

ISSN: 2322-7672

IV Encuentro de Investigación Formativa Ingeniería Industrial Medellín

Memorias

**Grupo de Investigación en Sistemas Aplicados
en la Industria (GISAI)**



**Universidad
Pontificia
Bolivariana**

© Editorial Universidad Pontificia Bolivariana

IV Encuentro de Investigación Formativa - Memorias

ISSN: 2322-7672

Primera edición, 2013

Escuela de Ingenierías

Facultad de Ingeniería Industrial

Arzobispo de Medellín y Gran Canciller UPB: Mons. Ricardo Tobón Restrepo

Rector General: Pbro. Julio Jairo Ceballos Sepúlveda

Vicerrector Académico: Pbro. Jorge Iván Ramírez Aguirre

Decana Escuela de Ingenierías: Piedad Gañán Rojo

Directora Facultad de Ingeniería Industrial: Diana Rocío Roldán Medina

Editor: Juan José García Posada

Coordinación de producción: Ana Milena Gómez Correa

Diagramación: María Isabel Arango Franco

Correctora de estilo: Mónica Patricia Ospina Toro

Dirección editorial:

Editorial Universidad Pontificia Bolivariana, 2015

Email: editorial@upb.edu.co

www.upb.edu.co

Telefax: (57) (4) 354 4565

A.A. 56006 - Medellín - Colombia

Radicado: 1117-22-03-13

Prohibida la reproducción total o parcial, en cualquier medio o para cualquier propósito sin la autorización escrita de la Editorial Universidad Pontificia Bolivariana.

Contenido

Análisis de los niveles de servicio en un centro de atención al público de una empresa de telefonía.....	5
Verificación de la incertidumbre en instrumentos de medición, usando un diseño experimental	15
Plan de fortalecimiento empresarial para una microempresa de madera.....	29
Rediseño UBN platina en Rycar S. A.	45
La gestión del conocimiento y sus procedimientos, métodos y estrategias con el fin de tamizar información en las organizaciones contemporáneas	53
Demanda de un laboratorio de metrología y calidad basado en la demanda del sector industrial en antioquia.....	67
Propuesta de diseño de un modelo de I+D+i 87 para la empresa Sesamotex	
Análisis de factores que influyen en la permeabilidad de una esponja metálica	125
Experimento sensor de luz.....	135
Optimización de los recursos del laboratorio dinámica dental usando programación lineal	143
Aplicación de una metodología en la selección de portafolios de proyectos tecnológicos en el sector automotriz subsector sellantes..	155

Análisis de los niveles de servicio en un centro de atención al público de una empresa de telefonía

Ana Álvarez F.

Universidad Pontificia Bolivariana
Ingeniería Industrial
Colombia
anamaria.alvarez@alfa.upb.edu.co

Frank Gómez

Universidad Pontificia Bolivariana
Ingeniería Industrial
Colombia
frank.gomez@alfa.upb.edu.co

Juan Mercado C.

Universidad Pontificia Bolivariana
Ingeniería Industrial
Colombia
juancamilo.mercado@alfa.upb.edu.co

Docente asesor: Freddy Hernández Barajas, freddy.hernandez@upb.edu.co, docente de Ingeniería Industrial, Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín, Colombia.

Resumen

En este artículo se analiza una base de datos relacionada con los indicadores de servicio de un punto de atención al cliente de una empresa prestadora de servicios de telefonía. El objetivo principal fue determinar cómo se encuentra la atención al usuario y si existen diferencias en la atención para los diferentes días de la semana y meses. Fue realizado por medio de análisis de varianza (ANOVA), pruebas LSD y gráficos de cajas y bigotes (*boxplot*). Se logra llegar a resultados poco esperados, tal es el caso de diciembre, que no tiene recepciones de clientes tan altas y, en cambio, abril y marzo sí tienen recepciones altas debido al impacto que traen las promociones y lanzamientos de nuevos equipos.

Palabras clave

ANOVA, LSD, boxplot, hipótesis, valor-P.

Abstract

This article look for a complete analysis of a point of care database customer by a provider of telephone service, which with the help of statistical tools, such is the case of the R software, and a detailed analysis, it could determine how the attention to the user is in different days and months. The analysis was made using a proposed methodology that involves analysis of variance (ANOVA), try LSD, Boxplot. The results were little expected, such is the case of December that don't have the highest receptions as April and March, which showed the highest receptions due the impact of the promotions and the launches of new equipment.

Keywords

ANOVA, LSD, Boxplot, hypothesis, value-P

Introducción

Muchas de las empresas prestadoras de servicios de telefonía cuentan con centros de atención personalizada al cliente para brindar asesoría en la adquisición de sus servicios, además de recibir los reclamos presentados.

La base de datos analizada contiene información de siete meses de servicio, cada mes con los respectivos días laborados de lunes a domingo. Cada día contiene dos formas de atención al usuario: puntual y no puntual. La primera consiste en la atención presencial que se le presta al usuario en los primeros 15 minutos inmediatamente toma el turno, la segunda se refiere a la atención prestada después de pasados 15 minutos. Adicionalmente se cuenta con el flujo total de clientes atendidos por día.

El objetivo del artículo es determinar la situación actual del servicio en esta empresa, estudiando las variables significativas y la interacción entre las mismas. Para el estudio se sacaron tasas promedio de clientes atendidos puntualmente, no puntualmente y recepción total de clientes para cada mes, al igual que para cada día. Estos datos se presentan en las tablas 1 y 2.

Metodología

Primero se realizó un análisis de varianza para concluir qué tanta influencia tienen los meses y días sobre los turnos atendidos puntualmente y no puntualmente, y, además, sobre el flujo total de clientes.

Luego se hace uso de los gráficos *boxplots* para encontrar los máximos y los mínimos del problema planteado, y poder relacionar las medias de acuerdo a los días y meses.

Finalmente, para concluir de manera más precisa, se hace uso de la prueba LSD (*Least Significant Difference*) para analizar entre cada una de las variables (meses, días) cuál o cuáles tienen mayor incidencia sobre la atención puntual, no puntual, y sobre el flujo total de clientes.

Todos los estadísticos y gráficos se hacen mediante el *software* R [1], en el que, una vez ingresada la base de datos, se comienza a analizar los resultados obtenidos de acuerdo a la metodología anteriormente mencionada.

Resultados y discusión

A continuación, en las tablas 1 y 2 se presentan los datos promedio de atención puntual, no puntual y recepción de clientes para los días y meses, respectivamente. También se presentan cuatro gráficos *bloxplots* en los que se podrá ver los comportamientos de los parámetros mencionados, y, finalmente, las tablas con los análisis de varianza y las pruebas LSD, donde se hace el análisis y discusión para cada caso.

Tabla 1. Promedios de atención y recepción de clientes obtenidos por día.

Día	Promedio de turnos no puntuales	Promedio de turnos puntuales	Promedio de recepción
Lunes	130,28	72,38	202,66
Martes	134,93	80,71	215,64
Miércoles	133,93	82,89	216,81
Jueves	131,46	82,68	214,14
Viernes	129,24	79,24	208,48
Sábado	114,93	63,80	178,73
Domingo	92,72	57,17	149,90

Tabla 2. Promedios de atención y recepción de clientes obtenidos por mes

Mes	Promedio de turnos no puntuales	Promedio de turnos puntuales	Promedio de recepción
Octubre	77,38	40,86	118,2
Noviembre	93,69	47,1	140,8
Diciembre	147,3	67,69	215
Enero	131,4	67,11	198,5
Febrero	140,4	67,71	208,1
Marzo	136,3	106,7	243
Abril	140,3	119,1	259,4

Figura 1. Comportamiento recepción de acuerdo a los días.
El punto negro representa la media de la variable.

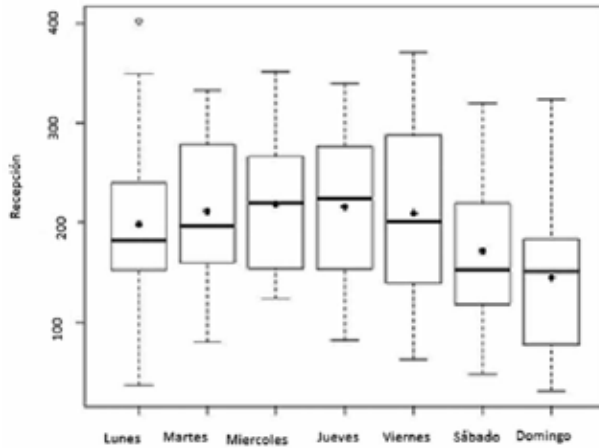


Figura 2. Comportamiento recepción de acuerdo con los meses.
El punto negro representa la media de la variable.

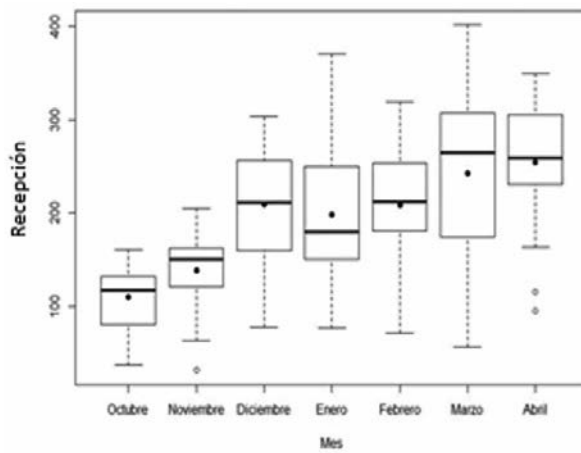


Figura 3. Comportamiento atención puntual según los meses.
El punto negro representa la media de la variable

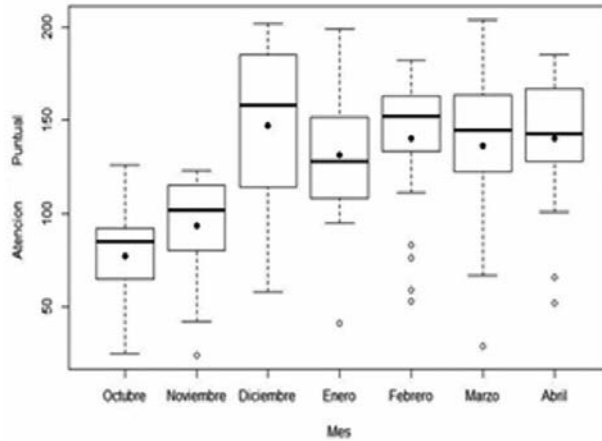


Figura 4. Comportamiento atención no puntual según los meses.
El punto negro representa la media de la variable.

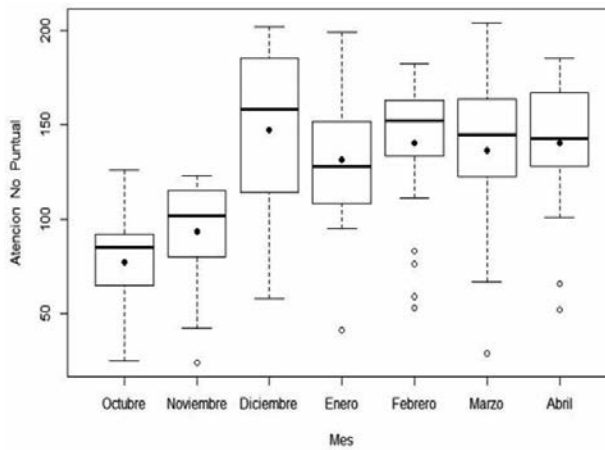


Tabla 3. ANOVA, turnos atendidos puntualmente según los meses.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F _o	Valor-P
Mes	6	150404	25067	18,48	<2e-16
Residuales	194	263147	1356		

Como se puede ver en los resultados del análisis de varianza presentado en la tabla 3, el valor-P es menor al grado de significancia de 5 %, lo cual permite aceptar la hipótesis alternativa, concluyendo que sí existe influencia significativa de los meses sobre la media del volumen de turnos atendidos puntualmente. Mediante la aceptación de esta hipótesis, se aplica la prueba LSD para determinar cuáles meses son los que presentan diferencia en el número de turnos atendidos puntualmente. Los resultados de la prueba son presentados en la tabla 4.

Tabla 4. Prueba LSD para turnos atendidos puntualmente según los meses

Grupos	Mes	Atención media puntual
A	Abril	119,1
A	Marzo	106,7
B	Febrero	67,71
B	Diciembre	67,69
B	Enero	67,11
C	Noviembre	47,1
C	Octubre	40,86

Se observa en la tabla 4 que entre los meses de marzo y abril la mayor atención oportuna media se presenta en este último. Entre diciembre, enero y febrero, la atención oportuna media es casi que igual. En general, los índices más altos y bajos están en abril y octubre, respectivamente (ver también figura 3).

Tabla 5. ANOVA, turnos atendidos no puntualmente según los meses

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F _o	Valor-P
Mes	6	126873	21145	18,5	<2e-16
Residuales	194	221780	1143		

Para probar la hipótesis nula de la no influencia de los meses sobre la media del volumen de turnos atendidos no puntualmente, se utilizó nuevamente ANOVA y los resultados son presentados en la tabla 5. Al ser el valor-P menor al grado de significancia de 5 %, se acepta la hipótesis alternativa, concluyendo que sí existe influencia significativa de los meses sobre la media del volumen de turnos atendidos no puntualmente. Debido a que se rechazó la hipótesis nula, se aplicó la prueba LSD para determinar cuáles meses son los que presentan diferencia en el número de turnos atendidos puntualmente. Los resultados de la prueba son presentados en la tabla 6.

Tabla 6. Prueba LSD para turnos atendidos no puntualmente según los meses

Grupos	Mes	Atención media no puntual
a	Diciembre	147,3
a	Febrero	140,4
a	Abril	140,3
a	Marzo	136,3
a	Enero	131,4
b	Noviembre	93,69
b	Octubre	77,38

De la tabla 6 se observa que la atención media no puntual no es significativamente diferente para los meses que van desde diciembre hasta abril. Los meses de noviembre y octubre presentan medias más bajas de turnos atendidos no puntualmente (ver figura 4).

Como se puede ver en este último resultado, si octubre y noviembre presentaban la media de turnos atendidos puntualmente más baja, lo esperado (si hubiese una recepción de clientes constantes para todos los meses) es que estos dos meses presentaran media más alta de turnos atendidos no puntualmente. Sin embargo, la recepción de clientes para los meses es variable, y para que ambos meses muestren las medias más bajas en ambos aspectos (clientes atendidos puntualmente y no puntualmente) también deberían presentar las medias más bajas en recepción total de clientes, por lo que es necesario hacer, asimismo, el análisis para esta variable, el cual se presenta a continuación.

Tabla 7. ANOVA, volumen total de clientes atendidos según los meses.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F _o	Valor-P
Mes	6	465470	77578	19,45	<2e-16
Residuales	194	773780	3989		

Tabla 8. Prueba LSD para volumen total de clientes atendidos según los meses.

Grupos	Mes	Recepción media
A	Abril	259,4
Ab	Marzo	243
Bc	Diciembre	215
C	Febrero	208,1
C	Enero	198,5
D	Noviembre	140,8
D	Octubre	118,2

Al garantizar que los meses sí influyen sobre la recepción total de clientes y observando los resultados de la prueba LSD, podemos ver que de los siete meses, octubre y noviembre sí presentan la media más baja de recepción de clientes, y abril, la más alta.

Conclusiones

Se esperaba que diciembre, por ser un mes bastante comercial, tuviera la recepción más alta de todas, sin embargo, este se posicionó en un nivel intermedio de recepción de clientes junto a febrero y enero. Por otro lado, marzo se situó en los niveles más altos, ya que en este mes se hicieron diversos lanzamientos de nuevos equipos esperados por el público, además, en los últimos días de este mes se celebró Semana Santa, lo que disparó el movimiento de clientes en la tienda. Abril supera a marzo, ya que se hizo el lanzamiento de la promoción de madres por aproximarse el mes de mayo.

Se puede ver que la media de turnos atendidos no puntualmente supera a la media de turnos atendidos puntualmente para todos los meses y días (ver tabla 1 y tabla 2), por lo que el servicio prestado no alcanza los objetivos óptimos, lo que hace necesario un análisis en tiempos de espera [2] para optimizar la atención brindada en la tienda, con el objetivo de mejorar el servicio prestado a los clientes.

Referencias

1. R Core Team (2012). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, recuperado de <http://www.R-project.org/>.
2. Taha, Hamdy A. (2004). *Investigación de operaciones* (7.ª edición). México: Pearson Educación.
3. Montgomery, Douglas C. (2004). *Análisis y diseño de experimentos* (2.ª edición). México: Limusa Wiley.

Verificación de la incertidumbre en instrumentos de medición, usando un diseño experimental

María Camila Jaramillo Montoya

mariacamila.jaramillo@alfa.upb.edu.co

Carolina Morales Ortiz

caromorales1992@hotmail.com

Carlos Andrés Niebles Giraldo

candres1992@hotmail.com

Marisol Valencia Cárdenas

solmarival@gmail.com

Resumen

La metrología en el ámbito industrial permite aplicar controles de calidad sobre los procesos productivos. Los instrumentos para la medición de longitudes se encuentran dentro de los más usados en la industria, como son: pie de rey y el micrómetro. Estos deben garantizar unas condiciones confiables para la toma de medidas, lo cual no siempre se da, y no es fácil determinar la falta de calibración de estos. En este trabajo se propone un método basado en la desviación estándar de las mediciones para verificar la incertidumbre, comparando equipos calibrados y no calibrados para diferentes piezas y usando un diseño de experimentos. Dentro de los resultados se encuentra que existen diferencias significativas entre los que están calibrados, con adecuada precisión, y los descalibrados, con irregular, lo cual demuestra que este es un procedimiento válido para medir la incertidumbre.

Palabras clave

Metrología, incertidumbre, diseño experimental.

Abstract

Metrology at an industrial level permits to apply quality control on productive processes. Instruments for Longitudinal measurements are between most used in the industry, such as: Caliper and Micrometer. These conditions must be reliable for taking measurements, which in many cases is not given, and it is not easy to determine the lack of calibration of these. In this paper we propose a method based on the standard deviation of the measurements to verify uncertainty, comparing calibrated and uncalibrated instrument for different parts and using a design of experiment. Among the results are significant differences among the calibrated with adequate precision and others with irregular, demonstrating that this is a valid procedure for measuring uncertainty.

Keywords

Metrology, uncertainty, experimental design, calibration.

Introducción

En el área de los sistemas de calidad en la industria, la metrología, como ciencia de la medición (Terrés, 2009), busca establecer controles apropiados para algunas propiedades y características de los productos procesados. El entorno de la calidad se basa en mediciones, las cuales deben referenciarse en procedimientos normativos. Partiendo de la unión de la calidad y la metrología, es importante desarrollar estrategias apropiadas para garantizar productos que cumplan las condiciones exigidas.

La metrología se entiende como la ciencia de la medición aplicada a los procesos de investigación y desarrollo, a los métodos científicos, legales e industriales, que requiere de personal idóneo y competente para atender su demanda (Villamizar, 2011).

Este trabajo muestra una propuesta innovadora de aproximación a la incertidumbre del instrumento, para instituciones donde se hace necesario realizar actividades metrológicas, sean estas en el ámbito industrial o educativo. Se mostrará que las herramientas estadísticas como la desviación estándar, el diseño experimental e intervalos de confianza sirven como métodos para evaluar la precisión y calibración de instrumentos metrológicos como el pie de rey y el micrómetro.

Problema

El interés del proceso que se va a desarrollar se centra en determinar cómo la desviación estándar sirve como indicador de incertidumbre para el instrumento, incorporando como fuente de variación el tipo de pieza.

Se desea probar si cinco instrumentos diferentes muestran cinco diferentes desviaciones estándar medias o no al medir el espesor de varias piezas metálicas. Hay, entonces, cinco piezas metálicas como factores de bloqueo, lo que lleva a un diseño en bloques completamente aleatorizados, técnica que se usará para determinar si realmente existen diferencias en las mediciones debido a los instrumentos calibrados o no, y comprobar si la desviación estándar realmente es una medida adecuada de la precisión o incertidumbre que este tiene.

Por ello, la hipótesis que se va a probar es: si un equipo está calibrado, el grado de incertidumbre original (0.01 mm, 0.05 mm) puede medirse usando la desviación estándar y dicho valor de incertidumbre es significativamente menor al del no calibrado.

Métodos

Elección del factor de interés, de la variable respuesta y del diseño experimental

Dada la variación posible, el factor de bloqueo es la PIEZA, el factor de interés es INSTRUMENTO, el diseño experimental apropiado será un diseño en bloques completos aleatorizados, y la variable respuesta es la DESVIACIÓN ESTÁNDAR.

Niveles del factor de interés:

- Micrómetro TESA - descalibrado, desconocida incertidumbre.
- Micrómetro SOMET - calibrado, 0.02 mm.
- Pie de rey SOMET - calibrado, 0.05 mm.
- Pie de rey MITUTOYO - calibrado, 0.05 mm.
- Flexómetro BAHCO - calibrado, 0.5 mm.

Niveles del factor de bloqueo: cinco piezas metálicas diferentes.



Ficha técnica del instrumento pie de rey calibrado

- Nombre: pie de rey marca SOMET
- 20 divisiones de la regla movable coinciden con N-1, divisiones de la regla fija.
- Sensibilidad o precisión del pie de rey: $p=D/N=1/20=0.05$ mm, esto indica que una medida será dada en mm ± 0.05 mm.

Protocolo de medición

1. Hacer coincidir el cero de la escala Vernier (movible), con el cero de la escala fija.
2. La escala Vernier o movible coincide con 20 mm, así, queda la siguiente línea un milímetro por encima del cuatro.
3. Se cierra de nuevo el pie de rey hasta hacer coincidir el cero de la escala movible con la escala fija para iniciar de nuevo con otra medición.

Medida de exteriores

Se ubica la pieza a la izquierda sobre la escuadra perpendicular, con escala fija del pie de rey, y se mueve la otra regla hasta ajustar la medida de longitud buscada.

Se fija el tornillo superior para determinar la medida exacta. La medida se busca observando la escala de medida en la regla fija en centímetros y los milímetros encontrados hasta el 0 de la regla móvil, punto desde el cual se ubican los milímetros cuando las rayas de ambas reglas coinciden.

Ejemplo: la medida 53.2 corresponde a cinco centímetros, tres milímetros con dos.

Medida de interiores

Se cierra el pie de rey, se ubica el diámetro interior a la izquierda y se mueve la regla a la derecha, hasta el otro límite del diámetro.

Cada medida está dada en $\text{mm} \pm 0.05 \text{ mm}$.

Medición de la variable respuesta

Variable: desviación estándar, dada en milímetros.

El proceso inicia midiendo cuatro veces cada pieza, por instrumento, reiniciando siempre en cero cada equipo antes de tomar la siguiente medición y calcular la desviación estándar usando la fórmula (1).

$$S_i = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^N (\bar{x}_i - x_{ij})^2}{N-1}} \quad (1)$$

Este proceso solo se hace una vez por tratamiento, para encontrar una medida cada nivel.

Los datos obtenidos mediante el proceso de medición se observan en la tabla 1.

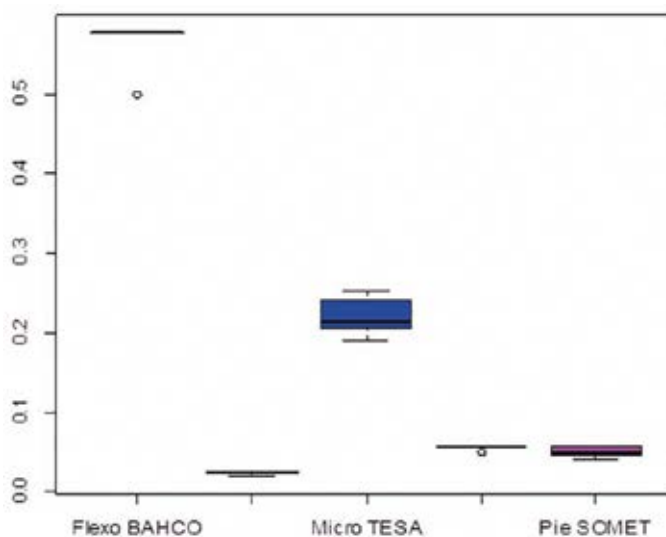
Tabla 1. Matriz: diseño DBCA

INSTRUMENTO	APARATOS				
	PIEZA 1	PIEZA 2	PIEZA 3	PIEZA 4	PIEZA 5
Micrómetro TESA	0,206	0,1913	0,2137	0,2516	0,2424
Micrómetro SOMET	0,0251	0,02	0,023	0,0251	0,0264
Pie de rey SOMET	0,0404	0,0451	0,0577	0,0577	0,050
Pie de rey MITUTOYO	0,0577	0,0577	0,0577	0,050	0,0577
Flexómetro BAHCO	0,5773	0,5773	0,5773	0,5773	0,5000

Resultados

En la figura 1 se aprecia el diagrama de cajas.

Figura 1. Diagrama de cajas



En el diagrama de cajas se puede observar que la desviación media o grado de incertidumbre del flexómetro BAHCO es mucho mayor que en el resto de los equipos de medición, lo cual es de esperar, dado el valor de incertidumbre; también se puede observar que las medias del pie de rey SOMET y del MITUTOYO son aparentemente iguales; caso que no ocurre entre las medias del micrómetro TESA y el SOMET: mucho mayor la del micrómetro TESA que la del SOMET.

En la figura 2 se aprecian los resultados del análisis de varianza del diseño experimental.

Figura 2. Tabla ANOVA

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Factor (Pieza)	4	0.0009	0.00022	0.531	0.714
Instrumento	4	1.0200	0.25500	604.821	<2e-16 ***
Residuals	16	0.0067	0.00042		

Análisis para el instrumento

La pregunta es: ¿existe al menos una media que sea diferente significativamente a las demás? ¿O son todas iguales?

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_5$$

$$H_1: \mu_i \neq \mu_j$$

El valor p de la prueba es $2,00e-16 < 0.05$, luego se rechaza H_0 y se puede concluir que el factor de interés es significativo, al menos una desviación media es muy diferente de las demás.

Análisis para el factor de bloqueo

Como el MSB para el bloque (para el tipo de pieza) es menor que el MSE, da un indicio de que dicho factor de bloqueo no aporta al modelo, lo que requiere que se pruebe si este es eficiente o no.

Estimación de la eficiencia:

$$\bullet \varepsilon_r = \frac{(ge+1)(ge2+3)MSE_{DCA}}{(ge+3)(ge2+1)MSE_{DBCA}} \quad \text{Donde}$$

$$MSE_{DCA} = \frac{gcMSC + (ga + ge)MSE_{DBCA}}{gc + ga + ge}$$

Donde:

- ge: grados de libertad del error del diseño con el bloque que se va a analizar (DBCA) = 16.
- ge2: grados de libertad del error del diseño sin el bloque que se va a analizar (DCA) = 20.
- gc: grados de libertad del bloque analizado = 4.
- ga: grados de libertad del factor de interés = 4.
- MSC: cuadrado medio del bloque analizado = 0.00022.

Remplazando los valores se obtiene

- $MSE_{DCA} = \frac{gcMSC + (ga + ge)MSE_{DBCA}}{gc + ga + ge} = \frac{4(0,00022) + (4 + 16)(0,00042)}{4 + 4 + 16} = 3,8667 \times 10^{-4}$
- $\varepsilon_r = \frac{(ge+1)(ge2+3)MSE_{DCA}}{(ge+3)(ge2+1)MSE_{DBCA}} = \frac{(16+1)(20+3)(3,8667 \times 10^{-4})}{(16+3)(20+1)(0,00042)} = 0,9022 = 90,22\%$

Como el bloque no muestra ser eficiente (90,22 % < 100 %), se elimina del modelo. Dada, además, una falta de normalidad en los residuales, debe hacerse una transformación.

Por esto, se estima una variable nueva con logaritmo natural sobre la desviación, de tal forma que el modelo cumpla los supuestos de normalidad y de homogeneidad de varianzas. Se obtiene así una nueva tabla ANOVA (figura 3).

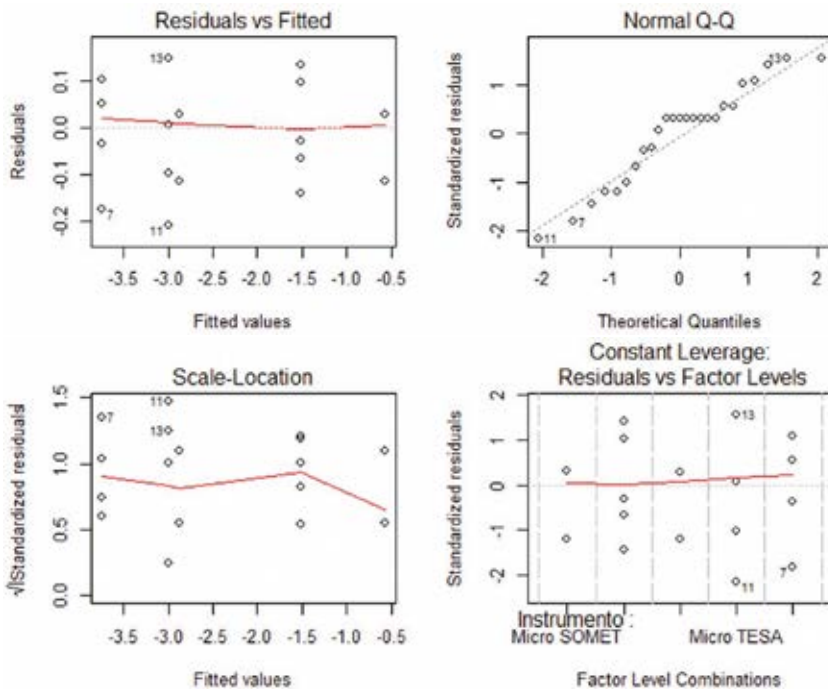
Figura 3. Tabla ANOVA 2

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Instrumento 4	32.35	8.087	703.7	<2e-16	***
Residuals	20	0.23	0.011		

Se aprecia, finalmente, que las desviaciones son independientes de la pieza, pero cambian de manera significativa de acuerdo con el instrumento.

Verificación de supuestos

Figura 4. Verificación de supuestos



En el gráfico normal Q-Q (derecha superior de fig. 4), se puede observar que aparentemente hay desviación en la distribución de los residuos, pero esto requiere ser comprobado con la prueba de normalidad Shapiro.

Prueba de normalidad para los residuales (Shapiro- Wilk)

Shapiro-Wilk normality test

$W = 0.9386$, $p\text{-value} = 0.1377$

H_0 : los residuales tienen una distribución normal.

H_1 : los residuales no tienen una distribución normal.

$V_p = 0.1377 > 0.05$, luego se acepta H_0 y se puede concluir que los residuales tienen una distribución normal.

Se requiere probar normalidad a cada uno de los elementos del factor de interés.

Normalidad por instrumento

a. Flexo BAHCO

$W = 0,5522$, $p\text{-value} = 0,000131$

b. Micro SOMET

$W = 0,8838$, $p\text{-value} = 0,327$

c. Micro TESA

$W = 0,9403$, $p\text{-value} = 0,6683$

d. Pie MITUTOYO

$W = 0,5522$, $p\text{-value} = 0,000131$

e. Pie SOMET

$W = 0,906$, $p\text{-value} = 0,4439$

Al realizar el análisis de cada uno de los instrumentos de medición (factor de interés), se puede observar que solo dos de estos no tienen una distribución normal, el flexómetro BAHCO y el pie de rey MITUTOYO, mientras que el resto de los instrumentos tiene un $V_p > 0,05$, indicando que se acepta la hipótesis, luego, los residuales tienen una distribución normal.

Prueba de homogeneidad de varianzas (Bartlett)

data: res by Instrumento

Bartlett's K-squared = 4.1491, df = 4, p-value = 0.3862

$$H_0: \sigma_i^2 = \sigma_j^2$$

$$H_1: \sigma_i^2 \neq \sigma_j^2$$

El valor p de la prueba es $0.3862 > 0.05$, luego, se acepta H_0 y se puede concluir que hay homogeneidad, es decir, varianza constante.

Intervalos de confianza para las diferencias entre medias- Tukey

Respectivamente para cada par, se plantean las hipótesis:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$$

μ_1 : Flexo BAHCO

μ_2 : Micro SOMET

μ_3 : Micro TESA

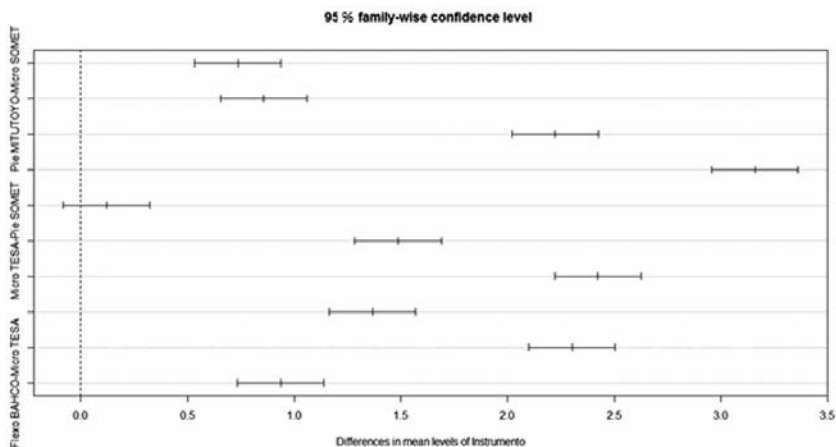
μ_4 : Pie MITUTOYO

μ_5 : Pie SOMET

Tabla 2. Intervalos de confianza de las diferencias de medias-Tukey.

Instrumentos	Diff.	Lwr.	Upr.	p. adj.	Diff. medias
Pie SOMET-Micro SOMET	0,736	0,533	0,939	0,000	$\mu_5 > \mu_2$
Pie MITUTOYO-Micro SOMET	0,857	0,654	1,059	0,000	$\mu_4 > \mu_2$
Micro TESA-Micro SOMET	2,223	2,020	2,426	0,000	$\mu_3 > \mu_2$
Flexo BAHCO-Micro SOMET	3,160	2,957	3,362	0,000	$\mu_1 > \mu_2$
Pie MITUTOYO-Pie SOMET	0,121	-0,082	0,323	0,413	$\mu_4 = \mu_5$
Micro TESA-Pie SOMET	1,487	1,284	1,690	0,000	$\mu_3 > \mu_5$
Flexo BAHCO-Pie SOMET	2,424	2,221	2,626	0,000	$\mu_1 > \mu_5$
Micro TESA-Pie MITUTOYO	1,366	1,163	1,569	0,000	$\mu_3 > \mu_4$
Flexo BAHCO-Pie MITUTOYO	2,303	2,100	2,506	0,000	$\mu_1 > \mu_4$
Flexo BAHCO-Micro TESA	0,937	0,734	1,140	0,000	$\mu_1 > \mu_3$

Figura 5. Prueba de Tukey.



En la figura 5 puede verse que las únicas medias significativamente iguales al 95 % de confianza, en relación con el mismo tipo de instrumento, son las de pie de rey MITUTOYO-pie de rey SOMET, dado que los extremos del intervalo tienen signos contrarios (pasan de $-$ a $+$), teniendo en el interior del intervalo el 0. Para el resto de medias, los extremos del intervalo son positivos ambos, lo que quiere decir que la media del primer instrumento es mayor a la del segundo. La media de la desviación medida con el flexómetro es la más alta, esto se esperaba que sucediera, mientras que la del pie de rey y el micrómetro son mucho menores.

Conclusiones

Dada la falta de calibración del micrómetro TESA, hubo una evidente diferencia de medias con respecto a los otros instrumentos, que muestra cómo un instrumento descalibrado tiene una significativa desviación mayor que uno calibrado.

Se comprueba que la desviación estándar es una aproximación adecuada de la precisión del instrumento, como fue propuesto en las hipótesis del trabajo, así como la precisión del instrumento calibrado es mucho menor que la del descalibrado. Además, las diferencias encontradas evidencian que la descalibración de un instrumento aumenta significativamente la incertidumbre o varianza del mismo.

La transformación realizada fue útil para encontrar mayor confianza en las diferencias de medias encontradas, al lograr el cumplimiento de la distribución normal general en los residuales. Esto indica que las diferencias e igualdades halladas son adecuadas.

Existen otros procedimientos que pueden proponerse para la implementación de la medición de desviación estándar e intervalos de confianza, que ameritan utilizar herramientas para calibración y, con ello, establecer otras técnicas para calibrar equipos, renovando la incertidumbre de una forma más sencilla.

Referencias

1. Martorelli, L. (2011). La metrología en la investigación e innovación y su relación con los sistemas de calidad. *La metrología en la investigación y la innovación*. Medellín.
2. Metrología, I. N. (2011). *Superintendencia de Industria y Comercio*. Recuperado de <http://www.sic.gov.co/es/web/guest/instituto-nacional-de-metrologia>
3. Terrés, A. M. (2009). Trazabilidad metrológica, validación analítica y consenso de resultados en la confiabilidad del laboratorio clínico. *Revista Mexicana de Patología Clínica*.
4. Villamizar, G. O. (2011). La metrología en la investigación e innovación y su relación con los sistemas de calidad. *La importancia de la metrología en la investigación e innovación*. Medellín.

Plan de fortalecimiento empresarial para una microempresa de madera

Andrea Henao Zuluaga

Universidad Pontificia Bolivariana. Colombia
andreahenao9@gmail.com

Karen Andrea Marín Rendón

Universidad Pontificia Bolivariana. Colombia
karen-marin@hotmail.com

Beatriz Elena Ángel Álvarez

Universidad Pontificia Bolivariana. Colombia
beatriz.angel@hotmail.com

Resumen

Este artículo presenta cómo se formuló un plan con base en una estrategia de fortalecimiento hacia una microempresa en Antioquia que durante 20 años se ha dedicado a producir y comercializar elementos de madera para ser utilizados en el hogar y en la construcción. Dicha estrategia surge del análisis de la matriz DOFA (debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas), la cual, integrando factores internos de la empresa obtenidos mediante el diagnóstico de la situación actual y factores externos mediante el análisis del sector en Colombia, obtiene la propuesta de fabricar y comercializar parques infantiles de madera, con calidad y diseño diferenciador, y para un segmento de mercado que la empresa ya tiene definido en sus otras líneas de productos, para aprovechar la alta capacidad ociosa que tiene la planta de

producción, la experiencia mediante un personal capacitado para manejar cualquier puesto de trabajo, la poca inversión en maquinaria que requiere y así generar ingresos adicionales a sus líneas de productos ya establecidas.

Palabras clave

Fortalecimiento empresarial; madera; capacidad ociosa; parques infantiles.

Abstract

Tisú paper presents how was formulated a plan based on a strategy of strengthening into a wooden microenterprise in Antioquia that for 20 years has been dedicated to production and selling wooden items for use at home and construction. This strategy stems from the SWOT matrix analysis (Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats Strengths) which integrate internal company factors obtained through the diagnosis of the current situation and external factors by analyzing the sector in Colombia. This analysis ends in the proposal to make and sale wooden playgrounds with quality and distinctive design, for a market segment that has defined the company for its other product lines, in order to exploit the high idle capacity plant, its production experience through a trained labor to handle any job, with little investment in required machinery and generate additional revenue to their current established product lines.

Keywords

Enterprise strengthening, wooden playground, idle capacity.

Introducción

Se hace necesario, para que las empresas una vez constituidas en el medio, logren ser productivas, competitivas y sostenibles en el tiempo, que identifiquen permanentemente aquellos aspectos en los cuales puedan mejorar y que puedan potencializar a favor de su crecimiento, tomando decisiones estratégicas para lograrlo (Castaño, 2013). Por tanto, y siguiendo esta idea, se realiza un plan de fortalecimiento empresarial para una microempresa perteneciente al sector de la madera en Colombia. Se denomina plan, debido a que todo el estudio que se lleva a cabo es una propuesta hacia la empresa, sin embargo, su implementación es decisión de la misma.

Dicho plan comienza con la realización de un diagnóstico de la situación actual de la empresa, con el fin de encontrar aspectos críticos que requieran ser mejorados e integrados con factores externos hallados en el análisis del sector de la madera en los ámbitos nacional y regional. De la integración de dichos factores surge la estrategia de fortalecimiento empresarial, la cual debe estar acompañada por un estudio de mercado que permita generar estrategias de comercialización efectivas para lograr llegar al público de manera acertada y transmitir a los clientes la información requerida del producto.

También se hace necesario realizar un estudio técnico, en el cual se defina el proceso de fabricación del nuevo producto de acuerdo con el potencial productivo de la empresa, evaluando todos aquellos factores que intervienen en la distribución de planta, para proponer los cambios necesarios que permitan llevar a cabo, y de manera correcta, la producción, además de las modificaciones administrativas que surgen como consecuencia de la incorporación del nuevo producto, respecto a la misión, visión, organigrama y requerimientos de empleados.

Finalmente se realiza un estudio financiero que mida la viabilidad de la propuesta mediante estudios de costos, gastos, ingresos, y demás factores que traen consigo la fabricación y comercialización del nuevo producto, para poder determinar el impacto y la contribución de la propuesta al crecimiento y desarrollo de la empresa a mediano plazo.

Diagnóstico de la situación actual de la empresa

Generalidades de la empresa

La empresa que se someterá a estudio con el fin de ser fortalecida lleva una trayectoria de más de 20 años en el sector de la madera. Se ha distinguido por estar siempre en constante desarrollo de productos de alta calidad y caracterizados por su estética e innovación. Produce una amplia gama de productos, tanto para la línea hogar como para la construcción.

Para la línea hogar ofrece al público espejos decorativos, portarretratos, portavasos, servilleteros, mesas para el desayuno, percheros, repisas, entre otros, cuyos productos se venden en una reconocida comercializadora en los ámbitos nacional e internacional. En la línea de la construcción producen y comercializan zócalos, puertas, marcos de puertas, esquineros, molduras, pisos, entre otros, que se venden a través de contactos con constructoras y de manera personalizada, de esta forma, hay mayores ingresos para la compañía con respecto a la venta de productos para el hogar.

Según información suministrada por el supervisor de planta de la empresa, se cuenta con empleados capacitados para manejar cualquier maquinaria, lo que permite la rotación del personal por los diferentes puestos de trabajo, logrando procesos flexibles. Además, poseen diversas y actualizadas máquinas que permiten fabricar diferentes productos, respondiendo a los requerimientos de sus clientes en los tiempos establecidos. Sin embargo, en la actualidad la empresa no está aprovechando al máximo su capacidad instalada, dado que después de cumplir con los pedidos de la línea hogar, que ofrecen una demanda estable, y con las solicitudes de la línea de la construcción, que no es fija, en la mayoría de las ocasiones no se aprovecha la maquinaria ni el tiempo de los empleados.

Análisis interno

De acuerdo con la información obtenida y analizada de la empresa se determinan las siguientes fortalezas y debilidades principales.

Fortalezas:

- Alta capacidad productiva para responder a los requerimientos de los clientes.

- Personal capacitado para manejar cualquier maquinaria en la planta de producción.
- La venta de productos de construcción deja ingresos mayores con respecto a la venta de productos de la línea hogar (fortaleza para productos de la construcción).

Debilidades:

- Alta capacidad ociosa.
- Se presenta a menudo falta de pedido de productos, lo que genera poca producción.
- Un único cliente para la línea hogar.

Análisis del sector de la madera en Colombia

Aptitud forestal

Colombia cuenta con una extensión de 114 millones de hectáreas, de las cuales, 17 millones son aptas para la reforestación, y solo se está usando el 2,06 % del potencial forestal del país, con plantaciones forestales en 350.000 hectáreas (PROEXPORT, 2012). Dichas cifras alientan a la inversión en este sector y muestran un mejor panorama, reflejando cómo en Colombia se cuenta con grandes recursos que pueden ser utilizados por el sector de la madera. En el futuro se tienen proyecciones de incrementar las hectáreas, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) estableció la meta para el 2014 de 600.000, lo que implicaría un crecimiento de 71,43 % con respecto a las hectáreas cultivadas hoy en día, y para el 2025 se planea contar con 1.500.000 en Colombia (Villar, 2011).

El papel de la madera en la industria colombiana

En la siguiente tabla se describen los principales indicadores macroeconómicos del sector maderero durante los últimos años.

Figura 1. Indicadores macroeconómicos del sector maderero en Colombia.

MICROECONOMIA				
Descripción	2009	2010	2011	2012
Crecimiento económico	0,8 %	4,3 %	5,9 %	4,40 %
Exportaciones	-3,9 %	2,2 %	11,4 %	5,00 %
Importaciones	-9,0 %	14,7 %	21,5 %	11,0 %
Industria manufacturera	-5,9 %	4,9 %	4,1 %	3,0 %

De acuerdo a los datos anteriores, con corte a octubre 22 de 2012, y con estimaciones realizadas por Corficolombiana hasta finales del 2012, se evidencia que después del 2009, año en el cual la mayoría de las variables registró un valor negativo, se presenta un notable aumento. El crecimiento económico del sector se ha mantenido los últimos años con un valor no inferior al 4 %, a pesar de los obstáculos por los que se ha visto sometido.

El PIB (producto interno bruto) del sector de la madera ha tenido una participación promedio de 1,5 % los últimos cinco años (Departamento Nacional de Planeación, 2011).

De acuerdo a las cifras anteriores, el sector de la madera en Colombia presenta bajo impacto en la economía del país, con poca participación en el PIB industrial, además de un crecimiento económico lento, y se le asocian como principales causas la fuerte competencia que enfrenta con China, ya que es hoy en día el mayor importador mundial de madera tropical, la mitad de los árboles tropicales que se talan en el planeta llegan a este país, por tanto, se convierte en el principal productor mundial de productos de madera, logrando así satisfacer la demanda de gran parte del mundo a precios bajos (Greenpeace, 2011). Venezuela ha sido durante muchos años el principal destino de las exportaciones de madera para Colombia, sin embargo, desde el año 2009 se ha presentado una disminución de las exportaciones hacia este país, a pesar de los esfuerzos realizados por las empresas (PROEXPORT, 2012), además, las fuertes olas invernales a las que se ha visto sometido el país durante los últimos años han afectado las vías de acceso en algunas temporadas para la obtención de la madera, dificultando el transporte hasta estas zonas (Departamento Nacional de Planeación, 2011).

Proyecciones

A pesar de los obstáculos por los que se ve sometida la industria maderera en Colombia, reflejados en las cifras descritas anteriormente, se considera que existen proyecciones positivas. Una de las esperanzas es la aplicación del TLC (Tratado de Libre Comercio) entre Estados Unidos y Colombia, firmado desde el 2011, donde se aumentan las posibilidades para competir y consolidarse como uno de los grandes proveedores de productos de madera en el mercado estadounidense (Revista M&M, 2012). Además, de acuerdo con el Balance Sector Industrial 2011, se espera que la locomotora de vivienda –que ya inició a todo vapor– jalone el crecimiento del sector de la madera durante los próximos años.

Se decide, por tanto, profundizar más en el sector de la construcción, con el fin de determinar si es factible que ambos sectores, madera y construcción, se complementen para lograr un adecuado enfoque hacia el fortalecimiento de la empresa, aprovechando de igual forma las oportunidades que brinda el sector y los recursos con los que cuenta la compañía para lograr tal fin.

Sector de la construcción

Se ha considerado el sector de la construcción como una de las actividades productivas más dinámicas en Colombia, al registrar un crecimiento promedio entre 2000-2011 de 6,9 % (ANDI, 2012), además de un PIB para el 2012 de 3,6 %, mucho mayor al registrado por el sector de la madera (DANE, 2012). De acuerdo con el Boletín Estadístico-Contexto Sectorial Medellín-Antioquia, actualizado a enero de 2013, se establece que la construcción de apartamentos es mayor que la de casas y otros tipos de viviendas, con un 64.9 %, ampliándose de esta manera la posibilidad para aquellas empresas que deseen ofertar productos para ser usados en unidades residenciales en la ciudad.

Del análisis del sector de la madera se encontró que los productos de dicho material no han tenido un crecimiento destacable durante los últimos años, situación que concuerda con la información brindada por la empresa, en la que manifiestan preocupación, ya que la venta de productos de la línea hogar no ha generado altos rendimientos para la compañía. Pero también es cierto que el sector tiene metas y buenas proyecciones. Existe un sector que presenta una estrecha relación con la madera, y es el sector de la construcción, el cual ha tenido un mejor crecimiento y mayor aporte al PIB nacional, según las cifras vistas anteriormente.

Existe, entonces, un panorama prometedor para todas aquellas empresas que tengan como objetivo la producción o comercialización de productos para la construcción, en este caso, hay espacio para productos de madera: cada edificio que se construya en el departamento es una oportunidad de ofrecer productos, compitiendo en el sector mediante una empresa caracterizada por tener productos de alta calidad, con estética, innovación, con larga trayectoria en el mercado, y que cuenta con el reconocimiento de importantes clientes como Homecenter.

Análisis externo

Con base en el comportamiento del sector de la madera y de la construcción en Colombia y el departamento se pretende identificar las oportunidades y amenazas del medio que pueden influir en la empresa de manera positiva o negativa, llevando a cabo un análisis externo.

Oportunidades:

- Posibilidad de la empresa de expandirse a nuevos mercados y buscar nuevos clientes.
- Sector de la construcción en mejor posición con respecto al sector de la madera (PIB construcción > PIB productos de madera).

Amenazas:

- Fuerte competidor como China, que maneja precios bajos.
- Dificultades en el transporte de la madera, debido a las difíciles situaciones climáticas que se viven en Colombia.
- Poco aporte de los productos de madera al PIB y al crecimiento del país.

Análisis de mercado

Estrategias

Una vez identificadas las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas de la empresa, mencionadas a lo largo del artículo, se realiza un análisis, el cual

propone cuatro tipos de estrategias de acuerdo a la combinación entre cada uno de los componentes, con el fin de encontrar la mejor relación entre el potencial propio de la organización con el entorno, y con el fin, también, de que la generación de dicho conjunto de estrategias apunte al fortalecimiento empresarial. A continuación se describen las estrategias resultantes de cada combinación entre fortalezas (F), debilidades (D), oportunidades (O) y amenazas (A).

FO (estrategia ofensiva): aprovechar el personal capacitado, la capacidad instalada de la maquinaria y los recursos financieros con los que se cuenta para fabricar otros productos relacionados con la construcción, buscando, de este modo, llegar a un nuevo mercado.

DO (estrategia de orientación): usar la capacidad ociosa para fabricar nuevos productos asociados a la construcción, para así buscar la posibilidad de expandirse a nuevos mercados, consiguiendo nuevos clientes y, de esta manera, generando más pedidos, aprovechando la capacidad productiva.

FA (estrategia defensiva): optimizar el recurso humano, financiero y técnico para generar ventajas respecto a la competencia, como los productos de China, de otros materiales o sustitutos.

DA (estrategia de sobrevivencia): buscar nuevos clientes que generen pedidos para disminuir la capacidad ociosa, abarcando una mayor parte del mercado y así evitar que la competencia obtenga una mejor posición.

La unión de estrategias se integra para encaminar el fortalecimiento empresarial hacia la incorporación de un nuevo producto de madera asociado a la construcción, que consiste en la fabricación y comercialización de parques infantiles de madera, así continuaría trabajando con el mismo material (madera) y dicho producto estaría ligado a la construcción, permitiéndole llegar a nuevos clientes, sin verse perjudicada por dejar de producir lo que hoy en día produce, por el contrario, seguiría con la fabricación de los mismos productos, teniendo en cuenta que ya tiene sus contactos, clientes fijos, reconocimiento y, además de esto, aprovecharía su maquinaria y personal capacitado para desarrollar un nuevo producto que no requiera de una alta inversión.

El nuevo producto para fabricar y comercializar en la empresa, “parques infantiles”, es de gran aceptación en el público. Durante muchos años, han tenido un

papel muy importante en la sociedad, como un lugar de entretenimiento, recreación, estimulación de las capacidades motrices para el desarrollo de los niños y como medio de relación y comunicación con los demás. La economía del ocio infantil ha registrado un buen crecimiento. Los conjuntos residenciales los han adoptado como un servicio que se adapta fácilmente a cualquier diseño arquitectónico, siendo la madera el material preferido para este tipo de construcciones (Rojas, 2011).

Clientes

Se definen los siguientes clientes para adquirir el producto parques infantiles:

- Constructores: en cada construcción de unidades residenciales que se lleve a cabo en el departamento de Antioquia se presenta alta probabilidad de incluir parques infantiles, ya que se han convertido en un elemento indispensable en lugares de residencia y, por ende, en una mayor posibilidad de venta para la empresa.
- Personas naturales: de estratos altos de la ciudad, que compran un parque infantil para sus fincas o casas, aprovechando los contactos y experiencia que tiene la empresa, obtenida con las ventas de elementos de madera de gran valor, como pisos y elementos de construcción para cabañas de la región.

Competencia

Existen muchas empresas que se dedican a producir y comercializar parques infantiles, sin embargo, se puede identificar que estas se dedican a fabricar parques infantiles de muchos materiales, como metal, madera y plástico. Dicha situación puede ser utilizada a favor por la empresa, que a diferencia de ellas, está especializada en el manejo diario de un mismo material (madera), generando seguridad en los clientes dado su específico conocimiento en las propiedades, uso y aprovechamiento de la madera.

Los productos de la empresa siempre se han caracterizado por la innovación, intención que refleja en su misión y visión. En el caso de los parques infantiles, un valor agregado será el diseño, diferente al de los parques comunes que se fabrican y comercializan en Medellín y Colombia porque la madera no tendrá forma cilíndrica, sino rectangular con filos pulidos.

En general, la cantidad de empresas existentes en el Valle del Aburrá que se enfocan a la producción o comercialización de parques infantiles en madera no es mucha: tan solo 20, de acuerdo con las Páginas Amarillas, principal medio publicitario, ofrecen parques infantiles, una cifra muy reducida si se compara con la de empresas que realizan muebles o productos de la línea hogar con dicha materia prima, que supera las 50, convirtiéndose, de esta manera, en una ventaja para la empresa.

Proceso de producción

A continuación se define cómo será el proceso de fabricación del producto parques infantiles de acuerdo con la maquinaria y los procesos ya establecidos en la empresa:

1. Comprar materia prima (pino pátula).
2. Llevar a la planta de producción.
3. Pasar la materia prima por la máquina FORESTOR para convertirla en trozas (piezas más pequeñas).
4. Introducir trozas a cámara de secado.
5. Inmunizar por el método de aspersión.
6. Pasar trozas por máquina circular para dar dimensiones requeridas.
7. Despuntar y resanar.
8. Perforar la madera en zonas específicas.
9. Lijar.
10. Barnizar.
11. Control de calidad.
12. Ensamblar en el lugar de instalación.

Capacidad de producción

Este concepto es de gran importancia para determinar si la empresa cuenta con la capacidad para producir otro tipo de producto. Para esto se realizaron estudios a las dos máquinas que más intervienen en la fabricación de los parques, (lijadora y barnizadora), teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- La capacidad real de las máquinas se mide en metros lineales (ML), medida en la cual se cuenta la producción de todos los productos en la empresa cuando están en proceso.

- Los datos de capacidades de las máquinas son brindados por la empresa, referentes al año 2012.
- La empresa USM trabaja 24 días del mes, un turno diario de ocho horas.
- Para la elaboración de un parque infantil se requieren 91 ML de madera de la especie pino pátula.

Falta la figura

Capacidad de la lijadora

Al analizar se logra apreciar que existe capacidad ociosa (color rojo) en el turno de ocho horas en la mayoría de los meses del año, y que puede ser invertida para fabricar el nuevo producto. Solo se utilizó al máximo la capacidad instalada en los meses de abril y agosto, este último generó horas adicionales para cumplir con los requerimientos, aunque la producción en dichos meses se vio recompensada por los demás meses del año que cuentan con capacidad ociosa suficiente.

Falta la figura

Capacidad de la barnizadora

La figura anterior refleja cómo la barnizadora solo es utilizada en promedio en 2/5 partes de su capacidad instalada, situación que se puede convertir en una

oportunidad para generar nuevos requerimientos para procesar en ella, como parques infantiles.

En resumen, la empresa durante el 2012 utilizó un 72,4 % de la capacidad instalada de la lijadora y un 41,7 % de la barnizadora durante un turno de ocho horas, generando una capacidad ociosa de 27,6 % y 58,3 %, correspondientes a la lijadora y barnizadora, valores en los que se amplía la posibilidad de fabricar parques infantiles para aprovechar más la maquinaria y los tiempos que no se usa.

Impacto administrativo

Con la propuesta de incorporación del nuevo producto parques infantiles se hace necesario que la empresa contrate un nuevo empleado para maderas, el cual se encargue de conseguir clientes para la adquisición de dicho producto y aumentar la fuerza de ventas. Se considera necesario, ya que actualmente la empresa, con los empleados que tiene en el área comercial, ni siquiera logra capturar la cantidad de clientes necesarios dentro de la capacidad productiva con la que cuenta para los productos de madera de la línea hogar y de la construcción, se evidencia que hay falta de pedidos en algunas ocasiones, generando capacidad ociosa. De este modo, con la incorporación de un nuevo empleado se espera que este se concentre en la comercialización de parques infantiles, incentivando específicamente el posicionamiento del producto propuesto.

En el área de producción no se contratarían inicialmente más empleados, ya que la idea es que el tiempo en el cual los operarios se quedan sin pedidos lo destinen a la fabricación de los parques infantiles. Después, con la consolidación del producto y si aumenta el número de clientes, se podría pensar en la posibilidad de aumentar los operarios.

El otro tipo de empleado que se requiere es un instalador, el cual se encargue de ensamblar e instalar el parque infantil en el lugar determinado por el cliente. Para esto, debe tener conocimientos y haber trabajado anteriormente en dichas labores. Podrá contar con la ayuda de los empleados ya existentes en la empresa que se han encargado de instalaciones de productos de madera para la construcción, pero bajo la asesoría y liderazgo de él. Este tipo de empleado no estará contratado por la empresa de manera fija, solo se llamará en el momento de ejecutar instalaciones y su contrato se hará por prestación de servicios.

Análisis financiero

Finalmente, se hace necesario diseñar una evaluación financiera utilizando un modelo de proyección con base en la información suministrada por la empresa. Se partió del balance general, los estados de resultados e indicadores financieros de rotación de inventarios (MP, PP, PT), cuentas por pagar a proveedores, y cuentas por cobrar a clientes correspondientes al año 2012, y proyectados al 2013, a través de la metodología de proyección de estados financieros definida por Óscar de León García (2009), con el fin de determinar la factibilidad de la propuesta y el beneficio del nuevo producto a la empresa.

Con una inversión de \$9.650.000 en maquinaria y equipos, se espera que para el primer año en que el producto entre a ser fabricado y comercializado en la empresa la utilidad sea de \$39.880.219. Además, que el grado de participación de los productos de la línea hogar y construcción disminuirán con la incorporación del nuevo producto parques infantiles, permitiendo así generar beneficios al disminuir los ML procesados para cada línea de producto, mediante un análisis de punto de equilibrio multiproducto.

Con una tasa interna de retorno (TIR) de 54 % y un valor presente neto (VPN) de \$81.085.559, se confirma la viabilidad financiera de la propuesta de fortalecimiento empresarial.

Conclusiones

De acuerdo con el análisis de la capacidad productiva de la maquinaria involucrada en la fabricación de piezas para el parque infantil, se determina una alta capacidad ociosa que permite ser aprovechada por el nuevo producto sin generar grandes perturbaciones en la producción de los demás elementos, no se presenta la necesidad de contratar nuevos operarios en planta, ni de utilizar otros turnos laborales ni horas extras; además, los costos de producción asumidos por el parque infantil son económicos en relación con lo que se espera obtener como ingresos por ventas. La empresa, realizando sus actividades diarias, utiliza en promedio un 51% de su planta de producción, el restante se podrá utilizar para la fabricación del nuevo producto.

La venta de parques infantiles por parte de la compañía, además de generar ingresos adicionales que aportan al crecimiento de la misma a mediano plazo, puede a la vez mejorar la venta de los demás productos (hogar y construcción), ya que al promocionar los parques mediante una estratégica fuerza de ventas se puede ampliar el mercado de la empresa, dando a conocer todas las líneas de negocio que se manejan para capturar más clientes, lo cual es necesario para la empresa, por cuanto los requerimientos de pedido muchas veces no son suficientes y son mucho menores que su capacidad de producción.

Con la incorporación del nuevo producto desde el 2014, el punto de equilibrio en cantidad (ML) cambiará de proporción para los productos hogar y construcción, convirtiéndose en un beneficio para ellos en caso de no obtener buena rentabilidad, ya que su grado de participación disminuirá, impactando en menor grado los resultados globales.

Se considera que la propuesta de incorporación de un nuevo producto como parques infantiles permitirá a la empresa: aprovechar la capacidad ociosa con la que cuenta hoy en día y, mediante un poco de inversión, podrá generar para el primer año una utilidad de \$39.880.219, y así recuperar las pérdidas acumuladas de años anteriores. La utilidad del 2012 y la que se espera obtener para el 2013 solventarían la situación, y con el nuevo producto y las utilidades que se proyectan hasta el 2018 se espera pagar parte de las pérdidas que trae la empresa.

Referencias

1. ANDI (2012). Colombia: balance 2012 y perspectivas 2013. Recuperado de <http://www.larepublica.co/sites/default/files/larepublica/andi.pdf>.
2. Castaño, G. A. (2013). Seminario de Teoría Administrativa. Medellín: Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4010014/Contenidos/Capitulo5/Pages/5.7/57Estrategia_planeacionEstrategica_continuacion3.htm.
3. DANE. (2013). Indicadores económicos alrededor de la construcción, indicadores coyunturales. Boletín de prensa. Recuperado de [http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/pib_const/Bol_jeac_IVtrim12\(2\).pdf](http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/pib_const/Bol_jeac_IVtrim12(2).pdf).

4. Departamento Nacional de Planeación. (2011). Balance sector industrial 2011. Recuperado de https://www.dnp.gov.co/LinkClick.aspx?fileticket=v7DGHcI_gbw%3D&tabid=1436.
5. García, Oscar León. (2009). Administración financiera-fundamentos y aplicaciones. Cali. Greenpeace. (2011). Situación de los bosques en su Año Internacional. Revista Iberoamericana de Sostenibilidad.
6. PROEXPORT COLOMBIA. (2012). Sector forestal en Colombia. Recuperado de http://www.inviertaencolombia.com.co/Adjuntos/Perfil_Forestal_2012.pdf.
7. Revista M&M. (2012). El sector del mueble y la madera frente al TLC. Revista M&M, (51). Recuperado de <http://www.revista-mm.com/ediciones/rev51/actualidad.pdf>.
8. Villar, C. M. (2011). Plan para la reforestación comercial, ahora o nunca. Revista M&M. (73), 1-7. Recuperado de http://www.revista-mm.com/ediciones/rev73/forestal_plan.pdf.
9. USM Colombia. (2013). Medellín. Recuperado de http://usm.com.co/index.php?option=com_content&view=article&id=69&Itemid=83.

Rediseño UBN platina en Rycar S. A.

Sara Mejía Gómez

Universidad Pontificia Bolivariana
Colombia
saramaria.mejia@alfa.upb.edu.co

Daniela Yepes Simonds

Universidad Pontificia Bolivariana
Colombia
lyandaniela.yepes@alfa.upb.edu.co

Beatriz Elena Ángel Álvarez

Universidad Pontificia Bolivariana
Colombia
beatriz.angel@upb.edu.co

Resumen

En este artículo se realiza la descripción de una propuesta de rediseño de plantas para una unidad básica de negocio (UBN) en una empresa del sector metalmecánico de la ciudad de Medellín (Rycar S. A.). Esta propuesta se basa principalmente en el manejo de materiales, fundamentado en el método Kanban, “que es una señal o dispositivo que da autorización e instrucciones, ya sea para producir algo o para retirarlo de un sistema” (Villaseñor & Galindo, 2007) [3] y se apoya en un contenedor móvil que permite el manejo del producto en proceso eficientemente. Adicionalmente se plantea una nueva ubicación de la maquinaria dentro del proceso productivo, generando dos líneas de producción, donde se implementan celdas de trabajo mediante

el concepto *Lean Manufacturing* o manufactura esbelta para disminuir el desperdicio y mejorar la competitividad y productividad de la empresa.

Palabras clave

Kanban, *Lean Manufacturing*, manejo de materiales, inventario.

Abstract

This article describes a plant redesign proposal for a Basic Business Unit (BBU) in a metalworking company (Rycar S.A.) in Medellin. This proposal is based mainly on material handling using the kanban method “which is a sign or device that gives authorization and instructions either to produce something or to remove it from a system” (Villaseñor & Galindo, 2007) [3] which is supported by a mobile container allowing efficient management of work in process. In addition, new location of machinery is presented, generating two production lines, where work cells are implemented through the Lean Manufacturing concept, seeking reduction of waste and improvement of company competitiveness and productivity.

Keywords

Kanban, Lean Manufacturing, Material handling, Inventory.

Introducción

El diseño de plantas es un proceso en el que se debe gestionar eficientemente el manejo de materiales, mano de obra y transporte con el fin de ayudar a las empresas a alcanzar la excelencia en su cadena de suministros, optimizando la producción y disminuyendo los tiempos de entrega utilizando el *Lean Manufacturing*, que es de gran importancia para la eliminación de desperdicios y así controlar totalmente la calidad de los productos.

Para la elaboración de esta propuesta se hizo un diagnóstico inicial para mostrar la ubicación de los puestos de trabajo, las áreas de circulación, los almacenamientos, el sistema de manejo de materiales, materias primas, producto en proceso y producto terminado. Partiendo del estado actual, se realizó una propuesta de rediseño de una línea de producción basado en las temáticas de la asignatura Diseño de Plantas, enfocado principalmente al mejoramiento del flujo de materiales, pasillos, almacenamientos, además de la ubicación de algunas máquinas que hacen parte de las celdas de trabajo, en busca de la solución para la línea de producción estudiada.

Marco conceptual

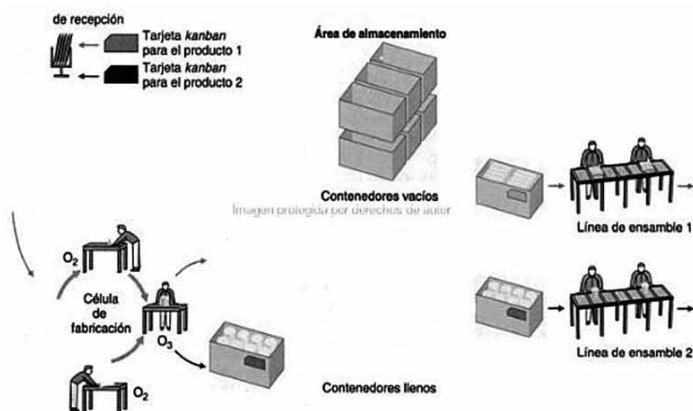
Lo primero que hay que saber es que el diseño de plantas es un proceso de gestión que involucra a todas las ramas de la ingeniería; además, se aplican los códigos de diseño que se basan, no solo en la experiencia, sino también en conocimientos. Es una actividad que implica un trabajo conjunto entre quienes están encargados de planear el proceso, ya sea para una planta nueva o para una existente; el éxito de una distribución en planta depende de lograr combinar la mano de obra, los materiales y el transporte de estos dentro de las instalaciones de una manera eficiente (Viña, 2012) [4].

Otro concepto de gran importancia, y que fue base para el rediseño de la unidad básica de negocio, es el *Lean Manufacturing*, que tiene como objetivo la eliminación del despilfarro mediante la utilización de una colección de herramientas (5s, Kanban, Célula de Manufactura, TPM, Kaizen, etc.), que se desarrollaron fundamentalmente en Japón. Los pilares del *Lean Manufacturing* son: la mejora continua, el control total

de la calidad, la eliminación del despilfarro, el aprovechamiento de todo el potencial a lo largo de la cadena de valor y la participación de los operarios (Rajadell & Sánchez, 2010, p. 1) [2]. Basándose en esta filosofía, las células de manufactura se refieren a la secuencia de pasos del proceso para que un producto pueda ser procesado en un flujo continuo, en el cual las estaciones de trabajo están muy cerca. Lo más común es una celda en forma de U, porque minimiza la distancia recorrida entre diferentes tareas (Villaseñor & Galindo, 2007, p. 25) [3]. Por esta razón se crearon celdas de manufactura en las que hay dos soldaduras de marco y piezas con un puesto de trabajo de ajuste.

Otro aspecto importante de la filosofía del Lean es el Kanban, que funciona de la siguiente manera: se pone una tarjeta en cada contenedor de los elementos producidos. Cada uno de aquellos contiene un porcentaje determinado de la cantidad requerida de ese elemento, es decir, los requisitos diarios. Cuando el usuario de esas partes vacía todo un contenedor, la tarjeta se retira del mismo y se pone en un dispositivo de recepción. El contenedor vacío es llevado al área de almacenamiento. La presencia de la tarjeta en el depósito indica que es necesario producir más de esas partes para llenar otro contenedor. Una vez que este se ha vuelto a llenar, la tarjeta se pone en él y, finalmente, es devuelto a un área de almacenamiento. El ciclo vuelve a empezar cuando el usuario de las partes recoge el contenedor con la tarjeta adjunta (Krajewski & Ritzman, 2000, p. 743). [1]

Figura 1. Funcionamiento de un sistema Kanban con una sola tarjeta.



Metodología

Rycar S. A. es una empresa del sector metalmeccánico que se dedica a realizar parrillería para estufas y neveras a su principal cliente, HACEB, que cuenta con 3 UBN que son: UBN alambre, donde se fabrican parrillas de nevera con este material; UBN porcelanizado es el proceso de acabado final para las parrillas de estufas, donde se les realiza la pintura electrostática y el control de calidad; por último se encuentra la UBN platina, que es hacia la que se enfoca este trabajo, en la cual se realizan principalmente parrillas de alambre y platina para estufas de diferentes referencias, lo cual genera dos líneas diferentes de producción, y donde se observan mayores problemas en comparación con las otras UBN de producción.

La UBN platina está ubicada en medio de las otras dos líneas de producción de la empresa, ya que debe estar junto a la de porcelanizado porque es allí donde se termina el proceso. Tiene un área total de 350 m², y cuenta con un trabajador por cada operación que se realiza, principalmente, cuenta con un enfoque de producción por proceso, que tiene las siguientes áreas: dobladora de marco, cortadora, soldadora, dobladoras de piezas, soldadoras de piezas y marco y, por último, ajuste, lo que genera un proceso cruzado de producción.

El estudio se basó en el análisis de los factores que influyen en la distribución en planta, que son: material, maquinaria, hombre, movimiento, esperas, servicios auxiliares, edificio y flexibilidad. Con el fin de observar cuáles de estos generaban mayores problemas dentro de la empresa, centrandolo en dichos aspectos la mejora propuesta, se encontró que en el factor movimiento el manejo del producto en proceso se realizaba de manera desordenada en canecas, baldes y guacales al lado de los puestos de trabajo, lo que evidencia falta de zonas de almacenamiento y falta de control del material en proceso.

Además, se evidenciaron también problemas en el factor hombre, ya que estos contenedores se transportan de manera manual, generando un sobreesfuerzo por parte del operario debido al peso contenido, así como desplazamientos innecesarios. En el factor hombre se encontraron otras problemáticas por las condiciones ambientales y ergonómicas, además de la falta de luminosidad y ventilación; altas temperaturas, aspectos psicológicos, diseño de puestos de trabajo inadecuados en los cuales el empleado debe permanecer de pie durante toda su jornada, y debe desplazarse de un

lugar a otro sin suficiente espacio, con cargas pesadas, en ocasiones superando las cargas permitidas

A partir de las evidencias y soportados en el marco conceptual, se realizó el rediseño de la UBN platina con el fin de garantizar el flujo continuo y eficiente de la producción, la mejora de los aspectos antes mencionados con miras a proporcionar un ambiente de trabajo más ameno y agradable para el personal de la empresa, garantizando a su vez los aspectos necesarios de seguridad industrial y salud ocupacional.

Resultados

Como base para el rediseño se partió de la distribución de las áreas de circulación, estandarizando un pasillo de 1 m de ancho que divida la UBN en dos líneas de producción, diferenciadas por la materia prima utilizada, una de alambre y la otra de platina, para garantizar una mejor visibilidad del proceso productivo.

El manejo de materiales fue uno de los aspectos más relevantes para el desarrollo de esta propuesta, por esto, la misma se basó en el método Kanban.

Cumpliendo con los principios planteados en el Kanban se propuso un contenedor móvil con un ancho de 60 cm para que pase sin problemas por el pasillo que tiene un ancho de 1 m, con cajones de una inclinación 30°, medida que permite que las piezas no se salgan del cajón y, además, que se maneje con mayor agilidad.

Para que el manejo de materiales fluya sin interrupciones se calcularon dos carros por cada línea de producción propuesta, uno para que permanezca al principio de la línea y otro, al final. Así, en el momento en que se llene por completo un contenedor, se continúa trabajando con el otro, mientras el primero se descarga en el área de almacenamiento.

Como se mencionó anteriormente se dividió la UBN en dos líneas para que el flujo del proceso fuera continuo y no se cruzara de un área a otra, eliminando al máximo los recorridos retorcidos; para esto fue necesario reubicar dos máquinas del área delantera, una de soldadura de marco y una pulidora, y se equilibró la cantidad de máquinas dobladoras en cada línea. El resto de máquinas, como las conformadoras

2D y 3D, no fue necesario moverlo por su gran tamaño y peso y, además, porque estaban bien ubicadas. Por último, y más importante, en el área de soldadura de marcos con pieza y ajuste se formaron células o celdas de trabajo de acuerdo con la filosofía de *Lean Manufacturing*.

Se propone implementar un taller Kaizen que permita verificar si la ubicación de los puestos de trabajo en forma de célula de manufactura da resultado, para este taller se necesita principalmente un grupo de expertos integrado por consultores, ingenieros, gerentes de línea y operadores. Se debe partir del conocimiento y entendimiento de *Lean Manufacturing* para luego ir al lugar de trabajo y observar las condiciones actuales y planear un nuevo *Layout* en forma celular. Posteriormente se mueven los equipos y se prueba la célula, si es el resultado adecuado, se estandariza, si no, se corrige y se vuelve a probar hasta llegar a los resultados deseados para poder estandarizar el cambio (Villaseñor & Galindo, 2007, p. 54) [3].

Por último se adecuó un área de almacenamiento al final de la UBN, con el fin de que el contenedor móvil descargue el producto en procesos, para ser llevado a los tanques de lavado y sea más fácil para los operarios acceder al producto cuando le realicen control de calidad.

Conclusiones

Por medio de esta propuesta se pretende mejorar el clima laboral mediante la optimización de aspectos ergonómicos, ampliación de los puestos de trabajo, para evitar así la acumulación del producto en proceso; además de lograr una mayor eficiencia en la producción y mejor visibilidad mediante la utilización de los métodos Kanban, Kaizen, *Lean Manufacturing*.

Esto se logró por medio de la creación de celdas de manufactura y del contenedor móvil, garantizando un flujo continuo del producto en proceso. Se espera que la empresa Rycar S. A. pueda ponerlo en práctica para su beneficio y mayor crecimiento de la compañía.

Referencias

1. Krajewski, L. & Ritzman, L. (2000). *Administración de operaciones, estrategia y análisis*. Mexico: Pearson.
2. Rajadell, M. & Sanchez, J. (2010). *Lean Manufacturing, la evidencia de una necesidad*. Madrid: Díaz de Santos.
3. Villaseñor, A. & Galindo, E. (2007). *Conceptos y reglas de Lean Manufacturing*. Mexico: Limusa.
4. Viña, D. (2012, 20, diciembre). *El Diario de América*. Recuperado de: <http://dalevis0912.blogspot.com/2012/12/importancia-del-diseno-de-plantas.html>

La gestión del conocimiento y sus procedimientos, métodos y estrategias con el fin de tamizar información en las organizaciones contemporáneas

Knowledge management and procedures, methods and strategies for the purpose of sift information in contemporary organization.

Carolina Acevedo Saldarriaga

Correo?

Manuela Lezcano Palacio

Correo?

Profesor ?

Resumen

El presente artículo tiene la finalidad de recopilar, explicar y dar a conocer el contexto y el marco teórico relacionado con la gestión del conocimiento. Para ello se realiza una revisión bibliográfica acerca del conocimiento, sus tipos, áreas y la manera en que este se transforma y transfiere, de la misma forma, acerca de la gestión del conocimiento, sus procedimientos y modelos.

La gestión del conocimiento es una estrategia empresarial por medio de la cual se recopila, recupera, captura y difunde transversalmente el conocimiento en la organización, con el fin de que sea preservado para que las personas se apropien de los procesos y de la información. Se hizo énfasis en algunos casos empresariales para comprender la importancia de gestionar el conocimiento en las organizaciones y cómo este agrega valor.

Palabras claves

Gestión, conocimiento, información, recurso humano, gestión de conocimiento.

Abstract

This article is intended to collect, explain and publicize the context and theoretical framework related to knowledge management. To that end, a literature review on knowledge, their types, areas, and how this is transformed and transferred, just as knowledge management, procedures and models. Knowledge management is a business strategy through which we collect retrieve, capture and disseminate knowledge across the organization in order to be preserved for people to take ownership of processes and information. Emphasis was placed on some business to understand the importance of managing knowledge in organizations and how this adds value to the company.

Key words

Management, knowledge, information, add value, human resources, management of knowledge.

Introducción

“El conocimiento se crea individualmente en la mente de las personas y se construye en la relación social”. Polanyi (1998).

La gestión del conocimiento es tema de actualidad. Como lo mencionan Escotado (1999) y Castells (1996), este hace parte fundamental de un modelo interno e interdisciplinar en la organización, además, en el ejercicio de las diferentes profesiones y en el campo científico, ya que progresivamente se avanza hacia una sociedad del conocimiento en la cual el capital esencial es este último, precisamente. Debido a esto, el conocimiento se ha convertido en el recurso principal para las organizaciones, es el que les genera valor aumentando su rentabilidad, por lo cual, es documentado y retroalimentado.

El conocimiento y la gestión

Antes de hablar de gestión del conocimiento es de gran importancia conocer los dos términos que componen tal expresión, ya que de estos se deriva la esencia del tema tratado:

El conocimiento

“El conocimiento: entendimiento adquirido a través de la experiencia o estudio” (Awad & Ghaziri, 2004).

Este reside en la mente de las personas para permitirles realizar diversas actividades o tareas, en este contexto, Awad & Ghaziri (2004) sostienen que el conocimiento es el *know how* o saber cómo. Por su parte, Jáuregui (2010) complementa esta afirmación definiéndolo como un recurso de naturaleza intangible, tácita y compleja, el cual debe hacerse explícito para efectos de almacenamiento, codificación y aplicación para generar mejoras e innovación en la organización. El autor Wiig (1995) coincide con Jáuregui en afirmar que el conocimiento representa un recurso que para la organización es estratégico, es decir, un aspecto fundamental para mejorar el desempeño y la competitividad de las empresas en cualquier sector económico.

Tipos de conocimiento: tácito y explícito

A continuación se expone la visión de Awad & Ghaziri (2004) respecto a los tipos de conocimiento, posteriormente, por medio del planteamiento de Nonaka & Takeuchi (1999), se explica la conversión de estos dos tipos de conocimiento, uno en el otro:

- **Tácito:** se adquiere en la mente de las personas a través de las experiencias vividas. Estas se ven reflejadas en: “intuiciones, valores, creencias que provienen de años de experiencia”. Este tipo de conocimiento preferiblemente debe ser comunicado por medio del diálogo.
- **Explícito:** este conocimiento se adquiere codificado y digitalizado en libros, documentos, reportes, artículos, memorias, hojas de cálculo, entre otros; por lo cual, puede ser recuperado y transmitido más fácilmente que el tácito (Awad & Ghaziri, 2004).

“El conocimiento de la organización se crea, se colecta, se organiza, se filtra, se discrimina y se mantiene. Todo esto en el marco de cinco conductores: la tecnología, la cultura, la competitividad, la inteligencia y el liderazgo” (Awad & Ghaziri, 2004). Los autores Nonaka & Takeuchi (1999) proponen que para realizar este proceso “existen cuatro formas de conversión cuya interacción constituye el motor del proceso de creación de conocimiento organizacional”, estas son:

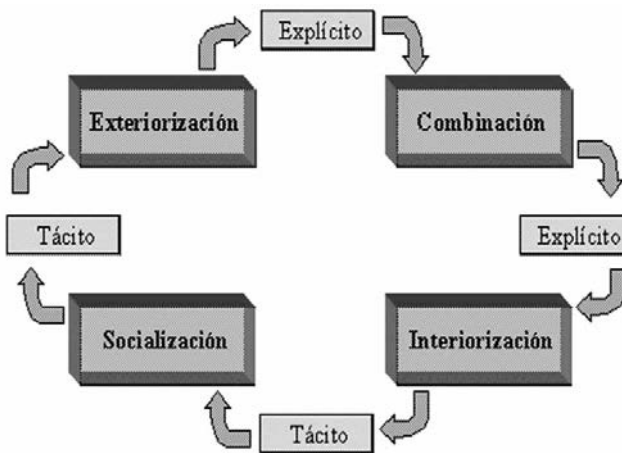
- **Socialización:** consiste en compartir experiencias creando el conocimiento tácito, tal como los modelos mentales compartidos y habilidades técnicas, principalmente a través de la imitación y la práctica. Esta se inicia con la creación de un campo de interacción, el cual permite que los miembros de un equipo compartan sus experiencias y modelos mentales.
- **Exteriorización:** el conocimiento tácito se hace explícito por medio de hipótesis o modelos. La exteriorización es generada por el diálogo o la reflexión colectiva. Esta es la clave para la construcción del conocimiento porque crea conceptos explícitos nuevos a partir del conocimiento tácito.
- **Combinación:** es un proceso de sistematización de conceptos con el que se genera un “sistema de conocimiento”. Este proceso comienza distribuyendo redes de información del nuevo y del conocimiento existente para así formar un producto.

Este proceso implica conocimiento explícito, que debe ser clasificado, combinado y categorizado para formar “conocimiento sistémico”.

- Interiorización: este conocimiento consiste en convertir conocimiento explícito en tácito, esto se relaciona directamente con “el aprender haciendo”, es decir, se forman modelos mentales y saber técnico a través de la socialización, la exteriorización y la combinación, creando así “conocimiento operacional” (Nonaka & Takeuchi, 1999).

En la figura 1 se visualiza el ciclo o proceso de conversión de conocimiento explicado anteriormente.

Figura 1. Procesos de conversión del conocimiento en la organización



(fuente: Nonaka & Takeuchi, 1995).

Cómo se transfiere el conocimiento

Dixon (2000) menciona que este es un proceso en el cual el conocimiento común, presente en la empresa, se transfiere, siendo esto el proceso a través del cual las unidades de negocio interactúan y reciben entrenamientos, capacitaciones, comunicación, replicación de rutinas, documentación de procesos, publicaciones científicas, patentes, alianzas con entidades de formación u otras. Todo esto con el fin de aumentar, captar y resguardar el conocimiento presente en la compañía para que esta sea líder en el mercado.

La gestión

Según la norma ISO 9000 la gestión está definida como el conjunto de actividades para dirigir y controlar una organización. Esta indica la realización de tareas u operaciones que se enfocan a un determinado beneficio.

Gestión del conocimiento

Se puede decir que “el origen y el desarrollo de los sistemas para la creación y la gestión del conocimiento han sido debidos a los siguientes motivos” (Suresh; Wiig, 1997; Davenport y Prusack, 1998; Drucker, 1993, Rivero, 2002, OECD, 2003):

- Después de la Segunda Guerra Mundial, la humanidad se dirige hacia cambios que permiten el desarrollo de productos y servicios basados en el conocimiento (sistema socioeconómico).
- La aparición y el desarrollo de las tecnologías de la información y la comunicación, que dieron origen a la era del almacenamiento y difusión de la información.
- El “fracaso” de los modelos financieros tradicionales para valorar el conocimiento.
- El desarrollo de sistemas, modelos e indicadores para la medición del conocimiento en las organizaciones.
- La creciente importancia del conocimiento como base para la efectividad organizacional.
- Los cambios acelerados y el aumento de la competitividad entre las organizaciones, que conllevan la necesidad de desarrollar estrategias de formación continua.

Para Awad & Ghaziri (2004), la gestión del conocimiento es un modelo interdisciplinar que tiene el conocimiento internamente en la organización como su enfoque. Este se complementa con diversas disciplinas, tales como: negocios, economía, psicología y gestión de la información. Involucrando personas, tecnología y procesos. A su vez, Wiig (1995) asegura que la gestión del conocimiento en la organización es un sistema para la creación, transferencia e institucionalización de aquel, por medio de “la apropiación y almacenamiento del conocimiento en los procesos, la representación en bases de datos y documentación de todos los procesos organizacionales, considerando el valor del conocimiento como un activo que impacta la organización” (Awad & Ghaziri, 2004).

Rodríguez (2006), tras un detenido análisis de las definiciones y las características propias de la creación y gestión del conocimiento, sostiene que la gestión del mismo consiste en un conjunto de procesos sistemáticos (identificación y captación del capital intelectual; tratamiento, desarrollo y compartimiento del conocimiento; y su utilización), orientados al desarrollo organizacional o personal, y a la generación de una ventaja competitiva para la organización.

Es importante aclarar, como lo dicen Awad & Ghaziri (2004), que *knowledge management* no es reingeniería, ni tampoco es capital intelectual. Por esto, debe hacerse la diferencia entre su cadena de valor y la de la información. Sobre todo, la gestión del conocimiento no es un encuentro de información perteneciente a personal especialista de la compañía. Por el contrario, Wiig (1994) afirma que esta es una perspectiva basada en tecnología, información y cultura, la cual proporciona nuevas capacidades que posibilitan nuevas estrategias, cambiando la forma en que la gente trabaja, incentivándola a la consecución de ventajas competitivas.

Áreas de la gestión del conocimiento

Para Wiig (1995), la gestión del conocimiento debe enfatizar en ocho áreas o factores fundamentales:

- Procurar por el desarrollo, mantenimiento y aseguramiento de los recursos intelectuales de la empresa.
- Promover la creación del conocimiento y la innovación por todo el mundo.
- Determinar la experiencia necesaria para realizar las tareas correspondientes al cargo, implementar cursos de formación y manuales de procedimientos distribuidos en las diversas áreas de acción de la empresa.
- Modificar y reestructurar la empresa para utilizar el conocimiento lo más eficientemente posible, eliminando las lagunas y cuellos de botella y aumentando la gestión del desarrollo de productos.
- Crear, regular y controlar a largo plazo actividades y estrategias basadas en el conocimiento, específicamente con nuevas investigaciones, I+D y alianzas estratégicas sobre las necesidades y prioridades de la organización.
- Proporcionar procedimientos, directrices y estándares que apoyen la gestión tecnológica activamente en la empresa.

- Controlar el uso del conocimiento y proteger la información para evitar filtración de la información por parte de la competencia.
- Medir el desempeño de todos los activos del conocimiento, al menos, dentro de la empresa.

Modelos de gestión del conocimiento

Según los aportes de Davenport y Prusak (2001), De Long y Brees (1997), Wiig (1997), Rivero (2002); Alavi y Leidner (1999), los patrones de la gestión del conocimiento se pueden agrupar en tres modelos según los objetivos: almacenamiento, acceso y transferencia de conocimiento.

Este tipo de modelos de gestión del conocimiento se centran en el desarrollo de metodologías, estrategias y técnicas para almacenar el que está disponible en la organización en depósitos de fácil acceso para propiciar su posterior transferencia entre los miembros de la misma. Algunas metodologías utilizadas son las páginas amarillas de conocimiento, archivos de información, entre otras.

Sociocultural: modelos que se centran en el desarrollo de una cultura organizacional e intentan promover cambios de actitudes, fomentar confianza, estimular la creatividad, concientizar sobre la importancia y el valor del conocimiento, promover la comunicación y la colaboración entre los miembros de la organización, etc.

Tecnológicos: modelos en los que se destaca el desarrollo y la utilización de sistemas (*Data Warehousing*, intranets, sistemas expertos, sistemas de información, web, etc.) y herramientas tecnológicas (motores de búsqueda, herramientas multimedia) para la gestión del conocimiento.

La combinación e interacción de estos tres modelos genera la excelencia de la gestión del conocimiento en cualquier organización

Casos prácticos: gestión del conocimiento en la empresa

Como se ha venido citando, la gestión del conocimiento es muy importante para la gestión empresarial, ya que aporta ventajas competitivas para estas en el marco de su actividad económica, por tal razón, se extraen algunos aspectos que justifican la gestión del conocimiento en la empresa del informe de la OECD (2003), algunos son:

Tabla 1. Usos y razones de la gestión del conocimiento empresarial (Fuente: OECD, 2003).

Principales usos de la gestión del conocimiento, ¿para qué?	Principales razones para adoptar la gestión del conocimiento, ¿por qué?
Capturar y compartir buenas prácticas.	Retener los conocimientos del personal.
Proporcionar formación y aprendizaje organizacional.	Mejorar la satisfacción de los usuarios o clientes.
Gestionar las relaciones con los usuarios o clientes.	Incrementar los beneficios.
Desarrollar inteligencia competitiva.	Soportar iniciativas de <i>e-business</i> .
Proporcionar un espacio de trabajo.	Acortar los ciclos de desarrollo de productos.
Gestionar la propiedad intelectual.	Proporcionar espacios de trabajo.
Realzar las publicaciones web.	Reforzar la cadena de mando.

Como se observa en la tabla 1, la gestión del conocimiento tiene diversos usos en la empresa, entre los cuales se encuentran la formación y el aprendizaje organizacional, que son factores que, además de fomentar el conocimiento, motivan al recurso humano a hacer parte de la empresa y contribuyen a la retención de los conocimientos del personal y su documentación.

A continuación se expondrán algunos casos empresariales representativos del tema tratado:

Gestión del conocimiento en Google: la empresa Google, uno de los buscadores más reconocidos del mundo, a partir del año 2009 inicia un proceso de gestión del conocimiento con el fin de preservar el conocimiento presente en su organización por medio de las personas, es decir, “la empresa estaría en condiciones de prever las decisiones que se disponen a tomar sus empleados” (TopComm, 2009).

Según el portal TopComm, que se refiere a todo lo relacionado con la información gerencial sobre el sector de las telecomunicaciones y tecnologías de la información en América Latina (2009), Google desarrolló un algoritmo cuyo funcionamiento es reservado, por medio del cual la empresa podría realizar cálculos para pronosticar cuáles de sus empleados pretenden dejar la empresa, con la intención de evitar el abandono de los cerebros más valiosos de la compañía porque algunos de ellos sienten que no están aprovechando al máximo su potencial. Por medio del análisis de la información sistematizada acerca de las conversaciones con los empleados, los datos de salario y

posición en el rango de sueldos, la empresa haría seguimiento a tales datos mediante una mejor oferta de capacitación y beneficios para sus empleados.

Este caso muestra claramente que las empresas en la actualidad pretenden gestionar y preservar el conocimiento tácito presente en las personas que componen su organización, de no hacerlo, tal recurso se fugaría a otras, donde podría ser aprovechado y gestionado como ventaja competitiva.

Gestión del conocimiento en British Petroleum: British Petroleum (BP), una de las compañías petroleras con mayor experiencia en la gestión del conocimiento, declara que gracias a esta ha obtenido mejoras significativas en el desarrollo de sus negocios. Según Kent Greenes, responsable del programa, “el valor que puede atribuirse directamente a la gestión del conocimiento ronda los USD 100 millones”.

La gestión del conocimiento en BP comenzó informalmente en 1994 como un programa llamado “Equipo de Trabajo Virtual”, orientado a compartir experiencias. Luego de una fuerte reestructuración, la gerencia decidió apoyar formalmente el programa, cuyos objetivos son:

- Lograr que el conocimiento existente forme parte de la rutina de trabajo y crear nuevo conocimiento para mejorar radicalmente el resultado de los negocios.

Bajo estas directrices, la gestión del conocimiento en BP se basó en un esquema de análisis simple: un ciclo de proceso de aprendizaje “antes”, “durante” y “después”.

Además, cuenta con una guía administrada por los empleados, tipo Páginas Amarillas, que contiene información de 10 000 personas. Basta consultarla para encontrar a la persona que tiene el conocimiento sobre una determinada actividad. Alrededor de 1 500 personas cuentan con tecnología de video conferencia y para compartir aplicaciones en sus escritorios.

Otra iniciativa importante ha sido el establecer “guardianes del conocimiento”, quienes ayudan a cosechar el conocimiento recién creado.

Con este tipo de iniciativas apoyando, por ejemplo, la construcción de plantas petrolíferas, proyectos de perforación de pozos y producción de polietileno, entre muchas otras, se estima que se añadirán otros USD 400 millones en valor a proyectos

sustentables. Greenes explica que esos resultados son el fruto de una clara estrategia corporativa, en la que cada iniciativa de gestión del conocimiento apunta a la necesidad real del negocio.

Relación entre la gestión del conocimiento en la gestión tecnológica

Actualmente, las empresas pretenden ser competitivas en su determinado contexto, para esto, “realizan actividades mediante la cuales definen e implantan la tecnología necesaria para lograr los objetivos y metas de su negocio en términos de calidad, efectividad, adición de valor y competitividad” (Roussel *et al.*, 1991). A esto se le llama gestión tecnológica.

Por otra parte, “la gestión del conocimiento es la disciplina de identificar, capturar, recuperar, compartir y evaluar la información de los activos de la organización” (Awad & Ghaziri, 2004). Cuando estos autores hablan de los activos organizacionales, se refieren a todos los recursos presentes en la empresa, incluyendo el personal. Sin embargo, para Wiing (1995), este proceso es mucho más amplio y está enfocado hacia la estrategia organizacional, ya que propone el uso de un conjunto de enfoques y de procesos encaminados a gestionar, analizar y administrar el conocimiento desde los diferentes tipos de operaciones realizadas en la organización, con el propósito de identificar nuevos productos o estrategias, para contribuir a lograr los diversos objetivos propuestos por la empresa. Ligado a este concepto, Steiby (2000), citado por Awad & Ghaziri (2004), puntualiza la gestión del conocimiento como el “arte” de generar valor para una organización en forma de activo intangible.

Según los anteriores autores, el conocimiento organizacional será simple conocimiento si no es gestionado, evaluado, documentado y considerado como un activo significativo, por medio de diversos procesos y enfoques en el marco del proceso del enlace de la tecnología a los objetos y estrategias organizacionales.

Conclusiones

En la actualidad, el conocimiento es el recurso intangible más valioso para las organizaciones, ya que está presente en las personas y en el *know how* organizacional, por tal razón, las empresas deben gestionarlo adecuadamente en el marco de su

actividad económica, además, porque el valor agregado y las ventajas competitivas de la empresa dependen en gran medida de la implementación de una estrategia del conocimiento.

Es importante que las organizaciones motiven y retengan a su personal, ya que en ellos se encuentra gran parte del conocimiento que compone globalmente a la empresa y que la hace ser sinérgica; por esto, las capacitaciones y la formación son una estrategia fundamental en el proceso de gestión del conocimiento.

La mejor opción para desarrollar un modelo para la creación y gestión del conocimiento es la integración y almacenamiento de información con la tecnología y el aspecto sociocultural de las empresas, porque estas interacciones facilitan dicha gestión.

Referencias

1. Alavi, M. & Leidener, D. (1999). "Knowledge management systems: issues, challenges and benefits". Communications of the Association for Information Systems. Vol. 1. Atlanta: Association for Information Systems. Recuperado de <<http://cais.isworld.org/articles/1-7/article.htm>>
2. Awad, E. M. & Ghaziri (2004), H. M. Knowledge management. New Jersey: Prentice Hall. Jáuregui, E. M. (2010). Creatividad & innovación. Manizales: Universidad autónoma de Manizales.
3. Nonaka, I. & Takeuchi, H. (1999). *La empresa creadora de conocimiento: cómo las compañías japonesas crean dinámicas de innovación*. Oxford.
4. Roussel Philip, A., Saad Kamal, N. & Erickson Tanara, J. (1991). Tercera generación de I+D, Arthur D. Little, inc. Madrid: Editorial McGraw-Hill.
5. Wiig M., K. (1994). *Knowledge management, the central management focus for intelligent-acting organizations*. Texas: Schema Press. Wiig, K. M. (1995). *Knowledge management methods*. Texas: Schema Press.
6. Montoya, C. A. (2011). *Propuesta de gestión del conocimiento e información para una fábrica de software*. OECD (2003). *Measuring knowledge management in the business sector: first steps*. Recuperado de <<http://213.253.134.29/oecd/pdfs/browseit/9603021E.PDF>>

7. Rivero, S. (2002). *Claves y pautas para comprender e implantar la gestión del conocimiento: un modelo de referencia*. Las Arenas: SOCINTEC.
8. Suresh, R. Knowledge management: an overview. Recuperado de <http://www.providersedge.com/docs/km_articles/km_an_overview.pdf> [Consulta: 6 de octubre de 2005]
9. Drucker, P. (1993). *La sociedad poscapitalista*. Barcelona: Apóstrofe. — (2003). Llega una nueva organización a la empresa. Gestión del conocimiento. *Harvard Business Review*. Bilbao: Ediciones Deusto.
10. Polanyi, M. (1958, 1998) *Personal knowledge. Towards a post critical philosophy*. London: Routledge. The classic statement tacit knowledge.
11. Davenport, T. & Prusak, L. (1998). *Working knowledge: how organizations manage what they know*. Boston: Harvard Business School Press.
12. Davenport, T. H.; De Long, D. W.; Beers, M. C. (1997). Building successful knowledge management projects. Center for Business Innovation. Worker Paper. Ernst & Young LLP. Recuperado de <http://www.providersedge.com/docs/km_articles/Building_Successful_KM_Projects.pdf>
13. “La gestión del conocimiento: La herramienta del futuro”, Varios Autores, Revista Trend Management, Volumen 2 N° 3, Marzo-Abril 2000, Chile, pág. 83-107.

Demanda de un laboratorio de metrología y calidad basado en la demanda del sector industrial en Antioquia

Sara Tuttle Ospina

Universidad Pontificia Bolivariana
saratuttle12@hotmail.com

Fredy Gaviria Henao

Universidad Pontificia Bolivariana
jhonf43@gmail.com

Marisol Valencia

Universidad Nacional
solmarival@gmail.com

Patricia Fernández-Morales

Universidad Pontificia Bolivariana
patricia.fernandez@upb.edu.co

Diego Zapata

Universidad Pontificia Bolivariana
diego.zapata@upb.edu.co

Resumen

Según el sistema metrológico colombiano, la metrología apoya la investigación y la innovación, así como soporta directamente las actividades de calidad, lo que lleva a una exigencia de profesionales preparados para el mejoramiento constante en la industria. En este trabajo se muestra el estudio de demanda para planear servicios de un laboratorio, basado en las necesidades del entorno como principal estrategia que proporcione servicios en metrología, mostrando las variables e instrumentos de mayor demanda para los sectores metalmecánico y plásticos en Antioquia. Además, se presenta la normatividad necesaria para un adecuado funcionamiento del laboratorio y un potencial portafolio de servicios para el sector industrial.

Palabras clave

Metrología, sector industrial, normatividad, calidad.

Abstract

According to the Colombian metrological system, metrology supports research and innovation activities, and directly supports quality activities, leading to a demand for trained professionals to continuous improvement in the industry. This paper shows a demand study for services planning to a laboratory based on the needs of the industrial sector as the main strategy to provide services in metrology, showing the variables and instruments increased demand for metalworking and plastics industries in Antioquia. It also presents the necessary regulations for the proper functioning of the laboratory as well as a potential portfolio of services for the industrial sector.

Key words

Metrology, industrial sector, regulations, quality

Introducción

La ingeniería industrial tiene un énfasis especial en la gestión de procesos, así como en los sistemas de calidad de las organizaciones. La metrología se convierte en una herramienta importante en el sistema de calidad de las empresas manufactureras, ya que, como ciencia de la medición (Terrés, 2009), busca establecer mejores controles de propiedades y características de calidad en los procesos industriales. Por otra parte, formar profesionales de alta calidad constituye un objetivo de toda institución de educación superior, lo cual puede lograrse con estrategias como prácticas específicas e implementación de tecnología en sus procesos de enseñanza-aprendizaje e investigación.

La metrología, entendida como la ciencia de la medición aplicada a los procesos de investigación y desarrollo, a los métodos científicos, legales e industriales, requiere de personal idóneo y competente para atender su demanda, de tal manera que la formación en las diferentes ramas del conocimiento deberá incluir fundamentos básicos de la metrología (Villamizar, 2011), asegurando de una u otra manera mediante su personal, procedimientos de medición específicos, buenas técnicas de calibración experimental, trazabilidad instrumental, para la generación de certificaciones y poder cumplir con la calidad requerida por el cliente para generar beneficios para los productores.

En este sentido, las universidades buscan implementar dichos procesos que generen elementos diferenciadores y les permitan tener ventajas competitivas. Este trabajo muestra, entonces, un ejercicio académico-investigativo en el que se señalan las necesidades de un laboratorio de metrología y calidad para un programa de ingeniería, con base en un análisis de demanda y educativo, para proponer servicios y algunas prácticas académicas basadas en esta ciencia.

Metrología

La metrología es indispensable para garantizar la conformidad de los productos y servicios que se relacionan directamente con la satisfacción de los clientes de una empresa, garantizando su permanencia y, por tanto, sostenimiento a largo plazo (Díaz,

2007). En el siglo XX, nace una revolución industrial en el mundo y nace, asimismo, el término calidad, es una revolución cultural, social y económica que abarca todos los estamentos de un sistema organizacional.

El entorno de la calidad se basa en mediciones, las cuales deben referenciarse en procedimientos normativos. Partiendo de la unión de la calidad y la metrología, se encuentra la siguiente definición: “La metrología es la ciencia de las medidas y de las dimensiones que otorga un salto cualitativo y cuantitativo en todo proceso de investigación, producción o evaluación” (Martorelli, 2011).

Entidades acreditadoras en Colombia

Organismo Nacional de Acreditación ONAC

Las acciones de acreditación que realiza la ONAC están en el marco de la Norma NTC ISO / IEC 17011 (Organismo Nacional de Acreditación de Colombia, 2007). Para el cumplimiento de dicha norma cuentan con expertos técnicos y evaluadores calificados con una amplia experiencia en el área, mecanismos de control que aseguran la rectitud y transparencia, entre los cuales se encuentran evaluaciones de pares, revisiones por la dirección, auditorías internas y, por último, herramientas para solucionar apelaciones y reclamos.

Normatividad

Inicios de la calibración

Internacionalmente, los procesos de estandarización de las actividades desarrolladas por los laboratorios dedicados a realizar ensayos de calibración y calidad tuvieron inicio en 1978 con la presentación de la Guía 25 por parte de la ISO (Organización Internacional de Normalización). A la par, se presentó la Norma EN 45001 en Europa, ya que en este continente no se aceptó la Guía 25 como norma fundamental. Ambos documentos contenían aspectos bien especificados para la aplicación y la interpretación de las actividades relacionadas con la competencia de los ensayos y las calibraciones efectuadas por los laboratorios.

Después de una revisión a la Guía 25 y a la Norma EN 45001, hecha en 1999 por la ISO, surge ISO / IEC17025, denominada “Requisitos generales para la competencia de laboratorios de ensayo y calibración”, debido al cambio que presentó la Organización Internacional de Normalización en sus normas 9001:1994 y 9002:1994, las cuales fueron remplazadas por la 9001:2000.

Fue entonces necesario efectuar transformaciones en algunos aspectos de la 17025:1999 con el fin de que se ajustara a la 9001:2000. Esta nueva edición contiene todos los criterios para demostrar el nivel de competencias requeridas que deben alcanzar los laboratorios que buscan tener un sistema de calidad que sea capaz de producir los mejores resultados (ICONTEC, 2005). Además, esta norma establece que si un laboratorio de ensayos y calibración cumple correctamente los criterios de la ISO / IEC 17025, funciona también bajo la 9001.

La Norma ISO / IEC 17025 fue creada con la intención de facilitar los trabajos desarrollados en conjunto por los laboratorios acreditados, esto hace más fácil el manejo de información e incrementa la confiabilidad en los procesos utilizados (ICONTEC, 2005).

Normatividad, Guía ISO 25

Aspectos relacionados con la inspección, medición y pruebas

Con el fin de verificar que los diferentes productos analizados en un laboratorio de metrología y calidad cumplan con los requerimientos especificados por quien solicita el servicio, es necesario mantener los equipos utilizados en las pruebas, mediciones e inspecciones calibrados, controlados y ajustados a los patrones estándar, asegurando siempre la incertidumbre y que se encuentren en la capacidad de medición requerida (SENA, 1998). En la tabla 1 se ilustra una comparación entre las normas ISO 9001 y 17025.

Tabla 1. Comparación entre las normas ISO 9001 y 17025.

Norma 9001	Norma 17025
Se enfoca más a la competencia técnica para verificación y calibración.	Posee requerimientos más prescriptivos.
Conocimiento de incertidumbre y trazabilidad de la medida.	Protección de la propiedad intelectual.
Organización y estructura de actividades de laboratorio.	Agentes que buscan independencia en la medida.
Competencia y calificación del personal.	Personal técnico y gerencia con conocimientos en temas de calidad.
Manejo de firmas y esquema de aprobación.	Requisitos con alto alcance específico, asegurando consistencia de la calibración por medio de la evaluación, identificación y definición de la metodología.
Equipos de medida, calibración y prueba.	Aspectos de limpieza, ambiente y sanidad en el lugar que se realizarán las medidas.
Informe de resultados.	Metodología estable para pruebas, ensayos y calibración.
	Exigencias para separar, conservar, utilizar y guardar.
	Intervenciones estrictas sobre procesos y actividades, teniendo en cuenta la contratación de estas.
	Manejo de registro de los aspectos anteriormente mencionados.

La Norma ISO 17025 es aplicable a todo tipo de laboratorio, independientemente de si es interno o externo, ya que lo que se busca es desarrollar sistemas de gestión para sus actividades técnicas, administrativas y de calidad. Si cumplen esta norma, también cumplirán los principios de la Norma ISO 9001. Para la creación de un laboratorio de calibración y ensayo es importante tener en cuenta todos los numerales descritos en la Norma ISO 17025.

Laboratorios en el Área Metropolitana del valle de Aburrá

Con el fin de definir cuáles serían las posibles actividades para desarrollar en el laboratorio de metrología y calidad que se va a diseñar para un programa de ingeniería, se realizó un sondeo indagando sobre cuáles de las instituciones de educación superior del valle de Aburrá tenían en sus instalaciones laboratorios afines que operan bajo el marco regulatorio de la ONAC. Al realizar esta actividad, se identificaron dos instituciones que se tomaron como referentes: la Universidad EAFIT y el Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM).

Identificación de otros laboratorios

Actualmente, en Colombia se encuentran alrededor de 100 laboratorios certificados por la ONAC, y al subdividir por categorías de prestación de servicios, el escenario crece considerablemente. Por esta razón, fue necesario realizar una delimitación de los servicios que se requieren en materia metrológica usando el estudio de demanda propuesto en el proyecto, lo cual permitió especificar las tendencias del mercado como insumo para la indagación de servicios de medición, calibración y capacitación en laboratorios externos.

Alrededor del valle de Aburrá se encontraron otras entidades acreditadas en calibración y ensayos para diferentes variables, como: Hospimédicos Medellín S. A. y Microplast Antonio Palacio y CÍA. S. A., las cuales están referenciadas en la Superintendencia de Industria y Comercio y los laboratorios de la Red Metrológica de Colombia. Además de las anteriores, se encuentran la empresa Metrología Global Ltda., pero su única área acreditada es la calibración de instrumentos de pesaje; e Industrias Haceb, para calibración de instrumentos de medición de gas y presión.

Resultados de la aplicación de la encuesta

Con los análisis previos se construyó un modelo de encuesta que contempla los principales procesos llevados a cabo en empresas de cada sector. A fin de establecer el número de empresas que debía ser muestreado, se procedió con el cálculo del tamaño

muestral, como se explica a continuación. Para esta actividad se realizó el muestreo basado en el tamaño muestral (Granados, 2010):

$$n = \frac{Nz_{\alpha/2}^2 pq}{Ne^2 + z_{\alpha/2}^2 pq} \quad (1)$$

Donde p: proporción de interés estimada, e: error máximo admisible, z: valor crítico de la distribución normal, con una confianza de (1-a) 100 % (Valencia, 2012; Ordoñez, 2009).

Como se ha establecido en reportes y en entrevistas a ingenieros de algunas de las empresas e instituciones visitadas, una de las variables más importantes dentro de la metrología es la longitud, por lo tanto, se constituyó en un parámetro esencial para este estudio. De este modo, la estimación dada como proporción de empresas que realizan mediciones de la longitud en sus procesos metrológicos será **p**, se calcula, entonces, el número mínimo de empresas requerido para encuestar.
Sector metalmecánico:

p=0,9 (90 % de empresas del sector mide la longitud dentro de sus procesos metrológicos).

El total de empresas para el sector metalmecánico, según la EAM, sin considerar el sector automotriz o manufacturas especiales, es de 154 en Antioquia.

Con un 94 % de confianza, $z_{0.03}=1,88$, asumiendo p=0,9, q=0,1, error máximo admisible del 10 % sobre la proporción estimada, el tamaño de muestra sería:

$$n = \frac{154 \cdot (1.88^2) \cdot 0.9 \cdot 0.1}{154(0.1 \cdot 0.9)^2 + (1.88)^2 \cdot 0.9 \cdot 0.1} = 31 \quad (2)$$

Este resultado arrojado establece que el tamaño que se va a muestrear inicialmente sería de 31 empresas, tomando aquellas situadas en las ciudades de Medellín y de Itagüí, sin embargo, se reevaluó dicho tamaño luego de alcanzar 25. Se hallaron los siguientes datos del muestreo:

Datos técnicos del muestreo:

Periodo de recolección: abril-junio de 2012.

Muestra: 25 empresas de Medellín e Itagüí.

Margen: 8 %, confianza del 94 %.

Sector plásticos

Datos técnicos del muestreo

Periodo de recolección: noviembre de 2012.

Muestra: 27 empresas de Medellín e Itagüí.

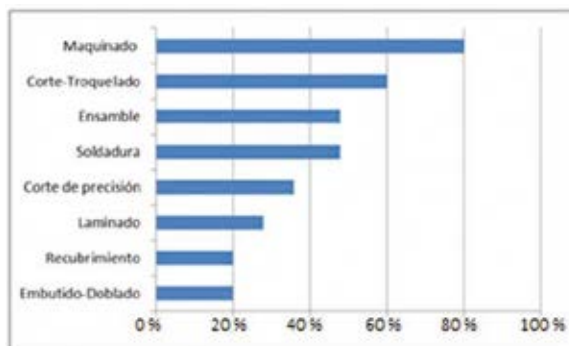
Margen: 15 %, confianza del 95 %.

A continuación se muestran las frecuencias encontradas en las preguntas acerca de procesos, instrumentos que se calibran, frecuencias de calibración, conocimiento, capacitación en relación con metrología.

Servicios demandados

A continuación se muestran los resultados obtenidos del muestreo realizado acerca de los servicios más utilizados. El 80 % de las empresas encuestadas realiza principalmente maquinado, seguido de corte-troquelado, soldadura y ensambles, sólo el 8 % realiza procesos de fundición (ver figura 1).

Figura 1. Procesos susceptibles de actividades metroológicas.



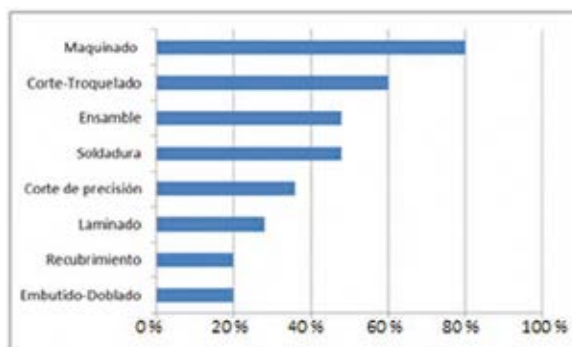
Un 76 % de estas empresas afirma requerir servicios de calibración, y el 24 % afirma comprar los equipos malos o calibrarlos en la misma empresa.

Es importante resaltar que como un resultado indirecto de las encuestas, en general, se pudo establecer que no existe mucho conocimiento sobre la verdadera definición de calibración o sobre patrones de calibración en las empresas. Sin embargo, la formación de las personas encargadas de los procesos metroológicos en su mayoría es profesional, y técnica o tecnóloga.

Por otra parte, la mayoría de los encargados de los procesos metroológicos en cada empresa no tiene conocimiento de los costos de los servicios de calibración, y establecen, con la poca información disponible, que tales costos pueden variar entre \$100 000 y \$680 000 (pesos).

Las herramientas que más envían a calibrar externamente, en su orden, son: pie de rey en un 82 %, flexómetro en un 62 %, micrómetro de carátula en un 57 %, micrómetro digital en un 40 %, manómetro en un 33 % (figura 2).

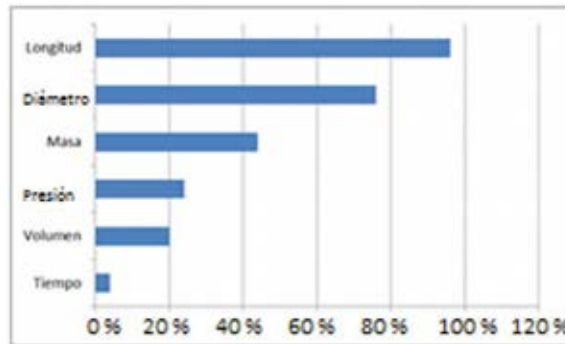
Figura 2. Instrumentos enviados para calibración o calibración propia.



Aparte de la calibración de equipos, dentro de las variables más medidas se encuentran la longitud, seguida de diámetro, masa y presión, como se aprecia en la figura 3.

El 32 % señaló medir dureza, pero alrededor del 28 % afirmó que esta es una variable no medida en la empresa, mas sí externamente, enviando pruebas a laboratorios como EAFIT o la Universidad de Antioquia.

Figura 3. Variables medidas con instrumentos previamente calibrados.



Análisis de demanda de metrología en el sector plástico

Procesos realizados por las empresas del sector plásticos

Las empresas realizan en promedio cuatro procesos en este sector, predominan mezclado y homogeneización y pigmentación. No hay diferencia significativa entre las proporciones de procesos: mezclado, homogeneización de materiales, pigmentación, corte e inyección.

Figura 4. Procesos sector plásticos.

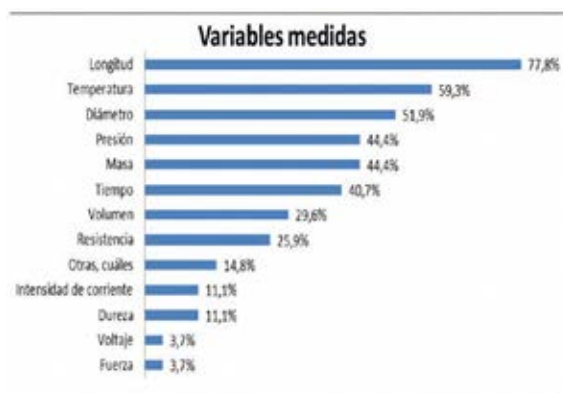


Fuente: elaboración propia.

Variables metrológicas medidas

La longitud predomina como una de las medidas más realizadas, de manera similar al sector metalmecánico. Sin embargo, se visualiza la temperatura como otra de las variables más importantes para el sector plásticos, seguida de diámetros, presión y masa. En promedio, las empresas miden 4,33 variables en sus procesos, presentándose un rango de variación entre 1 y 9 procesos para las empresas de la muestra.

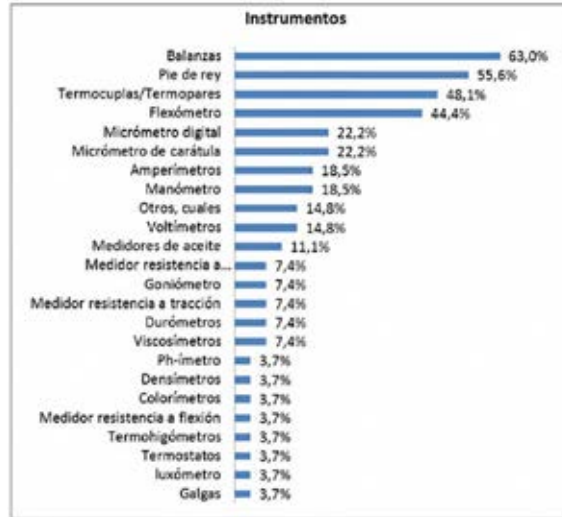
Figura 5. Variables metrológicas medidas del sector plásticos



Calibración de instrumentos

En promedio, las empresas del sector plásticos calibran 4,11 instrumentos, en un rango de variación entre 1 y 15 (la empresa Simex tiene el dato más alto).

Figura 6. Instrumentos a calibrar sector plásticos



Fuente: elaboración propia

El instrumento que es calibrado con mayor frecuencia en este sector es la balanza, seguido de pie de rey y flexómetro, sin embargo, estadísticamente no se muestran diferencias entre estos tres instrumentos, como se observa en el siguiente análisis. El pie de rey, con un 55,5 % de frecuencia de calibración en las 27 empresas, muestra iguales proporciones estadísticas con respecto a la balanza y al flexómetro, siendo estos los más altos señalados en relación con otros como galgas, micrómetros o durómetros (con una confianza del 95 %).

Ningún instrumento muestra mejor posición estadísticamente en relación con la balanza, pie de rey o flexómetro, sin embargo, no puede desconocerse la frecuencia de la termocupla o termopar, en un 48 %, así como los micrómetros, en un 22 %.

Adicionando las necesidades encontradas en este sector al de metalmecánica, los instrumentos que son altamente utilizados y son susceptibles de ser calibrados en estos sectores son: pie de rey, micrómetros (de carátula y digitales), balanza, manómetro, termocupla o termopares y amperímetros.

Capacitación metroológica

Figura 7. Frecuencia de capacitación.



En la tabla 2 se muestra el nivel de formación del responsable de las mediciones metroológicas:

Tabla 2. Formación responsable mediciones metroológicas.

Nivel de formación	Porcentaje
Técnico / tecnólogo	37,0 %
Bachillerato	25,9 %
Pregrado	25,9 %
Doctorado	3,7 %
Maestría	3,7 %
Posgrado	3,7 %

Un aspecto clave, y preocupante, es el inmenso vacío en capacitación que realizan a los empleados sobre aspectos relativos a la metrología. Este hecho, sumado a que un 26 % de los responsables en metrología son bachilleres, un 37 % técnicos o tecnólogos y el 27 % restante tiene más altos niveles de formación, así como su falta de respuesta frente a la frecuencia de calibración de equipos, o sobre la realización diaria de esta ($37\% + 15\% = 52\%$), sin contar con patrones o equipos especiales para calibrar, así como el desconocimiento sobre la precisión de los instrumentos, indica la alta impericia que muestran los empleados frente a los procesos de metrología y la necesidad de capacitación del personal responsable.

Frecuencia de realización de los procesos de calibración (sector plásticos)

Por otra parte, en la tabla 3 se muestra la frecuencia de realización de los procesos de calibración. Se puede observar que básicamente se prefieren períodos de tiempo anuales, seguidos de períodos mensuales y diarios (para aquellos que así lo requieren).

Tabla 3. Formación responsable mediciones metroológicas.

Frecuencia en que realizan los procesos de calibración en equipos / herramientas / máquinas / productos	
Semanal	4 %
Semestral	4 %
Trimestral	4 %
Varía según equipo	4 %
Diario	15 %
Mensual	15 %
Anual	19 %
No responden	37 %

Propuesta de servicio

Para definir los servicios que se van a ofrecer en el laboratorio de metrología, se partió de las necesidades encontradas en el estudio de demanda, generando, de esta manera, un portafolio de servicios para el laboratorio propuesto.

Necesidades detectadas

- Tercerización del proceso de calibración.
- Muchas empresas no tienen el conocimiento sobre la verdadera definición de calibración o patrones de calibración.

- En la mayoría de empresas no se realizan capacitaciones.
- Realizan los procesos con laboratorios no acreditados.

Servicios de calibración

La manera de saber si la indicación de una herramienta es correcta, es si esta se encuentra calibrada, así la persona que la use podrá corregir sus indicaciones al revisar los datos que posee el certificado de calibración del instrumento, obteniendo mediciones confiables y con la capacidad de realizar los controles que sean necesarios.

Para poder prestar este servicio, se debe cumplir con ciertos requisitos, tales como: poseer un sistema de calidad basado en ISO 17025, contar con patrones de referencia de alta exactitud, que sean trazables a patrones nacionales o internacionales, todos los procedimientos de calibración deben basarse en normas, contar con personal capacitado para garantizar idoneidad en los resultados, y contar con tiempo de respuesta óptimo cuando se solicita el servicio.

En Colombia, el organismo encargado de la acreditación es la ONAC. De acuerdo a lo reportado, los laboratorios que se encuentran acreditados por esta entidad son pocos. Para la propuesta, contar con la acreditación del laboratorio bajo la norma ISO 17025 brindaría la posibilidad de prestar un servicio de alta calidad y confiabilidad, con el fin de obtener un valor agregado, ser reconocidos y diferenciados frente a otros laboratorios.

Por otra parte, la trazabilidad es parte fundamental en el servicio de calibración. Esta se define como la propiedad de un resultado de medida, por la cual este puede relacionarse con una referencia mediante una cadena ininterrumpida y documentada de calibraciones, cada una de las cuales contribuye a la incertidumbre de medida, según el VIM (Vocabulario Internacional de Metrología, 2008). La trazabilidad no se vence, ni tampoco se garantiza con certificados, se conserva mediante controles periódicos. Garantizando la trazabilidad de los patrones nacionales e internacionales de medición y calibración, se logra obtener un impacto significativo en el informe de resultados y las respectivas incertidumbres.

Servicios de capacitaciones

Con el paso del tiempo, la capacitación ha cobrado mayor importancia en las organizaciones. Anteriormente, se trataba de un tema de rutina, hoy en día se ve como la oportunidad de mejorar el compromiso del empleado. De hecho, en muchas empresas se convierte en un proceso fundamental, con el fin de generar nuevos conocimientos, aptitudes y habilidades que sean necesarios para lograr un desempeño satisfactorio y un adecuado proceso de metrología, al definir tolerancias, equipos críticos, errores máximos permitidos, una adecuada interpretación de los informes de calibración, y para dar un uso adecuado a los resultados que se obtuvieron.

En el campo de la metrología se encuentra mucho desconocimiento respecto al tema en lo que respecta al personal de las diferentes industrias en los sectores bajo estudio, por lo que se ve plasmada la necesidad de fomentar o aclarar conceptos a los empleados. Con el fin de contribuir a la formación del personal de las empresas en la temática de metrología (tanto medición como calibración), la universidad como institución académica, tiene la capacidad de realizar cursos, talleres, capacitaciones diplomados, seminarios, etc.; brindando nuevos conocimientos o fortaleciendo los ya existentes.

Entre las capacitaciones respecto a metrología se encuentran: Manejo y Cuidados de Instrumentos, Calibración de Equipos e Instrumentos, Incertidumbre de la Medición, Criterios de Aceptación de Equipos e Instrumentos. Asimismo, los cursos propuestos: Metrología Básica y sus Conceptos, Patrones, Instrumentos de Medición y Verificación, Cálculo de Incertidumbres de Calibración, Control Metrológico, Metrología Específica. Además de estos servicios, pueden tenerse en cuenta asesorías por parte de la universidad a empresas que cuenten con elementos de calibración y deseen tener su propio laboratorio para realizar las pruebas. Todo esto lleva al aumento de los ingresos de la universidad, extendiendo el portafolio de servicios que prestan, y así llegar a ser más competitiva tanto en el ámbito local como en el nacional.

Prácticas sugeridas para el currículo

La asignatura Control de la Calidad del programa de Ingeniería puede incorporar prácticas metrológicas que permitan adquirir conocimientos, no solo frente a mediciones,

sino frente al cálculo de la incertidumbre al efectuar calibraciones de los instrumentos. Asignaturas como Diseño de Experimentos y Física I también involucran en sus prácticas temas de medición, análisis de diferencias en mediciones, calibración y ensayos.

Otra asignatura en la que se puede trabajar la metrología es Gestión Tecnológica. En combinación con Innovación y Desarrollo, se pueden generar posibles proyectos respecto a patrones y métodos de medida que ayuden a romper barreras tecnológicas e, incluso, investigaciones en la medida de la degradación del medioambiente, producida por acciones industriales, con el fin de cumplir normas y tomar decisiones adecuadas respecto a medidas de protección.

Según las encuestas realizadas, algunas empresas estuvieron de acuerdo con la participación de estudiantes en la calibración de las herramientas, lo cual podría incentivar a los mismos en sus diferentes prácticas de laboratorio e, incluso, en semilleros de investigación, proponiendo proyectos con las empresas que lleven a la generación de conocimiento y a un mayor interés con respecto al tema metrológico. Además, es de interés general para las organizaciones aportar en el fortalecimiento de la relación universidad-empresa a través del afianzamiento de las prácticas empresariales.

Conclusiones

Es importante, a la hora de realizar cualquier propuesta, diseño, o plan de negocio, efectuar un estudio que permita identificar el segmento de mercado al cual irá orientada la propuesta; en este caso, mediante el muestreo realizado se encontró que las empresas tenían una necesidad crítica con respecto a la calibración de instrumentos usados para la medición de longitudes, masa, presión y temperatura en los sectores metalmecánica y plásticos, así como un alto desconocimiento de la incertidumbre, procesos de calibración, en general, capacitación.

Los resultados permitieron enfocar la propuesta de diseño hacia servicios de calibración, medición, capacitación y las prácticas académicas necesarias para dar viabilidad a la construcción del laboratorio.

Una vez identificada la competencia, la creación del portafolio de servicios debe realizarse teniendo en cuenta todos los recursos con los que cuenta la universidad,

si necesita la capacitación del personal interno o realizar nuevas contrataciones, adquisición de equipos, con el fin de cumplir con los servicios que se desea ofertar y tener como una prioridad el proceso de acreditación para ofrecer calidad garantizada y sobresalir entre laboratorios ya existentes, pero sin acreditación.

Referencias

1. SENA, C. n. (1998). Metrología en laboratorios acreditados. Automatización industrial metalmecánica.
2. Díaz, J. R. (2007). *Aseguramiento metrológico industrial*. Medellín: Fondo editorial ITM. Entidad Nacional de Acreditación. (2010). Recuperado de <http://www.enac.es/web/enac/documentos>
3. ICONTEC. (2005). *NTC-ISO/IEC 17025 Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración*. Bogotá.
4. Martorelli, L. (2011). La metrología en la investigación e innovación y su relación con los sistemas de calidad. *La metrología en la investigación y la innovación*. Medellín.
5. Superintendencia de Industria y Comercio (2011). *Estructura del Instituto Nacional de Metrología*. Recuperado de <http://www.sic.gov.co/es/web/guest/instituto-nacional-de-metrologia>
6. Sismondi, P. M. (2011). La metrología en la investigación e innovación y su relación con los sistemas de calidad. *Desempeño de las universidades en asesorías y prestación de servicios metrológicos al sector productivo*. Medellín.
7. Terrés, A. M. (2009). Trazabilidad metrológica, validación analítica y consenso de resultados en la confiabilidad del laboratorio clínico. *Revista Mexicana de Patología Clínica*.
8. Villamizar, G. O. (2011). La metrología en la investigación e innovación y su relación con los sistemas de calidad. *La importancia de la metrología en la investigación e innovación*. Medellín.
9. ICONTEC. (1997). NTC 4532. *Micrómetros para mediciones exteriores, construcción normal. Conceptos, requisitos y ensayos*.

Propuesta de diseño de un modelo de I+D+i para la empresa Sesamotex

Camilo Mesa Amariles

Correo?

Santiago Quintero Ramírez

Correo?

Resumen

Este trabajo está basado en una propuesta de un modelo teórico-gráfico de I+D+i para la empresa Sesamotex, en el cual se puedan gestionar procesos de innovación según las necesidades de la organización y del mercado.

La presente investigación pretende la elaboración de un modelo, basado en la literatura de los ya existentes y en los manuales de Frascati (OCDE, 2002) y Oslo (OCDE, 2005), con el fin de definir los procesos de I+D con miras a la innovación. Lo anterior permitirá identificar cómo se han adoptado y configurado dichos modelos. Para ello, entonces, se hace una revisión y una búsqueda de la literatura de casos exitosos en modelos de I+D+i para la innovación, que pueda llevar al diseño de un modelo teórico conceptual de características gráficas que permita acoplarse, para posterior aplicación a la empresa Sesamotex, de acuerdo a sus procesos y su planeación estratégica.

En este documento se presentan las capacidades de innovación de la organización, mencionadas por Robledo (2011): capacidad de planeación estratégica de

la I+D+i, capacidad de gestión del portafolio de proyectos de I+D+i, capacidad de producción, capacidad de mercadeo, capacidad de gestión financiera para la I+D+i, capacidad de relacionamiento internacional para la I+D+i, capacidad de comunicación relativa a la I+D+i (capacidad de aprendizaje organizacional), las cuales se evaluaron durante la realización del modelo, mediante un diagnóstico (tipo encuesta) sobre el estado de la empresa respecto a temas de innovación. Por otro lado, se muestran las debilidades, fortalezas, oportunidades y amenazas (matriz DOFA), basados en la evaluación y diagnóstico de la empresa Sesamotex.

Con base en los resultados del diagnóstico de la empresa Sesamotex en temas de innovación, la matriz DOFA y los modelos encontrados en la literatura, se hace el diseño del modelo teórico-gráfico de I+D+i, definiendo los procesos que lo forman y sus roles dentro y fuera de la compañía y, a su vez, se plantean estrategias para que el modelo pueda adaptarse a la empresa en caso de ser implementado.

De esta manera, se realiza una serie de propuestas y recomendaciones al final del proyecto para que la empresa Sesamotex logre implementar de manera eficiente el modelo y este, por su parte, satisfaga todas las exigencias del mercado en temas de innovación hasta ahora no cumplidas por la compañía.

Palabras clave

Modelo conceptual, mejora continua, gestión de la innovación, capacidades de innovación, I+D+i, PHVA.

Abstract

This work is based on a proposal of a theoretical model graphic R & D + i for Sesamotex company in which to manage innovation processes to the needs of the organization and the market.

This research aims at the development of a model based on the existing literature and the Frascati manual (OECD, 2002) and Oslo (OECD, 2005), in order to define

the processes of R & D with a view to innovation. This will identify the ways on how you have adopted and configured such models. To do so, we review and a search of the literature of successful cases in models of R & D + i for innovation, which could lead to the design of a conceptual theoretical model of coupled graphic features allow for subsequent application to the Sesamotex company according to its processes and strategic planning.

This paper presents the innovative capabilities of the organization, mentioned by Robledo (2011) strategic planning capacity of R + D + i, portfolio management capability of R & D, Production , Capacity marketing, financial management capacity for R & D, international relations capacity for R + D + i, communication capacity on R + D + i (organizational learning capacity), which are evaluated during the performance of the model with a diagnosis (survey type) on the status of the company with respect to issues of innovation. On the other side shows the strengths, weaknesses, opportunities and threats (SWOT Matrix) based on the assessment and diagnosis of Sesamotex company.

Based on the results of the analysis of the business Sesamotex on innovation, the SWOT matrix and models found in the literature, the design is graphic theoretical model I + D + i, defining the processes that shape and their roles inside and outside the company, and in turn, will suggest strategies for the model to adapt to the enterprise if it is implemented.

This will make a number of proposals and recommendations at the end of the project for the company to achieve Sesamotex efficiently implement the model and this in turn, meets all the requirements of the market in innovation so far not complied with by the company.

Keywords

Conceptual model, kaizen, innovation management, innovation capabilities, R&D+i, PDCA.

Introducción

Para los diferentes sectores del mercado es fundamental satisfacer la necesidad que se ha creado con los productos o servicios a través de la calidad de los mismos y el valor agregado que cada una de las compañías da a sus procesos. El valor agregado de los productos o servicios busca obtener un fuerte posicionamiento en la mente del consumidor, lo cual ha causado que los grandes directivos entiendan la necesidad de innovar y promover el desarrollo tanto en el interior como en el exterior de la empresa, sabiendo que esto supone una protección del conocimiento, para así poder tener ventajas competitivas.

A través de los años, las empresas han ido perfeccionando sus procesos, su estructura organizacional y han cambiado casi por completo su filosofía, volviéndose cada día más competitivas en los grandes mercados a través de la innovación en productos o servicios y en sus procesos. Los mercados se abren cada vez más para quienes traen nuevas propuestas para hacer o comercializar productos y servicios. Todas las empresas deben estar preparadas para ello promoviendo la investigación y el desarrollo y así expandir las posibilidades para generar mayor rentabilidad.

Las grandes empresas son las pioneras en el manejo adecuado de la información y el conocimiento para generar rentabilidad, y lo que se pretende es dar una mayor confiabilidad a las pequeñas y medianas empresas, que representan un porcentaje muy alto en las economías en desarrollo, para estar en el mercado y sobrevivir en él, siendo cada vez más competitivos mediante la adopción de un modelo de gestión de investigación y desarrollo e innovación dentro de ellas.

En el desarrollo de este proyecto se abordará la importancia de tener en los procesos de la organización un modelo de innovación bajo la ruta de la I+D, creando estrategias que se deben establecer en el direccionamiento estratégico de la empresa Sesamotex, con el fin de proponer un modelo que sea pertinente para su actividad industrial en la confección de ropa interior (masculina y femenina). Todo esto puede permitir que la organización siga los avances científicos y tecnológicos que se van a dar en los próximos años, teniendo sistematizada la investigación y desarrollo para la innovación y su gestión.

Se llega a la idea de llevar a cabo este proyecto por el deseo de la empresa de realizar mejores procesos, perfeccionar sus productos, su manera de llegar al cliente y de estar en el mercado para competir en él.

El modelo propuesto en el proyecto pretende incorporar dentro de la planeación de la empresa Sesamotex estrategias de investigación, desarrollo e innovación basadas en criterios de competitividad, valor agregado, demanda, procesos y calidad de productos o servicios, haciendo un buen manejo de la protección del conocimiento para convertirlo en ventajas competitivas y diferenciación con las demás empresas del sector textil, para, de esta forma, generar mayor rentabilidad y optimización de sus procesos.

La pregunta que se pretende solucionar con este trabajo es: cómo puede la empresa Sesamotex obtener procesos de innovación en todos los niveles de la organización, involucrando a todos sus empleados, generando una mayor competitividad y posicionamiento de la empresa en el mercado Textil.

Para la respuesta a esta pregunta, Sesamotex, es un actor activo de éste trabajo, ya que nos abrió las puertas de su empresa permitiendo así la ejecución de éste proyecto.

La empresa Sesamotex

Sesamotex S. A. S., es una empresa privada verticalmente integrada, constituida legalmente en la ciudad de Medellín, Colombia, y fundada el 27 de mayo de 2010. Está dedicada a la fabricación de prendas de vestir femeninas y masculinas en tejido de punto, todo bajo un mismo techo, marca propia registrada en Colombia, con trámite de registro en los Estados Unidos y maquila, tanto para exportación como para su venta en el mercado local.

Cuenta con un departamento de diseño y producción capacitado para responder a las necesidades de sus clientes, ofreciendo una gran variedad de productos creativos y competitivos en cualquier mercado, además, tiene una gran capacidad en la planta para responder rápidamente a las obligaciones comerciales adquiridas.

La compañía cuenta con ejecutivos para atención personalizada a sus clientes y brindar la información requerida para las proyecciones de compra y seguimiento

de las órdenes. Asimismo, para proporcionar alternativas para obtener productos de buena calidad a precios competitivos.

Tiene un total de 25 empleados, y un área de desarrollo del producto que recibe las especificaciones técnicas de los clientes y se encarga de desarrollar la tela, colores, estampados, bordados, lavados y cualquier requerimiento, asegurando así la reproducibilidad de los mismos industrialmente.

Para todo lo relacionado con el proceso productivo cuenta con el apoyo del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), que forma y capacita al personal operativo y administrativo, incentivando y promoviendo la innovación para la empresa; por todo lo anterior, la compañía obtiene productos de alta calidad, justo a tiempo y con todas las especificaciones que hacen de ella una empresa competitiva y apta para la exportación.

El proceso de aseguramiento de la calidad comienza desde la compra de la materia prima y continúa con los procesos de corte, costura, lavado, estampado y acabado de las prendas, asegurando que se cumplan las especificaciones técnicas del producto y, a la vez, se contribuye a la mejora permanente de los procesos.

Sus servicios son:

- **Maquila**
Dentro de la globalización, las maquilas constituyen una de las modalidades preferidas de los países industrializados para mejorar su competitividad internacional y aprovechar los recursos de otros países incrementando la oferta laboral. Colombia compite en operaciones manufactureras con grandes multinacionales. Sesamotex S. A. S. ofrece *full package* a su marca con los más altos estándares en diseño, producción y calidad del mercado nacional desde la materia prima hasta el producto final.
- **Tejeduría**
Máquinas de tejido circular, lo que permite ofrecer una gran variedad de tejidos de algodón de alta calidad.
- **Tintorería**
El proceso de tintorería de hilos permite tener una buena oferta para la producción de telas listadas con teñido en alta y baja temperatura.

- **Corte**
Para el proceso automático de corte se abastecen los moldes garantizando un corte eficiente y exacto, lo que permite cumplir con las altas demandas de producción.
- **Estampado**
Este proceso de producción en serie se complementa con otras técnicas como son el transfer, flocks, ringstones, nailheads, foil. Se utilizan materias primas de calidad como los plastisoles, *high density*, tomando como base el sistema PANTONE.
- **Confección**
Para este proceso se cuenta con personal especializado que garantice calidad y eficiencia, utilizando maquinaria de última generación y accesorios apropiados para cada tipo de operación, lo cual permite satisfacer las demandas de los clientes más exigentes.

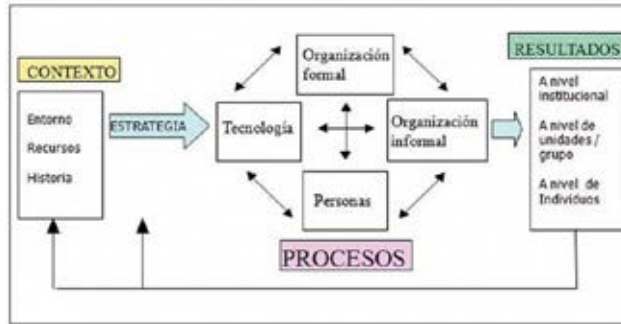
El modelo de gestión

El presente trabajo propone un modelo teórico-gráfico de gestión de la innovación empresarial bajo la ruta de I+D como base para evaluar y fortalecer la gestión de Sesamotex, que integra aportes de Nadler & Tushman (1997), modelo de gestión de la innovación del CIDEM (2002), marco de referencia de la innovación (2006), modelo de gestión de innovación tecnológica (2001) y resultados de los trabajos de Robledo (2010, 2011) sobre modelos de gestión de I+D+i.

El modelo de congruencia de Nadler & Tushman (1997)

El modelo de Nadler & Tushman (1997), modificado por Michigan Engineering (Gouel, 2005):

Figura 1. Modelo de congruencia sistémica de la organización.



Fuente: adaptado de Nadler & Tushman (1997) y Gouel (2005).

Este modelo conceptualiza la organización como un sistema abierto el cual tiene que interactuar con el ambiente externo para sobrevivir, poniendo de relieve las características de contingencia, dependencia, intercambio de recursos y productos, dinamismo y foco externo de las organizaciones productivas.

Este modelo tiene unos componentes principales que se describen a continuación:

- El contexto: se refiere al impacto de todo el componente del entorno como la demanda, oportunidades y restricciones, las cuales se desenvuelven en la organización. Además de los recursos y los hechos (historia) que son significativos.
- La estrategia: es la meta o el punto de llegada de la organización y las acciones para cumplirlas.
- Los procesos de transformación: son los elementos que convierten los insumos en resultados para la organización, los cuales crean valor para el consumidor.
- Los resultados: desempeño de la organización en términos de efectividad, eficiencia y adaptabilidad.

Las propuestas de Robledo (2010, 2011): Gestión prospectiva estratégica de la I+D+i: una propuesta de un modelo conceptual

La Universidad Nacional de Colombia tiene una gran responsabilidad y un gran compromiso frente a la I+D+i en el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. Es por ello que su organización interna, sus objetivos trazados y los resultados que esperan deben estar alineados con el contexto nacional.

Este modelo es una propuesta de gestión prospectiva estratégica de I+D+i para la Universidad Nacional de Colombia, planteado por Jorge Robledo Velásquez (2011), el cual busca contribuir a la solución de los problemas identificados en la gestión prospectiva estratégica de la I+D+i, proponiendo una estructura básica y procesos organizacionales para formalizar su planeación.

Para la elaboración de esta propuesta se utilizó un método de diseño de sistema organizacional con las siguientes etapas:

- Definición de un marco conceptual.
- Definir explícitamente el problema que se quiere solucionar con la elaboración de la propuesta del modelo.
- Definir claramente el objetivo para el diseño del modelo.
- Identificar las restricciones que existen para el diseño del modelo y los resultados que se esperan.
- Elaboración del diseño y formulación de la propuesta de modelo teniendo en cuenta todo lo anterior, basados en referentes de la literatura nacional e internacional.
- Definición de previsiones para la implementación del modelo.

El objetivo de presentar una propuesta de modelo de gestión de la I+D+i para la Universidad Nacional de Colombia, definido en el trabajo de Robledo (2011), es: “Liderar la construcción de consensos nacionales sobre los temas de investigación en torno a los cuales se deben enfocar, fortalecer e integrar los esfuerzos de la CTI en el país, mediante la formulación e implementación de agendas de conocimiento”. Este objetivo surge de la identificación previa de situaciones problema de la Universidad, las cuales se pretenden solucionar mediante el modelo de gestión.

Una vez definido el objetivo claramente, se identificaron las restricciones que pueden afectar al diseño de la propuesta del modelo de gestión, basados en las capacidades con las que cuenta la Universidad y el país para definir las limitaciones de los modelos y de los recursos disponibles para la implementación y operación del mismo y las buenas prácticas de referencia.

Se identificaron, también, los resultados esperados con la implementación de la propuesta del modelo de gestión, los cuales especifican claramente lo que este debe permitir a la Universidad.

Se recurre a la literatura para realizar la propuesta del modelo, el cual se basa en los conceptos del modelo de congruencia de Nadler y Tushman (1997) y trabajos complementarios que desarrollan la perspectiva de los recursos, la integran al modelo anterior y la aplican a la gestión prospectiva estratégica de la I+D+i de la Universidad Nacional de Colombia.

El modelo tiene cinco elementos que lo constituyen, mencionados en el trabajo llevado a cabo por Robledo (2011):

1. Los componentes del modelo genérico (el contexto, la estrategia, los procesos de transformación y los resultados).
2. Los procesos organizacionales y sus capacidades.
3. La matriz que relaciona las dimensiones y las capacidades, definiendo para cada una de estas la intencionalidad estratégica que sustenta y los resultados que posibilita, así como componentes de organización formal, organización informal, personal y tecnología.
4. La estructura de la organización en términos de las instancias y principales dependencias que respaldan los procesos.
5. La matriz estructura-procesos organizacionales, que define las responsabilidades básicas de las instancias y dependencias de la Universidad Nacional de Colombia frente a la gestión de la I+D+i.

Por último, es necesario tener en cuenta que el modelo propuesto es uno conceptual, que debe ser llevado a fases de diseño detallado y validación experimental hasta

llegar a la plena implementación. Además, se debe implementar un plan de aprendizaje con el fin de lograr que el modelo de gestión evolucione en la medida en que se identifiquen desajustes organizacionales que ameriten su mejora y transformación.

Modelo de gestión de I+D+i del sector eléctrico colombiano

Este modelo es el resultado del proyecto “Contribuyendo a la consolidación de capacidades y gestión en I+D+i del sector eléctrico colombiano”, en su componente “Modelo de gestión de I+D+i”, elaborado por el profesor Jorge Robledo Velásquez, director del grupo de Innovación y Gestión Tecnológica de la Facultad de Minas.

Al igual que para la propuesta de modelo anterior del profesor Jorge Robledo Velásquez, para desarrollar esta propuesta del modelo sectorial se utilizó un método de diseño de sistema organizacional con las siguientes etapas:

1. Definición de un marco conceptual.
2. Definir explícitamente el problema que se quiere solucionar con la elaboración de la propuesta del modelo.
3. Definir claramente el objetivo para el diseño del modelo.
4. Identificar las restricciones que existen para el diseño del modelo y los resultados que se esperan.
5. Elaboración del diseño y formulación de la propuesta de modelo teniendo en cuenta todo lo anterior, con base en referentes de la literatura nacional e internacional.
6. Definición de previsiones para la implementación del modelo.

Para las etapas 2, 4 y 6 se recurrió a la elaboración de una encuesta que respondieron 76 personas con niveles de formación y experiencia en el sector. La encuesta fue realizada en las principales ciudades del país: Barranquilla, Bogotá, Bucaramanga, Cali y Medellín, con el fin de recoger los aportes de los participantes del sector para que la propuesta integre los insumos y retroalimentaciones del proceso de consulta y se consoliden los resultados para construir legitimidad sectorial.

Los sistemas sectoriales de innovación demandan una atención especial al ser más complejos, puesto que cada sector de la economía se comporta de manera

distinta en el mercado, de acuerdo con sus especificidades (Malerba, 2002). Es por esta razón que los países industrializados han implementado modelos de gestión para cada sector con el objeto de aumentar su competitividad por medio de la ciencia, la tecnología y la innovación, definiendo planes y políticas para transformar el sector en uno de clase mundial, que es el propósito de la implementación de este modelo.

Según Malerba, un sistema sectorial de innovación experimenta procesos de transformación a través de la coevolución de sus elementos constitutivos: los productos, los actores, el conocimiento y los procesos de aprendizaje, las tecnologías básicas, los insumos, la demanda, los vínculos y complementariedades relacionadas, los tipos y la estructura de las interacciones entre los actores del sistema (de acuerdo con la teoría de los sistemas de innovación), procesos de competencia y selección y las instituciones.

Para tales efectos, el modelo de gestión sectorial propuesto se fundamenta en el establecimiento de relaciones y un conjunto de procesos que fortalezcan a los actores del sistema y dinamicen sus interacciones en torno a la I+D+i.

Así pues, el modelo sectorial se define en el trabajo de Robledo (2011) con base en los siguientes elementos:

- Los actores del sistema y su caracterización funcional.
- La estructura de relaciones entre los actores del sistema.
- Los procesos que regulan las interacciones entre los actores.

El modelo propuesto cumple con los criterios de diseño establecidos para el efecto: completitud, pertinencia, flexibilidad y viabilidad.

Para el diseño de este modelo de gestión se adopta la propuesta de Nadler & Tushman (1997), como en la propuesta del modelo anterior, también llevada a cabo por Robledo (2011). Por consiguiente, se definen:

1. Los componentes del modelo genérico (el contexto, la estrategia, los procesos de transformación y los resultados).

2. Los procesos organizacionales y sus capacidades.
3. La matriz que relaciona las dimensiones y las capacidades, definiendo para cada una de estas la intencionalidad estratégica que sustenta y los resultados que posibilita, así como componentes de organización formal, organización informal, personal y tecnología.
4. La estructura de la organización en términos de las instancias y principales dependencias que respaldan los procesos.
5. La matriz estructura-procesos organizacionales, que define las responsabilidades básicas de las instancias y dependencias del sector eléctrico colombiano frente a la gestión de la I+D+i.

Diagnóstico de la empresa Sesamotex en temas de innovación

Metodología

Los recursos incluyen todo tipo de activos, tangibles e intangibles, a los que una entidad tiene acceso o no, pero que debería conseguir para lograr sus objetivos. Las capacidades son la habilidad de la entidad para utilizar sus recursos en función del logro de los objetivos establecidos. En esta perspectiva teórica, la construcción de capacidades es una condición necesaria para el logro de los objetivos estratégicos de la organización. Es claro que las capacidades de innovación constituyen un conjunto particular de capacidades organizacionales que contribuyen críticamente al logro de los objetivos de innovación (Robledo, Aguilar, & Pérez, 2011).

Para llevar a cabo este diagnóstico se construyó una herramienta en Excel, la cual contiene unas encuestas valorativas, basadas en el trabajo modelo de gestión de I+D+i del sector eléctrico colombiano, hecho por el profesor Jorge Robledo Velásquez (2011), con el fin de recolectar los datos necesarios para el diseño del modelo de I+D+i, con base en las capacidades de innovación de la organización que menciona Robledo (2011):

- Capacidad de planeación estratégica de la I+D+i.
- Capacidad de gestión del portafolio de proyectos de I+D+i.

- Capacidad de producción.
- Capacidad de mercadeo.
- Capacidad de gestión financiera para la I+D+i.
- Capacidad de relacionamiento internacional para la I+D+i.
- Capacidad de comunicación relativa a la I+D+i (capacidad de aprendizaje organizacional).

Las anteriores capacidades indican los puntos fuertes y débiles de la organización, los cuales deben tenerse presentes para la realización de la propuesta y del diseño del modelo de I+D+i, y, en caso de querer ser implementado el modelo, como base para el diseño de los indicadores de innovación.

En las encuestas también se incluyeron unos espacios en la parte inferior para que los encuestados agregaran sugerencias, comentarios u observaciones que se estimen oportunas e importantes dentro del diseño del modelo de I+D+i.

Para cada una de estas capacidades se expusieron un mínimo de ocho problemáticas o situaciones, que se califican utilizando una escala de respuesta tipo Likert, indicando así su grado de acuerdo o desacuerdo con cada una de las preguntas:

1. Muy bajo
2. Bajo
3. Medio
4. Significativo
5. Muy significativo

La escala de tipo Likert es una escala psicométrica comúnmente utilizada en cuestionarios, y es la escala de uso más amplio en encuestas para la investigación. Cuando respondemos a un elemento de un cuestionario elaborado con la técnica de Likert, lo hacemos especificando el nivel de acuerdo o desacuerdo con una declaración (elemento, ítem o reactivo). La escala se llama así por Rensis Likert, que publicó en 1932 un informe describiendo su uso.

Los resultados de la encuesta se exponen en la primera hoja de cálculo de la herramienta en Excel, donde se pueden ver las calificaciones de cada una de estas capacidades y la información sobre los participantes o encuestados (número de encuestados).

La finalidad de este diagnóstico y de llevar a cabo estas encuestas valorativas es, como ya se mencionó anteriormente, recoger datos y opiniones de los diferentes miembros o actores de la empresa Sesamotex para resaltar las puntuaciones más valoradas con el fin de ver las fortalezas y debilidades en la propuesta y así diseñar las estrategias correspondientes al modelo.

Resultados de la encuesta

Una vez realizadas las encuestas se hace el análisis cuantitativo y cualitativo:

Tabla 1. Resultados de calificación de capacidades.

Calificación de las capacidades de innovación de la empresa Sesamotex	
1. Capacidad de planeación estratégica de la I+D+i.	2,55
2. Capacidad de gestión del portafolio de proyectos de I+D+i.	2,80
3. Capacidad de producción	2,96
4. Capacidad de mercadeo.	3,60
5. Capacidad de gestión financiera para la I+D+i	2,35
6. Capacidad de relacionamiento para la I+D+i.	2,72
7. Capacidad de comunicación relativa a la I+D+i (capacidad de aprendizaje organizacional).	3,03
TOTAL	2,9

A partir de la evaluación de estas capacidades, se identificaron las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas de la empresa Sesamotex para posteriormente diseñar estrategias para implementar en el modelo de I+D+i y que sean de mucho beneficio para la organización.

Tabla 2. Matriz DOFA.

FORTALEZAS
<ol style="list-style-type: none"> 1. Cultura de mejora continua en la organización. 2. Sistema de sugerencias del empleado a través de Kaizen. 3. Conexión con los clientes. 4. Claridad y comprensión de los objetivos y políticas de la organización. 5. Identificación de oportunidades en el mercado. 6. Sistemas de gestión de calidad. 7. Distribución en planta. 8. Diversificación de productos. 9. Buenas prácticas de ventas. 10. Satisfacción del cliente y fidelización del mismo. 11. Comunicación entre las diferentes áreas. 12. Acercamiento entre directivas y procesos operativos.
OPORTUNIDADES
<ol style="list-style-type: none"> 1. Espacios extralaborales para el establecimiento de negociaciones. 2. Sector fuerte de la industria nacional. 3. Eventos nacionales e internacionales para promocionar la marca. 4. TLC vigentes. 5. Cubrimiento internacional. 6. Maquila en el sector textil de empresas nacionales e internacionales. 7. Colaboración y articulación de esfuerzos entre las entidades del sector. 8. Gran número de tendencias masculinas y femeninas en los ámbitos nacional e internacional.

DEBILIDADES
<ol style="list-style-type: none">1. Visión compartida de futuro.2. Definición clara de roles en instancias de dirección, coordinación, concertación, ejecución y evaluación para la gestión de I+D+i.3. Planeación, ejecución y seguimiento a la política y estrategias de I+D+i.
<ol style="list-style-type: none">4. Formulación clara de estrategias de I+D+i.5. Vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva.6. Accesibilidad al conocimiento sobre tendencias mundiales de I+D+i relativas al sector.7. Evaluación y seguimiento a los proyectos en cada etapa.8. Proyectos alineados con la estrategia de la organización.9. Tiempos extensos de <i>lead time</i> (poca capacidad productiva).10. Poca financiación de la I+D+i e inversión en proyectos (no se asignan recursos).11. No se trabaja por proyectos.12. Capacitación a empleados.13. Documentación de procesos.14. Utilización de alta tecnología.
AMENAZAS
<ol style="list-style-type: none">1. Mucha competencia en el sector textil.2. Precios muy competitivos por mano de obra muy barata, sobre todo a en el ámbito internacional.3. Posicionamiento de marcas con más trayectoria en el mercado.4. Entrada de marcas internacionales al país.5. Gran número de maquiladores.6. Tendencias no adaptadas a la cultura nacional.7. <i>Marketing</i> más agresivo.

Propuesta del modelo de I+D+i

Es necesario definir, antes de entrar a explicar el modelo, lo que es un modelo de gestión: representación abstracta de una organización, de los estados que adopta y de las acciones que emprende para lograr determinados fines. Para el diseño del modelo de I+D+i se consideraron: el problema que se busca resolver, el objetivo que se persigue, las restricciones que deben tenerse en cuenta y los resultados esperados.

El modelo propuesto está basado en la definición de un problema cuyo objetivo es convertir a la empresa Sesamotex en una empresa más competitiva en su sector de mercado a través del diseño de un modelo teórico-gráfico de gestión de investigación y desarrollo para la innovación, basado en la literatura de los diferentes modelos.

El modelo propuesto está bajo la implementación del ciclo PHVA (planificar, hacer, verificar, actuar) con el fin de que se retroalimente en todas sus etapas y procesos, esto lo hace un modelo capaz de cambiar y adaptarse mediante ajustes y mejoras realizadas por todos los actores que participan en él.

Se busca, entonces, involucrar a todas las áreas de la organización para que se sientan comprometidas con el modelo de I+D+i, a los actores externos con los que se interactúa y a todos aquellos con los que aún no, pero con los cuales se podría establecer relaciones para beneficio de la organización.

Cabe resaltar que este modelo es una propuesta, lo cual deja saber que no se ha hecho ningún tipo de prueba ni validación experimental, pasos previos para su plena implementación.

Presentación del modelo teórico-gráfico de I+D+i

Se tienen dos propuestas gráficas del modelo, pero con las mismas características conceptuales y teóricas. Estas son:

Propuesta I del modelo teórico-gráfico de I+D+i



Propuesta II del modelo teórico-gráfico de I+D+i



Planeación estratégica

Para garantizar una buena planeación estratégica es necesaria la formulación de una política clara de I+D+i en la empresa Sesamotex, en la que se documenten los resultados de las propuestas, análisis, concertaciones y decisiones en las que participen las instancias de dirección, coordinación, concertación y soporte de la empresa.

En este proceso de elaboración de la política, corresponde a las directivas velar porque la formulación de esta incorpore componentes de I+D+i que recojan las necesidades de la empresa y las propuestas consensuadas por las mismas, y que una vez formulada y adoptada como política, las orientaciones que allí se definan en materia de I+D+i sean recogidas, desarrolladas e implementadas por la empresa.

Cabe resaltar que antes de ser adoptada la política y como proceso posterior a su formulación, debe ser evaluada por la mesa de trabajo de la organización e incluida en el plan PHVA, con el fin de hacer un seguimiento a los procesos bajo la política de I+D+i.

Luego de tener clara la política se debe desarrollar el plan estratégico de I+D+i, estableciendo objetivos, estrategias, líneas de acción y los programas de I+D+i que ayudarán a desarrollar y cumplir la política.

El plan estratégico de la organización será desarrollado por la mesa directiva de la empresa Sesamotex, la cual debe también decidir, en conjunto con Recurso Humano, las personas que van a estar liderando y apoyando el modelo de I+D+i.

A las directivas y encargados de realizar los procesos pertinentes del ciclo PHVA les corresponde hacer la coordinación de la formulación e implementación del plan. Igualmente, informar al sistema sobre el desarrollo del proceso de formulación e implementación y sobre los resultados de los ejercicios de evaluación del plan.

Dirección de proyectos

Los proyectos de I+D+i son la forma operativa que adquiere la gestión de la innovación en la empresa. Se llama proyectos de I+D+i a aquellos que ayudan y contribuyen a producir innovación a través de las diferentes combinaciones entre investigación, desarrollo experimental y otras actividades de innovación.

Según Cooper, Edgett & Kleinschmidt, *“Portfolio management is a dynamic decision process, whereby a business’s list of active new product (and R&D) project is constantly up-dated and revised. In this process, new project are evaluated, selected and prioritized, existing projects may be accelerated, killed or de-prioritized; and resources are allocated and re-allocated to active projects. The portfolio decision process is characterized by uncertain and changing information, dynamic opportunities, multiple goals and strategy consideration, interdependence among projects and multiple decision-makers and locations”* (Cooper, Edgett & Kleinschmidt, 2001, p. 3).

La gestión de portafolios de proyectos de I+D+i y su actividad central, selección y priorización de proyectos mediante múltiples herramientas de clasificación de los mismos, crean o son el vínculo existente entre la estrategia tecnológica de una empresa,

la toma de decisiones sobre la forma de asignar los recursos y el desarrollo de procesos y procedimientos operativos y de gestión para generar conocimiento, aplicarlo a la industria y solucionar problemas para luego convertirse en una innovación, una vez sea aceptado por las condiciones del mercado.

El proceso, que de forma más conveniente se decide nombrar como dirección de proyectos, gestiona la formulación, financiación y ejecución de los proyectos de I+D+i que se requieren para desarrollar los programas definidos en la planeación estratégica. Además de clasificar y priorizar (proyectos de corto, mediano y largo plazo) mediante diferentes metodologías definidas por la empresa y programarlos definiendo tiempo y recursos (humano, financiero).

Dentro de la gestión del portafolio de proyectos se incluyen procedimientos de protección, valoración, negociación y contratación de tecnología, los cuales deben definirse en su alcance y contenido por las directivas de la empresa Sesamotex en conjunto con el equipo de I+D e ingeniería y *marketing* para efectos de su implementación e impacto en la organización en todos sus procesos productivos:

- Gestión del portafolio de proyectos de I+D+i: evalúa las ideas de I+D+i del banco de ideas y define las que pasan a la fase de formulación de proyectos, provee asesoría y recursos para la formulación de proyectos, evalúa los proyectos formulados y define los que pasan a la fase de ejecución, define los proyectos que son retirados del portafolio, apalanca la gestión financiera de los proyectos.
- Ejecución de proyectos de I+D+i: administra los recursos del proyecto, planea las actividades y asigna responsabilidades, desarrolla actividades según cronograma y presupuestos asignados, presenta informes de avances y final del proyecto.
- Adquisición de tecnología: incluye la compra de tecnología incorporada y desincorporada, el desarrollo conjunto y la contratación de proyectos de I+D+i, evalúa alternativas de adquisición de tecnología para proyectos de I+D+i, establece los términos de la negociación y define los contratos de adquisición.

Las propuestas a los proyectos que formarán el portafolio provienen de todos los agentes del sistema, que pueden ser, por ejemplo, una buena idea para desarrollar desde lo operativo hasta lo administrativo, con el fin de integrar a todos los empleados de la organización para que sean parte del modelo y su funcionamiento, haciendo diferencia entre lo que es una buena idea, un proyecto o una mejora.

Tales propuestas y recomendaciones son recogidas por las directivas y los líderes del modelo de I+D+i, quienes las consideran y toman decisiones al respecto dando lugar a la inclusión de nuevos proyectos al portafolio, a la terminación de aquellos que se evalúan como inviables, a la continuación de los proyectos en nuevas etapas de desarrollo, a decisiones estratégicas relativas al manejo de la propiedad intelectual, a la valoración de los desarrollos logrados y a la negociación y contratación de la explotación comercial o el uso de las tecnologías que emerjan del mencionado portafolio.

Las decisiones estratégicas de la dirección de proyectos y su gestión de portafolios son puestas a consideración y finalmente avaladas por las directivas de la empresa Sesamotex, quienes garantizarán su consistencia con los objetivos estratégicos establecidos en la política y los lineamientos del modelo de I+D+i.

La responsabilidad de la coordinación de este proceso recae en una mesa de trabajo de I+D+i formada por los directores de cada proceso según el tipo de proyecto que se va a desarrollar. Aquella debe velar por la correcta implementación del portafolio y garantizar que la información sobre el mismo llegue de manera oportuna a todos los agentes del sistema (modelo I+D+i).

En cuanto a la ejecución de los proyectos de I+D+i, las propuestas provendrán de los agentes involucrados según el proyecto que se va a ejecutar. Dichas propuestas serán evaluadas por las directivas y los líderes del modelo, con el fin de tomar la mejor decisión y hacer mejoras, si es necesario, a lo largo de la ejecución, evaluando la pertinencia de los mismos respecto a la política, planes y disponibilidad de recursos (presupuesto, personas, alcance, etc.) para llevarse a cabo.

Una vez esté clara la metodología para la ejecución de los proyectos, es responsabilidad de cada equipo de trabajo elaborar y publicar informes periódicos de avance de la ejecución, retroalimentar los procesos involucrados y los sistemas de información, así como documentar todos y cada uno de los procedimientos.

Cada equipo de trabajo por proyecto tendrá su líder o responsable y todo el proceso será supervisado y avalado en cada etapa por la mesa de trabajo (líderes del modelo) y las directivas.

Investigación y desarrollo (I+D)

Es el proceso encargado de gestionar los nuevos desarrollos por iniciativa propia y de otro proceso, involucrando a las partes interesadas en llevar a cabo todo el estudio de proyectos de innovación, gestión de la información y documentación de la misma y de cada procedimiento a lo largo de la investigación (orientada o aplicada) hasta llegar al desarrollo, que es lo que traerá beneficios y agregará valor a los procesos de la organización.

I+D es el medio o el eje central del modelo que ayudará a la ejecución de los proyectos mediante su gestión como proceso, ya sea brindando la información necesaria o encontrando los medios para ejecutar de manera exitosa un proyecto.

Un proyecto puede estar dirigido a la compra de tecnología, al cambio o mejora de un proceso o producto, al desarrollo de un nuevo proceso o producto, etc. Esto, por mencionar algunos en los que I+D debe estar presente y como eje central acompañando a los demás procesos que ejecutarán el proyecto, los cuales serían, por ejemplo, para los que acabo de mencionar, ingeniería, *marketing* y, en otros casos, con los procesos involucrados.

Para ello, I+D debe gestionar alianzas estratégicas con centros de desarrollo tecnológico, con universidades, con el Estado, para lograr éxito en la ejecución de los proyectos de I+D+i, aprovechando y utilizando todas las herramientas que se tienen a través del sistema Nación.



Alianzas estratégicas para la búsqueda de conocimiento

Además de proponer estrategias para el uso de TIC con el fin de llegar más fácil a la información, la cual debe ser segura y confiable.

Es importante definir procesos de vigilancia tecnológica y prospectiva con el fin de hacer *benchmarking* y abordar estrategias de innovación con dichos resultados (estas estrategias se elaboran junto con el plan estratégico de la organización).

Se debe documentar cada proceso y procedimiento, estimular la creatividad en los grupos de trabajo formados; presentar, formular y ejecutar proyectos de I+D+i que busquen agregarle valor a la compañía, conocer las necesidades del cliente (proceso conjunto con *marketing*) y que fluya la información en ambas direcciones desde I+D a *marketing* y viceversa. Además, protección de la propiedad intelectual: licencias, patentes.

Todos los procesos deben trabajar de manera conjunta e interactuar según las necesidades del modelo, por ejemplo: I+D y Recurso Humano deberán definir los tipos de aprendizaje que se van a implementar en la organización y con ello realizar capacitación del personal.

A continuación se explican brevemente algunas de estas actividades y procesos mencionados:

- Promoción y gestión del banco de ideas de I+D+i: promueve la creatividad y la innovación, incentiva la generación de ideas de I+D+i, provee asesoría y recursos para la generación de ideas, provee los instrumentos para presentar las ideas de I+D+i.
- Protección de la propiedad intelectual: evalúa y define las formas de protección de la propiedad intelectual aplicable a los resultados de los proyectos de I+D+i, define las cláusulas de propiedad intelectual, de las actas de iniciación de los proyectos, establece los compromisos de confidencialidad aplicables, tramita patentes.

Ingeniería y marketing

Estos dos procesos terminan la cadena productiva y de ejecución de los proyectos de I+D+i: ingeniería lleva a cabo los desarrollos de tipo tecnológico e innovaciones de producto y proceso de la mano de I+D. Por otro lado, *marketing* lleva a cabo innova-

ciones de mercado, la forma de llevar el producto al consumidor disminuyendo costos y, lo más importante, convirtiéndolo en innovación al ser aceptado por el mercado.

Ingeniería, entonces, es el proceso encargado de la puesta a punto de las máquinas y de la tecnología, de llevar a cabo proyectos de tipo tecnológico (desarrollos, adquisición de tecnología, etc.), estandarización de los procesos y especificaciones de máquina y de nuevos procesos, así como de documentar los procedimientos.

Es muy importante también que ingeniería participe en proyectos de eliminación de pérdidas y cuellos de botella mediante la optimización de procesos y la innovación.

Ingeniería debe velar porque los procesos sean cada vez más amigables con el medio ambiente, procesos más limpios y organizados basados en criterios de calidad y competitividad, y velar por las funciones de mantenimiento y calidad favoreciendo el indicador de NC (no conformidades).

Es este proceso el encargado de llevar a cabo proyectos de adquisición de máquinas, equipos, *software* y puesta a punto de ellas, desarrollos (pruebas piloto, prototipo, evaluación de resultados, efectividad, eficiencia, adaptabilidad) de la empresa Sesamotex.

Además, identificar tecnologías emergentes y evaluar su impacto potencial en el negocio definiendo brechas tecnológicas en los productos y procesos mediante la inteligencia tecnológica y referenciación competitiva, es una tarea y meta que debe proponerse y alcanzar el proceso de ingeniería de la mano de los demás procesos del modelo.

Marketing, por su parte, debe preocuparse por las formas de introducción del producto al mercado de manera exitosa, identificar las necesidades del consumidor de manera que pueda ser esta la primera fuente de generación de ideas para convertirlas en proyectos de I+D+i.

Es necesario que *marketing* identifique su mercado y los potenciales o emergentes, definir su público objetivo de manera que haya un foco para toda la organización y las ideas estén alineadas con la razón de ser de la misma.

El equipo de *marketing* de Sesamotex debe estar a cargo del lanzamiento exitoso de los nuevos productos de manera que puedan ser aceptados por el mercado, sean sostenibles y, posteriormente, se conviertan en una innovación. Es decir, *marketing* se encargará de realizar todos los preparativos para el mercadeo (lanzamiento), además de medir qué tan exitosa es la innovación de acuerdo a la aceptación en el mercado y el público, y qué tan sostenible es y puede llegar a ser.

La evaluación de insumos, resultados e impactos de la innovación es también una tarea en la que *marketing* debe participar activamente, definiendo los indicadores de innovación y los métodos para su obtención; evalúa los resultados e impactos de la innovación en el mercado. Además, define y valora los resultados de los proyectos de I+D+i para efectos contables y comerciales.

Se deben construir indicadores de innovación que ayuden a responder preguntas del tipo:

- ¿Quién innova?
- ¿Con qué intensidad y frecuencia?
- ¿Qué tipo de innovación es?
- ¿Por qué, para qué y con qué resultados?
- ¿Con qué costo?
- ¿Cómo, con quién y dónde?

Para recolectar los datos necesarios con el objeto de construir los indicadores de innovación se realizó una herramienta que contiene una encuesta de innovación hecha en la empresa Sesamotex, la cual muestra los puntos fuertes y débiles de la organización en dicho tema.

Recurso humano

Este proceso es realmente muy importante en cualquier tipo de organización y su eficiencia como tal garantiza el buen funcionamiento de la organización en pro de la planeación. En este proceso influye la normatividad, que comprende las políticas,

los procedimientos, la competencia, leyes, situación política, económica y social de la empresa y el país, el liderazgo y trabajo en equipo, el tipo de organización, etc.

Recurso humano es el encargado de que la empresa cuente con las personas capacitadas para ejecutar los proyectos y garantizar un excelente clima organizacional y laboral, de manera que el empleado se sienta a gusto con sus deberes, sus compañeros, su equipo y su puesto de trabajo.

Es por ello que sus procedimientos como proceso deben ser, en un porcentaje muy alto, casi perfectos, desde el proceso de reclutamiento, selección, contratación e inducción hasta el desarrollo, capacitación, relaciones laborales de los empleados, y aun hasta el momento en que se retire el empleado, ya sea por jubilación, despido, licencia, renuncia, incapacidad, etc.

Aquí estamos hablando del capital más grande de una compañía, que es su gente, las personas y su conocimiento porque sin ellos nada se podría llevar a cabo.

Es por esto que recurso humano debe elaborar y diseñar de manera clara y concisa los perfiles laborales de la organización de acuerdo con su cultura como empresa, de manera que pueda tener en su capital de trabajo las personas que satisfagan los requerimientos de la organización para ocupar los puestos eficientemente.

Pero recurso humano no solo se concentra en la selección de personal, aunque es su principal actividad, la cual soporta el resto de sus procesos, pues no se trata de aceptar o rechazar candidatos, sino de conocer sus aptitudes y cualidades con el objeto de ubicarlo en el puesto más a fin a sus características. Se trata, entonces, de buscar la gente competente para la competencia adecuada, es decir, buscar la gente idónea para el puesto idóneo.

Luego va todo el trámite de contratación e inducción y procesos tan importantes para cualquier compañía como el tema de capacitación, salarios y relaciones laborales.

Con este tema, el modelo pretende bonificar de alguna manera (no necesariamente con dinero) a todas aquellas personas que aportan haciendo mejor su trabajo en beneficio de la organización.

Para ello se realizarán capacitaciones, se formarán equipos de mejora continua, se establecerá un método de sistema de reconocimiento de logros y se premiará todo

tipo de idea que lleve a una mejora o a un proyecto de investigación, desarrollo, innovación o al mejoramiento significativo de algún proceso, método, producto, herramienta, etc.

Todo ello permite que el clima organizacional de la empresa pueda aumentar de manera positiva, significativamente hablando, y que como consecuencia los procesos productivos mejoren, se despierte la inquietud de los empleados (sobre todo de la parte operativa) por mejorar y hacer mejoras a su proceso en beneficio de la organización.

Es responsabilidad de cada proceso donde se lleve a cabo una mejora, documentarla, y para ello capacitar es muy importante. Es una tarea que coordina el proceso de recurso humano.

El proceso de capacitación es muy importante para lograr la implementación del modelo de I+D+i.

El concepto de capacitación se refiere a hacer a alguien apto o habilitarlo para algo, con los siguientes propósitos u objetivos:

- Adaptar a la persona en el cargo.
- Lograr eficiencia y optimizar las labores.
- Incrementar la productividad.
- Preparar para otros niveles.
- Promover seguridad en el empleo.
- Mejorar condiciones de seguridad en el trabajo.
- Promover el mejoramiento de sistemas.
- Reducir quejas y alta moral.
- Facilitar supervisión del personal.
- Promover ascensos por méritos.
- Reducir rotación, accidentes y costos de operación.

Importancia de la capacitación

- Evitar altos costos por retrabajos y problemas de servicio y calidad.
- Aumento de eficiencia y eficacia en el rendimiento del trabajo.
- Aumento de utilidades.
- Trabajadores motivados y seguros.

Para ello se utilizan cursos, manuales, equipo de proyección, multimedia, videos, imágenes, programas, etc.

A la hora de llevar a cabo una capacitación se debe tener en cuenta un diagnóstico de necesidades de aprendizaje o de capacitación y adiestramiento, así como el perfil del puesto.

Además de llevar a cabo, de la mano de los demás procesos, los diferentes tipos de aprendizaje:

- Learning by doing.
- Learning by operating.
- Learning by changing.
- Learning by failure.
- Learning by hiring.
- Learning by training.
- Learning by R&D.
- Learning by searching.

Diseño de estrategias del modelo de I+D+i

La principal dimensión estratégica de toda empresa tiene que ver con los productos que constituyen la esencia del negocio, los procesos para producirlos y los mercados abiertos para los mismos.

La mezcla producto-proceso-mercado es, entonces, la decisión estratégica básica de toda empresa, a la cual nos referiremos en lo sucesivo en términos de estrategia de innovación, en tanto que es el proceso de innovación empresarial el que da cuenta e integra estos tres elementos básicos que identifican a cada empresa. Siguiendo a Freeman & Soete (1997), podemos simplificar estos elementos a dos componentes aún más básicos del negocio: la tecnología y el mercado.

La clasificación propuesta por Freeman (1982)

- a. Ofensiva: según Freeman y Soete (1997, p. 168), *“An offensive innovation strategy is one designed to achieve technical and market leadership by being ahead of competitor in the introduction of new products”*. Esta estrategia solo es posible cuando una compañía puede acceder de forma exclusiva a nuevo conocimiento y es capaz de convertirlo en una innovación tecnológica. Involucra altas inversiones y conlleva grandes riesgos e incertidumbres.
- b. Defensiva: aquí se encuentran reunidas las empresas que deciden no ser las primeras en llegar al mercado con sus innovaciones. Así, buscan disminuir el riesgo y despejar la incertidumbre relativa a la reacción del mercado ante la innovación, así como aprovecharse de los errores que comenten los innovadores líderes. Estas empresas hacen esfuerzos por no ser dejadas muy atrás en el proceso de innovación.
- c. Imitativa y dependientes: estas empresas se caracterizan por introducir innovaciones con un retraso significativo frente a los líderes. Esto sucede cuando las patentes están vencidas y las tecnologías son de dominio público y de relativo fácil acceso. Estas empresas no hacen I+D y su capacidad de competencia es débil.
- d. Tradicional y oportunista: la característica principal de las empresas tradicionales es que sus productos no cambian o cambian muy poco, y cuando hay cambio es predominantemente estético, dictado por tendencias de moda o relacionado con

características accesorias al producto o a su forma de suministro. Estas empresas tienden a competir con base en su capacidad para identificar y satisfacer los gustos de sus clientes, por la favorable relación precio / calidad de sus productos, por su localización o por otros factores estáticos. Las estrategias oportunistas son utilizadas por empresas que identifican nichos de mercado sin explotar y que se mueven rápidamente para aprovechar las oportunidades de negocio emergentes.

Barney (1991) sugiere que para que las capacidades se conviertan en competencias nucleares (*core competencies*), deben ser valiosas (es decir, jugar un papel crítico en la competencia por el mercado), raras (en el sentido de que no sean comunes) y difíciles de imitar y sustituir.

El aprendizaje organizacional se puede entender como la forma en que la empresa acumula capacidades y, por ende, competencias.

Es posible, entonces, plantear como objetivo central de la estrategia tecnológica empresarial la acumulación de capacidades a través de procesos de aprendizaje, ya mencionados anteriormente.

Para definir las estrategias del modelo de I+D+i, se ha hecho una matriz DOFA que muestra las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas de la organización y empresa Sesamotex, con base en los resultados arrojados por las encuestas realizadas para diseñar el modelo y sus estrategias.

Según la definición de los tipos de estrategias de innovación existentes y definidas por Freeman (1982), se considera que la empresa Sesamotex debe diseñar y formular, claro está: dentro de su planeación estratégica (proceso fundamental del modelo de I+D+i), estrategias de tipo tradicional y oportunista y fijar metas para luego pasar a diseños de estrategias ofensivas.

Estas son, pues, las estrategias definidas dentro de la propuesta del modelo de I+D+i, realizadas, como ya se mencionó, en una matriz DOFA:

- La empresa Sesamotex debe llevar a cabo excelentes procesos de selección de personal con el fin de vincular personas capacitadas, con buenos conocimientos, que puedan ayudar a la compañía a crecer en todos sus procesos. Además, debe

preocuparse por llevar a cabo las técnicas de aprendizaje y capacitar su personal de manera constante con ese mismo objetivo.

- Favorecer un excelente clima organizacional, incentivando y motivando a los empleados, pues ellos son los actores principales del éxito. Además, es necesario aumentar y mantener la cultura emprendedora y de mejora continua en los empleados.
- Llevar a cabo la gestión de ideas en la organización para estimular la creatividad de los empleados, lo cual puede ayudar a la planeación de buenos proyectos de innovación.
- Realizar procesos colaborativos con los proveedores y clientes de manera que exista una sinergia a lo largo de la cadena productiva y estén alineados con la planeación de la organización para que así disminuyan tiempos de LT. Para ello es necesario hacer extensiva dicha planeación a través de reuniones periódicas con los actores mencionados y proponer planes de acción que puedan llevarse a cabo para lograrlo.
- Establecer alianzas con el Estado y universidades que cuenten con grupos de investigación y que puedan ayudar a ejecutar proyectos o establecerlos en materia de innovación en el sector textil.
- El equipo de ventas debe preocuparse por estudiar el mercado e identificar las necesidades de los clientes con el fin de lograr que estos estén cada vez más satisfechos con los productos de la organización.
- Es importante evaluar la posibilidad de intercambiar personal de I+D con el equipo de ventas, ya que estos conocen mejor las necesidades de los clientes y pueden llevar a cabo ideas para convertirlas en productos tangibles.
- Establecer un Sistema de Sugerencias del Empleado para darles la oportunidad de participar en la mejora continua de la organización con sus ideas.
- Proporcionar las herramientas necesarias para favorecer las actividades de innovación en la organización (herramientas para la selección y clasificación de proyectos de I+D+i, para realizar actividades de inteligencia competitiva, prospectiva y vigilancia tecnológica, manejo de TIC, etc.).
- Buscar nuevas oportunidades de mercado, segmentarlo y posicionar la marca a través de la diversificación de productos y procesos de innovación.

- Distribuir la planta de manera óptima para que satisfaga las necesidades productivas y permita la fluidez de los procesos de la compañía.
- Establecer indicadores que puedan medir las actividades de innovación y su éxito e impacto en la organización de manera que se tenga controlado este proceso.
- Establecer un presupuesto para financiar las actividades de I+D+i de manera que se puedan tener mayores recursos para la ejecución de buenos proyectos de I+D+i que estén alineados con la planeación estratégica de la organización y de acuerdo a su nivel de importancia e impacto en la misma.
- Crear cultura de trabajo por proyectos.
- Hacer partícipes a los clientes de los procesos y proyectos de la organización con el fin de que se puedan identificar mejor sus necesidades y las que aún no se encontraban.
- Documentar todos los procesos y procedimientos que surjan a lo largo de los proyectos para que exista un conocimiento explícito en la organización.
- Asistir y convocar a nuevos espacios extralaborales para el establecimiento de negociaciones con empresas del sector.
- Comunicación horizontal y vertical entre las diferentes áreas de la empresa con el fin de que haya sinergia en todos los procesos.

Conclusiones y recomendaciones

El presente documento propone un modelo de gestión de I+D+i para una empresa del sector textil llamada Sesamotex. El modelo busca contribuir a que la empresa incremente sus capacidades y actividades de innovación con el fin de que pueda lograr un mayor posicionamiento en el mercado y se pueda consolidar en él. Para ello se identificaron sus actores, estructura, relaciones y procesos como los componentes claves en la elaboración de la propuesta del diseño de un modelo de I+D+i para Sesamotex.

El modelo incluye a todos los actores de la organización, desde los operarios hasta los administrativos y aun los proveedores y clientes y todo aquel que participe directa e indirectamente en los procesos de la compañía. Además, el modelo permite ser más competitivos, respondiendo a las necesidades y requerimientos del sector textil.

Esta propuesta es pertinente en una organización como Sesamotex que quiere incorporar actividades de innovación para ganar posicionamiento en el mercado y mejorar sus procesos productivos. Es por ello que es importante resaltar que el modelo permite la adecuación mediante cambios y ajustes de acuerdo a la estructura de los procesos de Sesamotex, de manera que pueda responder a las limitaciones y potencialidades que ofrecen la empresa y el sector textil en Colombia y el mundo, esto lo hace factible.

El modelo permitirá que exista una sinergia en los procesos de la compañía, que se trabaje por proyectos, haciendo más sencillos los procesos de concertación, dirección y coordinación de dichos proyectos de I+D+i que estén alineados con la política y la planeación estratégica de I+D+i de la empresa Sesamotex, lo cual permitirá que se tenga una visión hacia el futuro basada en la innovación de productos, procesos, mercado y nivel organizacional.

Los procesos de inteligencia competitiva y vigilancia tecnológica permitirán la formulación de proyectos que valen la pena en materia de innovación, pues se logrará un mayor conocimiento sobre las tendencias del mercado, no solo en el ámbito nacional, sino también en el internacional.

El modelo se orienta a fortalecer las capacidades evaluadas en el diagnóstico de la empresa para, de esta forma, incrementar el conocimiento del recurso humano de la organización, pues ellos son los actores principales del modelo, quienes construirán las relaciones consolidadas entre empresa-Estado-universidad-sociedad y procesos colaborativos a lo largo de la cadena de valor de la organización.

Todo esto acompañado de una buena dirección que no sienta miedo al cambio y que esté dispuesta a llevar a la organización a un nivel más alto mediante procesos y actividades de innovación, alta motivación de los empleados y la formulación y ejecución de proyectos de gran impacto positivo en la misma, identificados desde las necesidades del mercado y de los clientes, pero, lo más importante, una definición clara de la planeación estratégica y de la política y estrategias de I+D+i que alineará

a la organización para cumplir los objetivos y metas. Esto es importante porque así como es indispensable el recurso y talento humano de la organización, es muy importante el recurso financiero para poner en marcha las ideas y proyectos de I+D+i.

De esta manera, Sesamotex podrá avanzar en la consolidación de un modelo de I+D+i que la ponga en camino a la innovación y al posicionamiento de marca y reconocimiento en el mercado y el sector textil.

La gestión de la investigación y desarrollo para la innovación tiene como función la documentación en materia del proceso productivo de la organización, del producto o servicio, de la estructura de la organización y del mercado y poder determinar las últimas prácticas que se están haciendo alrededor de esto, con el fin de ser cada vez más competitivos en el mercado.

Dentro de esta documentación se encuentran planos, especificaciones de procesos y de productos o servicios, manuales organizacionales, procedimientos, métodos y hasta estudios de mercado de la mano del Departamento de Marketing, para dar capacitación al personal de la empresa y actualización que permita optimizar los procesos en todos los niveles con dominio tecnológico y transmisión exitosa de la información.

Se requiere una actualización de los conocimientos técnicos en cuanto a procesos y productos o servicios para conocer, no solo el *know how*, sino también el *know why* que permita que la organización sea aún más eficiente.

El Departamento de Investigación y Desarrollo debe encargarse, de la mano con la alta dirección y los demás departamentos de la empresa, de la implementación de un modelo de innovación que permita que este proceso se lleve a cabo en la empresa y, asimismo, cumplir con unas funciones propias, que son indispensables para que dicho proceso pueda llevarse a cabo con éxito y con un nivel de incertidumbre menor, a través de la investigación.

Es importante, además, que este departamento y toda la empresa como tal construyan relaciones de alianza con universidades, centros de desarrollo tecnológico u otras organizaciones para facilitar el proceso de innovación, pues se ha pasado de una innovación cerrada (solo de I+D) a una innovación colaborativa (a todos los niveles de la empresa) y a una innovación abierta (miembros ajenos a la organización). Para ello, muchos departamentos de I+D han incorporado en sus procesos a observadores

externos e, incluso, se ha implementado un modelo muy importante, como el *open innovation* o innovación abierta.

Los altos directivos deben preocuparse por designar un responsable de la innovación que tenga una visión de 360° de todos los procesos de la empresa y de hacer una buena gestión de la misma de la mano del Departamento de I+D; incorporar gente creativa en sus procesos, que puedan fijar objetivos de innovación, estrategias, definición de recursos y de riesgo, y, lo más importante, que los procesos de innovación estén bien acotados, definidos y con sus respectivos responsables.

Las personas proponen ideas y estas mueren dentro de la organización debido a la falta de procesos claros que las lleven a la acción; como consecuencia, aparece la desmotivación y las personas dejan de proponer. Este es un desafío grande para el Departamento de I+D, puesto que es quien debe poner en acción las ideas que se generen en todos los niveles de la empresa, porque, como ya se ha dicho antes, la innovación, sea cual sea su tipo, es un proceso colaborativo.

El control de los procesos de innovación dentro del área de gestión empresarial, la coordinación de los mismos con el fin de que la información fluya de manera eficiente, la focalización de los procesos de innovación en el cliente, la buena implementación de una teoría unificada que permita revisar los procesos para saber qué se puede o no mejorar haciendo uso de innovaciones radicales o incrementales y la innovación a tiempo, aunque esto implique cambiar algo que ya funciona por el momento para que la competencia no se anticipe, son funciones que se deben gestionar desde la alta dirección y el Departamento de I+D en conjunto con las demás áreas de la empresa.

En el Departamento de I+D imperan la confidencialidad, la gestión del conocimiento, su protección y su negociabilidad y la vigilancia tecnológica, y, sobre todo, que su razón de ser es dar rentabilidad a la empresa a través de la innovación.

Referencias

1. **Awad, E. M. & Ghaziri. (2004). H. M. Knowledge management. New Jersey: Prentice Hall.**

Guillermo, C., Garcia, J., Gonzales, C. A., Hoover, J., Velez, C., & Lopez, M. (2011). *Creatividad & innovación 2 gestión*. Manizales: Universidad Autónoma de Manizales.

Jáuregui, E. M. (2010). *Creatividad & innovación*. Manizales: Universidad Autónoma de Manizales.

2. **León, N., Noda, M., Torralbas, A. & Lozada, D. Gestión de la innovación tecnológica en el mundo empresarial del siglo XXI.**

Martínez Piva, J. M. (2008). *La protección de los derechos de propiedad intelectual, la innovación y el desarrollo*. Ciudad de México: Mundi-Prensa México S. A. de C. V.

Naranjo, C., Garcia, J., Gonzales, C. A., Hoover, J., Velez, C., & López Trujillo, M. (2011). *Creatividad & innovación 2 gestión*. Manizales: Universidad Autónoma de Manizales.

OCDE (2002). *Manual de Frascati: propuesta de norma práctica para encuestas de investigación y desarrollo experimental*.

OCDE y Eurostat (2005). *Manual de Oslo: guía para la recogida e interpretación de datos sobre Innovación*. Tercera Edición.

RAE. (1999). *Diccionario de la lengua española*.

Roussel, Philip A., Saad Kamal N., Erickson Tanara J. (1991). *Tercera generación de I+D*, Arthur D. Little. Madrid: Inc. Editorial McGraw-Hill

3. **Stage-Gate® - Your Roadmap for New Product Development**

T. Dávila, M. J., Epsteins, R. Shelton. (2006). *Making innovation work: how to manage it, measure it, and profit from it*.

Trias de Bes, F. & Kotler, P. (2011). *Innovar para ganar: el modelo ABCDEF*. Barcelona: Ediciones Urano S. A.

Wiig, M. K. (1994). *Knowledge management, the central management focus for Intelligent-Acting organizations*. Texas: Schema Press.

- Wiig, K. M. (1995). *Knowledge management methods*. Texas: Schema Press.
- Zorrilla, H. *La gerencia del conocimiento y la gestión tecnológica*.
- Robledo, J. (2011). *Modelo de gestión de I+D+i del sector eléctrico colombiano*.
- Robledo, J. (2011). *Gestión prospectiva estratégica de la I+D+i: una propuesta de modelo conceptual*.
- Hobday, M. (2005). *Firm-level innovation models: perspectives on research in developed and developing countries*.
- DÁlvano, L. & Hidalgo, A. (2011). *Innovation management techniques and development degree of innovation process in service organizations*.
- Nobelius, D. (2003). *Towards the sixth generation of R&D management*.
- Jordana, J. (2007). *La gestión de la I+D+i agroalimentaria: un modelo basado en el aprendizaje social*.
- Freeman, C. (1996). *The greening of technology and models of innovation*.
- Rabino, S. (1983). *Influencing the adoption of an innovation*.
- Marques, P. (2011). *Theories and policies of innovation: a critical review*.
- Bougrain, F. & Haudeville, B. (2001). *Innovation, collaboration and SMEs internal research capacities*.
- Robledo, J. (2010). *Introducción a la gestión tecnológica*.

Análisis de factores que influyen en la permeabilidad de una esponja metálica

Jessica Lorena Baez Botia

Universidad Pontificia Bolivariana
Colombia
jessicalorena.baez@alfa.upb.edu.co

Freddy Hernández Barajas

Universidad Pontificia Bolivariana
Colombia
freddy.hernandez@upb.edu.co

Patricia Fernández-Morales

Universidad Pontificia Bolivariana
Colombia
patricia.fernandez@upb.edu.co

Resumen

Las esponjas metálicas, también llamadas metales celulares, poseen innumerables características y propiedades gracias a su peculiar estructura porosa. Dichas características les brindan a estos materiales un gran número de aplicaciones que no han sido explotadas en su verdadero potencial. Esto significa, entonces, que es fundamental realizar estudios para poder conocer el alcance funcional y estructural en un corto a mediano plazo. Este artículo se basa en el análisis de la permeabilidad,

según la variabilidad de algunas de sus características, tales como la porosidad, lo cual sería de relevancia en aplicaciones tales como filtros, difusores e intercambiadores de calor, debido a que la variación del tamaño de poro permite optimizar el proceso para las aplicaciones mencionadas. Los datos de permeabilidad se analizaron con un modelo de regresión lineal múltiple para estudiar las variables que influyen en esta propiedad, tales como la presión de entrada, tamaño de poro y caudal.

Palabras clave

Esponjas de aluminio, permeabilidad, regresión lineal.

Abstract

The metal foams, also known as cellular metals, have countless features and properties, which offer many applications that have not been exploited in their whole potential, that's why is essential to conduct studies to know the functional and structural scope of these. Current research is based on the analysis of the permeability as the variability of some of its characteristics such as porosity, which would be of relevance in applications such as filters, diffusers and heat exchangers, where due to the variation of the pore size to optimize the process for the mentioned application. The permeability were analyzed with a linear regression model to study the variables that influence this property, such as input pressure, pore size and flow

Key words

Metal foams, permeability, linear regression.

Introducción

Los metales celulares son estructuras porosas que bien pueden tener poros cerrados o abiertos. En el caso de las esponjas metálicas de aluminio, estas poseen porosidad abierta, lo que las hace aptas para múltiples aplicaciones de tipo funcional y, más aún, viables en sistemas que requieran el paso de un fluido. Su mayor potencial se centra en que, además, cuentan con una particular combinación de baja densidad con propiedades tales como transferencia térmica, resistencia mecánica, resistencia a la corrosión, durabilidad, resistencia al impacto, reciclabilidad, entre otras, que varían según el proceso de producción empleado para realizar las mismas [1].

Por otra parte, el diseño óptimo de la aplicación del metal celular de porosidad abierta tiene como objetivo, por ejemplo, la máxima eficiencia de disipación de calor con las mínimas caídas de presión (permeabilidad), dependiendo de la densidad relativa (porcentaje de porosidad) y la distribución de poros en el material [2].

El objetivo del estudio es analizar la influencia de distintos factores, tales como la porosidad, la apertura de válvula y presión de entrada en la permeabilidad de muestras de esponjas de aluminio obtenidas mediante el proceso de infiltración de preformas removibles desarrollado por el GINUMA en la UPB. La permeabilidad, como propiedad, ha sido determinada mediante una serie de ensayos realizados en los laboratorios de la UPB por el grupo GINUMA. Se busca, esencialmente, su potencial uso en filtros, difusores e intercambiadores de calor, los cuales son dispositivos utilizados en múltiples aplicaciones tales como automóviles, aplicaciones industriales y aires acondicionados, para cambiar las condiciones de entrada de un fluido (gas, líquido o hasta luz), dependiendo de la aplicación de unas condiciones de salidas específicas, por medio de un cambio abrupto en el área de paso o trayectoria [1].

Para realizar este estudio se utilizó un método estadístico con el fin de analizar los datos obtenidos de una serie de ensayos experimentales, en los que se estudió la influencia del caudal (37,5 %, 43,75 %, 50 %, 56,25 %, 62,5 %, 68,7 %, 75 %, 87,5 %, 100 %), el tamaño de poro (0.5 mm, 1.2 mm, 2.0 mm) y la presión de entrada.

Metodología

Con el objeto de analizar la relación que hay entre la variable respuesta (permeabilidad) y las variables explicativas (tamaño de poro, presión de entrada, caudal, representado como porcentaje de apertura de válvula) se utilizó un modelo de regresión lineal múltiple donde se consideró el siguiente modelo lineal.

$$P_i = \beta_0 + \beta_1 V_i + \beta_2 P e_i + \beta_{TMEDIO} X_{1i} + \beta_{TGRANDE} X_{2i} + e_i$$

$$X_{1i} = \begin{cases} 1 & \text{Si la esponja es de tamaño } 1,2 \text{ mm} \\ 0 & \text{Si la esponja es diferente de tamaño } 1,2 \text{ mm} \end{cases}$$

$$X_{2i} = \begin{cases} 1 & \text{Si la esponja es de tamaño } 2,0 \text{ mm} \\ 0 & \text{Si la esponja es diferente de tamaño } 2,0 \text{ mm} \end{cases}$$

$$\theta = (\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_{TMEDIO}, \beta_{TGRANDE}, \sigma)^T$$

Donde:

P_i: permeabilidad (psi)

TMEDIO: tamaño de poro mediano (1.2mm)

TGRANDE: tamaño de poro grande (2.0mm)

V: apertura válvula (%)

Pe: presión de entrada (psi)

θ: vector de parámetros para estimar

En primer lugar, se realizó un análisis descriptivo del comportamiento de la permeabilidad en función de la presión de entrada y la apertura de válvula usando un diagrama de dispersión, con el fin de observar el grado de relación entre estas variables. Para el tamaño de poro se utilizó un diagrama de cajas y bigotes usado como herramienta fundamental para hacer el análisis pertinente para este modelo. El ajuste del modelo de regresión lineal fue realizado en *R Core Team* (2013).

Resultados

Figura 1. Gráfico de dispersión de la permeabilidad contra la presión de entrada.

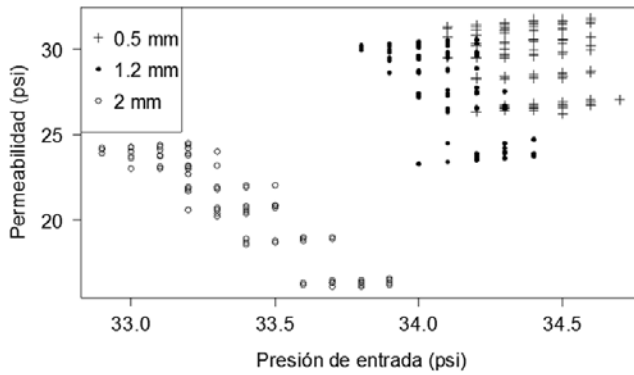


Figura 2. Gráfico de dispersión de la permeabilidad contra apertura de válvula.

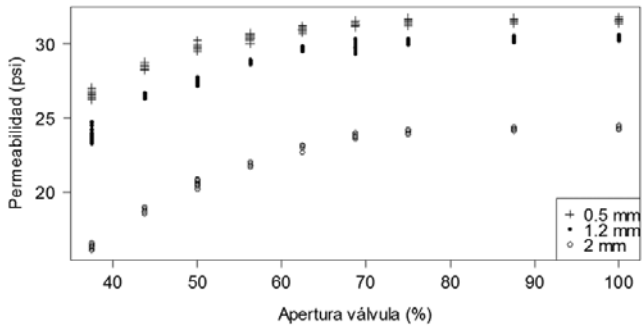
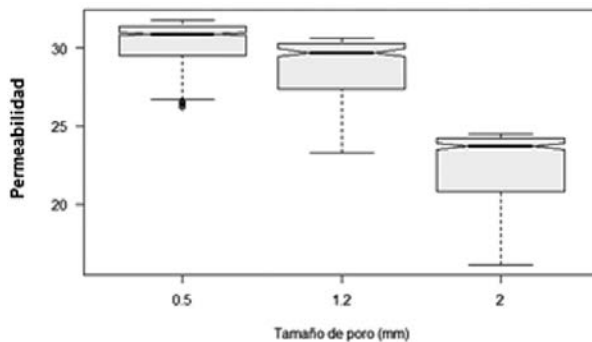


Figura 3. Diagrama de cajas de la permeabilidad vs. tamaño de poro con intervalos de confianza para las medias.



En primera instancia se realizaron los gráficos y diagramas necesarios con el fin de obtener una idea de cómo se comportan la permeabilidad en función del tamaño de poro, la apertura de la válvula y la presión de entrada, luego de ello, se realizó una regresión lineal múltiple.

Tabla 1. Resultados de la regresión lineal múltiple.

RESULTADOS DE LA REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE				
VARIABLES	ESTIMADO	ERROR ESTÁNDAR	VALOR T	Pr(> t)
Intercepto	192,763611	4,747939	40,60	<2E-16
Apertura de la válvula	0,064984	0,001113	58,41	<2E-16
Presión entrada	-4,850427	0,136855	-35,44	<2E-16
Tamaño de poro medio	-3.320329	0,068352	-48,58	<2E-16
Tamaño de poro grande	-13,671247	0,155492	-87,92	<2E-16
<hr/>				
Error estándar residual	0.9328			
r ²	0,9517			
r ² ajustado	0,9516			
Estadístico F	1,36E+04			
Valor p	<2,2E-16			

Análisis

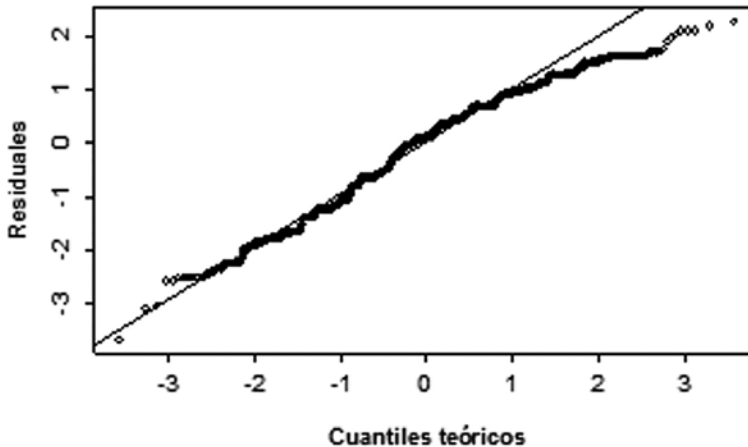
Para la variable tamaño de poro se realizó un diagrama de cajas y bigotes, ya que este presenta un número definido de categorías. Este diagrama permite observar el comportamiento ante la permeabilidad de forma más fácil. En cuanto a la presión de entrada y la apertura de la válvula, se realizaron diagramas de dispersión debido a que estos permiten observar el comportamiento de permeabilidad y la influencia que tiene la variable tamaño de poro en conjunto con las variables anteriores.

Con base en lo que se observa en la figura 1, es posible afirmar que a medida que la presión de entrada aumenta, la permeabilidad disminuye. Además, la gráfica muestra claramente que las esponjas con un tamaño de poro pequeño (0.5 mm) presentan una mayor permeabilidad que las esponjas de tamaño mediano (1,2 mm) y grandes (2 mm). La correlación es uno de los conceptos que dan respaldo al análisis de la gráfica, ya que permite determinar la relación entre las variables, los coeficientes arrojados por R fueron -0.3381667, -0.7141454, -0.9467284, respectivamente, para cada tamaño de poro. Esto reafirma que existe una relación negativa entre las variables,

como ya se ha anunciado anteriormente y, además, indica que para que una esponja con tamaño de poro pequeño tenga una alta permeabilidad es necesario aplicar una mayor presión al fluido que pasará por ella, con respecto a las esponjas con tamaño de poro mediano y grande; en cuanto al tamaño de poro grande (2 mm), se observa que a menor presión de entrada, presenta una mayor permeabilidad, pero esta disminuye cuando se aumenta la presión de entrada.

En la figura 2 se encuentra de nuevo que el tamaño de poro es una variable regresora importante, ya que está determinando el comportamiento de la permeabilidad. En esta gráfica se observa que hay tres grupos de puntos, cada grupo corresponde a un tamaño de poro, donde las esponjas con un tamaño poro de 0,5 mm siguen presentando la mayor permeabilidad con respecto a los otros tamaños. Se observa que a medida que la apertura de válvula aumenta, es decir, se va acercando al 100 %, la permeabilidad aumenta, lo que implica una relación positiva entre estas dos variables, esto sucede sin importar el tamaño de poro. La figura 3 muestra claramente que los tamaños de poro tienen medias diferentes, la variabilidad de la permeabilidad aumenta a medida que el tamaño de poro aumenta. En cuanto a la figura 4, se observa que los residuales están presentando una distribución aproximadamente normal.

Figura 4. Diagrama de residuales.



De la regresión lineal se obtuvo la siguiente ecuación:

$$\hat{P}_i = 192.763611 + 0.064984V_i - 4.850427Pe_i - 3.320329X_{1i} - 13.671247X_{2i}$$

$$\hat{\theta} = (192.763611, \quad 0.064984, \quad -4.850427, \\ -3.320329, \quad -13.671247, \quad 0.9328)$$

De la ecuación que arrojó el modelo, se tiene que por cada unidad en porcentaje que se aumente en la apertura de válvula, la permeabilidad aumentará en 0,064984 psi, de igual manera para la presión de entrada, donde por cada unidad de presión (psi) que aumente la permeabilidad, disminuirá en 4,850427 psi. En el caso del tamaño de poro, se tomó como referencia el menor (0,5 mm), si al utilizar una espuma con este tamaño a uno mediano (1,2 mm) se tiene que la permeabilidad disminuirá en 3,320329 psi y si es mayor (2 mm), la permeabilidad disminuye aún más, 13,671247 psi. Los coeficientes que se obtuvieron de la regresión lineal son coherentes con el análisis descriptivo realizado. Adicionalmente, en la tabla 1 se observa que el valor p de todas las variables es aproximadamente cero, lo que implica que todas estas son significativas y el coeficiente de determinación ajustado es de 0,9516, es decir, que el modelo de la variación de la permeabilidad ha sido explicada en una proporción del 95,16 % por la presión de entrada, apertura de la válvula y tamaño de poro.

Conclusiones

El modelo de regresión lineal permitió conocer la relación de las variables explicativas o regresoras con la variable respuesta permeabilidad. Se encontró que el tamaño de poro es una variable que está determinando el comportamiento de la permeabilidad, ya que tanto del análisis descriptivo como del análisis de regresión lineal múltiple se evidencia que los valores más altos se presentan en esponjas de tamaño pequeño y los bajos, en tamaños grandes.

Según las gráficas y los datos encontrados en el desarrollo del análisis, es posible decir que a partir del tamaño que se utilice en la esponja y de la permeabilidad que se requiera, se tendrán que usar diferentes condiciones de entrada, como las tomadas en este trabajo. En este caso, el investigador tiene la libertad de decidir qué presión de entrada y apertura de válvula usar para encontrar el resultado deseado. En conse-

cuencia, es posible afirmar que las esponjas metálicas funcionan en aplicaciones de filtros y difusores, los cuales cambian de unas condiciones de entrada a unas de salida de acuerdo con los requerimientos del proceso en particular.

Referencias

1. Fernández, P., Cruz, L. & Coletto, J. (2008). *Procesos de fabricación de metales celulares*. Parte I: Procesos por vía líquida.
2. Wang, Bo; Cheng, Geng Dong. (2005). Design of cellular structures for optimum efficiency of heat dissipation.
3. R Core Team (2013).

Experimento sensor de luz

Alejandra Muñoz

Universidad Pontificia Bolivariana
Colombia
alejamcorrea@hotmail.com

Yuri Grajales

Universidad Pontificia Bolivariana
Colombia
yurivga64@gmail.com

Freddy Hernández

Universidad Pontificia Bolivariana
Colombia
freddy.hernandez@upb.edu.co

Resumen

En este artículo se describe el desarrollo y análisis de un experimento para estudiar el desempeño de un sensor de luz. En el experimento se utilizó una resistencia, una fotorresistencia, una *board*, un multímetro, dos lámparas y dos anilinas. Se tomaron en cuenta tres variables que afectan el desempeño del sensor y que son: tipo de interferencia, la distancia y la potencia, que permitieron determinar el nivel de intensidad de luz captada por el sensor, dados dichos parámetros. Al final se logró determinar que cuando aumenta la interferencia, el sensor es menos perceptible, pero, en cuanto a la potencia de la fuente de luz y a la distancia, no se consiguió obtener una relación clara.

Palabras clave

Sensor de luz, fotorresistencia, interferencia, distancia, potencia.

Abstract

In this paper, we describe the development and subsequent analysis of an experiment which consisted of a light sensor. To so do it counted with the help of basically a resistor, an LDR, one board, multimeter, two lamps and two dyes. In this experiment were taken into account three explanatory variables: the interference, the distance and the power, which allowed to determine the level of intensity of light captured by the sensor, given these parameters. In the end it was determined that when the interference increases, the sensor is less noticeable, but in terms of the power of the light source and distance are not able to obtain a clear relationship.

Keywords

light sensor, LDR, interference, distance, power.

Introducción

Un sensor de luz es un dispositivo electrónico que responde al cambio en la intensidad de la luz. El experimento realizado consistió en crear un dispositivo electrónico y medir la intensidad de la luz que incide en la fotorresistencia (sensor), teniendo en cuenta que esta depende de varios factores entre los que se encuentran: la interferencia existente entre la fuente de luz (lámpara) y la fotorresistencia, la distancia entre los mismos y la potencia de la fuente de luz. El objetivo fue estudiar la relación que existía entre la intensidad de la luz (medida en voltios) percibida por el sensor y las variables mencionadas anteriormente. Dicho experimento se hizo mediante un circuito sencillo, formado por una resistencia, una fotorresistencia, un multímetro y una *board*, dos lámparas, tres vasos desechables y dos anilinas.

Materiales

Los materiales empleados en el experimento fueron:

Una resistencia de 1000Ω .

Una fotorresistencia.

Dos lámparas de 0,5 y 0,8 watts.

Tres vasos de alto, 12 cm; diámetro pequeño, 4,8 cm; diámetro grande, 7,8 cm.

Dos anilinas de color naranja y morado.

Dos pilas de 1,5 V cada una.

Un multímetro.

Una *board*.

Metodología

Para el desarrollo del experimento se construyó el circuito ilustrado en la figura 1 con ayuda de los materiales mencionados anteriormente. Posteriormente se puso la interferencia (vaso con agua; vaso con agua y anilina; sin interferencia) entre las lámparas (de 0,5 o 0,8 W) y la fotorresistencia a una distancia dada (20, 25 o 30 cm), medida desde la fotorresistencia hasta la lámpara (la cual se pega al vaso), luego, se encendió esta última y se tomó la medida en el multímetro. A esta medida obtenida se le restó la intensidad de luz captada del ambiente, que era variable. En las figuras 1 y 2 se muestran fotografías del montaje del experimento y en [4] se presenta un video similar al aquí considerado.

Como era difícil medir la intensidad de luz directamente (ya que no se contaba con los instrumentos adecuados), entonces se utilizó un multímetro para medir el voltaje que corría por el circuito uno, pues este se comporta igual que la corriente que transita por dos y esta, a su vez, se comporta como la intensidad de luz que cae sobre la fotorresistencia; por esta razón, si aumentaba el voltaje en el experimento, se suponía que también la intensidad de luz que caía sobre la fotorresistencia aumentaba [2,4].

Figura 1. Esquema del montaje.

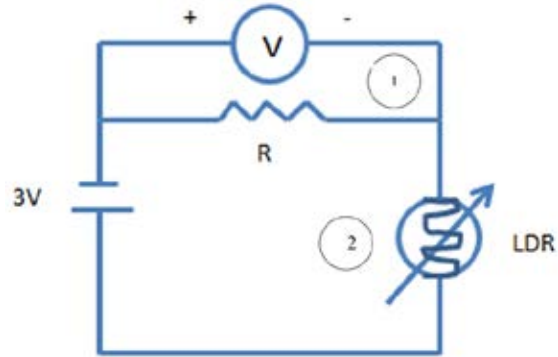


Figura 2. Fotografía del montaje.

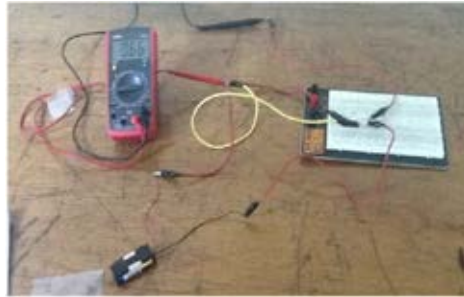
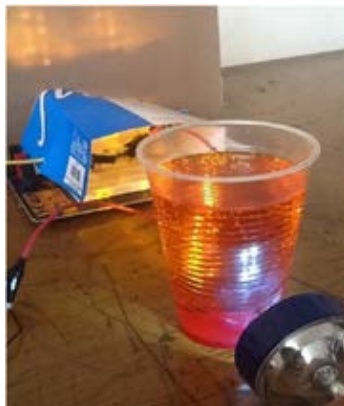


Figura 3. Fotografía del experimento.



Resultados y análisis

El análisis de los datos obtenidos en el experimento se realizó por medio del programa R [1], a través de la función `aov()`. En la gráfica 2 se presenta el diagrama de cajas y bigotes para la variable respuesta en función del tipo de interferencia. De esta gráfica se observa claramente que a medida que aumenta la interferencia, el voltaje disminuye. Se construyeron otros dos diagramas de cajas y bigotes (no mostrados aquí) para la variable respuesta, dados los tres niveles de distancia y dados los dos niveles de la lámpara; no se encontraron indicios claros de que la distancia o el tipo de lámpara afectan el voltaje. Para comprobar esta afirmación en forma objetiva se realizó un análisis de varianza en el cual se consideraron como factores las tres variables: distancia, interferencia y lámpara. Los resultados son presentados en la tabla 1.

Tabla 1. Análisis de varianza modelo inicial.

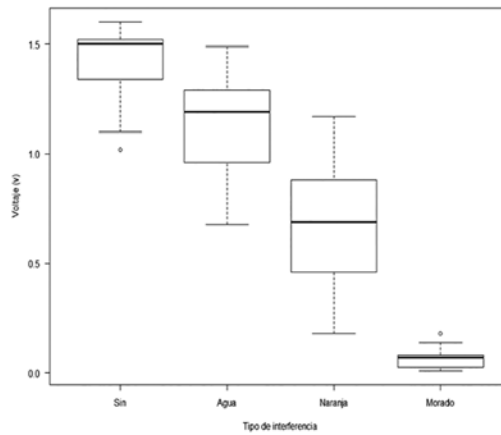
Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadros medios	Valor F	Valor P
Distancia	2	0,289	0,145	2,885	0,0753
Interferencia	3	12,394	4,131	82,432	8,87e-13
Lámpara	1	0,001	0,001	0,024	0,8783
Distancia, interferencia	6	0,294	0,049	0,978	0,4613
Distancia, lámpara	2	0,007	0,003	0,065	0,9370
Interferencia, lámpara	3	0,081	0,027	0,538	0,6605
Distancia, interferencia, lámpara	6	0,133	0,022	0,443	0,8424
Error	24	1,203	0,050		

De la tabla anterior se observa que los valores P para las interacciones triples y dobles, así como el valor P para lámpara, fueron mayores que un nivel de significancia del 10 %, por lo tanto, se decidió ajustar un nuevo modelo retirando estas fuentes de variación. Los resultados del nuevo modelo se muestran a continuación en la tabla 2.

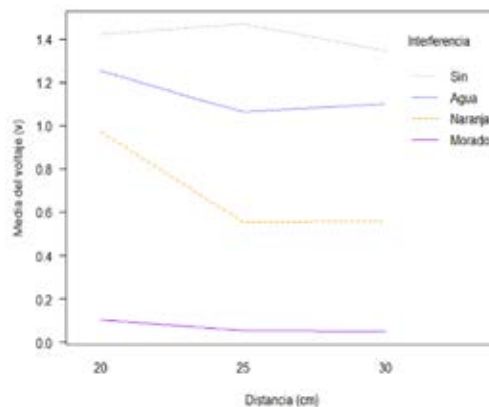
Tabla 2. Análisis de varianza modelo final.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Valor P
Distancia	2	0,289	0,145	3,533	0,0382
Interferencia	3	12,394	4,131	100,94	<2e-16
Error	42	1,719	0,041		

Gráfica 1. Diagrama de cajas y bigotes para el voltaje dado el tipo de interferencia.



Gráfica 2. Diagrama de interacción.



De acuerdo con la tabla 2, se puede observar que el factor que más influye es la interferencia, pues su valor P es muy pequeño. Para la variable distancia se puede

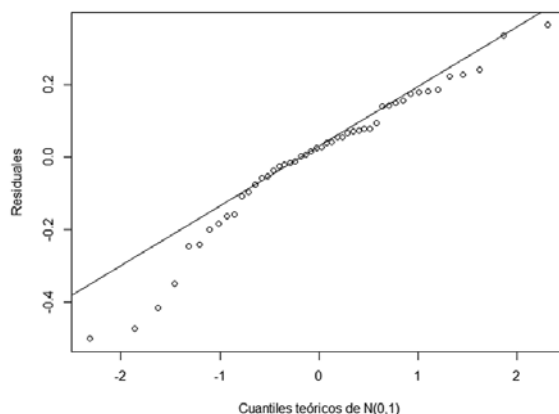
concluir que es importante al nivel de significancia del 10 %, ya que su valor es muy cercano a este.

En la gráfica 2 se presenta el diagrama de interacción para la variable respuesta, dados los diferentes niveles de distancia e interferencia. Se observa claramente la ausencia de interacción entre distancia e interferencia debido a que las líneas no tienen pendientes tan diferentes. De esta figura se confirma que la interferencia de color morado fue la que causó mayor disminución en la media del voltaje, seguida de la interferencia naranja, agua y sin interferencia. En las líneas se observa un pequeño descenso a medida que se aumenta la distancia, lo cual es coherente con los resultados obtenidos en la tabla 2.

El hecho de que la potencia de la lámpara no influyera en la variable respuesta pudo deberse a que no se tuvo en cuenta que esta era recargable, por lo que en algunos instantes debió tener más watts que en otros.

Es importante aclarar que el aumento del voltaje a una distancia de 25 cm y sin interferencia (ver grafica 2) podría deberse al error aleatorio, ya que no existe una diferencia demasiado grande como para atribuírsela a un error del experimento o a un factor no considerado.

Gráfica 3. Gráfico de normalidad para los residuos del modelo final.



En la gráfica 3 se muestra el gráfico de normalidad para los residuos del modelo final, se observa que la mayoría de los residuales se ubica cerca de la línea de referencia. Fue realizada la prueba de Shapiro [5] para probar la hipótesis de que la muestra de residuales proviene de una población normal. Para esta prueba se encontró un valor P

de 5,4 %, lo cual, a un nivel de significancia del 10 %, indica que se acepta la hipótesis de normalidad de los errores. Para los demás supuestos del análisis de varianza no se encontraron violaciones serias.

Conclusiones

Del experimento se puede concluir que cuando existe una interferencia entre el sensor de luz (en este caso la fotorresistencia) y la fuente de luz, aquel no puede alcanzar a percibir toda la que le llega, ocasionando un funcionamiento inadecuado.

En la vida real, los sensores de luz son muy utilizados tanto en las industrias como en los hogares, en aplicaciones que van desde lectores de código de barras y controles automáticos de iluminación hasta cámaras infrarrojas (visión nocturna). Es por esto que se debe evitar en lo posible que haya interferencias que ocasionen el mal funcionamiento de estos, es decir, poca percepción.

En el experimento, la variable potencia debió tener una mayor distancia entre sus tratamientos (0,5 y 0.8 W), quizás, de esta manera hubiese influido más sobre el voltaje, lo mismo hubiera ocurrido en el caso de la distancia.

Referencias

1. R Core Team (2012). R: *A language and environment for statistical computing*. Viena: R Foundation for Statistical Computing. URL <http://www.R-project.org/>.
2. Henao, J. (2007). *Electrotecnia texto guía y solución de problemas propuestos*. Medellín: Universidad Pontificia Bolivariana.
3. Montgomery, D. (2004). *Diseño y análisis de experimentos*. Estados Unidos: LimusaWiley.
4. Sin autor. Sensor de luz: fotorresistencia o LDR. Recuperado de: <http://www.youtube.com/watch?v=BOkQ9vFjHHE>.
5. Royston, P. (1982). An extension of Shapiro and Wilk's W test for normality to large samples. *Applied Statistics*, 31, 115–124.

Optimización de los recursos del laboratorio dinámica dental usando programación lineal

Jessica Lorena Báez Botia

Universidad Pontificia Bolivariana
Colombia
jessicalorena.baez@alfa.upb.edu.co

Tatiana Quiceno Gómez

Universidad Pontificia Bolivariana Colombia
tatiana.quicenogo@alfa.upb.edu.co

Luisa Zuluaga Pineda

Universidad Pontificia Bolivariana Colombia
luisazulu35@hotmail.com

Diego Zapata Ruiz

Docente - Universidad Pontificia Bolivariana
Colombia
diego.zapata@upb.edu.co

Resumen

El siguiente trabajo de investigación plantea estrategias de uso y aprovechamiento óptimo de los recursos y las materias primas involucrados en la elaboración de prótesis totales, fijas y flexibles, fabricadas por el laboratorio Dinámica Dental, para incrementar su margen de utilidades. Lo anterior se lleva a cabo mediante el

uso de las herramientas proporcionadas por el curso de Programación Lineal, tales como, método simplex: dos fases, análisis de sensibilidad y dualidad; además de estas herramientas, se emplea el programa WinQSB con el fin de rectificar los resultados.

Palabras clave

Método simplex: dos fases, análisis de sensibilidad y dualidad, prótesis, prótesis fija, prótesis totales, prótesis flexibles, optimización.

Abstract

In this paper, presents strategies and optimal use of resources and raw materials involved in the manufacture of dentures, fixed and flexible laboratory manufactured by Dynamic Dental, seeking to increase the profit margin of the laboratory. This is performed using the tools provided by the course of linear programming, such as Simplex Method: two phases Sensitivity Analysis and duality, besides these tools used WinQSB program in order to rectify results.

Keywords

Simplex method: two phases, sensitivity analysis and duality, dentures, fixed prostheses, dentures, flexible dentures, optimization.

Introducción

El presente proyecto pone en evidencia un proceso de optimización en el área de producción del laboratorio Dinámica Dental, específicamente, en la elaboración de tres de los productos que actualmente presentan una mayor demanda: prótesis fijas, prótesis flexibles y prótesis totales.

Este proyecto propone mejoras enfocadas principalmente al uso y aprovechamiento óptimo de la materia prima empleada para la elaboración de dichas prótesis y, como fin último, pretende maximizar las utilidades de la empresa.

La optimización en este proceso se desarrolla por medio del método simplex, análisis de dualidad y análisis de sensibilidad, los cuales constituyen herramientas de la programación lineal que típicamente trata el problema de asignar recursos limitados entre actividades competidoras de la mejor forma posible (óptima) (Hillier y Lieberman, 2009), permitiendo analizar las variables que influyen en las ineficiencias dentro de la producción, estas variables reducen el margen de utilidades de la empresa; por dicha razón, se realiza un análisis de shadow prices, también llamados precios ocultos, con el fin de identificar el precio mínimo de comercialización de los recursos empleados en la fabricación de los tres tipos de prótesis, de tal manera que el margen de utilidades nunca decrezca. Se suponen, también, algunos escenarios en los cuales se plantean modificaciones para el laboratorio en la parte de producción, como por ejemplo un aumento o disminución en los tiempos de algunos de los procesos, asimismo se plantea la idea de aumentar el precio de venta de las prótesis con mayor demanda y se analizan estas estrategias y la viabilidad de las mismas.

Planteamiento del problema

Actualmente, las personas se preocupan cada vez más por su estética y por ello acuden con mayor frecuencia a los centros odontológicos para mejorar su sonrisa y salud bucal, en este sentido, dichos centros cumplen un papel importante de intermediación entre los laboratorios dentales y el usuario. Teniendo en cuenta la creciente demanda de prótesis dentales para los laboratorios, estos se han puesto en la tarea de identificar cómo mejorar su rentabilidad y optimizar sus recursos para ser más productivos y eficientes. Partiendo de lo anterior, se plantea un problema de programación lineal para determinar la optimización de los recursos empleados en la elaboración de diferentes prótesis dentales y, por tanto, el incremento de las utilidades del laboratorio Dinámica Dental.

Justificación del problema

En la sociedad actual son muchos los laboratorios que elaboran prótesis dentales, por tanto, el carácter de diferenciación es de vital importancia al momento de generar ingresos y utilidades, es por esto que Dinámica Dental requiere de un buen manejo de su presupuesto y optimización del uso de sus recursos. En el presente, el aumento de la demanda de prótesis dentales predispone a los laboratorios a aumentar su capacidad productiva, esto implica realizar un estudio urgente que diagnostique y dé pronta respuesta a la existencia de algún método de optimización de recursos e incremento de la utilidad. Con el fin de dar soluciones prácticas se emplean las herramientas obtenidas en programación lineal, para este caso, la aplicación del método simplex: dos fases y análisis de sensibilidad y dualidad.

Metodología

Inicialmente, se identifica la necesidad de hacer más eficiente su proceso de elaboración de prótesis dentales (prótesis totales, prótesis flexibles y prótesis fijas), partiendo de esto, se estudian los principales factores o variables para incluir en el modelo lineal, las cuales son, esencialmente, los tiempos de los tres procesos (mezcla y moldeo, horno, pulido) implicados en la elaboración de los tres productos; también se toman en cuenta factores relevantes como el precio de venta al público y los costos fijos que tiene el laboratorio mensualmente. A continuación se plantea el problema de tal manera que al unir todas sus variables adopte la forma de un modelo de programación lineal y, así, encontrar un método para su posterior solución.

Luego se procede a aplicar el método simplex: dos fases al problema modelado, se analiza la solución óptima encontrada y sus variables asociadas, seguido del análisis de dualidad del mismo. Por último, se evalúan posibles cambios en algunas de las variables estudiadas, como un incremento en la demanda de uno de sus productos o el tiempo disponible de alguno de sus procesos y, por ende, sus consecuencias en la capacidad y utilidad del laboratorio.

Este problema fue modelado a partir de la información suministrada por el laboratorio, donde se obtuvo el siguiente planteamiento:

- x_1
- x_1 : prótesis totales.
 - x_2 : prótesis flexibles.
 - x_3 : prótesis fijas.
 - h1: holgura asociada a la primera restricción que hace referencia al tiempo de mezcla y moldeo.
 - h2: holgura asociada a la segunda restricción que hace referencia al tiempo en el horno.
 - h3: holgura asociada a la tercera restricción que hace referencia al tiempo de pulido.
 - a4 y h4: variable artificial y holgura asociadas a la cuarta restricción que hace referencia a la demanda mínima mensual de prótesis totales.
 - a5 y h5: variable artificial y holgura asociadas a la quinta restricción que hace referencia a la demanda mínima mensual de prótesis flexibles.
 - a6 y h6: variable artificial y holgura asociadas a la sexta restricción que hace referencia a la demanda mínima mensual de prótesis fijas.

$$FO: MAXZ: 40000X_1 + 30000X_2 + 50000X_3 \\ - 300000 - 242000$$

Sujeto a:

$$\text{Tiempo mezcla y moldeo: } 3X_1 + 4X_2 + 6X_3 \\ \leq 2000 \text{ min/mes}$$

$$\text{Tiempo en horno : } 20X_1 + 40X_2 + 70X_3 \\ \leq 7000 \text{ min/mes}$$

$$\text{Tiempo de pulido: } 25X_1 + 30X_2 + 45X_3 \\ \leq 5400 \text{ min/mes}$$

Demanda mensual

$$X_1 \geq 30$$

$$X_2 \geq 70$$

$$X_3 \geq 50$$

$$X_i \geq 0$$

Modelo primal estándar

$$Z - 40000X_1 + 30000X_2 + 50000X_3 \\ - 300000 - 542000 + 0h_1 \\ + 0h_2 + 0h_3 + a_4 - 0h_4 + a_5 \\ - 0h_5 + a_6 - 0h_6$$

Sujeto a:

$$0X_1 + 0X_2 + 0X_3 + 0h_1 + 0h_2 + 0h_3 + 0a_4 \\ - 0h_4 + 0a_5 - 0h_5 + 0a_6 \\ - 0h_6 = 2000 \text{ min/mes}$$

$$20X_1 + 40X_2 + 70X_3 + 0h_1 + h_2 + 0h_3 + 0a_4 \\ - 0h_4 + 0a_5 - 0h_5 + 0a_6 \\ - 0h_6 = 7000 \text{ min/mes}$$

$$25X_1 + 30X_2 + 45X_3 + 0h_1 + 0h_2 + h_3 + 0a_4 \\ - 0h_4 + 0a_5 - 0h_5 + 0a_6 \\ - 0h_6 = 5400 \text{ min/mes}$$

$$X_1 + 0X_2 + 0X_3 + 0h_1 + 0h_2 + 0h_3 + a_4 \\ - h_4 + 0a_5 - 0h_5 + 0a_6 \\ - 0h_6 = 30$$

$$0X_1 + X_2 + 0X_3 + 0h_1 + 0h_2 + 0h_3 + 0a_4 \\ - 0h_4 + a_5 - h_5 + 0a_6 - 0h_6 \\ = 70$$

$$0X_1 + 0X_2 + X_3 + 0h_1 + 0h_2 + 0h_3 + 0a_4 - \\ 0h_4 + 0a_5 - 0h_5 + a_6 - h_6 = 50$$

Análisis y resultados

Tabla 1. Tablero simplex final.

Básicas	X1	X2	X3	H1	H2	H3	H4	H5	H6	Solución
Cj	0	0	0	0	2000	0	0	50000	90000	6000000
h1	0	0	0	1	-0,15	0	0	-2	-4,5	1315
h4	0	0	0	0	0,05	0	1	2	3,5	5
h3	0	0	0	0	-1,25	1	0	-20	-42,5	175
X1	1	0	0	0	0,05	0	0	2	3,5	35
X2	0	1	0	0	0	0	0	-1	0	70
X3	0	0	1	0	0	0	0	0	-1	50

Tabla 2. Tablero óptimo dual.

Básicas	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	H1	H2	H3	Solución
Cj	-1315	0	-175	-5	0	0	-35	-70	-50	6000000
Y2	0,15	1	1,25	-0,05	0	0	-0,05	0	0	2000
Y5	2	0	20	-2	1	0	-2	1	0	50000
Y6	4,5	0	42,5	-3,5	0	1	-3,5	0	1	90000

En las tablas anteriores (tabla 1 y 2) se observa que empleando ambas herramientas de solución se obtienen los mismos resultados, reafirmando la veracidad de los mismos; a partir de lo anterior, se evidencia en la tabla de reporte combinado para la optimización que la holgura perteneciente al recurso de tiempo de mezcla y moldeo (h1) es igual a 1315 minutos sobrantes por mes, por otro lado, la holgura asociada al tiempo de pulido (h3) da como resultado 175 minutos sobrantes durante el mes y, por último, la holgura 4 (h4) asociada a la restricción número cuatro, y que hace referencia a la demanda de prótesis totales, presenta una producción igual a cinco unidades por encima de la demanda mínima requerida.

Del tablero óptimo dual se infiere que al no presentarse sobrantes asociados a la restricción dos (tiempo del horno), entonces, su precio mínimo de comercialización es de \$2000 por minuto; al igual que el recurso anterior, se observa que por unidad demandada de prótesis flexibles y totales, el precio mínimo de comercialización por unidad, para que no disminuya la solución óptima al emplear todos los recursos disponibles, debe ser de \$50 000 y \$90 000, respectivamente. En este sentido, para el resto de los recursos anteriores, es decir, las holguras de tiempo de mezcla y moldeo, tiempo de pulido y la demanda de prótesis totales (h1, h3, h4), los precios mínimos de comercialización (*shadow price*) son cero, ya que no influyen en la función objetivo, es decir, en la maximización de las utilidades de Dinámica Dental.

Analizando las demás variables básicas, que son prótesis totales (X1), prótesis flexibles (X2) y prótesis fijas (X3), se observa que las unidades mínimas que se producirán de cada una de ellas son iguales a 35, 70, y 50, respectivamente. Además, en la tabla 4 se evidencia que del total de minutos disponibles para el tiempo de mezcla y moldeo, es decir, 2000 minutos, se consumen únicamente 685, lo cual indica que hay un tiempo ocioso correspondiente a 1315 minutos en el mes, la misma situación ocurre con el recurso de tiempo de pulido, en el cual, de 5400 minutos disponibles se consumen 5225 y la demanda de las prótesis totales, pues se producen 35 unidades,

es decir, que se cumple el requerimiento de la demanda mínima (30 unidades). Por el contrario, el tiempo del horno, la demanda de prótesis flexibles y de prótesis fijas se consumen por completo los recursos.

Por otro lado, las prótesis estudiadas hacen parte de las variables básicas, es decir, influyen de manera directa e importante en las utilidades de la empresa; esto es coherente, debido a que son el principal factor de ingresos y generación de retorno económico para el laboratorio.

En el reporte combinado para la comercialización se logra apreciar el aporte o contribución monetaria que cada tipo de prótesis le proporciona a la empresa, se evidencia que la que mayores ingresos le genera a Dinámica Dental es la prótesis fija, con aproximadamente \$2 500 000 mensuales, seguida de las prótesis flexibles, con \$2 100 000 y, por último, de las prótesis totales, con un aporte de \$1 400 000. Es importante tener en cuenta que a estos ingresos se les deben deducir los costos fijos mensuales que tiene el laboratorio, los cuales suman \$542 000.

Por último, resulta de gran importancia para Dinámica Dental el planteamiento de diferentes escenarios hipotéticos que le permitan definir su capacidad de producción, contando con sus recursos actuales o asumiendo tener más de los mismos, además del caso hipotético de aumentar el valor de venta al consumidor de una de sus prótesis.

Para la realización de este análisis se hace un cambio en el lado derecho de las restricciones, específicamente, en la restricción del tiempo disponible de pulido, aumentando este en 100 minutos, es decir, que el tiempo hipotético con el que contaría la empresa para realizar el proceso de pulido sería de 5500 minutos por mes (no de 5400), al implementar este cambio, se encuentra que la solución óptima pasa de \$6 000 000 a \$8 800 000, es decir, aumentó un 46,67 % su utilidad, esto, sin tener en cuenta los costos fijos mensuales. Posteriormente se analiza un aumento en el precio de venta de la prótesis total por medio de un cambio en un coeficiente de la función objetivo, a partir de esto, se encuentra que la solución óptima aumenta de \$6 000 000 a \$12 850 000, es decir, un 114,17 %.

A continuación se encuentra el análisis de dualidad y de sensibilidad, ya que resulta de gran importancia para Dinámica Dental el planteamiento de diferentes escenarios hipotéticos que le permitan definir su capacidad de producción contando

con sus recursos actuales o asumiendo tener más de los mismos, además del caso hipotético de aumentar el valor de venta al consumidor de una de sus prótesis.

Tabla 3.....???????

Básicas	X1	X2	X3	H1	H2	H3	H4	H5	H6	Solución
Cj	0	0	0	0	0	0	1370000	3780000	7040000	12850000
h1	0	0	0	1	0	0	3	4	6	1330
h2	0	0	0	0	1	0	20	40	70	100
h3	0	0	0	0	0	1	25	30	45	300
X1	1	0	0	0	0	0	-1	0	0	30
X2	0	1	0	0	0	0	0	-1	0	70
X3	0	0	1	0	0	0	0	0	-1	50

Inicialmente, se plantea la siguiente pregunta: ¿en cuánto tiempo aumentaría el ingreso si aumentamos en 100 minutos el tiempo disponible de pulido? Lo anterior se resuelve con la fórmula de cambio en el lado derecho: $XB = B^{-1} \cdot b$.

Para la realización de este análisis se hace un cambio en el lado derecho de las restricciones, específicamente, en la restricción del tiempo disponible de pulido, aumentando este en 100 minutos, es decir, que el tiempo hipotético con el que contaría la empresa para realizar el proceso de pulido sería de 5500 minutos por mes (no de 5400); al implementar este cambio, se encuentra que la solución óptima pasa de \$6 000 000 a \$8 800 000, es decir, aumentó un 46,67 % su utilidad sin tener en cuenta los costos fijos mensuales.

Tabla 4.....???????

Básicas	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	H1	H2	H3	Solución
Cj	-1340	-2600	0	-250	-70	-50	-220	0	0	8800000
Y3	0,12	0,8	1	-0,04	0	0	-0,04	0	0	1600
h2	-0,4	-16	0	-1,2	1	0	-1,2	1	0	18000
Y6	-0,6	-34	0	-1,8	0	1	-1,8	0	1	22000

Con el fin de conocer la relevancia del cambio de precios en las prótesis, se plantea la siguiente pregunta: ¿cómo afecta a la solución óptima (utilidades) un aumento del valor de la prótesis total de \$40 000 a \$50 000? A la cual se da solución con la fórmula de cambio en la función objetivo.

Se analiza un aumento en el precio de venta de la prótesis total por medio de un cambio en un coeficiente de la función objetivo, a partir de esto, se encuentra que la solución óptima aumenta de \$6 000 000 a \$12 850 000, es decir, un 114,17 %. En conclusión, se observa que la utilidad de la empresa aumenta más del doble si se aumenta el precio en una de sus prótesis, sin embargo, estos cambios deben ser estudiados con el fin de no perder los clientes actuales.

Conclusiones

Se considera totalmente coherente que las prótesis que mayor contribución le generan a Dinámica Dental sean las fijas, debido a que son estas las que cuentan con una mayor demanda por ser las preferidas por los clientes, pues proporcionan mayor seguridad y tranquilidad a los mismos, además de esto, son las prótesis más costosas.

Se observa que las variables básicas son las que influyen directamente en el margen de retorno y utilidades del laboratorio, sin embargo, las holguras presentes en dichas variables básicas no presentan un aporte significativo a los ingresos de Dinámica Dental.

Por medio del análisis de sensibilidad se plantea inicialmente el caso hipotético de aumentar los tiempos de los procesos implicados en la elaboración de cada una de las prótesis y, también, de aumentar el precio de venta de las prótesis totales. A partir de estos dos escenarios, se concluye que el laboratorio aumentaría notablemente sus ingresos si adoptara alguna de estas dos estrategias. Los precios sombra o precios duales determinan el cambio en el valor del incremento unitario de la solución óptima (Anderson, *et al.*, 2011)

Anexos Programa WINQSB

Tabla 3. Reporte combinado para la optimización, obtenido mediante WinQSB.

11:16:55		Tuesday	May	21	2013		
Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status	Allowable Min. c(j)	Allowable Max. c(j)
1	X1	35,0000	40.000,0000	1.400.000,0000	0	basic	15.000,0000
2	X2	70,0000	30.000,0000	2.100.000,0000	0	basic	-M
3	X3	50,0000	50.000,0000	2.500.000,0000	0	basic	-M
	Objective Function (Max.) =		6.000.000,0000				
Constraint	Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price	Allowable Min. RHS	Allowable Max. RHS
1	C1	685,0000	<=	2.000,0000	1.315,0000	0	685,0000
2	C2	7.000,0000	<=	7.000,0000	0	2.000,0000	6.900,0000
3	C3	5.225,0000	<=	5.400,0000	175,0000	0	5.225,0000
4	C4	35,0000	>=	30,0000	5,0000	0	-M
5	C5	70,0000	>=	70,0000	0	-50.000,0000	61,2500
6	C6	50,0000	>=	50,0000	0	-90.000,0000	45,8824

Tabla 4. Tabla simplex final obtenida mediante WinQSB.

Row	C(j)	X1	X2	X3	Slack_C1	Slack_C2	Slack_C3	Surplus_C4	Surplus_C5	Surplus_C6	Artificial_C4	Artificial_C5	Artificial_C6	R. H. S.	Ratio
Slack_C1	0	0	0	1,0000	-0,1500	0	0	-2,0000	-4,5000	0	2,0000	4,5000	1,315,0000		
Surplus_C4	0	0	0	0	0,0500	0	1,0000	-2,0000	-3,5000	-1,0000	-2,0000	-3,5000	5,0000		
Slack_C3	0	0	0	0,0000	0	-1,2500	1,0000	0	-20,0000	-42,5000	0	20,0000	42,5000	175,0000	
X1	40.000,0000	1,0000	0	0	0,0500	0	0	-2,0000	-3,5000	0	-2,0000	-3,5000	35,0000		
X2	30.000,0000	0	1,0000	0	0	0	0	-1,0000	0	0	1,0000	0	70,0000		
X3	50.000,0000	0	0	1,0000	0	0	0	0	-1,0000	0	0	1,0000	50,0000		
C(j)-Z(j)		0	0	0	-2.000,0000	0	0	-50.000,0000	-50.000,0000	0	50.000,0000	50.000,0000	5.000.000,0000		
* Big M		0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1,0000	-1,0000	-1,0000	0	

Referencias

1. Hillier, F. & Lieberman, G. (2009). *Introducción a la investigación de operaciones*. Ed. McGrawHill. México.
2. Anderson, David; Sweeney, Dennis; Williams, Thomas; Camm, Jeffrey; Martin, Kipp. (2011). *Métodos cuantitativos para los negocios*. Editorial Cengage Learning. México.

Aplicación de una metodología en la selección de portafolios de proyectos tecnológicos en el sector automotriz subsector sellantes

Soad María Lakah Ganem

Universidad Pontificia Bolivariana
Colombia
soadmaria.lakah@alfa.up.edu.co

Leidy Viviana Suárez Tovar

Universidad Pontificia Bolivariana
Colombia
leidyviviana.suarez@alfa.upb.edu.co

Santiago Quintero Ramírez.

Universidad Pontificia Bolivariana
Colombia
santiago.quintero@upb.edu.co

Resumen

El presente trabajo muestra el desarrollo de un modelo híbrido con las metodologías *State Gate* y PMI para escoger portafolios de proyectos en una organización ubicada en el sector automotriz, subsector sellantes, por requisitos de la organización se mantendrá confidencial su nombre.

El modelo híbrido desarrollado tiene por objetivo brindarle a la organización una herramienta y un proceso estandarizado para seleccionar portafolios de proyectos tecnológicos. Lo primero que se hizo fue un estudio de las diferentes metodologías para seleccionar portafolios de proyectos, con el fin de escoger las dos más adecuadas, que fueron *State Gate* y PMI; posteriormente se evaluó la forma como la organización escoge sus portafolios de proyectos, allí se encontró que no contaba con una herramienta estandarizada para la selección de estos, las dos metodologías se escogieron porque: *State Gate* cuenta con un sistema de etapas y puertas (comités evaluadores) en el que se exige toda la información del proyecto desde el inicio de la idea hasta su revisión poslanzamiento. Y PMI por su reconocimiento mundial y el gran impacto que ha causado a las organizaciones aumentando el nivel de confiabilidad de los proyectos, con la ayuda de los elementos y requerimientos más relevantes de este. Para crear el modelo híbrido se hizo un enlace entre la metodología *State Gate* y PMI: se escogieron los elementos más significativos de esta última y se enlazaron con la puerta dos de *State Gate*, en la cual se busca complementar y mostrar más detalladamente la etapa de investigación preliminar del proyecto.

Al final, se hace un pilotaje de la herramienta en la organización, diligenciada con la ayuda del comité APQP y la dirección de I&D. La organización muestra aceptación y afirma que es de gran ayuda, lo que hace que el proceso de selección de portafolios de proyectos cuente con un estándar y mejore la confiabilidad de este proceso.

Palabras clave

Metodología *Stage Gate*®, PMI, organización, puerta, comité, modelo, híbrido, herramienta, proyecto.

Abstract

This paper shows the development of a hybrid model with State Gate and PMI methodologies to choose portfolios of projects in an organization based in automotive sealants subsector, from requirements of the organization name will be kept confidential.

The developed hybrid model aims to provide the organization with a tool and a process for selecting portfolios-standardized technological projects, the first thing we did was a study of different methodologies to select portfolios of projects, in order to choose the two most State Gate adequate and PMI were then evaluated how the organization chooses its portfolio of projects in which it was found that did not have a tool for selecting standard these, both methods were chosen because, State Gate has a system of stages and gates (committee evaluators) in which all the information required of the project from the beginning of the idea to review post-launch and PMI was chosen for its worldwide recognition and the great impact it has caused to organizations to increase the level of reliability of the project, with the help of the elements and the most important requirements to create the hybrid model became a liaison with the State Gate and PMI methodology, choosing the most significant elements of this and throwing the door two gate State which seeks to complement and show more detailed preliminary investigation stage of the project.

At the end a pilot of the model is made in the company, filled out with the help of the committee APQP and direction of R & D, the organization shows acceptance and claims that it helps making the process of selection of project portfolios count with a standard and improves the reliability of this process.

Keywords

Stage Gate®, methodology, PMI, organization, door committee model, hybrid, tool, project.

Introducción

En un mundo competitivo que evoluciona en su demanda de bienes y servicios se hace necesario crear nuevas alternativas que permitan llegar fácilmente al cliente, ofreciéndole un producto exclusivo, con insumos y procesos de alta calidad.

Es por esto que se busca solucionar toda clase de inconvenientes que la industria presente en la gestión de portafolios de proyectos tecnológicos con respecto a la innovación de productos, procesos y cualquier otra característica que implique la evolución de la compañía. Hoy en día, la mejora continua de las operaciones de gestión en proyectos es esencial para que las organizaciones tengan la certeza de adquirir proyectos tecnológicos que generen rentabilidad y credibilidad a la industria.

La selección de carteras de proyectos tecnológicos con un proceso estandarizado, mediante métodos que permiten conseguir una ventaja competitiva / sostenible, creando confianza y seguridad al momento de lanzarlos al mercado. La organización necesita estar en condiciones de innovar y estar a la vanguardia mundial, esta debe crear y comercializar una serie de nuevos productos y procesos que desplacen las tecnologías obsoletas, en aras de buscar estrategias con la misma rapidez con la que sus rivales se ponen a su altura (Michael Porter, 2001).

Para lograr este objetivo, la empresa ha tenido la necesidad de reestructurar la forma como se escogen las carteras de proyectos tecnológicos, dando paso a la necesidad de crear un modelo híbrido que permita implementar la gestión de proyectos para la generación de productos y servicios innovadores, tomando como referencia dos metodologías PMI, utilizando los elementos más relevantes para la gestión de proyectos y *Stage Gate*[®] con su sistema de etapas y puertas, que permite realizar un proceso para visualizar, desarrollar y escoger proyectos, desde el nacimiento de la idea hasta su poslanzamiento con el objetivo de optimizar la eficacia y eficiencia al momento de la elección del nuevo proyecto en la organización (Cooper, 2008).

El presente trabajo pretende responder interrogantes para la selección de proyectos tecnológicos, tales como: ¿cuál es el proceso de selección? ¿Cuáles son las variables más relevantes al momento de decidir la incursión de un nuevo proyecto en el mercado? Para tal fin, el trabajo se organizó de la siguiente forma: en el capítulo dos se argumenta la revisión de algunas de las metodologías existentes para la selección de dichos proyectos, de igual manera, cómo la organización evalúa los proyectos

tecnológicos y qué variables primordialmente influyen en dicha selección. En el tercer capítulo se muestra la propuesta consolidada entre la metodología *Stage Gate* y PMI; luego, en el cuarto capítulo está el desarrollo paso a paso de la propuesta metodológica en la selección de cartera de portafolios, seguido por el quinto, el pilotaje de la herramienta realizado con un integrante influyente de la organización, y, por último, se presentan las recomendaciones y conclusiones.

Metodologías para escoger cartera de proyectos

Es de sumo valor para la organización crear portafolios de proyectos tecnológicos que permitan una posición competitiva con miras a objetivos estratégicos de gran envergadura, dándole la posibilidad al Área de Servicio de innovar, y no solo al Área Técnica, en la creación de nuevos productos con I+D.

Para escoger las metodologías más compatibles con la propuesta del modelo híbrido que se desea realizar se revisarán las siguientes:

Modelo PNT: este modelo de gestión tecnológica es utilizado como referencia para las empresas que desean compararse y perfeccionar los procesos de desarrollo e innovación de tecnología con el objetivo de mejorar su competitividad. Este modelo del Premio Nacional de Tecnología tiene como fundamento base impulsar el auge de las empresas de cualquier tamaño, con el fin de encaminarlas de manera secuencial a niveles competitivos de talla mundial a través de tecnología clara, sostenida y sistemática. Se basa en seis funciones que corresponden:

Primero, vigilar tecnologías, identificando amenazas y oportunidades de innovación; segundo, planear acciones relativas a la definición de una estrategia tecnológica, combinada con la integración de una cartera de proyectos tecnológicos que den como resultado ventajas competitivas; tercero, alinear la tecnología en todas las áreas de la organización; cuarto, habilitar u obtener las tecnologías y recursos necesarios para la ejecución de proyectos tecnológicos; quinto, proteger el patrimonio tecnológico de la organización y, por último, implantar innovaciones tecnológicas de productos y de procesos, desarrollando expresiones organizacionales para ello (Medellín Cabrera, 2006).

Alineación con la estrategia del negocio: se clasifican los proyectos en diferentes componentes, áreas de negocio o en líneas estratégicas del negocio, las cuales tienen asignados recursos; luego, por medio de una actividad de puntuación y análisis particular de cada línea o sección se dividen los recursos entre cada proyecto (Pérez Vélez, 2012).

Modelos de calificación: se determina un puntaje a cada proyecto con base en unos criterios que se responden a través de unos interrogantes efectuados por un grupo de expertos (Pérez Vélez, 2012).

Mapeo de portafolio o burbujas: es un método en el que se evalúan, por medio de una gráfica de dos ejes, los criterios más importantes de los proyectos. Está el caso de probabilidad de éxito vs. retorno de la inversión, trazando así los escenarios calificativos del proyecto en los cuales muestra la evaluación de los nuevos desarrollos en materia de gestión de portafolios. (Pérez Vélez, 2012).

Lista de chequeo: basado en eliminar y asignar recursos a los proyectos por medio de sí o no en formulario de preguntas (Pérez Vélez, 2012).

Métodos financieros: hace referencia a los métodos de evaluación financiera, de proyectos, se evalúan factores como el valor presente neto, VPN, retorno de la inversión, ROI, y valor comercial esperado, VCE (Pérez Vélez, 2012).

PMI: hace referencia a la dirección de proyectos, donde se aplican conocimientos, destrezas y técnicas que permiten dirigir de manera eficiente y eficaz los proyectos. El PMBOK® identifica elementos fundamentales para dirección de proyectos, los cuales son: iniciación, planificación, ejecución, monitoreo o control, y cierre, exponiendo las áreas de conocimiento de la dirección de proyectos; se identifican nueve: integración, alcance, tiempo, costo, calidad, tiempo, adquisiciones, recursos humanos, comunicaciones, riesgos, lo que da paso a generar una competencia estratégica en la organización permitiendo unir resultados del proyecto con las metas del negocio desarrollándose de manera más audaz en el mercado (Project Management Institute 2013, 2013).

State Gate: es un proceso de negocio en el que se crea valor a través de un modelo por etapas y puertas, diseñado para transformar de manera rápida y sostenible ideas nuevas en una organización, para la creación de nuevos productos. Al implementarlo en la organización se crea una cultura para la excelencia en la innovación

de productos, tomando en cuenta todos los elementos desde el inicio de la idea hasta su postlanzamiento, buscando calidad y eficiencia en el proceso del nuevo proyecto (Cooper & Edgett).

Cómo evalúa la organización los proyectos tecnológicos

Es de suma importancia mostrar la manera como la organización evalúa sus proyectos tecnológicos. Es por esto que surgen ciertos interrogantes para la selección de los proyectos tecnológicos de la organización: ¿cómo es el proceso de selección?, ¿cuáles son las variables más importantes al momento de decidir la incursión del nuevo proyecto en el mercado?

La organización localizada en el sector Automotriz sub-sector sellantes, busca total reserva en sus procesos de producción y organizacionales no se mencionara su nombre por motivos de confidencialidad.

Esta organización tiene un amplio mercado y es muy demanda en el sector automotriz. Se pretende crear un modelo híbrido a través de dos metodologías; para esto se deben evaluar los proyectos tecnológicos de la organización, el seguimiento que hacen para seleccionar la cartera de proyectos tecnológicos y elegir el que mayor grado de innovación tenga y, a su vez, el que genere mayor rentabilidad a la compañía.

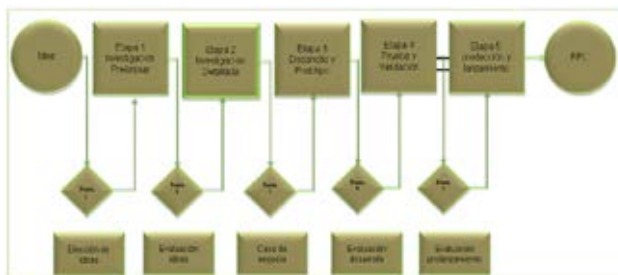
Para la evaluación de la información que utiliza la empresa al momento de evaluar sus proyectos, se realizó una entrevista con el comité técnico, formado por el director de I+D de la organización. Se encontró que en el año 2012 y principios del 2013 comenzaron dos proyectos de base tecnológica, para efectos de esta tesis, se llamarán proyecto 1 y proyecto 2.

La industria afirma que estos proyectos son de base tecnológica, ya que hace énfasis en el concepto de tecnología blanda. De acuerdo con la visión sistémica, la tecnología adquiere particularidades que la hacen diferenciable entre distintas organizaciones, es donde se resaltan materias primas e insumos, requerimientos del mercado, relaciones con clientes y proveedores, tecnología local, normas y regulaciones, entre otras (Robledo, 2005). A pesar de que la organización cuenta con equipos y dispositivos para la fabricación de sus productos, estos son ampliamente conocidos y

El personal administrativo, técnico y personas afines al proceso quisieron buscar una propuesta que les permita tener un mayor valor y competitividad; al momento de escoger proyectos tecnológicos, se hace necesario, para impulsar el crecimiento de la compañía, plantear una estrategia tecnológica o de I+D, creando una herramienta que le solucione problemas técnicos en las etapas de los procesos para el desarrollo de nuevos productos y que, por ende, aumente su confianza al momento de seleccionar un proyecto, teniendo una evaluación basada en dos de las metodologías (*State Gate* y PMI), ambas de gran reconocimiento.

Herramienta: desarrollo de la propuesta metodológica utilizando *Stage Gate* y PMI para la selección de cartera de proyectos tecnológicos

Figura 1. Propuesta modelo de selección de portafolio de proyectos tecnológicos utilizando Stage Gate® y PMI®.



Diseño realizado en Excel tomando como referencia el modelo de Cooper R. G. Se inicia con la idea, es un formato para escoger la idea innovadora, seguido de las cinco etapas y cinco compuertas, cada una es un comité evaluador, los rectángulos que están en la parte inferior son ayudas independientes que complementan a cada una de las etapas con el fin de integrar los procesos, terminando con el RPL formato (revisión postlanzamiento), esta herramienta es de fácil acceso para personas con conocimiento en proyectos tecnológicos; la utilización de esta consiste en dar clic en el inicio, en el icono idea y, sucesivamente, la herramienta conduce hasta terminar en la última ilustración (RPL).

Realizando este modelo híbrido se tuvieron en cuenta la mayoría de estos elementos en toda la herramienta. Hubo mayor aplicación de estos en la etapa 2, con el *business plan*. En esta etapa se visualiza un formato donde se recopila la información más relevante; en las entradas se toma la documentación sucesiva que se tuvo

en cuenta en la primera etapa, en las actividades se definen tareas que se tienen que llevar a cabo por los directos implicados y responsables del proyecto y las salidas o entregables son todas las evaluaciones y actualizaciones que se requieren para aprobar la viabilidad de este.

Esta etapa es de gran importancia, ya que se encuentra el PMI con el *business plan* y esta unión ayuda a optimizar y analizar los datos más representativos, como es la estimación de costos, y, con esto, afianzar un presupuesto adecuado y rentable para el proyecto. Se realiza, además, una tendencia y una proyección en ventas para un determinado tiempo y así compilar datos aproximados para conocer por medio de la TIR qué tan rentable podría llegar a ser la idea o nuevo proyecto innovador.

Pilotaje de la herramienta en la organización

Con la ayuda del comité APQP, especialmente con la dirección de I&D, la herramienta fue diligenciada por la organización; comenzaron con el botón de ideas y transcurrieron hasta el botón de revisión postlanzamiento. El comité APQP y la dirección de I&D no tuvieron ningún tipo de problema al llenar los formatos que forman la herramienta, ya que afirmaban que era fácil de entender y eran muy prácticos para recopilar la información de los proyectos de la organización. Algunas de las preguntas solicitaban información privada que comprometía el negocio de la empresa; en este tipo de casos, el comité optó solo por escribir “confidencial” o dejar el espacio en blanco.

Para la compañía, herramientas de este tipo son de gran utilidad debido a que permiten un buen manejo de los portafolios de ideas y su seguimiento hasta convertirlas en productos innovadores.

En general, abordar cada proyecto con la metodología propuesta permitió hacer un seguimiento acertado al proyecto 1, generando alertas internas para el cumplimiento en la producción de la información de cada proceso de la compañía.

El paso a una herramienta con un mejor diseño visual y que permita el almacenamiento y manipulación de la información a través de la conformación de bases de datos y, de esta manera, acceder rápidamente a lecciones aprendidas, esto tendría un mayor valor agregado para la compañía.

En algunos casos, por el tipo de negocio de la compañía, no se hacen prelanzamientos de productos, esto se debería tener en cuenta cuando la herramienta se pase a otro tipo de captación de la información.

Conclusiones y recomendaciones

La organización ubicada en el sector automotriz, subsector sellantes, no contaba con un proceso estándar para escoger portafolios de proyectos tecnológicos, es por esto que se ha diseñado un modelo híbrido con las metodologías *State Gate* y PMI, las cuales han sido reconocidas en el mundo por su excelente ejecución para la dirección de nuevos proyectos. Se estudiaron y se tomaron elementos como el proceso que sigue la metodología *State Gate* a través de etapas y puertas, combinado con la metodología PMI, considerando los elementos más significativos de esta. La herramienta está basada en formatos que ayudan a llevar la continuidad de todas las etapas del proyecto recolectando información que ayude al éxito y a la viabilidad de este. Es importante aprovechar este tipo de recursos, para buscar la competitividad y estar a la vanguardia en dicho sector, encontrando la estandarización en la selección de portafolios de proyectos tecnológicos, verificando la secuencia y control de los mismos, dando así seguridad y confianza a la organización al momento de lanzar el nuevo proyecto al mercado.

La organización manifestó interés y agrado al momento de diligenciar la herramienta, afirmó, asimismo, que es práctica y permite tener un soporte de todos los movimientos que suceden en el proceso de planificación, realización, verificación y puesta en marcha del proyecto, dando así solución a muchas de las necesidades que tenían, por lo que precisaban buscar un estándar o metodología para la gestión de proyectos. El comité APQP fue muy objetivo al llenar la información que se requería, de manera clara y concisa permitió que hubiera puntualidad en los proyectos, evitando confusiones o error en la recolección de datos, para dar así calidad y competitividad a sus productos y mejorar todos los procesos que intervienen para la obtención de estos desde la producción hasta el talento humano, que constituye un pilar importante para completar las metas de la organización.

Se recomienda la implementación de la herramienta para la selección de carteras de proyectos en el sector automotriz, subsector sellantes, para mejorar en la selección de nuevos proyectos que generen nuevas oportunidades, con el fin de mantener un

control de los documentos desde el inicio de la idea hasta su postlanzamiento, y así suplir y mejorar las necesidades del mercado buscando la satisfacción del cliente, sin olvidar que la herramienta ayuda a la recolección de información valiosa en todo el proceso de gestión del proyecto, para evitar errores anteriores y optimizar la seguridad y calidad de sus futuros proyectos.

Referencias

1. Cooper, R. (2008). *Perspective: the stage Gate Idea to launch process*.
2. Cooper, R. & Edgett, S. (s. f.). *Stage-Gate, international*. Recuperado de http://www.stage-gate.com/products_services_stage-gate.php
3. Medellín Cabrera, E. (2006). *Cuadernos de gestión, gestión de carteras de proyectos tecnológicos*. Recuperado de http://pnt.org.mx/PDF/Cuaderno_Gestion_de_cartera.pdf.
4. Pérez Vélez, J. D. (2012). *Método para la selección y priorización de portafolios de proyectos de I+D+i en el contexto institucional de un centro de desarrollo tecnológico en Colombia*. Recuperado de <http://www.bdigital.unal.edu.co/9157/1/71229656.2012.pdf>.
5. Porter, M. & Stern, S. (2001). *Innovation: location matters. MIT sloan Management review*.
6. Project Management Institute 2013, I. (2013). *PMI Project Management Institute América latina*. Recuperado de <http://americalatina.pmi.org/latam/AboutUS/QueEsLaDireccion-DeProyectos.aspx>.
7. Robledo, V. J. (2005). *Introducción a la gestión tecnológica*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.



**Universidad
Pontificia
Bolivariana**

SU OPINIÓN



Para la Editorial UPB es muy importante ofrecerle un excelente producto.
La información que nos suministre acerca de la calidad de nuestras publicaciones será muy valiosa en el proceso de mejoramiento que realizamos.
Para darnos su opinión, comuníquese a través de la línea (57) (4) 354 4565
o vía E-mail a editorial@upb.edu.co
Por favor adjunte datos como el título y la fecha de publicación, su nombre, e-mail y número telefónico.

ISSN 2322-7672



9 772322 767008

