

# Estudio e implementación para mejorar la productividad en una planta de FIBROCEMENTO<sup>1</sup>

## Study and implementation to improve productivity in a CEMENT plant

Julio Alfonso Cortina Navarro<sup>2</sup>

### FORMA DE CITACIÓN

Cortina, J.A. (2013), Estudio e implementación para mejorar la productividad en una planta de fibrocemento. *Revista Dimensión Empresarial*, vol. 11. núm. 2, pp. 89-97.

### RESUMEN

Este artículo de investigación es producto del trabajo de grado de la maestría en ingeniería administrativa. Se desarrolló como un estudio e implementación de mejoras en la productividad de la línea de producción a través de la aplicación de estrategias, técnicas de análisis y evaluaciones existentes. Su objetivo fue el mejoramiento de la productividad en la planta de FIBROCEMENTO, sustentado en la problemática de baja productividad en la línea de producción de placas, la cual reflejaba bajos resultados financieros de la compañía frente a los presupuestados. Los resultados permitieron generar efectos positivos frente a la problemática en cuanto a la cadencia y el rendimiento de materia prima, pero para los paros y rotura de producción se deben plantear nuevas estrategias con el fin de conseguir las metas.

**Palabras clave:** Cadencia, estrategias, metas, productividad y rendimiento

### ABSTRACT

This research paper is the work of master degree in administrative engineering, in which a study development and implementation of improvements in the productivity of the production line through the implementation of strategies, analysis techniques and existing assessments. Whose aim was to improve productivity in CEMENT plant, supporting the low productivity problem in plate production line, which reflected lower the company's financial results versus budgeted. The results led to positive effects against the problem in terms of the rate and yield of raw material, but for production stoppages and break new strategies must be raised in order to achieve the goals.

**Keywords:** Cadence, strategies, goals, productivity and performance.

## INTRODUCCIÓN

Los conocimientos y experiencias adquiridas generan la base fundamental para el desarrollo de métodos y aplicaciones gerenciales que conllevan a obtener altos resultados industriales, costos óptimos que permiten lograr la competitividad y el sostenimiento en el mercado nacional e internacional. Debido a su vasto desarrollo en Colombia, la industria del fibrocemento busca generar valor para la sociedad y afianzar sus productos como los que tienen una mayor participación en el mercado; esto basado en políticas claras por parte de sus directivas, en interrelación con sus trabajadores, en la búsqueda del bien común y la

productividad para la empresa (Kaplan, Norton, 1997). Una productividad basada en procesos óptimos, capacitación del recurso humano y ética ambiental para el desarrollo sostenible de las empresas de este sector.

Se asume que el ideal de un país, es crear y conservar altos niveles de vida para sus ciudadanos. Pero ello depende de la capacidad que tengan los elementos económicos de cada nación para alcanzar altos niveles de productividad y para mantenerlos e incrementarlos a través del tiempo. Así, la productividad aparece como uno de los eslabones que permiten encontrar el camino hacia el desarrollo empresarial, nos conduce a generar en el ser humano un

<sup>1</sup> Artículo de reflexión. Recibido el 17 de julio de 2013. Aprobado en noviembre 12 de 2013.

<sup>2</sup> Docente de planta de la Universidad Autónoma del Caribe, Facultad de Ciencias Administrativas, Económicas y Contables, Barranquilla, Colombia. Correo: [julio.cortinanavarro@uac.edu.co](mailto:julio.cortinanavarro@uac.edu.co)

sentido de pertenencia (Sumanth, 1999) que se refleja en los resultados que al final denotan esa integración entre el ser humano y el conjunto de normas y procedimientos. En este proyecto se aplican los conocimientos adquiridos en el análisis y resolución de problemas específicos reales de una empresa de producción de fibrocemento, perteneciente al sector de la construcción en Colombia.

## **METODOLOGÍA**

En este proyecto se realizó una investigación aplicada, en el cual se emplea el diseño cuantitativo – cualitativo y el tipo de investigación descriptiva e instrumentos para medir el desempeño y la eficiencia de la productividad tales como el Diagrama de Flujo; Diagrama de Causa y efecto; Diagrama de Pareto; Histograma; Gráficas de tendencia; Diagramas de dispersión; y Gráficas de control.

## **RESULTADOS**

En referencia a lo presentado en el planteamiento del problema sobre las causas principales de la baja productividad en la empresa de FIBROCEMENTO y que se encuentra reflejado en los altos costos de producción que disminuyen el resultado financiero (utilidad), principal objetivo de los accionistas; los resultados del estudio fueron los siguientes:

### **Proceso productivo para placa de fibrocemento**

Para identificar los problemas que se pueden presentar en una línea de producción de fibrocemento, primero se debe tener en cuenta, como se da el proceso productivo (Gráfica 1). Este proceso comienza en la zona de Preparación Materias Primas donde se conjugan todo el tratamiento que se hace a los materiales que conforman la mezcla (fijada por el departamento de Calidad bajo los estándares internacionales de producción de placas de fibrocemento) para la formación de la placa en la fase siguiente. Aquí se trabaja la Celulosa, el Crisotilo (Asbesto tipo Amianto), Cemento, Carbonato de Calcio, Recorte Seco Molido (material no conforme, rechazado por Calidad, el cual es pulverizado y vuelto a utilizar en una determinada proporción dentro del proceso) y los lodos de proceso (que representa el aprovechamiento de material endurecido que se retira en los días de limpieza de máquina y se disuelve a una determinada concentración para ser nuevamente utilizado en el proceso de mezcla). Esta fase permite liberar cargas de mezclas cada 7 minutos. El sistema es totalmente automático, dominado desde un cuarto de control por una computadora utilizada para automatizar procesos electromecánicos, tales como el control de la maquinaria de la fábrica en línea (*Programmable Logic Controller*), todos los depósitos de materiales trabajan con celdas de carga que permiten tener un control preciso de pesaje, además de sensores de operación.

### **Cadencia de producción (ton-buenas/hmm)**

Los resultados obtenidos por la empresa durante los primeros cinco meses del 2010 se relacionan en (Tabla 1), donde se muestra el resultado real de la cadencia frente a la meta propuesta, los kilos de productos fabricados en el mes y los kilos dejados de fabricar en el mes generados por la diferencia entre lo real y la meta, lo que representa una diferencia (Álvarez, 2001) en utilidad dejada de percibir teniendo en cuenta el precio de venta establecido por el área comercial y el margen de utilidad que maneja la compañía.

### **Causas de la baja cadencia**

Al conocerse como se da el proceso productivo de las placas de fibrocemento, se pueden identificar diferentes causas para la baja cadencia. Para ello se cuenta con el análisis de causa-efecto en el que se tiene: materiales, método, mano de obra, maquinaria y medio ambiente (Gráfico 2).

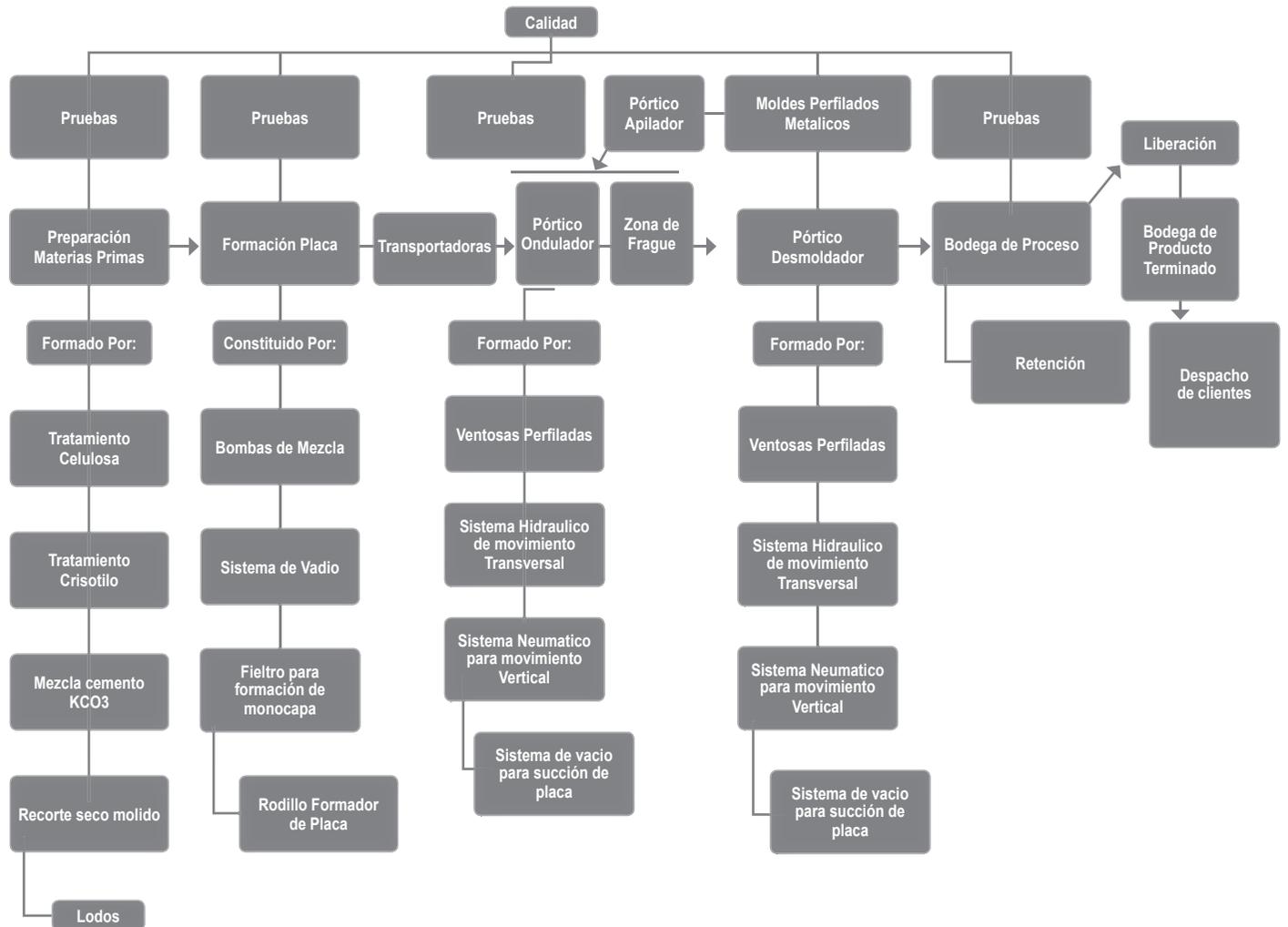
Ante esta situación se le propone a la empresa realizar un reentrenamiento del personal en todas sus líneas tanto personal antiguo como nuevo para poder afianzar el conocimiento operacional de las máquinas y los procesos. Esta actividad se puede realizar de tipo personalizado o grupal tomando como base de apoyo el personal de supervisores de producción, personal de Calidad y apoyo técnico externo del grupo, involucrando al departamento de Recursos Humanos para la planeación (Ahumada, 1987), seguimiento y evaluación de resultado de estas actividades.

También se propone continuar con el programa de reparación y restitución de tolerancia a las bombas faltantes, siete, dado que operan siete y quedan dos de repuesto. Estas reparaciones a nivel local o en Bogotá se encuentran en el orden de \$ 12.000.000 por cada una, si se programa a realizar en un lapso de un año para poder manejar los gastos de mantenimiento se podría a agosto del 2011 tener todo el grupo renovado a una mayor eficiencia de trabajo (Andrews, marshak, 1944). Se debería incluir en el presupuesto de mantenimiento para el 2011, \$84.000.000.

Poner en funcionamiento de forma definitiva y continua la bomba de vacío ROBUSCHI26 (nueva), cuya capacidad de vacío es de 900 Pies Cúbicos por Minutos (CFM) y puede reemplazar dos bombas antiguas de 400 (CFM) ineficientes.

Presupuestar la compra de otra bomba ROBUSCHI, para el año 2011, incluirla en el presupuesto de mantenimiento, teniendo en cuenta un rubro de \$40.000.000 incluido montaje.

Grafica 1. Proceso productivo Fibroceemento



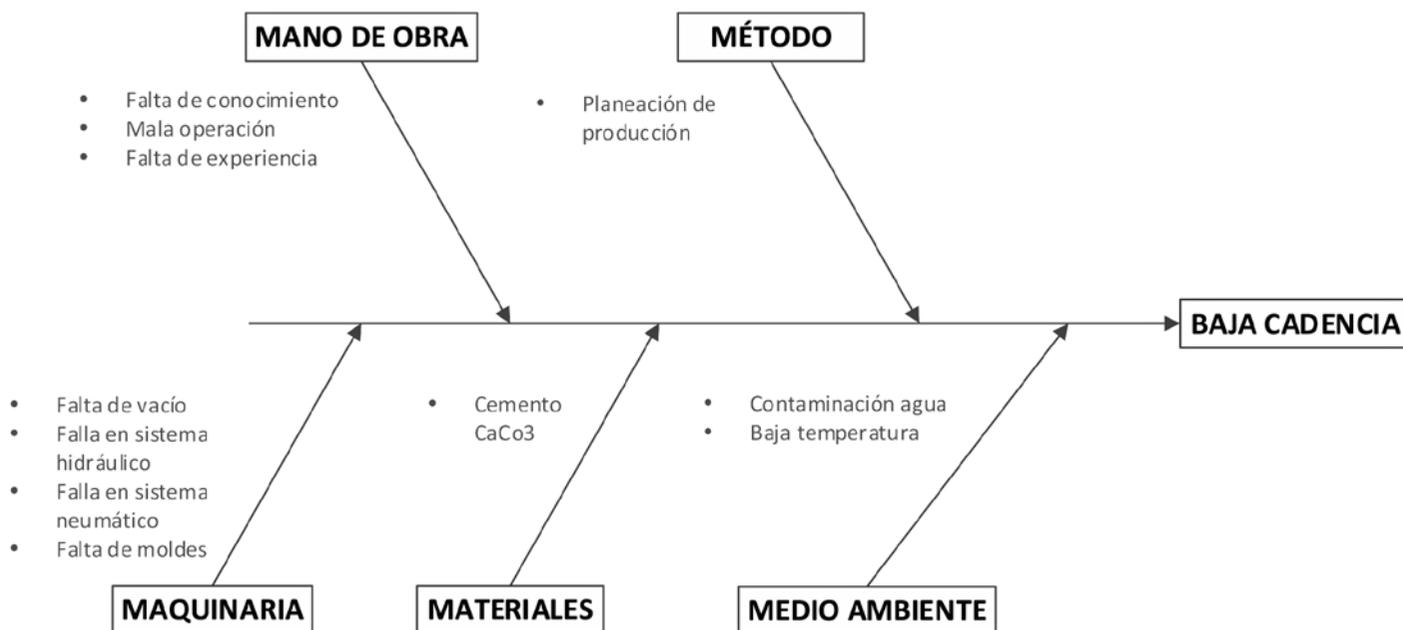
Fuente: Empresa fibroceemento.

Tabla 1. Resultados Cadencia Enero – Mayo 2010.

2010						
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Acumulado
Cadencia real	8,2	8,9	9,1	8,9	9,0	
Cadencia meta	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	
Kilos fabricados	2474000	4501000	5265000	4555000	4904000	21699000
Kilos sin fabricar	445320	495110	473850	501050	490400	2405730
Diferencia \$ utilidad sin percibir	50.432.490	55.625.609	54.161.055	60.351.473	58.700.880	279.271.506

Fuente: Elaboracion propia.

**Gráfica 2. Causas de Baja Cadencia**



Fuente: Elaboración propia

Desmontar la ventosa molde en el pórtico ondulator para aliviar peso y disminuir la inercia de trabajo. Realizar las reparaciones hidráulicas tanto en los cilindros, frenos y válvulas que permitan mejorar la rampa de aceleración y desaceleración en todos los pórticos. Rubro de \$18.000.000 (empaquetaduras y repuestos).

Realizar las reparaciones neumáticas en los cilindros y válvulas con problemas, incluyendo cambio de camisas picadas, émbolos y sellos, piñones de sincronismo. Rubro de \$ 16, 000,000; y revisar el sistema de transmisión de los carros de traslación longitudinal para detectar y corregir restricción mecánicas y verificar si se puede, mejorar la velocidad a través del variador de velocidad que posee, ajustando la aceleración y el frenado del equipo.

Realizar mantenimiento preventivo a los motores y ventiladores de vacío de los pórticos y la revisión y limpieza a los ductos de vacío. Revisión y mantenimiento a las válvulas de corte y distribución de vacío. Revisar, cambiar y corregir las felpas de hermetismo de vacío en las ventosas de los pórticos; y revisión y mantenimiento a los sensores de proximidad y los vacuostatos.

Revisión estructural de las ventosas de los pórticos ondulator, apilador y desmoldador para corregir diferencia en el asiento y planitud de las mismas en función a su punto de trabajo y llegada de 580 moldes nuevos importados, pedidos

en Marzo del 2010, que permitirían ingresar 18 plataformas más al proceso y daría una 3 horas más de fragüe, por lo que la velocidad de trabajo se podría aumentar de forma significativa y conseguir los resultados propuestos \$ 380.000.000. Además de la adecuación estructural de 18 plataformas para los 580 nuevos moldes. Rubro de \$12.000.000.

Asimismo, se propone tener una rutina de inspección por parte del operario de la zona de formación en lo que corresponde a los sistemas hidráulicos, a fin de que se verifique realmente las fugas hidráulicas en dicha zona por parte del mecánico de turno y verificar por parte del electricista que las alarma de nivel bajo de las centrales hidráulicas funcionen, siendo esto parte de la rutina diaria de turno. Además, para ayudar al fragüe en épocas de alta pluviosidad se requieren moldes y plataforma.

### Rendimiento de materia prima

Los resultados obtenidos por la empresa durante los primeros cinco meses del 2010 se relacionan en (Tabla 2), donde se muestra el resultado real del Rendimiento Materia Prima frente a la meta propuesta, el costo por kilo de Materia Prima Real y el presupuestado, los kilos fabricados en el mes y la diferencia de costos generada entre lo real y la meta (Alvarez,2001), lo que representa un costo de producción mayor al final de cada periodo, disminuyendo por ende la utilidad del ejercicio planteada por la compañía

**Tabla 2.** Resultados de Rendimiento Materia Prima Enero-Mayo 2010.

2010						
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Acumulado
\$/Kilo MP real	228,1	235,0	245,7	272,3	260,2	
RMP REAL	128	128	126	118	125	
RPM META	129	129	129	129	129	
\$/Kilo MP meta	226,3	233,1	240,0	249,1	252,2	
Kilos fabricados	2474000	4501000	5265000	4555000	4904000	21699000
Diferencia de costo entre rendimiento real y meta	\$ 4.374.185	\$ 8.197.752	\$ 30.085.190	\$ 105.756.507	\$ 39.569.578	\$ 187.983.211

Fuente: Elaboración propia

Dado el proceso productivo (Kaplan, Norton, 1997), de las placas de fibrocemento se pueden identificar diferentes causas para el bajo Rendimiento de Materia Prima y con la utilización de la herramienta de análisis de causa-efecto en el que se separa por materiales, método, mano de obra, maquinaria y medio ambiente, como se presenta en la gráfica 3.

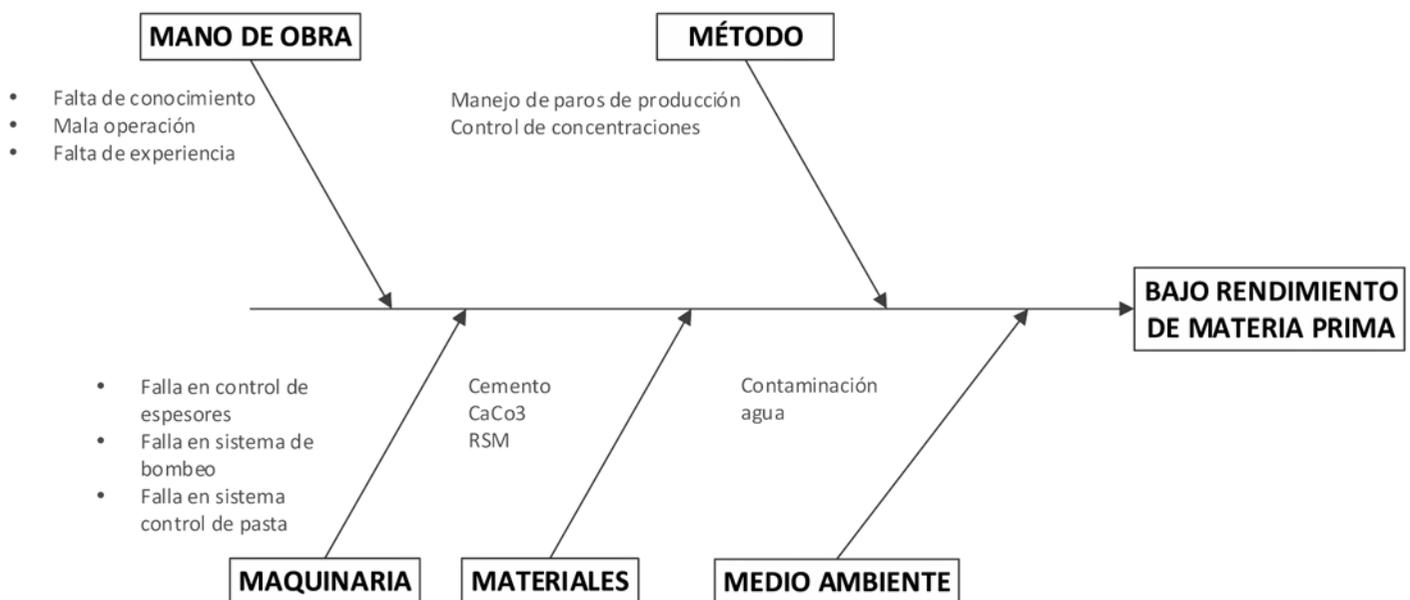
En concordancia con el caso de Cadencia de máquina, se le propone a la empresa realizar un reentrenamiento del personal en todas sus líneas tanto personal antiguo como nuevo y poder afianzar el conocimiento operacional de las máquinas y los procesos. Esta actividad se puede realizar de tipo personalizado o grupal tomando como base de apoyo el personal de supervisores de producción, personal de Calidad y apoyo técnico externo del grupo (Ahumada,

1987). Involucrando al departamento de Recursos Humanos para la planeación, seguimiento y evaluación de resultado de estas actividades

### Paros de producción

Los resultados obtenidos por la empresa durante los primeros cinco meses del 2010 se relacionan en la Tabla 3, donde se muestra el resultado real de los paros de producción (Álvarez, 2001). frente a la meta propuesta, los kilos fabricados a la fecha, kilos dejados de fabricar por el exceso de tiempos de paro frente al presupuesto y la diferencia que representa en utilidad dejada de percibir teniendo en cuenta el precio de venta establecido por el área comercial y el margen de utilidad que maneja la compañía.

**Gráfica 3.** Causas de Bajo Rendimiento de Materia Prima



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3.** Resultados paros de producción Enero-mayo 2010

2010						
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Acumulado
% paros real	9,3	13,1	7,6	14,3	16,5	
% paros meta	8,8	8,8	8,8	8,8	8,8	
Kilos fabricados	2474000	4501000	5265000	4555000	4904000	21699000
Kilos sin fabricar	18237	274393	-82389	360152	550957	1121349
Diferencia \$ utilidad sin percibir	2.065.342	30.828.041	(9.417.110)	43.380.266	65.949.501	132.806.039

Fuente: Elaboración propia

En concordancia con el caso de Cadencia de máquina, Rendimiento de Materia Prima y Paros de Producción, se le propone a la empresa realizar un reentrenamiento del personal en todas sus líneas tanto personal antiguo como nuevo y poder afianzar el conocimiento operacional de las máquinas y los procesos, haciendo extensivo al personal de mantenimiento. Esta actividad se puede realizar de tipo personalizado o grupal tomando como base de apoyo el personal de supervisores de producción, personal de Calidad y apoyo técnico externo del grupo (alvarez, 1987). Involucrando al departamento de Recursos Humanos para la planeación, seguimiento y evaluación de resultado de estas actividades. Al igual incrementar la capacitación tecnológica del personal de mantenimiento apoyándose en el SENA, universidades y escuelas tecnológicas.

### Rotura de producción

Los resultados obtenidos por la empresa durante los primeros cinco meses del 2010 se relacionan en la Tabla 4, donde se muestra el resultado real de la rotura de producción frente a la meta propuesta, los kilos fabricados, kilos de rotura generados por encima del presupuesto y la diferencia (Álvarez, 2001) que representa en utilidad dejada de percibir teniendo en cuenta el precio de venta establecido por el área comercial y el margen de utilidad que maneja la compañía.

Dado el proceso productivo de las placas de fibrocemento se pueden identificar diferentes causas de generación de la rotura de producción y con la utilización de la herramienta de análisis de causa-efecto en el que se separa por materiales, método, mano de obra, maquinaria y medio ambiente (Grafica 4).

Se sostiene la propuesta a la empresa de realizar un reentrenamiento del personal (Drucker, 1993) en todas sus líneas tanto personal antiguo como nuevo y poder afianzar

el conocimiento operacional de las máquinas y los procesos, mostrando los diferentes tipos de no conformidades que se pueden presentar a lo largo de la línea y como pueden evitarse, incluyendo al personal de mantenimiento. Esta actividad se puede realizar de tipo personalizado o grupal tomando como base de apoyo el personal de supervisores de producción, personal de Calidad y apoyo técnico externo del grupo. Involucrando al departamento de Recursos Humanos para la planeación, seguimiento y evaluación de resultado de estas actividades. Además, generar incentivos o bonificaciones por cumplimiento de objetivos de rotura a todas las áreas involucradas en el proceso

### REFLEXION FINAL

Después de realizar todo el proceso de investigación lo relacionado con la productividad generada en su línea de fabricación, se presenta una reflexión a partir de los siguientes alcances:

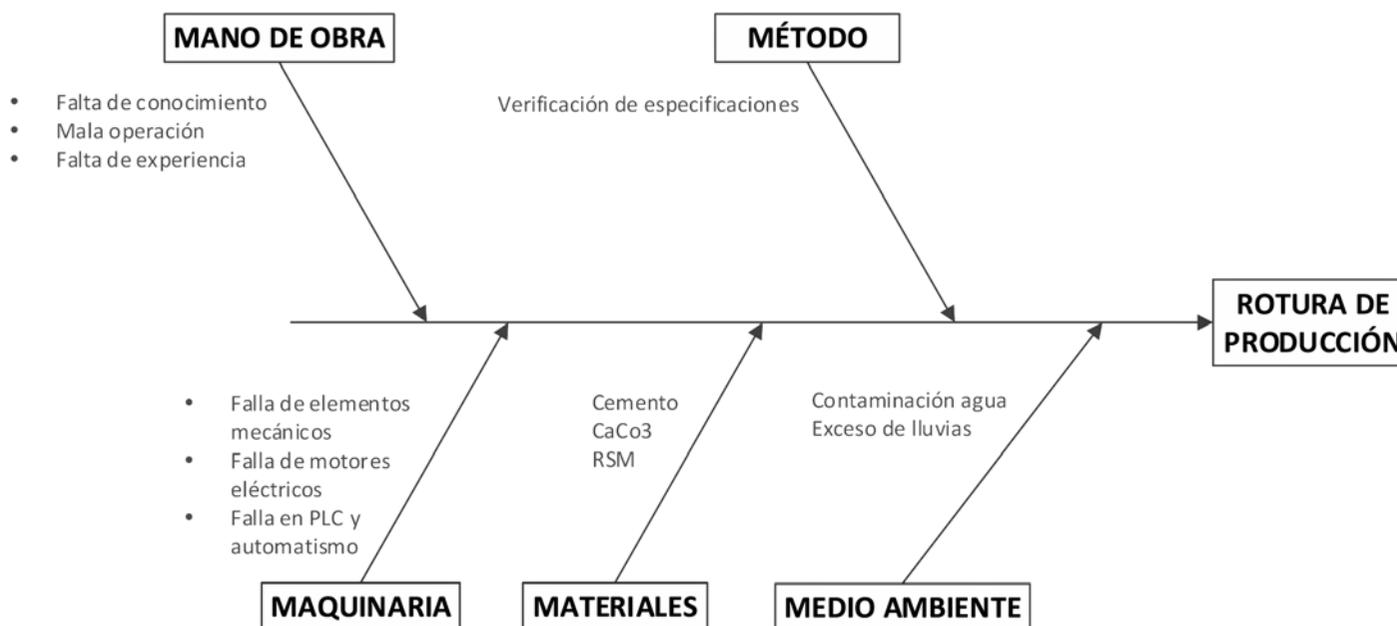
- Se logró determinar al comienzo del estudio que la causa de mayor impacto en los resultados de baja productividad lo generaba la cadencia de máquina y esta conduce a un impacto financiero fuerte. Ello conlleva a la disminución del margen de utilidad neto, resultado principal que requieren los accionistas. También se obtuvo la interacción con el personal de la empresa de producción de fibrocemento en todas las áreas y su aceptación siempre con el apoyo de la Gerencia de Planta.
- El objetivo específico de la Cadencia de Máquina se cumplió en un 97%, dado que se llegó a obtener una cadencia sostenida de 9.7 ton/h sobre 10 ton/h que era la meta de presupuesto. El Objetivo específico del rendimiento de Materia Prima se cumplió en un 102% dado que se superó la meta propuesta del 129%, alcanzando en dos meses consecutivos 131%, situación que se sostiene.

**Tabla 4.** Resultados de Rotura de Producción Enero-Mayo 2010.

2010						
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Acumulado
% rotura real	6,6	10,4	5,4	5,8	9,5	
% rotura meta	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	
Kilos fabricados	2474000	4501000	5265000	4555000	4904000	21699000
Exceso de rotura	101434	355579	152685	150315	343280	1103293
Diferencia \$ utilidad sin percibir	\$ 11.487.401	\$ 39.949.301	\$ 17.451.896	\$ 18.105.442	\$ 41.090.616	\$ 128.084.654

Fuente: Elaboración propia

**Gráfica 4.** Causas de Rotura de producción



Fuente: Elaboración propia

- El objetivo específico de los paros de producción no se cumplió, se disminuyó en cuanto a la tendencia presentada en el periodo de enero a mayo del 2010 donde iba en ascenso y de junio a noviembre fue en descenso pero con fluctuaciones. La meta de 8.8% de paros sigue vigente para continuar nuevas propuestas de mejora.
- El objetivo específico de la rotura de producción tampoco se cumplió, de enero a mayo la tendencia iba

en aumento, pero de junio a noviembre la tendencia inicial de los 3 meses siguientes fue de seguir en ascenso pero luego tuvo un revés y tiende al final del estudio a la baja. En Julio llegó al resultado más alto de 13,2% lo cual impactó fuertemente en los resultados financieros de la compañía. Los resultados están todavía distantes del objetivo de 2,5% propuesto por la empresa, convirtiéndose en el objetivo principal para el año 2011.

Las acciones propuestas dieron efectos positivos en los resultados de la cadencia y el rendimiento de materia prima, pero para los paros y rotura de producción se deben plantear nuevas estrategias con el fin de conseguir las metas. Estas deben ser agresivas ya que el punto actual en el que se encuentran está alto. Para ello se requiere continuar con el apoyo incondicional de la Gerencia de Planta en conjunto con todas las áreas para alcanzar la meta que puede llevar un tiempo no menor a 6 meses.

Los resultados de productividad total y parcial (Sumanth, 1999) tuvieron cambios positivos en el tiempo desde el comienzo en mayo hasta el final del estudio e implementación en noviembre. Dándose un crecimiento del 13% en el periodo. Además, se vio el crecimiento de la utilidad y la empresa terminara a diciembre con un mejor resultado financiero. Cabe resaltar que para obtener los resultados positivos dados en este estudio fue pieza principal el capital humano representado en la parte operativa de producción, mantenimiento y calidad liderados por sus jefes de la empresa de producción de fibrocemento.

Queda el camino abierto para continuar una segunda fase de este desarrollo dado que hay oportunidades de mejora y el total apoyo de la empresa para la consecución de metas propuestas. Al respecto se pueden anotar las siguientes apreciaciones que permitirán para un nuevo grupo investigativo, desarrollos y aportes importantes en la mejora de productividad de la empresa de Fibrocemento, así:

- Al ser el índice de rotura de producción el que al final terminó como punto representativo para la no consecución de una mejora total de productividad (Drucker, 1993), se requiere un estudio detallado de los problemas de calidad que se presentan en el producto y la detección del origen de los mismos, para generar planes de acción que conlleven a su disminución hasta alcanzar las metas corporativas. Conseguir el objetivo representaría para la empresa disponibilidad de producto, disminuir sus horas extras en producción y mejorar en el cumplimiento en las entregas a los clientes entre otros).
- El segundo índice que no se cumplió fue el de paros de producción el cual por ser tan alta la diferencia frente al presupuesto corporativo, requiere de un estudio profundo para identificar que variables están afectando la operación continua de la máquina. Involucra todo esto la gestión de mantenimiento y la planeación de la producción. Las mejoras que se obtendrían permitirían generar tiempos disponibles para realizar acciones efectivas de mantenimiento preventivo y predictivo, no tantos correctivos y poner tener una mejor planificación del mantenimiento, disminuir los sobrecostos por demasiados correctivos y generar proyectos de mejora en la maquinaria.

Con base en los alcances y la propuesta de un segundo momento de implementación de la estrategia, se puede asumir que la productividad es un concepto que debe tener la mayor relevancia en las empresa productora de placas de fibrocemento, principalmente por la fuerte rivalidad competitiva que existe en este segmento de mercado con competidores locales, así como las ofertas provenientes de los mercados globalizados.

Todo los logros que se obtuvieron en el desarrollo de la investigación apuntaron al cumplimiento de metas y objetivos que dependían del manejo eficaz de los recursos financieros del proceso productivo de las placas de fibrocemento, Con el manejo eficiente de los procesos, las mejoras en las maquinarias e infraestructura, la cualificación del recurso humano puede permitir que las actividades y tareas dentro de la línea de producción se ejecuten de manera secuencial y coordinada.

En este orden de ideas, la manera y el direccionamiento como se organicen los procesos, permite coordinar todos los esfuerzos a producir resultados óptimos y determinar cuál es la causa de mayor impacto en los resultados de la baja productividad, en este caso la cadencia de máquina y con ello la disminución del margen de utilidad neto.

Otro aspecto muy relevante evidenciado en la investigación hace referencia a la selección de alternativas factibles para la solución de problemas de calidad. Es en este sentido que se aquilata el aporte de un modelo a seguir para el aumento de la productividad en línea de producción. Este de manera residual también genera una cultura de mejoramiento continuo la cual se ve reflejada en el aumento de la competitividad.

La investigación garantizó mantener los estándares de calidad de los productos de la empresa y desarrollo una solución efectiva, sustentable en el tiempo, cuidando el medio ambiente, y la seguridad y salud física de los trabajadores.

Finalmente, es destacable el liderazgo gerencial que, en aras de generar políticas y resultados óptimos, estableció un compromiso total para el desarrollo de actividades como la planeación de la producción, la gestión del mantenimiento, la selección de personal idóneo, la capacitación, y la diversificación del conocimiento de manera que generara satisfacción y perspectivas de una trayectoria laboral ascendente facilitando que la organización desarrollara unos procesos efectivos que les permita ser productivos y competitivos.

## REFERENCIAS

Ahumada, Í (1987). *La productividad laboral en la industria manufacturera. Nivel y evolución durante el periodo 1970-1981*. México: Secretaría de Trabajo y Previsión Social.

- Álvarez A. (2001) *La medición de la eficiencia y la productividad*. Madrid: Pirámide.
- Andrews W. & Marshak J. (1944) "Random Simultaneous Equations and the Theory of Production" *Econometrica*. Vol. 12. N° 3- 4. PP. 143-205.
- Botero J. (2006) *Los cambios en la productividad: medidas alternativas aplicadas a Colombia*. Medellín: EAFIT.
- Biasca R. (1994) *Productividad: Un Enfoque Integral del Tema*, Buenos aires: MACCHI.
- Casanova F. (2002) Formación profesional, productividad y trabajo decente. *Cinterfor: Boletín n°153*. Montevideo.
- Cuevas D. & Christensen, L. Diewert, W. (1982) Multilateral Comparisons of Output, Input, and Productivity Using Superlative Index Numbers. *The Economic Journal* Vol. 92. N°365, PP 73 – 86.
- De Meyer A. & Wittenberg-cox, A. (1994) *Nuevo Enfoque de la Función de Producción*. Barcelona: folio.
- Drucker, P. (1993) *Gerencia para el futuro*. Bogotá DC: Norma.
- Estiballo J. y Zamora, M. (2002) Un análisis sectorial - regional de la productividad del trabajo en España. *Cuadernos de Estudios Empresariales*, Volumen 12. Universidad de Alcala, España.
- Gutiérrez J. Díaz, M. y Núñez, M. (2002) *Comportamiento de la productividad en la economía bogotana*, Bogota DC: Secretaría de Hacienda del Distrito.
- Heizer J. & Render, B. (2001) Dirección de la Producción, *Decisiones Estratégicas*. México: Prentice Hall Internacional.
- Hernández L. (1993) *Evolución de la productividad total de los factores en la economía mexicana*, México: Hill T.
- Kaplan R. & Norton, D. (1997) *Mapas Estratégicos*. Barcelona: Gestión 2000.
- Koontz H. & Weilrich, H. (1998) *Administración Una perspectiva global*. México: Mc Graw Hill.
- Schroeder R. (1993) *Administración de operaciones*. México: McGraw Hill.
- Sumanth D. (1999) *Administración para la productividad total*. México: CECOSA.