

Diseño de un sistema de control de procesos empresariales basados en indicadores de gestión y desempeño para el proceso de Secado de la Madera en una empresa dedicada al procesamiento de madera ubicada en la ciudad de Quevedo para el primer semestre del 2010

Nelly Alexandra Pihuave Jaime
Julissa Paola Yagual Orrala
Ing. Dalton Noboa
Instituto de Ciencias Matemáticas
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)
Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral
Apartado 09-01-5863. Guayaquil-Ecuador
npihuave@espol.edu.ec
pyagual@espol.edu.ec
dgnoboa@espol.edu.ec

Resumen

El presente informe tiene como objetivo mostrarles de una manera breve el análisis realizado a una empresa procesadora de madera, con la finalidad de proponer un mejor control en cuanto a la humedad y calidad de la madera, utilizando un sistema de control por indicadores.

Como objetivos específicos del trabajo se plantea:

- *Analizar el modelo del negocio de la compañía*
- *Evaluar el secado de la madera en las cámaras, tomando en cuenta la humedad inicial y final.*
- *Conocer el volumen seco semanal y la eficiencia del secado.*
- *Evaluar a los proveedores de materia prima (Madera Verde) en base a un porcentaje de rechazo aceptado al momento de recibir y calificar la madera.*
- *Determinar un modelo para el almacenamiento de datos.*
- *Definir un esquema para la presentación de indicadores de control*
- *Analizar la información que se obtienen de los indicadores, mediante técnicas estadísticas.*
- *Realizar recomendaciones y conclusiones de la investigación.*

Palabras Claves: *Indicadores, Gestión, Proceso, Madera, Estadística.*

Abstract

This report aims to show in a brief analysis performed at a wood processing company, in order to propose a better control in terms of moisture and wood quality, using control system indicators.

The specific objectives of the investigation are:

- *Analyze the business model of the company*
- *Evaluate the wood drying chambers, taking into consideration the initial and final moisture.*
- *Know the weekly dry volume and drying efficiency.*
- *Assess the suppliers of raw materials (Wood Green) based on a rejection rate agreed upon and qualify to receive the timber.*
- *Determine a model for data storage.*
- *Define a framework for the presentation of monitoring indicators*
- *Analyze information obtained from the indicators, using statistical techniques.*
- *Make recommendations and conclusions of the investigation.*

Keywords: *Indicators, Management, Process, Wood, Statistics.*

1. Introducción

La actividad maderera en el país es de gran importancia, por eso los procesos que están involucrados en esta actividad son primordiales a la

hora de entregar un producto con buena calidad, y es aquí donde entra el proceso de secado de la madera.

Por otra parte la demanda de este producto requiere de un buen proceso de secado, obteniendo la humedad

requerida y evitando defectos como grietas, colapso, deformaciones, entre otras.

El proceso de secado, consiste en que el aire que está en el interior de la cámara, es calentado y obligado a circular por medio de ventiladores, para que así este pase a través de la pila de madera absorbiendo la humedad de ésta. El aire una vez que se encuentre saturado de agua, debe ser extraído de la cámara, para introducir aire fresco con menor humedad, y continuar con el proceso.

Debido a la necesidad de este proceso en el mercado, nace la iniciativa de realizar este proyecto de ingeniería, en donde se requiere llevar un control en el secado de la madera, desde que ingresa a las secadoras con un contenido de humedad inicial hasta la humedad final, previamente establecidos en un determinado periodo. Además se deben controlar las variables involucradas en este proceso.

2. Conceptos relacionados al proyecto

Mapa de procesos: El mapa de procesos, como su nombre lo indica permite identificar los procesos y conocer su estructura, reflejando las interacciones entre los mismos, pero no permite conocer lo que ocurre dentro de cada proceso y cómo permiten las transformaciones de entradas en salidas.

Proceso: Conjunto de recursos y actividades interrelacionados que transforman elementos de entrada en elementos de salida. Los recursos pueden incluir personal, finanzas, instalaciones, equipos, técnicas y métodos.

Sistema: Estructura organizativa, procedimientos, procesos y recursos necesarios para implantar una gestión determinada, como por ejemplo la gestión de la calidad, la gestión del medio ambiente o la gestión de la prevención de riesgos laborales.

Indicador: Es un dato o conjunto de datos que ayudan a medir objetivamente la evolución de un proceso o de una actividad.

Seguimiento y Medición de Procesos: El enfoque basado en procesos pone de manifiesto la importancia de llevar a cabo un seguimiento y medición de las actividades, con el fin de conocer los resultados que se están obteniendo y si estos resultados cubren los objetivos previstos.

Indicadores de Procesos: Un indicador de proceso representa un "objetivo a cumplir" en el funcionamiento del proceso al que hace referencia, manifiestan por tanto el control de una variable o

característica del proceso que es necesario analizar para una correcta gestión.

Datamart: Es una base de datos departamental, especializada en el almacenamiento de los datos de un área de negocio específica. Se caracteriza por disponer la estructura óptima de datos para analizar la información al detalle desde todas las perspectivas que afecten a los procesos de dicho departamento.

Dimensión: Representa una perspectiva de los datos. Las dimensiones son usadas para seleccionar y agregar datos a un cierto nivel de detalle. Las dimensiones se relacionan en jerarquías o niveles. Ejemplo Tiempo: día, semana, mes y año.

Hecho: Un hecho es un concepto de interés primario para el proceso de toma de decisiones, corresponde a eventos que ocurren dinámicamente en el negocio de la empresa.

Dashboard: Es una pantalla que contiene los elementos de información necesarios para conseguir uno o más objetivos; consolidado y creado como una única ventana donde toda la información puede ser revisada de un vistazo. (Stephen Few, 2004)

Dato Estadístico: Es un conjunto de valores numéricos que tienen relación significativa entre sí. Los mismos pueden ser comparados, analizados e interpretados en una investigación.

Coefficiente de variación: Es el cociente entre la desviación típica y la media aritmética muestrales y expresa la variabilidad de la variable en tanto por uno, sin dimensiones. Permite comparar muestras de variables de distinta naturaleza o muestras de la misma variable en poblaciones en las que el orden de magnitud de las observaciones sea muy diferente.

Regresión lineal simple: Es un método matemático que modeliza la relación entre una variable dependiente Y, las variables independientes Xi y un término aleatorio ε . Este modelo puede ser expresado como:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_p X_p + \varepsilon$$

donde β_0 es la intersección o término "constante", las β_i son los parámetros respectivos a cada variable independiente, y p es el número de parámetros independientes a tener en cuenta en la regresión. La regresión lineal puede ser contrastada con la regresión no lineal.

3. Conocimiento del Negocio

“BALSESA Corporación Maderera” es una empresa dedicada al proceso e Industrialización de la madera.

Sus principales proveedores de madera verde son personas que poseen plantaciones los cuales mantienen una fidelidad hace años con la empresa, por la seriedad y compromiso de compra que Balesa les brinda.

El mercado objetivo de Balesa son los fabricantes y vendedores de productos derivados de la madera liviana y por ello su principal necesidad que buscan satisfacer es contar con un producto terminado que sirva para la aplicación en sus productos, elaborado bajo los estándares exigidos.

Los principales competidores de Balesa, se encuentran en los alrededores de la ciudad de Quevedo, los cuales ofrecen en algunas ocasiones mejores precios y formas de pago e incentivos para atraer a los clientes potenciales..

Además Balesa cuenta con plantación de madera propia en la que propician el cuidado y preservación del Ecosistema, dando así a la madera un correcto y adecuado manejo desde su fase inicial hasta la obtención de productos de primera calidad.

Productos y Servicios: “BALSESA Corporación Maderera” cuenta con alta tecnología, recibe la madera verde aserrada, la cual es sometida a un riguroso proceso de selección, secado, maquinado y calificación de acuerdo a normas de calidad exigidas, la cual garantiza que el cliente tengan un producto de alta calidad.

El producto que ofrece Balesa son bloques de madera encolados con cola PVA y siguiendo las tablas de peso, medidas y calidad que son proporcionadas conforme a los requerimientos del cliente.

La planta cuenta con ocho secadoras que en su capacidad mensual abastecen para el secado de 620.000 pies, con un promedio de secado de 8 días, esta capacidad de secado mensual hace que el stock semanal sea de más de 155.000 pies, el ingreso promedio por camionada de madera verde es de 10.000 pies.

La meta de producción semanal establecida por contrato para cliente es entregar 5 contenedores de producto terminado equivalente en promedio a 26.000 pies cada contenedor, trabajando con un rendimiento del 85% y de desperdicio de madera un 15% promedio.

Definición de la madera: Se llama madera al conjunto de tejidos que forman el tronco, las Raíces y las Ramas, de los vegetales leñosos, excluidas de la corteza. Estas se clasifican en madera de coníferas y madera frondosas. Las coníferas son especies pertenecientes al orden coníferales (Abetos, piceas,

alerces, cedros, pinos, etc.) Que pertenecen a las gimnospermas. Las frondosas son especies leñosas pertenecientes a las angiospermas dicotiledóneas (robles, olmo, encina, etc.).

Una vez cortada y secada, la madera se utiliza para muchas y diferentes aplicaciones. La madera es también un material de construcción muy importante desde los comienzos de las construcciones humanas y continúa siéndolo hoy.

Composición de la Madera: Los componentes principales de la madera son la celulosa, un polisacárido que constituye alrededor de la mitad del material total, la lignina (aproximadamente un 25%), que es un polímero resultante de la unión de varios ácidos y alcoholes fenilpropiólicos y que proporciona dureza y protección, y la hemicelulosa (alrededor de un 25%) cuya función es actuar como unión de las fibras.

Medida de la madera: PIE TABLAR. El pie tablar es la unidad de medida usada por la industria de la madera. Un pie es igual: 1' (0,30 m) de largo, 1' de ancho y 4/4" (25,4 mm) de grueso.

El precio de la madera aserrada se expresa normalmente en términos de coste por mil pie tablar maderero. 1000 pies es igual a 2,36 m³ (para 4/4" y más grueso).

Procesos que se llevan a cabo en la empresa: Las fases principales del funcionamiento de una empresa procesadora de madera son: Madera verde y Secado; Taller de procesamiento y calificación de madera y por último Almacenamiento.

4. Madera Verde y Secado:

Corte o tala: En este proceso intervienen los leñadores o la cuadrilla de operarios que suben al monte y con hachas o sierras eléctricas o de gasolina cortan el árbol y le quitan las ramas, raíces y empiezan quitarle la corteza para que empiece a secarse. Se suele recomendar que los árboles se los corte en invierno u otoño.

Transporte: Es la segunda fase y es en la que la madera es transportada desde su lugar de corte. Normalmente se hace tirando con animales o maquinaria pero hay casos en que hay un río cerca y se aprovecha para que los lleve.

Aserrado: En esta fase la madera es llevada a unos aserraderos. lo que se hace es dividir en trozos la madera según el uso que se le vaya a dar después.

Recepción Madera Verde: Ingresan los camiones a la planta con una capacidad promedio de 10.000 pies de madera.

Calificación de la madera verde: Los calificadores empiezan el descargue y calificación de la madera verde agrupándola por proveedor para luego armar los coches.

Armado de coches: Se empiezan armar los coches con madera verde por espesor para luego ingresarla a las secadoras.

Secado: Este es el proceso más importante para que la madera sea de calidad y esté en buen estado aunque si fallan los anteriores también fallara este. La empresa posee 8 secadoras, de las cuales 4 tienen capacidad para secar 16.000 pies madereros y 4 capacidades para secar 30.000 pies madereros.

Taller de Procesamiento y Almacenamiento de madera: Se trabaja la madera en el taller para luego separar las piezas de acuerdo a los defectos que se aceptan o rechazan siguiendo las tablas de calidad y pesos aceptados por la empresa.

5. Descripción del problema

Debido a la gran cantidad de reclamos que la empresa ha tenido por parte de sus clientes por algunas piezas de madera con altos promedios de humedad y defectos en la madera no aceptados, se han visto en la necesidad de llevar un control más estricto en sus procesos.

Los posibles factores que conllevan a este problema es que nunca se había llevado un control por medio de indicadores, es decir solo sabían la cantidad de madera a comprar para poder elaborar el producto terminado en la semana.

Por ello que la empresa ha optado por llevar un control más riguroso de los procesos en las áreas de “Secado y Recepción de madera verde”, para ello se implementara el sistema de gestión por procesos.

6. Diseño del Sistema de Control Aplicando la Metodología de Gestión por procesos

En el proceso de Programación y seguimiento de secado, referente al desembarque de la madera que llega de parte de proveedores, se determinaron dos indicadores principales, los cuales se detallan a continuación:

Volumen de madera verde ingresada: Mediante este indicador se puede controlar la cantidad de

madera verde que ingresa en la semana, la meta es llegar a recibir 160.000 pies para poder aumentar la producción de 5 a 6 o más contenedores de producto terminado para entregar al cliente.

Porcentaje de defectos aceptados por proveedor: Por medio de este indicador se podrá controlar el ingreso de madera con podredumbre y otros defectos. Se ha establecido como meta no aceptar más del 8% de rechazo por defectos presentados en la madera verde recibida, esto evitará resaneo en las piezas y así mantener el rendimiento promedio con el que hasta ahora se ha estado trabajando (85%).

Para la actividad referente a los días que dura el proceso de secado de la madera, se determinaron tres indicadores principales que son:

Volumen seco: Mediante este indicador se controla el volumen de madera seca en la semana, se estableció como meta llegar a secar más de 150.000 pies para poder cumplir con las entregas al cliente.

Lotes muestreados con humedad: Este indicador es el de mayor importancia en el proceso de secado, de acuerdo a su resultado se podrá tomar la decisión de liberar el lote de madera.

Eficiencia de secado: Este indicador evalúa el cumplimiento de los días de secado, por ello se registra los días de secado esperado y los días de secado reales de acuerdo al espesor de la madera ingresada a las cámaras, con estos resultados se podrá tomar decisiones en cuanto a que cámara seca en el tiempo establecido y cuales se demoran y de esta manera poder tomar acciones correctivas, como por ejemplo regular la temperatura o posibles defectos propios de la cámara, así mismo se obliga a dar un control y mantenimiento mensual continuo a las cámaras.

7. Diseño, Modelo Analítico y Dashboard

Para la elaboración del diseño, primero se establecimos como punto de partida la recepción de la madera verde, aquí se desarrollan ciertas actividades tales como registro de la cantidad de madera recibida, número de camión, nombre de proveedor y tipo de proveedor entre otras.

Luego de la recepción se realiza la verificación de la madera o calificación de la misma, en donde se debe registrar el nombre del proveedor o tipo de proveedor hasta la cantidad de madera rechazada en la verificación.

Siguiendo con el esquema después de haber realizado la calificación se procede a apilarla la madera en plataformas denominadas coches en este paso se asigna un número de lote al coche, además se registra una cantidad por lote.

Posteriormente se realiza el ingreso del coche a una cámara o secadora en la cual se establece el período de secado, dependiendo de la humedad promedio que tenga la madera, al finalizar dicho período se realiza un muestreo de control de humedad para los bloques de madera ingresados.

Partiendo del modelo multidimensional se elabora la base de datos, como se puede observar (ver cuadro 4.4.3.1) existen dos tablas HECHO con sus respectivas tablas dimensiones.

Esto se determina considerando que la recepción y calificación de la madera tienen dimensiones en común, lo permite establecer el HECHO RECEPCIÓN DE MADERA, lo mismo ocurre con los subprocesos armado de coche y controles, donde se determina que el HECHO será el ARMADO DE COCHE y las dimensiones serán el CONTROL y las CAMARAS SECADORAS.

Además se observa que la tabla DIM Proveedor se relaciona con la tabla HECHO RecepcionMadera mediante el IdProveedor o código asignado al proveedor, también que la HECHO RecepcionMadera se relaciona con la Dimensión Calificación de Madera a través de la calificación.

8. Presentación de los Indicadores del Proceso de Seguimiento y Secado de Madera (DASHBOARD)

Luego de establecer el modelo de análisis, y elaborar la base de datos con sus respectivas consultas se realiza la correspondiente conexión entre la Data Mart y la aplicación con las hojas de cálculo, denominada DASHBOARD SECADO, que será la presentación visual y final de la información procesada en la base. (Ver Sección 9. Ilustraciones, Gráficos y fotografías)

9. Ilustraciones, gráficos y fotografías



Figura 2.5.1.1 Ilustración del ingreso de Madera Verde a la planta (Balsesa 2010)



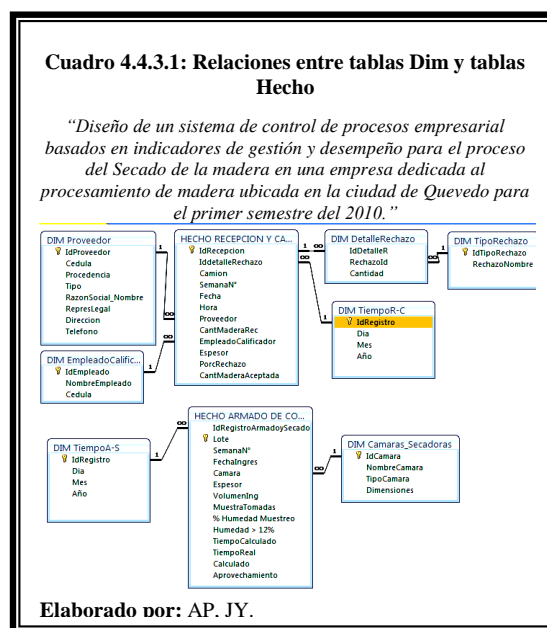
Figura 2.5.1.2 Ilustración de la calificación de la madera (Balsesa 2010)



Figura 2.5.1.4 Ilustración del ingreso de la madera a las cámaras (Balsesa 2010)

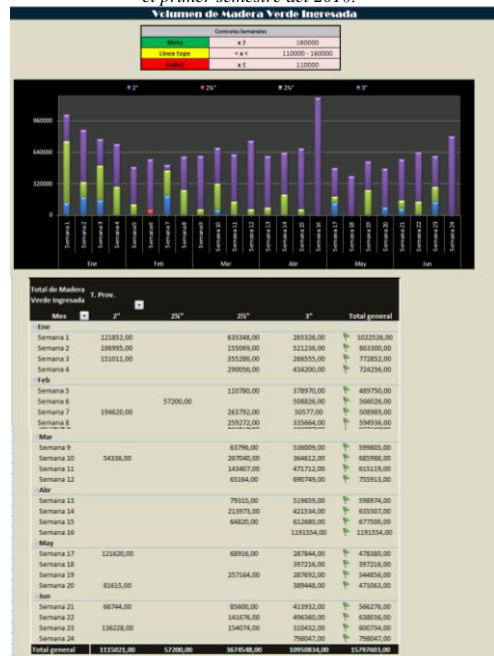


Figura 2.5.2.2 Ilustración de la madera almacenada en los casilleros (Balsesa 2010)



Cuadro 4.5.3: Pantalla Volumen de Madera Verde Ingresada

“Diseño de un sistema de control de procesos empresarial basados en indicadores de gestión y desempeño para el proceso del Secado de la madera en una empresa dedicada al procesamiento de madera ubicada en la ciudad de Quevedo para el primer semestre del 2010.”



Elaborado por: AP, JY.

Variable: Eficiencia de Secado por Cámara

En cuanto a la eficiencia del secado por cada Cámara, se logró notar que la Cámara F logró el 106% de eficiencia, lo cual indica que existieron lotes que secaron antes del tiempo esperado de secado, mientras que la Cámara G obtuvo el 90% de eficiencia, indicando que hubieron lotes que secaron días después de lo programado.

10.1 Regresiones Lineales Simples

Regresión lineal simple entre Madera R8/11 (Madera Procesada) y Madera calificada

Consideremos las siguientes variables:

$$y = \text{Madera R8/11 (Madera Procesada)}$$

$$x = \text{Madera Calificada}$$

En el cuadro 5.1.10, notamos que el coeficiente de correlación lineal es de 94% es decir tiene una fuerte correlación positiva, mientras que el Coeficiente de Determinación nos dice que la variable Madera Calificada, ayuda a explicar en un 89% la variable Madera R8/11 (Madera Procesada).

Por medio de los coeficientes de correlación podemos determinar que voy a tener al menos 4010.47 pies de madera procesada sin considerar la madera calificada.

Así como también que por cada pies adicional de madera de calificada se incrementa en 0.98 pies la Madera R8/11 (Madera Procesada).

10. Análisis de los resultados

Variable: Volumen de Madera Ingresada

En el cuadro 4.5.3 se visualiza que los meses de mayor ingreso han sido Enero con 732915,67 pies; Febrero con 743429,50 pies y Marzo con 794720,50 pies; y el mes con menor ingreso fue Junio con 442998,50 pies; podemos concluir que durante primer semestre del 2010 se logró obtener un ingreso de madera verde aceptable para la producción semanal.

Variable: Madera Seca

Además se observó en otros resultados que los meses donde obtuvo mayor secado de madera han sido Enero con 674912 pies y Abril con 699207 pies, mientras que Febrero ha sido el mes con menor volumen de madera seca con 476534 pies.

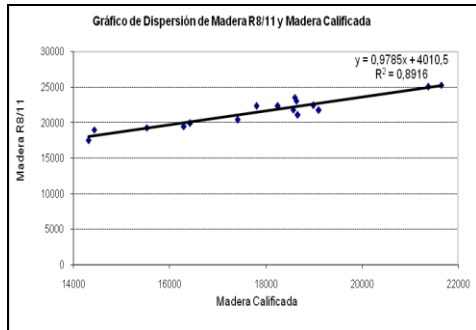
Variable: Días de secado por espesor

Igualmente se observó que las piezas con 1,5” y 2,5” han presentado porcentajes aceptables de humedad mayor al 12%, es decir, este tipo de espesores resultan mejores al momento del secado, mientras que las piezas con espesor de 4” han presentado un porcentaje mayor al 5% lo que indica que debieron ser ingresadas un día más a la Cámara.

Cuadro 5.1.10: Proceso de Secado

“Diseño de un sistema de control de procesos empresarial basados en indicadores de gestión y desempeño para el proceso del Secado de la madera en una empresa dedicada al procesamiento de madera ubicada en la ciudad de Quevedo para el primer semestre del 2010.”

Tablas y Gráficos “Madera R8/11 (Madera Procesada) Vs Madera Calificada”



Estadísticas de la regresión

Coefficiente de Correlación Lineal	0,94
Coefficiente de determinación R²	0,89
R² ajustado	0,88
Error típico	743,58
Observaciones	16

Variables	Coeficientes	Intervalo	
		Inferior 95%	Superior 95%
Bo	4010,47	490,82	7530,12
R8/11, b1	0,98	0,78	1,17

Elaborado por: AP, JY

11. Conclusiones y Recomendaciones

La utilización adecuada de la Gestión por Procesos se puede convertir en un beneficio para las organizaciones que tengan como objetivo mantener la mejora continua en sus procesos.

Al momento de tomar decisiones, en toda organización, es importante conocer la información relevante que se obtiene por medio de los datos existentes, tal motivo es una de las razones principales para mantener actualizada las bases de datos dentro de una empresa.

Los indicadores generados a través del presente estudio son básicos para el control del proceso de Secado de Madera.

Es recomendable mantener la información de forma sencilla y de fácil comprensión, para tomar decisiones en los momentos oportunos.

Es necesario considerar la situación de los proveedores con mayor frecuencia en el ingreso de madera a la empresa.

También es válido analizar el tiempo de secado de las piezas con espesor 4” con respecto a las piezas con espesor 2.5”, de esta forma se evitan futuros reportes de rechazo por parte del cliente.

Se sugiere realizar proyectos similares para los procesos de taller, encolado y elaboración de piezas con madera seca, es decir continuar con la cadena del macroproceso de la empresa.

Es recomendable considerar el integrar al aplicativo elaborado en esta tesis, los procesos citados en el párrafo anterior a fin de forma un Datawarehouse.

Se sugiere continuar investigando sobre los tipos programas sencillos para la elaboración de bases operativas y Datamart, que sean compatibles con los diferentes programas del paquete de office.

13. Agradecimientos

Nuestros agradecimientos para todas aquellas personas que confiaron en nuestras actitudes y nos ayudaron a desarrollar el presente trabajo, a esos maestros, amigos, familiares y a la compañía que nos brindó su colaboración muchas gracias y que el éxito que nos auguraron se multiplique mil veces para ellos.

12. Referencias

- [1]. Bastidas, M. (2009) “Estadística Aplicada”, Guayaquil, Ecuador.
- [2]. Freund, J., Miller, I., Miller, M. (2000) “Estadística Matemática con Aplicaciones”, Editorial Pearson Educación, México D.F., México.
- [3]. Mendenhall, W., Wackerly, D., & L-Scheaffer, R. (2002) “Estadística Matemática con aplicaciones”, Thomson, Sexta Edición, México-México.
- [4]. 'Introducción a la Estadística Económica y Empresarial. Teoría y Práctica.' de Fco. Javier Martín-Pliego López, Editorial Thomson, 2007 (Madrid).
- [5]. Guía para la gestión basada en procesos, fecha de última visita 9/Abr/2011, disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos56/gestion-basada-en-procesos/gestion-basada-en-procesos2.shtml>

[6]. Diagramas flujo Algoritmos, fecha de última visita 11/Abr/2011, disponible en: <http://www.mitecnologico.com/Main/DiagramasFlujoAlgoritmos>

[7]. Herramientas y mejores prácticas para el éxito de los proyectos Six Sigma, fecha de última visita 10/Abr/2011, disponible en : http://www.ids-scheer.com/es/ARIS/ARIS_Platform/ARIS_Six_Sigma/120185.html

[8]. El seguimiento y medición de los procesos, fecha de actualización 22/Sep/2010, disponible en : <http://soyempreendedor.org/?p=542>

[9]. Gestionar un control, fecha de actualización 10/Abr/2011, disponible en: <http://www.febf.org/medios/verpublicacion.php?ID=163>

[10]. Validación de un sistema de indicadores para medir el desempeño en la empresa de materiales de la construcción, fecha de última visita 9/Abr/2010, disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos15/valoracion/valoracion.shtml>

[11]. DASH BOARDS UNA VISIÓN CONCEPTUAL, cuadros-de-mando-100312024817-phpapp01, fecha de última visita 9/Mar/2011, disponible en: <http://www.slideshare.net/pererovira/cuadros-de-mando>

[12]. Tablero de control, fecha de actualización 28/Ene/2011, disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/Tablero_de_control