramientas que auxilian en la atención, con las normas de calidad ISO 9001, para simplificar el registro de los

proveedores, optimizar el tiempo de las empresas y reunir todas las informaciones de los aliados comerciales en un único lugar [15].

En lo que respecta a la capacidad de los proveedores de la mina de arcilla Barrocol, en la actualidad su capacidad técnica y operativa es aceptable para suministrar los insumos en tiempo, en forma y bajo los requerimientos adecuados, como es el caso del proveedor de cisco. En cuanto a la leña, en el caso de que el proveedor principal no cuente con el insumo, se buscan proveedores alternativos en sectores aledaños, con el fin de cumplir efectivamente los compromisos de entrega del producto a los clientes, en el tiempo establecido.

Transporte

El transporte forma parte de la logística y está vinculado a la colocación de bienes en el lugar preciso, en el momento apropiado y bajo las condiciones adecuadas. En la tabla 9 se presentan los distintos lugares a donde se transporta el producto o los puntos de destino para la respectiva entrega al cliente.

Tabla 9. Puntos de destino de productos de la mina de arcilla Barrocol

Puntos de destino			
1	Carretalito	7	Maicao
2	Fonseca	8	Villanueva
3	Barrancas	9	San Juan
4	Distracción	10	Urumita
5	Hato Nuevo	11	Las Jaguas de Ibirico
6	Riohacha		

Fuente: elaboración propia.

El transporte interno es en esencia el movimiento físico de productos dentro de las zonas de carga y descarga de mercancías en el área de preparación de pedidos y carga de vehículos. Además, el transporte interno de la mina comprende el movimiento de los productos en proceso que son trasladados hasta el horno. En la tabla 10 se presentan los costos de transporte interno desde el punto de secado hasta el horno en la mina de arcilla Barrocol:

Tabla 10. Costos de transporte interno en la mina de arcilla Barrocol

Distancia	Precio
10 m	\$ 13.000
20 m	\$ 15.000
30 m	\$ 17.000

Fuente: elaboración propia.

Ahora bien, como los ladrillos son transportados dentro de la mina mediante carretas de madera o de vagón, la calidad es considerada relativamente baja, por las pocas ventajas que proporciona el sistema actual. En cuanto al transporte para la distribución del producto, a pesar de que no está relacionado directamente con la actividad empresarial, porque es proporcionado por el cliente, la calidad depende del análisis y la elección de los clientes, que hasta el momento han estado conformes con el servicio de entrega en el punto de destino y con las condiciones óptimas del producto.

Distribución de los costos logísticos

A continuación, se presenta la distribución de los costos logísticos de la mina de arcilla Barrocol, que constan de aprovisionamiento, almacenamiento, inventario y distribución.

Costo de aprovisionamiento: este costo debe tenerse en cuenta en la gestión logística, ya que la falta de recursos o la mala gestión de los procesos de compra pueden repercutir en toda la producción y en la posterior distribución. En la ecuación 1 se relaciona el cálculo del costo de aprovisionamiento.

$$\text{Costo de aprovisionamiento} = \text{costo de compra} + \text{costo de ordenar} + \text{costo de escasez} + \text{costo de almacenaje} \quad (1)$$

$$\text{Costo de aprovisionamiento} = [\$569.000 + \$5.000 + \$320.000 + \$970.000] = \$1.864.000 \quad (1)$$

El costo de escasez por \$ 320 000 corresponde a la pérdida de 100 ladrillos (información proporcionada por el administrador de la mina).

Costo de almacenamiento: es el que se causa al resguardar el inventario de mercadería en un determinado espacio. También tiene los nombres de mantenimiento, posesión del inventario o costos de tenencia.

$$\text{Costo de almacenamiento} = \text{inventario promed.} + \text{costo de mantener una und. en inventario} \quad (2)$$

$$\text{Costo de almacenamiento} = [3.000 \text{ und.} \times \$320] = \$970.000 \quad (2)$$

Costo de inventario: es el que se genera por el almacenamiento, orden, suministro y todas las actividades que van de la mano con el mantenimiento y el funcionamiento del lugar donde se almacena en un periodo de tiempo.

$$\text{Costo de inventario} = \text{costo de pedido} + \text{costo de almacenamiento} \quad (3)$$

$$\text{Costo de inventario} = \$5.000 + \$970.000 = \$975.000 \quad (3)$$

Costo de distribución: comprende los gastos relacionados con el transporte de las mercancías. El costo que asume la empresa se remonta al cargue en el transporte, que corresponde a \$ 10 000 por cada mil ladrillos. Por lo cual, el costo para distribuirlo hacia los distintos puntos de destino lo asume el cliente, que en ocasiones es quien contrata el transporte. A continuación, en la tabla 11 se presentan los precios de distribución hacia los distintos puntos de destino para la entrega de los ladrillos al cliente.

Tabla 11. Costos de distribución de la mina de arcilla Barrocol

Puntos de destino		Precio	Puntos de destino		Precio
1	Carretalito	\$40.000	7	Maicao	\$650.000
2	Fonseca	\$100.000	8	Villanueva	\$550.000
3	Barrancas	\$100.000	9	San Juan	\$500.000
4	Distracción	\$120.000	10	Urumita	\$600.000
5	Hato Nuevo	\$150.000	11	La Jagua de Ibirico	\$650.000
6	Riohacha	\$600.000			

Fuente: elaboración propia.

Estrategias de servicio al cliente

Las relaciones con los clientes en la mina de arcilla Barrocol se sustentan en la calidad de las interacciones que se desarrollan entre los consumidores y el administrador de la mina. La comunicación se establece con el contacto humano directo de persona a persona o por vía telefónica.

En la mina de arcilla Barrocol, el servicio al cliente corresponde a todas las acciones y esfuerzos orientados a generar una excelente experiencia para el cliente de manera dinámica y proactiva. A continuación, se mencionan algunas características propias del servicio al cliente en la mina: mostrar empatía, construir confianza, ágil resolución de problemas y cumplimiento de los tiempos de respuesta ante cualquier inquietud y de los compromisos en el tiempo establecido, buscando en lo posible alcanzar las expectativas de los clientes.

El ambiente de la atención al cliente en la mina es regular, puesto que el proceso de compra se lleva a cabo en el área, al aire libre, y no hay un sitio específico para desarrollar dicho proceso. Pero, el administrador se esfuerza al máximo para brindar una excelente experiencia de atención a sus clientes, a pesar de las condiciones del entorno.

A continuación, se enuncian algunas estrategias del servicio al cliente a utilizar en la mina de arcilla Barrocol: 1) hacer todo lo posible para conectar con los clientes al establecer una formidable interacción personal con ellos; 2) disminuir los tiempos de espera; 3) fomentar el uso de las redes sociales, y 4) utilizar herramientas como las encuestas para medir la satisfacción de los clientes.

Discusión

En esta investigación, al identificar la función logística de la mina de arcilla Barrocol, [5] afirma que la función logística se basa principalmente en la administración de los flujos físicos (materias primas, productos acabados, etc.), contando con los recursos (humanos, consumibles, etc.), los bienes necesarios (almacenes, herramientas, sistemas informáticos, etc.) y los servicios (transporte).

Una vez realizado el análisis de los resultados a partir de la información suministrada por el administrador y los operarios de la mina Barrocol sobre la función logística, en el primer indicador, denominado cadena de valor, se identifica lo siguiente: proceso de fabricación, estructura de costos y secuencia de actividades; solo para el caso de la eficiencia tecnoeconómica no se obtuvo información relevante; en el segundo indicador, control de inventarios, aparecen: registro y niveles de inventarios, necesidades de la empresa e inventario óptimo; en el tercer indicador, control de operaciones: manejo de la información y control de los procesos. Se obtuvieron datos sobre la estructura del proceso, pero no estaba debidamente establecida, y la empresa no cuenta con herramientas de planeación de la producción. En el cuarto indicador, cadena de abastecimiento, se conoció lo siguiente: materias primas, requerimientos de los clientes y capacidades de la mina. No existe un modelo de gestión; finalmente, en el indicador compras se encontró lo siguiente: las fuentes de suministro, la relación calidad-precio y otras mercancías o materiales necesarios en la mina no cuentan con servicios de asistencia técnica y mantenimiento.

En este sentido, los resultados obtenidos comparan lo planteado por [7], que afirma que la función logística es (por definición de función) la agrupación de actividades relacionadas con la logística. Se deben tener en cuenta los elementos que la conforman: materiales a transportar, información a gestionar (almacenar, comunicar) que genera órdenes, control del cumplimiento de las órdenes, equipos para transportar, lugares por donde se transporta, equipos y lugares para almacenar, compras y aprovisionamiento, gestión de inventarios, planificación y control de operaciones, y manejo y almacenamiento de materiales.

Con relación al siguiente objetivo específico, describir el sistema de información logístico de la mina de arcilla Barracol, [7] define los SIL como una solución digital e integral capaz de obtener y procesar información, datos y reportes de las distintas labores logísticas. Su principal objetivo es ser un auxiliar en la toma de decisiones, apoyar en la resolución de problemas y mejorar la gestión general de la cadena de suministro, para fomentar una planificación estratégica de esta. Todo lo anterior puede aplicarse en la totalidad de la empresa o en etapas específicas, como almacenamiento, transporte y despacho. En cualquier caso, los SIL aportan un valor útil y distinto a cada una.

Al analizar los resultados del SIL, según los datos suministrados por el administrador y los operarios de la mina, en el primer indicador, selección de proveedores, se encontró lo siguiente: proveedores y capacidad de los mismos y poder de negociación; en el caso de herramientas de ingeniería, no se obtuvo información; en el segundo indicador, transporte: puntos de destino, costos de transporte interno y calidad del servicio de transporte; en el proceso logístico de la empresa no está determinado este servicio; del tercer indicador, distribución de los costos logísticos, no se obtuvo la información solicitada, sin embargo, se recibieron los datos necesarios para el cálculo de los costos, distribuidos así: costos de aprovisionamiento, de almacenamiento, de inventario y de distribución; y finalmente, del cuarto indicador, estrategias de servicio al cliente, se reveló lo siguiente: información relevante sobre el contacto con el cliente, el

servicio al cliente, la perspectiva del cliente y el ambiente de atención en la mina.

Estos resultados se apoyan en lo dicho por [18], que considera una definición acertada del SIL, como un conjunto de procesos que recopilan, almacenan, procesan y distribuyen la información logística y de las operaciones en general, para dar apoyo a la toma de decisiones mediante controles y análisis aplicados a la empresa para generar una ventaja competitiva.

Conclusiones

En la presente investigación, al identificar la función logística en la mina de arcilla Barrocol, se requiere tecnología o maquinaria para desarrollar la eficiencia tecnoeconómica de la cadena de valor. En cuanto al control de inventarios, la aplicación de herramientas tecnológicas se considera una alternativa viable para mejorarlo, registrar los inventarios y conocer sus niveles. En el caso del control de operaciones, se optó por proponer una plantilla como herramienta de planeación de la producción; igual, se estableció un diseño de la estructura del proceso productivo. Y en la cadena de abastecimiento se elaboró de forma gráfica un modelo de gestión conforme con las necesidades de la mina.

En lo que respecta al SIL, para que toda la mina cumpla con los criterios descritos se necesita emplear herramientas de ingeniería en la selección de proveedores. Enseguida, para desarrollar efectivamente el indicador transporte, se debe establecer el proceso logístico. A su vez, en el indicador de distribución de los costos logísticos, a pesar del desconocimiento de los entrevistados sobre estos costos, la información obtenida fue suficiente para hacer los cálculos correspondientes y determinar su distribución. En cuanto al indicador de estrategias de servicio al cliente, se requieren mejoras en el ambiente de atención.

En el análisis del sistema logístico, basados en la logística integral, se desarrollaron dos dimensiones: función logística y SIL. Sin embargo, es importante resaltar que dentro de los criterios investigados, en relación con el estudio de los indicadores, algunos de los criterios no aplicaban en su totalidad o era

escasa la información suministrada, de tal manera que en cada caso se presentaron propuestas alternativas para esbozar lo requerido en la mina y cumplir con eficiencia con un aporte significativo y fundamental para su implementación en la empresa.

Finalmente, la investigación resalta la importancia de aplicar el concepto de logística integral, como aspecto fundamental del sistema logístico, por lo que estuvo orientada a que pequeñas

empresas (como la mina de arcilla Barrocol) dedicadas a la extracción y transformación de materiales, ofrezcan un producto triunfador y a un precio competitivo; de igual manera, se valora el producto ofrecido en este caso, el ladrillo, utilizando las estrategias más adecuadas para aumentar y mejorar la eficiencia y las ventajas competitivas, y garantizar el cumplimiento de las expectativas del cliente con un producto de calidad.

Referencias

- [1] L. Martínez y O. El Kadi, “Logística integral y calidad total, filosofía de gestión organizacional orientadas al cliente”, *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, vol. 4, no. 7, pp. 202-232, 2019. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7062704>
- [2] L. V. Flores, *Logística integral y satisfacción del cliente de los servicios logísticos en Guayaquil*, Tesis MA inédita, Postgrados, Universidad Politécnica Salesiana, Guayaquil, Ecuador, 2021.
- [3] A. I. Zamora y J. C. J. Navarro, “El sistema logístico del comercio exterior en los países del APEC”, *CONfines de ciencia política y relaciones internacionales*, vol. 34, no. 18, pp. 87-104, 2022, doi: 10.46530/cf.vi34/cnfns.n34.p11-28
- [4] C. Boero, *Introducción a la logística*, 1ª. ed., Córdoba, Argentina: Universitas. Editorial Científica Universitaria, p. 14, 2020.
- [5] A. Castellanos, *Logística Comercial Internacional*, 2ª. ed., Barranquilla, Colombia: Universidad del Norte, p. 5, 2021.
- [6] M. J. Escudero, *Logística de almacenamiento*, 2ª. ed., Madrid, España: Ediciones Paraninfo SA, p. 3, 2019.
- [7] A. García. (2021). *¿Cuál es el papel de los sistemas de información logística?* The logistics world. [En línea]. Disponible en <https://thelogisticsworld.com/innovacion/cual-es-el-papel-de-los-sistemas-de-informacion-logistica/>
- [8] S. Aerts. (2022). *Sistema de información logística: Definición, tipos y beneficios*. Toyota Material Handling. [En línea]. Disponible en <https://blog.toyota-forklifts.es/sistemas-de-informacion-logistica-sil-definicion-tipos-y-beneficios#:~:text=Los%20Sistemas%20de%20Informacion%20Logistica,%2C%20preparacion%20de%20pedidos%2C%20etc.>
- [9] C. Fresno, *Metodología de la investigación: así de fácil*, 1ª. ed., Córdoba, Argentina: El Cid Editor, p. 86, 2019.
- [10] J. L. Arias y M. Covinos, *Diseño y metodología de la investigación*, 1ª. ed., Arequipa, Perú: Enfoques Consulting Eirl, p. 78, 2021.
- [11] P. I. Vizcaíno, R. J. Cedeño y I. A. Maldonado, “Metodología de la investigación científica: guía práctica”, *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, vol. 7, no. 4, pp. 9723-9762, 2023, doi: 10.37811/cl_rcm.v7i4.7658.
- [12] E. H. Ríos y W. P. Núñez Sánchez, *La arcilla como recurso natural ancestral en el fortalecimiento de la diversidad cultural*, Tesis MA, Instituto de Postgrado, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador, 2019. Disponible en <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/5584>
- [13] BioEspacio Sustratos Colombia, *La utilización de la cascarilla de arroz en la agricultura*, BioEspacio Orgánicos y Minerales, 2023. Disponible en <https://bioespacio.co/la-utilizacion-de-la-cascarilla-de-arroz-en-la-agricultura/>
- [14] J. Miranda, *La leña, el combustible ideal para calentar el hogar*, Madera Sostenible, 2019. Disponible en <https://madera-sostenible.com/opinion/la-leña-el-combustible-ideal-para-calentar-el-hogar/>
- [15] SoftExpert, *SoftExpert Proveedor Gestión de Proveedores*, SoftExpert Proveedor, 2022. Disponible en <https://www.softexpert.com/es/producto/gestion-proveedores/#:~:text=SoftExpert%20Proveedor%20permite%20la%20visualizacion%20de%20informaciones%20siempre%20que%20sea%20necesario.>
- [16] J. P. García. (2020). *Introducción a la logística*. [En línea]. Universidad Politécnica de Valencia. Disponible en <http://hdl.handle.net/10251/137038>

- [17] V. Cordero, V. Torres, A. Hernández y G. Ibarra, “Sistema de información en el proceso de logística inversa, revisión de literatura”, *Cultura Científica y Tecnológica*, vol. 55, no. 12, pp. 46-59, 2015. Disponible en <https://erevistas.uacj.mx/ojs/index.php/culcyt/article/view/745>
- [18] P. W. Huamán, *Diseño de un sistema de información para la mejora del proceso de logística y control de almacén utilizando la metodología Rup para la Municipalidad Distrital de Sónor, Provincia de Huancabamba, Departamento de Piura*, Tesis PG inédita, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque, Perú, 2019. Disponible en <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/4015>



Disponible en:

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=91182133007>

Cómo citar el artículo

Número completo

Más información del artículo

Página de la revista en redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc
Red de revistas científicas de Acceso Abierto diamante
Infraestructura abierta no comercial propiedad de la
academia

Ángel Darío Guerrero Matute, Gisys Carolina Carrillo Sierra,
Danny Daniel López Juvinao

**Sistema logístico en una mina de arcilla en La Guajira,
Colombia***

Logistics System at a Clay Mine in La Guajira, Colombia
**Sistema logístico em uma mina de argila em La Guajira,
na Colômbia**

Ciencia e Ingeniería Neogranadina
vol. 34, núm. 2, p. 95 - 110, 2024
Universidad Militar Nueva Granada,

ISSN: 0124-8170

ISSN-E: 1909-7735

DOI: <https://doi.org/10.18359/rcin.7325>