

## **5. CARACTERIZACIÓN DE MINERÍA NO METÁLICA EN DEPARTAMENTO DE SUCRE**



## 5.1 Caracterización de Procesos Productivo de Agregados de Piedra Caliza y Derivados.

El proceso de producción o explotación de materiales se lleva a cabo en varias etapas, pero de forma general el siguiente diagrama presenta las principales etapas que se dan, en la actividad minera de los materiales para la construcción en el departamento. (figura 38).

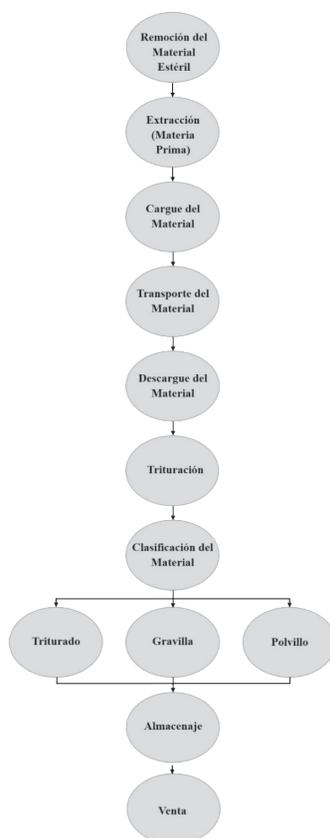


Figura 38. Diagrama de proceso productivo de materiales agregados para la construcción

Fuente Autor – 2016

Es de vital importancia resaltar que en el departamento existen dos métodos para la explotación de los materiales, una forma manual artesanal y otra de forma mecanizada, sin embargo, para tener una mejor claridad de estos procesos en las siguientes páginas se explicara y desarrollara las características que posee cada operación del anterior diagrama utilizado en el departamento.

### **5.1.1 Remoción o Eliminación del Material Estéril**

El proceso de explotación del material en la región inicia con la remoción de la capa superficial o estéril de la corteza, este proceso permite poner al descubierto el material deseado, caliza o piedra bruta. La capa superficial de la corteza está compuesta por muchos organismos que hacen parte de los diferentes reinos, para ello se necesita remover esta capa, que principalmente posee plantas, raíces de árboles, herbences, arcillas o arenas superficiales con la finalidad de obtener un material más limpio, de lo contrario si se extrae el material unido a estos compuestos lo contaminara causando más adelante una baja calidad del producto.

En las zonas de explotación minera ubicadas en el departamento de Sucre, para la eliminación de esta capa orgánica se utilizan dos métodos, uno manual o artesanal y uno mecánico, esto básicamente depende de la capacidad del productor debido a que muchos no poseen la capacidad económica de adquirir maquinaria que realice esta operación.

El método artesanal inicia con la determinación de ubicación donde se realizará la extracción el material, para ello la persona primero realiza una limpieza previa de la capa vegetal o zona verde en caso que haya presencia de árboles, arbustos o cualquier material que pueda dificultar el proceso de extracción, para así una vez limpio el lugar se pueda proceder a eliminar el resto del material estéril.

En caso que el proceso se realice de forma mecanizada, primeramente se elimina los arboles de mayor tamaño que pueden obstaculizar el area de la futura explotacion, luego la eliminacion del material es realizada por maquinas las cuales remueven toda la capa superficial integrada por plantas silvestres o herbences de bajo tamaño y el material esteril que cubre la roca. (figura 39 y 40).



*Figura 39. Cubierta Vegetal. Departamento de Sucre. Fotografía autores*



*Figura 40. Máquina para eliminación del material estéril.  
Departamento de Sucre. 2016*

### 5.1.2 Extracción del Material o Materia Prima en el Departamento de Sucre

El proceso de extracción de la materia prima se produce después de la remoción del material estéril y orgánico que recubría la roca, este al igual que el anterior se realiza de forma manual o artesanal y de forma mecanizada. En la forma artesanal el trabajador utiliza su propia fuerza para remover el material; para ello, utiliza barras de acero, palas, picos, carretas o en algunos caso algún tipo explosivo que permiten fraccionar la roca en tamaños mas pequeños, estas rocas de son apiladas en un lugar para esperar la operación de cargue.

El uso de estos elementos viene dándose desde muchos años atrás por sus ancestros, la técnica consiste en impactar sobre la roca con el objetivo de crear una fisura que permita reducirla a menores proporciones. De manera general, las rocas extraídas poseen dimensiones que oscilan entre los 30 a los 40 centímetros con peso promedio de 5 a 10 kilogramos dependiendo del tamaño. (Figura 41).



*Figura 41. Extracción de materia prima mediante métodos artesanales del Departamento de Sucre 2016.*

Fuente: Autores.

Así mismo para el proceso mecanizado, la extracción del material es llevada a cabo por maquinaria pesada, sin embargo, si el material posee alta dureza o la formación geológica del material es uniforme en la cual existen grandes piedras o bloques del material se procede a aplicar un explosivo que permita fraccionarla, además de eso se utilizan retro excavadoras, martillos neumáticos o compresores para así remover las rocas y apilarlas para su posterior cargue. (Figura 42).



*Figura 42. Extracción de materia prima de forma mecanizada del Departamento de Sucre 2016.*

Fuente: Autores.

Cabe resaltar que la operación de extracción de material de forma artesanal o manual es una de las que posee mayor peligrosidad, esto es debido a los peligros que ofrece la actividad, los mineros artesanales no poseen elementos de protección personal, que garanticen su seguridad o en caso de accidentes, la minimización de las lesiones.

Así mismo las condiciones en las que se extrae el material son difíciles, el relieve o geometría determina en gran medida este factor, las canteras se encuentran ubicadas en zonas con características montañosas y de laderas, mostrando irregularidad en el terreno o accidentes topográficos. El grado de inclinación presentado en estos cerros, zonas montañosas o laderas presenta un ángulo talud elevado, esto según la clasificación de los tipos de yacimientos de explotación por medio de minería a cielo abierto con respecto a su inclinación, son de tipo inclinados con ángulos que se encuentran entre los 25° o 30° hasta los 70°, dificultando el proceso de extracción y recuperación del material deseado, así mismo crea el ambiente perfecto para deslizamiento de tierras y los obreros puedan ser atrapados en estos taludes.



*Figura 43. Inclinación de las canteras de explotación de materiales del Departamento de Sucre 2016.*

Fuente: Autores.

Sin embargo, existen algunos casos (figura 43), en los cuales la inclinación es vertical, con ángulos de  $70^\circ$  a  $90^\circ$  dificultando aún más el proceso y aumentando el nivel de riesgo en los trabajadores expuestos a la actividad de extracción del material

### **5.1.3 Cargue del Material**

Cargar el material es la actividad que permite colocarlo en las volquetas, para su posterior transporte a la trituradora u otro lugar de destino. Esta operación es realizada en todas las canteras y trituradoras ubicadas en el departamento de Sucre, esto se debe a la distancia o ubicación entre la cantera y zona de procesamiento, lo que hace imprescindible el transporte de un lugar a otro. De igual manera, que las anteriores operaciones se realizan de forma manual y de forma mecánica. (figura 44).

Manualmente este proceso se lleva a cabo una vez este apilado en material en el lugar donde ingresa el transporte, allí este es cargado en la volqueta mediante una operación iterativa roca por roca hasta alcanzar la capacidad de carga del equipo de transporte. Durante el proceso con maquinaria, los operadores de los cargadores llegan hasta la zona donde se encuentran apiladas las rocas y allí con la pala del cargador, cargan el material y luego lo colocan en el compartimiento de carga de las volquetas hasta alcanzar su capacidad de transporte.



*Figura 44. Operación de carga del material del Departamento de Sucre 2016.*

Fuente: Autores.

### 5.1.4 Transporte del Material

La operación de transporte del material, es realizada desde las canteras o lugares donde se extraen las rocas de mayor dimensión o piedra caliza bruta, y es transportada hasta el lugar de ubicación de las trituradoras, el transporte se realiza en volquetas de 7 mts<sup>3</sup> o 15 mts<sup>3</sup> de capacidad, este transporte es realizado generalmente por terceros que prestan el servicio de transporte por un precio determinado entre las partes involucradas; sin embargo, algunas de estas empresas poseen sus volquetas con las que realiza esta operación. (Figura 45).



*Figura 45. Equipos de transporte del material a zonas de procesamiento del Departamento de Sucre 2016.*

Fuente: Autores.

La operación de transporte del material es realizada en un 61% por terceros que ofrecen servicios de transporte de la cantera a las diferentes

trituradoras o lugares de destino. Mientras solo el 39% de este transporte es realizado por el productores o procesadores.

### 5.1.5 Descargue del Material

El descargue del material se realiza directamente a la tolva de las trituradoras, en donde las rocas pasan a la siguiente fase para ser trituradas, esto es realizado solo si la trituradora posee características que le permitan operar bajo esta condición de una tolva que le va suministrando el material continuamente y no sufra atascamiento por rocas constantemente. Por el contrario, en algunas trituradoras el descargue se realiza cerca a la boca de la trituradora, una vez allí el material al igual que en el proceso de cargue es asistido por trabajadores, los cuales toman roca por roca y las depositan en las bocas de las trituradoras donde pasan a ser trituradas.



*Figura 46. Descarga y alimentación de planta de trituración del Departamento de Sucre 2016.*

Fuente: Autores.

Aquí en este proceso se puede ir determinando que las empresas que poseen un descargue directo a la trituradora poseen una mayor capacidad en volumen de producción a diferencia de aquellas que realizan este proceso manualmente. (Figura 46).

### 5.1.6 Trituración

Una característica general encontrada en el sector de materiales de la construcción en el departamento, es el sistema de arranque lo cual es un sistema totalmente discontinuo. Se caracteriza porque las operaciones se realizan de forma intermitente o con equipos discontinuos y de forma independiente, en el cual se puede o no realizar voladura, el transporte del

material se lleva a cabo en volquetas al lugar de transformación, en este caso las trituradoras.

Las plantas de trituración tienen posición fija, desde el momento de la instalación se estableció un lugar determinado en el cual operar y allí quedan estáticas, no se encontró ninguna planta estacionaria o móvil. Algunas de estas plantas aprovechan la forma del relieve para su instalación y el material puede caer directamente a la tolva por donde ingresa el material al proceso de trituración y cae a almacenamientos, en los cuales los equipos de transporte pueden ingresar por la parte inferior y ser cargados con el material procesado.

El proceso de trituración es la clave en la cadena de materiales para la construcción derivados de rocas calcáreas, durante este proceso continuo las rocas caen por la tolva o boca de la trituradora a una serie de mandíbulas, o dientes giratorios que al golpear la roca se va generando material de menor tamaño hasta triturar la roca completamente, una vez la roca está siendo triturada o reducida a menores dimensiones cae a rejillas o sarandas de diferentes dimensiones que permiten clasificar los distintos tipos de productos derivados del proceso de trituración, el material retenido en estas rejillas o mallas pasa a un sistema de cintas o bandas transportadoras que lo va depositando en diferentes lugares dependiendo su clasificación.

En el departamento según la alimentación o fuente de poder, existen básicamente dos tipos de trituradoras, accionadas por energía eléctrica y accionadas por motores diesel. Las plantas de trituración eléctrica poseen motores eléctricos que accionan el mecanismo de trituración y también permiten transferir la potencia al sistema de tambores que accionan las bandas transportadoras. (figura 47).

Las plantas accionadas por motores diesel son una adaptación artesanal de motores de combustión interna, estos son motores de tractores en desuso, pero que son elegidos debido a que poseen bajas revoluciones y alta potencia para accionar el módulo, los cuales transfieren su potencia mediante un eje al sistema de trituración.



**Figura 47.** Planta de trituración y clasificación de materiales agregados del departamento de Sucre 2016.

Fuente: Autores.

### 5.1.7 Clasificación del Material Triturado

La clasificación de los productos generados después del proceso de trituración se determina según sus dimensiones y la unidad de medida utilizada son las pulgadas (in); sin embargo, las plantas generalmente producen triturado y gravilla debido a que éstos dos productos son los más demandados y utilizados por los clientes en el sector de la construcción. No obstante existe un tercer producto que es el polvillo, este polvillo es el remanente del proceso de trituración el cual está conformado por todo el material particulado y granos que poseían dimensiones pequeñas y no pudo ser clasificado por el sistema de en ninguno de los otros productos.

**Tabla 15.**

*Clasificación de Material agregado según sus dimensiones. Departamento de Sucre. 2016*

Clasificación del material según el tamaño	Dimensiones( in)	
	Límite Superior	Límite Inferior
Triturado	1	3/4
Gravilla	3/4	3/8
Granito	3/8	3/36
Polvillo	3/36	0

<b>Base – Sub Base</b>	N.A	N.A
<b>Arena Caliza</b>	N.A	N.A
<b>Material de Firmado</b>	N.A	N.A

Fuente: cálculos del estudio

Estos productos se desplazan por el sistema de bandas, las cuales son instaladas dependiendo el angulo de inclinacion maxima y el angulo talud del material a transportar por el sistema. Según la altura de descarga determinada el material cae al final de la banda directamente al vehiculo de transporte o puede caer al suelo formando un montículo de material que despues es cargado y acopiado en la zona de almacenameinto de productos terminados. (Figura 48).



*Figura 48. Productos de Agregados de Caliza del Departamento de Sucre 2016.*

Fuente: Autores.

### **5.1.8 Acopio o Almacenamiento del Material**

Una característica general en todas las plantas de tituración en el departamento de Sucre es el manejo de inventario de productos terminados, este factor se presenta debido a las fluctuaciones de demanda de materiales agregados para la construcción. Para ello estas tienen lugares de acopio de estos productos dentro de las instalaciones de la planta.

El material es cargado del montículo formado por la descarga de la banada y apilado al aire libre, este es colocado al aire libre en vista de que el material no se contamina fácilmente por la aireación o lluvia, por el contrario el agua permite limpiar el material del material particulado o polvillo y también lo libera de limos o arcillas que trae adherida la roca antes del proceso de trituración. Así mismo se acopia en un lugar con superficie libre de escombros u otro material que puedan contaminar o disminuir la calidad del material, almacenando estos con el fin de satisfacer la necesidad del cliente al momento de la compra. (Figura 49).



**Figura 49.** Acopio y almacenamiento de material clasificado del Departamento de Sucre 2016.

Fuente: Autores.

### **5.1.9 Venta**

El proceso de venta se realiza directamente en las trituradoras, vía telefónica o electrónicamente, debido a que ellas no poseen otros puntos de ventas, sin embargo los administradores, gerentes o propietarios crean diferentes enlaces comerciales con los compradores lo que les permite llegar a un mutuo acuerdo de pago, suministro y transporte.

El precio de venta varía de una empresa a otra, pero que el rango de diferencia con respecto a los precios no es muy elevado, a continuación se presenta el precio promedio de los principales productos.

**Tabla 16.**

*Precios de venta de los diferentes productos agregados para la construcción.  
Departamento de Sucre. 2016*

Clasificación del material	Dimensiones( in)		Precio Promedio
	Límite Superior	Límite Inferior	Metro cubico
<b>Triturado</b>	1	3/4	\$44.000
<b>Gravilla</b>	3/4	3/8	\$44.800
<b>Granito</b>	3/8	3/36	\$35.000
<b>Polvillo</b>	3/36	0	\$8.700
<b>Base – Sub Base</b>	N.A	N.A	\$80.000
<b>Arena Caliza</b>	N.A	N.A	\$30.000
<b>Material de Firmado</b>	N.A	.A	\$15.000
<b>Piedra Bruta</b>	N.A	N.A	\$11.500

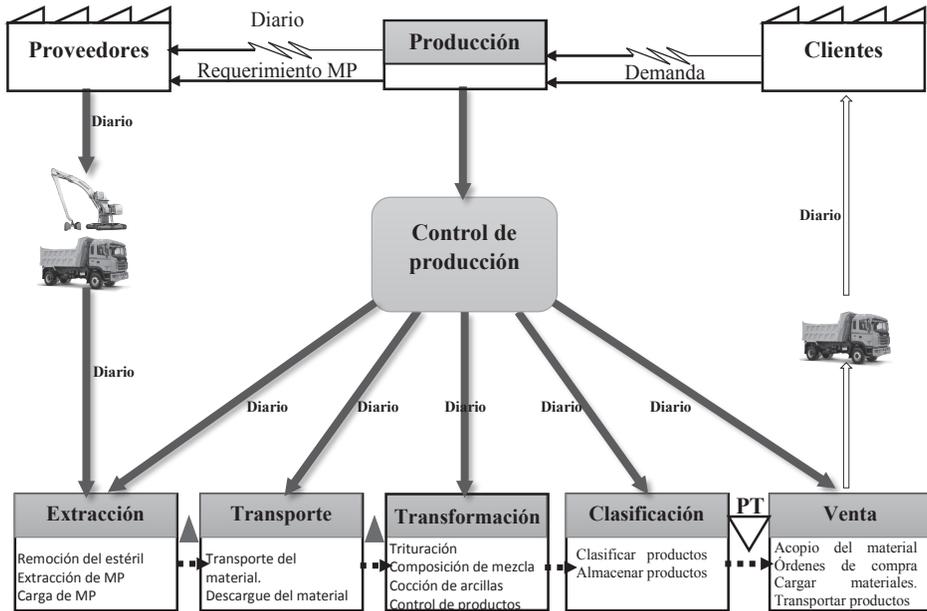
Fuente: autores

De forma concreta se puede establecer en la siguiente figura, el mapa de la cadena de valor de los principales agregados para la construcción explotados en el departamento, los cuales, están constituidos por agregados gruesos derivados de la piedra caliza y agregados finos o material de arrastre constituidos por arenas y además por arcillas.

Esta cadena de valor está compuesta por la producción, y permanentemente recibe demanda de productos, y se hace a través de órdenes de pedido realizadas por los clientes de diferentes sectores, principalmente la construcción, como son ferreterías, constructoras, empresas de concretos, ladrilleras, fábricas de bloques. La recepción de las órdenes de pedido de forma física, virtual o verbal, crea en la organización una orden de producción para satisfacer la demanda, la cual posee inventario del producto terminado de lo contrario la organización emite una orden de compra a sus proveedores de materia prima para adquirir el material e iniciar el proceso de transformación.

Los proveedores de materiales se encargan del proceso de extracción de materia prima del suelo, se trata de roca bruta de piedra caliza o arcillas

las cuales son extraídas de forma artesanal o con el empleo de maquinaria según sea la capacidad del productor, y en el caso de las arenas se extraen de la escorrentía de los arroyos que crean a lo largo del cauce depósitos los cuales son extraídos de forma artesanal con palas a la orilla de los arroyos.



El transporte de estos materiales se realiza en volquetas desde la zona de donde se extrajo el material hasta el lugar de procesamiento, que generalmente son cercanos con la finalidad de disminuir los costos de transporte, en el 61% de los casos de estos costos son asumidos por los compradores del material o productos, debido a que solo el 39% de los productores posee los equipos para el transporte. (Figura 50).

El proceso de transformación para los agregados inicia con la trituración de la piedra caliza brut, la cual se fracciona por el golpe constante de molinos de mandíbula y martillo para convertirla en formas de menor dimensión y es clasificada por un sistema de zarandas. Para la arcilla, ésta se lleva a las empresas de ladrillo en las cuales la componen para darle la consistencia adecuada y forma de de ladrillo, una vez está convertida en ladrillo se lleva a un proceso de cocción, que le dará resistencia y eliminará el exceso de agua y humedad de la mezcla. La arena no lleva ningún proceso

de transformación, pues los consumidores la emplean en sus obras bajo sus criterios.

La clasificación de los productos se realiza en caso de arenas con zarandas en la que se aplica solo para extraer la materia vegetal que tae el sistema de arraste del arroyo, y para los triturados por un sistema de zarandeo, el cual consiste en mallas con un sistema de huecos, de determinada dimensión por la que caen los gránulos de la piedra caliza triturada.

Finalmente, este se clasifica y almacena, queda dispuesta para la venta a los consumidores que pueden ser ferreterías, constructoras, empresas de concretos, ladrilleras, fábricas de bloques, para utilizarlos en concretos para edificaciones residenciales y no residenciales, y en obras civiles, entre otras.

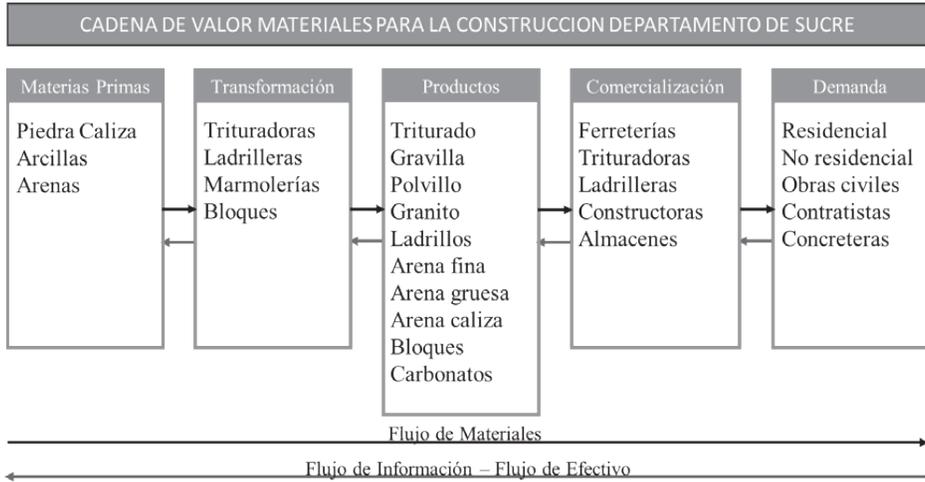
#### **5.1.10. Cadena de Valor de Materiales para la Construcción en el Departamento de Sucre.**

Sucre en cuanto al sistema de cadena de valor de materiales para la construcción se comporta de manera similar que el nivel nacional; pero, en el departamento de Sucre predominan los agregados triturados derivados de la piedra caliza y en menor medida las arenas de arrastre y arcillas. Las principales materias primas de la cadena estan integradas por la piedra caliza, las arcillas y arenas. Estos materiales están presentes en la formación geológica del departamento y sistemas de escorrentias.

Estos materiales adquieren su valor en el proceso de transformación, la piedra caliza es transformada por medio de un proceso de trituración en los diferentes agregados utilizados para la construcción, como es la gravilla, triturado, granito, polvillo que son clasificados según las dimensiones granulares y utilizadas según el cliente. Asi mismo, la arcilla es transformada en ladrillos para la construcción. Sin embargo, aunque la arena no sufre ningún proceso de tranformación, aumenta su precio desde que es recolectada del sistema de arrastre de la escorrentia hasta que llega a su cliente final.

Estos productos una vez clasificados y según las demandas del mercado llegan a la etapa de comercialización ejecutada por las ferreterías, trituradoras, ladrilleras, constructoras, entre otras, las cuales se encargan de la venta en los volúmenes y cantidades demandadas por los clientes,

los cuales realizan el uso o aplicación en construcciones residenciales, no residenciales, obras civiles, realización de concretos o las diversas necesidades de los clientes. (figura 51).



*Figura 50. Cadena de valor de materiales para la construcción en Sucre*

Fuente: Autor -2016

### 5.1.11 Cadena de Comercialización de Materiales para la Construcción en el Departamento de Sucre.

La cadena de comercialización de agregado para la construcción esta constituida de tres estilos diferentes dependiendo los actores que interactúan en la cadena, en el sector existen principalmente cuatro actores que dinamizan la cadena, los cuales mediante un encadenamiento productivo y el flujo de información permiten establecer los niveles de producción, demanda y precios para satisfacer las necesidades de los diferentes clientes y proveedores que hacen parte de la cadena.

- **Productor - Consumidor**

El primer modelo de comercialización reflejado en el sector, es el Productor – Consumidor. En esta cadena el productor está integrado por todas las empresas o personas que se encargan de la extracción del material en su forma original, es decir en forma de roca o piedra caliza bruta, arenas, balastro, gravas o zahorras, en este intervienen las operaciones de remoción del material, extracción de la materia prima y el carga del material, sin

embargo la operación de transporte del material es realiza el 39% de los casos por el productor y el 61% de los casos por el consumidor.

El consumidor en este caso es principalmente las trituradoras de piedra caliza, ferreterías, empresas o personas naturales que necesitan el material en su forma natural, bien sea para procesarlo y venderlo nuevamente o utilizarlo en construcciones u obras civiles. Intervienen operaciones de descargue del material, un proceso de transformación en caso el consumidor lo desee o puede ser utilizado inmediatamente para la actividad deseada por el consumidor final.

El flujo de información se da de manera directa de entre el consumidor y el productor. El consumidor se encarga de establecer el tipo y volumen de material deseado, mientras el productor procesa la orden de pedido y satisface la necesidad del cliente, eliminándose la figura de intermediario para la compra y venta de estos materiales.

- **Productor – Mayorista - Consumidor**

Este modelo de comercialización encadena tres actores principales en la cadena. La integración de estos actores se realiza de manera similar a la anterior, un productor y un consumidor, pero integra un nuevo actor intermedio denominado mayorista.

Los productores siguen siendo los mismos, mineros o canteras ubicadas en la región, que solamente se dedican a la extracción. La función principal del productor en este caso es la extracción del material en su forma original y no se aplica ningún proceso de transformación para alterar la forma original de la roca o piedra caliza bruta, de la arena o arcillas. Intervienen las operaciones de descapote o remoción del material estéril, extracción del material o materia prima y cargue del material en el vehículo de transporte.

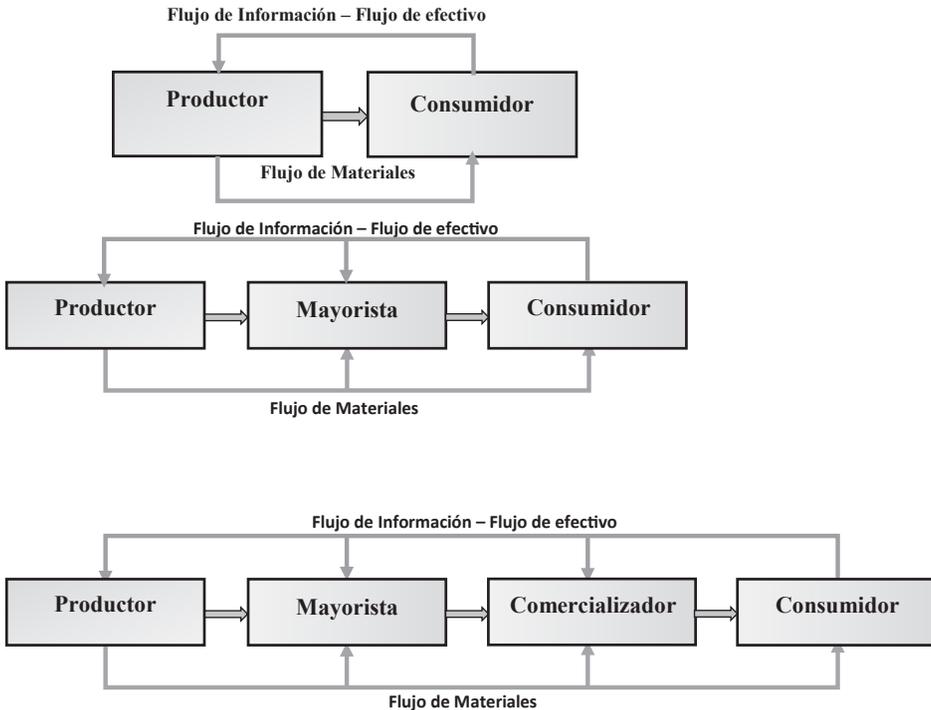
Los mayoristas son esencialmente las plantas de trituración de material, ladrilleras o ferreterías que compran los materiales directamente a los productores, el mayorista asume las operaciones de transporte del material, el descargue y almacenamiento del material, pero también pueden aplicar algún proceso de transformación a estos materiales, para el caso de la piedra caliza la transforma en triturado, gravilla, polvillo entre otros, mientras la arcilla es transformada por las ladrilleras en ladrillos. Por

último, el mayorista establece un precio de venta que le genere utilidades y se encarga de la venta de estos materiales.

Los consumidores finales de estos productos, establecen contacto con los mayoristas para la compra de los materiales y posteriormente son aplicados en las obras civiles o construcción. Estos actores presentes en la cadena intercambian flujos, desde el productor existe el flujo de materiales, los cuales pasan por los diferentes actores hasta llegar al consumidor, de forma inversa el consumidor envía flujos de información y dinero pasando por cada actor hasta llegar al productor.

- **Productor – Mayorista – Comercializador – Consumidor**

El último modelo de comercialización es el más complejo, debido a que este integra todos los actores principales de la cadena, estos son cuatro iniciando con un productor y finalizando con un consumidor, pero que posee dos actores intermedios el cual es un mayorista y un comercializador.



*Figura 51. Cadena de comercialización agregados para la construcción departamento de Sucre con flujo de dos, tres y cuatro eslabones.*

Fuente: Autor - 2016

Los productores siguen siendo los mismos al igual que los anteriores, mineros o canteras ubicadas en la región, que solamente se dedican a la extracción. La función principal del productor en este caso es la extracción de los materiales en su forma natural sin la aplicación de algún proceso de transformación para alterar la forma original de la roca o piedra caliza bruta, arenas o arcillas. Las operaciones involucradas del flujograma de operaciones es el descapote o remoción del material estéril, extracción del material o materia prima y cargue del material en el vehículo de transporte.

El mayorista lo conforman las plantas de trituración, ladrilleras o acopiadores de material, los cuales compran los materiales directamente a los productores. Este actor ejecuta las operaciones de transporte, descargue, almacenamiento, procesamiento y clasificación del material. Aquí aplican un proceso de transformación a estos materiales, para la generación de triturado, gravilla, polvillo, ladrillos entre otros. La característica principal de este actor la aplicación de un proceso de transformación y el manejo de un alto volumen de materiales

Los materiales después de pasar por su proceso de transformación por parte del mayorista, pasan a un comercializador, en el departamento el principal comercializador de estos materiales son las ferreterías, las cuales se encargan del suministro y venta de los materiales a los consumidores en los volúmenes que ellos lo deseen.

Así como desde el productor fluyen las materias primas, pasando por cada actor hasta llegar al consumidor final, desde el consumidor final existe el flujo de información y efectivo hacia los actores anteriores llegando al productor.

Los materiales van aumentando de precio desde que los producen y a medida que fluyen por cada actor, la razón de este aumento en cada actor, es la inversión que realizan para la ejecución de las operaciones necesarias, como es almacenamiento, transporte, transformación, pérdidas de material o variaciones en los sistemas de medición.

**Tabla 17.***Almacenes de construcción en el Departamento de Sucre por Municipio*

Municipio	Numero de almacenes por municipio
<b>Colosó</b>	2
<b>Corozal</b>	29
<b>Coveñas</b>	16
<b>El Roble</b>	2
<b>Galeras</b>	10
<b>La Unión</b>	4
<b>Los Palmitos</b>	9
<b>Morroa</b>	3
<b>Ovejas</b>	8
<b>Sampués</b>	36
<b>San Benito Abad</b>	3
<b>Betulia</b>	3
<b>San Marcos</b>	24
<b>San Onofre</b>	14
<b>San Pedro</b>	10
<b>Sincé</b>	12
<b>Sincelejo</b>	342
<b>Tolú</b>	27
<b>Toluviejo</b>	16
<b>Total</b>	570

Fuente: Elaboración propia a partir de Cámara de Comercio de Sincelejo, 2016

El departamento de Sucre posee inscritos en Cámara de Comercio hasta el año 2015, un total de 570 almacenes en los cuales su actividad económica está relacionada con el sector de la construcción, como son constructoras, concreteras, fábricas de bloques, ferreterías, y demás dedicadas a la venta de materiales para la construcción, equipos y herramientas de construcción, insumos eléctricos, tuberías, cables, vidrios, laminas para techos, cerámicas, elementos de decoración, entre otras.

De estos almacenes, el municipio que posee la mayor parte es el municipio de Sincelejo, teniendo el 60% de los almacenes ubicados en la



### **5.1.12 Capacidad productiva y volúmenes de producción del sector**

La capacidad y volumen de producción en el sector depende de las empresas, la demanda del mercado, la tecnología utilizada, los turnos trabajados y otros factores. En el sector de materiales de construcción existe el productor de materiales y el procesador del material, pero existe un tercero que cumple una función mixta de producir y procesar su propio material.

Los productores principales de material se nombran a continuación, los cuales suministran estos materiales a los procesadores, estos productores se caracterizan principalmente por producir o extraer el material de forma artesanal en los cerros cercanos, que se encuentran titulados a otras personas o empresas, pero que acceden a que extraigan el material debido a que es el modo de sustento de muchas familias en la región, en donde la informalización minera es el factor común. Esta no formalización causa que los mineros no cuenten con las herramientas adecuadas para extraer el material, causando accidentes laborales constantemente; además, al no estar afiliados a las administradoras de riesgos laborales, fondos de pensión y salud se genera que los mineros al momento de cualquier eventualidad queden desamparados.

El volumen de producción de estas asociaciones o mineros está aproximadamente cerca de los 1224 metros cúbicos de material diariamente, pero que esta cifra puede ser inferior, esto se debe a que no todos los mineros trabajan diariamente, debido a la baja demanda de material y muchos mineros no acuden a extraer material y optan por alguna actividad secundaria, sin embargo, la minería es la actividad económica de sustento familiar de estas personas.

**Tabla 18.**  
*Capacidades y Volúmenes de producción de agregados para  
la construcción en Sucre*

<b>Productores</b>	<b>Vol. Mts<sup>3</sup></b>	<b>% Utilización</b>	<b>Capacidad Mts<sup>3</sup></b>
Asociación de mineros de Varsovia	60	80%	75
APROCAL	42	50%	84
Asociación mineros de la piche	32	80%	40
Cooperativa de picadores de piedra de Toluvejo (COODEPITOL)	140	80%	175
Cooperativa de procesadores de piedra caliza de Varsovia y Gualón	62	80%	78
Asociación mineros del Suán	80	80%	100
Asociación mineros de Toluvejo	488	80%	609
Asociación de mineros y procesadores de la caliza San José	112	80%	140
Asociación derivados de caliza de Toluvejo	30	80%	38
COOUNOPIEDRA	34	80%	43
CORMINTOL	144	80%	180
<b>TOTAL</b>	<b>1224</b>		<b>1561</b>

Fuente: Autores.

La capacidad real de producción y la utilización en porcentaje de esta capacidad, se logró establecer mediante la encuesta en la cual se preguntó el volumen de producción estimado y en la utilización de la capacidad, para así proyectar cual era la capacidad de producción de las organizaciones, ejemplo de esto sería una empresa que produce 50 metros cúbicos de material y utiliza el 50% de su capacidad, la capacidad de producción sería 100 metros cúbicos. Con respecto a la capacidad de extracción de materiales y en el caso hipotético todos los mineros trabajarán y ejecutarán turnos completos la producción de material estaría cercana a los 1561 metros cúbicos de material.

Los procesadores de material compran a los mineros que extraen estos materiales, ellos son las trituradoras o cualquier otra persona que la

utiliza para su obra, caso particular en estas trituradoras es que no poseen títulos para explotación de material, por ello compran a productores artesanales para evitar asumir costos por explotación y documentación del título minero.

Estas empresas se encuentran legalmente constituidas, poseen documentos y permisos para su operación de trituración de material y asumen los costos de afiliación de los trabajadores a las entidades de seguridad social, así como la dotación de elementos de protección a los trabajadores.

El procesamiento diario de material es cercano a los 484 Mts<sup>3</sup> de material por un turno y está en función de la demanda de los consumidores por ello las trituradoras no trabajan a su máxima capacidad, pero si trabajasen a la máxima capacidad instalada durante un turno podrían procesar aproximadamente 632 Mts<sup>3</sup> de agregados

**Tabla 19.**  
*Capacidades y volúmenes de producción de agregados para la construcción en Sucre.*

Procesadores	Vol. (Mts <sup>3</sup> )	% Utilización	Capacidad
Trituradora El Mamón	5	80%	6
Agregados RG	70	70%	100
Trituradora Jomeve 2	30	70%	43
Trituradora Feliciano	50	70%	71
Trituradora Romar	80	80%	100
Trituradora La Ceiba	30	70%	43
Trituradora Distribuciones Tolviejo	35	80%	44
Trituradora Tolupiedras	84	90%	93
Agregados Alicante	35	80%	44
Agregados Alicante 2	25	70%	36
Agregados Tolviejo	20	80%	25
Marmolería Durán	20	75%	27
<b>TOTAL</b>	<b>484</b>		<b>632</b>

Fuente: Autores.

En la parte mixta existen empresas que se encargan de extraer su propio material y lo procesan ellas mismas, se caracterizan por generar altos volúmenes de producción y su capacidad instalada es mayor. Estas empresas producen diariamente un volumen estimado en 1569 metros cúbicos de material y según las fluctuaciones de la demanda pueden disminuir el volumen producido o pueden aumentar su capacidad y alcanzar aproximadamente 2196 metros cúbicos de material diariamente por turno trabajado.

**Tabla 20.**

*Capacidades y Volúmenes de producción de Agregados para la construcción en Sucre*

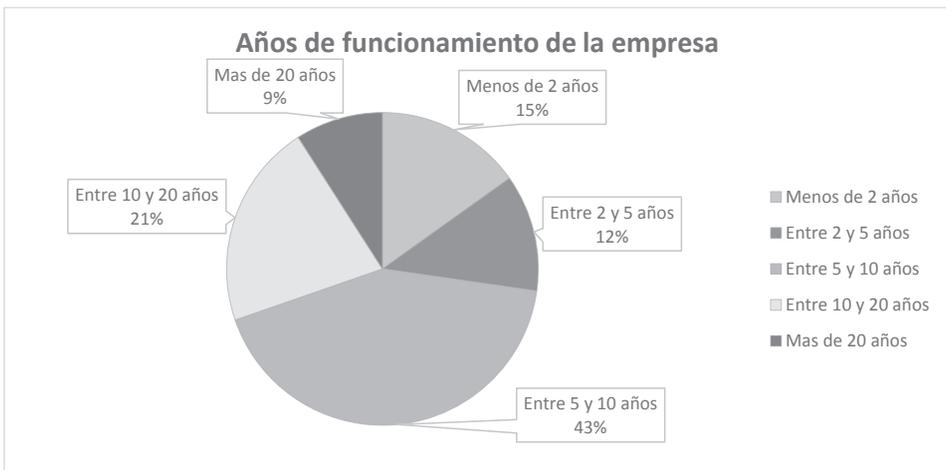
<b>Producción y procesamiento</b>	<b>Vol. (Mts<sup>3</sup>)</b>	<b>% Utilización</b>	<b>Capacidad</b>
<b>Agrenorte</b>	400	80%	500
<b>Triturada La Oscurana</b>	98	90%	109
<b>Comulpropical</b>	48	40%	120
<b>Calizas de Tolviejo S.A</b>	98	70%	140
<b>Trituradora Jomeve</b>	40	80%	50
<b>Agrerocas</b>	200	70%	286
<b>Trituradora San José</b>	300	80%	375
<b>Trituradora el pueblo</b>	80	80%	100
<b>Trituradora El Molino</b>	105	90%	117
<b>AgreSucre</b>	200	50%	400
<b>TOTAL</b>	1569		2196

Fuente: Autores.

Estas empresas poseen la característica de estar ubicadas sobre los títulos mineros y pueden extraer el material con maquinaria, con las medidas de seguridad indicadas y realizando estrategias para la mitigación del impacto ambiental como es la reforestación y construcción de viveros de árboles nativos en la zona.

### 5.1.13 Tiempo de Funcionamiento de las Organizaciones.

El sector de construcción en los últimos años ha estado en aumento, esto ha traído consigo la necesidad de funcionamiento y apertura de nuevas empresas de agregados para la construcción, el 43% de estas empresas funcionan desde aproximadamente los 5 a 10 anteriores, las empresas menores a 2 años solo son el 15% y aquellas que poseen entre 2 y 5 años son el 12% del total de las empresas. Con esto también encontramos que el 70% de estas empresas están constituidas legalmente y en operación desde tiempos no superiores a 10 años y el 30% restante funcionaban desde más de 10 años. (Figura 54).



*Figura 53. Años de funcionamiento organizaciones del sector de materiales agregados para la construcción*

Fuente: Autor 2016

### 5.1.14 Turnos de Trabajo

El sector minero y las empresas, asociaciones o personas que se dedican a estas labores operan diariamente, pero el 91% de ellas trabajan un solo turno diario, el cual es ejecutado en el día. Sin embargo, el 9% de estas empresas realiza dos turnos de trabajo que inicia a tempranas horas y finaliza en el inicio de horas nocturnas. Actualmente no se trabaja en ninguna de estas empresas de pequeña o mediana minería 3 turnos. Los turnos que se trabajan pueden ser un factor en los niveles de producción,

debido a que es mayor el tiempo empleado en las operaciones y el volumen de productos generados o procesados podría ser mayor. (Figura 55).

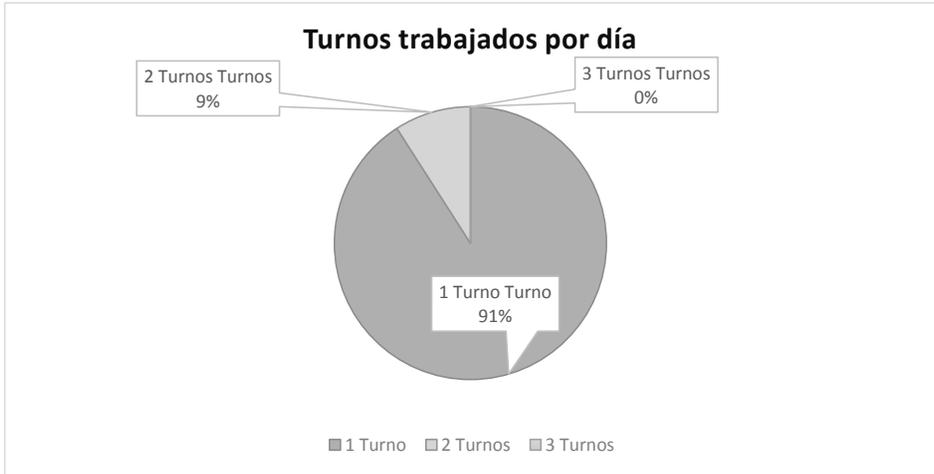


Figura 54. Turnos diarios trabajados por organizaciones del sector de materiales agregados para la construcción

Fuente: Autor 2016

### 5.1.15 Cantidad de trabajadores por empresa

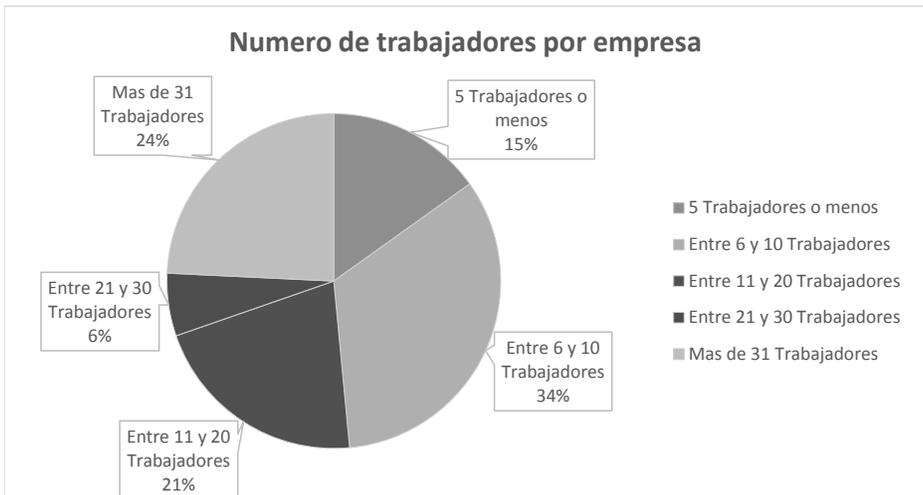
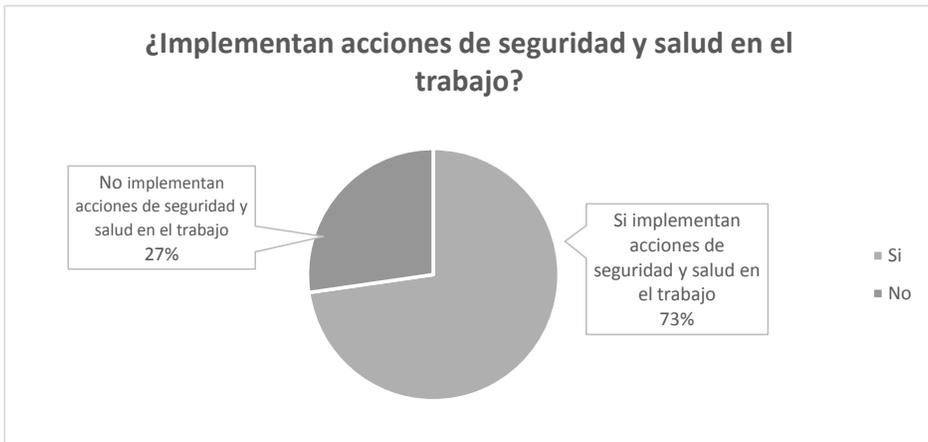


Figura 55. Cantidad de trabajadores en organizaciones del sector de materiales agregados para la construcción

Fuente: Autor 2016

El número de personas que trabajan en las diferentes asociaciones y empresas es variable, pero lo más representativo del sector son las organizaciones que poseen entre 6 y 10 personas que laboran, estas empresas con esta característica representan el 34% del total, así mismo el 21% de empresas poseen entre 11 y 20 empleados, en menor proporción el 15% cuentan con 5 trabajadores o menos. De igual forma, el 24% de las empresas o asociaciones poseen más de 31 personas, pero estas que poseen este número elevado de personas son generalmente las asociaciones de extracción artesanal. (Figura 56).

### 5.1.16 Diagnóstico de seguridad y salud en el trabajo



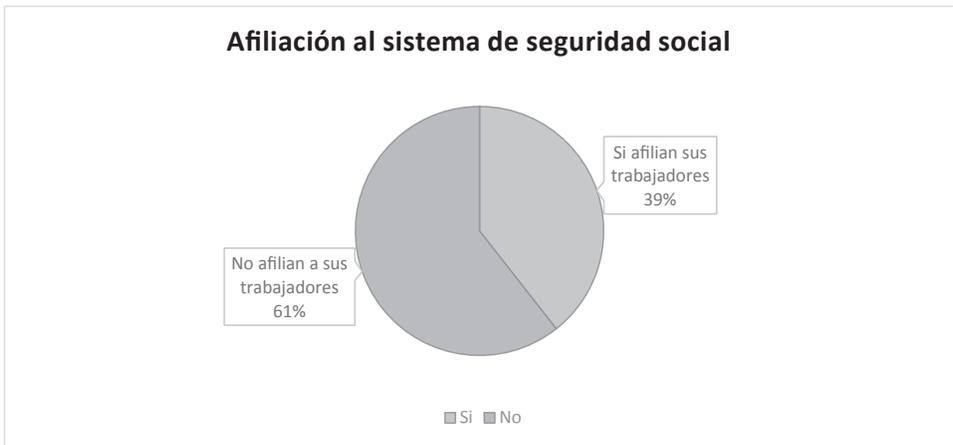
**Figura 56.** Acciones de seguridad y salud en el trabajo en organizaciones del sector de materiales agregados para la construcción.

Fuente: Autores.

Muchos casos de los accidentes laborales presentados suelen suceder por falta de elementos de protección personal, para el caso del sector de agregados para la construcción en Sucre, el 73% de las organizaciones implementan acciones de seguridad industrial, que básicamente están representados por el uso de guantes, botas, cascos y gafas, pero esto se ve principalmente en las empresas como en las trituradoras. En contraste con lo anterior, las asociaciones que extraen el material artesanalmente

poseen insuficiencia en la aplicación y uso de elementos de seguridad, éstas representan el 27% de las organizaciones. (Figura 57).

Los principales riesgos a los que se encuentran expuestos las personas que trabajan en este sector son golpes y cortes por rocas, cortes por herramientas o maquinas utilizadas, caídas de herramientas y materiales, caída de personas a distinto nivel, manejo inadecuado de cargas, derrumbes, ambiente térmico inadecuado, inhalación de material particulad generado en el proceso de extracción y procesamiento de material agregado, peligro por tránsito de vehículos, peligros en las instalaciones, montaje, operación, mantenimiento de equipos en planta, explosiones e incendios, posiciones ergonómicas no confortables, entre otras. Dicho lo anterior, se concluye que las asociaciones son las que mayor número de personas tienen para realizar las operaciones y son éstas las que implementan escasamente acciones para salvaguardar su integridad y salud en el trabajo.



**Figura 57.** Afiliación al sistema de seguridad social en organizaciones del sector de materiales agregados para la construcción

Fuente: Autor 2016

El panorama empieza a cambiar en las empresas y se debe a que el 61% no tienen afiliados a los trabajadores al sistema de seguridad social colombiano como es salud, pensión y riesgos laborales, lo cual en caso de alguna eventualidad o accidente durante sus labores que cause alguna lesión temporal o permanente, la persona queda desprotegida por no estar afiliada. En cuanto a las organizaciones que afilian a sus empleados, el 39%

de estas cumple con esta obligación para garantizar la integridad de sus trabajadores. (Figura 58).

### 5.1.17 Inversión en publicidad de los negocios de agregados para la construcción.

Conocer las empresas que ofrecen servicios y productos agregados para las construcciones puede ser un factor para que las empresas o asociaciones puedan ser sostenibles y duraderas en el mercado, para ello la publicidad que pueden invertir para su promoción podría atraer nuevos clientes. En los encuestados del Distrito Minero de Calamari, cuando se preguntó acerca de si invertían en publicidad o no, el 66% personas entrevistadas respondieron que no realizan inversión en publicidad, mientras que el 34% de los entrevistaron contestaron positivamente afirmando que, si invierten en publicidad, como es en la radio, vallas publicitarias, paginas virtuales, entre otras. (Figura 59).

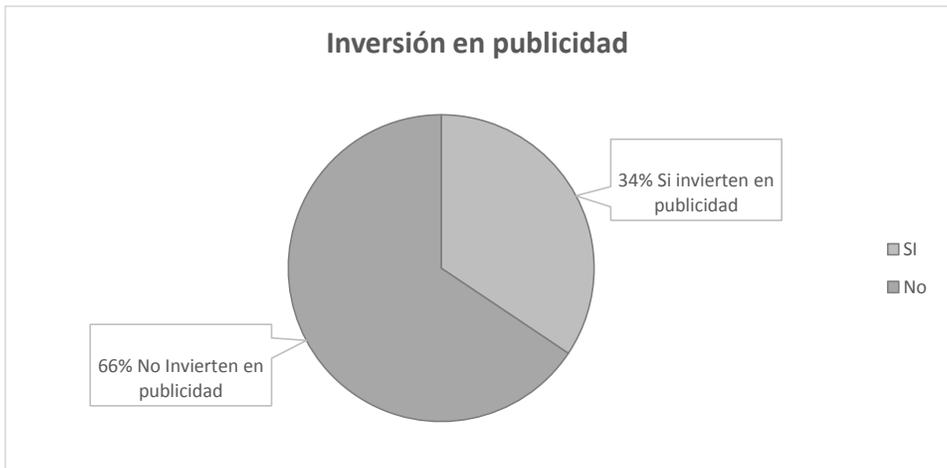


Figura 58. Inversión en publicidad en organizaciones del sector de materiales agregados para la construcción

Fuente: Autor 2016

### 5.1.18 Documentación y registros de las empresas del sector de agregados para la construcción

La informalidad en el sector trae consigo muchas veces, no tener en orden documentos internos de la empresa o documentos de los procesos

que realizan, tales como manuales de operaciones, de funciones, planes de emergencia, salud, registros, etc. Del total de los entrevistados referenciados en la tabla 8, el 55% afirma no contar con la documentación del proceso, mientras el 34% cuenta con documentos de los procesos que realizan. (Figura 60).



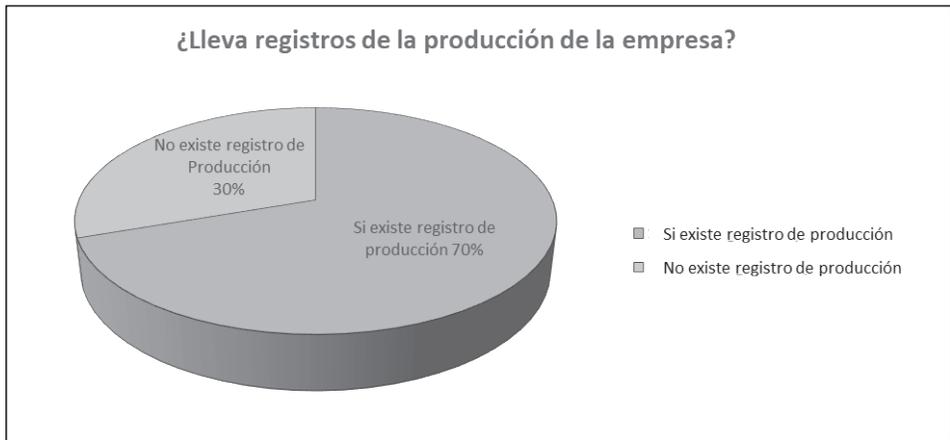
*Figura 59. Documentación de los procesos en organizaciones del sector de materiales agregados para la construcción*

Fuente: Autor 2016

Estos documentos son muy importantes para evitar confusiones internas sobre las funciones del personal, así mismo permiten tener claridad sobre la secuencia de las operaciones, aspectos a tener en cuenta durante la realización de las actividades y principalmente realización de registros para planear, medir, controlar y mejorar los resultados de la empresa.

Algunas de estas organizaciones, no documentan todo su proceso, aunque algunas si cuentan con los registros de producción y ventas que

van realizando para generar sus balances sobre el estado de la empresa u asociaciones. Se encontró que el 70% realiza registros de la producción en un periodo de tiempo, mientras que el 30% no cuenta con estos registros de forma física o virtual, pero de forma mental poseen un estimado de su producción, lo que está relacionado con la informalidad del sector.

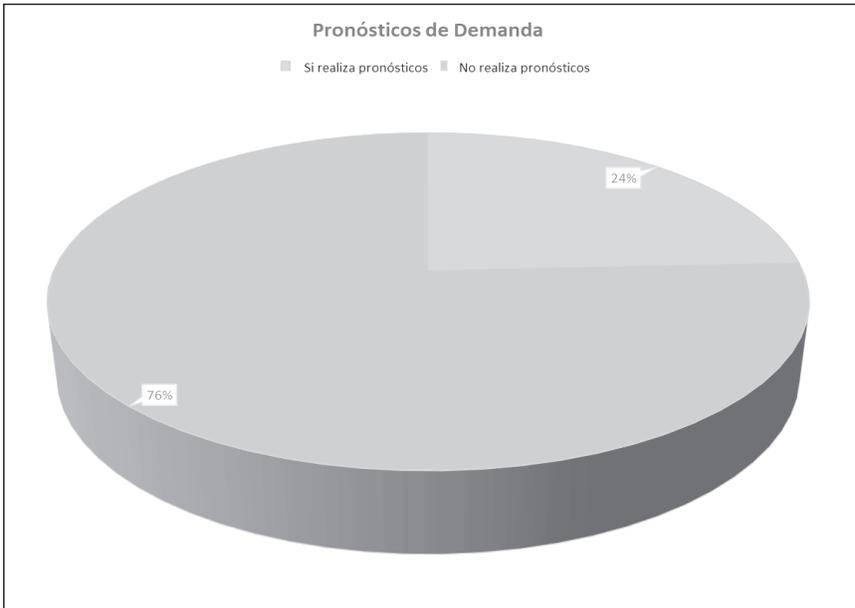


*Figura 60. Registros de producción en organizaciones del sector de materiales agregados para la construcción*

Fuente: Autor 2016

Contar con los registros del proceso y producción, permite controlar y planear, así mismo se puede estudiar mediante herramientas de pronósticos el comportamiento de la demanda durante diferentes periodos de tiempo. Las herramientas de pronósticos permiten estimar la demanda de materiales en un periodo futuro y ajustar los niveles de producción para no generar sobreproducción o escases de materiales al momento de la compra de los clientes, lo que al final permitiría optimizar los recursos y aumentar la eficiencia del sistema. (Figura 61).

De las organizaciones, el 70% cuentan con registros de producción, se ve en el gráfico de pronósticos de demanda que el 76% no realizan un pronóstico para estimar la demanda de sus productos y solo el 24% realizan un pronóstico para su producción.



**Figura 61.** Pronósticos de demanda en organizaciones del sector de materiales agregados para la construcción

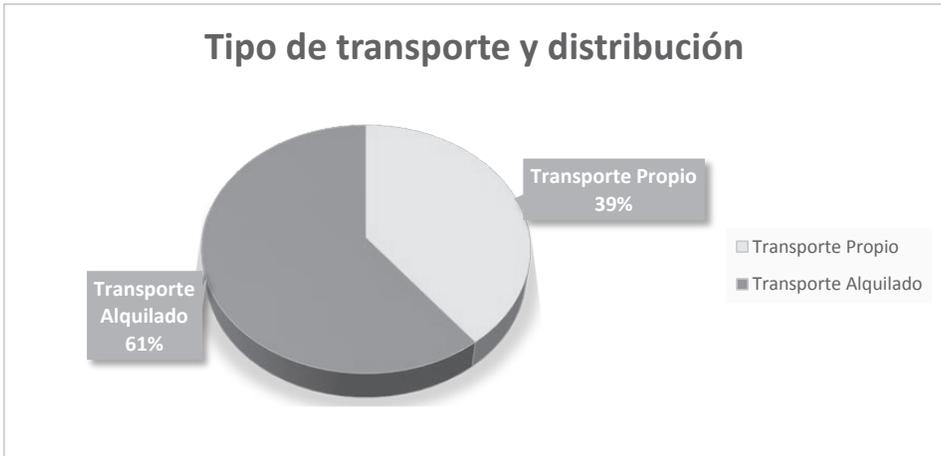
Fuente: Autor 2016

El pronóstico de la demanda puede servir de regulador al volumen de inventario que maneja para la materia prima y productos terminados, permitiendo tener una cantidad óptima de productos, sin poseer altos volúmenes de productos. En el 67% de los casos las personas afirman que poseían inventarios tanto de productos terminados como de materia prima, de tal manera si llegara cualquier cliente ellos podían satisfacer su demanda, mientras que el 33% no maneja inventarios, trabajando solo bajo órdenes de pedido. (Figura 62).

### 5.1.19 Transporte y distribución de los agregados

El transporte del material, es realizado en volquetas de 7 mts<sup>3</sup> o 15 mts<sup>3</sup> de capacidad, como se ve en el siguiente grafico, este transporte es realizado en un 61% de los casos por terceros o volquetas alquiladas que prestan el servicio de transporte y distribución por un precio determinado entre las partes involucradas, sin embargo algunas de estas empresas poseen sus volquetas con las que realiza esta operación, de estas solo el 39% posee transporte propio, permitiendo entregar el material directamente al cliente.

La distribución de estos productos se da principalmente en los centros poblados. El lugar de explotación, procesamiento y comercialización posee la ventaja de estar conectado por carretera pavimentada de la ruta 90 y ruta 25 que son vías nacionales, conectando los municipios de Sincelejo, Corozal, Tolú, Tolviejo, Sampués, Chinú, San Onofre, Ovejas, Los Palmitos, entre otros, permitiendo el facilidad de transporte para sacar los productos. (Figura 63).



*Figura 62. Transporte y distribución en organizaciones del sector de materiales agregados para la construcción*

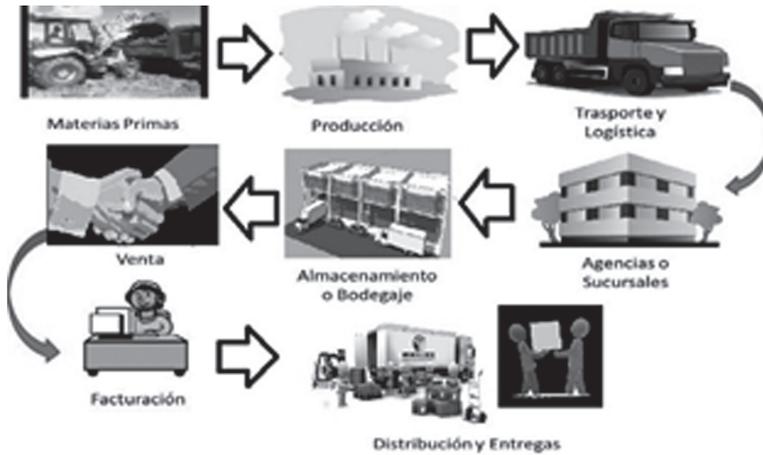
Fuente: Autor 2016

La oportunidad que presenta formalizar e integrar de forma eficiente la operación de transporte permitirá mejorar el desempeño logístico del transporte, tanto del lugar de extracción del material a las trituradoras o lugares de procesamientos, como de los lugares de procesamiento a los diferentes centros donde se realiza la comercialización o incluso directamente al cliente final.

## **5.2 Caracterización de la Cadena de Suministro de la Arcilla en el Departamento de Sucre**

En el departamento de Sucre existen varias zonas donde se explota la arcilla, pero no todas las cadenas de suministro son iguales, ya que unas son más eficientes que otras, es notorio que no todas las empresas dedicadas a esta labor cumplen con toda la normatividad vigente y con todos los

procesos atendiendo a la seguridad del empleado y demás. Existen algunas ladrilleras que tienen su propia materia prima, lo que les ahorra tiempo y costes de transporte en ese sentido.



*Figura 63. Cadena de suministro de la arcilla en el departamento de Sucre.*

Fuente: Elaboración Propia

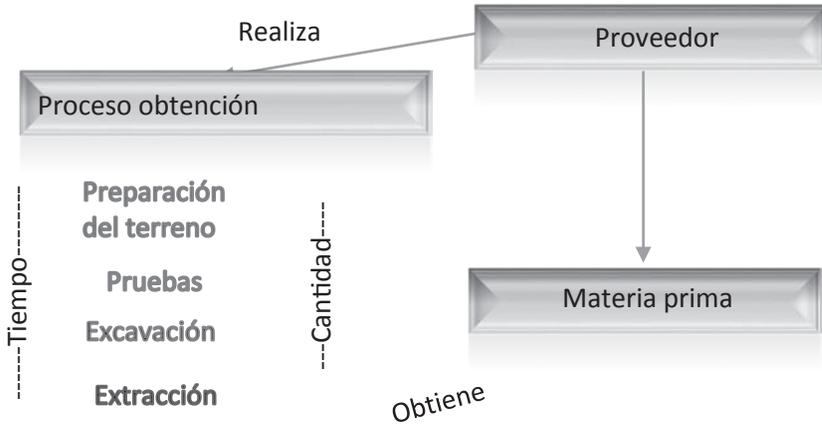
Entre las caracterizaciones de la cadena de suministro del sector arcilla en el departamento de Sucre se tienen las más sobresalientes como son:

- Las relaciones existentes dentro de la cadena de suministro son entre proveedores, productores o fabricantes, distribuidores, detallista y clientes finales.
- La organización tiene un conjunto de proveedores, otro conjunto de proveedores de esos proveedores, clientes que se relacionan de forma directa y otros de forma indirecta, de esta forma, se clasifican en niveles, de acuerdo a la proximidad con la organización.
- El flujo de información implica que sea dinámica y se distribuya eficientemente en todos los eslabones de la cadena de suministro que busca la satisfacción del cliente.
- El flujo de información, materiales, servicios y dinero en una cadena de suministro se mueve en ambas direcciones, hacia el cliente o hacia el proveedor.

- Cada cadena de suministro es ajustada al modelo de negocio de cada organización, es sensible y flexible frente a los cambios para satisfacer al cliente añadiendo valor al producto.
- Una cadena de suministro entrega un producto o un servicio añadiendo valor importante al cliente, cuando está disponible en cantidad, momento y lugar en que ellos desean obtenerlo.

En la cadena de suministro también se busca mantener la comunicación dentro y fuera de la empresa, la cual debe ser clara y oportuna, sin redundancia alguna y evitar cualquier tipo de error en algún proceso. Teniendo en cuenta lo dicho y buscando el mayor rendimiento posible al gestionar una cadena de suministros se deben tener en cuenta unos factores importantes como son la calidad, el tiempo, la flexibilidad y los costos, porque de acuerdo a esto se puede tener o no una empresa que satisfaga las necesidades de los clientes y genera rentabilidad y avanza de acuerdo al entorno en el que se encuentre. Ahora, cuando se habla de calidad se hace referencia a las características que el producto que tengan inherentes al momento de ofrecerlo al cliente, para que éste se sienta satisfecho con la adquisición; el tiempo hace referencia a la velocidad con la cual se genera el servicio en sí, es decir, que no haya demora en que el cliente reciba su producto al tiempo en que lo pide, pero esto también depende de la velocidad con que opere la cadena de suministro. En cuanto a la flexibilidad se hace referencia al rendimiento que tenga la cadena de suministro para que le pueda hacer frente a las necesidades de los clientes. Los costos incluyen a todas las operaciones de la Cadena, hasta los representados en el producto final. (Figura 64).

En la Figura 38 se muestran cada uno de los procesos necesarios desde que la materia prima sale, hasta el que el producto final es entregado al cliente. Esto se puede explicar de la figura 65 de la siguiente manera:



*Figura 64. Procesos de Extracción de la arcilla.*

Fuente: Elaboración Propia

El proveedor juega un papel muy importante porque es quien abastece a la empresa de la materia prima en bruto, es decir sin ningún tratamiento para convertirla en arcilla, o en su defecto la materia prima terminada (arcilla), para trabajar con ello, se realizará la explicación para las dos formas.

El proceso de excavación es el proceso inicial para la extracción del material con que se va a trabajar para luego ser convertido en un producto, en este proceso se realiza una abertura, conocida comúnmente como zanja, en la tierra, los métodos utilizados para la extracción definen el tiempo que se gastará para hacer este trabajo, por un lado estará la preparación del terreno haciendo un desbrozo o limpieza de los restos de maleza y apartando la vegetación para su preservación y de esta forma colaborar con el medio ambiente, es decir, utilizando los utensilios adecuados como son pico, azadón y pala. Véase en la figura 66:



**Figura 65.** *Utensilios utilizados en la extracción manual*

Fuente: Memoria de Empresa Ladrillera

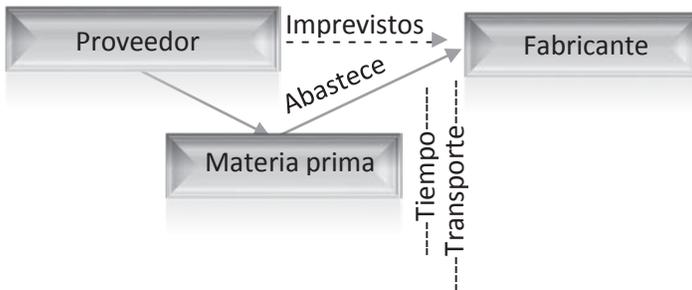
Se remueve la capa superficial que se puede denominar estéril, donde se encuentran las raíces de las plantas; se encuentra en este proceso de excavación dos tipos de arena, una con gránulos muy finos y otra de granulo un poco más grandes, en el momento en el que se encuentra yacimiento de arcilla, entonces se empieza el trabajo de excavación donde se crea un foso o cantera donde se realizan las pruebas necesarias, este trabajo como es un poco dispendioso se debe organizar por varios frentes de trabajo, entonces cuando se toman las piedras se cargan en sacos o costales o cualquier otro medio para llevarlo hasta donde se va a realizar el tratamiento y mezclarlo para la obtención de la arcilla en sí.

Por otro lado, se debe preparar el terreno y luego se utiliza la maquinaria necesaria para reducir el tiempo de trabajo y aumenta la cantidad de extracción. De esta forma, se reduce el costo en personal de trabajo con el uso de retroexcavadoras para socavar las canteras y tener mayor radio de extracción. El material es cargado en los camiones para someter el material extraído a los procesos necesarios. Existen personas que tratan este material y lo convierten en arcilla y luego en productos y los venden como productos finales (figura 67).



*Figura 66. Utensilios utilizados en la extracción con maquinaria*

Fuente: Memoria de Empresa Ladrillera



*Figura 67. Entrega de materia prima al fabricante.*

Fuente: Elaboración Propia

En la figura 68, se muestra la entrega de la materia prima al fabricante, esta fue obtenida mediante el proceso que ya se ha mencionado con anterioridad, por lo tanto se ven involucrados factores de suma importancia y que van de la mano, como son el tiempo de entrega y el transporte de la materia prima, así como los imprevistos en la entrega, debido a que se condiciona la entrega al tiempo y el tiempo al transporte y el transporte a imprevistos que puedan ocurrir en el camino, por tanto se hace uso de una holgura de tiempo, para esto se debe tener en cuenta también el estado de

la vía, ya que de ello depende la velocidad de conducción, la distancia que se recorrerá, la cantidad de combustible utilizado para esto, la distancia recorrida, pero no hay que olvidarse de los imprevistos que se pueden presentar en el camino, lo que retrasaría la entrega horas o días o anulando la entrega, que no se quiere que pase por supuesto. (figura 69 y 70).



Figura 68. Utensilios utilizados en la extracción con maquinaria

Fuente: Memoria de Empresa Ladrillera

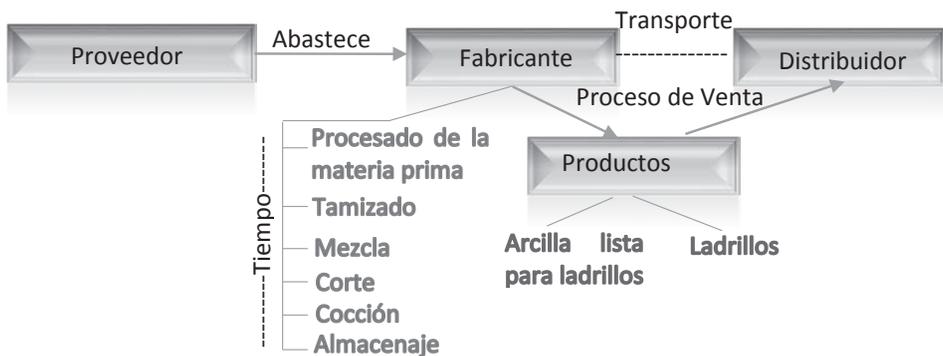


Figura 69. Venta de los Productos al Distribuidor.

Fuente: Elaboración Propia

Empresa dedicada a la fabricación de bloques de arcilla o cemento, a la fabricación del cemento y demás materiales destinados a la construcción, la empresa, es también un actor fabricante dentro de la SCM, ya que es

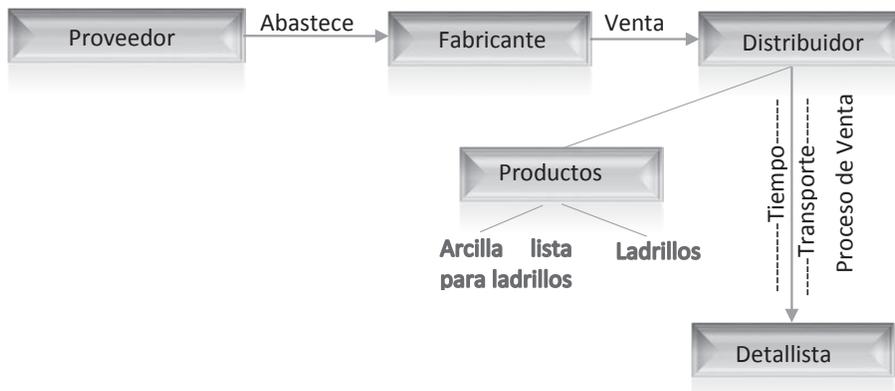
fabricante de ladrillos de arcilla. El fabricante en este caso, es el encargado de transformar la materia prima en el producto para la venta, ya sea bloques de arcilla o cemento, pero el fabricante también tiene la opción de vender la materia prima para otros fabricantes que vendrían a ser entonces sus clientes, aquí es donde se lleva a cabo el tratamiento de la materia prima, porque primeramente se debe procesar la materia prima, si se extrajo arcilla como tal, primero se debe dejar secar, esto se hace al aire libre debido a que cuando la arcilla es expuesta a las condiciones del clima, ya sea lluvia sol y otro, esto produce que las sustancias orgánicas que componen la arcilla se descompongan, lo cual conlleva a la putrefacción, lo que influye luego en la plasticidad de ésta, debido a que se produce un fluido orgánico que aumenta el perfil plástico en los minerales arcillosos (Amilano, 1985, 29).

Otros procesos son el tamizado, que es cuando se pasa la arcilla en una especie de colador para que los fragmentos más grandes de rocas y diferentes materiales se separen de la arcilla y esta quede uniforme, la mezcla; en este paso se coloca el material en unos recipientes lo suficientemente profundos y abundante agua bien mezclada, luego se espera a que los materiales se tornen más pesados para que estos se vayan al fondo del recipiente y con un cuenco de fondo plano se vacía la arcilla muy diluida en agua, con cuidado de no remover el fondo en el que han quedado depositadas las impurezas, luego de esto se debe obtener una arcilla de granulometría muy fina y uniforme, para esperar que esta se seque y poder continuar con los demás procesos, en la mezcla también se tiene la adición de desengrasantes que son necesarios si es muy plástica, para que tome mayor resistencia, pero si se nota la arcilla demasiado oscura, es porque carece de plasticidad, por lo que deberá ser unida con otras arcillas más plásticas

Existen materiales desengrasantes para mezclarlo con la arcilla, dependiendo el grado de plasticidad que esta tenga los más comunes utilizados son los silíceos, bajo la forma de cuarzos y materiales cerámicos que han sido cocidos, molidos y reducidos a granos de varios grosores, estos pueden ser ladrillos, tejas o cerámicas, otros tipos de desengrasantes son los fundentes que no bajan el punto de fusión después de la cocción, estos serían ortoclasas o plagioclasas, los carbonatos, los óxidos de hierro, las calizas y el talco que es el silicato básico de magnesio.

Antes de iniciar el proceso de modelado, la arcilla debe ser ventilada por lo menos una semana (Woody, 1986,17) esto se realiza con el fin de

eliminar las burbujas que se forman cuando la arcilla se está humedeciendo, porque puede ocurrir que estas puedan provocar algunas imperfecciones en el material que se va a realizar luego de dejar ventilar se amasa la pasta arcillosa para hacer de esta una mezcla homogénea, luego corta en el tamaño deseado según el producto que se haya hecho. Luego de esto, viene la parte de la cocción, donde primero se precalienta el horno y las piezas cortadas para quitarles toda la humedad, porque cualquier humedad podría arruinar el producto debido a que podría agrietarse; luego se agrega más temperatura para la cocción en sí, que viene siendo una temperatura aproximada de 950°C y 1000°C<sup>1</sup>. Cuando ya se hubo realizado esta fase de cocción, se procede a bajar gradualmente la temperatura hasta apagar completamente el horno, con el fin de no ocasionar cambios bruscos de temperatura evitando de esta manera que se dañe el producto. Cuando ya se hubo terminado todo el proceso anteriormente descrito viene el almacenaje, que es guardar las piezas en las bodegas para la respectiva venta, se hace inventario se hace respectivo control de esto. (Figura 71).



**Figura 70. Venta de Distribuidor a Detallista.**

Fuente: Elaboración Propia

Los mayoristas hacen referencia a las empresas que compran al por mayor los productos que ofrecen los fabricantes para facilitar la distribución de dichos productos, la empresa forma parte de este eslabón dentro de la cadena de suministro ya que distribuye a los mayoristas y a su vez a los detallistas sus productos. (Figura 72).

<sup>1</sup> Basado en <http://www6.uniovi.es/usr/fblanco/Leccion7.COCCION.pdf>

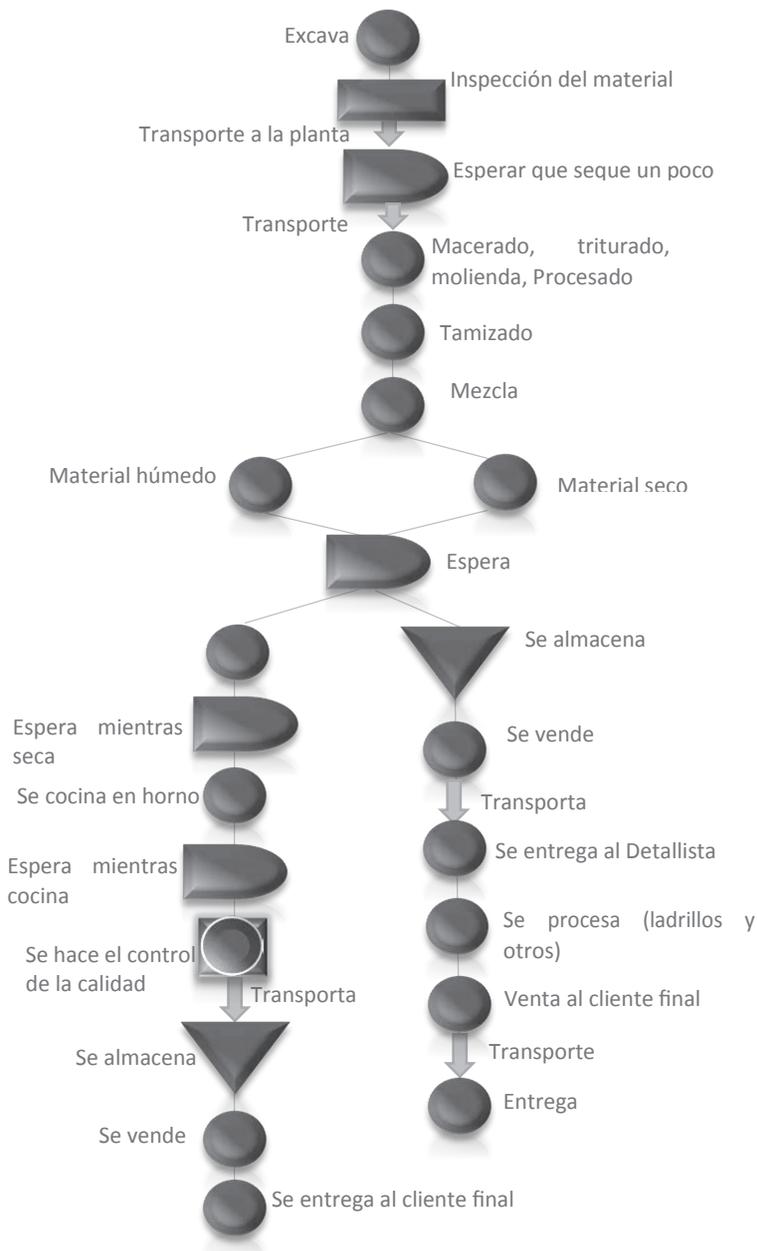


*Figura 71. Venta del Detallista a Cliente o Consumidor final.*

Fuente: Elaboración Propia

Detallistas son aquellos minoristas que llevan el producto al consumidor final, dentro de esto existen a nivel regional y muchas empresas que se dedican a esta labor que venden sus productos a las constructoras, la empresa, también ejerce este papel dentro de la SCM, tiene un gran número de empresas constructoras que se surten directamente de esta empresa.

Los clientes son definidos como aquellos que necesitan un producto y lo obtienen mediante un proceso de compra para solventar una necesidad y estos pueden ser en este caso las diferentes empresas constructoras o particulares, maestros de obras y demás personas que se sirven de los diversos materiales para la realización de sus obras ya sean pequeñas o grandes obras de ingeniería civil. (Figura 73).



**Figura 72.** Diagrama De Procesos de Cadena de Suministro de la arcilla en el departamento de Sucre.

Fuente: elaboración propia

### **5.2.1 Descripción del Proceso de Producción de una Ladrillera en el Departamento de Sucre**

La ladrillera Cerámica se encuentra ubicada en el departamento de Sucre vía Sampués, es una planta de procesamiento de arcilla basada en tecnologías conocidas, manipulada de manera semiautomática en donde el proceso de horneado es automático; pero, los demás procesos deben contar con operarios; maneja costos medios de inversión con respecto a otras alternativas, permite la elaboración de productos de alta calidad, tiene flexibilidad para una amplia gama de productos. Dentro de la empresa se producen 3 líneas de productos:

- Ladrillo de mampostería confinada: de esta línea se produce el ladrillo No. 4 – No. 5 – No. 6 y el ladrillo No. 4 estándar.
- Ladrillos estructurales: de esta línea se produce el ladrillo catalán No. 6 – No.9 – No.12 y No.18.
- Bloquelón.

### **5.2.2 Descripción del Proceso de Producción de Ladrillera. Caso de Estudio**

#### **FASE DE EXPLOTACIÓN – EXTRACCIÓN MINERA A CIELO ABIERTO**

Tareas o actividades de aprovechamiento o explotación de recursos geológicos que necesariamente requieran la aplicación de técnica minera, la cual es acorde a los lineamientos del plan de manejo ambiental aprobado para nuestro parque minero industrial. Se considera necesaria la aplicación de técnica minera en los casos en que se deban, formar cortes, tajos o bancos de tres metros o más altura, o el empleo de cualquier clase de maquinaria.

La materia prima utilizada para la producción de bloques y ladrillos es la arcilla. La minería a cielo abierto remueve la capa superficial o sobrecarga de la tierra para hacer accesibles los extensos yacimientos de mineral de mejor calidad.

Las actividades mineras comprenden diversas etapas, cada una de las cuales conlleva impactos ambientales particulares. Estas etapas serían las que se muestran en las Figuras de la 74-84.



*Figura 73. Desarrollo y preparación de las minas.*

Fuente: Memoria de Empresa Ladrillera

#### Explotación de las minas



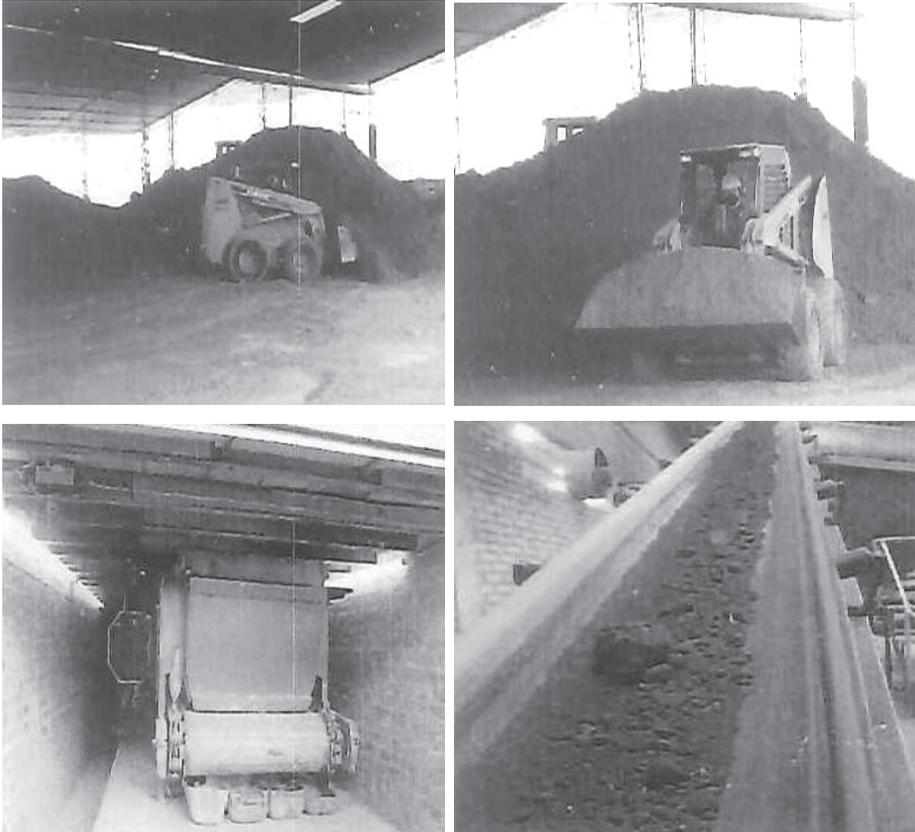
*Figura 74. Explotación de las minas.*

Fuente: Memoria de Empresa Ladrillera

## Maduración

Antes de incorporar la arcilla al ciclo de producción hay que someterla a ciertos tratamientos de trituración, homogeneización y reposo en acopio,

con la finalidad de obtener una adecuada consistencia y uniformidad con el objetivo de obtener productos comerciales de excelente calidad.



*Figura 75. Maduración.*

Fuente: Memoria de Empresa Ladrillera

#### Control de calidad de la mezcla y fase de transformación

Mediante análisis físico en cuanto a texturas, granulometría y tonos de la arcilla para lograr un producto de óptima calidad y resistencia. Después de la maduración que se produce en la zona de acopio, sigue la fase de pre-elaboración que consiste en una serie de operaciones que tienen la finalidad de purificar y refinar la materia prima.

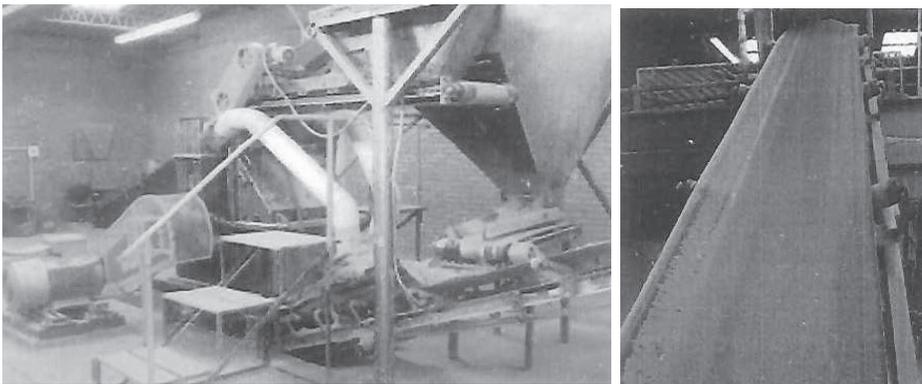
Los minerales no metálicos arena, arcilla, gravas entre otros (como los materiales de construcción), que requieren tratamiento físico, como por ejemplo trituración, y molienda constituyen el primer paso mediante el

cual se reduce el material a fragmentos de tamaño fácilmente manejable a granel. En general, en este primer paso se tiende a quebrar el mineral hasta un tamaño adecuado no más fino que lo absolutamente necesario, y, si se requiere, también a separar los gruesos de los finos para tratarlos aisladamente de la manera más adecuada para cada uno de ellos.

#### Clasificación, dosificación y molienda

La producción considera de notable utilidad la clasificación del mineral con el fin de optimizar los resultados de las pruebas de laboratorio de los productos y por ende la calidad del producto. La molienda al igual que la trituración, merece cuidadoso estudio, se debe realizar el diagrama de flujo del molino ya que se proyecta para cada instalación en particular, a fin de obtener el menor costo posible y a la vez que los resultados sean los que se desean.

Se cuenta con un circuito de molienda como medio para producir diariamente determinada cantidad de material molido hasta estar formado por partículas con una granulometría máxima de 5 mm, y el condicionar el producto mineral de tal manera que se consiga obtener resultados óptimos cuando se someta al proceso de secado y cocción; solo de esa forma, se pueden obtener resultados de excelente calidad, es decir un producto que cumple con la norma técnica colombiana NTC 4205.

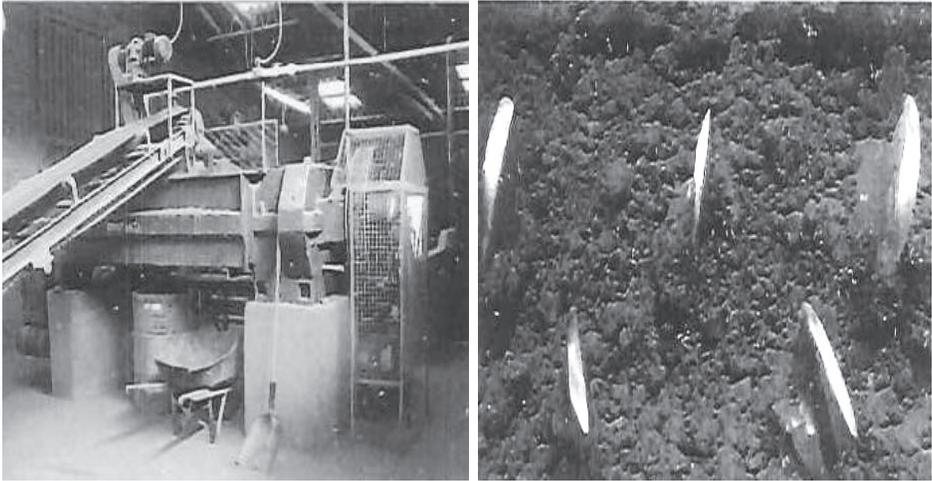


**Figura 76. Molienda.**

Fuente: Memoria de Empresa Ladrillera

## Mezclado y humidificación

Después que se ha completado los procesos de trituración y molienda se procede hacer la mezcla de la arcilla, en un mezclador humedecido donde se agrega agua para obtener la humedad precisa del 19%.

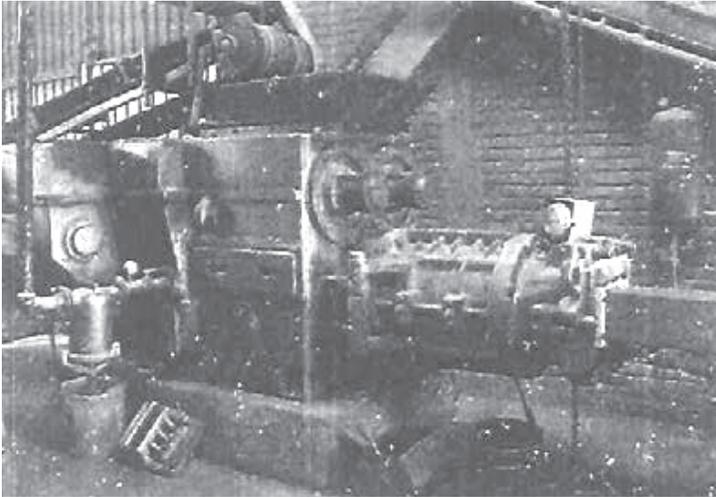


*Figura 77. Mezclado y humidificación.*

Fuente: Memoria de Empresa Ladrillera

## Moldeado y extrusión

El moldeado consiste en hacer pasar la mezcla de arcilla a través de una boquilla al final de la extrusora. La boquilla es una plancha perforada que tiene la forma del objeto que se requiere producir. El moldeado, normalmente se hace en caliente utilizando vapor y presión reducida, de esta manera, se obtiene una humedad más uniforme y una masa más compacta, puesto que el vapor tiene un mayor poder de penetración que el agua. Se tiene especial cuidado en la calibración de las boquillas con el fin de obtener un producto de óptimas especificaciones.

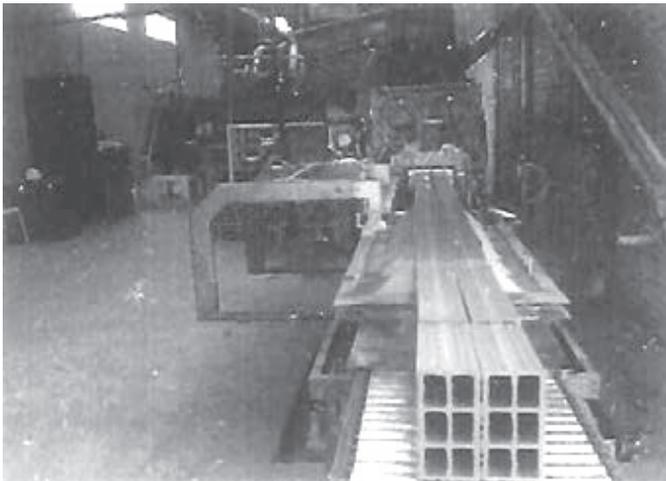


*Figura 78. Moldeado y extrusión.*

Fuente: Memoria de Empresa Ladrillera

## Corte

El material es cortado teniendo en cuenta las dimensiones necesarias, esto se hace con la máquina cortadora neumática que corta el material cada cierta distancia.

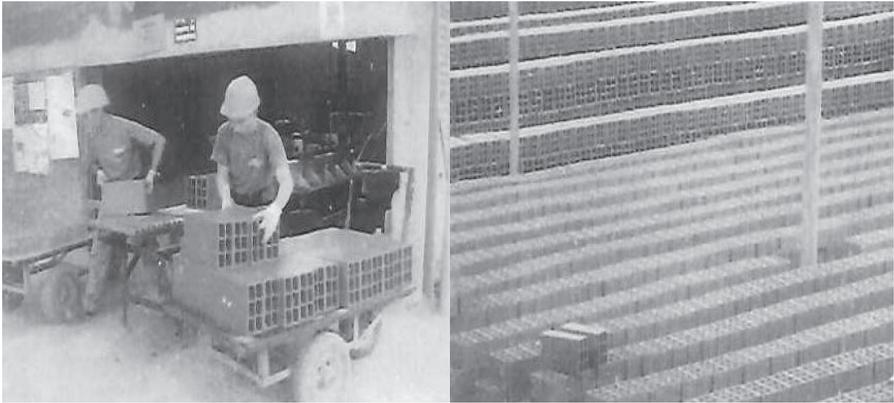


*Figura 79. Corte.*

Fuente: Memoria de Empresa Ladrillera

## Fase de Secado

El secado es una de las fases más delicadas del proceso de producción; contamos con un secado 100% natural. De esta etapa depende, en gran parte, el buen resultado y calidad del producto, en lo que respecta a la ausencia de fisuras. El secado tiene la finalidad de eliminar el agua agregada en la fase de moldeado para de esta manera, seguir a la fase de cocción.



*Figura 80. Secado.*

Fuente: Memoria de Empresa Ladrillera

## Fase de Cocción

Se realiza en horno Hoftman, de 60 m de longitud, y donde la temperatura de la zona de cocción oscila entre 900 °C y 1000 °C. En el interior del horno, la temperatura varía de forma continua y uniforme. El material secado se coloca en paquetes estándar y alimentado por las puertas laterales del horno. La dosificación del carbón como combustible es usado de manera controlada con el fin de disminuir la contaminación y obtener un producto terminado de óptimas condiciones.



*Figura 81. Cocción.*

Fuente: Memoria de Empresa Ladrillera

## Enfriado

Después de un tiempo determinado de horneado o quema se deja el producto en el homo hasta enfriarse gradualmente evitando cambios bruscos de temperatura, buscando el equilibrio térmico con el medio ambiente para obtener un producto de calidad.



*Figura 82. Enfriado.*

Fuente: Memoria de Empresa Ladrillera

Una vez culminado el proceso de enfriado se toman aleatoriamente piezas del lote de producto con el fin de enviarlas a pruebas de laboratorio para comprobar la resistencia a la compresión, la absorción en frío, y la tasa

inicial de absorción, ensayos que nos permitan garantizar la calidad del producto.

## Fase de Almacenaje

Se procede a la formación de paquetes o pilas de producto (columna de 6 bloques) en el lugar de almacenamiento seleccionado ya sea el patio de producto terminado o bodega con plataforma de cargue, para posteriormente, ser trasladados al camión.



*Figura 84. Almacenaje.*

Fuente: Memoria de Empresa Ladrillera