



**ANÁLISIS A LA CADENA DE SUMINISTRO DE ARENA PARA UNA EMPRESA  
CONSTRUCTORA DE VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL EN EL SECTOR DE  
SOACHA.**

**RONAL RODRÍGUEZ TOREES  
9500723**

**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRADADA  
ESPECIALIZACIÓN GERENCIA LOGÍSTICA INTEGRAL  
BOGOTÁ D.C  
JUNIO 2016**

# Análisis a la cadena de suministro de arena para una empresa constructora de vivienda de interés Social en el sector de Soacha.

Ronal Rodríguez Torres.

Ingeniero de producción. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá D.C. Colombia

Especialista en gerencia logística integral, Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá D.C.

Colombia

U9500723@unimilitar.edu.co

## **Abstract:**

*Throughout constructive process of projects for social interest housing, is possible to find a lot of variables that affect the performance of project. Among which are the shortages of supplies and climatic factors. These are the main causes of delays. In this article is analyzed the supply of sand as an input, even if the incidence of this material in the cost of housing projects is low within the budgets by 0.9%. The delay or absence could make increase working hours to reach the agreed dates for delivery to the final customer. For these reasons, as far as we can identify factors that may cause the shortages of supplies, we can provide appropriate solution.*

**Key Words:** shortages, process, housing, budgets

## **Resumen:**

*Durante el proceso constructivo de los proyectos de vivienda de interés social, se encuentran muchas variables que afectan el desempeño de las mismas, entre estas están el desabastecimiento y los factores climáticos que son las principales causantes de retraso. En el presente artículo se analiza el abastecimiento de arena de peña un insumo que aunque su incidencia en el costo de los proyectos de vivienda es bajo dentro de los presupuestos un 0.9%, el retraso o ausencia pueden hacer crecer los costos por el aumento de horas laboradas fuera de la jornada regular para poder cumplir con las fechas fijadas para entrega al cliente final, por eso en las medidas que se puedan detectar los factores que generan el desabastecimiento se pueden dar soluciones de profundidad.*

**Palabras claves:** Desabastecimiento, proceso, vivienda, presupuestos

## I. Introducción.

El sector de la construcción en la historia del mundo es una de las actividades que ha impulsado el crecimiento económico. Bogotá cuenta con una población de casi 7 millones de habitantes con la necesidad creciente de vivienda legal, por esto la ciudad ha tenido que expandir sus fronteras para poder atender la demanda. [1] Razón por la cual las empresas constructoras han incrementado la elaboración de viviendas en las sabanas en municipios como Chía Mosquera, Madrid, Soacha entre otros.

La empresa de estudio lleva 20 años consolidándose en el mercado inmobiliario, desarrollando proyectos en ciudades como Cali y Bogotá siendo galardonada en el 2009 con el premio Cemex en la categoría habitacional por su Diseño arquitectónico en Cali. Actualmente se tienen megaproyectos de construcción de viviendas de interés social VIP (vivienda de interés prioritario) VIS (vivienda de interés social) localizado en el municipio de Soacha; este

megaproyecto a la fecha ha construido 9000 unidades habitacionales distribuidos en 12 proyectos, y para finales del 2016 y comienzos del 2017 se tiene programada la construcción de 8000 unidades habitacionales más.

Dentro de las políticas internas de la empresa de estudio se encuentra como prioridad el cumplimiento de entregas de viviendas a propietarios en las fechas acordadas, ya que con el incumplimiento de éstas se acarrearán sanciones y se perjudica la imagen de la misma, por esta razón se han estandarizado los procesos constructivos utilizando el enfoque de *Lean Construction* que está dirigido a minimizar y eliminar actividades que no generan valor y que al contrario producen pérdidas [2].

Como plan de mejoramiento la empresa realizó el cambio a la estructura del área de compras convirtiéndola en una dirección de gestión logística, con el fin de centralizar las compras de todos los proyectos y manejar de manera integral la cadena de suministro para las obras, entiéndase

como: “cadena de suministro una red de instalaciones y redes de distribución que permiten el aprovisionamiento de materiales su transformación en productos semiterminados y/o finales que son distribuidos para satisfacer las necesidades de los clientes.” [3] Con esto se pretende mejorar los niveles de cumplimiento de materiales en toda la cadena de la empresa.

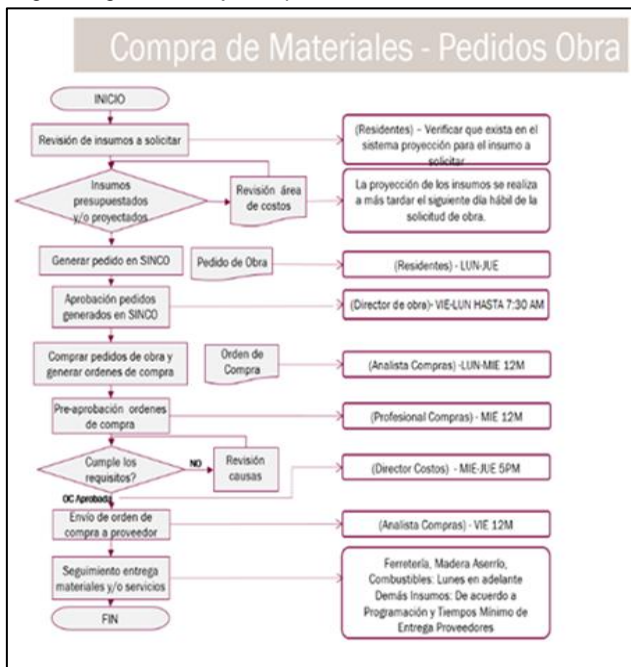
Para poder lograr la meta de cumplimientos de materiales lean construction establece que el proceso productivo se compone de conversiones y flujos, a diferencia del sistema tradicional de producción en el que solo se consideran los primeros.

Se denominan conversiones a todas las actividades de transformación que convierten los materiales y la información en productos, pensando en los requerimientos del cliente, por lo tanto en el proceso de producción son las actividades que agregan valor. Las pérdidas, por el contrario, se consideran todas las actividades que no agregan valor pero que consumen tiempo, recursos y espacio, generando costos en el proceso de producción (actividades de flujos). [4]

Como objetivo de la utilización del nuevo enfoque de producción, se encuentra el hacer más eficientes las actividades de transformación que agregan valor, minimizando o eliminando las actividades que no lo generan (pérdidas), logrando una mayor productividad en el proceso constructivo.

En el diagrama de flujo de la figura 1 se muestra al detalle el proceso de compras de obra, del cual se puede dar un tiempo estimado desde la solicitud hasta la entrega de 18 días calendario, la aprobación de los pedidos montados está sujeta a la justificación de las cantidades por parte del directores de obra a las áreas que realizan la aprobación de las orden de compra

. Fig. 1 Diagrama de flujo compra de materiales de obra



Para la construcción de apartamentos la empresa de estudio aplica el sistema constructivo de mampostería estructural, donde los muros elaborados con este sistema hacen las veces de columnas de soporte para la estructura [5], en la mampostería estructural se utilizan como materias primas el ladrillo estructural, aceros, cemento y arena de peña; básicamente los muros se levantan en mampostería, posteriormente se inserta el acero al interior del ladrillo estructural (dovelas), llenando el interior de los muros con groutin (mezcla especial de concreto) y al culminar este proceso se puede empezar a armar la placa para seguir en el siguiente piso. [5]

En la mampostería se utiliza una mezcla de cemento y arena de peña re-zarandeada (material el cual ya ha pasado por un proceso de separación del grano grueso de la arena en dos oportunidades) para la pega del ladrillo, siendo éste último el insumo el cual se han presentado mayores problemas en el abastecimiento de las obras; Actualmente el porcentaje de informalidad de la explotación de arena y agregados son muy altos, casi del 94%, “en Soacha actualmente hay cerca de 190 canteras operando, de las cuales solo doce tienen permisos de la alcaldía municipal” [6], del 6% de las canteras que cuentan con los permisos se ha detectado una gran variabilidad en sus propiedades físicas ya que se debe contar con unas características específicas en la elaboración de la mezcla para pega de ladrillo, como se muestra en la tabla n° 1 según la norma NSR 10, donde se establecen los rangos mínimos para el uso de arenas en la elaboración de morteros para la pega de mampostería [7].

**TABLA I. Granulometría para los agregados para morteros de pega y de inyección según la NTC 174,2240 y 4020**

Granulometría para los agregados para los morteros de pega y de inyección, según las NTC 174,2240 y 4020.							
% ACUMULADO QUE PASA POR EL TAMIZ ICONTEC CORRESPONDIENTE							
Tamiz ICONTEC NTC 33		AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO			
		Arena para morteros de pega para Mampostería NTC		Arena para concreto	Gradación 1		Gradación 2
		Natural	Procesada	174			
12,5 mm	(1/2")	-	-	-	100	100	
9,5 mm	(3/8")	-	-	100	85 a 100	90 A 100	
4,75 mm	(N° 4)	100	100	95 a 100	10 a 30	20 A 55	
2,36 mm	(N° 8)	95 a 100	95 a 100	80 a 100	0 A 10	5 A 30	
1,18 mm	(N° 16)	70 a 100	70 a 100	50 a 85	0 A 5	0 a 10	
600 µm	(N° 30)	40 a 75	40 a 75	25 a 60	-	0 a 5	
300 µm	(N° 50)	10 a 35	20 -40	10 a 30	-	-	
150 µm	(N° 100)	2 a 15	-	2 a 10	-	-	
75 µm	(N° 200)	0 a 5	0-10	0 a 5	-	-	

Otro de los inconvenientes que se presentan son los espacios de almacenamiento, se deben construir los proyectos en cortos tiempos, de acuerdo al histórico de entregas, las obras VIS de la empresa de estudio se están realizando aproximadamente a los 8 meses después del inicio de actividades de obra las entregas, por lo cual la planeación desde el arranque de obra de zonas de acopio debe estar ajustada a los movimientos entre zonas a medida que la obra avanza, forzando a que no se pueda

contar con altos niveles de inventario y finalmente perjudicar la operación debido al desabastecimiento. Para poder continuar con la operación normal se están realizando entregas diarias, las cuales pueden detenerse por factores tales como el clima, ya que los vehículos en días de lluvia no pueden ingresar a las canteras por seguridad y generan retrasos en la entrega del insumo.

Actualmente en el megaproyecto ubicado en el municipio de Soacha realizó pruebas para diseño de mezcla en 4 canteras de las cual solo la cantera el vínculo ubicado en la autopista sur a 8 km de la obra cumple con las especificaciones técnicas para el despacho de arena de peña.

Partiendo de lo expuesto y ya que la arena es uno de los insumos que aunque no representa un costo muy alto dentro de los presupuestos de la obra (0.1 %), la falta de esta puede determinar la producción de apartamentos u obras afines, por lo cual se realiza el análisis cadena de suministro, con éste se busca identificar los puntos críticos que están generando retrasos en el abastecimiento de material en las obras, lo que a su vez hace que se deban tomar medidas de alto costo como lo es trabajar en jornadas adicional para poder cumplir con las fechas de entrega.

## II. Metodología

Mediante visita a la cantera el vínculo ubicado en la autopista sur carrera 4 # 22 se pudo obtener información pertinente a su área total autorizada de explotación minera, sus clientes actuales y el volumen de explotación por día.

Se revisa con el proveedor de arena el número de vehículos con los que cuenta para el suministro de agregados, la capacidad de cargue de cada uno de ellos para determinar la capacidad de despacho por día.

Se realizó visita a 4 de 8 obras activas que integran el megaproyecto en el municipio de Soacha, los días 23-24,30 y 31 del mes de mayo. Las obras a las cuales se realizó la visita se escogieron teniendo en cuenta el porcentaje de avance en el proceso constructivo para efectos del estudio debía ser de un 30 % a 40%, este porcentaje se calculó según los históricos de obras anteriores y se pudo determinar que cuando las obras se encuentran en este nivel de avance tienen el mayor consumo de arena de peña ya que se tiene la elaboración de la estructura en plenitud. Se realiza la revisión a 8 proyectos, se tomó el estado actual con lo cual se elaboró en Excel la tabla donde se pondera el avance (para efectos de confidencialidad los nombre de las obras se inicia con la letra A seguida de un numero en consecutivo).

**Tabla II. Asignación obras**

OBRA	N° Apartamento	M <sup>2</sup>	PORCENTAJE DE AVACEN
A 1	894	54519.44	30%
A 2	504	32429.23	30%
A 3	792	46817.43	40%
A 4	888	52502.87	40%

Después de ser determinadas las obras se procedió a ejecutar la visita, donde se revisaron las zonas asignadas para el acopio de arena de peña, midiendo el área actual y calculando el volumen actual para el acopio de arena utilizando la fórmula de volumen de un rectángulo

$$V = l * a * h \quad (1)$$

Dónde:

V= volumen m3

l=largo

a= Ancho

h=Alto

Posterior a esto se ejecutó el análisis de datos de demanda por día de arena, la cual es calculada según la programación de obra, en la cual se establece las cantidades de materias primas por actividad y la asignación de los frentes de trabajo “cuadrillas”, del número de cuadrillas dependerá de la necesidad de entrega a la siguiente operación.

Nc =número de cuadrilla

CNc=consumo arena por cuadrillo semana

Np=número de apto a fabricar por semana.

El consumo de arena por cuadrilla se calcula con las unidades de ladrillo por m2 en este caso 12 y el porcentaje de utilización de mezcla el cual es calculado para cada diseño de mezcla

Se tomó la información obtenida de las áreas asignadas para el acopio de arena y el cálculo de la demanda diaria para validar si los espacios asignados cumplen con la necesidad real.

Mediante la revisión del ERP (Enterprise Resource Planning/ Planificación de Recursos Empresariales) SINCO, sistema utilizado por la empresa para la administración y planificación en diferentes áreas, se obtuvieron datos históricos de ingresos y salidas del arena, con los registros de entradas de material de las obras visitadas, se cruzó la información con la programación de materiales de obra y con las devoluciones realizadas de material por incumplimiento a los parámetros según la norma NTC 174, 2240 y 4020. Con la información obtenida se calcula la tasa de cumplimiento y la tasa de devoluciones por calidad

durante el periodo comprendido del 1 enero del 2016 al 15 de mayo de 2016.

### III. Análisis de datos

Al revisar las capacidades con las que cuenta la cantera se puede afirmar que es suficiente para suplir la demanda del megaproyecto del caso de estudio, y sus demás clientes ya que cuentan con un área de explotación de 5162 m<sup>2</sup> y una capacidad de producción de 1500 m<sup>3</sup> de agregados, de cantera por hora. La flota con la que cuenta aunque no es propia suplente las necesidades de transporte para los clientes, es de aclarar que la cantera también vende el insumo a otras empresas que prestan el servicio de transporte. Y le prestan este servicio para sus propios clientes.

En la tabla n°2 se muestra los datos que determinan la capacidad real con la que cuenta la obra para el almacenamiento de arena de peña, donde el al obra A1 se tiene la menor capacidad de almacenamiento y la A2 la mayor.

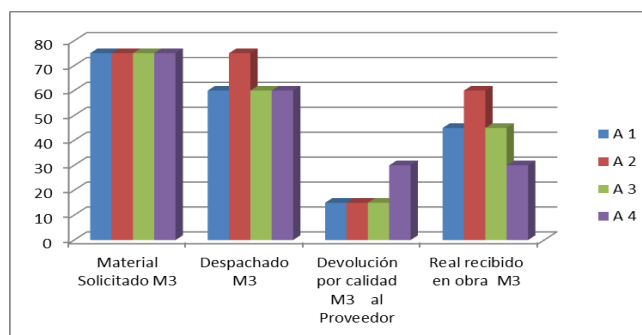
Tabla II. Capacidad de arena de peña en m<sup>3</sup> por obra

OBRA	Alto (h)	ancho (a)	largo (l)	Capacida m <sup>3</sup> (v)
A1	1.8	2.5	3.5	15.75
A2	1.8	3	3.7	19.98
A3	1.8	3.2	3.1	17.856
A4	1.8	2.9	3.1	16.182

Tabla III Necesidades de obra por día

OBRA	CUADRILLAS	CONSUMO DIARIO POR CUADRILLA EN M <sup>3</sup> DE ARENA	M <sup>3</sup> TOTAL ES
A1	24	1.2	28.8
A2	14	1.2	16.8
A3	12	1.2	14.4
A4	24	1.2	28.8

De los datos históricos se pudo calcular determinar que durante la duración de las obras analizadas que corresponde a 3 meses se han tenido un alto número de devoluciones al proveedor, que del material solicitado solo en uno de los proyectos se pudo tener regularidad.



Estas devoluciones corresponde a material que no cumple con el tamaño de grano que pasa a través del tamiz n° 4.

Al revisar la periodicidad de pedidos montados en el ERP Sinco se pudo detectar que solo hasta que las órdenes de compra activas fueron terminadas se montaron nuevos pedidos, la aprobación de órdenes de compras sustentando cantidades se demoran en aprobar 20 días, No existen soportes de fechas de programación para nuevos pedidos.

### IV. Conclusiones

Al realizar el análisis de la cadena de abastecimiento de arena para el megaproyecto en el municipio de Soacha, se pudo evidenciar las limitaciones presentes en las obras debido a la comunicación entre las áreas que tiene la autorización de aprobar órdenes de compra.

La fallas en el cálculo de capacidades de almacenamiento a generando que solo se pueda recibir cantidades mínimas las cuales no contemplan la necesidad real adicional a esto el seguimiento a las órdenes de compra no están generando resultados.

En la visita de cantera se pudo tener claridad con respecto a los cambios de frentes de excavación, mediante revisión visual de los puntos de cargue donde las vetas cambian generando que las propiedades varíen. Con esto se puede explicar la tasa alta de devoluciones. Para esto se pueden negociar con el proveedor tramos o lotes de prueba para así generar diseños de mezcla por veta así se pueden tener mayor número de entregas completas de arena.

Las condiciones que determina la necesidad de arena en las obras de estudio no son claras razón por la cual siempre se estén realizando solicitudes erróneas quedando las obras con cantidades mínimas, adicional a esto los espacios asignados en obra para el acopio de arena con cuentan con medidas que permitan contener e forma apropiada generando la pérdida de esta por causa del arrastre mecánico de los factores climáticos.

## Trabajos citados

- [1] S. F. Ramírez, «No hay casa para tanta gente,» *El Espectador*, pp. 23-23, 25 Octubre 2011.
- [2] J. F. P. Achell, *Introducción a Lean Construction*, Madrid: Fundación Laboral de la Construcción, 2014.
- [3] R. y. H. T. Ganeshan, «Introduction to supply chain management,» The United State, Penn State University, 1995, p. 130.
- [4] A. SERPELL B., «Administración de operaciones de construcción,» México, D.F, Alfaomega Grupo, 2002, p. 248.
- [5] C. P. T. T. Juan Carlos Restrepo Mejía, «Estudio del comportamiento de elementos de borde en la mampostería estructural con ladrillos de alta resistencia,» *REVISTA INGENIERÍA E INVESTIGACIÓN*, vol. 26, nº 2, pp. 10-19, 2006.
- [6] Periferia, «Projet Accompagnement Solidarité Colombie,» 17 Febrero 2012. [En línea]. Available: <http://www.pasc.ca/es/article/en-soacha-la-miner%C3%AD-se-est%C3%A1-llevando-los-barrios>. [Último acceso: 10 junio 2016].
- [7] o. a. p. p. e. r. d. c. s. resistentes, «bogota.gov.co,» [En línea]. Available: <http://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/4titulod-nsr-100.pdf>. [Último acceso: 22 Mayo 2016].
- [8] A. SERPELL B., «Administración de operaciones de construcción,» México, D.F, Alfaomega Grupo, 2002, p. Pág. 247.
- [9] C. O. D. ., F. L. F. Sarache Castro Willian Ariel, «SELECCIÓN DE PROVEEDORES: UNA APROXIMACIÓN AL ESTADO DEL ARTE,» *Cuadernos de administración*, vol. 22, nº 38, pp. 145-167, 2009.