

DESARROLLO DE UN SISTEMA DE EVALUACIÓN PROBABILISTA BASADO EN LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD NORMAL PARA UNA PYME EN EL SUR DE GUANAJUATO

Sánchez Silva María del Carmen (1), Dr. Baeza Serrato Roberto (2)

¹ [Licenciatura en Gestión Empresarial, Universidad de Guanajuato] | Dirección de correo electrónico: [mdc.sanchezsilva@ugto.mx]

² [Departamento de Estudios Multidisciplinarios, División de Ingenierías, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato] | Dirección de correo electrónico: [r.baeza@ugto.mx]

Resumen

Las pequeñas y medianas empresas carecen de desarrollos tecnológicos y de sistemas de evaluación de proveedores. Esta investigación propone el desarrollo de un sistema de evaluación de proveedores probabilístico, basado en la función de distribución de densidad normal, integrando condiciones estocásticas. Se determina la función de distribución de probabilidad individual y acumulada y se desarrollan las gráficas correspondientes para explicar el comportamiento de los datos en estudio. Se analizan los resultados y se desarrollan criterios probabilísticos de aceptación de proveedores. Se realiza la validación del sistema propuesto con datos reales en un caso de estudio para una PyME en el sur de Guanajuato y se obtienen criterios de aceptación para mantener o buscar mejores proveedores.

Abstract

Small and medium-sized enterprises lack technological developments and supplier evaluation systems. This research proposes the development of a probabilistic supplier evaluation system, based on the normal density distribution function, integrating stochastic conditions. The function of individual and accumulated probability distribution is determined and the corresponding graphs are developed to explain the behavior of the data under study. We analyze the results and develop probabilistic criteria of acceptance of suppliers. The validation of the proposed system is performed with real data in a case study for a SME in the south of Guanajuato, and acceptance criteria are obtained to maintain or search for better suppliers.

Palabras Clave

Pyme, Evaluación Probabilista, Proveedores, Distribución Normal, Herramienta.

INTRODUCCIÓN

En México las Pymes juegan un papel muy importante en el desarrollo económico nacional, ya que son las empresas de mayor creación de empleo e impulsan una amplia variedad de industrias comerciales en el país. En la región de Texcoco el 99.06% son pymes y solo el 0.04 % empresas grandes [1]. Del 100% de las pymes que abren sus puertas en México cada año, solamente el 24% sobrevive dos años [2]. Caso similar de México es Colombia donde el 96.3 % de las empresas son Pymes, y los principales problemas que enfrentan son administrativos y financieros [3]. La evaluación de la cadena de proveedores es muy importante sobre todo para las Pymes, ya que son las empresas más vulnerables a la incertidumbre del mercado [4]. La presente investigación tiene como finalidad proponer el desarrollo de un sistema de evaluación de proveedores probabilístico, basado en la función de distribución de densidad normal, integrando condiciones estocásticas, tomando como caso de estudio la pyme “Sistema Javi”, la cual ofrece servicio de ambientación para eventos sociales, culturales y escolares. La función de densidad de una distribución normal tiene forma de campana, es simétrica y puede tomar valores entre menos y más infinito [5]. La distribución normal depende de los siguientes parámetros: Media indica la posición de la campana y Desviación estándar que determina el grado de apuntamiento de la curva. La distribución normal que tiene de media $\mu=0$, y $\sigma^2=1$ se denomina distribución normal estándar [6].

Revisión de literatura.

Se ha realizado una revisión exhaustiva para encontrar aplicaciones de la herramienta utilizada en la presente investigación. La mayoría de los estudios realizados en las pymes son evaluaciones de variables cualitativas que evalúan las capacidades estratégicas de las pymes o aplican herramientas probabilísticas diferentes a la distribución normal. Las herramientas utilizadas para evaluar y diagnosticar los problemas a los

que se enfrenta una pyme deben ser diferentes a los que enfrenta una empresa grande [7].

En [8] implementaron el método estadístico de Análisis de Regresión el cual permite crear las estrategias empresariales a través de la valoración de variables compuestas. La clave en la ventaja competitiva de las pymes se encuentra en establecer una correcta gestión de abastecimiento, a través de relación entre cliente-proveedor [9]. En [10] desarrollaron un análisis cualitativo y cuantitativo basado en el modelo AHP para la evaluación de proveedores en la gestión del abastecimiento de las empresas en el sector textil en Colombia. Desde el punto de vista de la empresa compradora, la comunicación bidireccional eficaz, la participación de la alta dirección, los equipos y la compra de un porcentaje relativamente grande de la producción son fundamentales para el esfuerzo de desarrollo de los proveedores [11]. En [12] desarrollaron un enfoque de selección de proveedores basado en la eficiencia del riesgo (REBaSS) para suministros críticos. En [13] desarrollaron un enfoque utilizando modelos interpretativos estructurales (ISM) aplicado a una empresa del sector automotriz para analizar las interacciones entre los criterios existentes en la relación comprador-proveedor. La participación del proveedor en el proceso de diseño no es muy escasa, es por eso que con el desarrollo de herramientas tecnológicas se puede evaluar los índices de participación de los proveedores [14]. El modelo SEM, el modelo de clasificación ANN, las redes neuronales y las escalas difusas pueden aplicarse para la selección de proveedores [15].

En conjunto las herramientas antes mencionadas para la evaluación de proveedores son propuestas metodológicas de gran impacto, pero la mayoría de estos estudios han sido aplicados en empresas grandes por tal motivo la escasa implementación de tales herramientas para evaluar proveedores en pymes se convierte en un área de oportunidad e investigación.

MATERIALES Y MÉTODOS

En la ilustración 1 se muestra la metodología utilizada para esta investigación. La cual se divide en 5 etapas: identificación del problema; en esta etapa se realizó una exhausta revisión de literatura en cuanto a la evaluación de proveedores, posteriormente se eligió la pyme y la herramienta estadística para realizar la recolección de datos y a su vez determinar la función normal individual y acumulada y finalmente se determinan los criterios de aceptación y crear una tabla para evaluar a los proveedores.

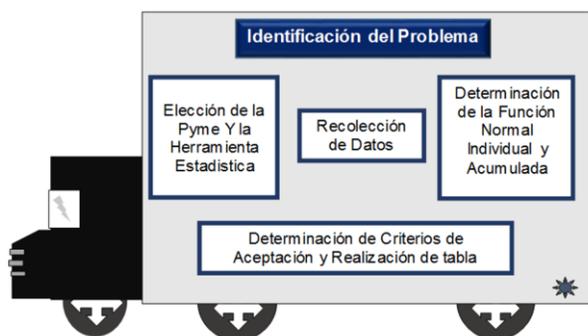


IMAGEN 1: Metodología de la investigación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la evaluación de proveedores se eligió la herramienta "Distribución Normal". Se evalúa el tiempo de entrega, permitiendo obtener las probabilidades de entrega basados en los criterios de aceptación. Se creó una tabla con los proveedores más importantes para la pyme teniendo como resultado los siguientes:

Proveedor	Dirección	Que provee
Servicio Mecánico "Morelos".	Calle. Prolongación 5 de Mayo #32. Yuriria, Gto.	Proporciona servicio a los camiones de la empresa.
Dulcería "Maas"	Calle. Prolongación 5 de Mayo #10-C. Yuriria, Gto.	Globos y artículos para animación de eventos.
Gasolinera Yuriria	Calle. Prolongación 5 de Mayo. Yuriria, Gto.	Gasolina.
Pinturas Max	Calle. Prolongación 5 de Mayo # 27. Yuriria, Gto.	Pinturas y demás materiales.
Ruiz Proaudio	Ponciano Vega 839, el Progreso, 38820. Moroleón, Gto.	Audio e Iluminación.

IMAGEN 2: Principales Proveedores.

Para la determinación de la Función Normal Individual y Acumulada se registraron 20 tiempos de entrega de cada proveedor. Los resultados fueron los siguientes:

Tiempo de Entrega minutos	Distribución Normal Proveedor 1: GASOLINERA YURIRIA						
	Distribución Normal	Distribución Normal Ordenada	Distribución Normal Falso	Distribución Normal Verdadero	Datos Estandarizados	Datos Estandarizados Falso	Datos Estandarizados Verdadero
5	0.041439133	0.0104236	0.041439133	0.110487348	-1.223940441	0.188632682	0.110487348
5	0.041439133	0.0104236	0.041439133	0.110487348	-1.223940441	0.188632682	0.110487348
5	0.041439133	0.04219076	0.041439133	0.110487348	-1.223940441	0.188632682	0.110487348
5	0.041439133	0.04219076	0.041439133	0.110487348	-1.223940441	0.188632682	0.110487348
6	0.052930137	0.04219076	0.052930137	0.157626938	-1.004258824	0.24094022	0.157626938
10	0.086952465	0.04219076	0.086952465	0.450051057	-0.125532353	0.395811291	0.450051057
10	0.086952465	0.04219076	0.086952465	0.450051057	-0.125532353	0.395811291	0.450051057
10	0.086952465	0.0540149	0.086952465	0.450051057	-0.125532353	0.395811291	0.450051057
10	0.086952465	0.0540149	0.086952465	0.450051057	-0.125532353	0.395811291	0.450051057
10	0.086952465	0.0540149	0.086952465	0.450051057	-0.125532353	0.395811291	0.450051057
10	0.086952465	0.08608221	0.086952465	0.450051057	-0.125532353	0.395811291	0.450051057
10	0.086952465	0.08608221	0.086952465	0.450051057	-0.125532353	0.395811291	0.450051057
11	0.08725272	0.08608221	0.08725272	0.537504707	0.094149265	0.397178064	0.537504707
15	0.054597996	0.08608221	0.054597996	0.834692467	0.972875735	0.248532382	0.834692467
15	0.054597996	0.08608221	0.054597996	0.834692467	0.972875735	0.248532382	0.834692467
15	0.054597996	0.08608221	0.054597996	0.834692467	0.972875735	0.248532382	0.834692467
20	0.010258765	0.08608221	0.010258765	0.98083386	2.071283824	0.04669833	0.98083386
20	0.010258765	0.08617894	0.010258765	0.98083386	2.071283824	0.04669833	0.98083386
10.5714	MEDIA						
4.55204	DESVIACIÓN						

IMAGEN 3: Proveedor 1.

El tiempo de entrega que más se repite del proveedor Gasolinera Yuriria es de 10 minutos, los comportamientos de los tiempos se ven reflejados en la siguiente gráfica:

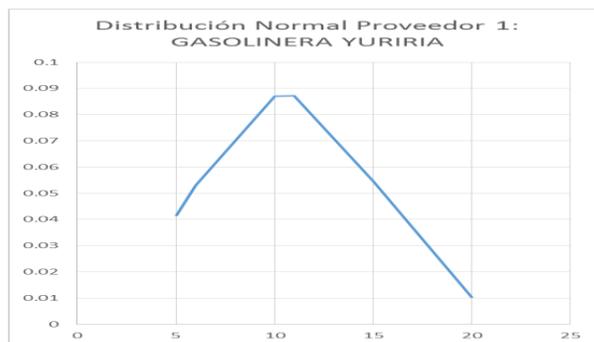


IMAGEN 4: Grafica de la Distribución Normal proveedor 1.

En el proveedor Dulcería Maas el tiempo más repetitivo fue 15 minutos. El rango de tiempo va desde 10 minutos hasta 40 minutos esto debido a la variabilidad de la demanda que tiene este proveedor

Tiempo de Entrega minutos	Distribución Normal Proveedor 2: DULCERIA MAAS.						
	Distribución Normal	Distribución Normal Ordenada	Distribución Normal Falso	Distribución Normal Verdadero	Datos Estandarizados	Datos Estandarizados Falso	Datos Estandarizados Verdadero
10	0.01491475	0.0064854	0.01491475	0.06591039	-1.506960503	0.128169264	0.065910391
15	0.03026191	0.0064854	0.03026191	0.1774511	-0.925122471	0.260054429	0.177451103
15	0.03026191	0.01001649	0.03026191	0.1774511	-0.925122471	0.260054429	0.177451103
15	0.03026191	0.01491475	0.03026191	0.1774511	-0.925122471	0.260054429	0.177451103
15	0.03026191	0.03026191	0.03026191	0.1774511	-0.925122471	0.260054429	0.177451103
16	0.03347415	0.03026191	0.03347415	0.20932808	-0.808754864	0.287658649	0.209328082
20	0.04376759	0.03026191	0.04376759	0.36569224	-0.343284439	0.376114885	0.365692243
20	0.04376759	0.03026191	0.04376759	0.36569224	-0.343284439	0.376114885	0.365692243
22	0.04614115	0.03315835	0.04614115	0.45598991	-0.110549226	0.396511995	0.455989906
24	0.04607871	0.03347415	0.04607871	0.54862414	0.122185987	0.39597538	0.548624138
24	0.04607871	0.04376759	0.04607871	0.54862414	0.122185987	0.39597538	0.548624138
25	0.04512163	0.04376759	0.04512163	0.59427412	0.238553593	0.387750789	0.594274123
25	0.04512163	0.04376759	0.04512163	0.59427412	0.238553593	0.387750789	0.594274123
30	0.03315835	0.04512163	0.03315835	0.79400356	0.820391625	0.284944817	0.794003556
30	0.03315835	0.04512163	0.03315835	0.79400356	0.820391625	0.284944817	0.794003556
38	0.01001649	0.04607871	0.01001649	0.96005567	1.751332476	0.086076292	0.960055672
40	0.0064854	0.04607871	0.0064854	0.97637585	1.984067689	0.055731998	0.976375853
40	0.0064854	0.04614115	0.0064854	0.97637585	1.984067689	0.055731998	0.976375853
22.95	MEDIA						
8.59346	DESVIACIÓN						

IMAGEN 5: Proveedor 2.

En la siguiente grafica se pueden observar el comportamiento de los tiempos de entrega.

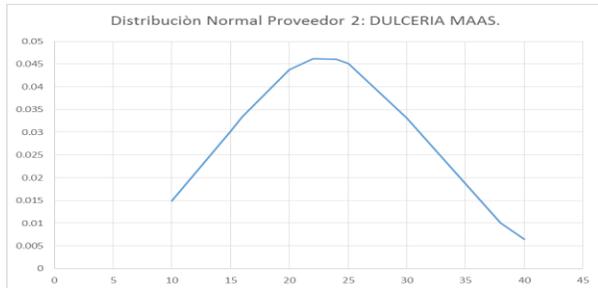


IMAGEN 6: Grafica de la Distribución Normal proveedor 2.

El tercer proveedor es la empresa RUIZ PROAUDIO. La siguiente tabla nos muestra que el tiempo más repetitivo es de 120min debido a la distancia que existe con la empresa y el proveedor

Tiempo de Entrega minutos	Distribución Normal	Distribución Normal Proveedor 3: RUIZ PROAUDIO					
		Distribución Normal Ordenada	Distribución Normal Falso	Distribución Normal Verdadero	Datos Estandarizados	Datos Estandarizados Falso	Datos Estandarizados Verdadero
50	0.002940454	0.002940454	0.002940454	0.027899841	-1.912506862	0.064058925	0.027899841
60	0.006367068	0.006367068	0.006367068	0.073032278	-1.453573615	0.138709056	0.073032278
65	0.008657391	0.008657391	0.008657391	0.110464421	-1.224061992	0.18860462	0.110464421
70	0.01167547	0.01167547	0.01167547	0.159977498	-0.994550368	0.243289363	0.159977498
75	0.013666329	0.013666329	0.013666329	0.222124237	-0.765038745	0.297726299	0.222124237
80	0.015986065	0.015986065	0.015986065	0.296142704	-0.535527121	0.345648408	0.296142704
85	0.017474706	0.017474706	0.017474706	0.379798423	-0.306015498	0.380683277	0.379798423
90	0.018258867	0.018258867	0.018258867	0.469509116	-0.076503874	0.397776514	0.469509116
95	0.018258867	0.018258867	0.018258867	0.469509116	-0.076503874	0.397776514	0.469509116
99	0.018099269	0.018099269	0.018099269	0.560803918	0.153007749	0.394299613	0.560803918
100	0.017020469	0.017020469	0.017020469	0.648961919	0.382519372	0.370797544	0.648961919
100	0.017020469	0.017020469	0.017020469	0.648961919	0.382519372	0.370797544	0.648961919
110	0.012851753	0.012851753	0.012851753	0.79997799	0.841542619	0.279980443	0.79997799
110	0.012851753	0.012851753	0.012851753	0.79997799	0.841542619	0.279980443	0.79997799
120	0.007860431	0.007860431	0.007860431	0.903296451	1.300565866	0.171242548	0.903296451
120	0.007860431	0.007860431	0.007860431	0.903296451	1.300565866	0.171242548	0.903296451
120	0.007860431	0.007860431	0.007860431	0.903296451	1.300565866	0.171242548	0.903296451
115	0.010319122	0.010319122	0.010319122	0.85792748	1.071054243	0.224806077	0.85792748
120	0.007860431	0.007860431	0.007860431	0.903296451	1.300565866	0.171242548	0.903296451

IMAGEN 7: Proveedor 3.

La siguiente ilustración muestra el comportamiento de los tiempos de entrega.

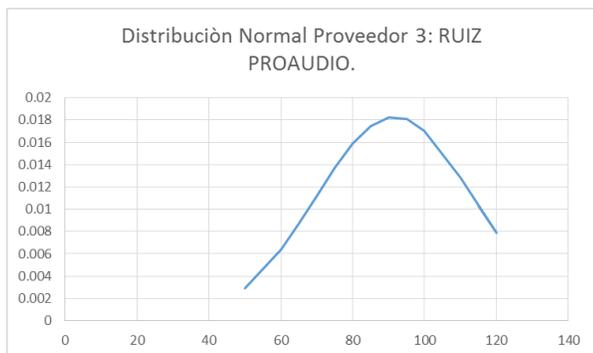


IMAGEN 8: Grafica de la Distribución Normal proveedor 3.

Se creó una tabla de evaluación la cual se dividió en dos grupos: El primer grupo contiene a los proveedores con un criterio de tiempo de entrega igual a 15 minutos y se aceptarían quienes tuvieran una probabilidad de 80%. El segundo grupo contiene a los proveedores con un criterio de tiempo de entrega igual a 90 minutos y se aceptarían quienes tuvieran una probabilidad de 80% (Ilustración 9).

EVALUACIÓN DE PROVEEDORES CON ENFOQUE DE LA DISTRIBUCIÓN NORMAL			
P(X)= X = 15 Minutos			PROBABILIDAD DE ACEPTACIÓN P(X)= X ≥80%
PROVEEDOR	DISTRIBUCIÓN NORMAL	PORCENTAJE	PROVEEDORES ACEPTADOS
GASOLINERIA YURIRIA	0.83469247	83.469247	GASOLINERIA YURIRIA 83.4692467
DULCERIA MAAS	0.1774511	17.74511	PROVEEDORES RECHAZADOS
PINTURAS MAX	0.06629743	6.6297431	DULCERIA MAAS 17.7451103 PINTURAS MAX 6.62974312

P(X)= X = 90 Minutos			PROBABILIDAD DE ACEPTACION P(X)= X ≥80%
PROVEEDOR	DISTRIBUCIÓN NORMAL	PORCENTAJE	PROVEEDORES RECHAZADOS
RUIZ PROAUDIO	0.46950912	46.950912	RUIZ PROAUDIO 46.9509116
SERVICIO MORELOS	0.29139934	29.139934	SERVICIO MORELOS 29.1399335

IMAGEN 9: Tabla de Evaluación.

Entre los proveedores aceptados dentro del primer grupo se encontraba nos siguientes: Gasolinera Yuriria con 83.46%. Los rechazados fueron: Dulcería Maas con 17.74% y Pinturas Max con 6.62% En el segundo grupo ninguno de los dos proveedores cumplió el límite de probabilidad para ser aceptados: Servicio Mecánico Morelos con 29.13% y RUIZ PROAUDIO 46.95%.

CONCLUSIONES

En el presente trabajo se desarrolló un sistema de evaluación probabilista basado en la función de distribución de probabilidad normal para una pyme en el sur de Guanajuato la cual se evaluó a 5 de sus proveedores y como resultado solo se aceptó

a un proveedor que fue la gasolinera Yuriria. Mediante la aplicación de esta herramienta se pudo evaluar a los proveedores en tiempos de entrega y obtener un porcentaje de probabilidad mediante los criterios de aceptación. Cabe señalar que esta herramienta puede ser aplicada en cualquier sector productivo. Otro aspecto importante es la resistencia que presentan los trabajadores al cambio ya que ya que creen que su pensamiento empírico es suficiente para el crecimiento económico de estas empresas.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Roberto Baeza Serrato por darme la oportunidad de trabajar en esta grandiosa investigación y a mi familia en especial a mi esposo y a mi pequeña hija.

REFERENCIAS

- [1] Chiatchoua, C., y Castañeda, Y. (2015). Influencia de las MIPYMES en la generación de empleos en la región XI Texcoco, Estado de México (2000-2010). *Quivera*, 17(2), 55-71.
- [2] Tan, H., López, G., Flores, R., Rubio, M., Slota, E., Tinajero, M., Beker, G. (2007). *Evaluando los programas de apoyo a las pequeñas y medianas empresas en Vedpuriswar, AV (2006)*. Enterprise Risk Management: Industry Experience Hyderabad: The ICFAI University Press.
- [3] Vera, M.A., y Mora, E. (2011). Líneas de investigación en Micro, Pequeñas y Medianas empresas. Revisión Documental y desarrollo en Colombia. *Revista de la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas de la Universidad de Nariño*, 8 (2), 213-226.
- [4] Toro, J. y Palomo, R. (2014). Análisis del riesgo financiero en las PYMES – estudio de caso aplicado a la ciudad de Manizales. *Lasallista*, 11(2), 78-88.
- [5] Martín, G. (2012). La función de probabilidad normal: Características y aplicaciones. *eXtoikos*, 6, 107-110.
- [6] Pértegas, S., y Pita, S. (2001). La distribución normal. Unidad de Epidemiología Clínica y Bioestadística. Complejo Hospitalario Juan Canalejo. A Coruña. *Cad Aten Primaria*, 8, 268-274.
- [7] Nuno, H., Lopes, I., y Sousa, S. (2015) "Prioritizing quality problems in SMEs: a methodology". *The TQM Journal*, 27(1), 2-21.
- [8] Aguilera, L., González, M., y Rodríguez, R. (2011). Estrategias empresariales para la competitividad y el crecimiento de las PYMES. Una evidencia empírica. *Investigación y Ciencia*, 19(53), 39-48.
- [9] González, S. (2011). Sistemas integrados de gestión, un reto para las pequeñas y medianas empresas. *Escenarios*, 9(1), 69-89.
- [10] Zuluaga, A., Guisao, E., y Molina, P. (2011). La evaluación de proveedores en la gestión del abastecimiento en las empresas del sector textil, confección, diseño y moda en Colombia. *Politécnica*, 13.
- [11] Kang, He-Yau., Lee, Amy H.I. (2010) "A new supplier performance evaluation model: A case study of integrated circuit (IC) packaging companies", *Kybernetes*, 39 Issue: 1, pp.37-54
- [12] Micheli, G. (2008) "A decision-maker-centred supplier selection approach for critical supplies", *Management Decision*, 46(6), 918-932.
- [13] Govindan, K., Kannan, D., y Noorul Haq, A. (2010) "Analyzing supplier development criteri for an automobile industry". *Industrial Management & Data Systems*, 110(1), 43-62.
- [14] Humphreys, P., Huang, P., y Cadden, T. (2005) "A web-based supplier evaluation tool for the product development process", *Industrial Management & Data Systems*, 105 2, 147' 163.
- [15] Shih, Kuang-Hsun., Hung, Hsu-Feng., y Lin, B. (2009) "Supplier evaluation model for computer auditing and decision-making analysis", *Kybernetes*, 38 9, 1439-1460.