

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**INSTITUTO DE CIENCIAS MATEMÁTICAS**

**Ingeniería en Estadística Informática**

**“CONSTRUCCIÓN DE INDICADORES SOCIALES A PARTIR  
DE LOS DATOS DE UN CENSO POBLACIONAL Y VIVIENDA”**

**TESIS DE GRADO**

Previa la obtención del Título de:

**INGENIERO EN ESTADÍSTICA INFORMÁTICA**

Presentada por:

**VERÓNICA LORENA IBARRA GARCÍA**



**GUAYAQUIL – ECUADOR**

**AÑO**

**1.999**

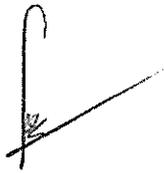
## **AGRADECIMIENTO**

**A DIOS**, por su apoyo y ayuda en los momentos más difíciles.

## **DEDICATORIA**

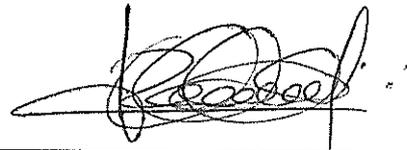
A DIOS  
A MI FAMILIA  
A MIS VERDADEROS AMIGOS

## TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



---

Ing. Félix Ramírez C.  
DIRECTOR DEL ICM

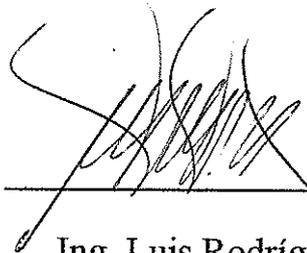


---

Mat. John Ramírez F.  
DIRECTOR DE TESIS

---

Ph. D. José Alfonso Roche  
VOCAL



---

Ing. Luis Rodríguez O.  
VOCAL



## DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

*Verónica Ibarra*

Verónica Lorena Ibarra García



## ***RESUMEN***

---

El presente proyecto establece el Análisis de Componentes Principales como método para la construcción de indicadores sociales, el cual se basan en información obtenida del Censo de Población y Vivienda realizado en el Ecuador en el año 1990. La interpretación hecha por especialistas en la materia, ayudará a la toma de decisiones sobre aspectos de total trascendencia en la vida social del país.

En la primera fase se da un enfoque teórico de lo que son los indicadores sociales, así como también el tipo de indicadores que se pueden realizar, para luego centrarse en los indicadores sintéticos que se utilizarán en la construcción de un indicador de pobreza.

Luego se estudia la técnica multivariante de Análisis de Componentes Principales, que posteriormente se aplica en la elaboración del indicador sintético.

La segunda fase –básicamente el capítulo IV- trata sobre el uso de Escalas de Likert como método para la construcción de indicadores parciales que forman parte del indicador sintético, así como el análisis estadístico de diferentes variables censales y su influencia en el indicador sintético, para llegar a las conclusiones debidas.

## ***ÍNDICE GENERAL***

---

|  | <b>Pág.</b> |
|--|-------------|
| RESUMEN  | VI          |
| ÍNDICE GENERAL   | VII         |
| ÍNDICE DE FIGURAS  | X           |
| ÍNDICE DE TABLAS   | XII         |
| ABREVIATURAS   | XIV         |
| INTRODUCCIÓN   | 15          |
| <br>   |             |
| <b>I. ASPECTOS GENERALES DE LA TESIS</b>   | <b>18</b>   |
| 1.1 Definición del Tema de Tesis   | 18          |
| 1.2 Antecedentes de la Pobreza en el Ecuador   | 19          |
| 1.3 Finalidad de la Tesis  | 20          |
| 1.4 Objetivos Específicos de la Tesis  | 21          |
| <br>   |             |
| <b>II. ASPECTOS CONCEPTUALES Y METODOLÓGICOS</b>   | <b>23</b>   |
| 2.1 Indicadores Sociales y Análisis Cuantitativo de Pobreza                                      | 23          |
| 2.2 Criterios para el Establecimiento de Indicadores Sociales                                    | 24          |
| 2.3 Método para el Establecimiento de Indicadores Sociales<br>y para la Evaluación de la Pobreza | 26          |

|             |   |           |
|-------------|---|-----------|
| 2.4         | Pasos para el Establecimiento de Indicadores Sintéticos   | 27        |
| 2.5         | Propiedades de los Indicadores Sintéticos   | 30        |
| 2.6         | Fuentes de Datos que pueden usarse para la Evaluación de la Pobreza   | 32        |
| 2.7         | Selección de Indicadores de Pobreza   | 36        |
| <b>III.</b> | <b>TÉCNICAS MULTIVARIANTES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE INDICADORES SINTÉTICOS</b>                               | <b>39</b> |
| 3.1         | Empleo de Técnicas Estadísticas Multivariantes para el Establecimiento de Indicadores Sintéticos de Pobreza | 39        |
| 3.2         | Análisis de Componentes Principales   | 41        |
| 3.2.1       | Objetivos del Análisis de Componentes Principales   | 41        |
| 3.2.2       | Características deseables de las Componentes Principales  | 42        |
| 3.2.3       | Generación de las Componentes Principales   | 43        |
| 3.2.4       | Selección del número de Componentes Principales   | 55        |
| 3.2.5       | Correlación entre variables originales y componentes principales  | 58        |
| <b>IV.</b>  | <b>APLICACIÓN DE COMPONENTES PRINCIPALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE INDICADORES SINTÉTICOS</b>                 | <b>61</b> |
| 4.1         | Definición de observaciones   | 61        |
| 4.2         | Definición de variables   | 63        |
| 4.3         | Escala de Likert  | 64        |
| 4.4         | Estadística descriptiva de las variables  | 68        |

|  |   |     |
|--|---|-----|
| 4.5                                      | Análisis de Componentes Principales   | 85  |
| 4.5.1                                    | Interpretación de las componentes principales en función de su correlación con las variables originales | 93  |
| 4.5.2                                    | Interpretación de la nube de variables y gráficos de correlación  | 96  |
| 4.5.3                                    | Interpretación de la nube de individuos   | 104 |
| 4.6                                      | Construcción del Indicador Sintético de Pobreza   | 109 |
| <b>V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> |   | 114 |
| <b>APÉNDICES</b>                         |   | 118 |
| <b>BIBLIOGRAFÍA</b>                      |   | 144 |

## *ÍNDICE DE FIGURAS*

---

|             |  | <b>Pág.</b> |
|-------------|--|-------------|
| Figura 4.1  | X1 Proporción de viviendas por provincia   | 69          |
| Figura 4.2  | X2 Indicador porcentual de tipo de vivienda  | 70          |
| Figura 4.3  | X3 Indicador porcentual de abastecimiento de agua  | 71          |
| Figura 4.4  | X4 Indicador porcentual del sistema de eliminación de aguas servidas                                   | 72          |
| Figura 4.5  | X5 Proporción de las viviendas que disponen de servicio eléctrico del total de viviendas provinciales  | 73          |
| Figura 4.6  | X6 Proporción de las viviendas que disponen de servicio telefónico del total de viviendas provinciales | 74          |
| Figura 4.7  | X7 Indicador porcentual del sistema de eliminación de basura   | 75          |
| Figura 4.8  | X8 Indicador porcentual de disponibilidad de servicio higiénico  | 76          |
| Figura 4.9  | X9 Indicador porcentual de disponibilidad de ducha   | 77          |
| Figura 4.10 | X10 Indicador porcentual de tenencia de vivienda   | 78          |
| Figura 4.11 | X11 Proporción de la población por provincias  | 79          |
| Figura 4.12 | X12 Proporción de la población rural por provincias  | 80          |
| Figura 4.13 | X13 Indicador porcentual nivel de intrucción   | 81          |
| Figura 4.14 | X14 Proporción de la población analfabeta de la población total provincial                             | 82          |

|             |   |     |
|-------------|---|-----|
| Figura 4.15 | X15 Proporción de la población económicamente activa de la población total provincial                     | 83  |
| Figura 4.16 | Varianza Explicada por cada componente  | 89  |
| Figura 4.17 | Gráficos de las variables sobre el plano formado por la Componente I y la Componente II y su correlación  | 97  |
| Figura 4.18 | Gráficos de las variables sobre el plano formado por la Componente I y la Componente III y su correlación | 100 |
| Figura 4.19 | Gráficos de las variables sobre el plano formado por la Componente I y la Componente IV y su correlación  | 102 |
| Figura 4.20 | Gráficos de las provincias sobre el plano formado por la Componente I y la Componente II                  | 106 |
| Figura 4.21 | Gráficos de las provincias sobre el plano formado por la Componente I y la Componente II                  | 107 |
| Figura 4.22 | Gráficos de las provincias sobre el plano formado por la Componente I y la Componente IV                  | 108 |

## *ÍNDICE DE TABLAS*

---

|              | <b>Pág.</b>  |     |
|--------------|--|-----|
| Tabla IV.I   | Tabla de valores propios obtenidos de la matriz R y porcentaje de la varianza total explicada                      | 88  |
| Tabla IV.II  | Tabla de valores propios con sus respectivos vectores propios, basados en el número de factores                    | 81  |
| Tabla IV.III | Tabla de Componentes Principales o Factores  | 92  |
| Tabla IV.IV  | Correlaciones de las variables con las Componentes Principales o factores  | 95  |
| Tabla IV.V   | Proyección de las provincias sobre las Componentes Principales   | 105 |
| Tabla IV.VI  | Indicador Sintético de Pobreza   | 113 |
| Tabla B.I    | X <sub>1</sub> Proporción de viviendas por provincia   |     |
| Tabla B.II   | X <sub>2</sub> Indicador porcentual de tipo de vivienda  |     |
| Tabla B.III  | X <sub>3</sub> Indicador porcentual de abastecimiento de agua  |     |
| Tabla B.IV   | X <sub>4</sub> Indicador porcentual del sistema de eliminación de aguas servidas                                   |     |
| Tabla B.V    | X <sub>5</sub> Proporción de las viviendas que disponen de servicio eléctrico del total de viviendas provinciales  |     |
| Tabla B.VI   | X <sub>6</sub> Proporción de las viviendas que disponen de servicio telefónico del total de viviendas provinciales |     |
| Tabla B.VII  | X <sub>7</sub> Indicador porcentual del sistema de eliminación de basura   |     |

|              |  |
|--------------|--|
| Tabla B.VIII | X <sub>8</sub> Indicador porcentual de disponibilidad de servicio higiénico            |
| Tabla B.IX   | X <sub>9</sub> Indicador porcentual de disponibilidad de ducha                         |
| Tabla B.X    | X <sub>10</sub> Indicador porcentual de tenencia de vivienda                           |
| Tabla B.XI   | X <sub>11</sub> Proporción de la población por provincias                              |
| Tabla B.XII  | X <sub>12</sub> Proporción de la población rural por provincias                        |
| Tabla B.XIII | X <sub>13</sub> Indicador porcentual nivel de instrucción                              |
| Tabla B.XIV  | X <sub>14</sub> Proporción de la población analfabeta de la población total provincial |
| Tabla C.I    | Tabla General de datos de variables  |

## ***ABREVIATURAS***

---

ACP      Análisis de Componentes Principales

COMP    Componente

INEC    Instituto de Estadísticas y Censos

%Prov    Porcentaje provincial

## *INTRODUCCIÓN*

---

El presente trabajo es una propuesta para la “Construcción de Indicadores Sociales a Partir de los Datos de un Censo de Población y Vivienda”, los cuales reflejan la situación latente en la vida socio-económica del país. Se tomó como referencia para el cálculo los datos que se obtuvieron en el V Censo de Población y IV de Vivienda realizado en el año 1.990.

En el Ecuador se han realizado diferentes estudios que evalúan la pobreza, un fenómeno de difícil conceptualización y cuantificación, pues no sólo depende de variables económicas sino también de variables culturales y geográficas, por lo que en el presente estudio vamos a abordar a la pobreza directamente desde su naturaleza multivariante, obteniendo un indicador que a la vez que refleje esta complejidad multidimensional, sea de fácil interpretación y uso en los estudios de tipo social y económico.

El método central utilizado en la elaboración del indicador social de pobreza, fue la técnica multivariante del análisis de componentes principales (ACP), la cual nos provee de un indicador sintético que no es más que la combinación lineal de las variables utilizadas en el censo, que maximizan la varianza, y a su vez, por medio de

-

la correlación entre el indicador y las variables, permite la interpretación su incidencia dentro del mismo.

En el Ecuador se han realizado diferentes estudios que evalúan la pobreza, pero este indicador nos dará la posición de las provincias frente a otras, de una manera más sencilla

## ***I. ASPECTOS GENERALES DE LA TESIS***

---

### **1.1. Definición del tema de tesis**

El tema ha sido propuesto con el título “Construcción de Indicadores Sociales a Partir de los Datos de un Censo de Población y Vivienda”.

Lo que se quiere lograr a lo largo de la misma es construir indicadores sociales, estadístico que sintetiza información relevante sobre aspectos importantes en la sociedad, mediante el uso particular de indicadores sintéticos, en el cual se contemplarán varias variables que deben ser analizadas y que sean determinantes en la problemática a tratar; así, tenemos que si el indicador social que se construirá es de pobreza, las variables pueden contemplar aspectos como: vivienda, salud, vestimenta, educación, etc.

Las condiciones de pobreza pueden ser identificables en los datos estadísticos de un censo de población y vivienda. Por la información en diversos factores que inciden en la pobreza y por ser parte de las variables del censo es que se decide trabajar con indicadores sintéticos, en los cuales podemos hacer una combinación de estas variables mediante los indicadores parciales que las involucren.

## **1.2. Antecedentes de la pobreza en el Ecuador**

Históricamente el Ecuador ha sido catalogado como uno de los países más pobres en Latinoamérica, lo cual se refleja en los índices económicos y sociales, como por ejemplo el PIB, que es uno de los más bajos a escala mundial, y cuyo valor representa el grado de crecimiento que poseemos.

El concepto de pobreza es subjetivo, porque depende del criterio de los pobladores al definir sus necesidades insatisfechas; por lo cual siempre existirá y no puede llegar a convertirse en cero, pero se vuelve indispensable su tratamiento cuando hablamos de necesidades básicas que influyen en la calidad de vida de los ciudadanos.

Así, en otros países existe la debida preocupación por realizar este tipo de estudios que brinden a sus gobiernos la debida información con respecto a las carencias de servicios básicos de los habitantes, que sirvan de guía para la búsqueda de soluciones que ayuden a aliviarlas.

Existen ciertos estudios que sirven como apoyo para esta tesis, pero que tal vez no han recibido atención o que simplemente han quedado archivados para ser consultados por estudiantes y entendidos en la materia, pero que no tienen el poder para cambiar la situación.

Realizar este trabajo es una motivación para querer mejorar y concientizar a los pobladores que los recursos que poseemos, así como, el esfuerzo que podemos realizar para salir adelante, nos pueden llevar a ser un día un país menos pobre.

### **1.3. Finalidad de la tesis**

Se llegará a construir indicadores sociales, básicamente el referente a pobreza, lo que se hará basado en la técnica multivariante de componentes principales lineales, tomando variables que son una representación de los datos del Censo de Población y Vivienda del Ecuador del año de 1.990, cuyo fin es determinar la posición de las provincias dentro de una escala de pobreza.

Luego se efectuará el debido análisis de los resultados obtenidos para continuar con las conclusiones y recomendaciones pertinentes.

#### **1.4. Objetivos específicos de la tesis**

- ❖ Dar una explicación general de la teoría de indicadores sociales, con los cuales podemos llegar a resultados que indiquen la situación del país frente a la pobreza. Es importante conocer sobre indicadores sociales para llegar a comprender lo que se puede obtener mediante el uso de los mismos.
  
- ❖ Centrar al lector en los indicadores de pobreza como una representación de los indicadores sociales y a su vez el uso del método de indicadores sintéticos como medio para tratar de abarcar la mayor información que se presenta en el censo.
  
- ❖ Definir variables que ayuden al estudio de la pobreza en el Ecuador, lo que está relacionado con aspectos de alimentación, salud, vestimenta, vivienda y educación.
  
- ❖ Describir la utilización del método de componentes principales para la elaboración de indicadores sintéticos.

- ❖ Hacer un análisis estadístico de los resultados obtenidos y dar las debidas conclusiones y recomendaciones que sean necesarias.

## ***II. ASPECTOS CONCEPTUALES Y METODOLÓGICOS***

---

### **2.1. Indicadores sociales y análisis cuantitativo de pobreza**

Se define como estadístico una función de las variables aleatorias que se pueden observar en una muestra y de las constantes conocidas. Los estadísticos se utilizan para hacer inferencias (estimaciones o decisiones) con respecto a parámetros poblacionales desconocidos.

Los indicadores sociales son estadísticos, basados en observaciones que dicen algo acerca de un aspecto de la vida social en el que se está interesado. Dichas observaciones son normalmente cuantitativas. Cuando la información intenta mostrar cual es la posición o como está ella cambiando, se puede llamar

*objetiva*; mientras, cuando intenta mostrar como es considerada la posición objetiva o sus cambios por la comunidad en general, se denomina *subjetiva*.

En los tiempos actuales se necesita construir indicadores sociales que muestren los resultados del crecimiento, las causas que llevan a una situación actual y la manera de proyectarse al futuro, a la vez la manera en que se distribuyen, en función de bienestar y prosperidad de la población. Es por ello que los gobiernos son los mayores demandantes de estadísticas económicas, sociales y demográficas.

Se han desarrollado varios tipos de indicadores a partir de datos económicos o sociales, en este caso utilizaremos información social.

## 2.2. Criterios para el establecimiento de indicadores sociales

Existen seis criterios que deben ser tomados en cuenta para el establecimiento de indicadores sociales, estos son adecuación, capacidad de compendiación, coordinación, exactitud, oportunidad y frecuencia, y viabilidad.

**1. Adecuación:** Los indicadores sociales deben proporcionar medidas de niveles o tendencias absolutas que se ajusten al aspecto de las condiciones de

vida o al servicio social de que se trata; ésto, para que sean apropiados a la preocupación social relevante.

**2. Capacidad de compendación:** Para que los indicadores sociales se reduzcan al mínimo indispensable, se deben diseñar de modo que incorporen tanta información sobre una preocupación social dada como sea factible, sin ocultar información sobre las facetas principales de la preocupación, que se necesita para su evaluación.

**3. Coordinación:** Los indicadores sociales deben estar basados en un conjunto de datos coordinados para que puedan usarse en combinación, para observar y evaluar la situación socioeconómica.

**4. Exactitud:** El grado de exactitud y de capacidad de comparación de los indicadores sociales reflejará necesariamente el origen de los estadísticos básicos a partir de los cuales se han compilado.

**5. Oportunidad y Frecuencia:** Los indicadores sociales deben proporcionar un examen periódico oportuno de las condiciones de vida y problemas de la población y de las actividades de los servicios sociales. La frecuencia con que se desea producir determinados indicadores variará según las necesidades y circunstancias de cada entorno tiempo - espacial.

**6. Viabilidad:** Cuando se desarrollan indicadores sociales debe prestarse atención a la viabilidad de la reunión y tabulación de las estadísticas básicas requeridas, así como las áreas de preocupación social a las que se destinan los indicadores.

### **2.3. Métodos para el establecimiento de indicadores sociales y para la evaluación de la pobreza**

Los indicadores pueden consistir en compendios simples o compendios sintéticos de datos básicos. El método de compendio escogido para un indicador social dado, dependerá del mensaje que deba transmitir y de los datos básicos de que se dispone para compilarlo.

❖ **Indicadores Sociales Simples:** Estos consisten en compendios de datos básicos tales como proporciones de población con una característica dada, tasas de incidencia o de cambio, medidas de gravedad, tiempo transcurrido, etc.; medias, medianas y otros estadísticos de tendencia central; distribución porcentual o grupos cuartiles, distribución de frecuencias y medidas de asimetría y kurtosis. Las medias aritméticas y medianas son las medidas de tendencia central más comúnmente usadas al compilar los indicadores sociales. Aunque las medias aritméticas se computan o manipulan mucho más fácilmente

que las medianas, ellas son medidas ineficientes de tendencia central, cuando se trata de distribución asimétrica.

❖ **Indicadores Sintéticos:** Indicador sintético o global es la función matemática de los indicadores parciales, que reúne un conjunto de condiciones que se juzgan necesarios para concretar una medición expresiva del objetivo buscado. Esta expresión matemática concretiza una medición expresiva del estado en que se encuentra un componente en relación con el objetivo buscado.

Se entiende por “componente” de un indicador sintético o global, aquella propiedad que aporta alguna información con independencia de la apreciación subjetiva acerca del objetivo, si el objetivo es el bienestar, un componente será la situación educativa, salud, ingresos, etc.

## **2.4. Pasos para el establecimiento de indicadores sintéticos**

En el trabajo sobre indicadores sintéticos presentado por **Coral Díaz (4)**, propone los siguientes pasos para el establecimiento de indicadores sintéticos, los cuales pueden ser considerados de una forma general.

- 1.** Se selecciona un conjunto de indicadores parciales representativos de la macromagnitud elegida.

2. Se analiza la congruencia entre el indicador parcial y la macromagnitud elegida; es decir, debe haber una correspondencia biunívoca, con el fin de seleccionar aquellos que mejor representen la evolución de la misma. Este análisis debe llevarse a cabo de tres formas distintas:

a) Estudio de los gráficos de la variable macro junto con cada uno de los indicadores parciales para analizar si presentan la misma evolución.

b) Cálculo de los coeficientes de correlación de la macromagnitud con cada uno de los indicadores parciales y, las correlaciones cruzadas entre todos los indicadores parciales para evitar la selección de indicadores parciales que representen el mismo concepto.

c) Es necesario realizar también un análisis de regresión, de forma que conozcamos cuáles son los indicadores parciales que explican una mayor parte de la variación de la variable macro.

3. Una vez seleccionados, basados en los criterios anteriormente expuestos, los indicadores que van a formar parte del indicador sintético, entramos en la problemática relativa a la ponderación y agregación de los mismos en un único indicador. Ésta última se puede llevar a cabo de dos formas:

a) Con la utilización de una metodología basada en el concepto de distancia, obteniendo de esta forma un indicador de tipo cualitativo. Se define la *distancia* como la diferencia cuadrática entre la situación o estado de un indicador con respecto al mismo tomado como referencia. Para cada indicador parcial se determina un valor base de referencia, que puede ser el mayor valor, el medio, el menor, etc., y de acuerdo a este valor fijado se calcula la distancia.

b) Utilización del método Stepwise, basado en la selección automática de indicadores parciales y cuyo resultado es un indicador sintético cuantitativo. El procedimiento denominado Stepwise consiste en una selección de variables en un modelo de regresión múltiple, mezcla a su vez de otros dos métodos: selección hacia delante y eliminación hacia atrás. En el método selección hacia delante, la primera variable considerada para entrar en la ecuación es la de mayor coeficiente correlación con la variable endógena. Por otro lado, eliminación hacia atrás comienza con todas las variables seleccionadas incluidas en la ecuación y las que no cumplen un determinado criterio se eliminan, estos criterios se basan en valores de test F prefijados.

En definitiva, el método selección de Stepwise mezcla los dos procedimientos anteriores, cada vez que se introduce una nueva variable por el primer procedimiento, se comprueba por el segundo si se debe sacar alguna variable.

Finalmente los pesos de los indicadores parciales pueden ser sus coeficientes de correlación con la variable macro, o bien, se puede obtener realizando un análisis de componentes principales.

4. La siguiente etapa consiste en estudiar la congruencia entre el indicador compuesto y el indicador objetivo, con los mismos métodos que utilizamos para seleccionar los indicadores formantes del mismo. De esta forma, si el resultado ha sido satisfactorio, dispondremos de una herramienta con la que podremos realizar predicciones de la variable macro y, de esta forma anticipar su evolución futura. Para ello, basta con realizar predicciones de los indicadores parciales e introducir esos nuevos valores en el indicador sintético.

## 2.5. Propiedades de los indicadores sintéticos

Las propiedades usuales que se exigen a un indicador sintético son:

❖ **Existencia y determinación:** La función matemática que define el indicador debe ser tal que éste exista y no sea indeterminado para todo sistema de valores de indicadores.

❖ **Monotonicidad:** Que el indicador responda siempre positivamente (negativamente) a una modificación positiva de los componentes y negativamente (positivamente) a una modificación negativa.

❖ **Unicidad:** Que el indicador sea tal que para una situación dada genere un único valor.

❖ **Invariación:** Que el indicador no varíe respecto a un cambio de origen o de escala en las unidades en que se expresan los valores (estado) de los componentes.

❖ **Homogeneidad:** Que la función matemática que define el indicador sintético en función de los indicadores simples, sea una función homogénea de grado uno de homogeneidad.

❖ **Transitividad:** Que si por ejemplo (1), (2) y (3) son tres situaciones distintas del objeto medible por el indicador sintético, e  $I(1)$ ,  $I(2)$ ,  $I(3)$  son los valores del indicador correspondiente a esas tres situaciones, se verifique que:

$$[ I(1) > I(2) \wedge I(2) > I(3) ] \Rightarrow [ I(1) > I(3) ]$$

❖ **Exhaustividad:** Que el indicador aproveche al máximo y de forma útil la información suministrada por los indicadores simples.

## **2.6. Fuentes de datos que pueden usarse para la evaluación de la pobreza**

La información que se suministra en los hogares, es importante para conocer como ha ido evolucionando la pobreza a través del tiempo, además de analizar el impacto distributivo de las políticas económicas y sociales utilizadas. En este sentido es necesario conocer que cantidad de personas que viven en estado de pobreza o en que región se concentra.

Es por este motivo que en los últimos años se ha tomado experiencia en la elaboración de encuesta de hogares. Entre las más importantes se destacan las siguientes:

❖ **Encuesta de Hogares o de Empleo:** Se realizan con frecuencia una vez al año. Entre sus objetivos están:

a) Conocer las características demográficas y sociales de la población que permiten el análisis tanto en términos individuales como en los de hogares y su interrelación con las características económicas.

b) Proporcionar datos que puedan ser incorporadas en las Cuentas Nacionales.

c) Conocer la estructura general del Presupuesto de los hogares, esto es, los distintos orígenes de sus recursos, el monto de los mismos y el modo de como se lo emplea en el consumo de los diferentes bienes y servicios.

d) Estimar los niveles de vida por dominios de estudios, determinar las fuentes y niveles de ingreso y la estructura y la composición del gasto.

Se considera como unidades de análisis alternativas, el hogar y el individuo. Se comprende como hogar al conjunto de personas, emparentados o no entre sí, que residan habitualmente en una vivienda y se constituyen o agrupan para atender sus necesidades alimentarias u otras necesidades vitales.

El INEC realiza esta encuesta y tiene como finalidad obtener información sobre los ingresos y gastos de los hogares del área urbana del país, así como determinar la cuantía, origen de los ingresos y estructura de los gastos, relacionándoles con características demográficas, educacionales y ocupacionales de la población.

En resumen, el objetivo de la encuesta de hogares es determinar el nivel de empleo, desempleo y subempleo, características de la vivienda, características demográficas, educacionales, económicas de los miembros del hogar, variables de consumo, y variables de ingreso.

❖ **Encuestas de Ingresos y Gastos:** Se realiza cada cinco o diez años según los países con el objetivo de tener información real para estimar y actualizar las ponderaciones del índice de precios al consumidor.

El ingreso del hogar comprende las percepciones monetarias y en especies que recibe el hogar o los miembros del mismo, y pueden ser corrientes o no regular.

❖ **Encuesta de Condiciones de Vida:** Se focalizan en la evaluación de las condiciones en que vive la población, como: la alimentación, la salud, la educación, la disposición de servicios básicos, entre otros.

El INEC realiza estas encuestas y definen como su principal objetivo el de medir y analizar las condiciones de vida del pueblo del Ecuador, y el producir información en el ámbito de hogares y personas sobre los efectos (impactos) de las políticas de ajuste estructural y de los programas de compensación social en los niveles de bienestar de la población.

Además, tiene como objetivo facilitar la formulación de las políticas y el diseño de acciones destinadas a reducir los niveles de pobreza. En esta perspectiva, es una herramienta de apoyo a las decisiones de política social, priorización y

focalización del gasto, del monitoreo y evaluación de programas y de medición de cambios en los niveles de bienestar de la población.

❖ **Encuestas Urbana de Empleo, Desempleo y Subempleo:** Los objetivos de estas encuesta son:

a) Difundir periódicamente datos sobre aspectos sociales, demográficos y económicos de la población con énfasis en indicadores relacionados con Empleo, Subempleo y Desempleo.

b) Proporcionar información actualizada y periódica sobre la población económicamente activa (ocupados y desocupados).

Y como se dijo en el Capítulo I se utilizará la información del Censo de Población y Vivienda, por lo cual es necesario establecer lo que comprende el mismo.

❖ **Censo de Población y Vivienda:** Tiene como objetivo dotar de información sobre la magnitud, estructura, crecimiento, distribución de la población y de sus características demográficas, económicas y sociales, así como de las condiciones generales en que habita la población, que sirva de base para la formulación de políticas de población y para la elaboración de planes de

desarrollo y de programas y proyectos a cargo de los organismos públicos y privados.

## **2.7. Selección de indicadores de pobreza**

Antes que nada se hablará de la relación que existe entre los indicadores sociales y de pobreza.

Para elaborar indicadores sociales hay que basarse en observaciones sobre un aspecto social que sea de interés. El aspecto social que se quiere tratar en los indicadores de pobreza, como su nombre lo incluye es la pobreza; para lo cual se observará los datos de diferentes variables que están involucrados en la determinación de la misma, en nuestro caso, serán tomados de un censo.

Una vez aclarado este punto, se puede definir los índices de pobreza y de bienestar como estadísticos que utilizan datos de encuestas y de censos que ayudan a analizar la evolución de la pobreza, a la vez que permiten hacer comparaciones entre diferentes grupos sociales.

Hay que señalar que los conceptos de pobreza y bienestar están relacionados, pero presentan diferentes matices. El concepto de pobreza estaría relacionado con el ingreso y el gasto de las personas, mientras el concepto de bienestar tiene

que ver más con las condiciones de vida, que brinda un nivel adecuado de satisfacción a las personas, y que no dependen tan directamente del ingreso. Así, los servicios públicos como agua potable, luz eléctrica, alcantarillado, líneas telefónicas, entre otros, brindan cierto grado de bienestar a las personas, pero dependen más de políticas de desarrollo que del ingreso de los hogares

Para establecer indicadores de pobreza hay que tomar en cuenta los siguientes axiomas que los incluye en su trabajo **Holger Capa (3)**, y que son una particularidad de los indicadores sintéticos.

❖ **Axioma de monoticidad:** Con todo lo demás constante, el estimador de pobreza se incrementa si el ingreso de una familia pobre disminuye.

❖ **Axioma de transferencia:** Con todo lo demás constante, el índice de pobreza se incrementa (respectivamente disminuye) si cualquier transferencia de ingreso se efectúa desde un hogar pobre a uno menos pobre.

❖ **Axioma de sensibilidad de transferencia:** Establece que para transferencias de una persona a otra más pobre dentro de la población pobre, la disminución de la pobreza es mayor para transferencias mayores.

Teniendo presente las especificaciones anteriores se debería pensar en variables de pobreza que estén relacionadas con el nivel de vida, la calidad de los bienes o servicios a las que un individuo o grupo de individuos tienen acceso para satisfacer sus necesidades más relevantes como son alimentación, salud, vivienda, vestuario, educación, etc. Es decir, que los indicadores más directos serán aquellos relacionados con la calidad de los bienes o servicios.

En capítulo IV se analizará más detalladamente las variables a elegir, ya que para ello debemos analizar el método multivariante de las componentes principales.

### ***III. TÉCNICAS MULTIVARIANTES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE INDICADORES SINTÉTICOS***

---

#### **3.1. Empleo de Técnicas Estadísticas Multivariantes para el Establecimiento de Indicadores Sintéticos de Pobreza**

Las técnicas multivariantes pueden utilizarse de diferentes maneras, sea por la situación que se presenta, así como, por el objetivo del análisis que se quiera realizar.

Cada situación requiere una evaluación particular para utilizar el método de análisis multivariado más adecuado que permita tener la máxima información disponible del conjunto de datos, y a su vez garantice la validez de su aplicación.

En el caso particular del presente trabajo, se quiere explorar la adecuación de las técnicas multivariantes al establecimiento de indicadores sintéticos, sin importar la naturaleza de los datos básicos disponibles. Esta exploración no comenzará con un conjunto de datos a su máximo nivel de desagregación, como sería el individuo, el hogar o el receptor de ingresos. Ello es así porque no se conoce acerca de los individuos. Para solucionar este problema se trabajará con masas de poblaciones lo que permitirá una buena base experimental.

Está comprobado que el uso de ciertas técnicas es satisfactorio, en el sentido de que las validaciones a que son sometidas a cierto contexto son positivas, queda entonces abierto el camino para su confiable aplicación en otros entornos, con otras condiciones y a otros niveles de agregación que los ensayados en las primeras etapas exploratorias. Estudio realizado por **Fernando Medina (9)**.

La naturaleza multidimensional de los fenómenos sociales en general y de las situaciones y condiciones de pobreza en particular, reclama un tratamiento estadístico que reconozca y respete dichas características. Las técnicas multivariantes logran esto en forma adecuada. Dentro de ellas, la de Componentes Principales, es en principio apropiada para abstraer y revelar estructuras multidimensionales latentes con ciertas propiedades deseadas. Bajo ciertas condiciones dichas construcciones pueden ser directamente empleadas como indicadores sintéticos del fenómeno o de los fenómenos que el conjunto

de variables empleadas busca representar. Un uso juicioso de los resultados que pueden extraerse de su aplicación, brinda la oportunidad para establecer indicadores alternativos de amplia cobertura y capacidad sinterizadora.

A continuación se presentará la parte más importante de la teoría del Análisis de Componentes Principales, que se necesita conocer para la construcción del indicador sintético de pobreza.

### **3.2. Análisis de Componentes Principales.**

El método de Análisis de Componentes Principales (**ACP**), permite la estructuración de un conjunto de datos multivariantes obtenidos de una población, cuya distribución no es necesariamente conocida.

Lo que se propone es hallar una combinación lineal de las variables representativas del fenómeno multidimensional.

#### **3.2.1. Objetivos del Análisis de Componentes Principales**

Los objetivos del análisis por el método de componentes principales son:

- ❖ Generar nuevas variables que puedan expresar la información contenida en el conjunto original de datos.
  
- ❖ Reducir la dimensionalidad del problema que se está estudiando, como paso previo para futuros análisis.
  
- ❖ Eliminar, cuando sea posible, algunas de las variables originales si ellas aportan poca información.

Las nuevas variables originadas se conocen como *componentes principales*.

### **3.2.2. Características deseables de las Componentes Principales**

- ❖ Los componentes principales no están correlacionadas y si, además, puede suponerse multinormalidad en los datos originales, son independientes.
  
- ❖ Cada componente principal sintetiza la máxima variabilidad residual contenida en los datos.

### 3.2.3. Generación de las Componentes Principales

Se estudiará un conjunto de  $n$  individuos mediante  $p$ -variables, encontrando nuevas variables que se denominan  $Y(j)$ ,  $j=1, \dots, p$  que son combinaciones lineales de las variables originales  $X(i)$ , las cuales deben ser centradas y reducidas, además, que cumplan las características anteriores.

Es decir, se encontrarán  $(p \times p)$  variables tales que:

$$Y(j) = \sum_{i=1}^p C(ij)X(i) \quad , \quad j = 1, \dots, p \quad (3.1)$$

donde  $C(ij)$  son las constantes de la combinación lineal. Este valor indicará el grado de contribución a la variable definida por la transformación. Cabe resaltar el hecho que en cada variable  $Y(j)$  se está incluyendo a todas las variables originales  $X(i)$ .

Para que se cumpla la condición de que las componentes principales sean **no correlacionadas** es necesario mostrar que:

$$E\langle Y(j).Y(l) \rangle = 0 \quad j, l = 1, \dots, p \quad j \neq l \quad (3.2)$$

para lo que se supone que las variables son centradas, es decir:

$$E\langle X(i) \rangle = 0, \quad i = 1, \dots, p$$

Remplazando la función de la nueva variable -ecuación (3.1) - en la ecuación (3.2) obtenemos:

$$E\left\langle\left(\sum_{i=1}^p C(ij)X(i)\right) \cdot \left(\sum_{k=1}^p C(kl)X(k)\right)\right\rangle = 0 \quad (3.3)$$

Dado que  $C(ij)$  y  $C(kl)$  son constantes, se puede intercambiar operadores lo que dará una sumatoria doble.

$$E\langle Y(j), Y(l) \rangle = \sum_{i=1}^p \sum_{k=1}^p C(ij)C(kl) E\langle X(i), X(k) \rangle \quad (3.4)$$

Lo que muestra es que  $E\langle X(i), X(k) \rangle$  es la covarianza entre las variables originales  $X(i)$  y  $X(j)$ .

La condición de  $j \neq l$  muestra la condición que no exista correlación dos a dos entre componentes principales, por lo cual habrá  $(1/2)p(p-1)$  restricciones sobre las constantes  $C(ij)$  para que el sistema tenga solución única.

Además; por la condición de homogeneidad que establece que las componentes principales son perpendiculares entre sí, se tiene las siguientes restricciones:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^p C(ij)C(il) &= 0 & j \neq l & \quad j, l=1, \dots, p \\ \sum_{i=1}^p C(ij)C(il) &= 1 & j = l & \end{aligned} \quad (3.5)$$

Expresando en forma matricial las constantes  $C(ik)$ , cuya matriz tendrá dimensión  $(p \times p)$ , quedaría así:

$$C = \begin{bmatrix} C(11) & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & C(1p) \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & C(ij) & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ C(p1) & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & C(pp) \end{bmatrix} \quad (3.6)$$

Para satisfacer la condición de ortogonalidad,  $C$  es una matriz ortogonal, que cumple la característica propia de dicha matriz, es decir:

$$CC' = C'C = C^{-1}C = I \quad (3.7)$$

Expresando las componentes principales  $Y(j)$  -ecuación (3.1)- en forma matricial, se obtiene:

$$Y = X C \quad (3.8)$$

$(n \times p) \quad (n \times p) \quad (p \times p)$

De aquí en adelante se trabajará en forma matricial, debido a que es más sencilla la explicación del cálculo de las componentes principales.

Si se calcula el valor esperado entre las componentes principales -ecuación (3.4)-, esta vez utilizando la forma matricial, se tendrá:

$$E \langle Y'Y \rangle = E \langle (XC)'(XC) \rangle$$

Aplicando propiedades de valor esperado, tratando a  $C$  como matriz de constante se tiene

$$= C' E\langle X'X \rangle C \quad (3.9)$$

Conociendo que  $E\langle X'X \rangle$  es la matriz de Covarianza de los datos originales, la cual notaremos por  $S$ , queda

$$E\langle Y'Y \rangle = C' S C = L \quad (3.10)$$

donde  $L$  será una matriz diagonal, cuyos elementos en la diagonal son las varianzas de las nuevas variables (componentes principales).

Multiplicando ambos miembros por  $C$  y tomando en cuenta que  $C'C = I$  - ecuación (3.7) -, obtenemos:

$$CL = SC \quad (3.11)$$

En forma matricial esta ecuación quedaría expresada de la siguiente manera:

$$\begin{bmatrix} C(11) & \dots & C(1,p) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \dots & C(ij) & \dots \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ C(p1) & \dots & C(p,p) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \lambda(1) & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \lambda(2) & 0 & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \lambda(j) & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \lambda(p-1) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \lambda(p) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S(11) & \dots & S(1,p) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \dots & S(ii) & \dots \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ S(p1) & \dots & S(p,p) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} C(11) & \dots & C(1,p) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \dots & C(ij) & \dots \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ C(p1) & \dots & C(p,p) \end{bmatrix} \quad (3.12)$$

Realizando la debida multiplicación, se tiene el siguiente sistema de ecuaciones:

$$\text{Primer término: } C(11) \lambda(1) = S(11) C(11) + S(12) C(21) + \dots + S(1p)C(p1)$$

$$\text{Segundo término: } C(21) \lambda(1) = S(21) C(11) + S(22) C(21) + \dots + S(2p)C(p1).$$

$$P\text{-ésimo término: } C(p1) \lambda(1) = S(p1) C(11) + S(p2) C(21) + \dots + S(pp)C(p1).$$

Igualando las ecuaciones a cero y agrupando los términos de  $C(jk)$ , se tiene un nuevo sistema de ecuaciones, que es:

$$0 = [S(11) - \lambda(1)] C(11) + S(22) C(21) \quad + \dots + S(1p)C(p1)$$

$$0 = S(21) C(11) \quad + [S(22) \lambda(1)] C(21) \quad + \dots + S(2p)C(p1)$$

.

.

$$0 = S(p1) C(11) \quad + \quad \dots \quad + [S(pp) - \lambda(1)]C(p1)$$

Expresado en forma matricial:

$$\begin{bmatrix} S(11) & . & . & . & S(1p) \\ . & . & . & . & . \\ . & . & S(ii) & . & . \\ . & . & . & . & . \\ S(p1) & . & . & . & S(pp) \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} \lambda(1) & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \lambda(1) & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \lambda(1) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \lambda(1) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \lambda(1) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} C(11) \\ C(21) \\ . \\ . \\ C(p1) \end{bmatrix} = 0 \quad (3.13)$$

En estas ecuaciones sólo intervino el primer elemento de la diagonal de  $L$ , si se sigue multiplicando se obtendrán ecuaciones idénticas, lo que muestra que las  $p$  soluciones se encuentran al igualar a cero el determinante de la matriz de covarianza menos  $\lambda I$

$$|S - \lambda I| = 0 \quad (3.14)$$

que se conoce como *polinomio característico* de la matriz  $S$ . Debido a que existen  $p+1$  incógnitas y  $p$  ecuaciones, se aplicará la condición de ortonormalidad de los vectores propios para tener solución única. Es decir, que

$$\text{debe cumplirse que: } \sum_{i=1}^p C(i)^2 = 1.$$

El resto de las ecuaciones se hallarán a partir de la condición de normalización,

$$\text{ya que deberá cumplirse que: } \sum_{i=1}^p C(i)^2 = 1, \text{ para todo } j.$$

Estos  $p$  vectores son los que se conocen como *vectores propios* que forman la matriz  $C$ , que son las constantes de la combinación lineal hallada de  $X(i)$ .

Ahora mostremos la condición de *máxima varianza*. Se modificará la nueva variable -ecuación (3.1)- quitándole el subíndice, y luego se hallará la varianza de la misma.

$$Y = \sum_{i=1}^p C(i)X(i) \quad (3.15)$$

$$VAR (Y) = VAR \left[ \sum_{i=1}^p C(i) X(i) \right] \quad (3.16)$$

Desarrollando los corchetes, utilizando la fórmula de la varianza y recordando que las covarianzas  $S(ik)$  y  $S(ki)$ , se tiene la siguiente expresión:

$$VAR (Y) = \sum_{j=1}^p C(i)^2 S(ii) + 2 \sum_{\substack{i=1 \\ k=2}}^p C(i)C(k)S(ik) \quad i < k \quad (3.17)$$

Si se considera el segundo término para valores de  $i$  y  $k$  diferentes, la ecuación puede escribirse de otra manera

$$VAR(Y) = \sum_{j=1}^p C(i)^2 S(ii) + \sum_{\substack{i=1 \\ k=1}}^p C(i)C(k)S(ik) \quad i \neq k \quad (3.18)$$

Como  $i$  y  $k$  contienen todas las combinaciones posibles de subíndices, entonces la ecuación quedaría:

$$VAR (Y) = \sum_{i=1}^p \sum_{k=1}^p C(i)C(k)S(ik) \quad i \neq k \quad (3.19)$$

Esta expresión muestra que para hallar la varianza de la componente principal, intervienen las varianzas y covarianzas de las variables originales  $S(ik)$ . Las

constantes  $C(i)$  y  $C(k)$  son los  $p$  valores asociados con la nueva variable, es decir, son los valores del vector propio o una columna de la matriz  $C$ .

Se procede a calcular el máximo valor de la  $VAR(Y)$ , tomando en cuenta otra vez la condición de homogeneidad -ecuación (3.5)- con la debida restricción que produce, la cual sea expresada de la forma

$$\sum_{i=k=1}^p C(i)C(k) = 1 \quad (3.20)$$

Si aplicamos el método de Maximización de Lagrange; es decir, la función varianza menos  $g$  veces la restricción planteada y seguimos el proceso de maximización, se tendrá la siguiente expresión:

$$\frac{\partial \left[ \sum_{i=1}^p \sum_{k=1}^p C(i)C(k)S(ik) - g \left( \sum_{i=1}^p C(i)^2 - 1 \right) \right]}{\partial (C_i)} = 0 \quad (3.21)$$

Derivamos la ecuación para los  $p$  posibles valores de  $C(i)$ .

Particularizando la expresión (3.21), suponiendo  $i=1$ , derivando se obtendrá:

$$\sum_{k=1}^p C(k)S(1k) + \sum_{k=1}^p C(k)S(k1) - g(2C(1)) = 0 \quad (3.22)$$



Cada ecuación es el producto de dos vectores, los cuales pueden expresarse en forma matricial. Estos vectores para la primera ecuación serían:

$$\langle C(1) \ C(2) \dots C(p) \rangle \begin{bmatrix} S(11) \\ S(21) \\ \cdot \\ \cdot \\ S(p1) \end{bmatrix} = g \ C(1) \quad (3.26)$$

Colocando los vectores de cada ecuación en forma matricial se tiene:

$$\langle C(1) \ C(2) \dots C(p) \rangle \begin{bmatrix} S(11) & S(12) & \cdot & \cdot & S(1p) \\ S(21) & S(22) & \cdot & \cdot & S(2p) \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ S(p1) & \cdot & \cdot & \cdot & S(pp) \end{bmatrix} = g \langle C(1) \ C(2) \dots C(p) \rangle$$

Sin restar generalidad, es posible expresar el segundo término de la ecuación en forma matricial y obtener:

$$\langle C(1) \ C(2) \dots C(p) \rangle \begin{bmatrix} S(11) & S(12) & \cdot & \cdot & S(1p) \\ S(21) & S(22) & \cdot & \cdot & S(2p) \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ S(p1) & \cdot & \cdot & \cdot & S(pp) \end{bmatrix} = \langle C(1) \ C(2) \dots C(p) \rangle \begin{bmatrix} g & 0 & \cdot & \cdot & 0 \\ 0 & g & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & g & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & g & \cdot \\ 0 & \cdot & \cdot & \cdot & g \end{bmatrix}$$

Igualando a cero y sacando el vector de constantes como factor común, se obtendrá:

$$\langle C(1) \ C(2) \dots C(p) \rangle \begin{bmatrix} \mathbf{S}(11) & \mathbf{S}(12) & \cdot & \cdot & \mathbf{S}(1p) \\ \mathbf{S}(21) & \mathbf{S}(22) & \cdot & \cdot & \mathbf{S}(2p) \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \mathbf{S}(p1) & \cdot & \cdot & \cdot & \mathbf{S}(pp) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} g & 0 & \cdot & \cdot & 0 \\ 0 & g & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & g & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & g & \cdot \\ 0 & \cdot & \cdot & \cdot & g \end{bmatrix} = 0 \quad (3.27)$$

$(1xp) \qquad \qquad \qquad (pxp) \qquad \qquad \qquad (pxp) \qquad \qquad \qquad (1xp)$

En este sistema se tiene, en el primer término el vector de las constantes para el cual existen  $p$  incógnitas, una matriz conocida ya que es la matriz de varianzas-covarianzas de las variables originales, y la matriz con  $g$  como incógnita. Existen  $p$  ecuaciones con  $(p+1)$  incógnitas, es decir, que para que el sistema tenga solución única debe aumentarse una ecuación más. Esta es la condición que se les puso a las  $C(i)$ .

Si se transpone el sistema, para hacer más fáciles las operaciones, se obtiene:

$$\begin{bmatrix} \begin{bmatrix} S(11) & S(12) & \cdot & \cdot & S(1p) \\ S(21) & S(22) & \cdot & \cdot & S(2p) \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ S(p1) & \cdot & \cdot & \cdot & S(pp) \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} g & 0 & \cdot & \cdot & 0 \\ 0 & g & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & g & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & g & \cdot \\ 0 & \cdot & \cdot & \cdot & g \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} C(1) \\ C(2) \\ \cdot \\ \cdot \\ C(p) \end{bmatrix} \end{bmatrix} = 0 \quad (3.28)$$

$(pxp) \qquad \qquad \qquad (pxp) \qquad \qquad (px1) \quad (px1)$

Si comparamos este sistema -ecuación (3.27)- con el último sistema obtenido para mostrar la no-correlación entre componentes principales -ecuación (3.13)-, se puede notar que son idénticos sólo que en ese sistema las incógnitas eran  $\lambda(i)$  y ahora son  $g$ . Dichas ecuaciones cumplen la condición de ser transformación lineal para que las variables no esten correlacionadas. Ya se mostró que dichos sistemas tienen solución única y que son valores propios generados de la matriz  $S$ , los cuales originan vectores propios que son los valores de  $C(i)$ .

La transformación lineal que sintetiza la máxima variabilidad, corresponderá a la generada por el valor de  $\lambda(i)$  que sea mayor. A esta varianza máxima se ha denominado  $\lambda(1)$ , tal que se cumpla:

$$\lambda(1) > \lambda(2) \dots > \lambda(p) \quad (3.29)$$

Así, la primera componente principal sintetiza la máxima variabilidad posible en los datos originales. La segunda componente principal, sintetiza la variabilidad residual, sujeta a la condición de no-correlación con el primer componente principal, y así hasta el p-ésimo componente principal.

En resumen, la nueva expresión de los datos representada en las componentes principales cumplen las siguientes propiedades:

- a.  $E\langle Y(j) \rangle = E\langle X \rangle l(j)$ , donde  $l(k)$  es el  $j$ -ésimo vector propio
- b.  $Var(Y) = \lambda(j)$ , donde  $\lambda(j)$  es el  $j$ -ésimo vector propio
- c.  $Cov\langle Y(j), Y(l) \rangle = 0$ , para  $j \neq l$
- d.  $Var[Y(1)] \geq Var[Y(2)] \geq \dots \geq Var[Y(p)] \geq 0$
- e.  $\sum_{j=1}^p Var\langle Y(j) \rangle = tr S$
- f.  $\prod_{j=1}^p Var\langle Y(j) \rangle = |S|$

### 3.2.4. Selección del número de componentes principales.

Entre las propiedades que deben cumplir las nuevas variables se encuentra que la suma de las varianzas de las variables originales es igual a la suma de los valores propios, y a su vez cada valor propio es la varianza de cada componente principal, para lo cual debe cumplirse que:

$$\sum_{i=1}^p s(ii) = \sum_{j=1}^p \lambda(j) \quad i, j=1, \dots, p$$

Cada componente principal explicará una proporción de la varianza total, lo cual se conoce como la *importancia relativa de cada componente* en el análisis o proporción de varianza total explicada por el componente  $j$ ésimo, y se calcula como sigue:

$$\text{Varianza Total Explicada} = \frac{\lambda(j)}{\text{Trasa } S} \quad (3.30)$$

Como los valores propios se ordenan de forma decreciente, es posible seleccionar los primeros  $q$  valores propios ( $q < p$ ) y la eficiencia del ajuste de los datos originales por los  $q$  nuevos componentes principales estará dada por la proporción de la varianza total explicada por la suma de los  $q$  primeros valores propios.

$$\text{Porcentaje de Varianza Total Explicada} = \frac{\sum_{j=1}^q \lambda(j)}{\text{Trasa } S} * 100 \quad (3.31)$$

La varianza explicada por cada componente o por las primeras  $q$  primeras componentes, puede ser expresada en función de la suma de los valores propios, considerando las propiedades b y e vistas en la sección anterior. Así se tiene:

$$\text{Porcentaje de Varianza Explicada por el } j\text{-ésimo componente} = \frac{\lambda(j)}{\sum_{j=1}^p \lambda(j)} * 100 \quad (3.32)$$

$$\text{Porcentaje de Varianza Explicada por los } q \text{ primeros componentes} = \frac{\sum_{j=1}^q \lambda(j)}{\sum_{j=1}^p \lambda(j)} * 100 \quad (3.33)$$

Cuando se toman  $q=p$  componentes principales la proporción de la varianza explicada es 1 y en porcentaje 100%.

No existe la manera de determinar cuantos componentes principales son necesarios para alcanzar un porcentaje de varianza explicada satisfactorio, pero se han establecido criterios útiles que han sido validados para la determinación del número de componentes **Abascal (1)** y **Pla (10)**.

Entre estos criterios para seleccionar el número de componentes se encuentran:

1. Elaboración de un gráfico de los porcentajes de variación explicada por cada componente en las ordenadas y los componentes (correspondientes a cada valor propio) en orden decreciente en las abscisas, se pueden eliminar los ejes cuyo número de orden es posterior al “codo” que se produce en la curva.
2. Fijar un porcentaje mínimo de varianza explicada que se quiere conservar y retener el número de ejes necesario para ello.
3. Incluir aquellas componentes principales cuyos valores propios sean superiores al promedio. Si se utiliza la matriz  $R$ , se incluirá las componentes cuyos valores propios sean mayores a  $l$ .
4. Si la nube inicial de variables no presenta una dirección privilegiada, los valores propios serán próximos. Se conservará entonces un eje cuyo porcentaje de varianza sea superior a  $\frac{l}{p} * 100$  que es el valor que le correspondería si explicasen la misma cantidad de información.

### 3.2.5. Correlación entre variables originales y componentes principales

La correlación entre dos variables se calcula como sigue:

$$r = \frac{cov(x,y)}{var(x)var(y)} \quad (3.34)$$

El cuadrado de (3.34), es lo que conocemos como *coeficientes de determinación* y constituye una medida de la asociación entre las dos variables.

Para el estudio de la correlación entre las variables originales y las componentes principales habrá que calcular las correlaciones de cada variable original con cada nueva variable.

Teniendo en cuenta la transformación (3.8), se puede encontrar una expresión del valor esperado de los vectores, lo cual quedaría así:

$$E \langle X, Y' \rangle = E \langle X, X' C \rangle$$

Considerando la ecuación (3.11) y recordando que  $E \langle X' X \rangle$  es la matriz de Covarianza de los datos originales  $\Sigma$  y cuyo estimador es  $S$ , tenemos:

$$E \langle X, Y' \rangle = E \langle X, X' \rangle C = \Sigma C = C C' \Sigma C = C L$$

En la matriz  $C$  en la posición  $(i)$  se encuentra el  $i$ -ésimo elemento del vector propio, mientras en  $L$  –matriz diagonal– los valores propios de la matriz  $S$ . Por tanto en la matriz  $CL$  en la posición  $(ij)$  estará ubicada la covarianza entre  $X(i)$  e  $Y(j)$ , es decir, que:

$$Cov\langle X(i), Y(j) \rangle = C(ij) \lambda(j) \quad i, j = 1, \dots, p \quad (3.35)$$

Para calcular la correlación deberá dividirse por la raíz de las varianzas de las variables por los valores propios.

$$r(ij) = \frac{C(ij) \lambda(j)}{\sqrt{S(ii) \lambda(j)}} = C(ij) \left\langle \frac{\lambda(j)}{S(ii)} \right\rangle^{1/2} \quad (3.36)$$

Si se utiliza la matriz de correlación  $R$  de los datos originales, las varianzas serán unitarias y se tendría:

$$r(ij) = C(ij) \langle \lambda(j) \rangle^{1/2} \quad (3.37)$$

Si se suman en  $j$ , es decir, se suman las proporciones de la varianza explicada por los  $p$  componentes principales para la variable original  $X(i)$ , se obtendrá el valor 1. Puede efectuarse la sumatoria para los primeros  $q$  primeros componentes seleccionados para el análisis del conjunto de datos y determinar cual es la proporción de la varianza de cada variable original considerada en el nuevo subconjunto. Esto es posible ya que los componentes no están

correlacionados entre sí; de lo contrario, no se aplicaría lo anterior por no tomar en cuenta las covarianzas. Así en términos de matriz  $S$  será:

$$r^2(ij) = \frac{\lambda(j) C^2(ij)}{S(ii)} \quad i,j=1,\dots,p \quad (3.38)$$

para el  $j$ -ésimo componente, y sumando para los  $q$  primeros :

$$\sum_{j=1}^q r^2(i, j) = \frac{1}{S(ii)} \sum_{j=1}^q \lambda(j) C^2(i, j)$$

Analizando estas proporciones y los elementos del vector propio podrán inferirse las conclusiones necesarias para explicar los datos.

## ***IV. APLICACIÓN DE COMPONENTES PRINCIPALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE INDICADORES SINTÉTICOS***

---

### **4. 1. Definición de Observaciones**

La base de datos usada para el desarrollo del trabajo fue el Resumen de las Principales Variables y Categorías que obtuvo el Instituto de Estadísticas y Censos de Ecuador (INEC), para el V Censo de Población y IV Censo de Vivienda realizado en el año de 1.990.

Se consideraron las 21 provincias existentes hasta el momento censal y se incluye las zonas no delimitadas. Es decir que existirán 22 observaciones, las cuales estarán ordenadas alfabéticamente, como se muestra a continuación:

1. Azuay

2. Bolivar
3. Cañar
4. Carchi
5. Cotopaxi
6. Chimborazo
7. El Oro
8. Esmeraldas
9. Guayas
10. Imbabura
11. Loja
12. Los Rios
13. Manabí
14. Morona Santiago
15. Napo
16. Pastaza
17. Pichincha
18. Tungurahua
19. Zamora Chinchipe
20. Galapagos
21. Sucumbios
22. Zonas No Delimitadas

## 4. 2. Definición de Variables

La información de la base de datos obtenida ha sido sintetizada por medio de 15 variables, las cuales se muestran a continuación con su respectiva codificación. En el **APÉNDICE A** podrá encontrarse definiciones sobre las variables censales.

$X_1$  Proporción de viviendas por provincias.

$X_2$  Indicador de tipo de vivienda.

$X_3$  Indicador de abastecimiento de agua.

$X_4$  Indicador del sistema de eliminación de aguas servidas.

$X_5$  Proporción de las viviendas que disponen de servicio eléctrico del total de viviendas provinciales.

$X_6$  Proporción de las viviendas que disponen de servicio telefónico del total de viviendas provinciales.

$X_7$  Indicador del sistema de eliminación de basura.

$X_8$  Indicador de disponibilidad de servicio higiénico.

$X_9$  Indicador de disponibilidad de ducha.

$X_{10}$  Indicador de tenencia de vivienda.

$X_{11}$  Proporción de la población por provincias

$X_{12}$  Proporción de la población rural por provincias.

$X_{13}$  Indicador nivel de instrucción.

$X_{14}$  Proporción de la población analfabeta de la población total provincial.

$X_{15}$  Proporción de la población económicamente activa de la población total provincial.

En el **APÉNDICE B**, se puede apreciar las tablas de datos de cada variable.

Las variables expresadas en proporciones se deben a que no hay homogeneidad entre provincias respecto al tamaño, lo cual de no ser tomado en cuenta podría afectar el análisis.

### 4. 3. Escala de Likert

Indicadores porcentuales se utilizarán como variables, cuando existan varias subcategorías dentro de una categoría .

Para calcular estos indicadores porcentuales, se utilizó Escalas de Likert, cuya utilización permite ponderar los datos de varias opciones en una sola variable.

Los pasos básicos en el desarrollo de una Escala de Likert o Escala Acumulada son los siguientes:

**1. Definir el centro del problema.-** Como en todos los métodos de ajuste, el primer paso necesario es definir que se medirá. Debido a que este es un método

unidimensional de ajuste, se supone que el concepto que se mide es de una dimensión en la naturaleza. La definición depende de lo que se va a crear o generar del conjunto inicial de ítems candidatos en la escala.

**2. Generador de ítems.** - Luego, se debe crear el conjunto de ítems en la escala potencial. Estos deben ser ítems que puedan clasificarse en una escala de juicio. Algunas veces pueden crearse los ítems basados en un conocimiento íntimo de la materia que se está tratando.

**3. Clasificar los ítems.** - El próximo paso es tener un grupo de juicio para clasificar los ítems, cuyo uso define los ítems favorables y desfavorables respecto a la construcción de interés.

**4. Seleccionar los ítems.** - Una vez que se tiene el grupo de juicio, se crea una nueva variable que es la suma de todas de los ítems individuales por su respectiva escala de juicio.

**5. Administrar la escala.** - Ahora se puede usar la escala de Likert. Cada respuesta (observación) puesta en juicio, debe ser clasificada dentro de la escala.

A continuación se presenta un ejemplo con el tipo de vivienda.

### **Indicador de tipo de vivienda**

El problema que existe es que la categoría tipo de vivienda se encuentra dividida en ocho subcategorías, las cuales constituyen los ítems que serán medidos por medio de la escala de juicio.

Dichas subcategorías tendrán la escala de juicio como sigue:

1. Otro
2. Choza
3. Covacha
4. Rancho
5. Mediagua
6. Cuarto en casa de inquilinato
7. Departamento
8. Casa o villa

Observando que la mejor subcategoría es casa o villa hasta llegar que la peor es otro (ver **APÉNDICE A**), se designó una escala de juicio a cada subcategoría; así, casa o villa tendrá ocho, departamento siete, hasta llegar a otro que tiene uno.

Una vez designado la escala de juicio, se procede a crear la nueva variable Tipo de Vivienda, para lo cual multiplicamos la escala de juicio por la proporción de viviendas que corresponden a dicha subcategoría.

A continuación se presentan los cálculos para la construcción del indicador en el ámbito nacional.

| Escala de juicio | 8         |        | 7       |       | 6        |        | 5        |        |
|------------------|-----------|--------|---------|-------|----------|--------|----------|--------|
|                  | Casa      | %prov  | Depart  | %prov | Alquiler | %prov  | Mediagua | %prov  |
| Nacional         | 1'520.465 | 64,997 | 182.393 | 7,80  | 159.637  | 6,8242 | 267.818  | 11,449 |

| 4       |        | 3       |       | 2     |         | 1     |        |           |
|---------|--------|---------|-------|-------|---------|-------|--------|-----------|
| Rancho  | %prov  | Covacha | %prov | Choza | %prov   | Otro  | %prov  | Indicador |
| 157.235 | 6,7215 | 9.194   | 0,393 | 37117 | 1,58668 | 1.692 | 0,0723 | 7,04055   |

El Indicador porcentual de tipo de vivienda se obtendrá como sigue:

$$\text{Indicador} = \frac{(64,997*8) + (7,80*7) + (6,8242*6) + (11,449*5) + (6,7215*4) + (0,393*3) + (1,58668*2) + (0,0723*1)}{100} = 7,04055$$

Si utilizamos la escala de juicio propuesta, el indicador nos muestra que en el ámbito nacional el tipo de vivienda se sitúa entre las clases departamento y casa.

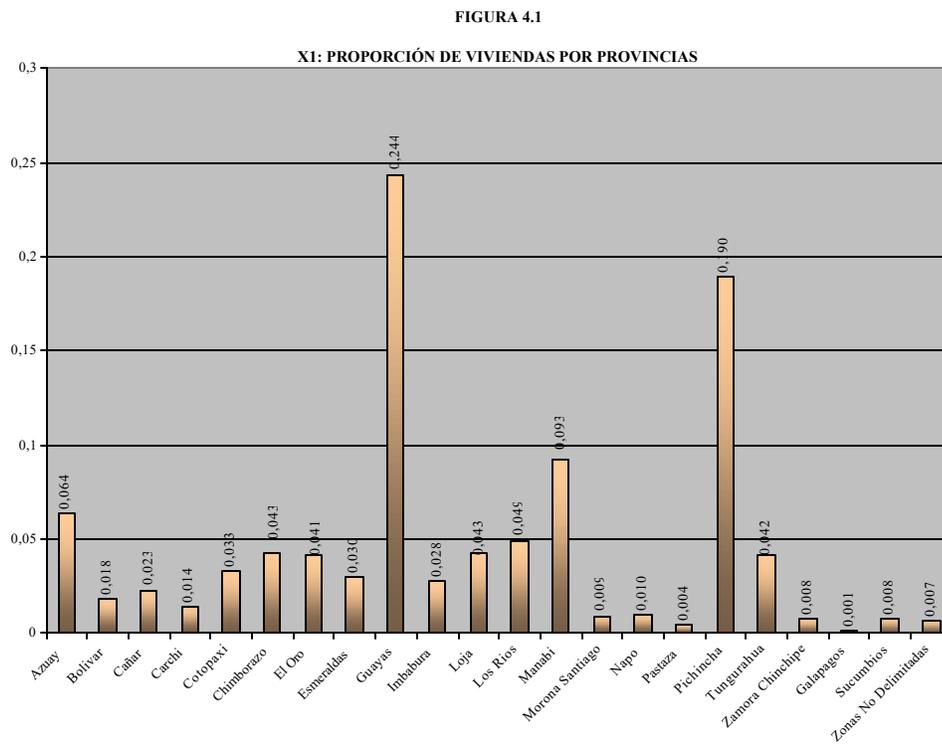
Este mismo cálculo se realizará para cada provincia; así mismo para cada variable en la cual existan subcategorías.

Las tablas de cada variable –indicadores y proporciones- se muestran en el **APÉNDICE B.**

#### **4. 4. Estadística descriptiva de las variables**

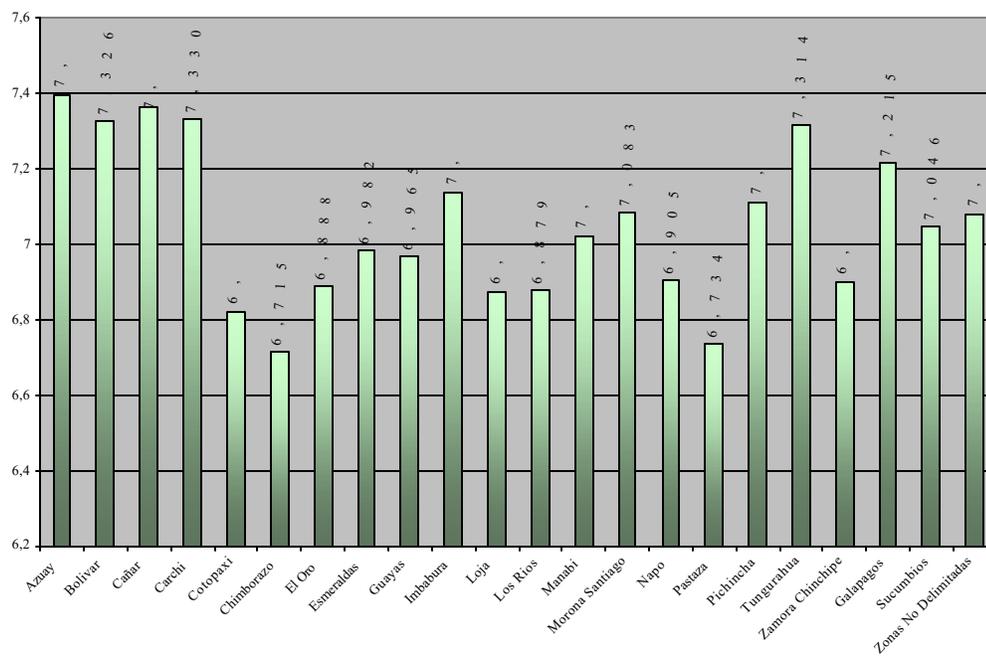
Una vez hechos los cálculos para las diferentes variables, los datos obtenidos se los recopilan en una tabla general de datos, la cual se muestra en el **APÉNDICE C.**

A partir de dichos datos, se calcula la estadística descriptiva; así como también, se grafican las variables. A continuación se muestran los resultados obtenidos.



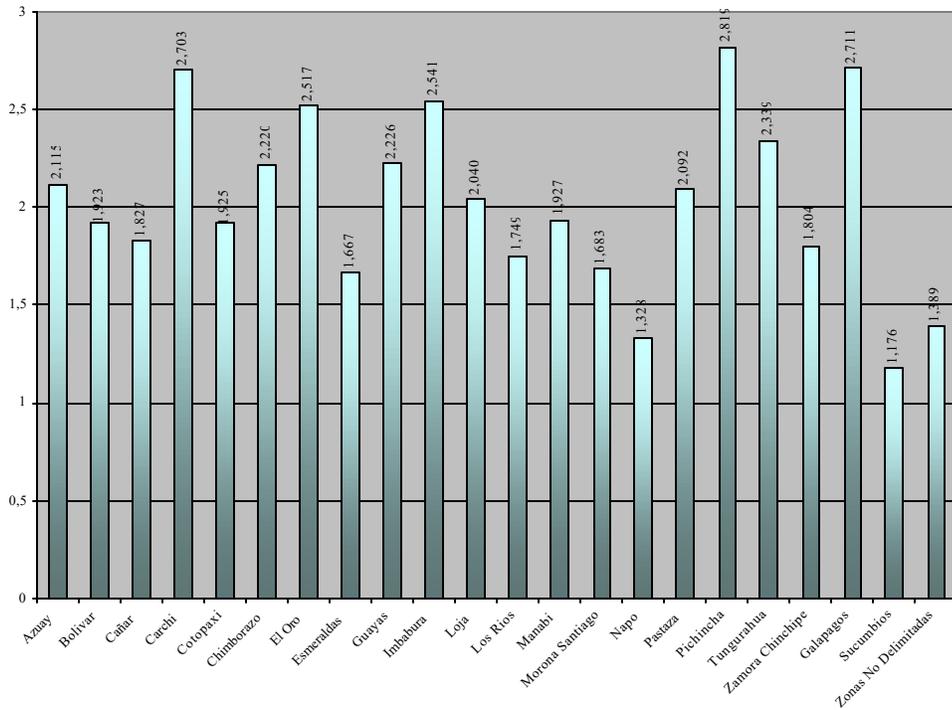
Considerando las viviendas que existen en cada provincia, se observa que encabeza la lista la provincia del Guayas con un 24,4 % del total de viviendas existentes en el país, seguida por Pichincha con un 19% y Manabí con un 9,03%.

FIGURA 4.2  
X2: INDICADOR PORCENTUAL DE TIPO DE VIVIENDA



Con respecto al indicador tipo de vivienda, las provincias que tienen mejor ubicación dentro de la escala son: Azuay con un valor de 7,398, seguido por Cañar con un 7,362 y Bolívar con 7,326.

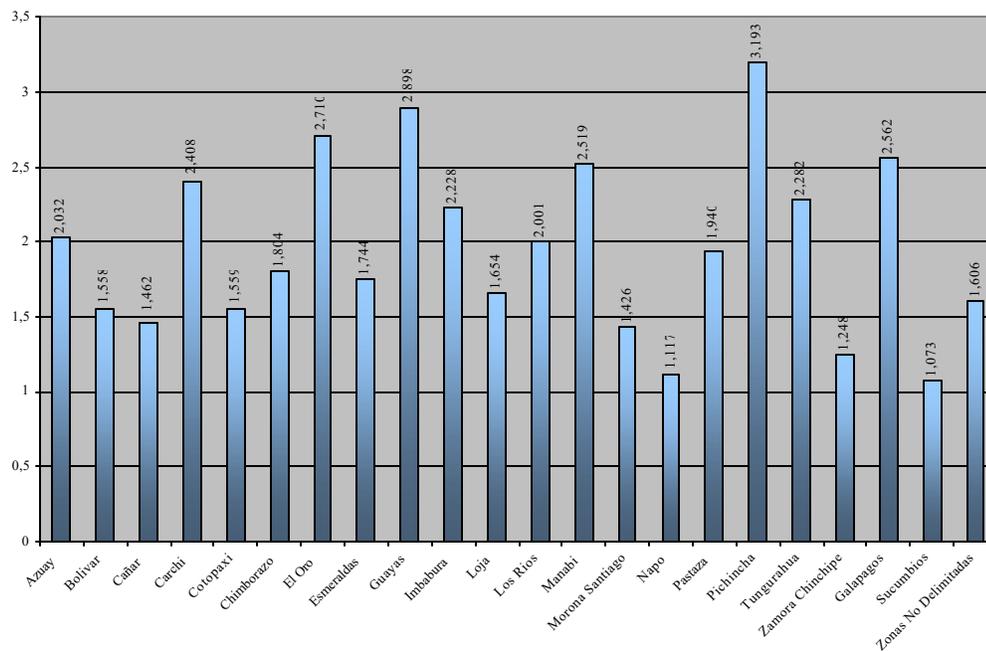
FIGURA 4.3  
X3: INDICADOR PORCENTUAL DE ABASTECIMIENTO DE AGUA.



Dentro del indicador de abastecimiento de agua, sobresalen Pichincha con un valor de 2,819 seguido por Galapagos con 2,711 y Cañar con 2,103. Sucumbios es la provincia que cuenta con el indicador más bajo en el sistema de abastecimiento de agua.

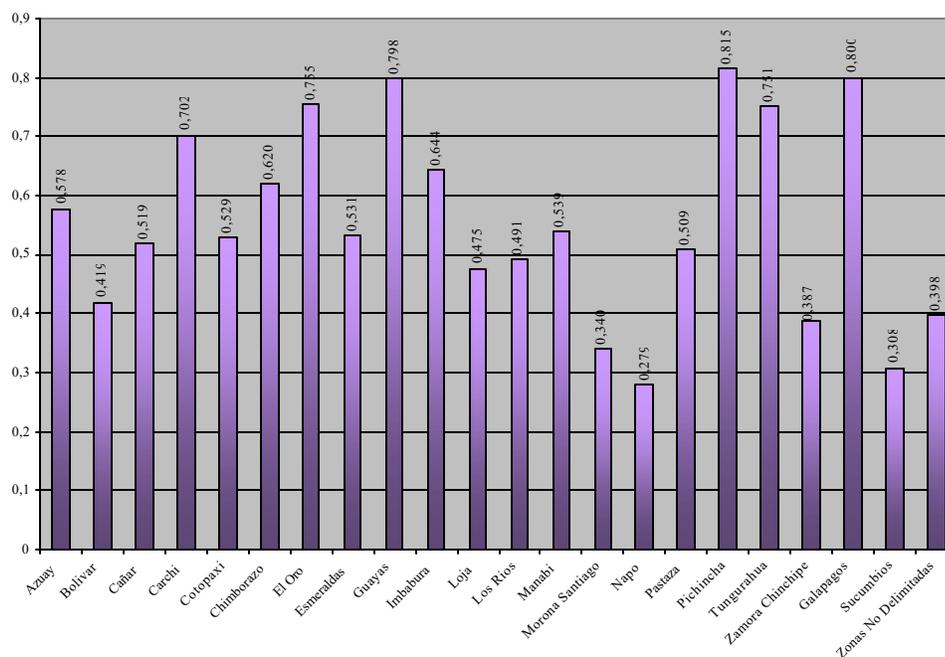
FIGURA 4.4

X4: INDICADOR PORCENTUAL DEL SISTEMA DE ELIMINACIÓN DE AGUAS SERVIDAS.



En la categoría de sistema de eliminación de aguas servidas, la provincia que mejor indicador dentro de la escala tiene es Pichincha con un 3,193 seguido por Guayas con 2,898 y El Oro con 2.71

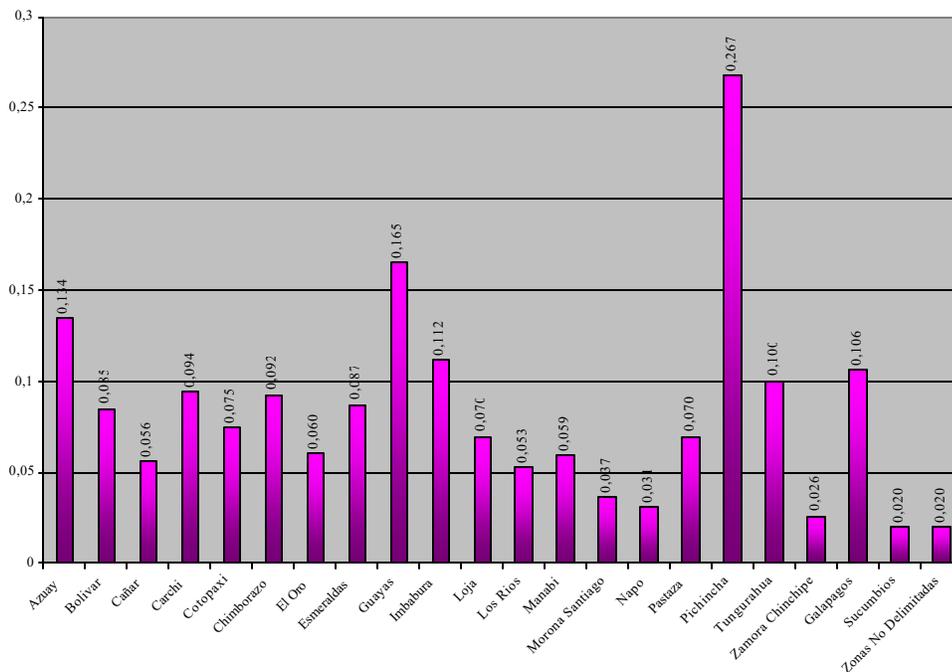
**FIGURA 4.5**  
**X5: PROPORCIÓN DE LAS VIVIENDAS QUE DISPONEN DE SERVICIO ELÉCTRICO DEL TOTAL DE VIVIENDAS PROVINCIALES.**



La provincia que cuenta con mayor porcentaje de viviendas que tienen servicio eléctrico es Pichincha con 81,5% del total de viviendas que posee esta provincia, le siguen en porcentaje Galapagos con un 80% y Guayas con un 79,8%. La provincia que tiene un menor porcentaje de disponibilidad de servicio eléctrico es Napo con un 27,9%.

FIGURA 4.6

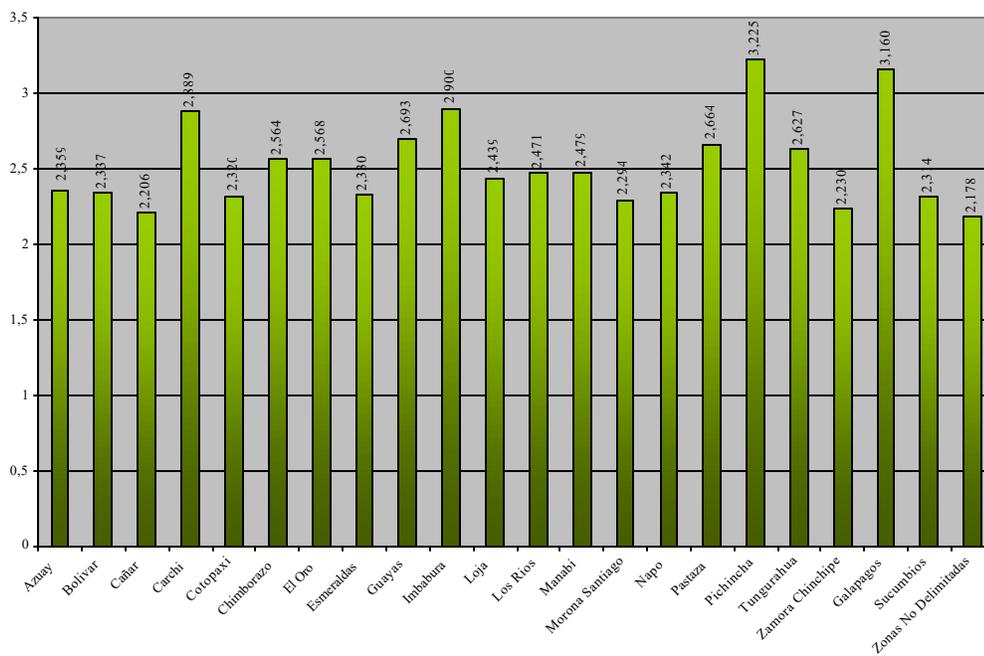
X6 PROPORCIÓN DE LAS VIVIENDAS QUE DISPONEN DE SERVICIO TELEFÓNICO DEL TOTAL DE VIVIENDAS PROVINCIALES.



A diferencia de otras variables, ésta es la que cuenta con menor porcentaje en cada provincia; así, Pichincha posee un 26,7% de disponibilidad de servicio telefónico, seguido por Guayas con un 16,5% y Azuay con un 13,4%. Sucumbios y las zonas no delimitadas cuentan con el menor porcentaje de disponibilidad de servicio telefónico que es el 2%.

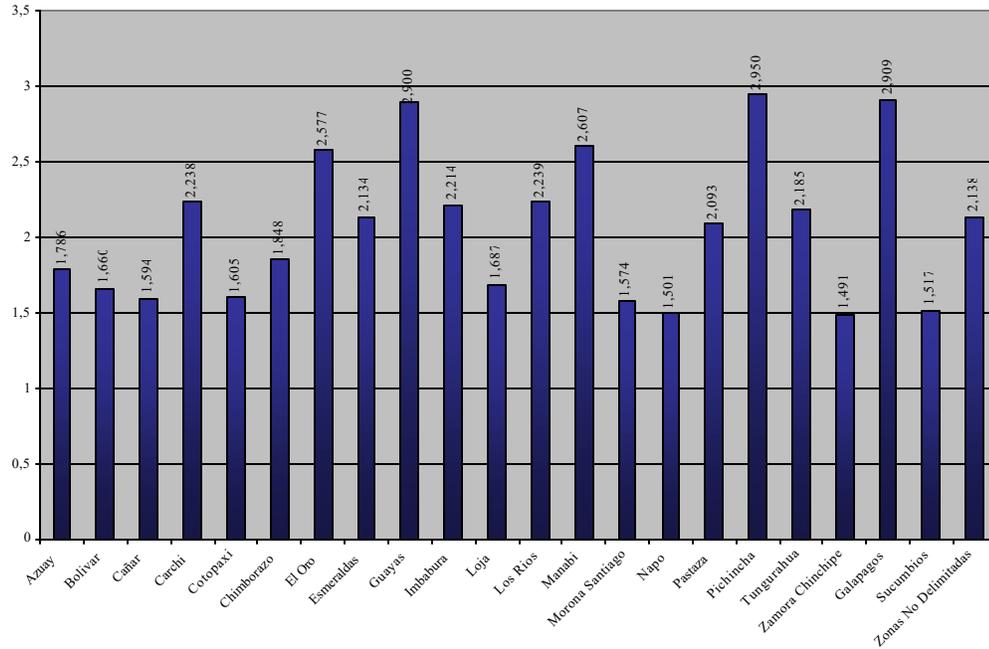
FIGURA 4.7

X7: INDICADOR PORCENTUAL DEL SISTEMA DE ELIMINACIÓN DE BASURA.



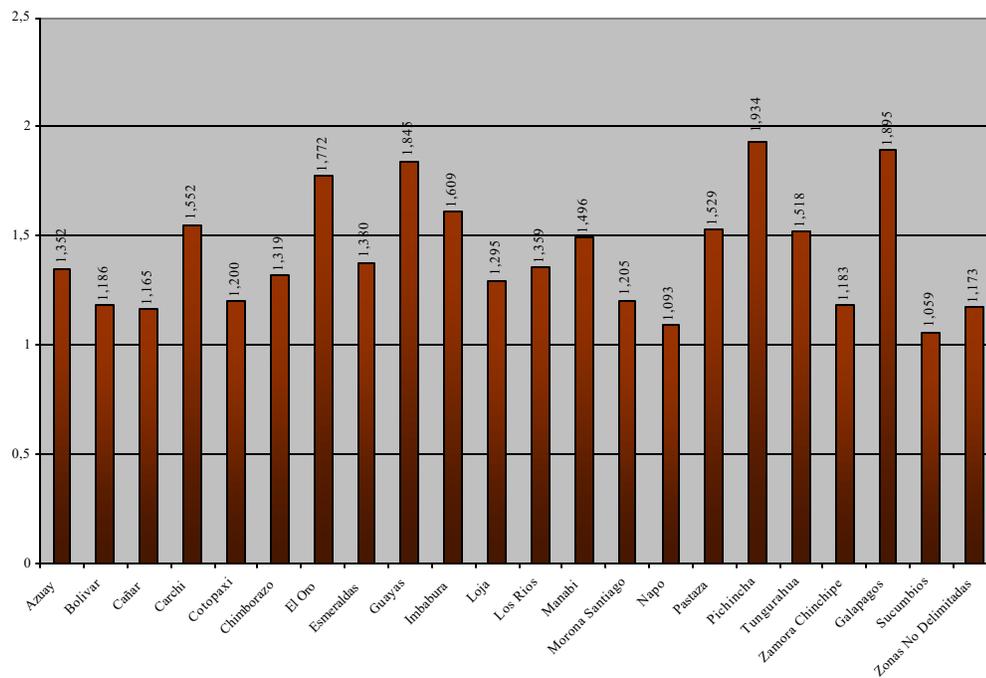
Esta variable tiene un comportamiento homogéneo entre las provincias, es así, que los porcentajes no tienen una gran variación. La provincia con mayor ubicación en la escala es Pichincha con 3,225, luego sigue Galapagos con 3,16 e Imbabura con 2,9.

**FIGURA 4.8**  
**X8: INDICADOR PORCENTUAL DE DISPONIBILIDAD DE SERVICIO HIGIÉNICO.**

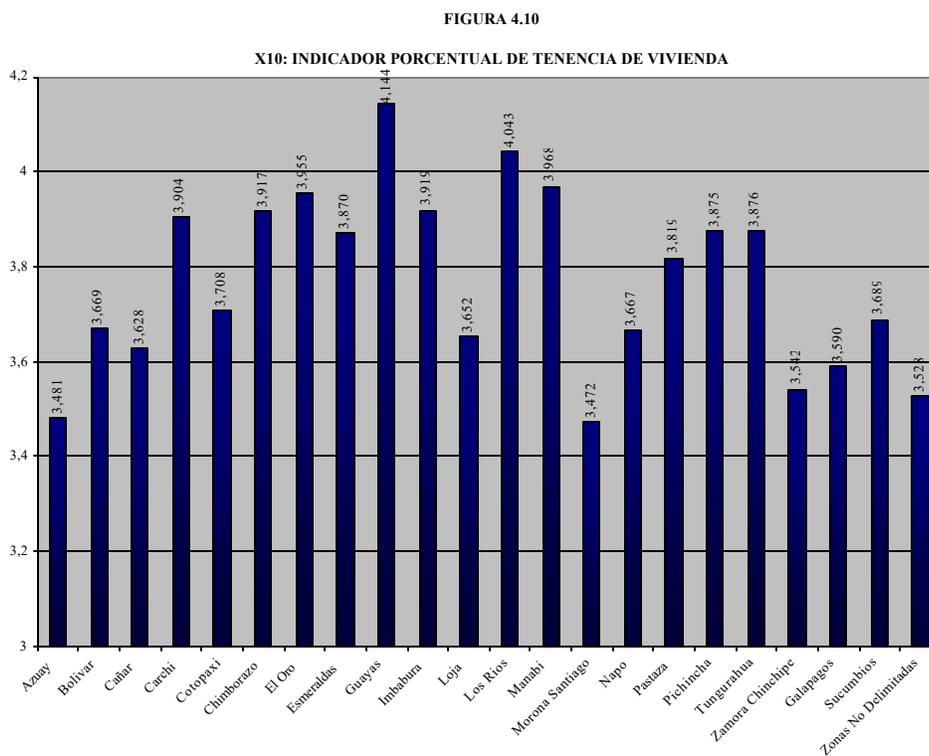


En la escala de servicio higiénico ocupa el primer Pichincha con un valor de 2,95 luego Galapagos con 2,909 y Guayas con 2,9

**FIGURA 4.9**  
**X9: INDICADOR PORCENTUAL DE DISPONIBILIDAD DE DUCHA.**

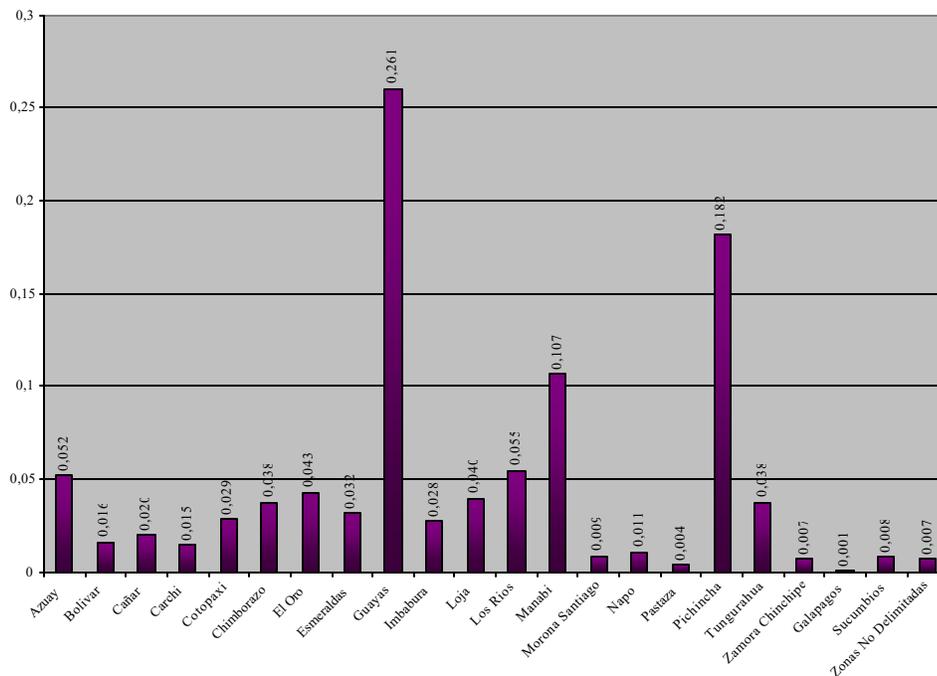


La provincia que se ubica en la primera posición dentro de la escala de disponibilidad de ducha es Pichincha con 1,934, seguido por Galapagos con 1,895 y Guayas con 1,845.



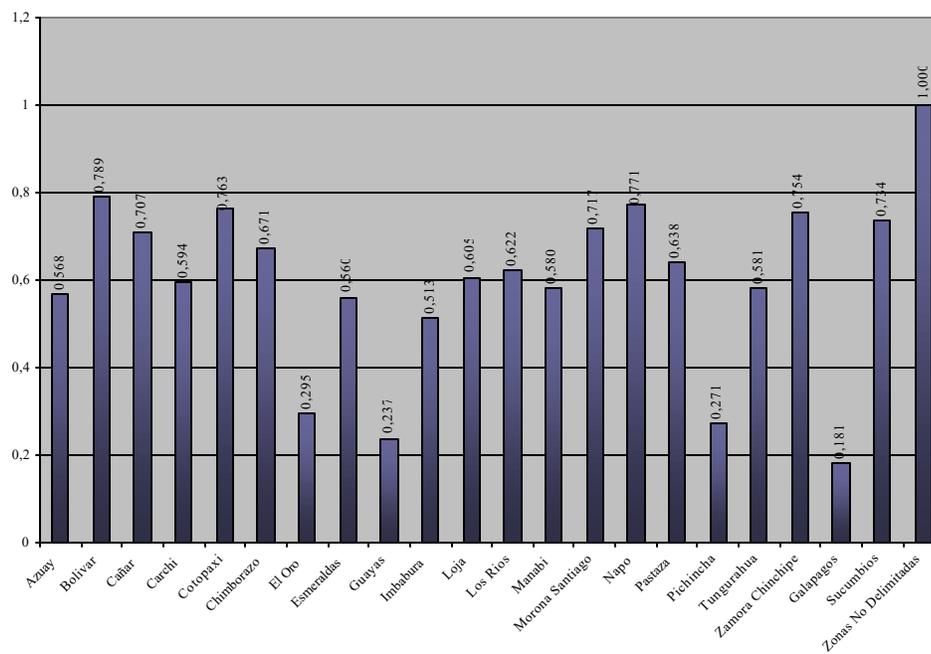
En la el indicador de tenencia de vivienda sobresale la provincia de Guayas con un valor de 4,144 seguido por Los Ríos con 4,043 y Manabí con 3,968. Los más bajos en esta categoría son Azuay y Morona Santiago con valores de 3,481 y 3,472 respectivamente.

FIGURA 4.11  
XII: PROPORCIÓN DE LA POBLACIÓN POR PROVINCIAS



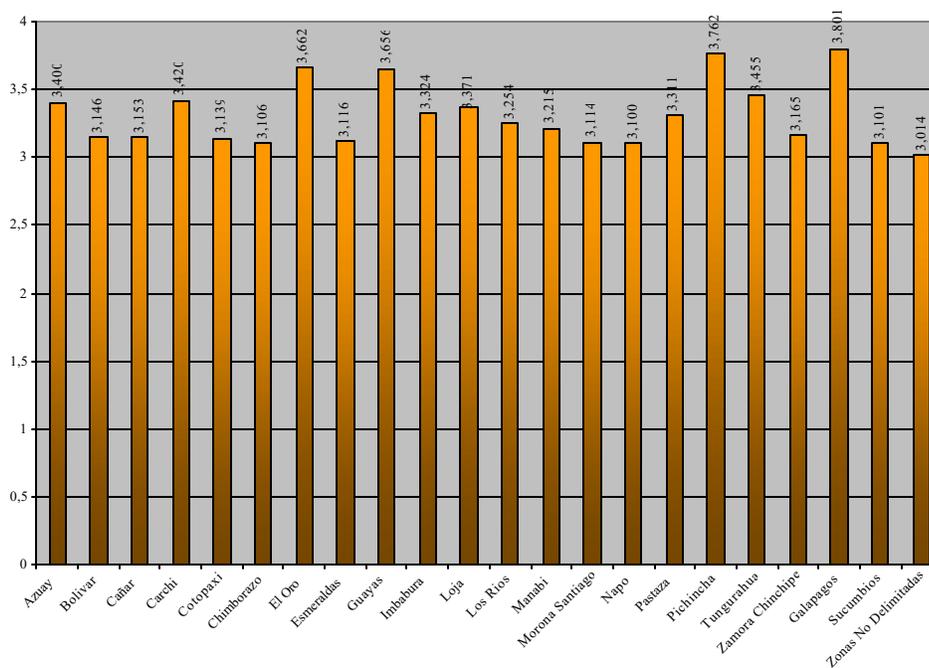
La provincia que cuenta con un mayor porcentaje de pobladores en el territorio nacional, es la provincia del Guayas con un 28,1% de la población total, seguida por Pichincha con 18,2% y Manabí con 10,7%. La provincia que con menor porcentaje de población es Galapagos con un 0,1%.

FIGURA 4.12  
X12 : PROPORCIÓN DE LA POBLACIÓN RURAL POR PROVINCIAS.



Las zonas no delimitadas son puramente rurales, por ende el 100% de ellas poseen población rural. Dentro del resto de las provincias se encuentran Bolívar con un 78,9% y Napo con un 77,1%, con un mayor porcentaje de población rural.

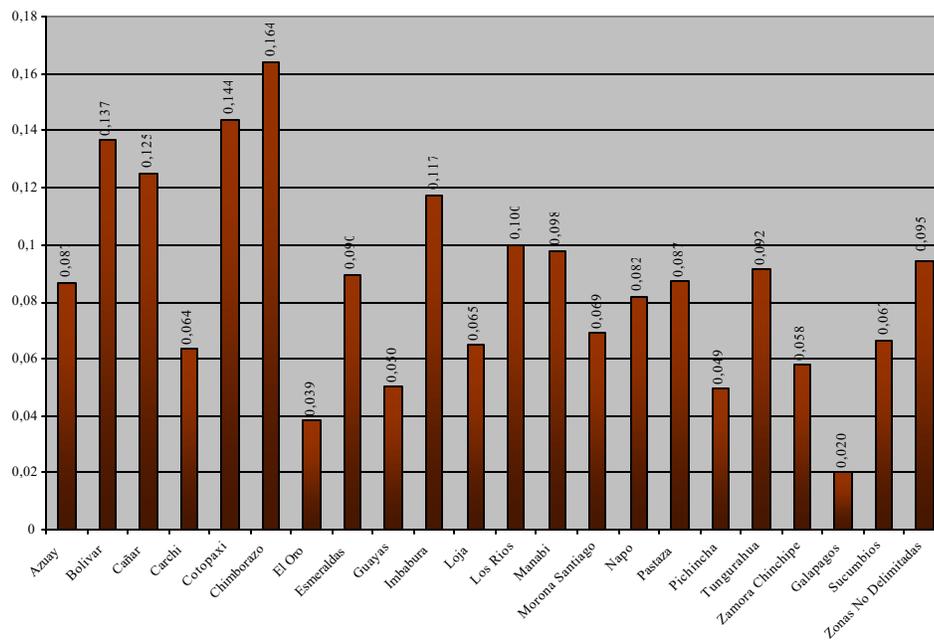
FIGURA 4.13  
X13: INDICADOR PORCENTUAL NIVEL DE INSTRUCCIÓN.



Dentro de la variable educacional -nivel de instrucción-, se nota la similitud entre las provincias, sobresaliendo en la escala Galapagos con 3,801, Pichincha con 3,762 y El Oro con 3,662.

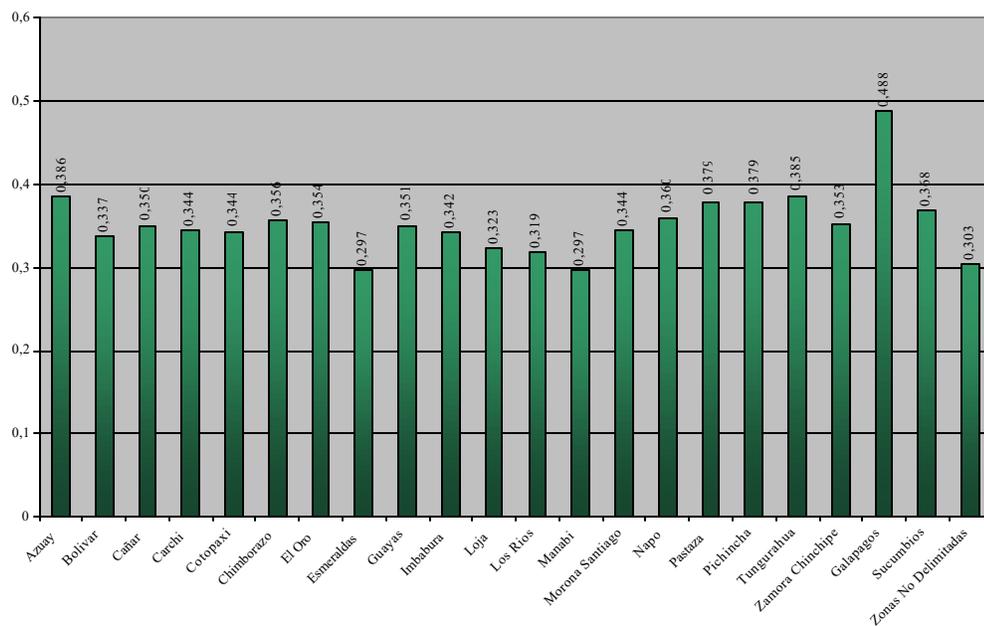
FIGURA 4.14

X14: PROPORCIÓN DE LA POBLACIÓN ANalfabeta DE LA POBLACIÓN TOTAL PROVINCIAL



En contraste a la variable nivel de instrucción, se encuentra analfabetismo, el cual se presenta en mayor porcentaje en Chimborazo con 16,4%, Cotopaxi con 14,4% y Bolívar con 13,7%

**FIGURA 4.15**  
**X15: PROPORCIÓN DE LA POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA DE LA POBLACIÓN TOTAL PROVINCIAL.**



La población económicamente activa en el Ecuador tiene mayor concentración en las provincias de Galapagos, Azuay y Tungurahua, con porcentajes de 48,8%, 38,6% y 38,5% respectivamente.



|                     | X10       | X11      | X12     | X13       | X14      | X15     |
|---------------------|-----------|----------|---------|-----------|----------|---------|
| Número de casos     | 22        | 22       | 22      | 22        | 22       | 22      |
| Mínimo              | -1,5531   | -0,7073  | -2,0786 | -1,2617   | -1,8504  | -1,4035 |
| Máximo              | 1,9662    | 3,4258   | 2,0051  | 2,1129    | 2,1891   | 3,3928  |
| Rango               | 3,5193    | 4,1331   | 4,0836  | 3,3746    | 4,0395   | 4,7963  |
| Suma                | 0         | 0        | 0       | 0         | 0        | 0       |
| Mediana             | -0,0288   | -0,2766  | 0,0789  | -0,3177   | 0,0238   | -0,0536 |
| Media               | 0         | 0        | 0       | 0         | 0        | 0       |
| CI Superior 95%     | 0,4434    | 0,4434   | 0,4434  | 0,4434    | 0,4434   | 0,4434  |
| CI Inferior 95%     | -0,4434   | -0,4434  | -0,4434 | -0,4434   | -0,4434  | -0,4434 |
| Error Estándar      | 0,2132    | 0,2132   | 0,2132  | 0,2132    | 0,2132   | 0,2132  |
| Desviación Estándar | 1         | 1        | 1       | 1         | 1        | 1       |
| Varianza            | 1         | 1        | 1       | 1         | 1        | 1       |
| Covarianza          | 321,7E+12 | -9,0E+15 | 4,0E+15 | 623,9E+12 | -3,4E+15 | 3,1E+15 |
| Sesgo (G1)          | 0,0886    | 2,5877   | -0,5916 | 0,9165    | 0,3932   | 1,6900  |
| SE Sesgo            | 0,4910    | 0,4910   | 0,4910  | 0,4910    | 0,4910   | 0,4910  |
| Kurtosis (G2)       | -0,9742   | 6,8016   | 0,3366  | -0,2507   | -0,0622  | 5,6936  |
| SE Kurtosis         | 0,9528    | 0,9528   | 0,9528  | 0,9528    | 0,9528   | 0,9528  |

#### 4. 5. Análisis de Componentes Principales

Antes de entrar al desarrollo de las componentes mediante las cuales hallaremos el indicador porcentual sintético, se debe analizar que clase de *ACP* se va a realizar.

El *ACP* propuesto en el trabajo es normalizado, en el cual las variables serán centradas y reducidas; por lo que las componentes se constituirán con los vectores propios de la matriz de correlación  $R$ , y no de la matriz  $S$  de varianza-covarianza como se trató en el capítulo anterior.

Cuando se usa la matriz  $R$ , algunas propiedades de los valores y vectores propios varían, es así que:

$$\ast \sum_{j=1}^p \text{Var}\langle Y(j) \rangle = \text{tr } R = p$$

$$\ast \prod_{j=1}^p \text{Var}\langle Y(j) \rangle = |R|$$

❖ Traza  $R$  ( $=p$ ), por ende la importancia de cada componente  $j$  estará dada por

$$\frac{\lambda(j)}{p}$$

Estas características de los valores y vectores propios determinan que el análisis de componentes principales es sensible a los cambios de escala para las variables.

Teniendo estas consideraciones, se puede empezar el análisis de la tabla de datos encontrando la matriz de correlación de las variables.



Note que se tienen  $n=22$  observaciones-individuos- y  $p=15$  variables.

Calculando los valores propios de la matriz  $R$ , y la varianza total explicada por la componente asociada- ecuación (3.30)- se tiene el siguiente resultado.

**Tabla IV.I**

**TABLA DE VALORES PROPIOS OBTENIDOS DE LA MATRIZ R Y  
PORCENTAJE DE LA VARIANZA TOTAL EXPLICADA**

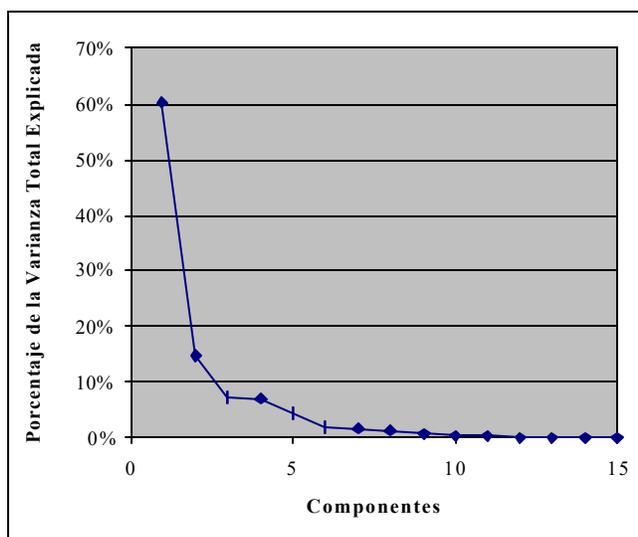
|    | Valor Propio | Proporción de la Varianza Total Explicada |            |
|----|--------------|---|------------|
|    |              | Absoluta%                                 | Acumulada% |
| 1  | 9,067        | 60,450%                                   | 60,450%    |
| 2  | 2,197        | 14,647%                                   | 75,097%    |
| 3  | 1,113        | 7,420%                                    | 82,518%    |
| 4  | 1,032        | 6,880%                                    | 89,398%    |
| 5  | 0,628        | 4,187%                                    | 93,585%    |
| 6  | 0,29         | 1,933%                                    | 95,518%    |
| 7  | 0,242        | 1,613%                                    | 97,132%    |
| 8  | 0,202        | 1,347%                                    | 98,478%    |
| 9  | 0,096        | 0,640%                                    | 99,118%    |
| 10 | 0,058        | 0,387%                                    | 99,505%    |
| 11 | 0,038        | 0,253%                                    | 99,758%    |
| 12 | 0,019        | 0,127%                                    | 99,885%    |
| 13 | 0,012        | 0,080%                                    | 99,965%    |
| 14 | 0,005        | 0,033%                                    | 99,998%    |
| 15 | 2,31665E-04  | 0,002%                                    | 100,000%   |

Note que la suma de los valores propios es igual a 15, el número total de variables consideradas y varianza total explicada si se consideran todos los componentes.

El gráfico de la varianza explicada por cada componente, servirá de ayuda para determinar el número de componentes a considerar en el análisis.

**Figura 4.16**

**VARIANZA EXPLICADA POR CADA COMPONENTE**



Si consideramos los criterios 1 y 3 para seleccionar el número de componentes, se puede observar en el gráfico que se produce el “codo” alrededor del cuarto componente, y a su vez estos valores son mayores que 1.

Este número de componentes ( $q=4$ ), recoge el siguiente porcentaje de cantidad de información ecuación (3.33)-:

$$\begin{aligned} \text{Porcentaje de Varianza Explicada por los } q \text{ primeros componente} &= \frac{\sum_{j=1}^q \lambda(j)}{\sum_{j=1}^p \lambda(j)} * 100 \\ &= \frac{13,409}{15} = 89,398\% \end{aligned}$$

Se calcula los vectores propios correspondientes a los cuatro primeros valores propios, para poder realizar la combinación lineal que será la función de la nueva variable.

Tabla IV.II

**TABLA DE VALORES PROPIOS CON SUS RESPECTIVOS VECTORES  
PROPIOS, BASADOS EN EL NÚMERO DE FACTORES**

| Valor Propio     |        |        |        |        |
|------------------|--------|--------|--------|--------|
|                  | 9,067  | 2,197  | 1,113  | 1,032  |
| Vectores Propios |        |        |        |        |
|                  | 1      | 2      | 3      | 4      |
| <b>X1</b>        | 0,230  | 0,38   | 0,103  | -0,393 |
| <b>X2</b>        | 0,045  | -0,312 | 0,666  | -0,294 |
| <b>X3</b>        | 0,28   | -0,163 | 0,182  | 0,319  |
| <b>X4</b>        | 0,319  | 0,071  | 0,05   | 0,068  |
| <b>X5</b>        | 0,307  | -0,038 | 0,143  | 0,203  |
| <b>X6</b>        | 0,273  | 0,066  | 0,355  | -0,128 |
| <b>X7</b>        | 0,288  | -0,162 | -0,005 | 0,231  |
| <b>X8</b>        | 0,298  | 0,07   | -0,125 | 0,04   |
| <b>X9</b>        | 0,324  | -0,039 | -0,107 | 0,094  |
| <b>X10</b>       | 0,187  | 0,416  | -0,107 | 0,375  |
| <b>X11</b>       | 0,226  | 0,399  | 0,061  | -0,387 |
| <b>X12</b>       | -0,307 | 0,072  | 0,177  | 0,049  |
| <b>X13</b>       | 0,309  | -0,176 | -0,11  | -0,102 |
| <b>X14</b>       | -0,159 | 0,25   | 0,522  | 0,477  |
| <b>X15</b>       | 0,139  | -0,507 | -0,076 | -0,033 |

Haciendo uso de la fórmula (3.14), donde  $C(i)$  es el vector propio para el  $i$ -ésimo valor propio y  $X(i)$  las variables originales, obtenemos  $Y(j)$  que es la  $j$ -ésimo variable nueva; es decir, la componente principal.

$$Y(j) = \sum_{i=1}^p C(i)X(i)$$

Los resultados de esta combinación se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla IV.III**

**TABLA DE COMPONENTES PRINCIPALES O FACTORES**

|           | <b>Comp. I</b> | <b>Comp. II</b> | <b>Comp. III</b> | <b>Comp. IV</b> |
|-----------|----------------|-----------------|------------------|-----------------|
| <b>1</b>  | 0,145          | -1,397          | 1,696            | -1,492          |
| <b>2</b>  | -2,275         | -0,146          | 1,904            | 0,015           |
| <b>3</b>  | -2,305         | -0,496          | 1,672            | -0,362          |
| <b>4</b>  | 1,812          | -1,068          | 0,778            | 0,937           |
| <b>5</b>  | -2,101         | 0,798           | 0,408            | 0,878           |
| <b>6</b>  | -0,689         | 1,318           | 0,393            | 2,134           |
| <b>7</b>  | 3,037          | -0,273          | -1,760           | 0,699           |
| <b>8</b>  | -0,984         | 1,241           | -0,261           | 0,168           |
| <b>9</b>  | 5,742          | 2,997           | -0,436           | -1,774          |
| <b>10</b> | 1,478          | -0,071          | 0,917            | 1,599           |
| <b>11</b> | -0,956         | 0,119           | -0,822           | -0,453          |
| <b>12</b> | -0,438         | 1,664           | -0,755           | 0,690           |
| <b>13</b> | 0,731          | 2,198           | -0,084           | 0,045           |
| <b>14</b> | -2,865         | -0,836          | -0,314           | -1,037          |
| <b>15</b> | -3,468         | -0,134          | -0,979           | -0,599          |
| <b>16</b> | -0,125         | -0,366          | -1,317           | 1,238           |
| <b>17</b> | 6,932          | 0,557           | 0,813            | -1,056          |
| <b>18</b> | 1,544          | -0,877          | 1,075            | 0,464           |
| <b>19</b> | -2,885         | -0,708          | -1,076           | -0,709          |
| <b>20</b> | 4,635          | -4,402          | -1,039           | 0,196           |
| <b>21</b> | -3,459         | -0,498          | -0,914           | -1,031          |
| <b>22</b> | -3,506         | 0,383           | 0,101            | -0,549          |

La varianza explicada por cada componente será:

|                 |       |
|-----------------|-------|
| <b>Comp. I</b>  | 9,067 |
| <b>Comp. II</b> | 2,197 |
| <b>Comp.III</b> | 1,113 |
| <b>Comp. IV</b> | 1,032 |

cuyo porcentaje de varianza explicada –ecuación (3.32) – es:

|                 |        |
|-----------------|--------|
| <b>Comp. I</b>  | 60,450 |
| <b>Comp. II</b> | 14,650 |
| <b>Comp.III</b> | 7,417  |
| <b>Comp. IV</b> | 6,877  |

La primera componente sintetiza el 60,45% de la varianza.

#### **4.5.1. Interpretación de las componentes principales en función de su correlación con las variables originales.**

Una vez calculados las nuevas variables, es importante analizar la correlación existente entre las variables originales y las nuevas variables.

Debido a que puede haber variables que resultan redundantes en el problema, éstas se agrupan en componentes principales o factores y se interpretan a partir de su correlación con las variables originales.

La correlación es la proyección de la variable sobre la componente, es así, que mientras una variable este correlacionada con una componente se ubicará más cerca de la coordenada. Mientras mayor este correlacionada una variable sobre el componente, mayor peso tendrá en la explicación del mismo.

Los cálculos de las correlaciones se la realiza con la ecuación (3.37)

**Tabla IV.IV**  
**CORRELACIONES DE LAS VARIABLES CON LAS COMPONENTES**  
**PRINCIPALES O FACTORES**

|            | Comp.I | Comp.II | Comp.III | Comp.IV |
|------------|--------|---------|----------|---------|
| <b>X1</b>  | 0,691  | 0,563   | 0,109    | -0,399  |
| <b>X2</b>  | 0,134  | -0,463  | 0,703    | -0,299  |
| <b>X3</b>  | 0,844  | -0,242  | 0,192    | 0,324   |
| <b>X4</b>  | 0,959  | 0,105   | 0,052    | 0,069   |
| <b>X5</b>  | 0,925  | -0,056  | 0,151    | 0,206   |
| <b>X6</b>  | 0,821  | 0,098   | 0,374    | -0,13   |
| <b>X7</b>  | 0,866  | -0,241  | -0,005   | 0,235   |
| <b>X8</b>  | 0,898  | 0,104   | -0,132   | 0,041   |
| <b>X9</b>  | 0,975  | -0,058  | -0,112   | 0,095   |
| <b>X10</b> | 0,564  | 0,616   | -0,113   | 0,381   |
| <b>X11</b> | 0,681  | 0,592   | 0,064    | -0,393  |
| <b>X12</b> | -0,923 | 0,106   | 0,186    | 0,049   |
| <b>X13</b> | 0,93   | -0,261  | -0,116   | -0,103  |
| <b>X14</b> | -0,477 | 0,37    | 0,55     | 0,485   |
| <b>X15</b> | 0,418  | -0,752  | -0,08    | -0,033  |

Note que la primera componente principal tiene una correlación positiva con  $X_9$  y negativamente con  $X_{12}$ ,

Asi mismo, la componente II con  $X_{10}$  y  $X_{15}$ , la componente III con  $X_2$  y  $X_{15}$  y por último la componente IV con  $X_{14}$  y  $X_1$ .

Las variables que sean mejor representadas serán importantes al nombrar las componentes.

#### **4.5.2. Interpretación de la nube de variables y gráficos de correlación.**

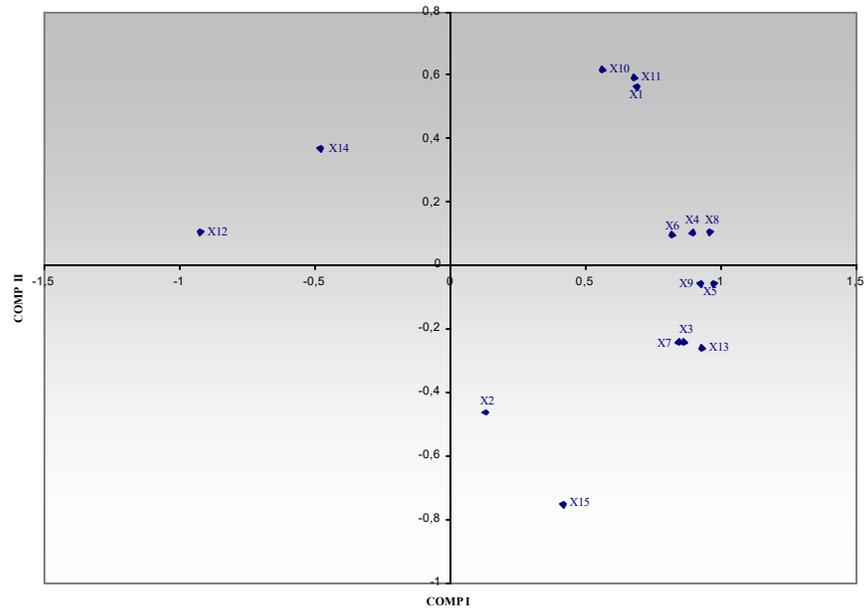
Para interpretar la nube de datos, es necesario graficar la correlación  $r(i, j)$  de cada variables original con las componentes principales, las cuales serán los ejes del gráfico que se utilizará.

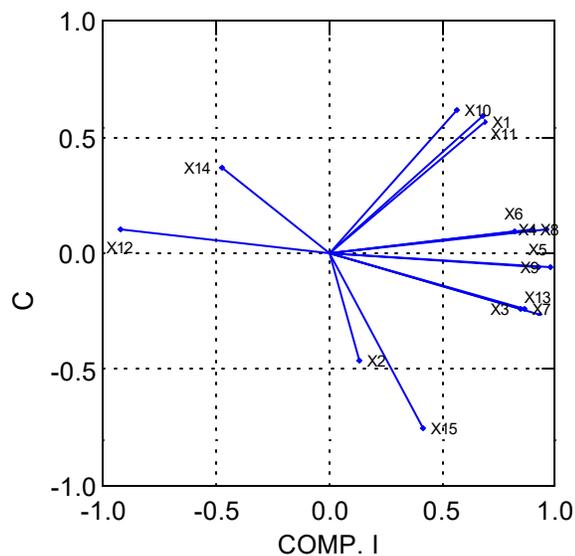
El círculo de radio unitario con centro en el origen, ayudará a identificar las variables cuya correlación sea mayor. Así, las variables mejor representadas se situarán en ubicarán cerca del círculo y las menos explicadas hacia el origen.

A continuación se presentan los gráficos de las correlaciones entre las componetes principales y las variables.

Figura 4.17

GRÁFICOS DE LAS VARIABLES SOBRE EL PLANO FORMADO POR LA COMPONENTE I Y LA COMPONENTE II Y SU CORRELACIÓN.





Las dos primeras componentes explican el 71% de la varianza total.

Si analizamos la componente I se nota que la variable mejor representada es  $X_9$  con respecto a la correlación positiva que posee con ella y  $X_{12}$  con la correlación negativa más alta es la que se ubica en el plano sobre el lado negativo del eje. Esto se puede notar por la cercanía de las variables al círculo unitario.

En la matriz  $R$  se puede analizar la correlación entre las variables; y, en el gráfico verificar que las variables  $X_8$ ,  $X_6$ ,  $X_4$  están correlacionadas positivamente entre ellas, así también con la componente principal I. Igual

ocurre  $X_5$ ,  $X_9$  y  $X_3$ ,  $X_7$ ,  $X_{13}$ . Básicamente variables que representan servicios que ofrecen las viviendas, salvo  $X_{13}$  que es el indicador de nivel de instrucción.

Es curioso el hecho que la variable  $X_{13}$ , está correlacionada positivamente con la mayoría de las variables, excepuando la de analfabetismo  $X_{14}$ , PEA  $X_{15}$  y población rural  $X_{12}$ .

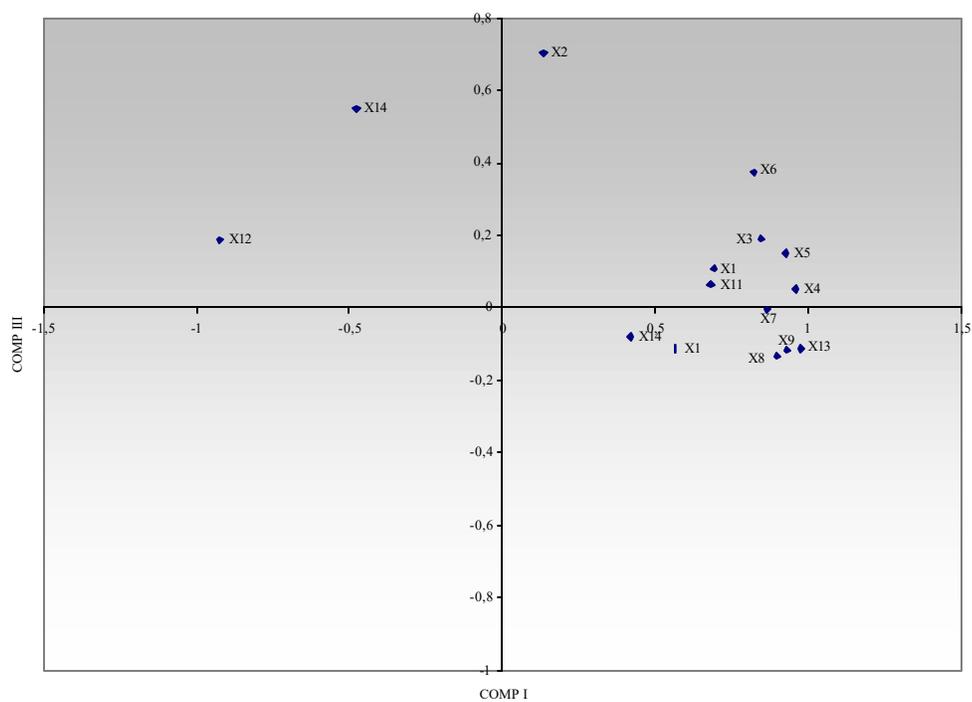
Una vez analizada la componente I y su relación con las variables, se puede proponer un nombre a la nueva variable. Por la información que posee sobre servicios básicos e instrucción, una manera de sintetizar en un nombre la incidencia de ambos aspectos en la sociedad sería como la **calidad de vida**

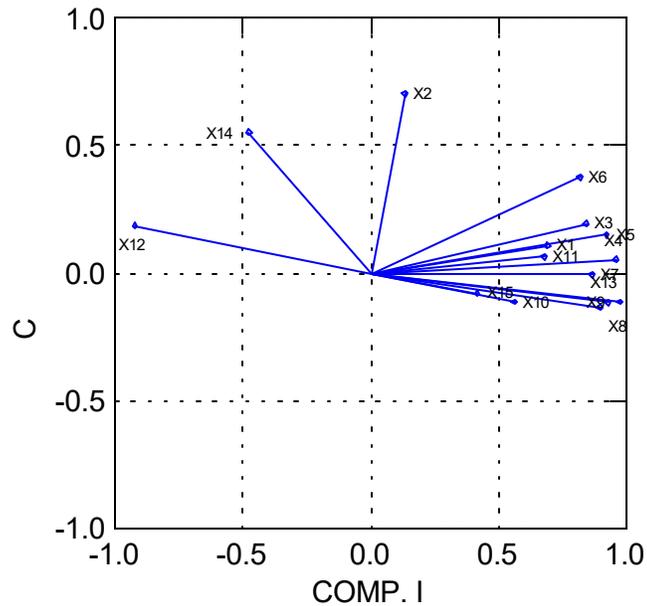
Ahora analizando la componente II, se observa que las variables con mayor representatividad son  $X_{10}$  y  $X_1$  en el eje positivo, mientras  $X_{15}$  y  $X_2$  en el eje negativo.

Las variables  $X_{10}$  y  $X_1$  están correlacionadas positivamente al igual que  $X_{15}$  con  $X_2$ ,  $X_{14}$  con  $X_{12}$ .

Una vez analizadas las variables que conforman la componente II, se puede evidenciar una influencia de **pérfil económico de la población** en la misma.

**Figura 4.18**  
**GRÁFICOS DE LAS VARIABLES SOBRE EL PLANO FORMADO POR LA**  
**COMPONENTE I Y LA COMPONENTE III Y SU CORRELACIÓN.**





Ya habiendo analizado la componente principal I, resta analizar las otras componentes basados en que la componente I es la que mayor porcentaje de la varianza total explica.

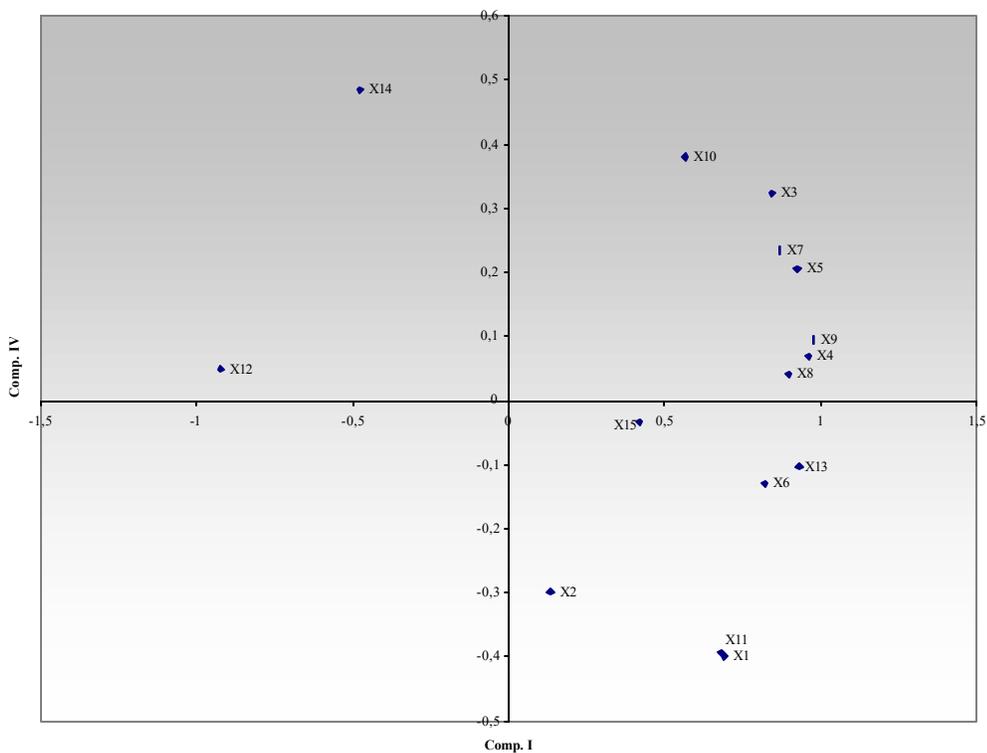
○

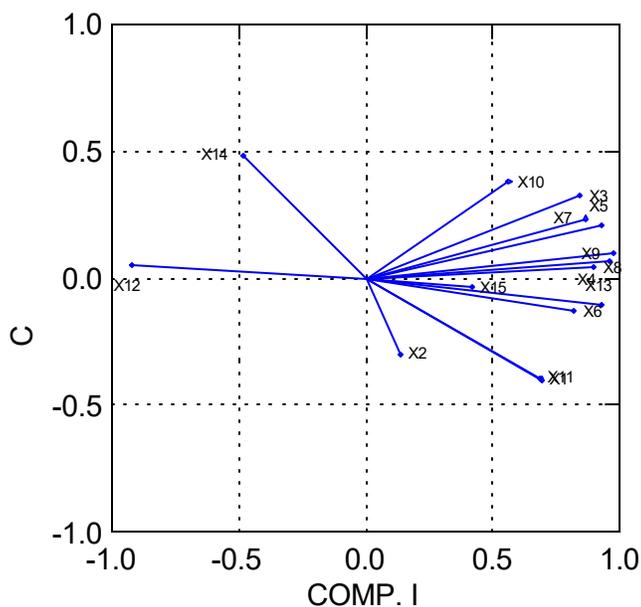
Tomando en cuenta el eje de la componente III, se observa que  $X_2$  y  $X_{14}$  son las mejor representadas sobre el eje positivo y  $X_{13}$ ,  $X_{10}$  y  $X_9$  en el eje negativo; revisando la tabla  $R$  se observa que  $X_2$  y  $X_{14}$  están correlacionadas negativamente.

Revisando la información más representativa, la nueva variable se puede decir representa una **dualidad entre características de vivienda y educación.**

**Figura 4.19**

**GRÁFICOS DE LAS VARIABLES SOBRE EL PLANO FORMADO POR LA COMPONENTE I Y LA COMPONENTE IV Y SU CORRELACIÓN.**





La variable que mejor está representada por la última componente es  $X_{14}$  en el eje positivo y  $X_1$  y  $X_{11}$  en eje negativo.

○

La proyección de  $X_{11}$  y  $X_1$  en el plano muestra que, estas variables están muy correlacionadas, tanto que no se distinguen en la proyección.

Las variables que más sobresalen en esta componente son las variables que enfocan los aspectos generales del censo como, la población y vivienda total dentro de la provincia. Por ende un nombre de acuerdo a con la información obtenida será **características generales del censado**.

≡

### 4.5.3. Interpretación de la nube de individuos.

Una vez interpretada la nube de variables, se puede seguir el análisis con la interpretación de la nube de individuos representando sus coordenadas sobre las componentes halladas.

En el gráfico de los individuos, no se puede notar la calidad de la representación en el plano, debido a que la distancia al origen varía.

La proyección de los puntos de observaciones sobre el plano se obtienen como sigue.

$$F_j = \sqrt{\frac{n}{p}} X v_{-j} \quad j = 1, \dots, q \quad (4.1)$$

donde  $X$  es la matriz de datos de las variables,  $v_{-j}$  es el vector unitario correspondiente al  $j$ -ésimo componente principal.

Haciendo uso de esta fórmula, se calculan las proyecciones de cada individuo sobre las componentes principales.

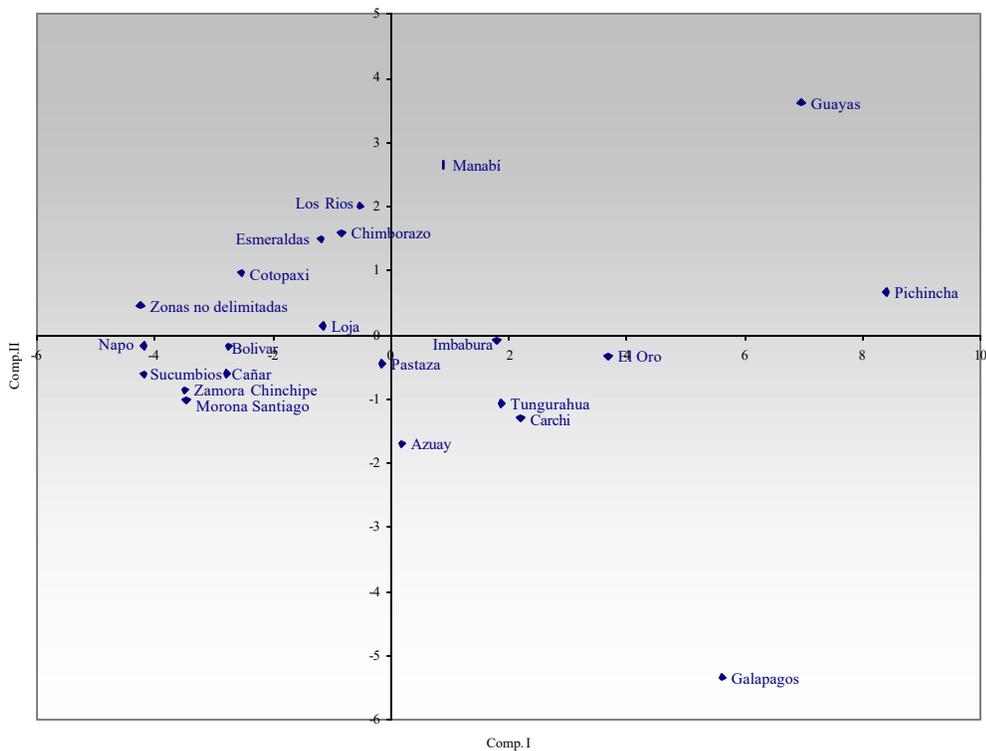
TABLA IV.V

**PROYECCIÓN DE LAS PROVINCIAS SOBRE LAS COMPONENTES  
PRINCIPALES**

| <b>Provincias</b>    | <b>Comp.I</b> | <b>Comp.II</b> | <b>Comp.III</b> | <b>Comp.IV</b> |
|----------------------|---------------|----------------|-----------------|----------------|
| Azuay                | 0,1751        | -1,6918        | 2,0542          | -0,6004        |
| Bolivar              | -2,7554       | -0,1775        | 2,3060          | 0,9726         |
| Cañar                | -2,7915       | -0,6004        | 2,0250          | 0,6422         |
| Carchi               | 2,1951        | -1,2935        | 0,9425          | 2,1069         |
| Cotopaxi             | -2,5436       | 0,9662         | 0,4932          | 0,2725         |
| Chimborazo           | -0,8341       | 1,5949         | 0,4750          | 1,4237         |
| El Oro               | 3,6784        | -0,3308        | -2,1304         | 0,2878         |
| Esmeraldas           | -1,1918       | 1,5025         | -0,3162         | -0,0307        |
| Guayas               | 6,9536        | 3,6297         | -0,5288         | -2,4385        |
| Imbabura             | 1,7898        | -0,0868        | 1,1111          | 2,2417         |
| Loja                 | -1,1578       | 0,1450         | -0,9950         | -1,1571        |
| Los Rios             | -0,5312       | 2,0148         | -0,9158         | 0,2442         |
| Manabi               | 0,8843        | 2,6611         | -0,1022         | -0,0419        |
| Morona Santiago      | -3,4705       | -1,0117        | -0,3799         | -1,1425        |
| Napo                 | -4,1994       | -0,1624        | -1,1866         | -1,2261        |
| Pastaza              | -0,1508       | -0,4434        | -1,5955         | 0,4056         |
| Pichincha            | 8,3940        | 0,6738         | 0,9844          | -1,0608        |
| Tungurahua           | 1,8700        | -1,0622        | 1,3036          | 1,4794         |
| Zamora Chinchipe     | -3,4927       | -0,8571        | -1,3045         | -1,3703        |
| Galapagos            | 5,6141        | -5,3308        | -1,2551         | 0,8134         |
| Sucumbios            | -4,1889       | -0,6031        | -1,1069         | -1,2625        |
| Zonas No Delimitadas | -4,2457       | 0,4640         | 0,1226          | -0,5584        |

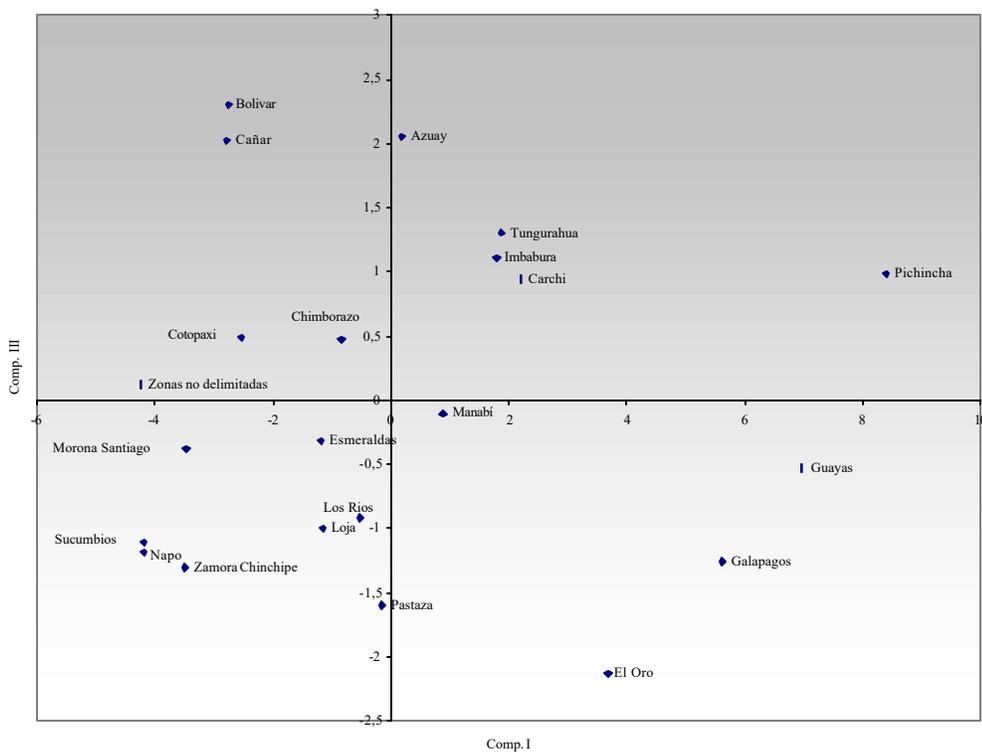
Figura 4.20

**GRÁFICOS DE LAS PROVINCIAS SOBRE EL PLANO FORMADO POR LA  
COMPONENTE I Y LA COMPONENTE II.**



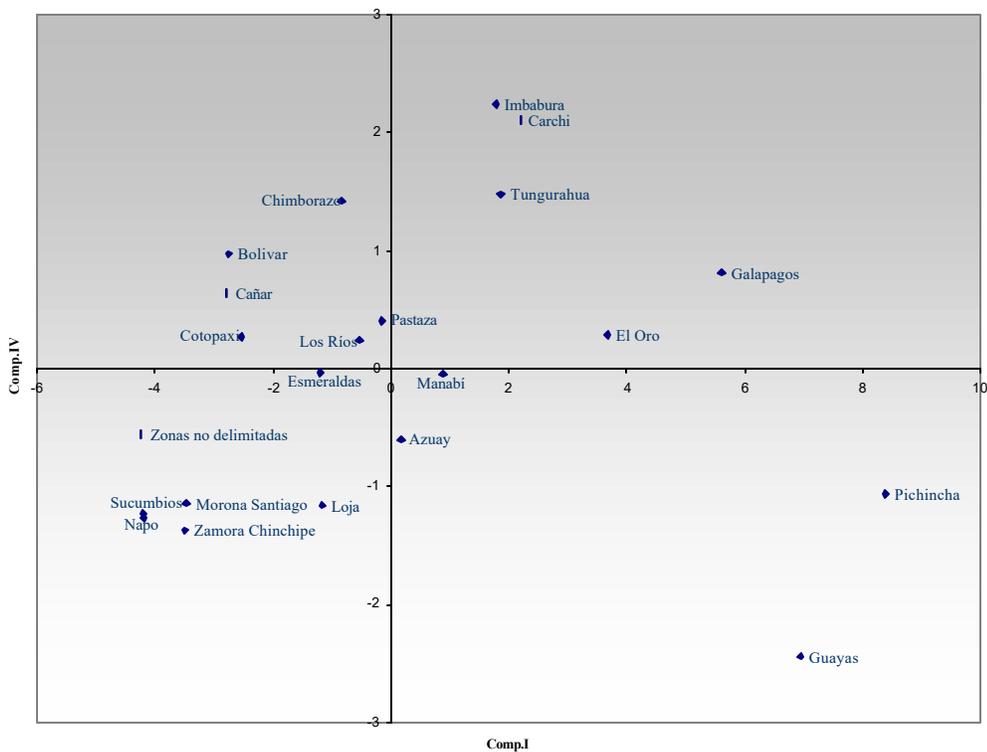
Con respecto a la ubicación de los individuos dentro del plano de calidad de vida y perfil económico de la población, las provincias que se ubican en una situación favorable son Pichincha, Guayas y Galapagos, mientras Napo, Sucumbios y las zonas no delimitadas ocupan los últimos niveles.

**Figura 4.21**  
**GRÁFICOS DE LAS PROVINCIAS SOBRE EL PLANO FORMADO POR LA**  
**COMPONENTE I Y LA COMPONENTE III.**



Dentro de las variables calidad de vida y dualidad entre características de vivienda y educación, las provincias que en mejor situación se ubican son Pichincha, Guayas y Galapagos. Las que ocupan los lugares más bajos son Napo Sucumbios y las Zonas no delimitadas.

**Figura 4.22**  
**GRÁFICOS DE LAS PROVINCIAS SOBRE EL PLANO FORMADO POR LA**  
**COMPONENTE I Y LA COMPONENTE IV.**



En la escala de cararcterísticas generales del censo, junto con la variable calidad de vida, sigue manteniéndose el orden que se mostró en gráficos anteriores; así Pichincha, Guayas y Galapagos se ubican en las primeras posiciones, mientras Sucumbios Napo y las zonas no delimitadas vuelven a quedar en últimos puestos.

#### 4. 6. Construcción del Indicador Sintético de Pobreza.

Como se dijo un indicador social debe tratar sobre el aspecto de la vida social de la población en que se está interesado, en el caso de específico del trabajo se consideró la pobreza.

Ya se estableció que el método para construir el indicador social va a ser indicadores sintéticos, para construirlo se aplicará el criterio propuesto por **KAMINSKY (7)**, el cual propone escoger la componente principal de mayor explicación como el indicador sintético. Es decir, que la Componente Principal I será el indicador sintético de pobreza y las variables constituyen los indicadores parciales.

Los criterios para establecer los indicadores sociales son desarrollados a continuación, con una breve explicación de como las componentes principales se adaptan para constituirse como tal.

- ❖ **Adecuación:** El uso de las componentes principales ayuda a establecer una tendencia, la cual dependerá de las características que presenten en cada una de ellas. La preocupación social relevante en el análisis resultaría en las variables que mayor incidencia presenten en la Componente Principal I que serían de los

servicios de la vivienda y el nivel de instrucción, que son catalogados como calidad de vida.

- ❖ **Capacidad de Compendiación:** Es importante notar que los objetivos del análisis de componentes principales van relacionados con este aspecto; así se tiene, generar nuevas variables que puedan expresar la información contenida en el conjunto original de datos, reducir la dimensionalidad del problema y eliminar algunas de las variables originales si ellas aportan poca información.
- ❖ **Coordinación:** Las componentes principales que se obtuvieron del análisis de los datos, son combinaciones lineales que involucran varias facetas de la vida socioeconómica del país.
- ❖ **Exactitud:** Es importante comparar los resultados de cada variable analizada en la estadística descriptiva con los datos obtenidos por la componente principal que va a ser considerada como indicador social.
- ❖ **Oportunidad y Frecuencia:** Al adquirir experiencia en el análisis de componentes principales y una vez establecidas las variables que inciden en el indicador social, puede resultar sencillo su cálculo periódico. Como método alternativo se puede utilizar información de otras encuestas o censos.

- ❖ **Viabilidad:** Los datos de las variables que están siendo utilizadas para el análisis de la pobreza, son parte de las estadísticas que se encuentran en el INEC. Esta información se encuentra reunida y su tabulación por ser variables cuantitativas es sencilla.

Siguiendo los pasos para el establecimiento de los indicadores sintéticos vistos en el Capítulo II tenemos:

1. Las variables son los indicadores parciales y a su vez determinantes de la pobreza.
2. Es parte fundamental del análisis de componentes de principales, la verificación de la congruencia entre las variables originales y las componentes principales. Esto se verifica de dos formas, gráficos de componentes principales (variable macro), correlación de cada variable con las componentes principales.
3. Los indicadores parciales van a formar totalmente parte del indicador sintético, esto se comprueba por la utilización de un modelo de regresión lineal por el método Stepwise, pero con el uso de componentes principales podemos analizar la varianza; además, los pesos de los indicadores parciales son los coeficientes de correlación de las variables originales son las componentes principales.

Una vez tratados los puntos más importantes sobre el establecimiento de los indicadores sociales por el método de indicadores sintéticos, puede mostrarse el indicador de pobreza como la primera componente principal encontrada en el análisis de componentes principales.

**TABLA IV.VI**  
**INDICADOR SINTÉTICO DE POBREZA**

| <b>Provincias</b>    | <b>Indicador de Pobreza</b> |
|----------------------|-----------------------------|
| Pichincha            | 6,93200                     |
| Guayas               | 5,74200                     |
| Galapagos            | 4,63500                     |
| El Oro               | 3,03700                     |
| Carchi               | 1,81200                     |
| Tungurahua           | 1,54400                     |
| Imbabura             | 1,47800                     |
| Manabi               | 0,73100                     |
| Azuay                | 0,14500                     |
| Pastaza              | -0,12500                    |
| Los Rios             | -0,43800                    |
| Chimborazo           | -0,68900                    |
| Loja                 | -0,95600                    |
| Esmeraldas           | -0,98400                    |
| Cotopaxi             | -2,10100                    |
| Bolivar              | -2,27500                    |
| Cañar                | -2,30500                    |
| Morona Santiago      | -2,86500                    |
| Zamora Chinchipe     | -2,88500                    |
| Sucumbios            | -3,45900                    |
| Napo                 | -3,46800                    |
| Zonas No Delimitadas | -3,50600                    |

Tomado en cuenta la escala, podemos concluir que los que presentan un mayor valor son las provincias con un menor índice de pobreza y viceversa.

## ***V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES***

---

Una vez que se cumplió con los objetivos planteados se puede obtener conclusiones y dar recomendaciones.

### ***Conclusiones:***

1. En el presente trabajo se ha expuesto la utilidad de la técnica multivariante de análisis de componentes principales (*ACP*), como una herramienta para la construcción de indicadores sintéticos que reflejan una situación socio-económica relevante, la pobreza. Esto se comprueba por su idoneidad con las características de un indicador social, de tipo sintético.
2. Se realizó la aplicación del *ACP*, y se pudo notar como su utilización permite la desagregación, particularizando en indicadores parciales (variables) que reflejan diferentes aspectos que logran caracterizar la pobreza.

3. El indicador de pobreza, permite colocar a cada provincia en una posición que dependerá de las otras para interpretarse como “buena” o “mala”, que ayudará a identificar donde existe retraso en la dotación de servicios, y que evita el desarrollo de la provincia. Este indicador debe ser netamente objetivo para la comunidad y autoridades interesadas, porque aún cuando en el país existen problemas internos, es importante analizar esta posición con la realidad nacional que se vive.

4. La combinación lineal para expresar el Indicador Sintético de Pobreza está dada por:

$$\text{Indicador} = 0.23 * X_1 + 0.045 * X_2 + 0.28 * X_3 + 0.319 * X_4 + 0.307 * X_5 + 0.273 * X_6 + 0.288 * X_7 + 0.298 * X_8 + 0.324 * X_9 + 0.187 * X_{10} + 0.226 * X_{11} - 0.307 * X_{12} + 0.309 * X_{13} - 0.159 * X_{14} + 0.139 * X_{15}$$

5. La correlación existente entre los indicadores parciales (variables) y la componente principal I, y dado que la primera componente principal explica el 60.45% de la información muestral, lleva a la conclusión que puede servir como un buen indicador sintético. Las variables que mayor representación tienen en esta componente son las relacionadas con los servicios básicos y el nivel de instrucción, lo cual ayudó para nombrar a la variable como **calidad de vida**.

6. Las provincias que obtuvieron una mejor posición fueron Pichincha, Guayas y Galapagos y las últimas Sucumbios, Napo y las zonas no delimitadas. El análisis subjetivo del indicador les corresponde a los sociólogos y entendidos de la materia.

### ***Recomendaciones***

1. Aun cuando ha existido desagregación en los datos, resultaría interesante realizar al nivel de cantones y obtener una escala en la cual se pueda notar la concordancia con los indicadores obtenidos en el ámbito provincial. Así también, dividirla en grandes áreas como son: urbana y rural, o por regiones.

2. Anteriormente se dijo que la construcción de los indicadores sociales debería contemplar información referente a la calidad de bienes y servicios que se adquieren. Pero características de interés no están contemplados en el Censo de Población y Vivienda como son salud, alimentos y vestimenta, por lo cual debería incluirse el diseño de futuros censos.

3. En el Censo de Población y Vivienda del año 1.990 se han notado falencias de información, que podrían llevar a conclusiones erróneas. Este es el caso por ejemplo de los datos de Tenencia de Vivienda, el cual refleja que la mayoría de los pobladores poseen viviendas propias, pero no hay especificaciones sobre que tipo de vivienda propia, si formal o informal, tomando como formal las viviendas sobre las cuales se posean escrituras, caso contrario sería informal.

4. Existe redundancia de información en las variables censales, por lo cual sería recomendable que al presentar los resultados de las principales categorías se trate de ser breve y brindar otro tipo de información, como lo expuesto en el punto anterior.

5. Sería interesante realizar una rotación oblicua para obtener cargas mínimas del sistema de variables originales, con el fin de ortogonalizar las correlaciones entre las mismas.

## *APÉNDICES*

## ***APÉNDICE A***

### ***CONCEPTOS REFERENTES AL CENSO DE POBLACIÓN Y VIVIENDA DE 1.990***

---

**Censo.-** Es el inventario de los recursos y características de un territorio definido en un momento dado; los recursos pueden ser humanos, económicos, agropecuarios, etc.

**Tipo de censo.-** Se distinguen dos tipos de censo de población y vivienda: el *censo de hecho o de facto*, que se caracteriza porque las personas son empadronadas con respecto al lugar donde se encuentren en el momento censal, y *el censo de jure o derecho*, que consiste en empadronar a cada persona con referencia al lugar geográfico donde reside habitualmente. El censo de 1990 es un censo de hecho

**Momento censal.-** Para el V Censo de Población y IV de Vivienda se consideró las 00h00 del día 25 de noviembre de 1990, como momento censal.

**Día de censo.-** Es el día calendario (domingo 25 de noviembre de 1990), fijado para efectuar el empadronamiento de viviendas, hogares y población existentes en el territorio nacional.

**Población del área rural.-** Es aquella que fue empadronada en las parroquias rurales (cabeceras provinciales y restos de parroquias). Incluye además la población empadronada en la periferia de las capitales provinciales y cabeceras cantonales.

**Nivel de instrucción.-** Se refiere al nivel más alto de instrucción que asisten o asistieron las personas, dentro del sistema regular de enseñanza, sea éste centro de alfabetización, nivel primario, secundario, superior y postgrado.

**Analfabetismo.-** Se considera analfabetos a las personas que declararon no saber leer y escribir, se tabula para la población de 10 años y más.

**Población económicamente activa.-** Se considera población económicamente activa (PEA) a aquella que interviene en la producción de bienes y servicios.

**Vivienda.-** El local o recinto de alojamiento con acceso independiente, construido, edificado, transformado o dispuesto para ser habitado por una o más personas siempre que en el momento del Censo no se utilice totalmente con finalidad distinta. También se consideran como viviendas aquellas móviles e improvisadas y locales no destinados para vivir, que se hallan habitados en el momento de levantarse el Censo, como: barcas, cuevas, carpas, vagones, etc. (Una vivienda tiene acceso

independiente, cuando para llegar a ella no se pasa por el interior de cuartos de otras viviendas, puede tener acceso directo desde la calle o pasando por patios, corredores, escaleras, etc. de uso común).

**Tipo de vivienda.-** De acuerdo con las características de las viviendas se clasifican en los siguientes tipos:

- 1. Casa o villa:** Es toda construcción permante hecha con materiales resistentes, tales como: hormigón, piedra, ladrillo, adobe, caña o madera. Generalmente tiene abastecimiento de agua y servicio higiénico de uso exclusivo.
- 2. Departamento:** Conjunto de cuartos que forma parte de un edificio de uno o más pisos. Se caracteriza por ser independiente, tiene abastecimiento de agua y servicio higiénico de uso exclusivo.
- 3. Cuarto en casa de inquilinato:** Comprende uno o varios cuartos pertenecientes a una casa, con entrada común y directa desde un pasillo, patio, corredor o calle y que por lo general, no cuenta con servicio exclusivo de agua o servicio higiénico, siendo estos servicios de uso común para todo los hogares o viviendas.

4. **Mediagua:** Es una construcción de un solo piso con paredes de ladrillo, adobe, bloque o madera, con techo de paja, asbesto(eternit) o zinc. Tiene una sola caída de agua y no más de dos cuartos.
5. **Rancho:** Es aquella construcción rústica, cubierta con palma, paja o cualquier otro material similar, con paredes de caña y con piso de madera, caña o tierra.
6. **Covacha:** Es aquella construcción en la que se utilizan materiales rústicos tales como: ramas, cartones, restos de asbesto, latas, plásticos, etc., con piso de madera o tierra.
7. **Choza:** Es aquella construcción que tiene paredes de adobe o paja, piso de tierra y techo de paja.
8. **Otro:** Constituyen aquellas viviendas improvisadas, así como locales que no han sido construidos para viviendas tales como barcos, balsas, vagones, carpas, casetas, etc., que al momento del censo se encuentran habitadas.

**Abastecimiento de agua.-** Es la forma como se abastece de agua la vivienda, diferenciando el sistema y el medio de abastecimiento. En el trabajo solo se utiliza los datos del sistema de abastecimiento.

**Sistema de abastecimiento.-** Tiene las siguientes categorías:

- ❖ **Por tubería dentro de la vivienda.-** Si la tubería esta dentro de la vivienda y puede abastecerse de agua en forma directa.
  
- ❖ **Por tubería fuera de la vivienda, pero dentro del edificio, lote o terreno.-** Cuando para abastecerse de agua tiene que salir de la vivienda al edificio o lote, en los que se encuentran ubicadas las llaves o grifos de agua.
  
- ❖ **Por tubería fuera del edificio, lote o terreno.-** Cuando para abastecerse de agua, debe desplazarse a otros lugares distintos del lote o terreno en el que está ubicada la vivienda.
  
- ❖ **No recibe agua por tubería.-** Cuando la vivienda se abastece de agua que no es entubada, por ejemplo: aprovisionamiento en forma manual y directa de un río, acequia, pozo, carro repartidor, etc.

**Eliminación de aguas servidas.-** Es la forma de evacuación de los excrementos y aguas servidas de la vivienda. Se distinguen las categorías:

- ❖ **Conectado a red pública de alcantarillado.-** Si la eliminación de las aguas servidas, es a través de un sumidero subterráneo público.
  
- ❖ **Pozo ciego.-** Si las aguas servidas se eliminan en una excavación.
  
- ❖ **Otra forma.-** Si la vivienda tiene infraestructura de eliminación de aguas servidas que no están conectadas a red pública o pozo ciego.
  
- ❖ **Ninguno.-** Si la vivienda no dispone de ningún sistema de eliminación de aguas servidas enunciadas anteriormente.

**Servicio eléctrico.-** Es la disponibilidad o no de servicio eléctrico, sea proveniente de una red de servicio público, cooperativas, empresas particulares o sistema de alumbrado eléctrico de uso exclusivo.

**Servicio telefónico.-** Se refiere a la disponibilidad de servicio telefónico dentro de la vivienda.

**Eliminación de la basura.-** Es la forma de evacuar o eliminar la basura de la vivienda, comprende las siguientes categorías:

- ❖ Por carro recolector
- ❖ Eliminación en terreno baldío o quebrada
- ❖ Por incineración o entierro
- ❖ Otra forma, diferente a las anteriores

**Servicio higiénico.-** Para conocer la disponibilidad de servicio higiénico dentro de la vivienda, se categorizó por medio de:

- ❖ **Escusado de uso exclusivo.-** Si es utilizado en forma exclusiva por los miembros del hogar o de la vivienda que se investiga.
- ❖ **Escusado de uso común.-** Cuando el servicio es utilizado por varios hogares.
- ❖ **Letrina.-** Si el lugar de depósitos de excrementos es un orificio generalmente cubierto por una caseta.

❖ **Ninguno.**- Si no dispone de los servicios o categorías enunciadas.

**Servicio de ducha.**- Si la vivienda dispone de ducha en forma exclusiva o comparte con otros hogares o viviendas.

## APÉNDICE B

### TABLAS DE DATOS DE VARIABLES A SER UTILIZADAS

---

TABLA B.I

X<sub>1</sub>: PROPORCIÓN DE VIVIENDAS POR PROVINCIAS

|                      | Vivendas | %prov |
|----------------------|----------|-------|
| Nacional             | 2339281  | 100   |
| Azuay                | 148855   | 6,36  |
| Bolivar              | 42623    | 1,82  |
| Cañar                | 53420    | 2,28  |
| Carchi               | 33223    | 1,42  |
| Cotopaxi             | 76693    | 3,28  |
| Chimborazo           | 100068   | 4,28  |
| El Oro               | 96953    | 4,14  |
| Esmeraldas           | 69698    | 2,98  |
| Guayas               | 570124   | 24,37 |
| Imbabura             | 65211    | 2,79  |
| Loja                 | 99974    | 4,27  |
| Los Rios             | 115427   | 4,93  |
| Manabi               | 216989   | 9,28  |
| Morona Santiago      | 21468    | 0,92  |
| Napo                 | 23365    | 1,00  |
| Pastaza              | 9772     | 0,42  |
| Pichincha            | 443340   | 18,95 |
| Tungurahua           | 97445    | 4,17  |
| Zamora Chinchipe     | 17596    | 0,75  |
| Galapagos            | 2573     | 0,11  |
| Sucumbios            | 18378    | 0,79  |
| Zonas No Delimitadas | 16086    | 0,69  |

**TABLA B.V**

**X<sub>5</sub> PROPORCIÓN DE LAS VIVIENDAS QUE DISPONEN DE SERVICIO ELÉCTRICO DEL TOTAL DE VIVIENDAS PROVINCIALES.**

| <b>DISPONIBILIDAD DE SERVICIO ELECTRICO</b> |                |              |
|---|----------------|--------------|
|   | <b>dispone</b> | <b>%prov</b> |
| <b>Nacional</b>                             | 1559822        | 66,6795      |
| Azuay                                       | 86002          | 57,7757      |
| Bolivar                                     | 17855          | 41,8905      |
| Cañar                                       | 27716          | 51,8832      |
| Carchi                                      | 23323          | 70,2014      |
| Cotopaxi                                    | 40586          | 52,9201      |
| Chimborazo                                  | 62037          | 61,9948      |
| El Oro                                      | 73196          | 75,4964      |
| Esmeraldas                                  | 37044          | 53,1493      |
| Guayas                                      | 454992         | 79,8058      |
| Imbabura                                    | 41985          | 64,3833      |
| Loja  | 47521          | 47,5334      |
| Los Rios                                    | 56684          | 49,1081      |
| Manabi                                      | 116853         | 53,8520      |
| Morona Santiago                             | 7291           | 33,9622      |
| Napo  | 6514           | 27,8793      |
| Pastaza                                     | 4974           | 50,9005      |
| Pichincha                                   | 361185         | 81,4691      |
| Tungurahua                                  | 73139          | 75,0567      |
| Zamora Chinchipe                            | 6803           | 38,6622      |
| Galapagos                                   | 2058           | 79,9845      |
| Sucumbios                                   | 5655           | 30,7705      |
| Zonas No Delimitadas                        | 6409           | 39,8421      |

**TABLA B.VI**

**X<sub>6</sub> PROPORCIÓN DE LAS VIVIENDAS QUE DISPONEN DE SERVICIO  
TELEFÓNICO DEL TOTAL DE VIVIENDAS PROVINCIALES.**

| <b>DISPONIBILIDAD DE SERVICIO TELEFONICO</b> |                |              |
|--|----------------|--------------|
|  | <b>dispone</b> | <b>%prov</b> |
| <b>Nacional</b>                              | 315739         | 13,4973      |
| Azuay  | 20006          | 13,4399      |
| Bolivar                                      | 3614           | 8,4790       |
| Cañar  | 2990           | 5,5972       |
| Carchi                                       | 3124           | 9,4031       |
| Cotopaxi                                     | 5736           | 7,4792       |
| Chimborazo                                   | 9254           | 9,2477       |
| El Oro                                       | 5839           | 6,0225       |
| Esmeraldas                                   | 6054           | 8,6860       |
| Guayas                                       | 94034          | 16,4936      |
| Imbabura                                     | 7292           | 11,1822      |
| Loja   | 6951           | 6,9528       |
| Los Rios                                     | 6104           | 5,2882       |
| Manabi                                       | 12848          | 5,9210       |
| Morona Santiago                              | 784            | 3,6519       |
| Napo   | 724            | 3,0987       |
| Pastaza                                      | 681            | 6,9689       |
| Pichincha                                    | 118532         | 26,7361      |
| Tungurahua                                   | 9751           | 10,0067      |
| Zamora Chinchipe                             | 456            | 2,5915       |
| Galapagos                                    | 274            | 10,6490      |
| Sucumbios                                    | 368            | 2,0024       |
| Zonas No Delimitadas                         | 323            | 2,0080       |

**TABLA B. XI****X<sub>11</sub> PROPORCIÓN DE LA POBLACIÓN POR PROVINCIAS**

|                      | Población        | %          |
|----------------------|------------------|------------|
| <b>Nacional</b>      | <b>9.648.189</b> | <b>100</b> |
| Azuay                | 506.090          | 5,2        |
| Bolívar              | 155.088          | 1,6        |
| Cañar                | 189.347          | 2,0        |
| Carchi               | 141.482          | 1,5        |
| Cotopaxi             | 276.324          | 2,9        |
| Chimborazo           | 364.682          | 3,8        |
| El Oro               | 412.572          | 4,3        |
| Esmeraldas           | 306.628          | 3,2        |
| Guayas               | 2.515.146        | 26,1       |
| Imbabura             | 265.499          | 2,8        |
| Loja                 | 384.698          | 4,0        |
| Los Ríos             | 527.559          | 5,5        |
| Manabí               | 1.031.927        | 10,7       |
| Morona Santiago      | 84.216           | 0,9        |
| Napo                 | 103.387          | 1,1        |
| Pastaza              | 41.811           | 0,4        |
| Pichincha            | 1.756.228        | 18,2       |
| Tungurahua           | 361.980          | 3,8        |
| Zamora Chinchipe     | 66.167           | 0,7        |
| Galapagos            | 9.785            | 0,1        |
| Sucumbios            | 76.952           | 0,8        |
| Zonas No Delimitadas | 70.621           | 0,7        |

**TABLA B. XII**

**X<sub>12</sub> PROPORCIÓN DE LA POBLACIÓN RURAL POR PROVINCIAS.**

|                      | <b>Rural</b> | <b>%prov</b> |
|----------------------|--------------|--------------|
| <b>Nacional</b>      | 4.302.331    | 45           |
| Azuay                | 287.471      | 56,8         |
| Bolivar              | 122.438      | 78,9         |
| Cañar                | 133.828      | 70,7         |
| Carchi               | 83.974       | 59,4         |
| Cotopaxi             | 210.905      | 76,3         |
| Chimborazo           | 244.869      | 67,1         |
| El Oro               | 121.823      | 29,5         |
| Esmeraldas           | 171.668      | 56,0         |
| Guayas               | 596.876      | 23,7         |
| Imbabura             | 136.325      | 51,3         |
| Loja                 | 232.899      | 60,5         |
| Los Rios             | 328.185      | 62,2         |
| Manabi               | 598.836      | 58,0         |
| Morona Santiago      | 60.417       | 71,7         |
| Napo                 | 79.758       | 77,1         |
| Pastaza              | 26.684       | 63,8         |
| Pichincha            | 476.231      | 27,1         |
| Tungurahua           | 210.428      | 58,1         |
| Zamora Chinchipe     | 49.863       | 75,4         |
| Galapagos            | 1.772        | 18,1         |
| Sucumbios            | 56.460       | 73,4         |
| Zonas No Delimitadas | 70.621       | 100,0        |

**TABLA B. XIV****X<sub>14</sub> PROPORCIÓN DE LA POBLACIÓN ANALFABETA DE LA POBLACIÓN  
TOTAL PROVINCIAL.**

|                      | <b>analfabetismo</b> | <b>%prov</b> |
|----------------------|----------------------|--------------|
| <b>Nacional</b>      | 731093               | 7,578        |
| Azuay                | 43995                | 8,693        |
| Bolivar              | 21182                | 13,658       |
| Cañar                | 23711                | 12,523       |
| Carchi               | 8990                 | 6,354        |
| Cotopaxi             | 39804                | 14,405       |
| Chimborazo           | 59890                | 16,423       |
| El Oro               | 15924                | 3,860        |
| Esmeraldas           | 27484                | 8,963        |
| Guayas               | 126153               | 5,016        |
| Imbabura             | 31185                | 11,746       |
| Loja                 | 24930                | 6,480        |
| Los Rios             | 52798                | 10,008       |
| Manabi               | 101182               | 9,805        |
| Morona Santiago      | 5829                 | 6,921        |
| Napo                 | 8468                 | 8,191        |
| Pastaza              | 3653                 | 8,737        |
| Pichincha            | 86889                | 4,947        |
| Tungurahua           | 33175                | 9,165        |
| Zamora Chinchipe     | 3842                 | 5,807        |
| Galapagos            | 200                  | 2,044        |
| Sucumbios            | 5132                 | 6,669        |
| Zonas No Delimitadas | 6677                 | 9,455        |

**TABLA B. XV**

**X<sub>15</sub> PROPORCIÓN DE LA POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA DE  
LA POBLACIÓN TOTAL PROVINCIAL.**

|                      | <b>PEA</b> | <b>%prov</b> |
|----------------------|------------|--------------|
| <b>Nacional</b>      | 3359767    | 34,823       |
| Azuay                | 195270     | 38,584       |
| Bolivar              | 52256      | 33,694       |
| Cañar                | 66355      | 35,044       |
| Carchi               | 48734      | 34,445       |
| Cotopaxi             | 94961      | 34,366       |
| Chimborazo           | 129920     | 35,626       |
| El Oro               | 145952     | 35,376       |
| Esmeraldas           | 91027      | 29,686       |
| Guayas               | 881612     | 35,052       |
| Imbabura             | 90831      | 34,211       |
| Loja                 | 124135     | 32,268       |
| Los Rios             | 168306     | 31,903       |
| Manabi               | 306049     | 29,658       |
| Morona Santiago      | 28974      | 34,404       |
| Napo                 | 37244      | 36,024       |
| Pastaza              | 15846      | 37,899       |
| Pichincha            | 665231     | 37,878       |
| Tungurahua           | 139235     | 38,465       |
| Zamora Chinchipe     | 23331      | 35,261       |
| Galapagos            | 4776       | 48,809       |
| Sucumbios            | 28316      | 36,797       |
| Zonas No Delimitadas | 21406      | 30,311       |

TABLA B. II

X<sub>2</sub> INDICADOR DE TIPO DE VIVIENDA.

| Escala de juicio     | TIPO DE VIVIENDA |               |               |             |               |                |               |               |               |               |             |              |              |                |             |               | Indicador       |
|----------------------|------------------|---------------|---------------|-------------|---------------|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------|--------------|--------------|----------------|-------------|---------------|-----------------|
|                      | 8                |               | 7             |             | 6             |                | 5             |               | 4             |               | 3           |              | 2            |                | 1           |               |                 |
|                      | Casa             | %prov         | Depart        | %prov       | Alquiler      | %prov          | Mediagua      | %prov         | Rancho        | %prov         | Covacha     | %prov        | Choza        | %prov          | Otro        | %prov         |                 |
| <b>Nacional</b>      | <b>1520465</b>   | <b>64,997</b> | <b>182393</b> | <b>7,80</b> | <b>159637</b> | <b>6,82419</b> | <b>267818</b> | <b>11,449</b> | <b>157235</b> | <b>6,7215</b> | <b>9194</b> | <b>0,393</b> | <b>37117</b> | <b>1,58668</b> | <b>1692</b> | <b>0,0723</b> | <b>7,040553</b> |
| Azuay                | 116158           | 78,0343287    | 7433          | 4,99        | 7933          | 5,32934735     | 10912         | 7,33062376    | 2121          | 1,42487656    | 1426        | 0,95797924   | 2457         | 1,650599577    | 106         | 0,0712102     | 7,398038359     |
| Bolivar              | 34678            | 81,3598292    | 369           | 0,87        | 1195          | 2,80365061     | 2975          | 6,97979964    | 1622          | 3,80545715    | 246         | 0,57715318   | 1471         | 3,451188326    | 18          | 0,0422307     | 7,325575394     |
| Cañar                | 43196            | 80,8611007    | 528           | 0,99        | 1728          | 3,23474354     | 4997          | 9,35417447    | 1106          | 2,07038562    | 679         | 1,27105953   | 1089         | 2,038562336    | 35          | 0,0655185     | 7,362242606     |
| Carchi               | 25198            | 75,8450471    | 722           | 2,17        | 2802          | 8,43391626     | 3347          | 10,0743461    | 547           | 1,64644975    | 65          | 0,19564759   | 472          | 1,420702525    | 21          | 0,0632092     | 7,330253138     |
| Cotopaxi             | 52833            | 68,8889468    | 1342          | 1,75        | 2787          | 3,6339692      | 10423         | 13,5905493    | 1754          | 2,28704054    | 332         | 0,43289479   | 7129         | 9,295502849    | 20          | 0,026078      | 6,821809031     |
| Chimborazo           | 66350            | 66,3049127    | 3296          | 3,29        | 4039          | 4,03625535     | 12954         | 12,9451973    | 880           | 0,87940201    | 622         | 0,62157733   | 11821        | 11,81296718    | 28          | 0,027981      | 6,714753967     |
| El Oro               | 60070            | 61,9578559    | 2660          | 2,74        | 6897          | 7,11375615     | 20993         | 21,6527596    | 4828          | 4,97973245    | 437         | 0,45073386   | 781          | 0,805544955    | 73          | 0,0752942     | 6,887718792     |
| Esmeraldas           | 48700            | 69,8728801    | 1859          | 2,67        | 2550          | 3,65864157     | 4329          | 6,2110821     | 11149         | 15,9961548    | 718         | 1,03015868   | 143          | 0,20517088     | 56          | 0,0803466     | 6,982266349     |
| Guayas               | 349754           | 61,3470052    | 52326         | 9,18        | 26731         | 4,68862914     | 86154         | 15,1114494    | 53089         | 9,31183392    | 965         | 0,16926142   | 89           | 0,015610639    | 286         | 0,0501645     | 6,965475932     |
| Imbabura             | 45475            | 69,7351674    | 2408          | 3,69        | 4944          | 7,58154299     | 9667          | 14,8241861    | 753           | 1,15471316    | 143         | 0,21928816   | 1663         | 2,550183251    | 20          | 0,0306697     | 7,137476806     |
| Loja                 | 64274            | 64,2907156    | 3675          | 3,68        | 7448          | 7,44993698     | 17428         | 17,4325325    | 718           | 0,71818673    | 195         | 0,19505071   | 5973         | 5,974553384    | 61          | 0,0610159     | 6,873877208     |
| Los Rios             | 76892            | 66,6152633    | 3213          | 2,78        | 2847          | 2,46649397     | 10621         | 9,20148665    | 21386         | 18,5277275    | 135         | 0,11695704   | 27           | 0,023391408    | 181         | 0,1568091     | 6,878789191     |
| Manabi               | 153644           | 70,8072759    | 7801          | 3,60        | 2572          | 1,18531354     | 13997         | 6,4505574     | 38303         | 17,6520469    | 359         | 0,16544617   | 84           | 0,03871164     | 36          | 0,0165907     | 7,021872076     |
| Morona Santiago      | 15700            | 73,1321036    | 184           | 0,86        | 1177          | 5,48257872     | 1313          | 6,11607975    | 2718          | 12,6607043    | 135         | 0,62884293   | 96           | 0,447177194    | 67          | 0,3120924     | 7,0826812       |
| Napo                 | 16131            | 69,0391611    | 137           | 0,59        | 1434          | 6,13738498     | 1403          | 6,0047079     | 3694          | 15,8099722    | 145         | 0,62058635   | 240          | 1,027177402    | 22          | 0,0941579     | 6,905157287     |
| Pastaza              | 5983             | 61,2259517    | 215           | 2,20        | 1015          | 10,3868195     | 688           | 7,04052395    | 1631          | 16,6905444    | 32          | 0,32746623   | 137          | 1,401964797    | 7           | 0,0716332     | 6,733524355     |
| Pichincha            | 235408           | 53,0987504    | 87953         | 19,84       | 70154         | 15,8239726     | 41999         | 9,47331619    | 3832          | 0,8643479     | 1714        | 0,38661073   | 1139         | 0,25691343     | 536         | 0,1209004     | 7,112234402     |
| Tungurahua           | 71662            | 73,5409718    | 5659          | 5,81        | 7237          | 7,42675355     | 9934          | 10,1944687    | 356           | 0,36533429    | 373         | 0,38278003   | 2074         | 2,128380112    | 56          | 0,0574683     | 7,314361948     |
| Zamora Chinchipe     | 11642            | 66,1627643    | 287           | 1,63        | 1690          | 9,60445556     | 1131          | 6,42759718    | 2389          | 13,5769493    | 238         | 1,35258013   | 102          | 0,579677199    | 34          | 0,1932257     | 6,902023187     |
| Galapagos            | 1790             | 69,568597     | 146           | 5,67        | 399           | 15,5071901     | 115           | 4,46949087    | 62            | 2,40963855    | 0           | 0            | 0            | 0              | 4           | 0,1554606     | 7,214535562     |
| Sucumbios            | 12990            | 70,6823376    | 120           | 0,65        | 1628          | 8,85841767     | 1377          | 7,49265426    | 1848          | 10,0555011    | 160         | 0,87060616   | 92           | 0,500598542    | 17          | 0,0925019     | 7,045706823     |
| Zonas No Delimitadas | 11937            | 74,2073853    | 60            | 0,37        | 430           | 2,67313192     | 1061          | 6,59579759    | 2449          | 15,2244187    | 75          | 0,46624394   | 38           | 0,236230262    | 8           | 0,0497327     | 7,081064279     |

**TABLA B. III**

**X<sub>3</sub> INDICADOR DE ABASTECIMIENTO DE AGUA.**

| ABASTECIMIENTO DE AGUA  |                       |          |                      |         |                    |          |           |        |             |
|-------------------------|-----------------------|----------|----------------------|---------|--------------------|----------|-----------|--------|-------------|
| <i>Escala de juicio</i> | 4                     |          | 3                    |         | 2                  |          | 1         |        | Indicador   |
|                         | dentro de la vivienda | %aprov   | fuera de la vivienda | %aprov  | fuera del edificio | %aprov   | no recibe | %aprov |             |
| Nacional                | 815284                | 34,85191 | 322046               | 13,7669 | 122298             | 5,228017 | 749027    | 32,020 | 2,23183833  |
| Azuay                   | 52619                 | 35,34917 | 18930                | 12,7171 | 6414               | 4,308891 | 34759     | 23,351 | 2,115165765 |
| Bolívar                 | 10758                 | 25,23989 | 6547                 | 15,3603 | 3064               | 7,188607 | 13149     | 30,850 | 1,922670858 |
| Cañar                   | 13130                 | 24,57881 | 6858                 | 12,8379 | 3046               | 5,701984 | 18398     | 34,440 | 1,826731561 |
| Carchi                  | 13562                 | 40,82112 | 8966                 | 26,9873 | 1790               | 5,387834 | 5068      | 15,254 | 2,702766156 |
| Cotopaxi                | 15749                 | 20,53512 | 17021                | 22,1937 | 6039               | 7,874252 | 21465     | 27,988 | 1,924582426 |
| Chimborazo              | 30576                 | 30,55522 | 17950                | 17,9378 | 11100              | 11,09246 | 23794     | 23,778 | 2,21997042  |
| El Oro                  | 38473                 | 39,68211 | 19671                | 20,2376 | 4778               | 4,928161 | 21679     | 22,360 | 2,516580199 |
| Esmeraldas              | 14822                 | 21,26603 | 4866                 | 6,98155 | 2981               | 4,277024 | 36364     | 52,174 | 1,667364917 |
| Guayas                  | 202583                | 35,53315 | 61117                | 10,7199 | 26396              | 4,62987  | 222568    | 39,039 | 2,225906996 |
| Imbabura                | 27393                 | 42,00672 | 10533                | 16,1522 | 5843               | 8,960145 | 12867     | 19,731 | 2,541350386 |
| Isla                    | 27179                 | 27,18607 | 18012                | 18,0167 | 7745               | 7,747014 | 25778     | 25,735 | 2,04023046  |
| Los Ríos                | 24748                 | 21,44039 | 10491                | 9,08886 | 4415               | 3,824928 | 62552     | 54,192 | 1,748698311 |
| Manabí                  | 60133                 | 27,71246 | 19352                | 8,91842 | 11949              | 5,506731 | 95685     | 44,097 | 1,927152989 |
| Morona Santiago         | 4365                  | 20,33259 | 2761                 | 12,861  | 1057               | 4,923607 | 8281      | 38,574 | 1,68334265  |
| Napo                    | 2575                  | 11,02076 | 1973                 | 8,44425 | 854                | 3,65504  | 13110     | 56,110 | 1,328354376 |
| Pastaza                 | 3132                  | 32,05076 | 1288                 | 13,1805 | 266                | 2,722063 | 3515      | 35,970 | 2,091588211 |
| Pichincha               | 231661                | 52,25358 | 69382                | 15,6498 | 17731              | 3,999414 | 79554     | 17,944 | 2,819068886 |
| Tunurahua               | 34127                 | 35,02181 | 19760                | 20,2781 | 4288               | 4,400431 | 23557     | 24,175 | 2,338970701 |
| Zamora Chinchipe        | 3312                  | 18,82246 | 3323                 | 18,885  | 1527               | 8,678109 | 5469      | 31,081 | 1,80381905  |
| Galapagos               | 1045                  | 40,61407 | 793                  | 30,8201 | 85                 | 3,303537 | 247       | 9,600  | 2,711232025 |
| Sucumbios               | 1298                  | 7,062792 | 1219                 | 6,63293 | 447                | 2,432256 | 11868     | 64,577 | 1,175916857 |
| Zonas No Delimitadas    | 2044                  | 12,7067  | 1283                 | 7,97588 | 483                | 3,002611 | 9350      | 58,125 | 1,388847445 |

**TABLA B. IV**

**X<sub>4</sub> INDICADOR DEL SISTEMA DE ELIMINACIÓN DE AGUAS SERVIDAS.**

| ELIMINACIÓN DE AGUAS SERVIDAS |                |        |               |        |               |         |         |        |            |
|-------------------------------|----------------|--------|---------------|--------|---------------|---------|---------|--------|------------|
| <i>Escala de juicio</i>       | 4              |        | 3             |        | 2             |         | 1       |        |            |
|                               | red<br>publica | %prov  | pozo<br>ciego | %prov  | otra<br>forma | %prov   | ninguna | %prov  | Indicador  |
| <b>Nacional</b>               | 793178         | 39,425 | 503252        | 25,014 | 155953        | 6,66671 | 556272  | 23,78  | 2,69855921 |
| Azuay                         | 47166          | 41,756 | 9801          | 8,6768 | 5973          | 4,01263 | 49782   | 2,1281 | 2,03207346 |
| Bolivar                       | 8688           | 25,891 | 4524          | 13,482 | 2356          | 5,52753 | 17950   | 0,7673 | 1,5582993  |
| Cañar                         | 8509           | 20,513 | 7685          | 18,527 | 2019          | 3,77948 | 23219   | 0,9926 | 1,46186069 |
| Carchi                        | 14254          | 48,435 | 2717          | 9,2323 | 3150          | 9,48138 | 9265    | 0,3961 | 2,40793819 |
| Cotopaxi                      | 14320          | 23,736 | 9370          | 15,531 | 4972          | 6,48299 | 31612   | 1,3514 | 1,55852197 |
| Chimborazo                    | 27123          | 32,488 | 10182         | 12,196 | 6071          | 6,06687 | 40044   | 1,7118 | 1,80387902 |
| El Oro                        | 36067          | 42,563 | 25996         | 30,678 | 3836          | 3,95656 | 18652   | 0,7973 | 2,70996438 |
| Esmeraldas                    | 13803          | 23,317 | 13325         | 22,509 | 4338          | 6,22399 | 27567   | 1,1784 | 1,74421328 |
| Guayas                        | 204474         | 39,834 | 194948        | 37,978 | 37961         | 6,65838 | 75281   | 3,2181 | 2,89802339 |
| Imbabura                      | 25208          | 44,415 | 5520          | 9,7258 | 4927          | 7,55547 | 20981   | 0,8969 | 2,22843736 |
| Loja                          | 25342          | 32,15  | 7861          | 9,9729 | 2522          | 2,52266 | 42939   | 1,8356 | 1,65401334 |
| Los Rios                      | 17711          | 17,31  | 36866         | 36,031 | 12241         | 10,605  | 35388   | 1,5128 | 2,00056247 |
| Manabi                        | 43019          | 22,97  | 83657         | 44,668 | 26634         | 12,2744 | 33809   | 1,4453 | 2,51877363 |
| Morona Santiago               | 3503           | 21,199 | 2241          | 13,562 | 1793          | 8,35197 | 8927    | 0,3816 | 1,42569408 |
| Napo                          | 2664           | 14,293 | 2317          | 12,431 | 1960          | 8,38862 | 11571   | 0,4946 | 1,11735912 |
| Pastaza                       | 2925           | 35,433 | 824           | 9,9818 | 1083          | 11,0827 | 3369    | 0,144  | 1,93985806 |
| Pichincha                     | 260059         | 65,199 | 60249         | 15,105 | 24044         | 5,42338 | 53976   | 2,3074 | 3,19262863 |
| Tungurahua                    | 33014          | 40,354 | 14573         | 17,813 | 5900          | 6,0547  | 28245   | 1,2074 | 2,28172002 |
| Zamora Chinchipe              | 3237           | 23,635 | 666           | 4,8629 | 1348          | 7,66083 | 8380    | 0,3582 | 1,24809818 |
| Galapagos                     | 335            | 15,096 | 1208          | 54,435 | 418           | 16,2456 | 209     | 0,0089 | 2,56188294 |
| Sucumbios                     | 1290           | 8,6283 | 2767          | 18,507 | 1548          | 8,42311 | 9227    | 0,3944 | 1,07276144 |
| Zonas No Delimitadas          | 467            | 3,5425 | 5955          | 45,172 | 859           | 5,34005 | 5879    | 0,2513 | 1,60617216 |

**TABLA B.VII**

**X<sub>7</sub> INDICADOR DEL SISTEMA DE ELIMINACIÓN DE BASURA.**

| ELIMINACIÓN DE LA BASURA |                      |         |                   |         |                  |         |            |         |           |
|--------------------------|----------------------|---------|-------------------|---------|------------------|---------|------------|---------|-----------|
| <i>Escala de juicio</i>  | 4                    |         | 3                 |         | 2                |         | 1          |         |           |
|                          | por carro recolector | %prov   | en terreno baldío | %prov   | por incineración | %prov   | otra forma | %prov   | Indicador |
| <b>Nacional</b>          | 867226               | 37,0723 | 590689            | 25,2509 | 450928           | 19,2764 | 99812      | 4,26678 | 2,668614  |
| Azuay                    | 43126                | 28,9718 | 47987             | 32,2374 | 13024            | 8,74945 | 8585       | 5,76736 | 2,358658  |
| Bolivar                  | 6725                 | 15,7779 | 21112             | 49,5319 | 3707             | 8,69718 | 1974       | 4,6313  | 2,33733   |
| Cañar                    | 8540                 | 15,9865 | 21694             | 40,6103 | 7397             | 13,8469 | 3801       | 7,11531 | 2,205859  |
| Carchi                   | 13350                | 40,183  | 12387             | 37,2844 | 1784             | 5,36977 | 1865       | 5,61358 | 2,889384  |
| Cotopaxi                 | 13512                | 17,6183 | 33662             | 43,8919 | 9782             | 12,7547 | 3318       | 4,32634 | 2,319847  |
| Chimborazo               | 24864                | 24,8471 | 45717             | 45,6859 | 7147             | 7,14214 | 5692       | 5,68813 | 2,564186  |
| El Oro                   | 29111                | 30,0259 | 25076             | 25,8641 | 26896            | 27,7413 | 3468       | 3,57699 | 2,567553  |
| Esmeraldas               | 13987                | 20,068  | 24004             | 34,44   | 13408            | 19,2373 | 7634       | 10,953  | 2,330196  |
| Guayas                   | 237926               | 41,7323 | 56603             | 9,92819 | 195823           | 34,3474 | 22312      | 3,91353 | 2,693223  |
| Imbabura                 | 26237                | 40,234  | 25503             | 39,1084 | 2786             | 4,27229 | 2110       | 3,23565 | 2,900416  |
| Loja                     | 25891                | 25,8977 | 40394             | 40,4045 | 6716             | 6,71775 | 5663       | 5,66447 | 2,439044  |
| Los Rios                 | 28155                | 24,392  | 28697             | 24,8616 | 41124            | 35,6277 | 4230       | 3,66465 | 2,47073   |
| Manabi                   | 60261                | 27,7715 | 49051             | 22,6053 | 71811            | 33,0943 | 5996       | 2,76327 | 2,478536  |
| Morona Santiago          | 4070                 | 18,9584 | 9961              | 46,3993 | 653              | 3,04174 | 1780       | 8,29141 | 2,294066  |
| Napo                     | 4286                 | 18,3437 | 11167             | 47,7937 | 1011             | 4,32698 | 2048       | 8,76525 | 2,34175   |
| Pastaza                  | 3203                 | 32,7773 | 3942              | 40,3397 | 340              | 3,47933 | 716        | 7,32706 | 2,664142  |
| Pichincha                | 281252               | 63,4393 | 80209             | 18,092  | 27336            | 6,16592 | 9531       | 2,14982 | 3,22515   |
| Tungurahua               | 32658                | 33,5143 | 31022             | 31,8354 | 14262            | 14,6359 | 3790       | 3,88937 | 2,627246  |
| Zamora Chinchipe         | 3190                 | 18,1291 | 7703              | 43,777  | 639              | 3,63151 | 2099       | 11,9288 | 2,230393  |
| Galapagos                | 1828                 | 71,0455 | 154               | 5,98523 | 169              | 6,56821 | 19         | 0,73844 | 3,160124  |
| Sucumbios                | 2929                 | 15,9375 | 8793              | 47,8452 | 1315             | 7,15529 | 1795       | 9,76711 | 2,313636  |
| Zonas No Delimitadas     | 2125                 | 13,2102 | 5851              | 36,3732 | 3798             | 23,6106 | 1386       | 8,61619 | 2,177981  |

**TABLA B.VIII**

**X<sub>8</sub> INDICADOR DE DISPONIBILIDAD DE SERVICIO HIGIÉNICO**

| DISPONIBILIDAD DE SERVICIO HIGIENICO |                     |          |                 |        |         |         |         |         |            |
|--------------------------------------|---------------------|----------|-----------------|--------|---------|---------|---------|---------|------------|
| <i>Escala de juicio</i>              | 4                   |          | 3               |        | 2       |         | 1       |         |            |
|                                      | de uso<br>exclusivo | %prov    | de uso<br>común | %prov  | letrina | %prov   | ninguno | %prov   | Indicador  |
| <b>Nacional</b>                      | 996916              | 42,61634 | 206576          | 8,8307 | 286503  | 12,2475 | 518660  | 22,1718 | 2,43624344 |
| Azuay                                | 40891               | 27,47036 | 10776           | 7,2393 | 8939    | 6,00517 | 52116   | 35,0113 | 1,78620805 |
| Bolivar                              | 8869                | 20,80801 | 1958            | 4,5938 | 6701    | 15,7216 | 15990   | 37,515  | 1,65971424 |
| Cañar                                | 11398               | 21,33658 | 2313            | 4,3298 | 4894    | 9,16136 | 22827   | 42,7312 | 1,59389742 |
| Carchi                               | 11128               | 33,49487 | 4118            | 12,395 | 3337    | 10,0442 | 10803   | 32,5166 | 2,23769678 |
| Cotopaxi                             | 15038               | 19,60805 | 2764            | 3,604  | 12148   | 15,8398 | 30324   | 39,5395 | 1,60463145 |
| Chimborazo                           | 25637               | 25,61958 | 5613            | 5,6092 | 13403   | 13,3939 | 38767   | 38,7407 | 1,84834313 |
| El Oro                               | 44501               | 45,89956 | 10176           | 10,496 | 11471   | 11,8315 | 18403   | 18,9814 | 2,57730034 |
| Esmeraldas                           | 23013               | 33,01816 | 4653            | 6,6759 | 11349   | 16,2831 | 20018   | 28,7211 | 2,13387759 |
| Guayas                               | 328496              | 57,61834 | 39719           | 6,9667 | 75542   | 13,2501 | 68907   | 12,0863 | 2,89960079 |
| Imbabura                             | 22616               | 34,68127 | 6528            | 10,011 | 6813    | 10,4476 | 20679   | 31,7109 | 2,2136296  |
| Loja                                 | 23009               | 23,01498 | 8006            | 8,0081 | 4904    | 4,90528 | 42745   | 42,7561 | 1,68650849 |
| Los Rios                             | 42641               | 36,94196 | 4398            | 3,8102 | 19492   | 16,8869 | 35675   | 30,907  | 2,23879162 |
| Manabi                               | 106570              | 49,11309 | 7530            | 3,4702 | 43744   | 20,1595 | 29275   | 13,4915 | 2,60673583 |
| Morona Santiago                      | 3978                | 18,5299  | 1772            | 8,2541 | 1853    | 8,63145 | 8861    | 41,2754 | 1,57420347 |
| Napo                                 | 3388                | 14,50032 | 2065            | 8,838  | 2269    | 9,71111 | 10790   | 46,1802 | 1,50117697 |
| Pastaza                              | 3008                | 30,78183 | 1191            | 12,188 | 844     | 8,63692 | 3158    | 32,3168 | 2,09281621 |
| Pichincha                            | 239640              | 54,05332 | 79470           | 17,925 | 31750   | 7,16155 | 47468   | 10,7069 | 2,95019173 |
| Tungurahua                           | 31732               | 32,56401 | 8189            | 8,4037 | 19626   | 20,1406 | 22185   | 22,7667 | 2,1851506  |
| Zamora Chinchipe                     | 2466                | 14,01455 | 1953            | 11,099 | 1304    | 7,41078 | 7908    | 44,942  | 1,49119118 |
| Galapagos                            | 1478                | 57,44267 | 390             | 15,157 | 100     | 3,88651 | 202     | 7,85076 | 2,90866693 |
| Sucumbios                            | 2194                | 11,93819 | 1951            | 10,616 | 2556    | 13,9079 | 8131    | 44,2431 | 1,51659593 |
| Zonas No Delimitadas                 | 5225                | 32,48166 | 1043            | 6,4839 | 3464    | 21,5343 | 3428    | 21,3105 | 2,13757304 |

**TABLA B. IX**

**X<sub>9</sub> INDICADOR DE DISPONIBILIDAD DE DUCHA.**

| DISPONIBILIDAD DE DUCHA |           |         |        |         |          |         |           |
|-------------------------|-----------|---------|--------|---------|----------|---------|-----------|
| Escala de juicio        | 3         |         | 2      |         | 1        |         | Indicador |
|                         | exclusivo | %prov   | comun  | %prov   | no tiene | %prov   |           |
| <b>Nacional</b>         | 797043    | 34,0721 | 158266 | 6,76558 | 1053346  | 45,0286 | 1,607762  |
| Azuay                   | 39664     | 26,6461 | 9147   | 6,14491 | 63911    | 42,9351 | 1,3516308 |
| Bolivar                 | 7716      | 18,1029 | 1585   | 3,71865 | 24217    | 56,8167 | 1,1856275 |
| Cañar                   | 9612      | 17,9933 | 1592   | 2,98016 | 30228    | 56,5855 | 1,1652565 |
| Carchi                  | 9475      | 28,5194 | 3233   | 9,73121 | 16678    | 50,2002 | 1,5522078 |
| Cotopaxi                | 14433     | 18,8192 | 2855   | 3,72263 | 42986    | 56,0494 | 1,1995228 |
| Chimborazo              | 22171     | 22,1559 | 4271   | 4,2681  | 56978    | 56,9393 | 1,3194328 |
| El Oro                  | 38866     | 40,0875 | 9520   | 9,81919 | 36165    | 37,3016 | 1,7720236 |
| Esmeraldas              | 16821     | 24,1341 | 3523   | 5,05466 | 38689    | 55,5095 | 1,3802118 |
| Guayas                  | 252346    | 44,2616 | 34440  | 6,04079 | 225878   | 39,6191 | 1,8448548 |
| Imbabura                | 21238     | 32,5681 | 5834   | 8,94634 | 29564    | 45,3359 | 1,6093297 |
| Loja                    | 21083     | 21,0885 | 8671   | 8,67326 | 48910    | 48,9227 | 1,2953468 |
| Los Rios                | 25186     | 21,8199 | 4278   | 3,70624 | 72742    | 63,0199 | 1,3589195 |
| Manabi                  | 65469     | 30,1716 | 6485   | 2,98863 | 115165   | 53,0741 | 1,4956611 |
| Morona Santiago         | 3858      | 17,9709 | 1695   | 7,89547 | 10911    | 50,8245 | 1,2052823 |
| Napo                    | 2715      | 11,6199 | 1603   | 6,86069 | 14194    | 60,749  | 1,0933019 |
| Pastaza                 | 2745      | 28,0905 | 1253   | 12,8223 | 4203     | 43,0106 | 1,5292673 |
| Pichincha               | 205881    | 46,4386 | 47372  | 10,6853 | 145075   | 32,7232 | 1,9340957 |
| Tungurahua              | 29723     | 30,5023 | 6763   | 6,94033 | 45246    | 46,4323 | 1,5182    |
| Zamora Chinchipe        | 2646      | 15,0375 | 1901   | 10,8036 | 9084     | 51,6254 | 1,1834508 |
| Galapagos               | 1186      | 46,0941 | 333    | 12,9421 | 651      | 25,3012 | 1,8946755 |
| Sucumbios               | 1625      | 8,84209 | 1378   | 7,4981  | 11829    | 64,365  | 1,0588747 |
| Zonas No Delimitadas    | 2584      | 16,0637 | 534    | 3,31966 | 10042    | 62,427  | 1,1725724 |

**TABLA X**

**X<sub>10</sub> INDICADOR DE TENENCIA DE VIVIENDA.**

| <b>TENENCIA DE VIVIENDA</b> |               |              |                  |              |                 |              |                     |              |             |              |                  |
|-----------------------------|---------------|--------------|------------------|--------------|-----------------|--------------|---------------------|--------------|-------------|--------------|------------------|
| <i>Escala de juicio</i>     | <b>5</b>      |              | <b>4</b>         |              | <b>3</b>        |              | <b>2</b>            |              | <b>1</b>    |              |                  |
|                             | <b>propia</b> | <b>%prov</b> | <b>arrendada</b> | <b>%prov</b> | <b>gratuita</b> | <b>%prov</b> | <b>por servicio</b> | <b>%prov</b> | <b>otra</b> | <b>%prov</b> | <b>Indicador</b> |
| <b>Nacional</b>             | 1367045       | 58,43868     | 454782           | 19,4411      | 110116          | 4,70726      | 66306               | 2,83446      | 10406       | 0,444838     | 3,90193354       |
| Azuay                       | 80969         | 54,39455     | 21732            | 14,59944     | 6665            | 4,47751      | 2979                | 2,00128      | 377         | 0,253267     | 3,48058849       |
| Bolivar                     | 27006         | 63,36016     | 3333             | 7,819722     | 1795            | 4,21134      | 1262                | 2,96084      | 122         | 0,28623      | 3,66921615       |
| Cañar                       | 33325         | 62,383       | 4303             | 8,055036     | 2468            | 4,61999      | 1211                | 2,26694      | 125         | 0,233995     | 3,6276301        |
| Carchi                      | 19093         | 57,46922     | 5849             | 17,60527     | 2408            | 7,24799      | 1585                | 4,77079      | 451         | 1,357493     | 3,90410258       |
| Cotopaxi                    | 49519         | 64,56782     | 6446             | 8,404939     | 2554            | 3,33016      | 1576                | 2,05495      | 179         | 0,233398     | 3,70792641       |
| Chimborazo                  | 66201         | 66,15601     | 11717            | 11,70904     | 3423            | 3,42067      | 1751                | 1,74981      | 328         | 0,327777     | 3,9170564        |
| El Oro                      | 57015         | 58,80684     | 19387            | 19,99629     | 4880            | 5,03337      | 2895                | 2,98598      | 374         | 0,385754     | 3,9547719        |
| Esmeraldas                  | 42866         | 61,50248     | 10038            | 14,40213     | 3174            | 4,55393      | 2795                | 4,01016      | 160         | 0,229562     | 3,87032626       |
| Guayas                      | 363732        | 63,79875     | 113356           | 19,88269     | 21108           | 3,70235      | 12754               | 2,23706      | 1714        | 0,300636     | 4,1440634        |
| Imbabura                    | 38744         | 59,41329     | 11569            | 17,74087     | 3504            | 5,37333      | 2205                | 3,38133      | 614         | 0,941559     | 3,91854135       |
| Loja                        | 57787         | 57,80203     | 15226            | 15,22996     | 4109            | 4,11007      | 1440                | 1,44037      | 102         | 0,102027     | 3,65242963       |
| Los Rios                    | 76315         | 66,11538     | 13646            | 11,82219     | 6231            | 5,39822      | 5805                | 5,02915      | 209         | 0,181067     | 4,04299687       |
| Manabi                      | 140860        | 64,91573     | 24760            | 11,41072     | 14911           | 6,87178      | 6270                | 2,88955      | 318         | 0,146551     | 3,96762509       |
| Morona Santiago             | 11901         | 55,436       | 2437             | 11,35178     | 1100            | 5,12391      | 968                 | 4,50904      | 58          | 0,27017      | 3,47247065       |
| Napo                        | 13921         | 59,58057     | 3005             | 12,86112     | 924             | 3,95463      | 623                 | 2,66638      | 39          | 0,166916     | 3,66710892       |
| Pastaza                     | 5565          | 56,94842     | 1949             | 19,94474     | 341             | 3,48956      | 327                 | 3,3463       | 19          | 0,194433     | 3,81876791       |
| Pichincha                   | 194374        | 43,8431      | 159840           | 36,05359     | 23390           | 5,27586      | 15849               | 3,57491      | 4875        | 1,099608     | 3,8750688        |
| Tungurahua                  | 58484         | 60,01745     | 17384            | 17,83981     | 4248            | 4,35938      | 1361                | 1,39669      | 255         | 0,261686     | 3,8757966        |
| Zamora Chinchipe            | 9399          | 53,41555     | 3085             | 17,53239     | 736             | 4,18277      | 368                 | 2,09138      | 43          | 0,244374     | 3,54182769       |
| Galapagos                   | 1015          | 39,44812     | 871              | 33,85154     | 112             | 4,3529       | 170                 | 6,60707      | 2           | 0,07773      | 3,58997279       |
| Sucumbios                   | 10499         | 57,12809     | 2917             | 15,87224     | 822             | 4,47274      | 569                 | 3,09609      | 25          | 0,136032     | 3,6887583        |
| Zonas No Delimitadas        | 8455          | 52,56123     | 1932             | 12,01044     | 1213            | 7,54072      | 1543                | 9,59219      | 17          | 0,105682     | 3,52760164       |

**TABLA B. XIII**

**X<sub>13</sub> INDICADOR NIVEL DE INSTRUCCIÓN.**

| Escala de juicio     | NIVEL DE INSTRUCCION |        |                          |          |          |        |            |        |          |        |           |       |              |         |           |
|----------------------|----------------------|--------|--------------------------|----------|----------|--------|------------|--------|----------|--------|-----------|-------|--------------|---------|-----------|
|                      | 2                    |        | 3                        |          | 4        |        | 5          |        | 6        |        | 7         |       | 8            |         |           |
|                      | ninguno              | %prov  | Centro de Alfabetización | %prov    | primario | %prov  | secundario | %prov  | superior | %prov  | postgrado | %prov | no declarado | %prov   | Indicador |
| <b>Nacional</b>      | 795272               | 8,243  | 99380                    | 1,030038 | 4139447  | 42,904 | 2105815    | 21,826 | 658094   | 6,8209 | 30345     | 0,315 | 306342       | 3,17512 | 3.4662327 |
| Azuay                | 46867                | 9,261  | 5027                     | 0,993302 | 244251   | 48,262 | 86351      | 17,062 | 30324    | 5,9918 | 1381      | 0,273 | 11317        | 2,23616 | 3,3995969 |
| Bolivar              | 22670                | 14,618 | 2108                     | 1,359228 | 75482    | 48,670 | 20508      | 13,223 | 4452     | 2,8706 | 125       | 0,081 | 4134         | 2,66558 | 3,1456528 |
| Cañar                | 24420                | 12,897 | 1596                     | 0,842897 | 95464    | 50,417 | 24859      | 13,129 | 5007     | 2,6444 | 145       | 0,077 | 6220         | 3,28497 | 3,1532372 |
| Carchi               | 9610                 | 6,792  | 837                      | 0,591595 | 76820    | 54,297 | 24072      | 17,014 | 5182     | 3,6627 | 123       | 0,087 | 2566         | 1,81366 | 3,4201524 |
| Cotopaxi             | 41146                | 14,890 | 3023                     | 1,094006 | 128394   | 46,465 | 39353      | 14,242 | 9115     | 3,2987 | 210       | 0,076 | 9503         | 3,43908 | 3,1389420 |
| Chimborazo           | 60379                | 16,557 | 8294                     | 2,27431  | 151299   | 41,488 | 52438      | 14,379 | 17040    | 4,6726 | 610       | 0,167 | 13095        | 3,5908  | 3,1058045 |
| El Oro               | 18419                | 4,464  | 3252                     | 0,788226 | 187637   | 45,480 | 109023     | 26,425 | 26295    | 6,3734 | 866       | 0,210 | 4859         | 1,17773 | 3,6622650 |
| Esmeraldas           | 31342                | 10,222 | 3191                     | 1,040675 | 130147   | 42,445 | 54228      | 17,685 | 11471    | 3,741  | 656       | 0,214 | 17913        | 5,84193 | 3,1155537 |
| Guayas               | 139529               | 5,548  | 20726                    | 0,824048 | 991380   | 39,416 | 691269     | 27,484 | 214752   | 8,5384 | 9456      | 0,376 | 78556        | 3,12332 | 3,6563925 |
| Imbabura             | 32068                | 12,078 | 1688                     | 0,635784 | 123827   | 46,639 | 45169      | 17,013 | 13801    | 5,1981 | 432       | 0,163 | 6457         | 2,43202 | 3,3244570 |
| Loja                 | 28309                | 7,359  | 10431                    | 2,711478 | 187696   | 48,790 | 62119      | 16,147 | 22055    | 5,7331 | 741       | 0,193 | 9847         | 2,55967 | 3,3705764 |
| Los Rios             | 58953                | 11,175 | 9283                     | 1,759614 | 238552   | 45,218 | 92773      | 17,585 | 21137    | 4,0066 | 729       | 0,138 | 20662        | 3,91653 | 3,2535034 |
| Manabi               | 116012               | 11,242 | 13399                    | 1,298445 | 477081   | 46,232 | 161346     | 15,635 | 45179    | 4,3781 | 2137      | 0,207 | 44679        | 4,32967 | 3,2153311 |
| Morona Santiago      | 6477                 | 7,691  | 1176                     | 1,396409 | 40495    | 48,085 | 14303      | 16,984 | 1512     | 1,7954 | 58        | 0,069 | 2811         | 3,33785 | 3,1142063 |
| Napo                 | 9564                 | 9,251  | 1207                     | 1,167458 | 51136    | 49,461 | 15809      | 15,291 | 1854     | 1,7933 | 81        | 0,078 | 2500         | 2,4181  | 3,1002834 |
| Pastaza              | 4024                 | 9,624  | 643                      | 1,537873 | 16931    | 40,494 | 9954       | 23,807 | 1569     | 3,7526 | 64        | 0,153 | 1119         | 2,67633 | 3,3113774 |
| Pichincha            | 93458                | 5,322  | 7870                     | 0,448119 | 638900   | 36,379 | 501600     | 28,561 | 200652   | 11,425 | 11493     | 0,654 | 48028        | 2,73472 | 3,7617650 |
| Tungurahua           | 33504                | 9,256  | 3517                     | 0,971601 | 171919   | 47,494 | 67767      | 18,721 | 21618    | 5,9722 | 755       | 0,209 | 11547        | 3,18996 | 3,4549146 |
| Zamora Chinchipe     | 4396                 | 6,644  | 600                      | 0,906796 | 33936    | 51,288 | 9978       | 15,080 | 1745     | 2,6373 | 35        | 0,053 | 2501         | 3,77983 | 3,1653543 |
| Galapagos            | 220                  | 2,248  | 70                       | 0,715381 | 3505     | 35,820 | 3226       | 32,969 | 917      | 9,3715 | 66        | 0,675 | 428          | 4,37404 | 3,8009198 |
| Sucumbios            | 5876                 | 7,636  | 680                      | 0,883668 | 39537    | 51,379 | 10912      | 14,180 | 1392     | 1,8089 | 40        | 0,052 | 3531         | 4,58857 | 3,1014529 |
| Zonas No Delimitadas | 8029                 | 11,369 | 762                      | 1,078999 | 35058    | 49,642 | 8758       | 12,401 | 1025     | 1,4514 | 42        | 0,059 | 4069         | 5,76174 | 3,0143867 |



## APÉNDICE C

### TABLA GENERAL DE DATOS DE VARIABLES

TABLA C. I

TABLA GENERAL DE DATOS DE VARIABLES

| Provincias           | VARIABLES |         |           |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|----------------------|-----------|---------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                      | X1        | X2      | X3        | X4       | X5       | X6       | X7       | X8       | X9       | X10      | X11      | X12      | X13      | X14      | X15      |
| Azuay                | 0,30173   | 1,69218 | 0,181985  | 0,13092  | 0,145035 | 0,933545 | -0,57038 | -0,57793 | -0,23707 | -1,51052 | 0,111414 | -0,14907 | 0,391022 | 0,017619 | 0,831987 |
| Bolivar              | -0,45204  | 1,34026 | -0,243026 | -0,67994 | -0,8196  | 0,038008 | -0,64273 | -0,83953 | -0,86269 | -0,52208 | -0,46763 | 0,955228 | -0,69853 | 1,412458 | -0,39258 |
| Cañar                | -0,37543  | 1,51834 | -0,454851 | -0,84499 | -0,21279 | -0,48221 | -1,08873 | -0,97565 | -0,93947 | -0,74    | -0,41112 | 0,542895 | -0,66598 | 1,093442 | -0,05456 |
| Carchi               | -0,51874  | 1,36297 | 1,479354  | 0,774208 | 0,89959  | 0,204831 | 1,23005  | 0,355789 | 0,518859 | 0,708758 | -0,49008 | -0,02187 | 0,479215 | -0,63948 | -0,20451 |
| Cotopaxi             | -0,2103   | -1,1063 | -0,238805 | -0,67956 | -0,14982 | -0,14248 | -0,70204 | -0,95345 | -0,81032 | -0,31924 | -0,26763 | 0,824469 | -0,72732 | 1,622256 | -0,22443 |
| Chimborazo           | -0,04444  | -1,6263 | 0,413385  | -0,25963 | 0,401245 | 0,176776 | 0,126852 | -0,44943 | -0,35841 | 0,776638 | -0,12187 | 0,366726 | -0,86949 | 2,189105 | 0,091058 |
| El Oro               | -0,06654  | -0,7862 | 1,068272  | 1,291123 | 1,221132 | -0,40543 | 0,138274 | 1,05812  | 1,347291 | 0,974273 | -0,04286 | -1,50916 | 1,517999 | -1,34028 | 0,028591 |
| Esmeraldas           | -0,25993  | -0,3271 | -0,806718 | -0,36175 | -0,1359  | 0,075386 | -0,66693 | 0,141082 | -0,12935 | 0,531764 | -0,21764 | -0,18979 | -0,82767 | 0,093524 | -1,39634 |
| Guayas               | 3,29088   | -0,4086 | 0,426492  | 1,612984 | 1,482824 | 1,484789 | 0,564595 | 1,724666 | 1,621775 | 1,966191 | 3,425756 | -1,79821 | 1,492803 | -1,0155  | -0,05255 |
| Imbabura             | -0,29177  | 0,42673 | 1,122963  | 0,466995 | 0,546286 | 0,525979 | 1,267474 | 0,306016 | 0,734138 | 0,784419 | -0,28549 | -0,42112 | 0,068634 | 0,875236 | -0,2631  |
| Loja                 | -0,04511  | -0,8535 | 0,016535  | -0,51613 | -0,47694 | -0,23749 | -0,29768 | -0,78412 | -0,44919 | -0,61005 | -0,08885 | 0,03735  | 0,266509 | -0,60402 | -0,74977 |
| Los Rios             | 0,06454   | -0,8296 | -0,627142 | 0,076989 | -0,38131 | -0,53799 | -0,19019 | 0,358053 | -0,2096  | 1,436586 | 0,146832 | 0,120501 | -0,23579 | 0,387014 | -0,84128 |
| Manabi               | 0,78518   | -0,1347 | -0,23313  | 0,963902 | -0,09323 | -0,42375 | -0,16371 | 1,118995 | 0,305749 | 1,041626 | 0,978888 | -0,08781 | -0,39957 | 0,330031 | -1,40346 |
| Morona Santiago      | -0,60215  | 0,16061 | -0,771441 | -0,90689 | -1,30105 | -0,83336 | -0,7895  | -1,01637 | -0,78862 | -1,55306 | -0,58455 | 0,595844 | -0,83345 | -0,4801  | -0,21477 |
| Napo                 | -0,58869  | -0,7016 | -1,555223 | -1,4346  | -1,67044 | -0,93324 | -0,62774 | -1,1674  | -1,21065 | -0,53313 | -0,55293 | 0,865352 | -0,89318 | -0,12356 | 0,190812 |
| Pastaza              | -0,68514  | -1,5351 | 0,129928  | -0,02691 | -0,27246 | -0,23459 | 0,465942 | 0,056163 | 0,432402 | 0,26159  | -0,65451 | 0,200901 | 0,012516 | 0,029929 | 0,660452 |
| Pichincha            | 2,39127   | 0,30414 | 1,73614   | 2,117198 | 1,583827 | 3,333748 | 2,3691   | 1,829292 | 1,958102 | 0,556616 | 2,173768 | -1,62939 | 1,944904 | -1,03467 | 0,655263 |
| Tungurahua           | -0,06305  | 1,2858  | 0,676127  | 0,558187 | 1,194433 | 0,313782 | 0,340776 | 0,247119 | 0,390692 | 0,56043  | -0,12632 | -0,08274 | 0,628363 | 0,150152 | 0,802131 |
| Zamora Chinchipe     | -0,62963  | -0,7168 | -0,50544  | -1,21085 | -1,01564 | -1,02479 | -1,0055  | -1,18805 | -0,8709  | -1,18962 | -0,61433 | 0,776301 | -0,614   | -0,79334 | -0,0003  |
| Galapagos            | -0,73622  | 0,80098 | 1,498046  | 1,037683 | 1,493673 | 0,429742 | 2,148508 | 1,743415 | 1,809537 | -0,93733 | -0,70734 | -2,07856 | 2,112898 | -1,85039 | 3,392841 |
| Sucumbios            | -0,62408  | -0,019  | -1,891791 | -1,51093 | -1,49487 | -1,13113 | -0,72311 | -1,13551 | -1,34039 | -0,41968 | -0,59654 | 0,677121 | -0,88817 | -0,55101 | 0,384427 |
| Zonas No Delimitadas | -0,64034  | 0,15276 | -1,42166  | -0,59801 | -0,94399 | -1,13013 | -1,18331 | 0,148724 | -0,91189 | -1,26417 | -0,60698 | 2,005047 | -1,26172 | 0,231575 | -1,2399  |



### MATRIZ DE CORRELACIÓN DE LAS VARIABLES

|     | X1     | X2     | X3     | X4     | X5    | X6     | X7     | X8     | X9     | X10    | X11    | X12    | X13    | X14    | X15 |
|-----|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----|
| X1  | 1      | .      | .      | .      | .     | .      | .      | .      | .      | .      | .      | .      | .      | .      | .   |
| X2  | -0,035 | 1      | .      | .      | .     | .      | .      | .      | .      | .      | .      | .      | .      | .      | .   |
| X3  | 0,347  | 0,224  | 1      | .      | .     | .      | .      | .      | .      | .      | .      | .      | .      | .      | .   |
| X4  | 0,673  | 0,145  | 0,821  | 1      | .     | .      | .      | .      | .      | .      | .      | .      | .      | .      | .   |
| X5  | 0,542  | 0,201  | 0,896  | 0,907  | 1     | .      | .      | .      | .      | .      | .      | .      | .      | .      | .   |
| X6  | 0,746  | 0,233  | 0,711  | 0,756  | 0,744 | 1      | .      | .      | .      | .      | .      | .      | .      | .      | .   |
| X7  | 0,38   | 0,126  | 0,85   | 0,792  | 0,785 | 0,725  | 1      | .      | .      | .      | .      | .      | .      | .      | .   |
| X8  | 0,606  | 0,057  | 0,657  | 0,933  | 0,812 | 0,621  | 0,759  | 1      | .      | .      | .      | .      | .      | .      | .   |
| X9  | 0,576  | 0,07   | 0,843  | 0,95   | 0,905 | 0,726  | 0,871  | 0,926  | 1      | .      | .      | .      | .      | .      | .   |
| X10 | 0,551  | -0,286 | 0,381  | 0,614  | 0,547 | 0,364  | 0,428  | 0,599  | 0,548  | 1      | .      | .      | .      | .      | .   |
| X11 | 0,996  | -0,059 | 0,32   | 0,67   | 0,525 | 0,701  | 0,365  | 0,622  | 0,574  | 0,583  | 1      | .      | .      | .      | .   |
| X12 | -0,578 | -0,064 | -0,745 | -0,832 | -0,83 | -0,68  | -0,774 | -0,798 | -0,916 | -0,482 | -0,574 | 1      | .      | .      | .   |
| X13 | 0,529  | 0,187  | 0,814  | 0,851  | 0,852 | 0,699  | 0,81   | 0,783  | 0,915  | 0,343  | 0,513  | -0,921 | 1      | .      | .   |
| X14 | -0,212 | -0,081 | -0,254 | -0,388 | -0,28 | -0,174 | -0,4   | -0,465 | -0,513 | 0,038  | -0,224 | 0,579  | -0,652 | 1      | .   |
| X15 | -0,053 | 0,241  | 0,452  | 0,244  | 0,409 | 0,304  | 0,552  | 0,243  | 0,421  | -0,229 | -0,083 | -0,5   | 0,594  | -0,407 | 1   |



## ***BIBLIOGRAFÍA***

---

1. **ABASCAL, Elena.** Métodos Multivariantes para la Investigación Comercial, Ariel Economía, España, 1.989
2. **AGUINAGA, Consuelo.** Determinación de los Niveles de Pobreza Area Urbana del Ecuador, Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), Ecuador, 1.991.
3. **CAPA, Holger.** Modelo para la Evaluación de la Pobreza - Aplicaciones al Ecuador.
4. **DIAZ, Coral.** Indicadores Sintéticos, España.  
<http://www.festadistica.fguam.es/>
5. **INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS Y CENSOS (INEC).** Compendio de las Necesidades Básicas Insatisfechas de la Población Ecuatoriana, Guayaquil, 1.991
6. **INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS Y CENSOS (INEC).** Resultados del V Censo de Población y IV de Vivienda de 1.990, Ecuador.
7. **KAMINSKY, Mario.** Vinculación de la Información del Censo de Población y del Censo de Viviendas en Indicadores Sintéticos Alternativos de Condiciones de

Pobreza para la Caracterización de Micro Regiones Geográficas - Análisis Cuantitativo Comparativo Multivariante Intra - País e Inter - países: Brasil, Costa Rica, Chile, México, Lima, 1.979

8. **LEE, Haeduck.** Metodología de la Investigación de la Pobreza y la Distribución del Ingreso, Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), Ecuador, 1.994
9. **MEDINA, Fernando.** La evaluación del Bienestar: Alternativas de medición para los Estados de la República mexicana, Estadísticas, México, 1.995, 81 p. [FMedina@cap.inegi.gob.mx](mailto:FMedina@cap.inegi.gob.mx)
10. **PLA, Laura.** Análisis multivariado: Método de componentes principales, Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos, Estados Unidos, 1986