

### **3.1.3 Análisis Multivariado**

Para el análisis Multivariado se va a aplicar el Análisis Factorial con Componentes Principales, el cual es un método que intenta explicar – según el modelo lineal – un conjunto extenso de variables observables mediante un número reducido de variables hipotéticas llamadas factores.

El objetivo del presente análisis que será aplicado en la sección 4, es conocer la percepción general de los entrevistados acerca de los tipos de viviendas convencionales actuales y de las casas móviles.

#### **Análisis Factorial en la sección 4**

Para aplicar el análisis Factorial, la matriz de correlación de esta sección tiene que ser factorizable, se utilizará el criterio estadístico de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) que compara los coeficientes de correlación de Pearson con los coeficientes de correlación entre variables, y se utiliza para conocer si las variables comparten factores comunes; y la prueba de esfericidad de Bartlett se utiliza para comprobar si la matriz de correlaciones obtenidas es una matriz identidad, es decir, si todos los coeficientes de la diagonal son iguales a la unidad y los extremos de la diagonal iguales a 0.

Cuando la matriz de correlaciones es una matriz identidad debe cuestionarse el empleo del análisis factorial. La estadística de prueba de la esfericidad se basa en la transformación de Chi-Cuadrada del determinante de la matriz de correlación. Un valor grande de la estadística de prueba favorecerá el rechazo de la hipótesis nula (véase Cuadro IX).

**Cuadro IX**  
*Estudio de Sistema de Vivienda Transportable Movable*  
**Prueba de Esfericidad de Bartlett**

<p><b>H<sub>0</sub>:</b> Las variables no se correlacionan en la población <b>Vs.</b> <b>H<sub>1</sub>:</b> No es verdad H<sub>0</sub></p>
--

Como se muestra en la tabla 3.87, la hipótesis nula queda rechazada en la prueba de esfericidad de Bartlett de que la matriz de correlación es una matriz de identidad.

**Tabla 3.87**  
*Estudio de Sistema de Vivienda Transportable Movable*  
**KMO and Bartlett's Test**

Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin		0,728
Prueba de esfericidad de Bartlett	Approx. Chi-Cuadrado	1.500,996
	GI	120
	Sig.	0,000

**Fuente:** Investigación de Mercados  
**Elaborado por:** Grace Villacreses Quirindumbay

Bajo los valores del coeficiente de KMO implican que las correlaciones entre cada pareja de variables no puede explicarse por otras, de modo que no se puede utilizar el análisis Factorial. Dado que el resultado de KMO es 0.728 se considera que si se puede realizar el análisis Factorial, ya que esta cifra se aproxima a la unidad está revelando la presencia de factores comunes, y por tanto indica la idoneidad de este análisis (Véase *tabla 3.87*).

En la *tabla 3.88* aparece el cálculo de dos factores extraídos, sus autovalores, el porcentaje de varianza explicado por cada uno y el porcentaje acumulado. Los autovalores se obtienen sumando el cuadrado de los coeficientes de las variables en cada factor. En la *tabla 3.90* se muestran los dos factores extraídos y las correlaciones de las variables con cada factor.

Para calcular el porcentaje de varianza explicado con cada factor hay que considerar, en primer lugar, que con los cinco factores se explica la totalidad de la varianza, de modo que la suma de todos los autovalores será 20. A continuación, se considera la magnitud de cada autovalor con relación al porcentaje total de varianza explicada: es decir, si con la suma de los cinco autovalores se explica el 100% de la varianza, el autovalor con magnitud 8.643 (primer factor) explicará el 43.22% de la varianza.

El segundo autovalor, cuya magnitud es 4.731, explica el 23.66% de la varianza; y así sucesivamente. Puesto que la importancia de cada factor es desigual, será necesario relativizar el peso de cada dimensión a la hora de explicar la totalidad del fenómeno.

**Tabla 3.88**  
*Estudio de Sistema de Vivienda Transportable Movable*  
**Varianza Total Explicada**

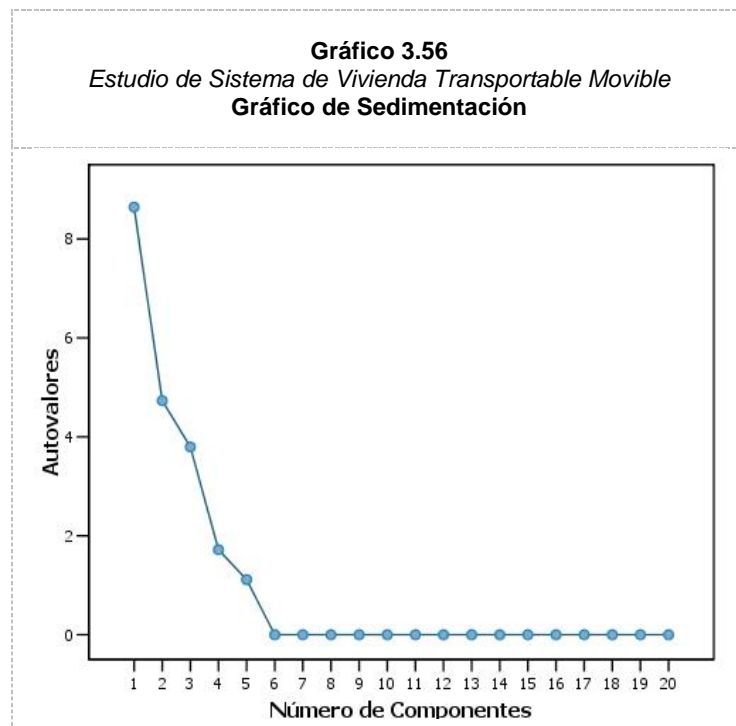
Componente	Autovalores Iniciales		
	Total	% de la Varianza	Porcentaje Acumulado
1	8,643	43,217	43,217
2	4,731	23,656	66,873
3	3,794	18,972	85,846
4	1,717	8,587	94,433
5	1,113	5,567	100,000
6	0,000	0,000	100,000
7	0,000	0,000	100,000
8	0,000	0,000	100,000
9	0,000	0,000	100,000
10	0,000	0,000	100,000
11	0,000	0,000	100,000
12	0,000	0,000	100,000
13	0,000	0,000	100,000
14	0,000	0,000	100,000
15	0,000	0,000	100,000
16	0,000	0,000	100,000
17	0,000	0,000	100,000
18	0,000	0,000	100,000
19	0,000	0,000	100,000
20	0,000	0,000	100,000

Componente	Suma de las saturaciones al cuadrado de la extracción			Suma de las saturaciones al cuadrado de la rotación		
	Total	% de la Varianza	Porcentaje Acumulado	Total	% de la Varianza	Porcentaje Acumulado
1	8,643	43,217	43,217	7,784	38,919	38,919
2	4,731	23,656	66,873	5,591	27,954	66,873

Método de extracción: Análisis de Componentes Principales

**Fuente:** Investigación de Mercados  
**Elaborado por:** Grace Villacreses Quirindumbay

En el gráfico de sedimentación (*Gráfico 3.55*) donde se representan en las ordenadas los autovalores y en abscisas el número de Componentes Principales, e ir seleccionando los factores hasta que se obtenga un cambio de tendencia en la línea que une estos puntos, una ruptura de continuidad que se manifiesta en un alisamiento de su pendiente.



**Fuente:** Investigación de Mercados  
**Elaborado por:** Grace Villacreses Quirindumbay

El análisis del gráfico 3.55 muestra un punto de inflexión entre el quinto y sexto factor, con una reducción de verticalidad a partir del sexto factor. Por esta razón se consideraría conveniente seleccionar los cinco factores.

Aunque esta solución gráfica es poco exacta puesto que la definición del *punto de inflexión* entre los autovalores depende de los factores que se elijan. Esta estrategia únicamente proporciona resultados fiables cuando la muestra es grande, las comunalidades son altas, y cada factor tiene variables elevadas saturaciones.

En la medida que el objetivo del análisis factorial es reducir estas 20 variables a un número reducido de factores, de los cuales se decide que se va a trabajar con dos factores. Decidido el número de factores, y conocido el porcentaje de varianza total explicada, se analiza la representatividad de cada variable, la comunalidad. En la tabla 3.89 aparecen las comunalidades de cada variable antes y después de haber realizado la selección factorial.

La comunalidad es el porcentaje de varianza de cada variable que es explicado por el análisis factorial, y se calcula sumando los coeficientes al cuadrado de cada variable en los factores extraídos, de modo que cuando se consideran todos los factores las comunalidades son iguales a la mitad.

**Tabla 3.89**  
*Estudio de Sistema de Vivienda Transportable Movable*  
**Comunalidades**

	<b>Inicial</b>	<b>Extracción</b>
Necesidades y preferencias	1,000	0,782
Tiempo de Entrega	1,000	0,549
Planes de financiamiento	1,000	0,885
Tasas de Interés	1,000	0,486
Servicios de Calidad	1,000	<u>0,160</u>
Costos de Hospedaje	1,000	<u>0,152</u>
Planes Habitacionales	1,000	0,898
Planes Vacacionales	1,000	0,814
Inversión Rentable	1,000	0,711
Menor Costo	1,000	0,688
Confiables y Seguras	1,000	0,762
Mismos Estilos	1,000	0,902
Cambios climáticos	1,000	0,959
Cuidado y Mantenimiento	1,000	0,976
Calidad Comparable	1,000	0,961
Materiales de Construcción	1,000	0,980
Nivel de Cultura	1,000	<u>0,125</u>
Turismo	1,000	0,621
Módulos	1,000	0,886
Carreteras	1,000	<u>0,077</u>

Método de extracción: Análisis de Componentes Principales

**Fuente:** Investigación de Mercados

**Elaborado por:** Grace Villacreses Quirindumbay

Como se observa la comunalidad de la variable Necesidades y Preferencias indica que el 94.7% de la varianza de esta variable está explicada por los tres factores. Es decir, la mayoría de las variables tienen un porcentaje alto, lo que indica que estas variables están siendo explicadas por los tres factores.

Una atención especial merecen las variables Servicios de Calidad, Costos de hospedaje, Nivel de cultura y Carreteras, puesto que sus

bajas comunalidades están indicando que tan sólo un 16.0%, 15.2%, 12.5% y 7.7% de cada variable respectivamente, está siendo explicada por los dos factores seleccionados. Al momento de explicar las razones por las que ocurre esta situación se debe recordar que se han seleccionado tan sólo dos factores de los cinco disponibles. Puede ocurrir que estas variables estuvieran muy relacionadas con el factor tres, cuatro o cinco, y ésta es la razón por la que los primeros dos factores aportan muy poco en la explicación de estas variables.

**Tabla 3.90**  
*Estudio de Sistema de Vivienda Transportable Movable*  
**Matriz de Componentes**

	Factores	
	1	2
Necesidades y preferencias	-0,871	-0,156
Tiempo de Entrega	0,674	-0,308
Planes de financiamiento	-0,828	0,446
Tasas de Interés	0,631	0,295
Servicios de Calidad	-0,097	-0,388
Costos de Hospedaje	0,329	0,209
Planes Habitacionales	0,801	-0,506
Planes Vacacionales	-0,840	0,330
Inversión Rentable	-0,245	-0,807
Menor Costo	-0,699	0,446
Confiables y Seguras	0,825	0,284
Mismos Estilos	0,537	0,783
Cambios climáticos	0,930	-0,307
Cuidado y Mantenimiento	-0,972	-0,176
Calidad Comparable	-0,493	0,847
Materiales de Construcción	0,594	0,792
Nivel de Cultura	-0,321	0,146
Turismo	0,783	0,084
Módulos	-0,405	-0,850
Carreteras	0,275	-0,038

Método de Extracción: Análisis de Componentes Principales  
a. 2 componentes extraídos

**Fuente:** Investigación de Mercados  
**Elaborado por:** Grace Villacreses Quirindumbay



En la tabla 3.90 se observa la matriz factorial con los dos factores seleccionados y las correlaciones de las variables en cada factor. Las cifras resultantes de unir la fila de cada variable con la columna de cada factor reciben el nombre de *pesos*, *cargas*, *ponderaciones* o *saturaciones factoriales*, e indican la relación entre las variables y los factores, o dicho de otro modo, la influencia de cada variable en el factor.

La situación ideal es que todas las variables tengan pesos factoriales altas en un factor y bajas en el resto. Cuando ciertas variables tienen cargas altas en un factor y bajas en todos los demás se dice que están *saturadas* en ese factor, lo que significa que explican gran parte de la información aportada por el factor.

Una vez definidas las variables que pertenecen a cada factor se procede a dar nombre a esa nueva variable aglutinadora o factor, considerando la denominación de las variables que la integran. En la tabla 3.90 se muestra la matriz factorial con las correlaciones de las variables en cada factor.

Una vez comprobado el ajuste de los datos se procede con la interpretación de la matriz factorial que indica la relación entre los factores y las variables. Como la interpretación de estos resultados es una tarea difícil, por ello se recurre a la rotación que consiste

básicamente en girar los ejes de coordenadas que representan a los factores, tratando de que se aproximen o más posible a las variables donde están saturados.

Cabe resaltar que la rotación no altera la bondad de ajuste de la solución factorial, y de hecho las comunalidades y el porcentaje de varianza explicado se mantienen inalterables. Lo único que cambia es la varianza explicada por cada factor.

La rotación proporciona una nueva matriz que es una combinación lineal de la primera y, explicando el mismo porcentaje de varianza, es más fácil de interpretar porque cada factor tiene unos pocos pesos altos y otros cercanos a cero, y cada variable está saturada en un único factor.

Existen diversos métodos para realizar las rotaciones factoriales, que se dividen en dos grupos: métodos ortogonales y oblicuos. El método ortogonal gira los ejes ortogonalmente, en el mismo ángulo, y por esa razón se utiliza cuando no existe relación entre los factores.

Para este caso se utiliza la rotación ortogonal Varimax, en la que intenta minimizar el número de variables con saturaciones más altas en un factor, al mismo tiempo que se disminuyen las más bajas para

que el factor sea más fácil de interpretar. Es el más utilizado en la investigación de mercado y social.

La importancia de cada factor es evaluada considerando la proporción de varianza explicada por el factor después de la rotación, que difiere del porcentaje de varianza antes de la rotación por el reequilibrio de los coeficientes, aunque el porcentaje de varianza total no cambia con esta transformación (ver tabla 3.88). Ya que el autovalor es la suma al cuadrado de cada saturación, de modo que es lógico que la redistribución de las cargas de las variables genere cambios en el porcentaje de varianza explicado por cada factor tras la rotación.

En la interpretación de la solución factorial rotada con el método Varimax, primero hay que determinar las variables que forman parte de cada factor, analizando las saturaciones de cada variable en los distintos factores. Se trata de un análisis variable a variable para determinar el factor de pertenencia de cada variable, que será aquel con el que tenga una mayor correlación.

En el análisis de la tabla 3.91 se puede observar que la variable Cambios Climáticos tiene una relación de 0.965 con el primer factor y del 0.165 con el segundo; de modo que está claro que esta variable forma parte del primer factor.

La variable Planes Habitacionales presenta una correlación del 0.945 con el primer factor y del -0.072 con el segundo factor; otra variable que pertenece al primer factor, al igual que las variables Planes de Financiamiento, Planes Vacacionales, Tiempo de Entrega y Menor Costo.

**Tabla 3.91**  
*Estudio de Sistema de Vivienda Transportable Movable*  
**Matriz de Componentes Rotados**

	Factores	
	1	2
Cambios climáticos	0,965	0,165
Planes Habitacionales	0,945	-0,072
Planes financiamiento	-0,941	0,006
Planes Vacacionales	-0,896	-0,102
Calidad Comparable	-0,833	0,517
Menor Costo	-0,827	0,066
Cuidado y Mantenimiento	-0,777	-0,611
Tiempo de Entrega	0,740	0,044
Necesidades y preferencias	-0,696	-0,546
Turismo	0,653	0,441
Nivel de Cultura	-0,352	-0,022
Carreteras	0,261	0,096
Materiales de Construcción	0,153	0,978
Mismos Estilos	0,108	0,943
Módulos	0,041	-0,941
Inversión Rentable	0,162	-0,828
Confiables y Seguras	0,596	0,638
Tasas de Interés	0,419	0,557
Servicios de Calidad	0,097	-0,388
Costos de Hospedaje	0,193	0,339

Método de extracción: Análisis de Componentes Principales  
Método de rotación: Normalización de Varimax con Kaiser

a. Rotación ha convergido en 3 iteraciones.

**Fuente:** Investigación de Mercados  
**Elaborado por:** Grace Villacreses Quirindumbay

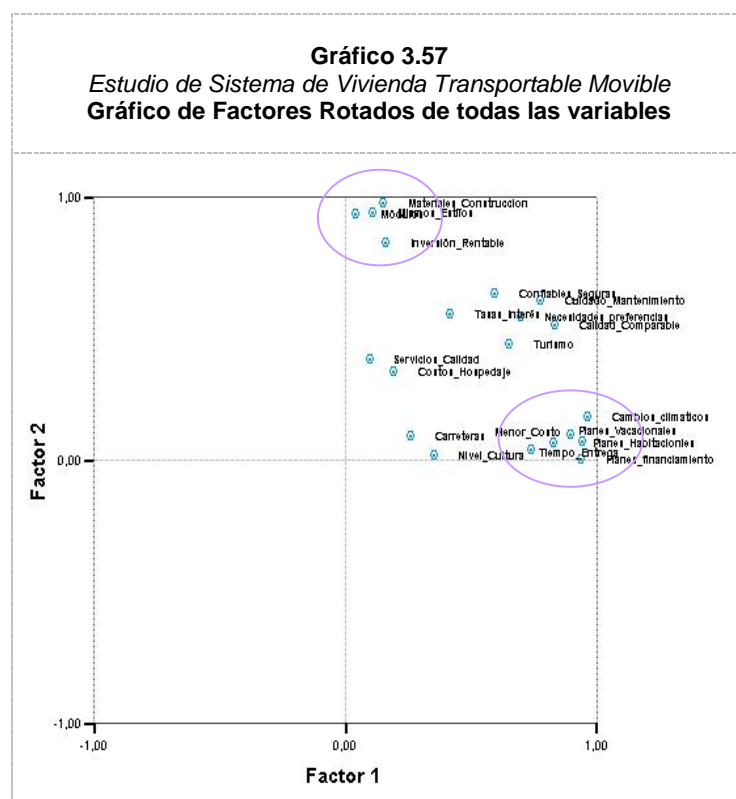
Siguiendo con esta lógica, el segundo factor estará formado por las variables Inversión rentable, Mismos estilos, Materiales de Construcción y Módulos (Véase Cuadro XII). En este caso todos los factores están relacionados con tres o más variables, pero cuando un factor muestra una gran correlación con una sola variable se considera que está escasamente definido, siendo conveniente realizar el análisis con un factor menos.

**Figura 3.1**  
*Estudio de Sistema de Vivienda Transportable Movable*  
**Factores y sus respectivas variables**

<p><b>Factor Uno: Requerimientos para la adquisición de viviendas</b> Cambios Climáticos Planes Habitacionales Planes de Financiamiento Planes Vacacionales Tiempo de Entrega Menor Costo</p>
<p><b>Factor Dos: Características de Construcción y Rentabilidad</b> Inversión rentable Mismos estilos Materiales de Construcción Módulos</p>

Una representación visual de los factores planteados, en el espacio rotado de variables en el gráfico 3.56 indica que el primer factor se ha representado en sentido horizontal, y las variables que mejor lo definen son las que aparecen colocadas más lejos del origen de coordenadas y más próxima a la línea horizontal. El análisis del gráfico revela que la variable Cambios Climáticos es la que mejor cumple este criterio, seguida por Tiempo de Entrega, Planes Vacacionales, Planes Habitacionales, Planes de Financiamiento y Menor Costo.

La importancia de estas variables ha llevado a definir este factor como “Requerimientos para la adquisición de viviendas”. La distancia de una variable al punto de coordenadas refleja el tamaño de la saturación factorial, de modo que variables altamente relacionadas con n factor estarán lejos del origen.

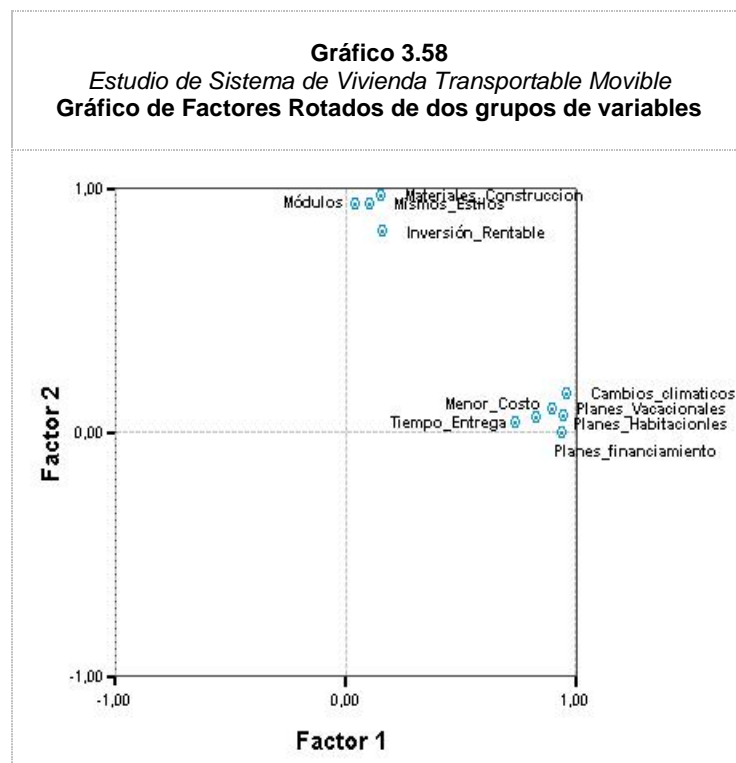


**Fuente:** Investigación de Mercados  
**Elaborado por:** Grace Villacreses Quirindumbay

El segundo factor, representado en sentido vertical, está definido por las variables que se encuentran más lejos del origen de coordenadas y más cerca de la línea vertical.

Las variables Materiales de Construcción y Mismos Estilos son las que mejor cumplen ambos criterios, seguidas muy de cerca por la variable Módulos e Inversión Rentable. El significado de estas variables ha llevado a definir este factor como “Características de Construcción y Rentabilidad”.

En el gráfico 3.57 se muestra la representación de los dos primeros factores, que conjuntamente explican más de la mitad de la varianza total explicada por el modelo (un 66.87%).



**Fuente:** Investigación de Mercados  
**Elaborado por:** Grace Villacreses Quirindumbay

Dado esto, lo que se quiere indicar es que estas 2 variables nuevas o factores (Requerimientos para la adquisición de viviendas y Características de construcción y rentabilidad) forman dos grupos bien definidos, los cuales responden a las preferencias de los entrevistados.

El primer grupo, el cual se basa íntegramente en los requerimientos para la adquisición de viviendas, esto es, se preocupan por los atributos más importantes que una vivienda deba tener para su adquisición, que sean de menor costo, el tiempo de entrega, tipos de planes de financiamiento y habitacionales que puedan tener.

Considera como principal requerimiento una vivienda que se ajuste a los cambios climáticos, es decir, que si adquieren una vivienda en una región calurosa, ésta sea fresca; asimismo si la adquieren en una región donde el clima es frío, ésta sea cálida.

Asimismo, la variable Planes Habitacionales influye de manera considerable en los entrevistados a la hora de adquirir una vivienda, ya que para ellos es primordial lo que le puedan ofrecer las empresas constructoras.

Al mismo tiempo al analizar los planes de financiamiento, esta variable expresa como para los entrevistados es primordial las facilidades de pago que se ofrecen en el momento de adquirir una vivienda.



Con respecto al tiempo de entrega, es una variable que indica el tiempo de ejecución de una obra, esto es, el tiempo que se demora en la entrega de una obra.

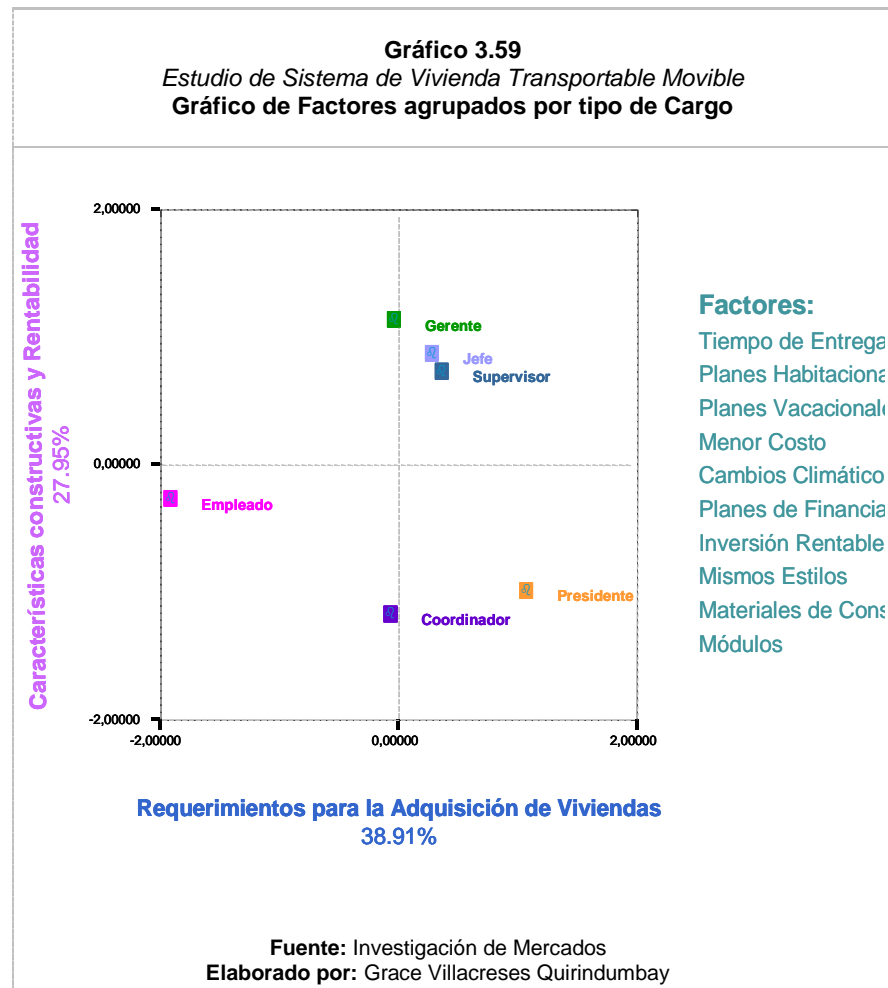
Por otra parte, en relación con el segundo factor definido como “Características de construcción y rentabilidad”, se lo identifica con las variables Materiales de construcción, Mismos estilos, Módulos, Inversión Rentable.

Con respecto a la variable Materiales de Construcción, indica que para los entrevistados consideran que los materiales que se utilizan para construir las casas móviles tienen la misma confiabilidad que una vivienda convencional.

Con la variable Mismos estilos se quiere medir la opinión de los entrevistados, si ofrecen los mismos estilos tanto exterior como interior de los diferentes modelos de casas móviles que existen con respecto a las viviendas convencionales.

Con esta variable se pretende conocer los Módulos serían más útiles que otro tipo de casas móviles en el área de construcción en general. Al mismo tiempo, se pretende conocer, por medio de la variable Inversión Rentable, si el adquirir una vivienda puede ser rentable a futuro.

## Factores agrupados por tipo de Cargo



Según el gráfico 3.58, Los supervisores consideran importante tanto los requerimientos para la adquisición de viviendas como las características constructivas y Rentabilidad de las mismas. Mientras que, para aquellos que tienen el cargo de Presidente es mucho más importante que las casas cumplan con los requerimientos para adquirir una vivienda que sus características constructivas y Rentabilidad.