

# MODELADO DE SIMILITUD DE CARROS TRANSPORTADORES DE COMPONENTES AUTOMOTRICES EN LÍNEAS DE PRODUCCIÓN PARA OPTIMIZAR LA CADENA DE SUMINISTROS MEDIANTE ANÁLISIS FACTORIAL EXPLORATORIO CON SPSS

## SIMILARITY MODELING OF TRANSPORTER CARS OF AUTOMOTIVE COMPONENTS IN PRODUCTION LINES TO OPTIMIZE THE SUPPLY CHAIN THROUGH EXPLORATORY FACTOR ANALYSIS WITH SPSS

Frida Julieta Gallegos Méndez<sup>1</sup>, Humberto García Castellanos<sup>2</sup>,  
Carlos Alberto Ochoa Ortiz<sup>3</sup>, Lizette Alvarado Tarango<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Lienciatura en Ingeniería en Aeronáutica. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, División de Estudios Posgrado e Investigación, [m20112715@cdjuarez.tecnm.mx](mailto:m20112715@cdjuarez.tecnm.mx), (656) 121-98-61 dirección C. San Agustín Col. Maestros Estatales, Ciudad Juárez, México C.P. 32179.

<sup>2</sup>Doctorado en Ciencias de la ingeniería Industrial. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, División de Estudios de Posgrado e Investigación, [humber.gc@cdjuarez.tecnm.mx](mailto:humber.gc@cdjuarez.tecnm.mx), (656) 200-08-12, C. Pakistán 7026 Fracc. Oasis, Ciudad Juárez, México C.P. 32697.

<sup>3</sup>Postdoctorado en Energía (agosto 2017). Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Doctorado en Tecnología, Departamento de Ingeniería Industrial y de Sistemas. [alberto.ochoa@uacj.mx](mailto:alberto.ochoa@uacj.mx), 6561910662, dirección Mariano Rivapalacio #24, Colonia Del Lago, Cuernavaca; Morelos, México C.P. 62470

<sup>4</sup>Maestría en Ingeniería Administrativa, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, División de Estudios de Posgrado e Investigación, [lizette.at@cdjuarez.tecnm.mx](mailto:lizette.at@cdjuarez.tecnm.mx), 656 137 7389, C Privada de Cilicia 1014, Frac. Cerrada de Tarso 32560, Juárez Chih.

**Resumen** – En una empresa automotriz es cada vez más importante reducir los costos y tiempos de entrega al cliente, para ser rentables y competentes. Es por esto que la industria desarrolla mejoras para sus procesos y uno de esos procesos es la cadena de suministros. Actualmente las cadenas de suministros deben ser ágiles para responder adecuadamente las demandas.

Un análisis estadístico es lo que se mostrara en el presente trabajo con el objetivo de determinar la similitud entre una base de datos, utilizando las herramientas para el estudio de las correlaciones y similitudes que se encuentran en el software SPSS de la compañía IBM, se examinaran la base de datos obtenida de una empresa que se dedica al maquinado y ensamble de motores, además de abordar el método de análisis de factor exploratorio para conocer si existe o no una correlación y similitud de los datos.

Al terminar con los estudios de la investigación se pretende puntualizar sobre los resultados para determinar las futuras contribuciones.

**Palabras Clave:** Análisis de factor exploratorio, automotriz, cadena de suministros, similitud, SPSS.

**Abstract** – In an automotive company it is increasingly important to reduce costs and delivery times to the customer, to be profitable and competent. This is why

the industry develops improvements for its processes and one of those processes is the supply chain. Today's supply chains must be agile to respond adequately to demands.

A statistical analysis is what will be shown in this paper with the aim of determining the similarity between a database, using the tools for the study of correlations and similarities found in the SPSS software of the company IBM, the database obtained from a company engaged in engine machining and assembly shall be examined, in addition to addressing the method of exploratory factor analysis to determine whether or not there is a correlation and similarity of the data.

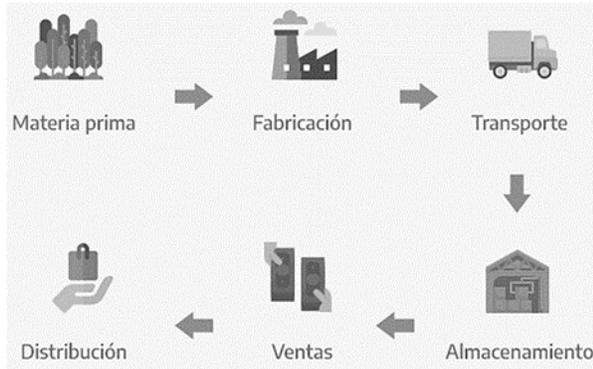
At the end of the research studies, it is intended to clarify the results to determine future contributions.

**Key words** – Exploratory factor analysis, automotive, supply chain, similarity, SPSS.

## INTRODUCCIÓN

En una empresa automotriz es cada vez más importante reducir los costos y tiempos de entrega al cliente, para ser rentables y competentes. Es por esto que la industria desarrolla mejoras para sus procesos y uno de esos procesos es la cadena de suministros [1].

Una cadena de suministro (SC) es una red de empresas que producen, venden y entregan un producto o servicio a un segmento de mercado predeterminado. No solo incluye a los fabricantes y proveedores, sino también a transportistas, almacenes, minoristas y los propios clientes, entre otros [2].



**Figura 1.** Esta imagen muestra el ejemplo de una cadena de suministros [3].

El tema de la gestión de la cadena de suministro se ha sometido a muchas transformaciones, ya que se encuentra en constante ajuste a los cambios debidos a la globalización de la economía mundial y a un nivel cada vez mayor de competencia [4].

Un término dentro del tema de cadenas de suministros es la logística la cual se define como aquella parte del proceso de supply chain que planifica, implementa y controla el flujo y el almacenamiento eficiente y efectivo de los bienes, servicios e información relacionada desde el punto de origen al punto de consumo con el objetivo de satisfacer los requerimientos del cliente [5].

Este concepto es crucial porque no importa cuán bien planificadas, implementadas y controladas se realicen las actividades logísticas en la cadena de suministro, pueden ocurrir todo tipo de eventos inesperados que afectan su flujo eficiente [6].

El tema que se va a analizar esta dentro de las clasificaciones que maneja el termino de logística y es la gestión de las existencias, uno de los propósitos de la gestión de la cadena de suministro es poseer herramientas y métodos con el propósito de mejorar y automatizar el suministro teniendo en cuenta la reducción de existencias y los plazos de entrega, aquí resalta el termino justo a tiempo que es reducir al máximo las existencias dentro del proceso de abastecimiento, los sistemas y tecnologías van a permitir a las empresas mantener un control de existencias y pedir o suministrar de acuerdo a la necesidad o pedido de una forma automatizada, de esta

forma se podrá rastrear en forma permanente todas las piezas de los integrantes de la cadena de suministro [5].

Cuando abordamos una investigación empírica, bien sea en el área educativa, de salud, o de otras disciplinas, uno de nuestros intereses es conocer la relación que existe entre dos o más variables: el grado de asociación, el aumento o disminución de conjuntos o proporcionalmente inversos, la posible influencia o casualidad de una sobre otra [7].

Los asesores estadísticos de la actualidad, procesan grandes bases de datos, en un tiempo extraordinariamente breve, por lo que recomendamos la utilización de los mismos para optimizar el tiempo del que dispone el investigador para el análisis de los datos [8]. En la investigación del presente trabajo el programa de SPSS V23 (Statistical Package- for the Social Sciences), de IBM Company, será utilizado para el análisis de los datos. Igualmente, el software llamado RStudio.

El presente trabajo de investigación se analizará mediante una base de datos que consta de una muestra de 34 vehículos de transporte de material, que fueron obtenidos de una empresa manufacturera de piezas automotrices, uno de los puntos a estudiar es la similitud que pueden tener los datos. Por lo cual se proponen los siguientes objetivos para esta investigación:

- Encontrar la mayor similitud estadística entre los vehículos de transporte de material.
- Demostrar si los datos tienen correlación o no.
- Determinar si cada uno de los datos de los vehículos de transporte de material, afecta a otros datos que se encuentran en el mismo análisis.

## DESARROLLO

La realización de la investigación y utilización del software para hacer los cálculos y los estudios de correlación serán descritos en esta sección.

### Metodología

La secuencia de esta metodología está en función del análisis del Análisis Factorial Exploratorio (AFE), acompañado de la utilización del software SPSS.

La base de datos inicial de los vehículos se muestra en la figura 2, se presentan de lado de las filas los 34 carros disponibles para el material y en las columnas se observan los componentes que se pueden transportar en dichos vehículos.



Vehiculos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	
2	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
3	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
4	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
5	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
6	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
7	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
8	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
9	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
10	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
11	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
12	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
13	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
14	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
15	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
16	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
17	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
18	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
19	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
20	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
21	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
22	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
23	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
24	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
25	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
26	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
27	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
28	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
29	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
30	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
31	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
32	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
33	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
34	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
35	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
36	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
37	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
38	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
39	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
40	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34

Figura 4. Base de datos con la clasificación según el nivel de similitud.

Como se muestra en la imagen anterior las similitudes son representadas ahora por el nivel de la categoría que tienen.

Con la información disponible se procede a realizar los análisis por medio del programa SPSS, para determinar y encontrar la correlación, además de hacer el análisis de factor exploratorio.

**Análisis por grupo mediante SPSS**

En cuanto al análisis de la relación, podemos tener interés en saber cómo se comporta un mismo grupo de sujetos en distintas variables; también se puede centrar en una misma variable medida antes y después, en dos momentos diferentes, en un mismo grupo; y/o también podríamos querer obtener la medida de una sola variable, pero en distintos grupos [7].

Con los datos agrupados en las clasificaciones mencionadas anteriormente, se procede al uso del programa SPSS Statistics, para el análisis de los datos y determinar la similitud de estos.

IBM SPSS Statistics es una potente plataforma de software estadístico. Ofrece un sólido conjunto de características que permite a su organización extraer información práctica de sus datos [10].

Se prosigue con la carga de los datos, que se mostró en la figura 4, en el software de SPSS donde serán analizados por medio de las herramientas disponibles en el programa.

**Determinación de correlación Spearman**

La primera herramienta que se estudiara con el programa es la determinación de la correlación por medio del método de Spearman.

El análisis de Correlación de Spearman, es un método estadístico no paramétrico, que pretende examinar la intensidad de asociación entre dos variables cuantitativas [11].

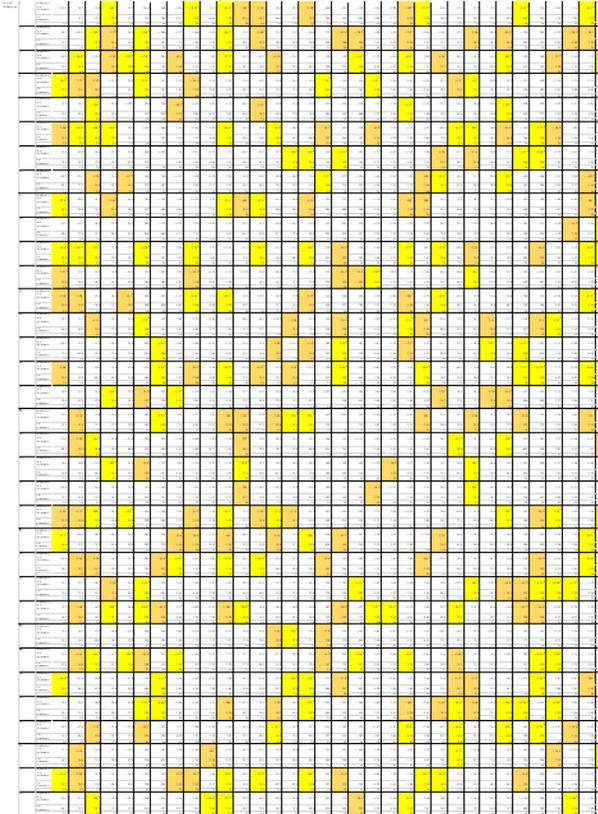
La correlación de Spearman o también conocida como rho de Spearman es el análogo no paramétrico de la correlación de Pearson. Se utiliza para variables cuantitativas de libre distribución o con datos ordinales.

La correlación de Spearman se basa en la sustitución del valor original de cada variable por sus rangos [12], tal como se puede observar en su fórmula:

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n d_i^2}{n^3 - n} \quad \text{Ec. (1)}$$

En donde n es el número de casos y d es la diferencia entre los rangos de las variables para cada unidad de observación. [13].

Al introducir los datos con las clasificaciones y elegir la opción del análisis del método de Spearman, se obtiene la figura 5, que muestra el coeficiente de correlación de Spearman:



\*\* La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).  
\* La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Figura 5. Matriz representativa de la correlación de Spearman.

Como se observa en la imagen anterior, existen dos niveles de significatividad en las variables analizadas, uno de ellos tiene un nivel de significatividad de 0.01 el cual este subrayado con color amarillo, también se muestra una significatividad del 0.05 que está marcada en color naranja.

Por medio del resultado de la correlación de Spearman se puede afirmar que existe una relación en los datos de los vehículos de transporte de material.

Después de obtener la matriz, se dispondrá a comparar con la figura 4, en donde se muestra la clasificación realizada para los datos de los vehículos de transporte de material, así determinar la relación que existen entre los datos y describir los resultados como conclusión.

### Análisis de factor exploratorio

El AFE (Análisis de factor exploratorio) permite conocer la estructura dimensional en los dos conjuntos de variables objeto de estudio. Este análisis revela el número de constructos o factores subyacentes en ambos grupos de ítems, así como el porcentaje total de la varianza que estos son capaces de explicar en cada caso [14].

Con la utilización del sistema SPSS, se realizará el análisis del factor exploratorio, el cual nos mostrará diversos resultados y diferentes matrices disponibles para estudiar, sin embargo, para la investigación del presente trabajo se utilizará la llamada matriz de estructura que se muestra en la figura 6.

El siguiente paso a analizar es la utilización del método de reducción de factores, en el cual se usarán los datos obtenidos en la matriz de estructura, mediante los datos que se encuentran marcados en la figura 6, se procede a la eliminación de los factores para obtener la correlación de los datos:

Matriz de estructura			
	Componente		
	1	2	3
14	-.393		.169
3	.388		
22	.384	.158	-.176
28	.355		
31	.346	-.123	
6	-.268	-.173	-.127
19	.268		.149
34	.250	.115	-.218
4	-.203	-.184	-.126
5	-.159	-.156	
11	.160	.406	
33		.361	
13		-.312	
2		-.306	
12	.194	-.306	
1		-.282	
23	-.172	.277	
20		-.240	
9		.235	
24		.186	
8		.161	
15	-.171		.465
25	-.232		-.374
18	-.130	.193	.363
7			.329
30	-.271		-.281
29			.276
27		-.169	.265
16		.156	.262
26		-.204	-.237
21			-.177
32		.153	-.155
10			-.148
17			-.121

Método de extracción: análisis de componentes principales.

Figura 6. Matriz de estructura, obtenida del análisis en SPSS.

### Reducción de factores

Dentro del análisis de reducción de factores se encuentra el método de componentes principales que es el método que se usara para el análisis de los carritos de transporte de materiales automotrices.

El método de componentes principales tiene como objetivo transformar un conjunto de variables originales, en un nuevo conjunto de variables (sin perder información), combinación lineal de las originales, denominadas componentes principales (factores).

El ACP trata de hallar estos componentes o factores, los cuales se caracterizan por estar correlacionadas entre sí, que sucesivamente expliquen la mayor parte de la varianza total [15].

Algunas de las críticas y recomendaciones más fuertes giran en torno al tipo de criterio o procedimiento elegido para estimar los factores. Entre las distintas opciones, componentes principales (CP) sigue siendo en la práctica una de las más utilizadas [16].

Con la reducción de factores se presenta el valor del

KMO y la prueba de Bartlett, que servirán para el análisis de la investigación.

El valor de KMO superior a .50 y la significación de la prueba de esfericidad de Bartlett por debajo de .05 confirma la existencia de correlación suficientes entre las variables, quedando así constatada la pertinencia del análisis [14].

Se buscará la satisfacción de este valor para representar la relación que existe entre los datos analizados. El primer valor que se obtiene de KMO, es el que se muestra en la siguiente figura 7, sin embargo, no es el valor que se está buscando para la demostración de la relación.

**Prueba de KMO y Bartlett**

Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		,034
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. Chi-cuadrado	29,014
	gl	406
	Sig.	1,000

**Figura 7.** Resultado del análisis de la reducción en los factores

Dado que el resultado obtenido de la primera reducción de factores no cumplió con los objetivos, se determina continuar con la reducción de factores, eliminando aquellos que son negativos.

Como se muestra en la siguiente figura, se subrayan los factores que son negativos en la matriz de estructura, para después aplicar la reducción de estos datos y obtener el nuevo valor de KMO.

	Matriz de estructura		
	Componente		
	1	2	3
33	.394		.116
11	.372		.109
12	-.356	.104	.125
1	-.326		
16	.320	.183	-.181
13	-.302		
23	.282	-.144	
26	-.253	-.236	
9	.245		
20	-.239		
30	-.140	-.492	-.134
25		-.461	
31		.321	
7	.161	.254	
29	.240	.251	-.198
19	-.127	.236	
14		-.215	-.126
27		.172	
10		-.134	
21		-.130	
15	.114	.213	-.427
8			.377
5			-.376
28	-.151	.312	.375
17			.349
3		.186	.310
24	.133		.293
2	-.191		-.270
32		-.182	.196

Método de extracción: análisis de componentes principales.

**Figura 8.** Matriz estructura resultado del análisis de la reducción de factores.

Al obtener el nuevo valor de KMO, se puede observar que tuvo un aumento considerable, pero aun así no es suficiente para comprobar la relación de los datos, por lo cual se realizara una vez más, la reducción de factores.

**Prueba de KMO y Bartlett**

Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		,101
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. Chi-cuadrado	16,375
	gl	300
	Sig.	1,000

**Figura 9.** Resultado del análisis de la reducción en los factores.

Matriz de estructura			
	Componente		
	1	2	3
33	-.440		
11	-.429	.206	-.122
9	-.324		-.230
1	.322		
13	.305		-.107
27	.290		.249
23	-.289	-.192	.173
12	.287		-.115
2	.212	-.194	-.182
24	-.194	.114	.165
10	-.120		
28	.205	.472	.126
26	.163	-.414	
3		.383	
25		-.292	.131
21	-.169	-.289	-.150
20	.216	-.240	
7		.229	
8			.457
31		.227	-.404
14		-.204	.363
19		.226	-.320
5		-.243	-.313
17		.105	.284
32			.263

Método de extracción: análisis de componentes principales.  
**Figura 10.** Matriz estructura resultado del análisis de la reducción de factores.

Luego de realizar el análisis de reducción de factores, por medio del programa se obtiene la siguiente figura donde se muestra el valor del KMO, en donde se puede observar un incremento en este, con respecto al análisis anterior:

Prueba de KMO y Bartlett			
Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo			.163
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. Chi-cuadrado		11,295
	gl		231
	Sig.		1,000

**Figura 11.** Matriz estructura resultado del análisis de la reducción de factores.

Matriz de estructura			
	Componente		
	1	2	3
8	.467	.201	-.110
28	.450	-.316	
5	-.434		
17	.265		
24	.251		-.135
10	-.235		-.183
7	.170	-.134	-.130
31		-.474	-.101
19		-.374	
14	.100	.358	
25	-.252	.336	
3	.222	-.311	-.125
23		.300	-.209
32		.194	
20		.202	.452
9	-.277		-.427
12		-.131	.400
33		.128	-.381
1			.340
26	-.272	.241	.308
13		-.152	.235
27	.197		.206

Método de extracción: análisis de componentes principales.

**Figura 12.** Matriz estructura resultado del análisis de la reducción de factores.

Los datos obtenidos con la reducción de factores dieron como resultado un nuevo valor de KMO, que se muestra en la figura 10.

Prueba de KMO y Bartlett		
Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		.211
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. Chi-cuadrado	8,158
	gl	171
	Sig.	1,000

**Figura 13.** Tabla de resultados del KMO, obtenidos de la reducción de factores.

Matriz de estructura			
	Componente		
	1	2	3
28	.444	-.161	-.189
23	-.424	.158	
1	.377	.138	.202
33	-.362		-.214
27	.347	.124	
17	.264	.138	-.183
5	-.234	-.161	
13	.181	-.174	.115
24	-.169		
31	.105	-.519	-.340
32	.162	.441	
19		-.365	
14		.352	
25	-.106	.331	
10		.169	-.116
20			.566
9	-.281	-.145	-.474
26	-.179		.399
12	.114	-.298	.346

**Figura 14.** Matriz estructura resultado del análisis de la reducción de factores.

El nuevo valor del KMO se observa en la siguiente figura:

Prueba de KMO y Bartlett		
Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		.322
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. Chi-cuadrado	3,830
	gl	105
	Sig.	1,000

**Figura 15.** Valor de KMO y Bartlett obtenidos del análisis de reducción de factores.

**Interpretación de matriz patrón**

Después de realizar las reducciones de factores correspondientes, para los datos mostrados en las

figuras anteriores, se muestra la matriz patrón, figura 16, que pertenece a la última interacción con el resultado de KMO.

Dado que el valor del factor KMO no se cumplió como se deseaba, se opta por hacer el análisis con el último valor obtenido.

Matriz de patrón <sup>a</sup>			
	Componente		
	1	2	3
23	-.528	-.110	.202
33	-.472		-.165
1	.471	-.188	
24	-.411		.139
13	.313	.121	
32		-.448	
14	.129	-.435	
12	.128	.413	.302
27	.258	-.376	.242
19		.373	
26		.298	.197
20		.178	.567
10			-.508
5	.164	.301	-.441
25			-.235

Figura 16. Matriz estructura resultado del análisis de la reducción de factores.

## DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

En la interpretación de la prueba estadística correlación de Spearman, es necesario tener en cuenta el objetivo de la investigación que se define en primera instancia [8].

La similitud entre los datos analizados se muestra en la matriz de correlación que muestra diversos valores para cada una de las comparaciones entre los carritos de material.

Estos datos se interpretan utilizando las escalas del valor de la correlación de Spearman, que se pueden definir de la siguiente manera [8]:

1. 0 – 0,25: Escasa o nula
2. 0,26-0,50: Débil
3. 0,51- 0,75: Entre moderada y fuerte
4. 0,76- 1,00: Entre fuerte y perfecta 5

Es por ello que al analizar la figura 5, donde se muestra la matriz de correlación de Spearman, se determina que los datos marcados en amarillo con un valor negativo, son los que tienen una relación escasa o nula, mientras

que los que superan un valor de 0.76 son los que tienen una correlación fuerte.

Este análisis no solo se aplica en las industrias manufactureras, sino que también en otros ámbitos como la medicina por la información que aporta.

Esta investigación es comparada mediante la utilidad de la prueba de coeficiente de correlación de rangos de Spearman en el campo de la medicina aporta una respuesta cuantificable a la relación que en momentos determinados pueda existir entre dos variables, siendo esta un punto de partida para pronósticos y predicciones en problemas prácticos de salud [8].

Por medio de la reducción de los factores, se analizó el valor del KMO, que mostrara la relación que existen entre los datos de los vehículos de transporte de material, identificando si estos son afectados mutuamente.

Si el determinante de la matriz de correlaciones es muy bajo entonces las correlaciones entre las variables serán altas, pero su valor no debe ser exactamente cero, ya que en ese caso las variables serán linealmente dependientes [16].

## CONCLUSIONES

Al revisar los cálculos y analizar los resultados con la matriz obtenida del método de correlación de Spearman se concluye que los datos de los vehículos de transporte de material, si tienen una significación de similitud.

Después de determinar la correlación, se hace la comparación de los datos obtenidos de la matriz de Spearman con respecto a la tabla de clasificación que se muestra en la figura.

Haciendo la comparación se concluye que los datos si tienen una correlación de similitud y se determina que los datos con un signo negativo tienen una correlación a los datos de clasificación menor, mientras los datos de clasificación superior tienen una correlación positiva.

Por medio del método de análisis de factor exploratorio y la reducción de factores con lo cual se estudió la relación que pueda existir entre los datos, se puede concluir que los datos tienen una relación no significativa, esto significa que los datos al ser modificados no afectan en los valores de las otras variables, solo afecta en la similitud que tienen con los otros vehículos de transporte de material.

## Investigación Futura

Con la información obtenida en el presente estudio, se

puede agregar como investigación futura la realización de un análisis con los datos de los vehículos de transporte de material agregando el tiempo que les toma transportar el material por las diferentes estaciones de trabajo, y con esto hacer un estudio de correlación.

Igualmente se puede agregar la elaboración de un modelo que sea capaz de determinar el orden de los vehículos para que sea más rápida la transportación por medio de las rutas de movimiento de material.

## BIBLIOGRAFÍA

[1] Fernando, G. B., & Vinicio, N. M. (2018). Análisis de una cadena de suministro de autopartes. *INNOVA Research Journal*, 12.

[2] Ahumada, G. A. (2016). Aplicaciones de inteligencia artificial en procesos de cadenas de suministros: una revisión sistemática. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 17.

[3] Enciclopedia económica. (2019). Obtenido de <https://enciclopediaeconomica.com/cadena-de-suministro>.

[4] Dumitrascu, O. D. (2020). Performance Evaluation for a Sustainable Supply Chain Management System in the Automotive Industry Using Artificial Intelligence. *Processes*, 1-20.

[5] Parra, O. M. (2016). Gestión de la cadena de suministros Supply Chain Management. Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada.

[6] Castorena, O. H., Enríquez, L. A., & Adame, M. G. (2016). Efecto gestión de la cadena de suministro en el desempeño de pyme manufacturera. *Aguascalientes, México. Amazonia Investiga*, 5(8), 22-31.

[7] Reguant, A. M. (2018). La relación entre dos variables según la escala de medición con SPSS. *Revista Reire*, 16.

[8] Martínez Ortega, Rosa María, Tuya Pendás, Leonel C, Martínez Ortega, Mercedes, Pérez Abreu, Alberto, & Cánovas, Ana María. (2009). El coeficiente de correlación de los rangos de Spearman caracterización. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*, 8(2) Recuperado en 28 de octubre de 2021, de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1729-519X2009000200017&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1729-519X2009000200017&lng=es&tlng=es).

[9] José Ulises Jiménez, M. (2019). *Introducción a R y RStudio*. Panamá: Centro de Investigaciones Hidráulicas e Hidrotecnicas.

[10] IBM. (noviembre de 2020). IBM. Obtenido de IBM México: <https://www.ibm.com/mx-es/products/structural-equation-modeling-sem>

[11] Mondragón Barrera, M. A. (2014). Uso de la correlación de Spearman en un estudio de intervención en fisioterapia. *Ibero Americana Movimiento Científico*, 98-104.

[12] Camacho-Sandoval, J. (2021). Asociación entre

variables: correlación no paramétrica. *Acta Médica Costarricense*, 144-146.

[13] Roy-García, I. R.-R.-R.-C. (2020). Correlación: no toda correlación implica causalidad. *Revista alergía México*, 354-360.

[14] Matosas, L. L. (2019). Correlaciones entre redes sociales y recursos educativos digitales en estudiantes universitarios de marketing en el EEES. *Research Gate*, 11.

[15] Alicante, U. d. (s.f.). *Práctica 5. Análisis Multivariante con SPSS. Reducción de Datos: Análisis de Componentes Principales y Factorial*. Obtenido de Grupode Petrología Aplicada:

<https://web.ua.es/es/lpa/docencia/practicas-analisis-exploratorio-de-datos-con-spss/practica-5-analisis-multivariante-con-spss-reduccion-de-datos-analisis-de-componentes-principales-y-factorial.html>

[16] Frías-Navarro, D., & Pascual-Soler, M. (2012). Prácticas del Análisis Factorial Exploratorio (AFE) en la investigación sobre conducta del consumidor y marketing. *Suma Psicológica*, 19(1), 45-58.

## ROLES DE CONTRIBUCIÓN

ROL DE CONTRIBUCIÓN	AUTOR (ES)
Conceptualización Metodología Redacción	Frida Julieta Gallegos Méndez
Administración del proyecto Supervisión Software	Dr. Humberto García Castellanos
Curación de datos Recursos	Dr. Carlos Alberto Ochoa Ortiz
Validación Visualización	Lizette Alvarado Tarango



Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución 4.0.