

T  
519.535  
MEJ  
C.Z.



EIB + ESPOE

# ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

## Instituto de Ciencias Matemáticas

### Ingeniería en Estadística Informática

#### “Análisis Estadístico Multivariado de la Criminalística en la ciudad de Guayaquil”



CIB-ESPOL



CIB-ESPOL

## TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

### INGENIERA EN ESTADÍSTICA INFORMATICA

Presentada por:

#### Mariana Antonieta Mejía Acosta

#### GUAYAQUIL – ECUADOR



CIB-ESPOL

AÑO

2003



CIB-ESPOL



CIB

D-32016



## **AGRADECIMIENTO**

Primero a Dios, porque sin su bendición no sería ésta mi posición. A ustedes papá y mamá que no hicieron lo posible , sino lo imposible por ayudarme. A mis hermanos por sus consejos y experiencias que fortalecieron mi coraje de seguir. A mis amigos quienes me enseñaron de todo un poco. A mi hermano que se encuentra lejos pero supo de mi y yo de el. Gracias Msc. Jhon Ramírez. Una vez más a todos. A TI también te agradezco a pesar de todo.

# DEDICATORIA

A la familia Mejía Acosta, familia  
Mejía Navia, familia Mejía Peralta,  
familia Herrera Mejía , familia  
Mejía Agualongo, Mejía Mosquera  
y por supuesto a la familia  
Suárez Acosta.



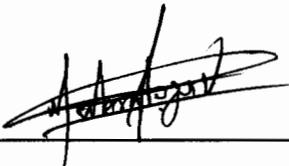
# TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



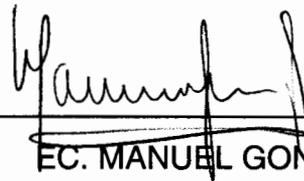
ING. LUIS RODRÍGUEZ  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



MAT. JHON RAMIREZ  
DIRECTOR DE TESIS



ING. MARCOS MENDOZA  
VOCAL



EC. MANUEL GONZALES  
VOCAL



CIB-ESPOL

# DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta tesis de grado, me corresponde exclusivamente ; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”



---

Mariana Antonieta Mejía Acosta



# RESUMEN

El presente trabajo trata de un Análisis Multivariante de la criminalidad en la ciudad de Guayaquil, lo cual nos ha permitido verificar el alto índice de violencia en cuanto a crímenes existen en la ciudad y las razones por las que más influyen para que dichos actos se cometan. Teniendo como finalidad obtener información de las variables que más influyen en el cometimiento de los crímenes.

En el Capítulo 1 se presenta la evolución histórica de la criminalística, definición y descripción de la criminalística; que hace el delincuente y que hace el investigador al momento de presentársele una situación como ésta. También descripción de la ciudad de Guayaquil por parroquias para definir en que sectores existen más crímenes y cuales son las situaciones y motivos por lo que se da éste tipo de delito.

En el Capítulo 2 se presenta el Marco Teórico que se siguió para efectuar nuestro análisis, descripción de variables, lo cual se basa en Componentes Principales No Lineal.

En el Capítulo 3 se presenta un Análisis Multivariado realizado a cada una de las variables que pertenecen a las causas a los lugares y la hora en que se dan este tipo de delito.

Finalmente las Conclusiones y Recomendaciones basándonos en el análisis realizado y sugerencias de acuerdo a la información analizada.

# INDICE GENERAL

|   | Pag. |
|---|------|
| RESUMEN.....  | II   |
| INDICE GENERAL.....                                 | III  |
| ABREVIATURAS.....                                   | VI   |
| SIMBOLOGÍA.....                                     | VII  |
| INDICE DE FIGURAS.....                              | V    |
| INDICE DE TABLAS.....                               | VI   |
| INTRODUCCION.....                                   | 3    |
| <br>  |      |
| <b>CAPITULO I</b>                                   |      |
| I. LA EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA CRIMINALÍSTICA..... | 5    |
| 1.1 Etapas de la criminalística.....                | 5    |
| 1.1.1 La equívoca.....                              | 5    |
| 1.1.2 La empírica.....                              | 5    |
| 1.1.3 La físico – técnico artística.....            | 5    |
| 1.1.3.1 Racional y objetiva.....                    | 5    |
| 1.1.3.2 Sistemático y metódico.....                 | 7    |
| 1.2 Disciplinas afines de la criminalística.....    | 7    |
| 1.3 Que hace el investigador criminal.....          | 10   |
| 1.3.1 Llegar con rapidez.....                       | 11   |
| 1.3.2 Protección del lugar.....                     | 11   |
| 1.3.3 Proteger a la víctima.....                    | 11   |
| 1.3.4 Trabajar en equipo.....                       | 12   |
| 1.3.5 Observación del lugar.....                    | 12   |
| 1.3.6 Fijación.....                                 | 12   |
| 1.3.7 Recolección.....                              | 13   |
| 1.3.8 Traslado.....                                 | 13   |
| 1.4 Que hace el delincuente.....                    | 13   |
| 1.5 La lucha contra el crimen.....                  | 14   |
| 1.6 Definición.....                                 | 15   |
| 1.7 Descripción.....                                | 17   |

---

|   |    |
|---|----|
| 1.7.1 Descripción de la ciudad de Guayaquil.....                | 20 |
| 1.7.2 Descripción de la ciudad de Guayaquil por parroquias..... | 21 |
| 1.7.3 Descripción de las parroquias urbanas.....                | 23 |
| 1.7.3.1 Parroquia Ayacucho.....                                 | 24 |
| 1.7.3.2 Parroquia Bolívar.....                                  | 24 |
| 1.7.3.3 Parroquia Carbo.....                                    | 24 |
| 1.7.3.4 Parroquia Febres Cordero.....                           | 24 |
| 1.7.3.5 Parroquia García Moreno.....                            | 25 |
| 1.7.3.6 Parroquia Letamendi.....                                | 25 |
| 1.7.3.7 Parroquia Nueve de Octubre.....                         | 26 |
| 1.7.3.8 Parroquia Olmedo.....                                   | 26 |
| 1.7.3.9 Parroquia Roca.....                                     | 26 |
| 1.7.3.10 Parroquia Rocafuerte.....                              | 27 |
| 1.7.3.11 Parroquia Sucre.....                                   | 27 |
| 1.7.3.12 Parroquia Tarqui.....                                  | 27 |
| 1.7.3.13 Parroquia Urdaneta.....                                | 27 |
| 1.7.3.14 Parroquia Ximena.....                                  | 28 |
| 1.7.3.15 Parroquia Chongón.....                                 | 28 |
| 1.7.3.16 Parroquia pascuales.....                               | 28 |
| 1.7.4 Descripción de las parroquias rurales.....                | 29 |
| 1.7.4.1 Parroquia Juan Gómez Rendón.....                        | 30 |
| 1.7.4.2 Parroquia Puná.....                                     | 30 |
| 1.7.4.3 Parroquia Tenguel.....                                  | 30 |
| 1.7.4.4 Parroquia Posorja.....                                  | 30 |
| 1.7.4.5 Parroquia El Morro.....                                 | 30 |
| 1.8 Objetivo.....   | 31 |
| 1.9 Causas.....   | 33 |
| 1.9.1 Causas sociales.....                                      | 34 |
| 1.9.2 Causas económicas.....                                    | 37 |
| 1.10 Situación actual.....                                      | 38 |
| 1.11 Métodos.....   | 38 |
| 1.12 Sectores de alto índice criminal.....                      | 40 |

---

---

## CAPITULO 2

|  |    |
|--|----|
| 2. Marco teórico de componentes principales.....                                       | 42 |
| 2.1 Análisis de Componentes Principales.....   | 43 |
| 2.1.1 Algunas razones para usar el ACP.....  | 43 |
| 2.1.1.1 Cribado de los datos.....  | 43 |
| 2.1.1.2 Agrupación.....  | 44 |
| 2.1.2 Objetivos del ACP.....   | 44 |
| 2.1.3 Características del ACP.....   | 45 |
| 2.1.4 Interpretación del ACP.....  | 46 |
| 2.1.4.1 Interpretación del los factores.....   | 46 |
| 2.1.5 Definición de las Componentes Principales .....                                  | 47 |
| 2.1.6 Análisis de Componentes Principales en la matriz de<br>varianzas-covarianza..... | 50 |
| 2.1.7 Componentes Principales de la población con la matriz de<br>covarianzas.....     | 53 |
| 2.1.8 Métodos de ponderación no lineales.....  | 55 |
| 2.1.8.1 Codificación de los datos categóricos.....                                     | 55 |
| 2.1.8.1.1 Variables indicatrices.....  | 57 |
| 2.1.8.1.2 Cuantificación.....  | 60 |
| 2.1.8.2 Análisis de homogeneidad.....  | 62 |
| 2.1.8.2.1 Homogeneidad de variables.....   | 63 |
| 2.1.8.2.2 Preliminares históricos de asignación de pesos                               | 64 |
| 2.1.8.1.3 Maximizando la homogeneidad por<br>combinaciones lineales de pesos.....      | 69 |
| 2.1.8.3 Algoritmo de mínimos cuadrados alternantes.....                                | 70 |
| 2.1.8.3.1 Algoritmo de puntajes normalizados.....                                      | 71 |
| 2.1.8.3.1.1 Descripción del algoritmo .....  | 71 |
| 2.1.9 Coeficiente de correlación.....  | 73 |
| 2.1.10 Calificaciones de las Componentes Principales.....                              | 75 |

---

## CAPITULO 3

---

|  |     |
|--|-----|
| 3.1 Análisis Estadístico Univariado.....                       | 76  |
| 3.1.1 Introducción.....  | 76  |
| 3.1.2 Imputación de datos.....                                 | 76  |
| 3.1.3 Descripción de cada una de las variables de estudio..... | 76  |
| 3.2 Análisis Multivariado.....                                 | 97  |
| 3.2.1 ACP No lineal.....                                       | 98  |
| 3.2.1.1 Número de dimensiones tomadas.....                     | 98  |
| 3.2.1.2 Identificación de las Componente.....                  | 99  |
| 3.2.1.3 Matriz de correlación.....                             | 103 |
| <br>   |     |
| <b>CAPITULO IV</b>   |     |
| CONCLUSIONES.....  | 105 |
| RECOMENDACIONES.....   | 110 |
| <br>   |     |
| BIBLIOGRAFÍA.....  | 112 |

---

## ABREVIATURAS

|        |  |
|--------|--|
| PP.NN  | Policía Nacional                               |
| ISSPOL | Instituto de Seguro Social de la Policía       |
| GIR    | Grupo de Intervención y Rescate                |
| GOE    | Grupo de Operaciones Especiales                |
| UNASE  | Unidad Antisecuestros                          |
| OID    | Oficina de Investigaciones Delictivas          |
| PJ     | Policía Judicial                               |
| ACP    | Análisis de Componentes Principales            |
| LEA    | Hospital Alfredo Valenzuela                    |
| CAPTA  | Componentes Principales para datos categóricos |

## SIMBOLOGÍA

|                     |  |
|---------------------|--|
| $^{\circ}\text{C}$  | Grados centígrados   |
| am                  | Antes del meridiano  |
| pm                  | Pasado el meridiano  |
| $a_j$               | Valor j-ésimo de una matriz                                    |
| $\lambda$           | Valor lambda   |
| $\Sigma$            | Representa la sumatoria de un conjunto                         |
| $\geq$              | Mayor o igual  |
| $\Sigma$            | Valor sigma  |
| $e_j$               | Vector j-ésimo de una matriz                                   |
| $\text{tr}(\Sigma)$ | Traza de una matriz o sumatoria de la diagonal de dicha matriz |
| $\text{Var}(x)$     | Varianza de un valor x   |
| $\text{Cov}(x)$     | Covarianza de un valor x                                       |
| $\Lambda$           | Matriz identidad   |
| m                   | Dimensión de la matriz   |
| Q1                  | Primer Cuartil   |
| Q2                  | Segundo Cuartil  |
| Q3                  | Tercer Cuartil   |
| $D^{-1}$            | Matriz inversa de la matriz D                                  |
| $D'$                | Matriz transpuesta de la matriz D                              |
| SSQ                 | Suma de cuadrados de Q   |
| r..                 | Promedio de las correlaciones de una matriz                    |
| —                   |  |
| r                   | Promedio de un vector  |
| $a^0$               | Vector inicial   |
| $\ X^0\ $           | Normalización de un vector X                                   |
| $\mu$               | Media de un valor  |

|                 |  |
|-----------------|--|
| $\rho$          | Correlación de un valor  |
| $G_j$           | Matriz indicatriz  |
| $h_j$           | Variable definida en la matriz indicatriz                        |
| max             | Valor máximo   |
| $d_j$           | Vector total de la columna                                       |
| $q_j$           | Variable cuantificada  |
| $a^+$           | Valor de actualización de pesos                                  |
| Km              | Medida de kilómetro  |
| No.             | Significa número   |
| $r_{ij}$        | Valor de cada variable en la matriz R, en la fila i<br>columna j |
| $r_{1p}$        | Valor en la fila 1 columna p                                     |
| $r_{ip}$        | Valor en la fila i columna p                                     |
| $r_{n1}$        | Valor en la fila n columna 1                                     |
| $r_{nj}$        | Valor en la fila n columna j                                     |
| $r_{np}$        | Valor en la fila n columna p                                     |
| $a_1'$          | Valor del primer vector transpuesto de a                         |
| $a_2'$          | Valor del segundo vector transpuesto de a                        |
| $a_j'$          | Valor del j-ésimo vector transpuesto de a                        |
| $\lambda_1$     | Valor propio del primer vector                                   |
| $\lambda_2$     | Valor propio del segundo vector                                  |
| $\lambda_p$     | Valor propio del vector de la fila p                             |
| $\lambda_{k+1}$ | Valor propio del vector de la fila k+1                           |
| $Y_1$           | Primera componente principal                                     |
| $Y_2$           | Segunda componente principal                                     |
| $Y_j$           | J - ésima componente principal                                   |
| $Y_i$           | I - ésima componente principal                                   |
| $Y_k$           | K - ésima componente principal                                   |
| $Y_{j-1}$       | Valor de la penúltima componente principal                       |



|               |   |
|---------------|---|
| $p$           | Valor final de la fila de la matriz donde se expresan las componentes principales |
| $\sigma_{11}$ | Valor de la varianza del valor de la fila 1 columna 1                             |
| $\sigma_{22}$ | Valor de la varianza del valor de la fila 2 columna 2                             |
| $\sigma_{pp}$ | Valor de la varianza del valor de la fila p columna p                             |
| $X'BX$        | Multiplicación del vector transpuesto X por la matriz B                           |
| $X'X$         | Multiplicación del vector transpuesto X por el vector X                           |
| $e_1$         | Valor del primer vector propio  |
| $e_p$         | Valor del vector propio p   |
| $e_{i1}$      | Primer valor de la sumatoria de las componentes principales                       |
| $e_{i2}$      | Segundo valor de la sumatoria de las componentes principales                      |
| $e_{ip}$      | Valor de la columna p de la sumatoria de las componentes principales              |
| $e_{k+1}$     | Valor de la columna k+1 de la sumatoria de las componentes principales            |
| $\perp$       | Signo de normalización entre valores  |
| $\neq$        | Diferente o no igual  |
| $h_{ij}$      | Elementos de la matriz con i filas y j columnas                                   |
| $u_{.d}$      | Suma de los elementos dj con su frecuencia marginal                               |

|                      |   |
|----------------------|---|
| $C_{jl}$             | Cruce de variables de la fila j con la columna l          |
| $H_{n \times m}$     | Matriz de datos de n filas por m columnas                 |
| $\sqrt{\sigma_{kk}}$ | Desviación estándar                                       |
| $\sqrt{\lambda_i}$   | Raíz del valor propio                                     |
| $\rho_{Y_i, X_k}$    | Correlación entre la componente $Y_i$ y la variable $X_k$ |



CIB-ESPOL



CIB-ESPOL

## INDICE DE TABLAS

|             | <b>Pag</b>   |
|-------------|--|
| Tabla I     | Matriz de categoría-etiqueta..... 56                               |
| Tabla II    | Matriz indicatriz G..... 57  |
| Tabla III   | Matriz de frecuencias marginales..... 58                           |
| Tabla IV    | Matriz de marginales bivariantes..... 59                           |
| Tabla V     | Matriz del algoritmos de puntajes normalizados..... 72             |
| Tabla VI    | Estadística descriptiva para el género de la víctima..... 79       |
| Tabla VII   | Estadística descriptiva para la edad de la víctima..... 80         |
| Tabla VIII  | Estadística descriptiva para el tipo de víctima..... 83            |
| Tabla IX    | Estadística descriptiva para el estado civil de la víctima..... 85 |
| Tabla X     | Estadística descriptiva para el lugar del crimen..... 86           |
| Tabla XI    | Codificación de las parroquias por número..... 87                  |
| Tabla XII   | Estadística descriptiva para el arma de ataque..... 88             |
| Tabla XIII  | Estadística descriptiva para la causa del crimen..... 90           |
| Tabla XIV   | Estadística descriptiva para el mes ..... 92                       |
| Tabla XV    | Estadística descriptiva para la hora..... 94                       |
| Tabla XVI   | Variables de estudio..... 97                                       |
| Tabla XVII  | Varianza explicada de los resultados..... 99                       |
| Tabla XVIII | Componentes de las cargas..... 100                                 |
| Tabla XIX   | Matriz de correlación..... 104                                     |

---

## INDICE DE FIGURAS

|             | <b>Pag</b>  |
|-------------|---|
| Figura 1.1  | Mapa geográfico de la ciudad de Guayaquil..... 21               |
| Figura 2.1  | Gráfico de perfiles de la homogeneidad de variables..... 63     |
| Figura 3.1  | Histograma de frecuencias del género de la víctima..... 79      |
| Figura 3.2  | Histograma de frecuencias de la edad de la víctima..... 81      |
| Figura 3.3  | Diagrama de cajas de la edad de la víctima..... 82              |
| Figura 3.4  | Histograma de frecuencias del tipo de la víctima..... 84        |
| Figura 3.5  | Histograma de frecuencias del estado civil de la víctima.... 85 |
| Figura 3.6  | Histograma de frecuencias del lugar..... 87                     |
| Figura 3.7  | Histograma de frecuencias del arma de ataque..... 89            |
| Figura 3.8  | Histograma de frecuencias de la causa del crimen..... 91        |
| Figura 3.9  | Histograma de frecuencias de los meses..... 92                  |
| Figura 3.10 | Diagrama de cajas de los meses..... 93                          |
| Figura 3.11 | Histograma de frecuencias de la edad de la hora..... 95         |
| Figura 3.12 | Diagrama de cajas de la hora..... 96                            |
| Figura 3.13 | Representación de las cargas de las variables..... 101          |

# INTRODUCCIÓN

En el Ecuador contamos con una Institución Pública al servicio de la comunidad como lo es la Policía Nacional (PP.NN).. El Ministerio de Gobierno de la PP.NN. conjunto con el Consejo Nacional de Policía son encargadas de estar al mando de todas las organizaciones que existen dentro de la Institución, como son: Comandancia General de la PP.NN., Organos Judiciales, ISSPOL, Servicio de Cesantía, Inspectoría General, Dirección de Planificación, Dirección General Inteligencia, Dirección General de Operaciones, Dirección General de Bienestar Social, Dirección de Tránsito, Comando del I Distrito, Comando del II Distrito, Comando del III Distrito, Comando del IV Distrito, y las diferentes unidades como el Grupo de Intervención y Rescate (GIR), GOE, Unidad Antisecuestros (UNASE), Oficina de Investigaciones Delictivas (OID), Policía Judicial (PJ).

El trabajo a presentarse trata de un análisis estadístico multivariado de la criminalística en la ciudad de Guayaquil, en donde la unidad OID en unión con la PJ hacen referencia a éste tipo de anomalías; esto es lo que respecta a la ciudad del Guayas, pero el presente trabajo solo hace referencia a la ciudad de Guayaquil.

Este sector de la Fuerza Pública según nuestra Constitución Política del Estado, es auxiliar indispensable para el cumplimiento de las normas legales

penales, en cuanto actúa claro está, al servicio del orden y de lo que es más, la sociedad.

Con los adelantos modernos, la Policía se ha transformado cambiando el sistema empírico de la adivinación de las personas peligrosas y de los delincuentes, por el conocimiento científico y el análisis de todos los fenómenos del delito, mediante el sometimiento de la investigación a una técnica por un sistema racional y científico debidamente sistematizado y que hoy se practica en todos los pueblos civilizados.

La Criminalística, con sus disciplinas científicas, auxilia técnicamente a la Función Judicial, con dictámenes periciales, reconstrucción de los hechos, terceros peritos en discordia y en otras aclaraciones sobre cuestiones criminalísticas, que los jueces, Magistrados y Ministros Jueces, deseen aclarar o complementar en pruebas supervenientes; constituyéndose la criminalística como soporte esencial en los dictámenes Judiciales.

En materia penal la criminalística juega un papel preponderante, porque nos ayuda a encontrar la verdad respecto de los hechos delictivos, ya en lo que tiene que ver con el delito mismo, ya en lo que tiene que ver con el causante de la infracción. Para encontrar la verdad, debemos recurrir a las pruebas, en lo entendido de que estas no son otra cosa que los diferentes medios por los que se llega al descubrimiento de la verdad.

El alcance del presente trabajo tiene como objeto presentar resultados de las diferentes causas, relaciones existentes para que éste tipo de problemas se dan en la ciudad de Guayaquil ya que las personas de varias clases sociales cometen mucho tipos de crímenes y las causas son profundas, de origen social y cultural.

# **CAPÍTULO 1**

## **1. LA EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA CRIMINALÍSTICA**

El objeto de la criminalística es analizar elementos para la investigación y buscar la relación con posibles delitos, esto se basa en la tecnificación de los lamentos, por el cual, se pasa por un primer principio que es el hombre, de la persona humana que utilizó sus manos como herramienta.

### **1.1 Etapas de la Criminalística**

Al hablar de la evolución de la criminalística a nivel mundial se puede tomar en cuenta tres etapas que son:

### **1.1.1 La equívoca**

Constituyen los juicios de Dios o las ordalías, como la magia, los consejeros como parte importante, luego tenemos los duelos.

### **1.1.2 La empírica**

Como aspecto importante tenemos la prohibición de la tortura, donde se activa a policías honestos y experimentados pero sin ningún tipo de formación investigativo.

### **1.1.3 La físico - técnico artística**

Considerada la etapa más importante de la criminalística. Se subdivide en:

- La primera etapa es la racional y objetiva
- La segunda etapa es sistemático y metódico

#### **1.1.3.1 Racional y objetiva**

En donde se empieza a tratar la teoría de los indicios, donde ya podemos determinar un acto.

Es técnicamente y científicamente cuando se ha cometido un delito.

### **1.1.3.2 Sistemático y metódico**

Estos indicios al ser revelados, observados, y analizados nos dan una forma de asesorar al juez de tal manera que pueda juzgar de una manera justa. Esto no implica conocer el testimonio, que es la captación sensorial, lo que uno ve, escucha, etc.

## **1.2 Disciplinas afines de la criminalística**

Las disciplinas afines a la criminalística tenemos, la medicina forense, la medicina legal, la química, la toxicología, la fotografía pericial, balística, documentología.

La investigación criminal es una tarea eminentemente policial que tiene que ser regulada, documentada, e instrumentada por pasos y una vez que se cumpla con todas estas técnicas debe ser incorporada a las pruebas para que el juez tenga un punto de vista más amplio sobre el delito cometido. No se puede confundir la investigación criminal con la investigación legal.

Esta dada casi con exclusividad en forma técnica dentro de la PP.NN. del Ecuador que es el Departamento de criminalística quienes sean los encargados de la investigación en la parte técnica de los hechos, es decir, recolección de indicios como huellas digitales, indicios orgánicos, sangre, indicios inorgánicos, armas, cartuchos, del porque del hecho y sea la PJ la encargada de levantar los partes correspondientes e investiguen la causa del crimen, al criminal, a la víctima, familiares y testigos.

Al hablar de criminalística parecería que uno se refiere siempre a los laboratorios de investigación criminal de los cuales disponen las distintas policías y fuerzas de seguridad, pero lo real es que siempre, según el caso que nos ocupe, se debe recurrir a distintas personas que por sus conocimientos, en razón de su ciencia, arte u oficio puedan colaborar en la investigación de hechos delictivos.

La criminalística es una ciencia de la policía moderna que parte del estudio del criminal. Es una ciencia de mucha importancia para el estudio del Derecho y relevante para la administración de Justicia Nacional. Ciencia aplicada, de datos e indicios, que por medio de una observación crítica, técnica y comparativa, asesoran en el esclarecimiento del delito y la identificación de los autores, cómplices y encubridores.

En la criminalística de campo no basta saber, proteger, observar y fijar el lugar de los hechos, tampoco basta conocer las técnicas para la colección de indicios, ni tampoco es suficiente saber administrarlos a las diversas secciones del laboratorio de criminalística. No, la criminalística de campo no concreta sus actividades en las fases de investigación citadas, el experto que la practica debe aplicar otros conocimientos vastos y vigentes que ofrecen las otras disciplinas científicas que constituyen a la criminalística general, con objeto de contar con bases técnicas para aplicar la metodología específica y razonar científicamente el valor de las evidencias físicas que se registran en las conductas presuntamente delictuosas.

La criminalística, como ciencia pena auxiliar, no ha sido todavía completamente integrada en los planes de estudio de algunas facultades y escuelas de derecho y medicina, con el fin de conocerla y apoyarse en sus conocimientos científicos, para que los profesionistas obtengan el acuerdo adecuado y encuentren la luz que buscan para tomar mejores decisiones de mayor fiabilidad y aceptable credibilidad en sus tareas profesionales.

La criminalística cuyo objeto de estudio u objeto material, es el estudio técnico de las evidencias materiales que se producen en la comisión de hechos presuntamente delictuosos, auxilia a cualquier rama de derecho general y en forma oficial o particular a cualquier institución del gobierno o empresa privada, ya que por ejemplo, en el derecho civil, laboral, fiscal, mercantil, bancario, etc. podría surgir la necesidad científica e investigar cuestiones técnicas en probables fraudes, robos, falsificaciones de firmas o documentos, así como en maquinaciones o maniobras, donde estas ciencias con sus conocimientos podría dilucidar interrogantes que se presentarán en algún caso concreto, haya sido o no denunciado a las autoridades que les compete su investigación, con objeto fundamental de conocer la forma de realización, los instrumentos u objetos utilizados para su ejecución y lograr la identificación de autor o autores y demás involucrados.

La criminalística como ciencia, cuenta con objetivos perfectamente definidos, con principios científicamente establecidos y prácticamente comprobados, asimismo ha implementado metodología propia de acuerdo a sus actividades y utiliza el método científico para formular

sus teorías, leyes o principios y para razonarlos deductivamente aplica las proposiciones del silogismo universal.

La criminalística es una técnica y táctica criminal es la ciencia de los datos e indicios que por medio de su observación crítica, técnica y comparativamente asesoran en el esclarecimiento del delito y la identificación de sus autores. Podemos aclarar la siguiente teoría es el conjunto de técnicas y aplicación de leyes científicas aportadas a esta ciencia penal para ayudar a su esclarecimiento.

### **1.3 Que hace el investigador criminal**

Una de las ciencias que más incremento y que mayor perfección ha alcanzado en estos tiempos, es la que trata de los métodos, sistemas y organizaciones establecidas en el laudable pero difícil propósito de no dejar delito impune, descubriendo ante todo, a quien con certeza irrefutable, puede ser señalado con el implacable dedo justiciero, como protagonista del delito investigado.

Que ocurre al investigador que en las diligencias a que lo lleva su azarosa y delicada misión marcha de tumbo en tumbo ciego, en un laberinto del cual le sea imposible salir, con el resultado de un rotundo fracaso. Podrá después, pasearse airoso entre sus conciudadanos diciendo que el no haber alcanzado su objeto se debió a los gajes del oficio. Nunca habría reivindicación posible para quien tan fuerte procediera.

El investigador profesional, el científico y el estudioso, deben hallar en

todo asunto comentado a su pericia, la senda que les permita culminar con pleno éxito su tarea.

Sólo así serán eficaces colaboradores de los dedicados a la noble y ecuménica tarea de administrar justicia. Sólo así contribuirán para que el castigo, severo y cierto, caiga sobre quienes puedan merecerlo. Solo no correrán el peligro de hacer castigar injustamente al inocente.

En nuestra ciudad el investigador criminal para obtener una buena referencia en cuanto a las causas del crimen, realiza una exploración de la escena del delito, en base a los siguientes pasos.

### **1.3.1 Llegar con rapidez**

Debe estar siempre dispuesto a realizar las actividades con rapidez y atento a cualquier circunstancia que se presenta en cualquier momento, instante, lugar, que se requiera estar en la escena del hecho.

### **1.3.2 Protección del lugar**

Debe proteger el lugar para que no sean alterados algunos de los indicios que se han suscitado en el lugar de los hechos. El lugar puede ser en áreas despejadas llamadas también escenas abiertas, en escenas cerradas como paredes, techos, cosas; en escenas descubiertas que se da limitadas por paredes; o en vehículos, aviones, helicópteros, motos, llamadas escenas móviles.

### **1.3.3 Proteger a la víctima**

Como el presente trabajo trata de los crímenes, en este caso el investigador criminal se encargará de esperar a la persona encargada que en nuestro caso es el Fiscal de Turno para que haga el respectivo levantamiento del cadáver.

El cadáver puede tener las siguientes maneras:

- Decúbito ventral postura boca abajo.
- Decúbito dorsal postura boca arriba.
- Decúbito lateral derecho sobre el piso.
- Decúbito dorsal izquierdo sobre el piso.
- Postura de sentado.
- En suspensión en el caso de los ahorcados, sin topar la superficie.
- Suspensión incompleta, cuando topa el piso.
- Sumersión completa en el caso de los ahogados en el río o en una piscina.
- Sumersión incompleta cuando topa el piso.
- Fetal posición en el vientre de la madre.
- Boxeador posición adoptada por personas con quemaduras.
- Genopectoral asentar el pecho.
- Tripoide sin asentar el pecho.

### **1.3.4 Trabajar en equipo**

Es importante que el investigador aprenda a trabajar en equipo para que los indicios tengan una buena recopilación e investigación.

### **1.3.5 Observación del lugar**

Con el fin de buscar e indagar indicios, objetos, para dar una idea bastante aproximada de lo que es la investigación criminal.

### **1.3.6 Fijación**

Que se hace escrita o fotográfica depende como lo vea más conveniente el investigador y de los materiales que tenga a su alcance.

### **1.3.7 Recolección**

Trata de recoger evidencias respecto al hecho, lo debe hacer con guantes o algún material que proteja las cosas recolectadas para no alterar las huellas digitales o cualquier tipo de huellas que se encuentren en la misma. Los indicios recolectados pueden ser:

- Determinables .- asegurar precisión por ejemplo. Arma de fuego, armas blancas, las mismas que no necesitan análisis.
- Indeterminables .- que son las que necesitan análisis, por ejemplo, sangre, cabellos.

### **1.3.8 Traslado**

Es el traslado de todos los indicios que se realizaron en el proceso de recolección.

## 1.4 Que hace el delincuente

Es el principio biológico el de que " cada individuo es idéntico a si mismo como diferente de los demás "; y en medicina existe el que " no hay enfermedad sino enfermos ". En Criminología se afirma que " no hay delito sino delincuente "; y por lo tanto, como consecuencia necesaria de este último principio que " no hay que castigar el acto sino al autor ". Luego es la Policía Judicial a la que corresponde la tarea de establecer la calidad del reo dado que cada criminal es distinto de los demás.

## 1.5 La lucha contra el crimen

La lucha científica contra el crimen que revisa el Juez con los datos que aporta la OID, PJ, y el departamento de Criminalística comprende dos fases;

- a) La Estática o representada por el Código Penal, la Policía y los prisioneros; y,
- b) La Dinámica o actuante que adelanta la investigación (criminalística) y que opera por medio del juicio (la criminología). Y en último término, por la pena que corresponda al delito (la penalogía).

La Policía Judicial es el intermediario consciente y necesario entre el Juez y el criminal. Ella se dirige a poner en claro el sujeto del delito mediante los conocimientos y prácticas técnicas

que esta tarea supone, aún a través de todas las dificultades que implica.

Bajo la influencia de la Criminalística, la prueba de indicios o indiciaria rechazada en muchas legislaciones por su evidente falibilidad, ha venido a ser considerada como sistema probatorio más firme del porvenir.

Así pues la criminalística se define como " la ciencia que por medio del análisis eleva los simples indicios al rango de pruebas, a la manera que el microscopio hace de una mancha un mundo poblado de figuras y aún de seres vivientes ".

## **1.6 DEFINICIÓN**

Se suele denominarse "criminalística" a la disciplina que tiene por finalidad el descubrimiento de los delitos. En la práctica policial y judicial no es suficiente saber que un hecho punible ha tenido ejecución sino que se necesita averiguar., como donde, cuando y quien lo realizó a efecto de poder imponer la adecuada sanción penal. En la técnica moderna, la criminalística se vale de ciencias y artes diversa, tales como : la física, la química, la medicina legal, la antropometría, la fotografía, la dactiloscopia, la balística, etc, que permiten en cada caso determinar el valor probatorio de los rastros e indicios que han sido advertidos.

La criminalística es un problema policial de seguridad muy complejo. Desde el punto de vista de la finalidad, los crímenes se clasifican en:

- Delito simple.- aquel cuya finalidad principia y termina en el delito mismo. Ejemplos, robo simple es aquel que tiene la finalidad de apropiarse de lo robado, asesinato simple es aquel por el que se persigue dar muerte a una persona, simplemente para que ésta deje de vivir.
- Delito Medio .- es aquel que se perpetra para hacer posible la comisión de otro que constituye la verdadera finalidad, como matar para robar, robar un arma para matar, etc.
- Delito Consecuencial.- es aquel que se hace necesario solamente por ocultar otro anterior, como asesinato de los testigos, el robo de libro de cuentas, el incendio de la casa del lugar del crimen, etc.

De todas estas descripciones podemos mencionar los motivos y cuales son los más comunes.

- La venganza por injuria u ofensas recibidas, por rivalidad, etc.
- El impulso pasional por celos.
- El interés económico.
- El propósito de robar.
- El deseo de ocultar otro delito.
- El impulso patológico de los anormales.
- Riña provocada por embriaguez alcohólica o de drogas.
- Riña provocada por enemistad anterior.

Existen crímenes a manera de suicidio con las siguientes características:

- La pasión : pérdida del sujeto amado, imposibilidad de la conquista, adulterio, celos, etc.
- La situación económica : pobreza continuada, quiebras, etc.
- Los estados patológicos físicos, como enfermedades incurables.
- Los estados patológicos psíquicos, como casos de angustias, delirios persecutorios, etc.

En los abortos o infanticidios, los motivos más comunes son:

- Necesidad de ocultar la falta en las mujeres solteras o en las casadas adúlteras.
- Pobreza extrema.

Según el Registro Oficial No.360 del Jueves 13 de enero del 2000 tenemos el artículo 103 que dice: - en caso de aborto los peritos harán constar en el informe los signos demostrativos de la expulsión o destrucción violenta del feto, el tiempo probable del embarazo, las causas que hayan determinado el hecho, si ha sido provocado y, las demás circunstancias que deban tomarse en cuenta para apreciar integralmente la infracción - .

En los delitos de carácter sexual y de aborto los peritos practicarán el reconocimiento sin la presencia del Fiscal y del Secretario.

En la violación, los motivos más comunes son:

- La perversión sexual (sádicos)

- Las intoxicaciones excitantes (Ebrios, drogadictos, etc.)
- La necesidad asociada a la oportunidad (ocasionales)

## 1.7 DESCRIPCIÓN

El concreto de criminalística se puede definir como : “la serie de pasos que dan respuesta lógica a una pregunta específica”. En concreto la criminalística es “una ciencia natural multidisciplinaria, que reúne conocimientos generales, sistemáticamente ordenados, verificables y falibles”. La criminalística es natural y multidisciplinaria, porque sintetiza para los conocimientos propios de su área, a la química, la física y la biología. Y porque se desglosan de ella, la criminalística de campo, la balística forense, la documentoscopia, los explosivos e incendios, la fotografía forense, los hechos de tránsito terrestre, los sistemas de identificación, las técnicas forenses de laboratorio y otras.

El método que sigue la ciencia natural para su investigación se llama científico y en su aplicación se cumple generalmente con la sucesión de cinco pasos fundamentales:

- La observación
- El problema
- La hipótesis
- La experimentación
- La teoría, ley o principio

1- en la observación de hechos, fenómenos o cosas, se utilizan los cinco sentidos, a fin de obtener información indiciaria que sea útil para buscar la razón de lo que se inquiere. La acción de la observación, se puede considerar como una información deliberada, sistemática y dirigida hacia un objetivo firme y definido, encamina a dar el conocimiento de lo que se busca. La observación se aplica con métodos y apoyada por instrumental gráfica.

2- el planteamiento del problema, se circunscribe a interrogantes establecidas provenientes de los hechos, fenómenos o cosas observadas. El científico en su empeño por reconocer lo que observa, se formula varias preguntas encaminadas a plantear objetivamente el problema, por ejemplo:

- que...sucedió
- cómo...sucedió el hecho
- dónde...sucedió el hecho
- cuándo...sucedió el hecho
- cuándo....sucedió el hecho
- con qué.....se realizó el hecho
- por qué...sucedió el hecho
- quién.... realizó el hecho

las respuestas se pueden encontrar en las hipótesis que se formulan con base en juicios condicionados, de las cuales solo una será probada por medios experimentales.

3- La formulación de una hipótesis es una explicación condicional que trata de predecir el desarrollo del fenómeno o hecho ocurrido. Se

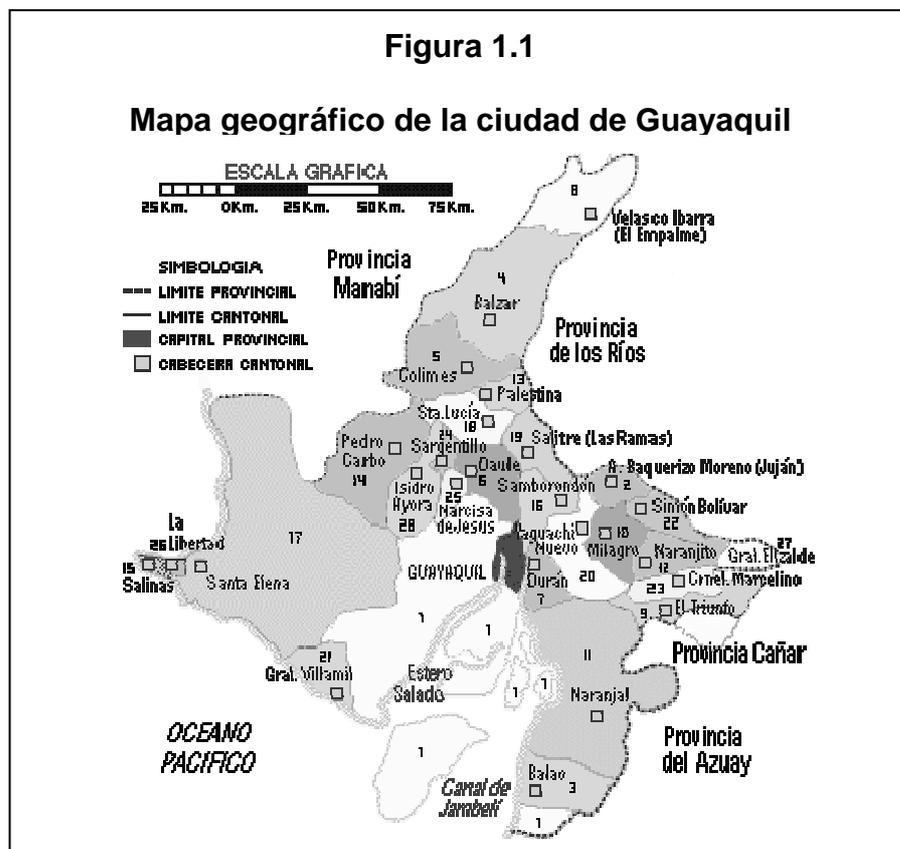
estima que la hipótesis es la respuesta al problema y se pueden establecer tantas hipótesis como sean necesarias, pero una a una, con los procedimientos adecuados para llegar a la correcta explicación del fenómeno o hecho. La hipótesis seleccionada tendrá que ser probada o reprobada por la experimentación y si no es válida se tendrá que desechar y formular una nueva, pero las hipótesis desechadas marcan el camino y suministran mejores conocimientos para llegar a la conveniente.

- 4- La experimentación es el medio de reproducir o provocar deliberadamente los hechos o fenómenos cuantas veces sea necesario, a fin de observarlos, comprenderlos y coordinarlos con las experiencias y con las hipótesis establecidas. Las buenas conclusiones científicas en la experimentación, nos dan el marco de validez y fiabilidad en la comprobación para determinar teorías, leyes o principios.
  
- 5- La teoría, ley o principio, es el resultado final y de probable aplicación universal, producto de experimentaciones repetidas, positivas y generales en el estudio de hechos, fenómenos o cosas. Las teorías aceptadas como válidas pueden formar una ley o principio general, el cual se aplica en la ciencia o estudio y además las leyes o principios nos sirven como base para nuestras investigaciones, aunque no se aceptan como completamente infalibles, ya que nuevos fenómenos o hechos y nuevos elementos para producirlos, pueden provocar la invalidez y cambio de una ley previamente establecida y modificar o dar nacimiento a otra.

### 1.7.1 Descripción de la Ciudad de Guayaquil

El cantón de Guayaquil es la cabecera municipal de la Provincia del Guayas, es la ciudad más grande del país, cuenta con aproximadamente 2'100.000 habitantes. Predomina el clima cálido tropical o Tropical húmedo con una temperatura de 25° C; y en épocas de calor va desde 36° C a 38° C. Promedio anual. Además es uno de los puertos más importantes del país y del Océano Pacífico por esa razón llamada la “Perla del Pacífico”.

Es una ciudad de contrastes, pulmón económico, financiero, comercial, pasando principales productos de exportación e importación, generando riquezas, divisas para el desarrollo del Ecuador y así también con un alto índice delincriminal.



### **1.7.2 Descripción de la Ciudad de Guayaquil por parroquias**

La ciudad de Guayaquil, está conformada por diez y seis (16) parroquias urbanas y por cinco (5) parroquias rurales.

Las parroquias urbanas son las siguientes:

- Ayacucho
- Bolívar
- Carbo
- Febres Cordero
- García Moreno
- Letamendi
- Nueve de octubre
- Olmedo
- Roca
- Rocafuerte
- Sucre
- Tarqui
- Urdaneta
- Ximena
- Chongón
- Pascuales

Las parroquias rurales son las siguientes:

- Gómez Rendón
- El Morro

- Posorja
- Puná
- Tenguel

### **1.7.3 Descripción de las parroquias URBANAS**

la palabra “urbana” se deriva del latín **urbit** que quería decir urbe, civilización, o todo lo referente a la ciudad, de ahí que podemos decir que parroquia urbana es todo asentamiento poblacional que se encuentra dentro e los límites de la ciudad.

La descripción de cada una de las parroquias urbanas del cantón fue organizado y realizado por un sofisticado sistema de fotografías aéreas, hoy en día también ayudado por tecnología satelital. El Municipio es encargado de la confección, impresión y difusión del mapa de las parroquias urbanas. Esta información es un documento cartográfico de suma importancia, ya que se convierte en un instrumento que ayuda a la municipalidad y en concreto al departamento de planeamiento urbano y catastro, para establecer el número exacto de manzanas, calles, áreas verdes, y demás elementos que integran la urbe.

El Municipio mediante el mapa de las parroquias urbanas establece una especie de termómetro de las necesidades en cuanto a los servicios básicos que los habitantes de la ciudad requiere, tales como:

recolección de basura, alcantarillado, alumbrado público, áreas verdes, parques y alamedas.

De la misma manera el Comando Provincial del Guayas Regimiento No.2 se encarga de sectorizar la ciudad en cada una de las parroquias para llevar a cabo su operativo frente a la delincuencia.

#### **1.7.3.1 Parroquia Ayacucho .-**

Por el NORTE la calle Carlos Gómez Rendón, por el SUR la calle Venezuela; por el ESTE la orilla del Río Guayas; y por el OESTE la Avenida Quito; Comprende el Parque España o Parque Infantil, la Iglesia del Corazón de Jesús, el estadio Capwell, el Complejo de la Federación del Guayas y la Empresa Eléctrica

#### **1.7.3.2 Parroquia Bolívar .-**

Por el NORTE la calle Colón, por el SUR la calle Carlos Gómez Rendón; por el ESTE la calle Lorenzo de Garaycoa; y por el OESTE la Avenida Quito; Comprende la Maternidad Enrique Sotomayor, que es uno de los centros asistenciales de mayor tradición.

#### **1.7.3.3 Parroquia Carbo .-**

Por el NORTE Cumbres de los Cerros Santa Ana y el Carmen hasta la orilla del Río Guayas, por el SUR la Avenida Nueve de Octubre; por el ESTE la orilla del Río Guayas; y por el OESTE la calle Boyacá y su prolongación hacia el norte por la subida al sanatorio del LEA y

carretera que conducen a las cumbres de los Cerros Santa Ana y el Carmen; en ésta parroquia hay importantes instituciones públicas y privadas.

#### **1.7.3.4 Parroquia Febres Cordero .-**

Por el NORTE partiendo de la altura de la calle décima primera (Federico Godín) por la margen derecha del estero salado sigue la línea del límite urbano de la ciudad; por el SUR proyección Este, orilla derecha, del Estero de las casitas hasta la altura de la calle décima primera (Federico Godín); por el ESTE calle décima primera; y por el OESTE límite urbano. Es la más poblada del cantón Guayaquil. Aquí se encuentran importantes instituciones: Hospital Guayaquil y Santa Marianita de Jesús; cementerio Ángel de María Canals; Batallón del suburbio, Centro Artesanal Nueva Sociedad, iglesia de Cristo Rey. El puente Portete atraviesa el estero Salado y comunica a esta parroquia con la Tarqui.

#### **1.7.3.5 Parroquia García Moreno .-**

Por el NORTE calle Carlos Gómez Rendón; por el SUR la proyección hacia el Este del Estero Las Ranas desde las calles Quito hasta la calle Lizardo García; por el ESTE la Avenida Quito; y por el OESTE la calle Lizardo García.

Comprende las calles Pedro Pablo Gómez y Lizardo García; la continuación del estero Mogollón y la Avenida Quito, limitan a esta parroquia. Las escuelas para ciegos y sordomudos, el parque y el barrio de las casas colectivos del I.E.S.S., la capilla de Santo Domingo y el Mercado Municipal, forman parte de su Jurisdicción.

#### **1.7.3.6 Parroquia Letamendi.-**

Por el NORTE calle Carlos Gómez Rendón; por el SUR la proyección este del Estero Las Ranas, orilla derecha, hasta la altura de la calle Lizardo García; por el ESTE la calle Lizardo García ; y por el OESTE la calle décima primera (Federico Godín) hasta encontrar la proyección este del estero de las casitas, a orilla izquierda, aguas abajo, hasta encontrar la desembocadura del estero Las Ranas.

#### **1.7.3.7 Parroquia Nueve de Octubre.-**

Por el NORTE la Avenida Nueve de Octubre; por el SUR la calle Colón; por el ESTE la Avenida Quito; y por el OESTE la calle Lizardo García.

En esta parroquia se destacan: el Monumento a Francisco Urbina Jado, la Iglesia del Corazón de María (Victoria) y el Museo Antropológico. Además la piscina olímpica, pista atlética de la Federación Deportiva del Guayas.

#### **1.7.3.8 Parroquia Olmedo.-**

Por el NORTE la calle Colón; por el SUR calle Carlos Gómez Rendón; por el ESTE la orilla del Río Guayas; y por el OESTE la calle Lorenzo de Garaycoa.

Comprende los parques Chile, Montalvo y la Plaza Olmedo, las iglesias de San José y San Alejo, el Asilo Mann, la Comisión de Tránsito del Guayas, el Mercado Sur y el Fuerte San Carlos, son lugares importantes de la parroquia. Aquí se hallan los barrios Cinco esquinas, Conchero y Mercado Sur.

#### **1.7.3.9 Parroquia Roca.-**

Por el NORTE desde la cumbre del cerro del Carmen, una línea con dirección oeste que desciende hasta la carretera que conduce a la Atarazana y por esta hasta encontrar la proyección hacia el norte de la calle Machala; por el SUR la Avenida Nueve de Octubre; por el ESTE la calle Boyacá y su proyección hacia el norte por la subida al Sanatorio de LEA hasta la cumbre del Cerro del Carmen; y por el OESTE la Avenida Quito hasta la calle Julián Coronel y por ésta, hasta encontrar y seguir la proyección hacia el norte de la calle Machala.

#### **1.7.3.10 Parroquia Rocafuerte.-**

Por el NORTE la Avenida Nueve de Octubre; por el SUR la calle Colón; por el ESTE la orilla del río Guayas; y por el OESTE la Avenida Quito.

#### **1.7.3.11 Parroquia Sucre.-**

Por el NORTE la calle Colón; por el SUR la calle Carlos Gómez Rendón; por el ESTE la Avenida Quito; y por el OESTE la calle Lizardo García.

#### **1.7.3.12 Parroquia Tarqui.-**

Por el NORTE el límite urbano de la ciudad; por el SUR una línea que parte de la orilla del río Guayas, sube hasta la cumbre de los Cerros Santa Ana y del Carmen y siguiendo dirección oeste y el descenso natural de los dichos cerros hasta encontrar la prolongación hacia el

norte de la calle Machala, por esta proyección hasta la calle Julián Coronel, por esta hasta la Avenida Quito hacia el sur hasta la Avenida Nueve de Octubre.

#### **1.7.3.13 Parroquia Urdaneta.-**

Por el NORTE la Avenida Nueve de Octubre, margen derecha del Estero Salado hasta encontrar el límite urbano; por el SUR la calle Carlos Gómez Rendón; por el ESTE la calle Lizardo García; y por el OESTE la calle décima primera (Federico Godín) y parte del límite urbano en el nacimiento de la península que existe en ese lugar en el Estero Salado.

#### **1.7.3.14 Parroquia Ximena.-**

Por el NORTE la calle Venezuela; por el SUR el límite urbano de la ciudad; por el ESTE la orilla del Río Guayas; y por el OESTE la Avenida Quito y su prolongación hacia el sur hasta encontrar la proyección este del estero Las Ranas y por la orilla izquierda de éste aguas abajo, hasta encontrar el límite urbano.

#### **1.7.3.15 Parroquia Chongón .-**

Está al oeste de la ciudad de Guayaquil, a unos 24 Km en la vía que conduce a Salinas.

Esta parroquia hasta hace pocos años estaba encasillado como parroquia rural, el crecimiento de la ciudad ha obligado al cabildo a incorporarla como parroquia urbana del cantón.

### **1.7.3.16 Parroquia Pascuales .-**

Ésta parroquia urbana de Guayaquil está al norte y se puede llegar a ella por la carretera que conduce a Daule en el Km. 15.

Esta parroquia hasta hace pocos años estaba encasillada como parroquia rural el crecimiento de la ciudad ha obligado al cabildo a incorporarla como parroquia urbana del cantón.

### **1.7.4 Descripción de las parroquias RURALES**

Las parroquias rurales ocupan un lugar de primer orden en cuanto a la producción agrícola del cantón, ya que se constituyen en los centros de abastos inmediatos tanto de la cabecera cantonal, como de las parroquias urbanas que la conforman, de ahí que son importantes las vías de comunicación con este sector, lo que permite el abaratamiento en los costos de los productos que se obtienen en estas parroquias.

Es el asentamiento poblacional que se encuentra fuera de los límites de la urbe (ciudad). Los inicios de la parroquia rural se han dado por etapa, las mismas que se van dando de la siguiente manera:

- Aldea.- por lo general está conformada por tres o cuatro familias, separadas de una corta distancia.
- Caserío.- cuando la aldea ha sufrido un aumento poblacional.
- Recinto.- viene a ser la conformación de caseríos

El cabildo de la ciudad, no solamente tiene jurisdicción en el perímetro urbano, es decir dentro de la ciudad, sino que su jurisdicción abarca también a los sectores no urbanizados y que integran el cantón.

El mapa de las parroquias rurales, cumple igual función que el mapa de las parroquias urbanas, es decir, utiliza la misma tecnología para su levantamiento. Así mismo el Comando Provincial del Guayas, Regimiento No.2 se encarga de sectoriza la ciudad para su respectivo control frente a la delincuencia.

#### **1.7.4.1 Parroquia Juan Gómez Rendón (Progreso).-**

Se halla al oeste de la ciudad de Guayaquil. Su carretera principal se divide en dos ramales. El de la derecha lleva a Salinas y el de la izquierda a Playas. .

#### **1.7.4.2 Parroquia Puná .-**

Está en la isla del mismo nombre, al sur de Guayaquil.

#### **1.7.4.3 Parroquia Tenguel .-**

Está al sur del cantón Balao, en a provincia del Guayas. Es la parroquia de mayor desarrollo agropecuario dentro del cantón Guayaquil.

#### **1.7.4.4 Parroquia Posorja .-**

Está al sureste de la ciudad de Guayaquil, frente al canal de El Morro y en la carretera que conduce a Playas se destacan: la cabecera parroquial, Posorja y Data de Posorja, este último es un importante centro pesquero.

#### **1.7.4.5 Parroquia El Morro.-**

Ubicada al suroeste de Guayaquil. Se puede llegar a ella desde Playas o Posorja.

### **1.8 OBJETIVO**

El objetivo de este trabajo es descubrir las características y el autor del delito en sus diversos aspectos, lo que da lugar a una serie de actividades que constituyen esta moderna ciencias. Su importancia se acredita teniendo en cuenta que el quehacer policial y judicial, donde se enfrentan las garantías constitucionales y la responsabilidad jurídico – social, no basta saber que se ha realizado un hecho punible, sino que además, se necesita probar, como, donde, cuando y quien lo llevó a cabo para poder castigarlo.

En la técnica moderna , la criminalística utiliza ciencias y artes diversas, la física, química, medicina legal, antropometría, la fotografía, la dactiloscopia, la balística, y muchas de otras que harían interminables su enumeración, y que permiten en cada caso el valor probatorio de los rastros e indicios que han sido advertidos.

Otras de sus características es la de ser una disciplina auxiliar del derecho penal. Esta índole accesoria no le resta tampoco importancia alguna, sobre todo si entendemos que la eficiencia del derecho penal depende en buena parte, a su vez de la eficacia criminalística.

En resumen podemos decir que no es una disciplina empírico - cultural, sino explicativa y formalística por el conjunto sistemático de otras disciplinas naturales, teniendo por objeto del descubrimiento y verificación del ilícito,.

Como definición diremos que la criminalística es la disciplina auxiliar del derecho penal que se ocupa del descubrimiento y comprobación científica del delito y del delincuente.

Así, en la búsqueda del delincuente se busca por reunir toda suerte de indicios y pruebas que nos permitan conocerlo, diferenciarlos de todos los demás: sangre , pelos , manchas, estatura, armas, manera de actuar, etc. la reunión sistemática y científica de tales entendimiento y conocimientos.

“al individuo que se busca, lo va individualizando, respecto de otras y cuando se lo cree tener debidamente determinado , diferenciado, se lo identifica, es decir, se lo verifica y esta poniendo todos los elementos obtenidos en su propia persona.”

Con lo expuesto no se agota el campo psicológico de la criminalística y de la policía científica, pues quedan aun los aspectos relativos al testimonio, a la denuncia, a la confesión , al lenguaje o guerra criminales, etc. En lo relativo al habla de los delincuentes, símbolos, etc, conviene tener presente que si bien las obras extranjeras son de utilidad, lo importante ponderando que cada pueblos tiene genuinas formas de expansión en todos lo aspectos es conocer la relativa mención del delincuente, hasta llegar a concretar sistemáticamente, no

por simples recopilaciones, esa psicología del lenguaje del delincuente, sin olvidar que la misma, al igual que la del lenguaje corriente, experimenta una constante evolución y transformación y que por consiguiente , tal labor se puede estimar como totalmente lograda.

## **1.9 CAUSAS**

La Policía Judicial es la aplicación práctica de la Criminología. Estudia siempre en concreto los siguientes puntos:

- a) Las causas de la criminalidad respecto de cada delincuente, y en caso concreto si son de orden interno o antropológico o de orden externo o sociológico;
  
- b) Las formas de la criminalidad con ocasión de determinado delito, psicológicas o de orden interno, externo o sociales;
  
- c) La represión considerada en sus relaciones con la acción criminal y la acción penal, a través de la responsabilidad en sus causas particulares, fase que comprende la investigación del delito y el tratamiento de los delincuentes;
  
- d) La prevención estudiada por el aspecto del peligro social, de las medidas de defensa preventiva y de seguridad social, y en cuanto a los detalles pertinentes a la investigación de los lugares y de los

peligrosos, la aplicación de las medidas, la vigilancia especial de la Policía y la tutela penal.

A los métodos científicos que han venido a llamarse Policía Judicial se debe la creación de los Laboratorios de Policía o de Investigación Criminal que hoy existe en varias capitales del mundo, mediante los cuales se organiza la investigación de una manera metódica, transformando el sistema empírico de la adivinación o intuición de la Policía, en el sistema científico de la comprobación de laboratorio.

### **1.9.1 Causas Sociales**

Un papel importante y que debemos mencionar primero es la corrupción. Que es tan antigua como el hombre mismo y que azota con su maniobrar, a todos los niveles sociales de nuestra sociedad.

La corrupción es asfixiante y de palpitante actualidad. Para que se produzca la corrupción, han hallado varios factores entre los cuales podemos mencionar: la pérdida de valores en nuestra sociedad, la generalización de la falta de respeto a casi todos los niveles, sociales, culturales y económicos.

La influencia de los medios de comunicación, que lo único que persiguen es el sensacionalismo, sin importar la pérdida de valores morales, que con la finalidad de poner al tanto de las noticias del día, hacen conocer la corrupción más variada y actualizada que existe no solo en nuestro país sino en el resto del mundo, no hacen conocer las

últimas técnicas y tecnologías utilizadas para el acometimiento de los diferentes hechos delictivos.

Otros medios de comunicación como son los cines, videos, etc., en donde se proyecta películas con excesiva violencia y que muestran las más variadas formas de cometer hechos delictivos, las cuales son de fácil acceso a nuestros niños y jóvenes que caen la trampa de la publicidad y por la influencia de los mismos tienden a imitar las acciones que observan, agravando más aún la pérdida de valores en nuestra sociedad. Se debe sensibilizar a los medios de comunicación para que dejen de hacer apología del delito y de los delincuentes, ya que lo único que logran con el amarillismo periodístico existente en nuestro medio es poner al día a los delincuentes en como cometer sus diferentes delitos y tener impunidad.

Otro de los factores sociales que ayudan al incremento del cometimiento de ilícitos, en nuestra sociedad es la falta de personal policial, para desarrollar eficientemente la labor a los policías encomendada, hablando en términos estadísticos, diremos que existe un policía por cada 540 habitantes, observándose que sería recomendable que el personal policía por lo menos se quintuple y poder de esta forma tener un policía por cada 100 a 110 habitantes.

A lo anotado debemos sumar la falta de medios logísticos para el cumplimiento de las labores específicas de la Policía Nacional, debiendo en este ámbito indicar entre otras cosas, vehículos para

movilización, armamento acorde a la tecnología actual, pues se observa que la Policía esta en desigualdad de condiciones, por su armamento anticuado y con una marcada escasez de munición.

Algo que ayuda a incrementar el acometimiento de delitos, es la corrupción o delincuencia de cuello blanco, la cual en nuestro país ha producido un deseo generalizado de imitar, por cuanto sus autores casi nunca o nunca son detenidos, peor aún procesados, mucho menos sentenciados. Lo que genera en la gente un deseo de cometer los mismos hechos y que su ilícito accionar quede impune. Por esto cuando determinada persona llega a un cargo público va con la única idea de obtener provecho personal, sin pensar siquiera en desempeñar su cargo, cualesquiera sea este en forma honrada y digna.

Desgraciadamente algo que ha influido y ayuda en el incremento de la delincuencia es la existencia, en los últimos gobiernos corruptos, el pésimo papel que ha desempeñado la función legislativa, aún cuando trata de publicar sus acciones, que son pocas y casi inexistentes.

En el ámbito económico existen múltiples factores coadyuvan al incremento de la delincuencia es también algo que observamos en nuestras autoridades y funcionarios públicos, el favoritismo o tráfico de influencias para la adjudicación de determinados puestos públicos, haciendo que la gente que no está capacitada o no tiene la moral mínima necesaria, se desenvuelva en puestos importantes de gerencias, administración, jefaturas, etc. No pudiendo bajo ningún

punto de vista desempeñar adecuadamente las funciones a ellos encomendadas, pero aún responder en cualquier campo por sus acciones sean estas buenas o malas. A lo mencionado debemos sumar el otorgamiento de contratos millonarios a personas jurídicas o naturales previamente seleccionadas, que tienen como su objetivo la consecución de beneficios personales y que cuando fracasan, incumplen o no terminan su trabajo, no son capaces de pagar las indemnizaciones correspondientes o responder por sus acciones sea en el campo penal o civil.

Otro de los factores que facilita el auge delincencial en nuestro país es que mientras en una provincia importante como el Guayas se promulga el Decreto de emergencia, con lo cual se controla y frena algo la delincuencia. Al contrario, en el resto de las provincias como Pichincha, Chimborazo, Cuenca, entre otras; produce un efecto contrario, pues los delincuentes al ver el control policial y militar emigran a otras provincias y ciudades cambiando sus centros de operaciones a otras provincias y ciudades con menos control.

Una premisa que debemos tener en cuenta en nuestro diario convivir, como integrantes de una sociedad resquebrajada, es que la pobreza de valores morales incrementa la corrupción y por ende aumenta la delincuencia.

### **1.9.2 Causas económicas**

El ser humano para vivir digna y decentemente, necesita satisfacer necesidades básicas de vivienda, alimentación, salud, educación, dentro de ello se encuentra el problema del desempleo, la pobreza, la promiscuidad, el hacinamiento, la migración y el analfabetismo, son unas de las principales causas dentro del campo económico para el incremento del delito país.

Esta crisis económica que atravesamos nosotros los ecuatorianos; sumado a las por decirlo menos, malas políticas económicas; la dificultad de pagar la deuda externa; el bajo valor adquisitivo de nuestra moneda; y, al momento la famosa puesta en marcha de la dolarización: son factores que agravan la crisis económica de todos los ecuatorianos. Vemos con preocupación que anteriormente se conocía tres clases económicas al interior de nuestro país, actualmente vemos que solamente existen dos la alta y la baja, es decir que la antigua clase media ha cambiado o ha incrementado la clase baja.

A esto debemos agregar la desigualdad de ingresos en nuestra sociedad, mientras quienes conforman la sociedad en general tenemos que hacer grandes esfuerzos para que nuestros escuálidos ingresos alcancen para la canasta y el sustento familiar, que otras personas gozan de sueldos dorados, miles de dólares, entre ellos los diputados, burócratas y lo que recientemente salió a la luz pública indígenas también con sueldos dorados.

### **1.10 Situación actual**

Los tiempos violentos que en la actualidad atravesamos, reflejan claramente el alto grado de inseguridad que se vive y que afecta no solo al Ecuador sino a toda América Latina. Al interior del país podemos presenciar que la delincuencia ha tomado cuerpo y se ha concentrado en las grandes ciudades, esto se debe a la situación de crisis que afectan a la sociedad ecuatoriana en todos sus sectores.

Basados en la información, datos estadísticos, etc, podemos decir que en los últimos tiempos se nota un incremento del porcentaje de detenidos y de igual forma un aumento del porcentaje de denuncias, los unos y los otros en los diferentes ambientes delincuenciales.

### **1.11 Métodos**

La criminalística con su metodología interviene inicialmente en el escenario del suceso con objeto de proteger, observar y fijar el lugar de los hechos, así como para coleccionar y suministrar las evidencias materiales asociativas al laboratorio, y por medio del estudio técnico de los indicios descubre de manera científica la existencia de un hecho, la forma como se produjo, los instrumentos utilizados para su ejecución, reconstruye los fenómenos y mecanismos, señala indiciariamente a los autores y demás involucrados, identifica a las víctimas y aporta elementos de prueba a los órganos encargados de la administración de justicia.

Todos los días aparecen nuevos métodos, mecanismos, y adelantos que mejoran la disciplina de la mejor de criminalística. Así mismo, es necesario que el investigador en cada caso sepa recurrir a las personas con conocimientos en las distintas materias para poder lograr el fin deseado.

Siempre hay una pericia nueva que realizar; siempre hay que recurrir a algún especialista de alguna disciplina diferente según el caso que se presente al investigador, y ello quedará librado al correcto enfoque de las cosas, investigando que se puede probar y quien puede hacerlo. En los casos generales, los más conocidos, tendrá la ayuda de este libro u otros similares cuyas lecturas son entrar en detalles, irá creando en su mente la conciencia investigativa que le ayudará, en otros, a resolver el problemas fácilmente.

El conocimiento de la criminalística por parte del investigador policial es de fundamental importancia, en razón de que se debe saber buscar y conservar las huellas y rastros del delito, para, según el caso, solicitar el envío del perito respectivo o bien enviar al laboratorio correspondiente los elementos secuestrados.

En síntesis en la actualidad con los avances de la ciencia el investigador no puede limitar a su vocación y a su intuición, sino que debe tener los conocimientos necesarios para, individualizado un presunto autor poder probar el como, cuando, donde, y quien del delito basándose en las plenas pruebas o prueba indiciarias que pueda reunir.

Con respecto a la investigación criminal podemos decir que estas se encuentran estrechamente ligada a la criminalística y hasta que se superpone ambas se complementan y si bien algunos autores las separa al igual que muchos institutos entendemos que ambos deben estudiarse y conocerse juntas; no se puede lograr un buen investigador criminal, sin darle también los conocimientos básicos de la criminalística.

### **1.12 Sectores de alto índice criminal**

Según los datos de la Policía Judicial, han indicado una lista donde se muestran las direcciones exactas y las horas frecuentes donde se cometen crímenes en la ciudad, tenemos los siguientes sectores:

- Medardo Angel Silva y la 27  
PARROQUIA FEBRES CORDERO
- Eloy Alfaro y Brasil  
PARROQUIA OLMEDO
- Ciudadela Mapasingue Este  
PARROQUIA TARQUI
- Cooperativa Dignidad Popular  
PARROQUIA XIMENA
- Isla Matorrillo  
PARROQUIA XIMENA
- Cooperativa Mariuxi Febres-Cordero en Guasmo Sur  
PARROQUIA FEBRES CORDERO
- Cooperativa el Cerro de Mapasingue  
PARROQUIA TARQUI

- Rumichaca y 9 de octubre, en el centro de la ciudad  
PARROQUIA ROCAFUERTE
- Quito y 9 de octubre, en el centro de la ciudad.  
PARROQUIA ROCAFUERTE
- Cooperativa los Angeles 2  
PARROQUIA TARQUI
- Avenida Abdón Calderón, en el Guasmo sur.  
PARROQUIA XIMENA
- 24 y la N  
PARROQUIA FEBRES CORDERO
- Vía de ingreso a la Compañía PROESA  
PARROQUIA TARQUI
- Avenida Plaza Dañin  
PARROQUIA TARQUI
- Ciudadela Urdesa – Puente Alban Borja  
PARROQUIA TARQUI
- Ciudadela Alborada  
PARROQUIA TARQUI
- Cooperativa Flor de bastión  
PARROQUIA XIMENA
- 36ava y Nicolás Augusto Gonzáles  
PARROQUIA FEBRES CORDERO
- Precooperativa Colinas del Hipódromo  
PARROQUIA TARQUI
- Machala y Colón, en el centro de la ciudad.  
PARROQUIA SUCRE

En cuanto a las causas tenemos las siguientes:

- Asalto y robo

- Estado de embriaguez
- Riñas
- Conyugales

En cuanto a los horarios tenemos los siguientes:

- Desde las 8 am – 10 am
- Desde las 11 pm – 4 am

Generalmente se dan los fines de semana en el segundo ítem de los horarios y el primer ítem se puede dar en cualquier día de la semana.

# CAPÍTULO 2

## 2. MARCO TEÓRICO DE COMPONENTES PRINCIPALES

El análisis estadístico multivariante recoge varias técnicas de análisis de datos, tipología, análisis discriminante, análisis factorial de correspondencias, clasificación. etc., todas ellas tratan de describir, clasificar y clarificar los datos.

Debido a que la mayoría de las variables son categóricas se va a realizar un Análisis de Componentes Principales No Lineal.

En este análisis primero se reponderan o recodifican las variables aleatorias mediante un algoritmo no lineal y luego estas variables reponderadas son analizadas mediante un ACP clásico. En este capítulo describiremos tanto el ACP clásico como el método de reponderación.

## **2.1 Análisis de Componentes Principales**

Técnica multivariada que nos permite determinar la dimensionalidad del espacio en el cual caen los datos y examinarlos en este espacio de dimensiones reducido, tratando de explicar la estructura de la varianza y covarianza del ajuste de las variables

El ACP comprende un procedimiento matemático que transforma un conjunto de variables correlacionadas de respuestas en un conjunto menor de variables no correlacionadas llamadas componentes principales.

Si el cuadro de partida está formado por variables cuantitativas y heterogéneas, éstas se tipifican antes de aplicar el análisis general, ese es el caso particular de ACP.

El ACP comprende un procedimiento matemático que transforma un conjunto de variables correlacionadas de respuestas en un conjunto menor de variables no correlacionadas llamadas componentes principales.

Si el cuadro de partida está formado por variables cuantitativas y heterogéneas, éstas se tipifican antes de aplicar el análisis general, ese es el caso particular de ACP.

### **2.1.1 Algunas razones para usar el Análisis de Componentes Principales**

#### **2.1.1.1 Cribado de los datos**

El Análisis de Componentes Principales es quizá el más útil para cribar datos multivariados. Para casi todas las situaciones de análisis de

datos. Se debe realizar sobre un conjunto de datos, antes de realizar cualesquier clases de análisis multivariados. Los análisis de seguimiento sobre las componentes principales son útiles para comprobar las hipótesis que el investigador podría establecer acerca de un conjunto de datos multivariados y para identificar y localizar datos outliers posibles en el conjunto. Si se presentan algunas otras anomalías en un conjunto de datos multivariados, el ACP puede ayudar a relevarlos.

#### **2.1.1.2 Agrupación**

Útil siempre que se desee agrupar las unidades experimentadas en subgrupos semejantes.

El Análisis de Componentes Principales también es útil siempre que el investigador desee agrupar las unidades experimentales en subgrupos de tipos semejantes. Se puede usar para ayudar a formar agrupamientos de las unidades experimentales en subgrupos o para verificar los resultados de los programas de agrupación.

#### **2.1.2 Objetivos del Análisis de Componentes Principales**

1. reducir la dimensionalidad del conjunto de datos
2. identificar nuevas variables subyacentes

Las nuevas variables (componentes principales) presentan un orden decreciente de importancia.

1. no están correlacionadas
2. la primera componente principal explica tanto de la variabilidad de los datos como sea posible.

3. cada componente subsiguiente tome en cuenta de la variabilidad restante como sea posible.

Un análisis de componentes principales frecuentemente revela la relación de que no fueron previamente supuesto y con relación a eso permiten interpretaciones que no deberían resultar ordinarias. Este análisis es un medio para llegar al resultado final de los mismos en el presente trabajo.

### 2.1.3 Características del Análisis de las Componentes Principales

El Análisis de Componentes Principales se utiliza para describir una matriz R de variables continuas del tipo individuos x variables. Es decir, una matriz que recoge el valor que toman cada una de las variables j,  $\{j = 1, \dots, p\}$  en cada uno de los individuos u observaciones i,  $\{i=1, \dots, n\}$

$$R = \begin{pmatrix} r_{11} & \dots & r_{ij} & \dots & r_{1p} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{i1} & & r_{ij} & & r_{ip} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{n1} & \dots & r_{nj} & \dots & r_{np} \end{pmatrix}$$

Las variables figuran en columnas y los individuos en filas. Éstos pueden ser individuos encuestados, observaciones, marcas, consumidores de un producto, etc.

Esta matriz puede ser muy desigual , y las variables, muy heterogéneas, tanto en media como en desviación. Por ejemplo, una variable puede medir las ventas de pesetas y otra, tipos de rendimientos, con lo cual las diferencias de medias serían enormes. Por esta razón, antes de aplicar el análisis general el ACP realiza una transformación de la matriz.

#### **2.1.4 Interpretación del Análisis de Componentes Principales**

En la interpretación es conveniente seguir el siguiente orden:

- Interpretación de los factores en función de su correlación con las variables
- Interpretación de la nube de variables
- Interpretación de la nube de individuos
- Interpretación de la representación simultánea.

##### **2.1.4.1 Interpretación de los factores**

Generalmente, es interesante la interpretación de las componentes principales. Una componente es una variable que no se puede medir directamente, sino que se construye a través de combinaciones lineales de las variables originales. Se puede considerar como una variable << latente >> del problema que intentamos descubrir y medir actitudes, nivel socioeconómico, estilo de vida, etc.

Las variables iniciales pueden tener redundancias y estar midiendo en parte la misma característica. El factor es un agrupamiento de estas

variables y se interpreta a partir de su correlación con las variables iniciales. Esta correlación es precisamente la proyección de la variable sobre el factor.

Si una variable está muy correlacionada con un factor, tendrá una coordenada muy alta próxima a  $\pm 1$ .

### 2.1.5 Definición de las Componentes Principales

La primera variable componente principal se define por

$$Y_1 = a_1' (x - \mu)$$

En donde  $a_1$  se elige de modo que la varianza de  $a_1' (x - \mu)$

Se maximice sobre todos los vectores de  $a_1$  que satisfagan  $a_1' a_1 = 1$

Se puede mostrar que el valor máximo de la varianza de  $a_1' (x - \mu)$  entre todos los vectores  $a_1$  que satisfacen  $a_1' a_1 = 1$  es igual a  $\lambda_1$

El valor propio más grande de  $\Sigma$  y que este máximo ocurre cuando  $a_1$

es un vector propio de  $\Sigma$  correspondiente al valor propio de  $\lambda_1$  y que

satisface

$$a_1' a_1 = 1$$

La segunda componente principal se define por  $Y_2 = a_2' (x - \mu)$

En donde  $a_2$  se elige de modo que la varianza de  $a_2' (x - \mu)$

Sea un máximo entre todas estas combinaciones lineales de X que no están correlacionadas con la primera variable componente principal y tenga

$$a_2' a_2 = 1$$

y que no están correlacionadas con  $Y_1$  es igual a  $\lambda_2$

El segundo valor propio más grande de  $\Sigma$  y que este máximo ocurre cuando  $a_2$  es un vector propio de  $\Sigma$  correspondiente a ese segundo valor propio más grande,  $\lambda_2$  y que satisface a  $a_2' a_2 = 1$

De manera semejante, se pueden definir componentes principales adicionales. La j-ésima ( $j=3,4,\dots,p$ ) componente principal se expresa por

$$Y_j = a_j' (x - \mu)$$

en donde  $a_j$  se elige de modo que  $a_j' a_j = 1$

y en tal forma que la varianza de  $a_j' (x - \mu)$  sea un máximo entre todas esas combinaciones lineales de X que no están correlacionadas con las  $j - 1$  componentes principales. El valor máximo de la varianza de

$$a_j' (x - \mu)$$

entre todas las combinaciones lineales X que no están correlacionadas con  $Y_1$  a través de  $Y_{j-1}$  y tienen  $a_j' a_j = 1$  es igual a  $\lambda_j$  el j-ésimo valor

propio más grande de  $a_j$  y de este máximo ocurre cuando  $\lambda_j$  es un vector propio de  $\Sigma$  correspondiente al valor propio  $\lambda_j$  y que satisface

$$a_j' a_j = 1$$

De este modo  $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_p$  denotan los valor propio ordenados de  $\Sigma$  y  $a_1, a_2, \dots, a_p$

denotan los vectores propios normalizados correspondientes de  $\Sigma$ .

Se puede demostrar que las dos componentes principales no están correlacionadas si y sólo si sus vectores propios de definición son ortogonales entre sí.

Este resultado permite colocar un sistema de ejes ortogonales dentro del espacio de componentes principales, en el cual caen los datos.

La varianza de la  $j$  – ésima componente,  $Y_j$  es  $\lambda_j$   $j=1,2,\dots,p$ .

Recordemos que

$$tr(\Sigma) = \sigma_{11} + \sigma_{22} + \dots + \sigma_{pp}$$

Por tanto  $tr(\Sigma)$ , en cierto sentido mide la variación total en las variables originales. Asimismo, recuerde que

$$tr(\Sigma) = \lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_p$$

Y donde la variación total explicada por todas las variables componentes principales es igual a la cantidad total de la variación medida por las variables originales.

Debido a ello, para medir la importancia de la  $j$  – ésima componente principal se acostumbra considerar al relación  $\lambda_j / tr(\Sigma)$  para  $j=1,2,\dots,p$ . Esta relación mide la proporción de la variabilidad total en las variables originales que es explicada por la  $j$  – ésima componente principal.

#### **2.1.6 Análisis de Componentes Principales en la matriz de varianzas – covarianzas**

Un objetivo básico del análisis de componentes principales es descubrir la dimensionalidad verdadera del espacio en el que se encuentran los datos. En el proceso se pueden formar nuevas variables llamadas componentes principales, en orden decreciente de importancia, de modo que:

- 1) No estén correlacionadas
- 2) La primera componente principal explique tanto de la variabilidad en los datos como sea posible.
- 3) Cada componente subsiguiente tome en cuenta tanto de la variabilidad restante como sea posible.

Después que  $\Sigma$  matriz de covarianza está asociada con el vector aleatorio  $X' = [X_1, X_2, \dots, X_p]$

La  $\Sigma$  tiene pares de vectores y valores propios como

$$(\lambda_1, e_1), (\lambda_2, e_2), \dots, (\lambda_p, e_p)$$

donde  $\lambda_1$

$$\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_p \geq 0$$

Entonces las  $i$  componentes principales está dada por :

$$Y_i = e_i' X = e_{i1} X_1 + e_{i2} X_2 + \dots + e_{ip} X_p, \quad i=1,2,\dots,p$$

Con esta seleccionamos

$$Var(Y_i) = e_i' \Sigma e_i = \lambda_i \quad i=1,2,\dots,p$$

$$Cov(Y_i, Y_k) = e_i' \Sigma e_k = 0 \quad i \neq k$$

Si algunos de los  $\lambda_i$  son iguales, se selecciona los correspondientes coeficientes de vectores  $e_i$  y  $Y_i$ , no son únicos.

Se sabe que:

$$\max_{x \neq 0} \frac{X' B X}{X' X} = \lambda_1 \quad \text{cuando, } x = e_1$$

$$\max_{x \neq 0} \frac{X' B X}{X' X} = \lambda_p \quad \text{cuando, } x = e_p$$

Con  $B = \Sigma$ , esto es que:

$$\max_{a \neq 0} \frac{a' \Sigma a}{a' a} = \lambda_1 \quad \text{cuando, } a = e_1$$

Pero  $e_1' e_1 = 1$  iniciando con vectores propios que son normalizados.

De esta manera:

$$\max_{a \neq 0} \frac{a' \Sigma a}{a' a} = \lambda_1 = \frac{e_1' \Sigma e_1}{e_1' e_1} = e_1' \Sigma e_1 = \text{Var}(Y_1)$$

Similarmente usando:

$$\max_{x \perp e_1 \dots e_k} \frac{X' B X}{X' X} = \lambda_{k+1} \quad \text{cuando, } X = e_{k+1}, k = 1, 2, \dots, p-1$$

Obtenemos lo siguiente:

$$\max_{a \perp e_1 \dots e_k} \frac{a' \Sigma a}{a' a} = \lambda_{k+1} \quad k = 1, 2, \dots, p-1$$

Para la selección de  $a = e_{k+1}$  con  $e_{k+1}' e_i = 0$ , para  $i = 1, 2, \dots, k$  y  $k = 1, 2, \dots, p-1$

$$\frac{e_{k+1}' \Sigma e_{k+1}}{e_{k+1}' e_{k+1}} = e_{k+1}' \Sigma e_{k+1} = \text{Var}(Y_{k+1})$$

Pero

$$e'_{k+1} \left( \sum e_{k+1} \right) = \lambda_{k+1} e'_{k+1} e_{k+1} = \lambda_{k+1}$$

De ésta manera  $\text{Var}(Y_{k+1}) = \lambda_{k+1}$ . Si se puede mostrar, que  $e_i$  es perpendicular a  $e_k$  (esto es,  $e_i e_k = 0$ ,  $i \neq k$ ) conociendo  $\text{Cov}(Y_i, Y_k) = 0$ .

Ahora los vectores de  $\sum$  son ortogonales si todos los valores propios  $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_p$  son distintos. Si los valores propios no son distintos, los vectores propios corresponden a valores propios comunes quizás se diga que son ortogonales. Por consiguiente, para los dos vectores propios  $e_i$  y  $e_k$ ,  $e_i e_k = 0$ ,  $i \neq k$ .

A partir que  $\sum e_k = \lambda_k e_k$ , multiplicamos  $e'_i$  conociendo

$$\text{Cov}(Y_i, Y_k) = e'_i \sum e_k = e'_i \lambda_k e_k = \lambda_k e'_i e_k = 0, i \neq k$$

### 2.1.7 Componentes Principales de la Población con la Matriz de Covarianzas

Decimos que  $X' = [X_1, X_2, \dots, X_p]$  teniendo una matriz de covarianza  $\sum$  con los pares de valores y vectores propios  $(\lambda_1, e_1), (\lambda_2, e_2), \dots, (\lambda_p, e_p)$

donde

$$\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_p \geq 0$$

Si  $Y_1 = e'_1 X, e'_2 X, \dots, e'_p X$  son componentes principales.

Entonces

$$\sigma_{11} + \sigma_{22} + \dots + \sigma_{pp} = \sum_{i=1}^p \text{Var}(X_i) = \lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_p = \sum_{i=1}^p \text{Var}(Y_i)$$

Por definición  $\sigma_{11} + \sigma_{22} + \dots + \sigma_{pp} = \text{tr}(\Sigma)$ . Para

$$A_{(k \times k)} = \sum_{i=1}^k \lambda_i e_i e'_i = P_{(k \times k)} \Lambda_{(k \times k)} P'_{(k \times k)} \quad \text{Con} \quad A = \Sigma$$

$\Sigma = P \Lambda P'$  donde  $\Lambda$  es la matriz diagonal de los valores propios

$$\text{y } P = [e_1, e_2, \dots, e_p]$$

dado que

$$PP' = P'P = I$$

Usando  $\text{tr}(AB) = \text{tr}(BA)$  tenemos que,

$$\text{tr}(\Sigma) = \text{tr}(P \Lambda P') = \text{tr}(\Lambda P' P) = \text{tr}(\Lambda) = \lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_p$$

De ésta manera:

$$\sum_{i=1}^p \text{Var}(X_i) = \text{tr}(\Sigma) = \text{tr}(\Lambda) = \sum_{i=1}^p \text{Var}(Y_i)$$

Se dice que

$$\sigma_{11} + \sigma_{22} + \dots + \sigma_{pp}$$

Varianza Total de la Población =

$$= \lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_p$$

Y consecuentemente, la proporción total de la varianza, explicada por k componentes principales es:

$$\left( \begin{array}{l} \text{Proporción total de la Varianza} \\ \text{poblacional de las } k \\ \text{componentes principales} \end{array} \right) = \frac{\lambda_k}{\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_p} \quad k=1,2,\dots,p$$

Cada componente del vector de coeficiente  $e'_i = [e_{i1}, \dots, e_{ik}, \dots, e_{ip}]$

También tiene mérito de inspección. La magnitud de  $e_{ik}$  que son medidas de importancia de k variables a i componentes principales, sin consideración a otras variables. En particular  $e_{ik}$  es proporcional al coeficiente de correlación entre  $Y_i$  y  $Y_k$ .

### 2.1.8 Métodos de ponderación no lineales

En esta parte se describe un tratamiento no estándar del análisis multivariante, el denominado análisis no lineal multivariante, el cual no solo trabaja con variables métricas sino también con variables categóricas o nominales. Este análisis se divide en:

- Codificación de los datos categóricos.
- Concepto de homogeneidad.
- Un algoritmo que maximiza la homogeneidad de un grupo de variables.

### 2.1.8.1 Codificación de datos categóricos

Sea un conjunto de  $n$  objetos o individuos. Una variable  $h_j$  hace corresponder al conjunto de los individuos un conjunto finito de  $k_j$  categorías, este conjunto de categorías se denomina el rango de  $h_j$ . Vamos a asumir que existe un número finito de  $m$  variables  $h_j$  ( $j=1,\dots,m$ ). El producto cartesiano de todas estas categorías se denomina rango multivariante, sus elementos son todas las posibles combinaciones de las  $m$  categorías, y se denominan perfiles. La matriz de datos  $H$  es una matriz  $n \times m$  con elementos  $h_{ij}$  que nos indican la categoría de la variable  $h_j$  para el individuo  $i$ . Estos elementos no necesariamente son números.

Un ejemplo de una matriz  $H$  es el siguiente:

- $n=10$  (es decir 10 individuos),
- $m=3$  (es decir 3 variables),
- $k_j=3$  con  $j=1,2,3$  (es decir cada variable tiene tres modalidades).

Los elementos de  $H$  son categorías-etiqueta. La primera variable tiene categorías A, B, C; la segunda P, Q, R; mientras que la tercera U, V, W (con cero frecuencias para W).

$h_1: A, B, C$

$h_2: P, Q, R$

$h_3: U, V, W$

**Tabla I**

**Matriz de categoría-etiqueta**

| H |   |   |
|---|---|---|
| A | P | U |
| B | Q | V |
| A | R | V |
| A | P | U |
| B | P | V |
| C | P | V |
| A | P | U |
| A | P | V |
| C | P | V |
| A | P | V |

### 2.1.8.1.1 Variables indicatrices

La matriz H puede ser codificada utilizando variables indicatrices:

Para cada variable  $h_j$  se define una matriz binaria  $G_j$  ;  $n \times k_j$ , de la siguiente forma:

$$g_{(j)ir} = \begin{cases} 1 & \text{si el } i\text{-ésimo individuo está en la } r\text{-ésima categoría de } h_j \\ 0 & \text{caso contrario} \end{cases}$$

$G_j$  se denomina matriz indicatriz de  $h_j$ .

Tales matrices pueden ser reunidas en una matriz particionada

$G=(G_1, \dots, G_j, \dots, G_m)$  de dimensión  $n \times \sum k_j$  también conocida

Como matriz indicatriz.

En el ejemplo que estamos tratando tenemos:  $n=10$  y  $\sum k_j 3+3+3=9$

**Tabla II**

**Matriz indicatriz G**

| G1 |   |   | G2 |   |   | G3 |   |   |
|----|---|---|----|---|---|----|---|---|
| A  | B | C | P  | Q | R | U  | V | W |
| 1  | 0 | 0 | 1  | 0 | 0 | 1  | 0 | 0 |
| 0  | 1 | 0 | 0  | 1 | 0 | 0  | 1 | 0 |
| 1  | 0 | 0 | 0  | 0 | 1 | 0  | 1 | 0 |
| 1  | 0 | 0 | 1  | 0 | 0 | 1  | 0 | 0 |
| 0  | 1 | 0 | 1  | 0 | 0 | 0  | 1 | 0 |
| 0  | 0 | 1 | 1  | 0 | 0 | 0  | 1 | 0 |
| 1  | 0 | 0 | 1  | 0 | 0 | 1  | 0 | 0 |
| 1  | 0 | 0 | 1  | 0 | 0 | 0  | 1 | 0 |
| 0  | 0 | 1 | 1  | 0 | 0 | 0  | 1 | 0 |
| 1  | 0 | 0 | 1  | 0 | 0 | 0  | 1 | 0 |

La matriz indicatriz  $\mathbf{G}_j$  se dice completa si cada fila de  $\mathbf{G}_j$  tiene sólo un elemento igual a 1 y el resto iguales a 0, es decir que la suma de cada fila de  $\mathbf{G}_j$  es igual a 1.

En lo que sigue, se puede escribir  $\mathbf{G}_{ju} = \mathbf{u}$ , donde  $\mathbf{u}$  es un vector de unos. Si todas las matrices  $\mathbf{G}_j$  son completas, su matriz combinada  $\mathbf{G}$  también se dice completa, y se tiene que  $\mathbf{G}_u = \mathbf{m}\mathbf{u}$ , donde  $\mathbf{m}$  es el número de variables y  $\mathbf{u}$  es un vector de unos.

Sea  $\mathbf{d}_j$  el vector de totales por columna de  $\mathbf{G}_j$ . Su  $r$ -ésimo elemento  $\mathbf{d}_{(j)r}$  corresponde a la frecuencia marginal de la categoría  $r$ -ésima de  $\mathbf{h}_j$ . La suma de los elementos de  $\mathbf{d}_j$  es igual a  $\mathbf{u}_t \mathbf{d}_j = \mathbf{n}$ .

Sea  $D_j = G_j^t G_j$ , esta matriz es diagonal puesto que las columnas de  $G_j$  son ortogonales y los elementos de su diagonal son los mismos que las frecuencias marginales dados por  $d_j$ . En el ejemplo se nos presenta lo siguiente :

**Tabla III**

**Matriz de frecuencias marginales**

|    |   |   |   |       |
|----|---|---|---|-------|
|    |   |   |   | total |
| d1 | 6 | 2 | 2 | 10    |
| d2 | 8 | 1 | 1 | 10    |
| d3 | 3 | 7 | 0 | 10    |

|    |   |   |    |   |   |    |   |   |
|----|---|---|----|---|---|----|---|---|
| D1 |   |   | D2 |   |   | D3 |   |   |
| 6  | 0 | 0 | 8  | 0 | 0 | 3  | 0 | 0 |
| 0  | 2 | 0 | 0  | 1 | 0 | 0  | 7 | 0 |
| 0  | 0 | 2 | 0  | 0 | 1 | 0  | 0 | 0 |

Definimos  $C_{jl} = G_j^t G_l$ , que es un cruce de las variables  $h_j$  y  $h_l$ . Sus elementos corresponden a la frecuencia de individuos caracterizados por una particular combinación de una categoría en  $h_j$  y una en  $h_l$ .

Sea  $C = G^t G$ , esta matriz combina todas las  $C_{jl}$  y sus diagonal esta formada por las matrices  $C_{jj} = D_j$ . C es una matriz de marginales bivariantes.

D es una matriz que consta de las submatrices de la diagonal de C y el resto de sus elementos es cero. D es una matriz de marginales univariantes.

En el ejemplo:

**Tabla IV**

**Matriz de marginales bivariantes**

C

|   | A | B | C | P | Q | R | U | V | W |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | 6 | 0 | 0 | 5 | 0 | 1 | 3 | 3 | 0 |
| B | 0 | 2 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 |
| C | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 |
| P | 5 | 1 | 2 | 8 | 0 | 0 | 3 | 5 | 0 |
| Q | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| R | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| U | 3 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 |
| V | 3 | 2 | 2 | 5 | 1 | 1 | 0 | 7 | 0 |
| W | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

D

|   | A | B | C | P | Q | R | U | V | W |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| B | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| C | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| P | 0 | 0 | 0 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Q | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| R | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| U | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 |
| V | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 0 |
| W | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

### 2.1.8.1.2 Cuantificación

Las categorías de las variables pueden ser valores numéricos, como puntos medios de intervalos de alguna variable continua. En este caso la matriz  $H_{n \times m}$  es una matriz de datos clásica y puede

ser manejada con las técnicas clásicas del análisis multivariante. En el presente documento no se va a asumir tal cuantificación a priori.

Incluso en el caso donde exista tal cuantificación a priori, ésta debe ser ignorada y reemplazada por una categorización nominal. Por ejemplo, si se dispone de la variable edad, esta debe ser dividida en intervalos y a cada uno de éstos asignarle una etiqueta (por ejemplo los puntos medios de cada intervalo):

Supongamos que tenemos una variable “edad” que asigna a los individuos a 15 grupos de edad, cada grupo representado por el punto medio del intervalo en la escala edad. La matriz de datos **H** estará formada por una columna con 15 valores. Su correspondiente matriz indicatriz **G** en cambio tendrá 15 columnas una por cada grupo de edad. Bien se podría olvidar el origen métrico de estas 15 categorías y pensarlas como 15 categorías nominales.

La cuantificación de categorías sigue ciertas reglas, con la intención de optimizar algún criterio, generalmente este criterio es una función de pérdida. Por el momento no se discutirá tal función, sin embargo se indicará en forma global como la cuantificación de una matriz indicatriz es factible:

La cuantificación de las categorías de la variable  $h_j$  implica que sus  $k_j$  categorías son asignadas como los  $h_j$  valores numéricos de un vector  $y_j$ . Entonces la variable cuantificada  $q_j = G_j y_j$  viene a ser un vector (en  $|n$ ) que nos proporciona un resultado numérico para cada individuo con respecto a  $h_j$ .

Definimos  $x$  como el vector promedio de todos los  $q_j$ :

$$x = \frac{1}{m} \sum q_j$$

El vector  $x \in |n$  contendrá la cuantificación de los individuos y diremos que para alguna cuantificación directa  $y_j$  de categorías, “ $x$  es el puntaje inducido de los individuos”.

Por otro lado, si “ $x$ ” es alguna cuantificación directa de los individuos, se puede definir una categorización inducida por “ $x$ ” como el promedio de los puntajes de aquellos objetos que asignados en dicha categoría:

$$y_j = D_j^{-1} G_j^t x$$

En lo que sigue, se asume que  $D_j$  tiene inversa, lo que significa que no hay categorías con frecuencia cero. Si se este fuese el caso, se debe quitar a esta columna de la matriz indicatriz.

Ambos procedimientos se pueden unir de la siguiente forma:

- Sea  $y_j$  una cuantificación directa de las categorías de la  $j$ -ésima variable. Sea  $y$  un vector que esté compuesto por todos los vectores  $y_j$ , es decir tiene  $\sum k_j$  componentes. Los puntajes inducidos de los individuos son:  $Gy/m$ .
- Se requiere que una solución para la cuantificación directa de los individuos, " $x$ ", sea proporcional a los puntajes inducidos de los individuos y viceversa, que la cuantificación directa de las categorías,  $y_j$ , sea proporcional a la cuantificación inducida de las categorías

$$D_j^{-1} G_j^t x$$

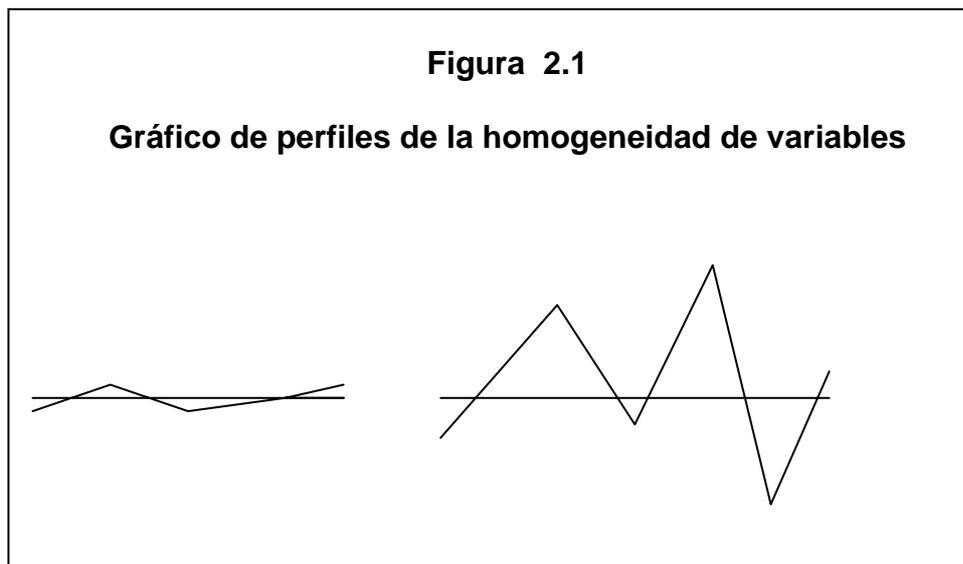
- En la punto 2.1.8.3 veremos dos métodos para obtener soluciones a este problema.

### 2.1.8.2 Análisis de homogeneidad

El término análisis de homogeneidad puede usarse en sentido estricto y amplio. En sentido estricto, denota una técnica para el análisis de datos puramente categóricos con determinada función de pérdida. En sentido amplio, se refiere a una clase de criterio para analizar datos multivariantes en general, compartiendo las características que ayudan a optimizar la homogeneidad de las variables bajo varias formas de manipulación y simplificación.. Esta clase de criterio será utilizado en las próximas secciones.

### 2.1.8.2.1 Homogeneidad de variables

La idea de homogeneidad es cercana a la idea de que diferentes variables pueden medir la “misma cosa”, si esto fuese cierto, la matriz de datos, teniendo en cuenta que las variables son estandarizadas, podrían dar valores idénticos en cada fila o, si dibujamos las observaciones como perfiles, cada uno de ellos sería una recta (Figura 2.1). Si se pone la idea de tener la misma medición de variables no fuese muy exacta porque las variables miden la “misma cosa” pero con un error aleatorio, las filas de la matriz de datos pueden tener elementos que varían un poco . Un gráfico de los perfiles sería una línea quebrada.



Si reemplazamos tales perfiles por líneas rectas (la línea media) tendremos una pérdida de información. Las variables son homogéneas si la pérdida de información es relativamente pequeña.

#### **2.1.8.2.2 Preliminares históricos de asignación de pesos**

Desde los tempranos inicios de las ciencias sociales cuantitativas, ha sido de especial interés de los investigadores la reducción de datos multivariantes a escalas univariantes por medio de “promedios ponderados”. En todos estos estudios el problema básico era definir una escala univariante: ya sea simplemente sumando puntos de diferentes variables o ya sea mediante una suma ponderada de dichas variables. Los estudios empíricos, especialmente los relacionados con las pruebas mentales, mostraron que la suma ponderada tenía pocos efectos. Guilford (1938) llegó a la conclusión que los pesos no eran el meollo del problema, sino más bien la correlación entre las diversas variables involucradas: se debía considerar variables con las más altas correlaciones. Guilford mostró que si todas las correlaciones de las variables son altas, entonces la correlación entre cualquier combinación lineal de ellas (con pesos no-negativos) y la simple suma de variables debería ser alta. Esto, entonces, es un argumento a favor de la simple suma como una buena elección para una representación univariante de datos multivariantes. Esta conclusión es bastante clara y aceptable, sin embargo es limitada, se basa en situaciones ideales, además que no toma en cuenta que los pesos no son asignados en forma aleatoria sino son asignados en base a algún criterio óptimal.

Dentro del contexto de la teoría de las pruebas mentales, la conclusión es que los pesos representan un problema trivial. Sin embargo, en un diferente contexto el problema permanece: ¿Cuántas variables aleatorias pueden ser reemplazadas por una sola ?.

Por otro lado, la correlación promedio es una medida de la homogeneidad entre un número de variables:

Asumamos que todas las variables  $h_j$  son estandarizadas. Sea  $x$  el candidato para reemplazar a todas las  $h_j$ . Tal reemplazo implica una pérdida de información que es evaluada por medio de la función:

$$\sigma(x) = \frac{1}{m} \sum_j SSQ(x - h_j)$$

donde  $SSQ(v)$  denota la suma de los cuadrados de los elementos del vector  $v$ .

Se tiene que  $\sigma(x) = 0$  sólo si  $x = h_j$  para todo  $j$ , lo que implica que los  $h_j$  son idénticos.

Sea  $\sigma^* = \min\{\sigma(x) \mid x\}$  el mínimo de  $\sigma(x)$ . Este mínimo se obtiene tomando  $x = h$  (la media de todos los  $h_j$ ). Entonces el valor mínimo de la función de pérdida es:

$$\sigma^* = 1 - SSQ(h) = 1 - r..$$

donde  $r..$  es el promedio de las correlaciones de las variables  $h_j$  (incluyendo  $r_{jj}=1$ ).

Ejemplo,

Sea:

$$H = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 2 \\ 3 & -1 & 1 \\ 2 & 1 & -1 \\ -6 & -3 & -2 \end{pmatrix}$$

¿Podemos reemplazar las columnas de H por un vector “x” sin re-escalar las columnas de H? La mejor solución para “x” es el vector de medias por fila:

$$x = \frac{1}{3} \begin{pmatrix} 6 \\ 3 \\ 2 \\ -11 \end{pmatrix}$$

La suma total de cuadrados T para H es la traza de:

$$H^t H = \begin{pmatrix} 50 & 20 & 15 \\ 20 & 20 & 20 \\ 15 & 10 & 10 \end{pmatrix}$$

con  $T=50+20+10=80$

Si reemplazamos cada columna de H por x, la suma de cuadrados resultante es  $B=3xtx=56.67$ , aquí depende sólo de las diferencias entre filas, ya que estas tienen elementos iguales.

B también se puede expresar de la siguiente forma:

$$B = \frac{1}{m} u^t H^t H u$$

De aquí se obtiene que  $T = u^t D u$ , donde D es la matriz diagonal obtenida de  $H^t H$ :

$$D = \begin{pmatrix} 50 & 0 & 0 \\ 0 & 20 & 0 \\ 10 & 0 & 10 \end{pmatrix}$$

Se define  $W=T-B$ , ya que W nos da la suma de cuadrados de las desviaciones de las filas promedio entre filas. W es una medida de pérdida absoluta. En el ejemplo:  $W= 80-56.67= 23.33$ . También se puede definir  $W/T=1-B/T$  como una medida de pérdida relativa. En el ejemplo:  $W/T=0.29$ .

Supongamos que los vectores columna de H son normalizados:

$$HD^{-1/2} = \begin{pmatrix} 0.14 & 0.67 & 0.63 \\ 0.42 & -0.22 & 0.32 \\ 0.28 & 0.22 & -0.32 \\ -0.85 & -0.67 & -0.63 \end{pmatrix}$$

La matriz de correlaciones se puede obtener por:

$$R = D^{-1/2} H^T H D^{-1/2} = \begin{pmatrix} 1 & 0.63 & 0.67 \\ 0.63 & 1 & 0.71 \\ 0.67 & 0.71 & 1 \end{pmatrix}$$

Tomemos por “**x**” al promedio por filas de la matriz normalizada  $HD^{-1/2}$ :

$$x = \begin{pmatrix} 0.48 \\ 0.17 \\ 0.06 \\ -0.72 \end{pmatrix}$$

y calculamos para  $HD^{-1/2}$  :

$$B = u_t D^{-1/2} H_t H D^{-1/2} / m = u_t R_u / m = 2.34$$

mientras que  $T = m = 3$  y  $W = T - B = 0.66$

de donde  $W/T = 0.22$

La correlación promedio (sobre los nueve elementos de R) es  $r_{..} = 0.78$

lo que satisface que

$$W/T = 1 - r_{..} = 1 - 0.78 = 0.22$$

La correlaciones entre x y las columnas de H están dadas por:

$$r_{(x,h)} = \begin{pmatrix} 0.87 \\ 0.88 \\ 0.90 \end{pmatrix}$$

con promedio  $\bar{r}_{(x,h)} = 0.88 = \sqrt{0.78}$ .

Lo cual ilustra la igualdad  $W / T = 1 - (\bar{r}_{(x,h)})^2$

### 2.1.8.2.3 Maximizando la homogeneidad por combinaciones lineales de pesos.

La correlación promedio de las variables nos brinda un estimado de cuan bien ellas pueden ser reducidas a un vector de puntajes, si las mantenemos en su forma original (en este caso en forma estandarizada). Supongamos que es permitido re-escalar a las variables antes de promediarlas, es decir, asignar pesos a  $\mathbf{h}_j$ , en un intento de incrementar la homogeneidad.

Sea “ $\mathbf{x}$ ” un vector de puntajes arbitrario (en  $\ln$ ) y con media cero. Sea  $\mathbf{a}$  un vector de  $m$  pesos. Re-escalar las columnas de  $H$  es equivalente a reemplazar  $\mathbf{h}_j$  por  $\mathbf{a}_j \mathbf{h}_j$ .

El problema que tenemos es el de elegir “ $\mathbf{x}$ ” y  $\mathbf{a}$  de tal forma que se maximice la homogeneidad. Más explícitamente, minimizar la pérdida de homogeneidad. Por función de pérdida consideramos a la función:

$$\sigma(x, a) \equiv \frac{1}{m} \sum_j SSQ(x - a_j h_j) \quad (2.1)$$

Evidentemente, esta función de pérdida tiene un mínimo absoluto en  $x=0$  y  $a=0$ . Para excluir esta solución trivial es necesario normalizar “ $\mathbf{x}$ ” así que  $\mathbf{x}^t\mathbf{x}=\mathbf{c}$  donde  $c$  es una constante dada distinta de 0 (generalmente igual a 1).

El objetivo de elegir puntajes y pesos así como de maximizar la homogeneidad o de minimizar la función de pérdida es una de las posibles definiciones que se puede utilizar para describir a la (primera) componente principal de  $H$ . Esto involucra a combinaciones lineales de pesos, puesto que  $\mathbf{a}_j\mathbf{h}_j$  pueden ser vistas como una transformación lineal de  $\mathbf{h}_j$ . Realmente calcular “ $\mathbf{x}$ ” y  $a$  es más complicado que hacer un simple promedio. En la próxima sección veremos que una sucesión de promedios ponderados es suficiente para aproximar la solución tanto como se desee.

### 2.1.8.3 Algoritmo de mínimos cuadrados alternantes.

En esta sección se discutirá algoritmos para encontrar puntajes óptimos “ $\mathbf{x}^*$ ” y pesos “ $\mathbf{a}^*$ ” para el problema de la combinación lineal de pesos. Estos algoritmos se basan en los mínimos cuadrados alternantes. Esto significa que los algoritmos proceden en pasos alternativos, donde en un paso la función de pérdida es minimizada con respecto a “ $\mathbf{x}$ ” para un  $a$  fijo y en el siguiente paso la función de pérdida minimizada con respecto a “ $\mathbf{a}$ ” para “ $\mathbf{x}$ ” fijo. Describiremos dos algoritmos, correspondientes a las dos formas de normalización en conexión con

$$\sigma(x, a) \equiv \frac{1}{m} \sum_j SSQ(x - a_j h_j) \quad (2.1)$$

En el primero “**x**” es normalizado mientras que la escala de a se deja libre y en el otro a es normalizado mientras que “**x**” se deja libre. Para mantener una notación sencilla, consideramos que las columnas de la matriz de datos H son centradas (como variables aleatorias) y están normalizadas (como vectores).

### 2.1.8.3.1 Algoritmo de puntajes normalizados

En este algoritmo los puntajes de los individuos se sujetan a la restricción  $\mathbf{x}^t \mathbf{x} = 1$ . El algoritmo requiere un vector de pesos inicial y arbitrario  $a \neq 0$ :

Actualización de puntajes: 
$$x^0 \leftarrow \frac{1}{m} H a^0 \quad \text{Paso 1}$$

Normalización: 
$$x^+ \leftarrow \frac{x^0}{\|x^0\|} \quad \text{Paso 2}$$

Actualización de pesos: 
$$a^+ \leftarrow H^t x^+ \quad \text{Paso 3}$$

Test de convergencia: Regresar a (paso 1), hacer que  $a^0 \leftarrow a^+$  mientras los valores de **x+** y **a+** no estén suficientemente estabilizados (de acuerdo a algún criterio de exactitud previamente establecido).

### 2.1.8.3.1.1 Descripción del algoritmo:

Corresponde al mínimo condicional no restringido de la función de pérdida (2.1) para un  $\mathbf{a}_0$  fijo. Notemos que  $H\mathbf{a}_0/m$  es un vector que contiene los promedios de las filas reescaladas por  $a_j^0$ . Los puntajes actualizados  $\mathbf{x}_0$  por consiguiente también minimizan la pérdida relativa W/T para H re-escalada con pesos fijos  $\mathbf{a}_0$ .

Es la proyección de  $\mathbf{x}_0$  sobre la hiper-esfera de todos los “ $\mathbf{x}$ ” normalizados, lo que transfiere la restricción de minimización a una región factible (la región que contiene todas las soluciones que satisfacen la restricción).

Corresponde al mínimo condicional no restringido de la función de pérdida (2.1) para un “ $\mathbf{x}+$ ” fijo. Puesto que “ $\mathbf{x}+$ ” y las columnas de H son centradas y normalizadas, “ $\mathbf{a}+$ ” es un vector de correlaciones.

El algoritmo converge monótonamente, puesto que los pasos 1 y 2 conjuntamente y el paso 3, siempre dan un pequeño valor de la función de pérdida, la cual está acotada inferiormente por 0.

Ejemplo: Sea 
$$H = \begin{pmatrix} 0.707 & 0.000 \\ -0.707 & -0.707 \\ 0.000 & 0.707 \end{pmatrix},$$

$$R = H' H = \begin{pmatrix} 1.0 & 0.5 \\ 0.5 & 1.0 \end{pmatrix}$$

se tiene que

De donde:

**Tabla V**

**Matriz del algoritmo de puntajes normalizados**

| Iteración | $a_0$ | $Ha_0$  | $x_+$  | $H_1 x_+$ |
|-----------|-------|---------|--------|-----------|
| 1         | 2     | 10.414  | 0.535  | 0.945     |
|           | 1     | -20.121 | -0.802 | 0.756     |
| 2         | 0.945 | 0.707   | 0.267  | 0.896     |
|           | 0.756 | 0.668   | 0.453  | 0.832     |
| Final     | 0.866 | -10.203 | -0.815 | 0.866     |
|           | 0.866 | 0.535   | 0.362  | 0.866     |
| Final     | 0.866 | 0.612   | 0.408  | 0.866     |
|           | 0.866 | 10.225  | -0.816 | 0.866     |
|           |       | 0.612   | 0.408  |           |

**2.1.8 Coeficientes de correlación entre las componentes  $Y_i$  y la variable  $X_k$**

Si  $Y_1 = e'_1 X, Y_2 = e'_2 X, \dots, Y_p = e'_p X$  son componentes principales obtenidas de la matriz de covarianza  $\Sigma$ , entonces:

$$\rho_{Y_i, X_k} = \frac{e_{ik} \sqrt{\lambda_i}}{\sqrt{\sigma_{kk}}} \quad i, k = 1, 2, \dots, p$$

Son los coeficientes de correlación entre los componentes  $Y_i$  y la variable  $X_k$   $(\lambda_1, e_1), (\lambda_2, e_2), \dots, (\lambda_p, e_p)$

Aquí

$$\Sigma$$

son los pares de valores y vectores propios para

Veremos la demostración de ésta teoría de la siguiente manera:

Si colocamos  $a'_k = [0, \dots, 0, 1, 0, \dots, 0]$  tal que  $X_k = a'_k X$  y la  $Cov(X_k, Y_i) = Cov(a'_k, e'_i) = a'_k \sum e_i$  de acuerdo a las combinaciones lineales :

$$\begin{aligned} Z &= CX && \text{tenemos} \\ \mu_z &= E(Z) = E(CX) = C\mu_x \\ \sum_z &= Cov(Z) = Cov(CX) = C \sum_x C' \end{aligned}$$

Donde  $\mu_x$  y  $\sum_x$  son el vector media y la matriz de covarianza de X respectivamente.

A partir que  $\sum e_i = \lambda_i e_i$ ,  $Cov(X_k, Y_i) = a'_k \lambda_i e_i = \lambda_i e_{ik}$

Entonces

$$Var(Y_i) = \lambda_i \quad \text{Y las} \quad Var(X_k) = \sigma_{kk}$$

Con lo cual obtenemos lo siguiente:

$$\rho_{Y_i, X_k} = \frac{Cov(Y_i, X_k)}{\sqrt{Var(Y_i)} \sqrt{Var(X_k)}} = \frac{\lambda_i e_{ik}}{\sqrt{\lambda_i} \sqrt{\sigma_{kk}}} = \frac{e_{ik} \sqrt{\lambda_i}}{\sqrt{\sigma_{kk}}}$$

$i, k = 1, 2, \dots, p$

Aunque la correlación de las variables de las componentes principales muchas veces nos ayudan a interpretar las componentes, ellos miden solamente univariado de manera individual a X del componente Y.

Esto es, ellos no nos indican la importancia de una X con una componente Y en la presencia de las otras X's. Por ésta razón, algunos estadísticos recomiendan solamente que los coeficientes  $e_{ik}$  se analice para la interpretación de los componentes.

Aunque los coeficientes y las correlaciones diferencia el rango como medida importante de las variables, conociendo cada componente, esto es, que los rangos no son apreciablemente diferentes.

En la práctica, las variables con coeficientes relativamente largos, tienden a ser correlaciones relativamente largas, por lo tanto dos medidas de importancia, la primera multivariada y la segunda univariada, frecuentemente se obtiene resultados similares. Se recomienda que ambos coeficientes y correlaciones examinen la ayuda de interpretar componentes principales.

### **2.1.9 Calificaciones de las Componentes Principales**

Para usar las componentes principales en los análisis estadísticos consecuentes, es necesario calcular los valores de las variables de componentes principales para cada unidad experimental en el conjunto de datos. Estas calificaciones proporcionan las ubicaciones de las observaciones en un conjunto de datos con respecto a sus ejes componentes principales.

Sea  $X_r$  el vector de variables medidas para la  $r$ -ésima unidad experimental. Entonces el valor (calificación) de la  $j$ -ésima variable componente principal, para la  $r$ -ésima unidad experimental, es

$$y_{rj} = a_j (x_r - \mu)$$

Para  $j=1,2,\dots,p$  y  $r = 1,2,\dots,N$

# Capítulo 3

## 3.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO UNIVARIADO

### 3.1.1 INTRODUCCION

En el siguiente análisis Univariado se presenta una Estadística Descriptiva cuyo objetivo es ilustrar las estadísticas básicas como: Porcentaje, Mínimo, Máximo, Media, Mediana, Varianza, Desviación Estándar, Sesgo, Kurtosis. También se presenta ilustraciones gráficas como: Histograma de Frecuencias, Diagrama de Cajas.

### 3.1.2 Imputación de datos

Los datos se obtuvieron de la Central de Radio de la PP.NN., del IV Distrito de la PP.NN. y por fuentes informativas del Diario Extra, en la que se obtuvieron 419 datos con los que se trabaja para realizar los respectivos análisis.

### 3.1.3 Descripción de cada una de las variables de Estudio

#### **Variable 1**

**Fecha de muerte.-** es la fecha que la víctima muere.

#### **Variable 2**

**Género.-** aquí se describe si la víctima es de género masculino o femenino.

#### **Variable 3**

**Edad.-** la edad de la víctima.

#### **Variable 4**

**Clase de víctima .-** aquí se describe si la víctima es una persona civil, guardia, policía o es una persona que pertenece a una de las ramas Armadas del Ecuador, que se lo denota como un milita

#### **Variable 5**

**Estado civil.-** aquí se describe si la víctima estuvo casado o permanecía soltero.

#### **Variable 6**

**Lugar.-** es la dirección donde ocurrió el delito, que está descrito por parroquias.

#### **Variable 7**

**Hora.-** es la hora que ocurrió el delito.

**Variable 8**

**Arma.-** ésta variable describe que tipo de arma utilizó el criminal para cometer el delito, que puede ser un arma blanca, un arma de fuego, un objeto contundente, a golpes, puede ser por medio de una mala práctica médica, asfixiado, por medio de algún estupefaciente, con una soga.

**Variable 9**

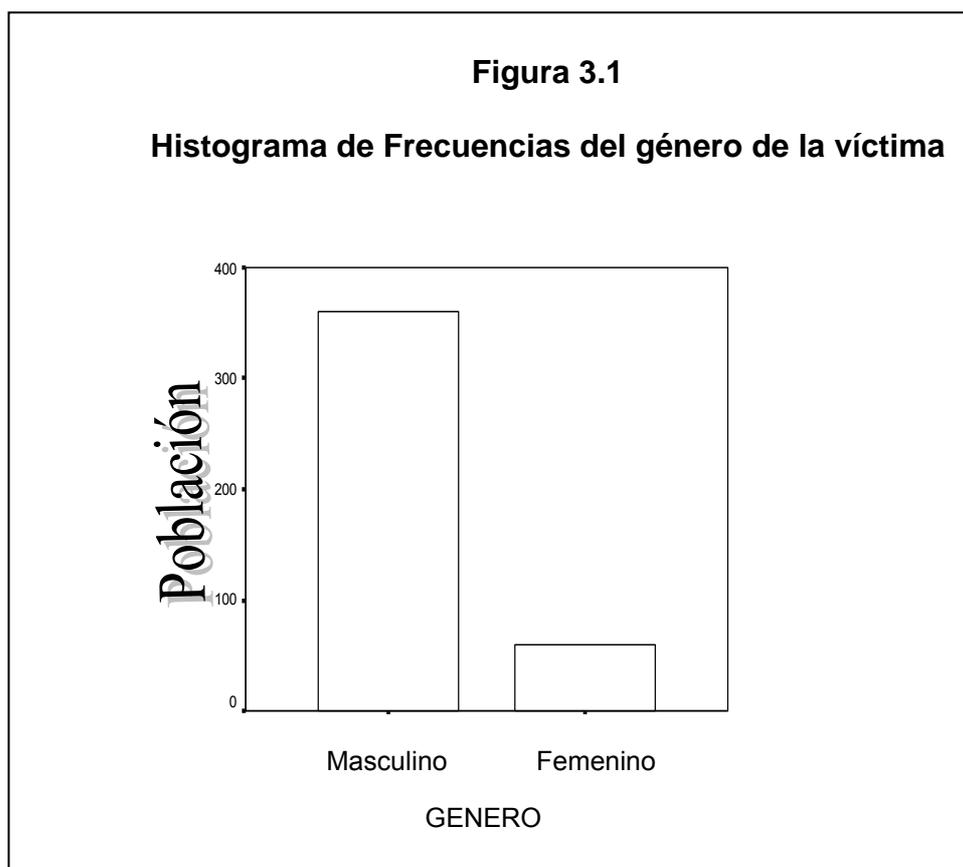
**Causa.-** es la causa por la que el criminal ha cometido tal acto en contra de la víctima, este tipo de variable puede ser por venganza, por robo, por bromista, por no pagar, caso fortuito, acribillado , por celos, por confusión, por discusión, por defender a pariente, por alguna balacera.

Observamos por medio de la Tabla I la frecuencia para el género masculino y femenino, en el que se observa que el 85,9% pertenecen al género masculino, mientras que el 14,1% para el género femenino. Representando de esta manera que la mayoría de las víctimas por los maleantes son los hombres.

**TABLA VI**

**Estadística descriptiva para el género de la víctima**

| <b>Frecuencia</b> |       |
|-------------------|-------|
| • Masculino       | 85,9% |
| • Femenino        | 14,1% |



Aproximadamente 350 personas, fueron de género masculino y menos de 100 personas, fueron de género femenino, es la representación que se observa en la Figura 3.1

A continuación se verá el Análisis Univariado de la variable:

Edad de la víctima:

**TABLA VII**

**Estadística descriptiva para la edad de la víctima**

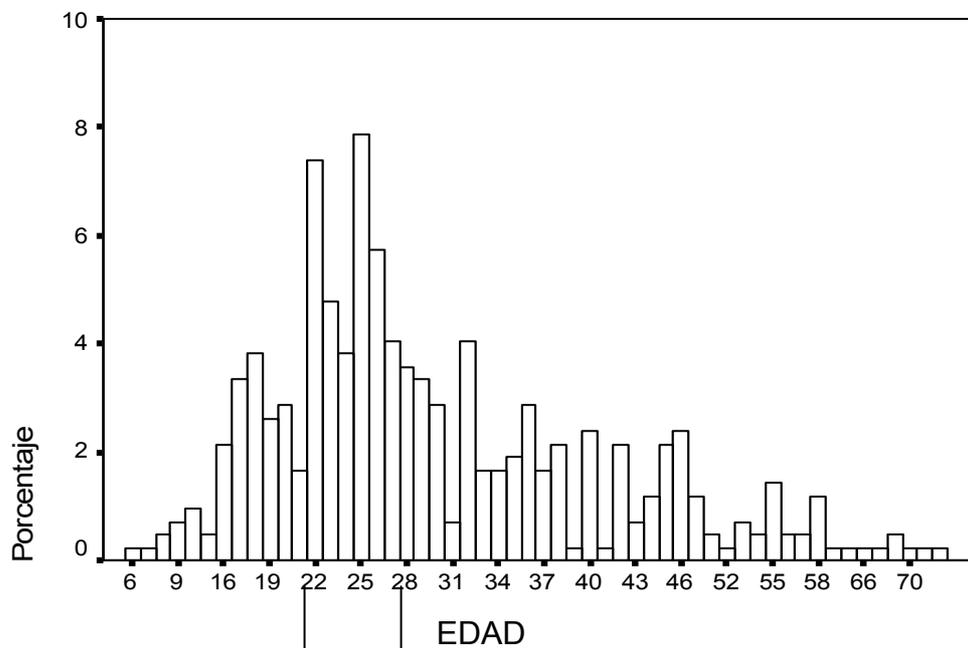
|                   |        |
|-------------------|--------|
| Media             | 30,16  |
| Mediana           | 27,00  |
| Desviación típica | 12,04  |
| Varianza          | 144,87 |
| Mínimo            | 6      |
| Máximo            | 90     |

Vemos que la media de edad para las personas víctimas de los crímenes es de 30 años con un mínimo de edad de 06 años, un máximo de edad de 90 años.

Vemos que la mediana de edad para las personas víctimas de los crímenes es de 27 años.

**Figura 3.2**

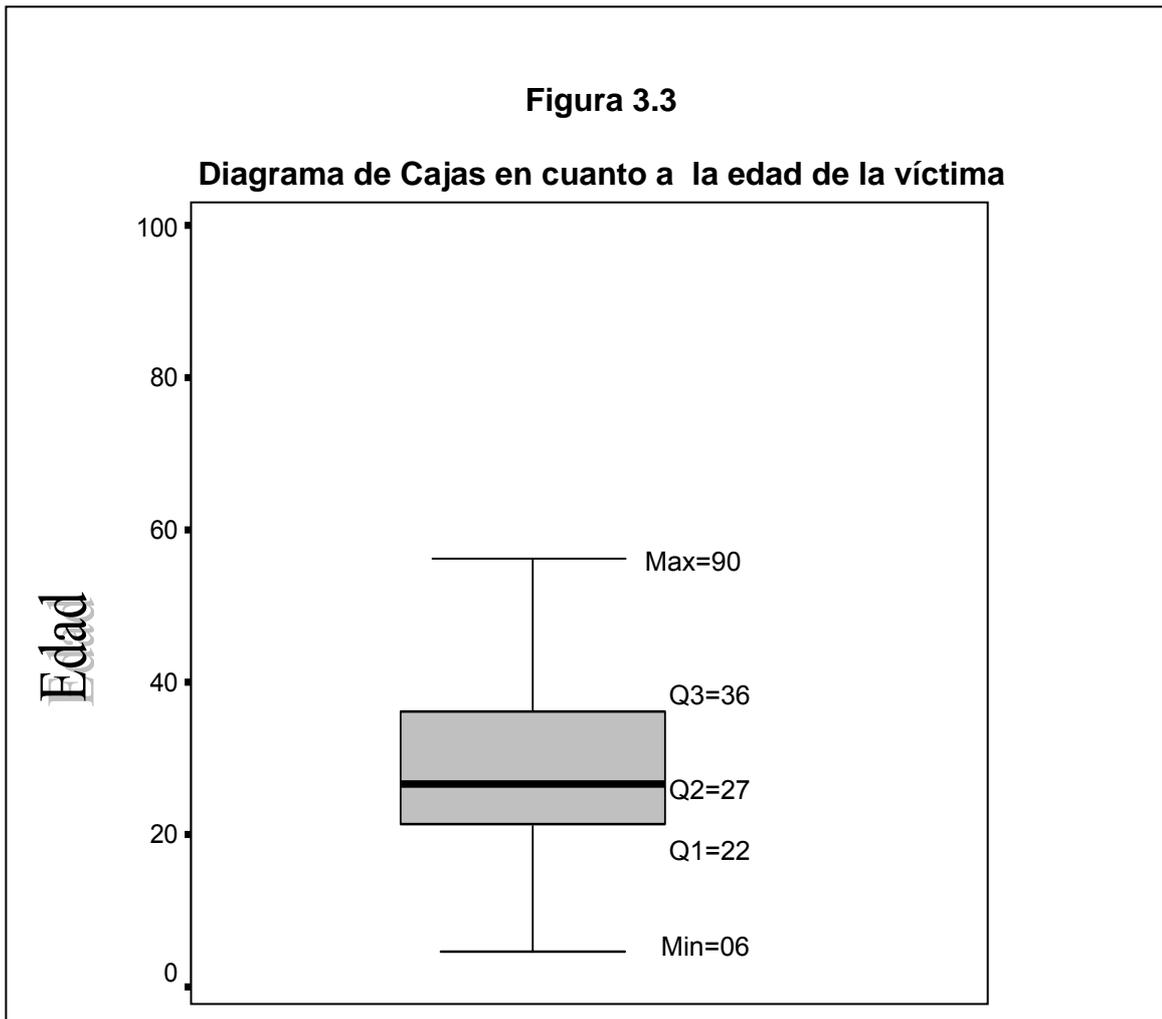
**Histograma de frecuencias de la edad de la víctima**



intervalo de mayor frecuencia

Claramente observamos las frecuencias en cuanto a la edad de las personas que son víctimas de los maleantes al cometer los crímenes.

**Figura 3.3**



Analizar el Diagrama de Cajas se tiene que  $Q1= 22$ , lo que indica que el 25% de las observaciones, de las víctimas, tuvieron esa edad cuando ocurrió el delito. Así mismo se observa  $Q2 = 27$ , en cuanto al 50% de las víctimas tuvieron 27 años. Finalmente  $Q3 = 36$ , donde el 75% de las observaciones tuvieron esa edad o menor a esa edad. Con un máximo de edad de 90 años y un mínimo de 06 años.

Podemos observar que existe aproximadamente un 80% para las personas que fueron de 25 años, seguido de un 70% para las personas de 22 años, vemos también que existe menos de un 60% para las personas de 26, 27, 28 años, como se puede apreciar en la figura 3.2

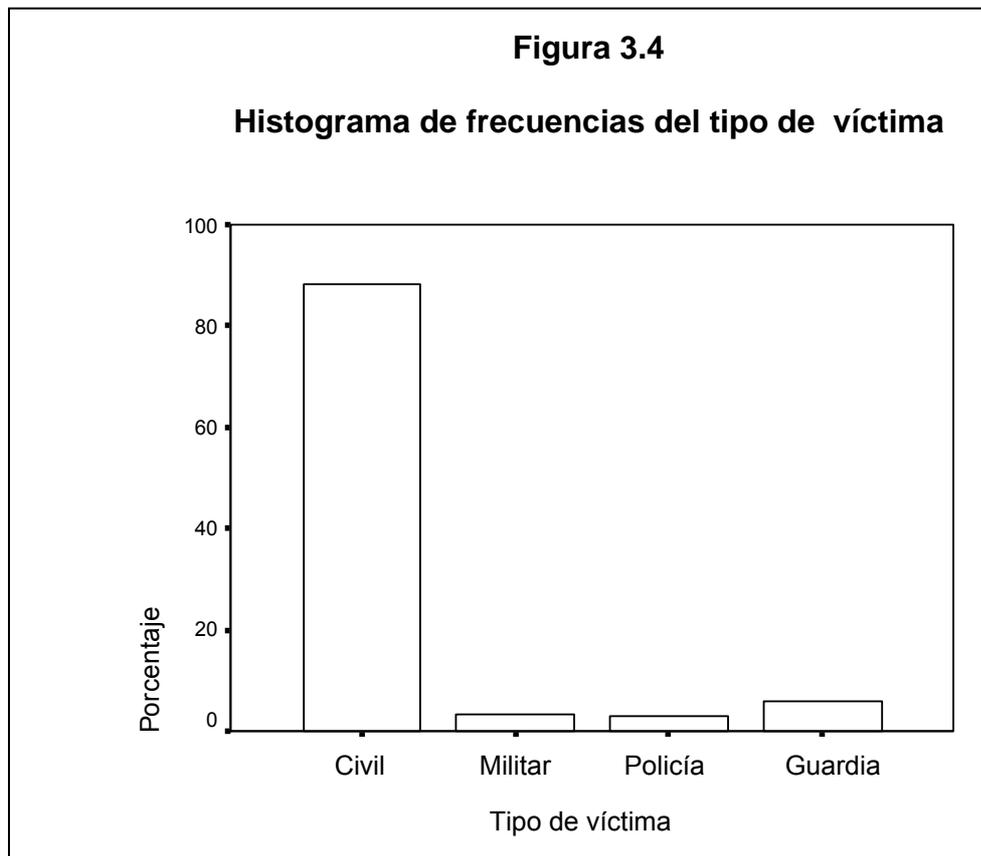
Variable: Tipo de víctima

**TABLA VIII**

**Estadística descriptiva para el tipo de víctima**

|                              | <b>Frecuencia</b> | <b>Porcentaje</b> |
|------------------------------|-------------------|-------------------|
| <b>Personas civiles</b>      | 369               | 88,1              |
| <b>Militares</b>             | 14                | 3,3               |
| <b>Policías</b>              | 12                | 2,9               |
| <b>Guardias de seguridad</b> | 24                | 5,7               |

Observamos la frecuencia para las personas que son civiles en un mayor porcentaje que son víctimas de los maleantes. Vemos que seguido se encuentran las personas que son guardias de seguridad, luego se tiene a los militares y en menor relevancia a los policías



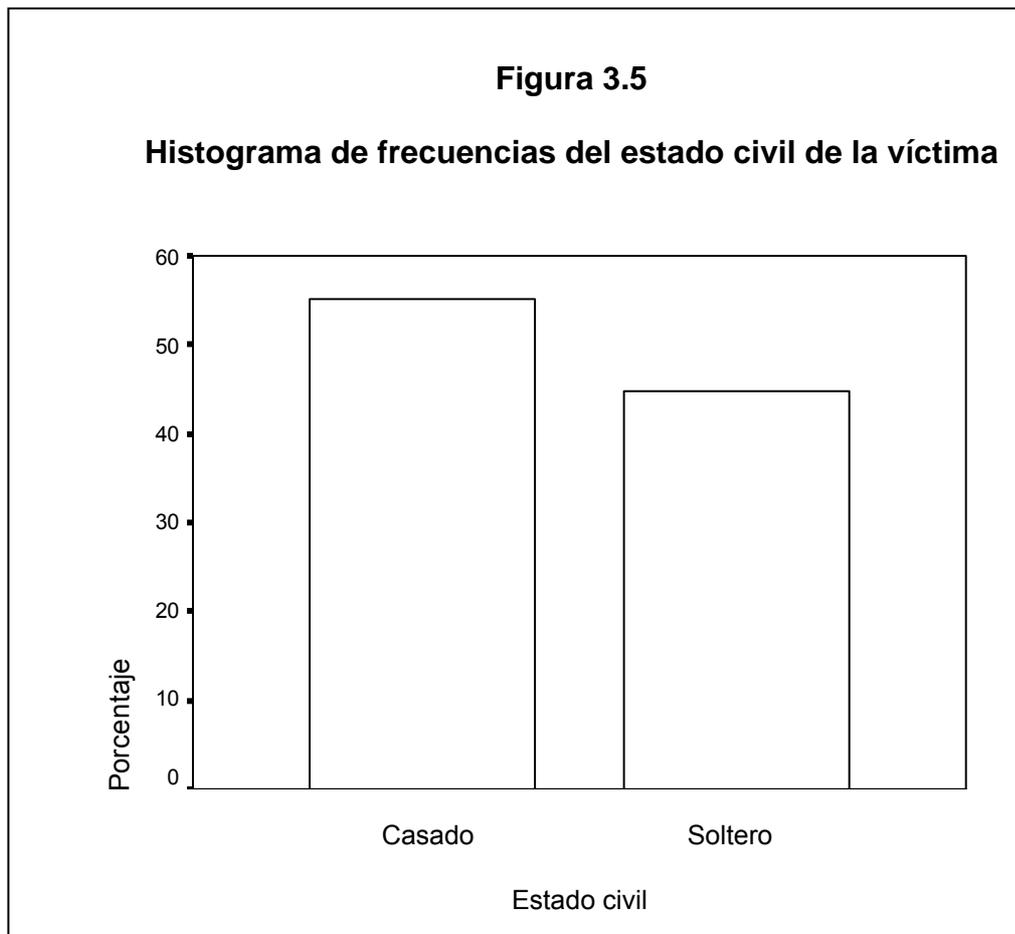
Claramente observamos en la Figura 3.3 que las víctimas que representan a las personas civiles tienen un 88%, seguido del 3,3% perteneciente a personas que fueron militares, luego con un 2,9% que fueron policías y finalmente con un 5,7% que fueron guardias. Vemos el porcentaje de los guardias es alto en comparación a policías y militares. Esto se explica ya que son personas que más se exponen al peligro.

Variable: estado civil de la víctima

**TABLA IX**

**Estadística descriptiva para el estado civil de la víctima**

|                | <b>Frecuencia</b> | <b>Porcentaje</b> |
|----------------|-------------------|-------------------|
| <b>Casado</b>  | 231               | 55,1              |
| <b>Soltero</b> | 188               | 44,9              |



Observamos que las personas casadas representando el 55,1% tienden a ser atacados por las víctimas, y las personas solteras tienen un índice de crimen del 44,9%.

Variable: lugar del crimen

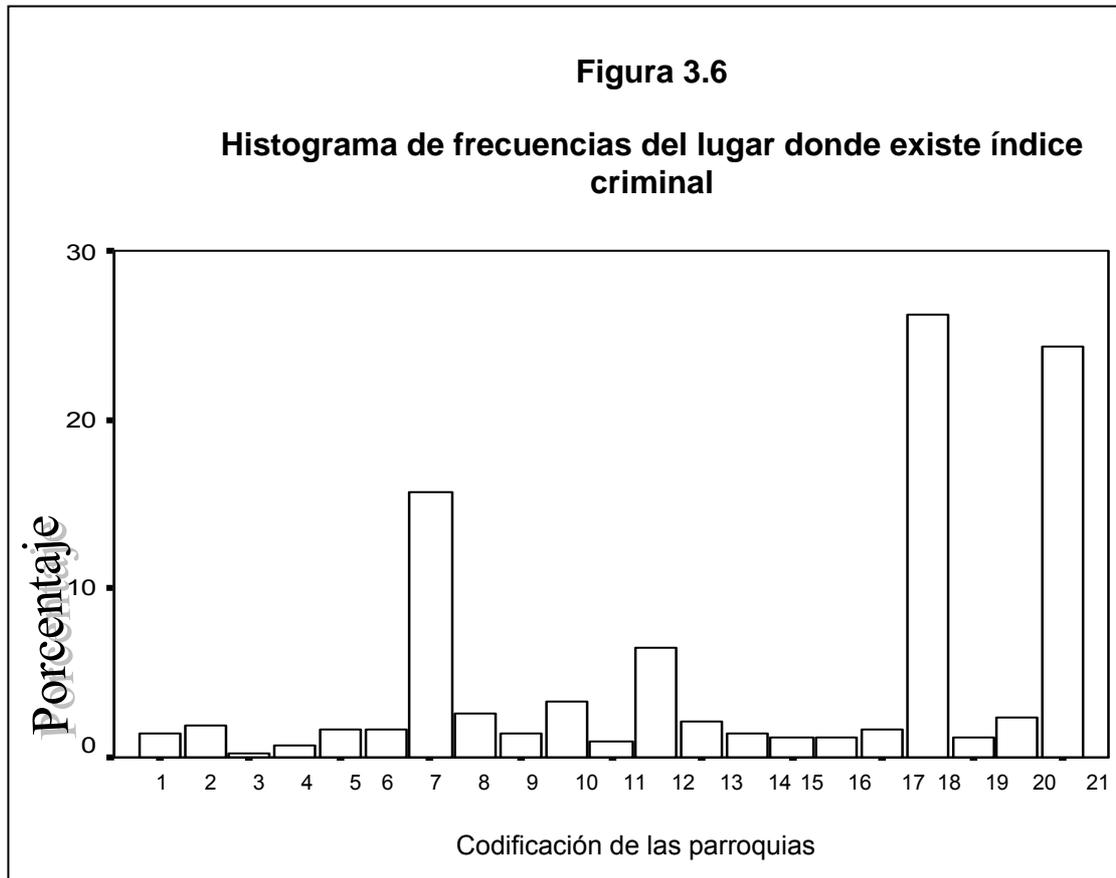
**TABLA X**

**Estadística descriptiva para el lugar del crimen**

|                | <b>Frecuencia</b> | <b>Porcentaje</b> |
|----------------|-------------------|-------------------|
| 9 de octubre   | 6                 | 1,4%              |
| ayacucho       | 8                 | 1,9%              |
| bolivar        | 1                 | 0,2%              |
| carbo          | 3                 | 0,7%              |
| chongon        | 7                 | 1,7%              |
| el morro       | 7                 | 1,7%              |
| febres cordero | 66                | 15,8%             |
| garcia moreno  | 11                | 2,6%              |
| gomez rendon   | 6                 | 1,4%              |
| letamendi      | 14                | 3,3%              |
| olmedo         | 4                 | 1,0%              |
| pascuales      | 27                | 6,4%              |
| posorja        | 9                 | 2,1%              |
| puna           | 6                 | 1,4%              |
| roca           | 5                 | 1,2%              |
| rocafuerte     | 5                 | 1,2%              |
| sucre          | 7                 | 1,7%              |
| tarqui         | 110               | <b>26,3%</b>      |
| tenguel        | 5                 | 1,2%              |
| urdaneta       | 10                | 2,4%              |
| ximena         | 102               | <b>24,3%</b>      |

Se observan las dos principales parroquias donde se dan muchos crímenes que son la parroquia tarqui con un 26,3% y la ximena con un

24,3%. También se presentan crímenes pero en menor cantidad en la parroquia bolívar con un 0,2%.



**Tabla XI**

**Codificación de las parroquias por número**

|    |                |    |            |
|----|----------------|----|------------|
| 1  | 9 de octubre   | 11 | olmedo     |
| 2  | Ayacucho       | 12 | Pascuales  |
| 3  | Bolívar        | 13 | Posorja    |
| 4  | Carbo          | 14 | Puná       |
| 5  | Chongón        | 15 | Roca       |
| 6  | El morro       | 16 | Rocafuerte |
| 7  | Febres cordero | 17 | Sucre      |
| 8  | García moreno  | 18 | Tarqui     |
| 9  | Gómez rendón   | 19 | Tenguel    |
| 10 | Letamendi      | 20 | Urdaneta   |
|    |                | 21 | Ximena     |

Se confirma claramente la afluencia que tiene la parroquia tarqui para que los maleantes cometan crímenes por esas zonas.

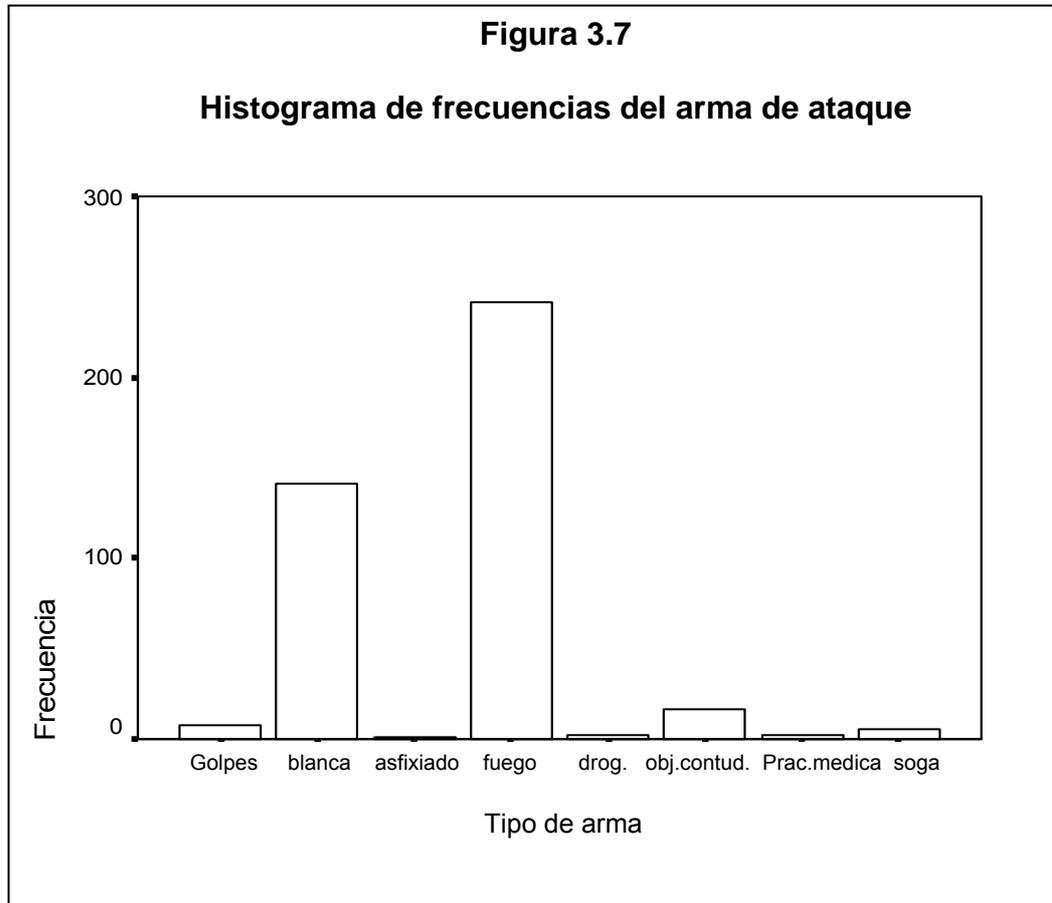
Variable: arma de ataque

**TABLA XII**

**Estadística descriptiva para la variable arma de ataque**

|                      | <b>Frecuencia</b> | <b>Porcentaje</b> |
|----------------------|-------------------|-------------------|
| A golpes             | 8                 | 1,9               |
| Arma blanca          | 141               | 33,7              |
| Asfixiado            | 1                 | ,2                |
| De fuego             | 242               | 57,8              |
| Drogado              | 2                 | ,5                |
| Objeto contundente   | 17                | 4,1               |
| Mala práctica médica | 2                 | ,5                |
| Soga                 | 6                 | 1,4               |

Por medio de estadística descriptiva observamos que la principal arma de ataque preferida por los maleantes para cometer sus fechorías es el arma de fuego con un 57,8%; se tiene también que el arma blanca es otra de las herramientas preferidas por los maleantes para cometer crímenes y se lo puede verificar por medio de la Figura 3.6



En menor frecuencia tenemos a la mala práctica médica al igual que personas que han fallecido víctimas de personas que las han drogado por medio de alguna bebida con la intención de robo.

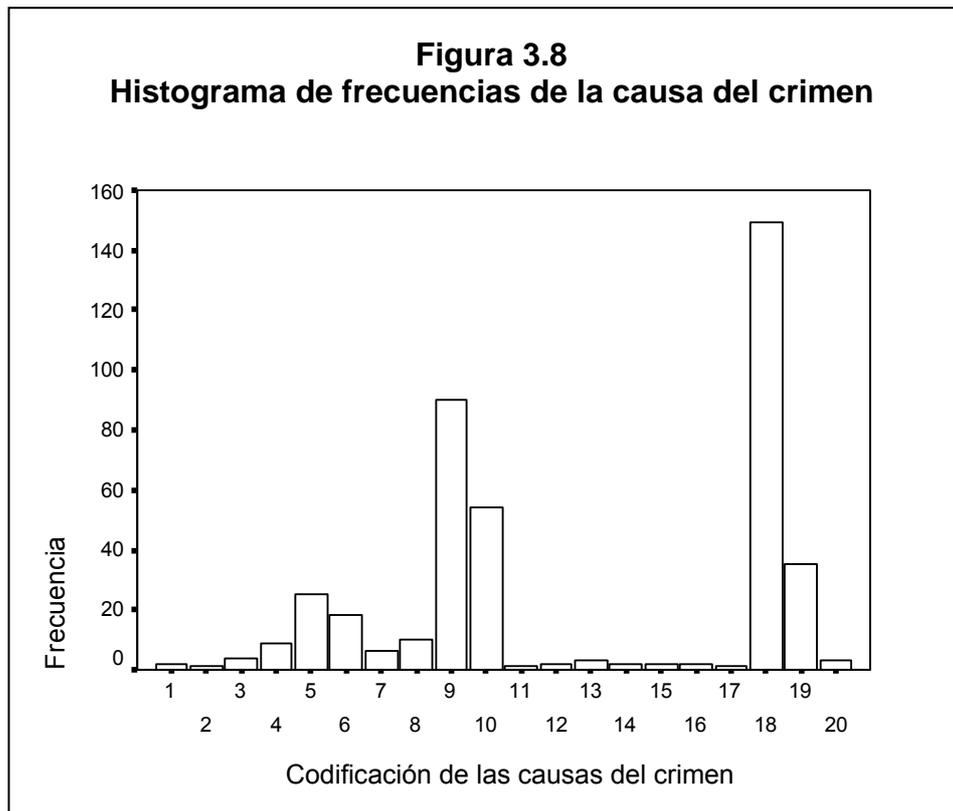
Observemos el análisis univariado de la variable causa del crimen

**TABLA XIII**

**Estadística descriptiva para la variable causa del crimen**

|                        | <b>Codificac.</b> | <b>Frecuencia</b> | <b>Porcentaje</b> |
|------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Acribillados           | 1                 | 2                 | ,5                |
| Acuchillado            | 2                 | 1                 | ,2                |
| Balacera               | 3                 | 4                 | 1,0               |
| Bromista               | 4                 | 9                 | 2,1               |
| Celos                  | 5                 | 25                | 6,0               |
| Confusión              | 6                 | 18                | 4,3               |
| Defender a pariente    | 7                 | 6                 | 1,4               |
| Defenderse             | 8                 | 10                | 2,4               |
| Desconocida            | 9                 | 90                | 21,5              |
| Discusión              | 10                | 54                | 12,9              |
| Drogadicto             | 11                | 1                 | ,2                |
| Fortuito               | 12                | 2                 | ,5                |
| Madre demente          | 13                | 3                 | ,7                |
| Mala práctica médica   | 14                | 2                 | ,5                |
| Por no pagar deuda     | 15                | 2                 | ,5                |
| Por un piropo          | 16                | 2                 | ,5                |
| Por tener antecedentes | 17                | 1                 | ,2                |
| Por robo               | 18                | 149               | 35,6              |
| Por venganza           | 19                | 35                | 8,4               |
| Por violación          | 20                | 3                 | ,7                |

Es clara la frecuencia lata que existe en primer lugar la causa por robo, seguido de la causa por defenderse, en una menor frecuencia se tiene a las personas que han sido víctima de alguna drogadicción.

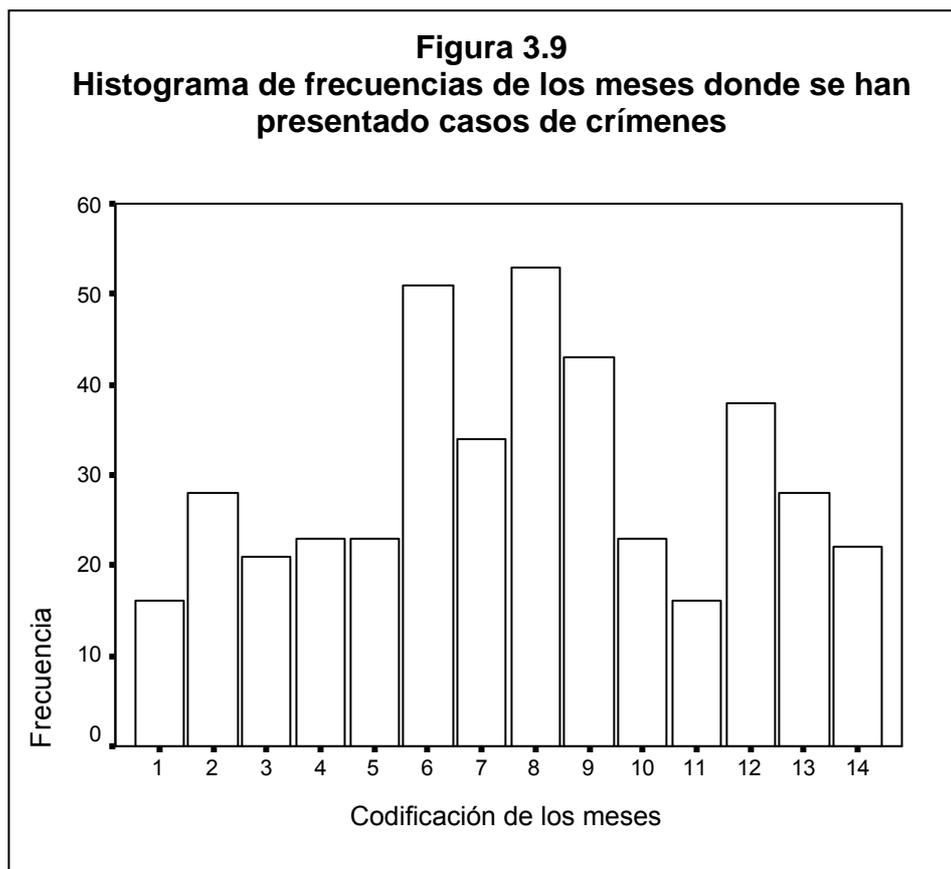


Se aprecia que la mayor causa por el que se cometen los crímenes es por robo, luego por causa desconocida en el que no existen testigos o la PP.NN. no tiene esclarecido el caso. Tenemos que por robo con un 35.6% , desconocida con un 21.5%.

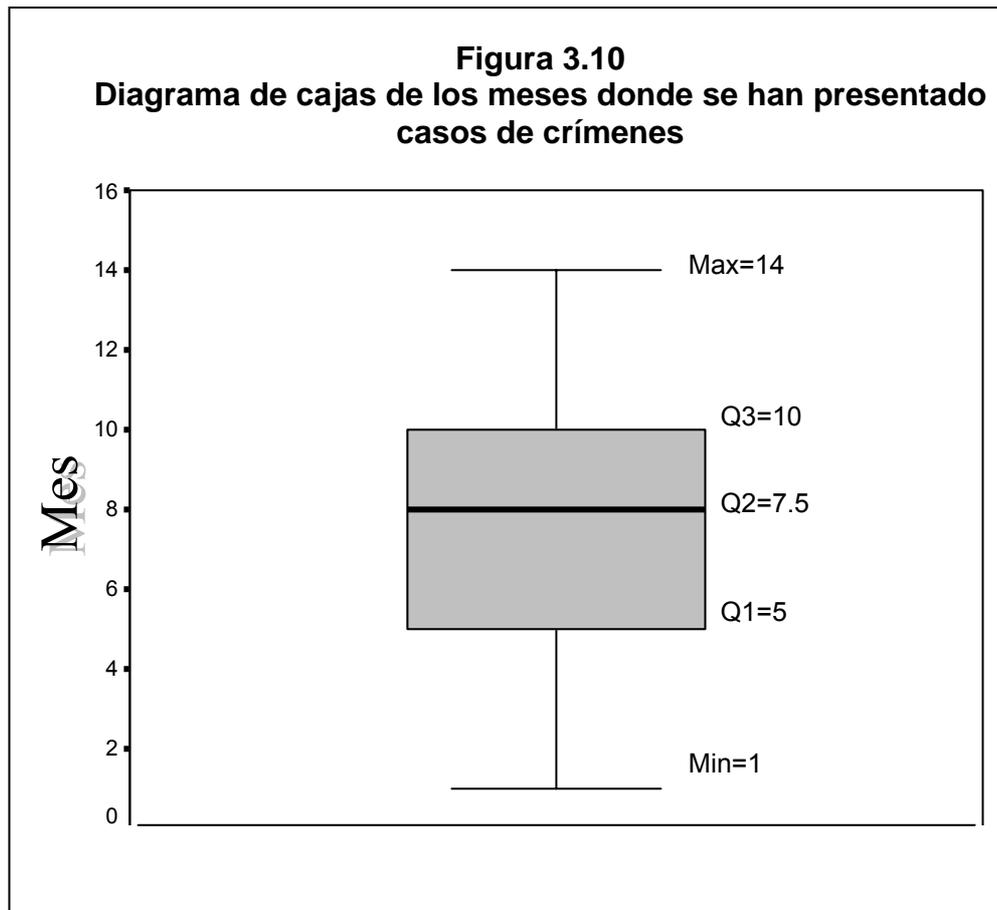
**TABLA XIV**

**Estadística descriptiva en cuanto al mes de mayor porcentaje criminal**

|                 | <b>Codificac.</b> | <b>Frecuencia</b> | <b>Porcentaje</b> |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Enero 2002      | 1                 | 16                | 3,8               |
| Febrero 2002    | 2                 | 28                | 6,7               |
| Marzo 2002      | 3                 | 21                | 5,0               |
| Abril 2002      | 4                 | 23                | 5,5               |
| Mayo 2002       | 5                 | 23                | 5,5               |
| Junio 2002      | 6                 | 51                | 12,1              |
| Julio 2002      | 7                 | 34                | 8,1               |
| Agosto 2002     | 8                 | 53                | 12,6              |
| Septiembre 2002 | 9                 | 43                | 10,2              |
| Octubre 2002    | 10                | 23                | 5,5               |
| Noviembre 2002  | 11                | 16                | 3,8               |
| Diciembre 2002  | 12                | 38                | 9,0               |
| Enero 2003      | 13                | 28                | 6,7               |
| Febrero 2003    | 14                | 22                | 5,2               |



Observamos que durante este periodo de tiempo los meses que mayor incidencia de crímenes ha tenido es el mes de agosto del 2002 y junio del 2002 con un 12.6% y 12.11% respectivamente.



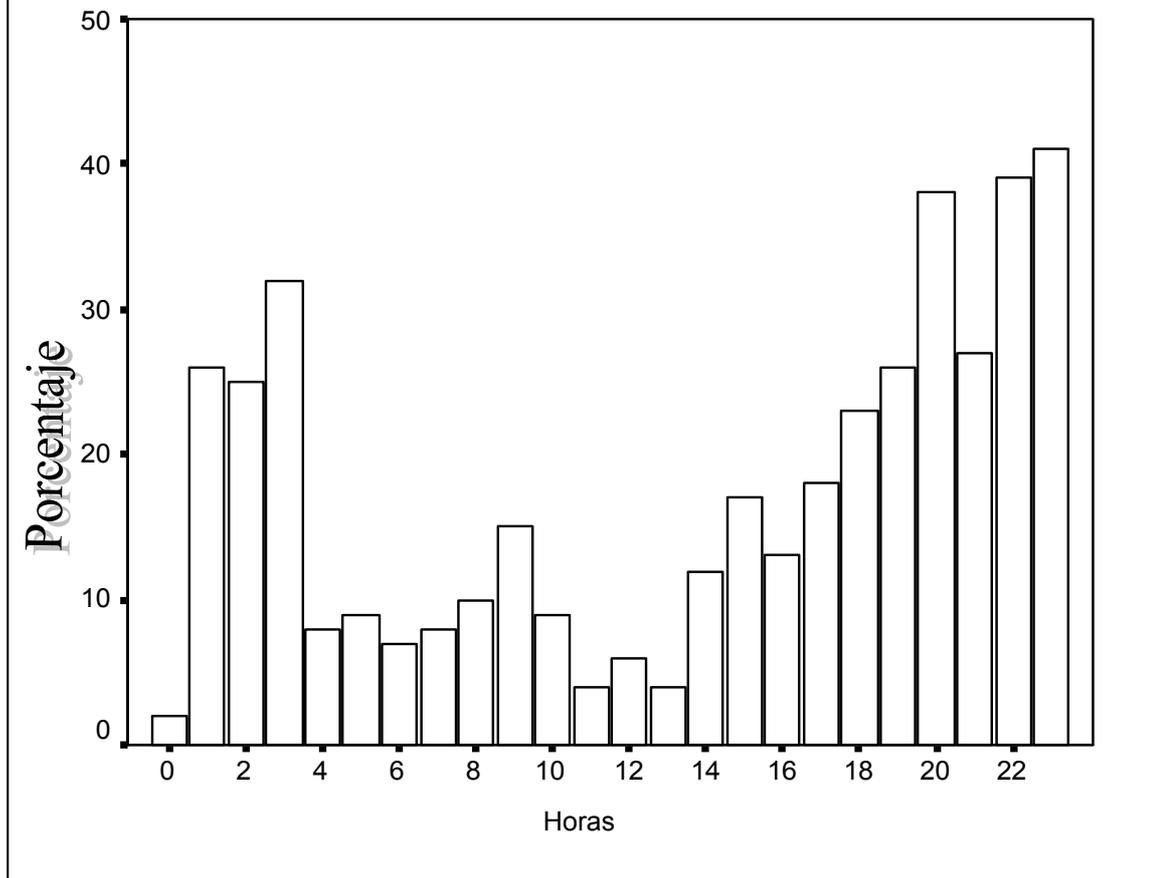
Se observa por medio de la tabla cual es el número de víctimas en cuanto a la hora que se cometen este tipo de delito, se lo puede apreciar de mejor manera en el gráfico. (Figura 3.9)

**TABLA XV**

**Estadística descriptiva en cuanto a la hora de mayor porcentaje criminal**

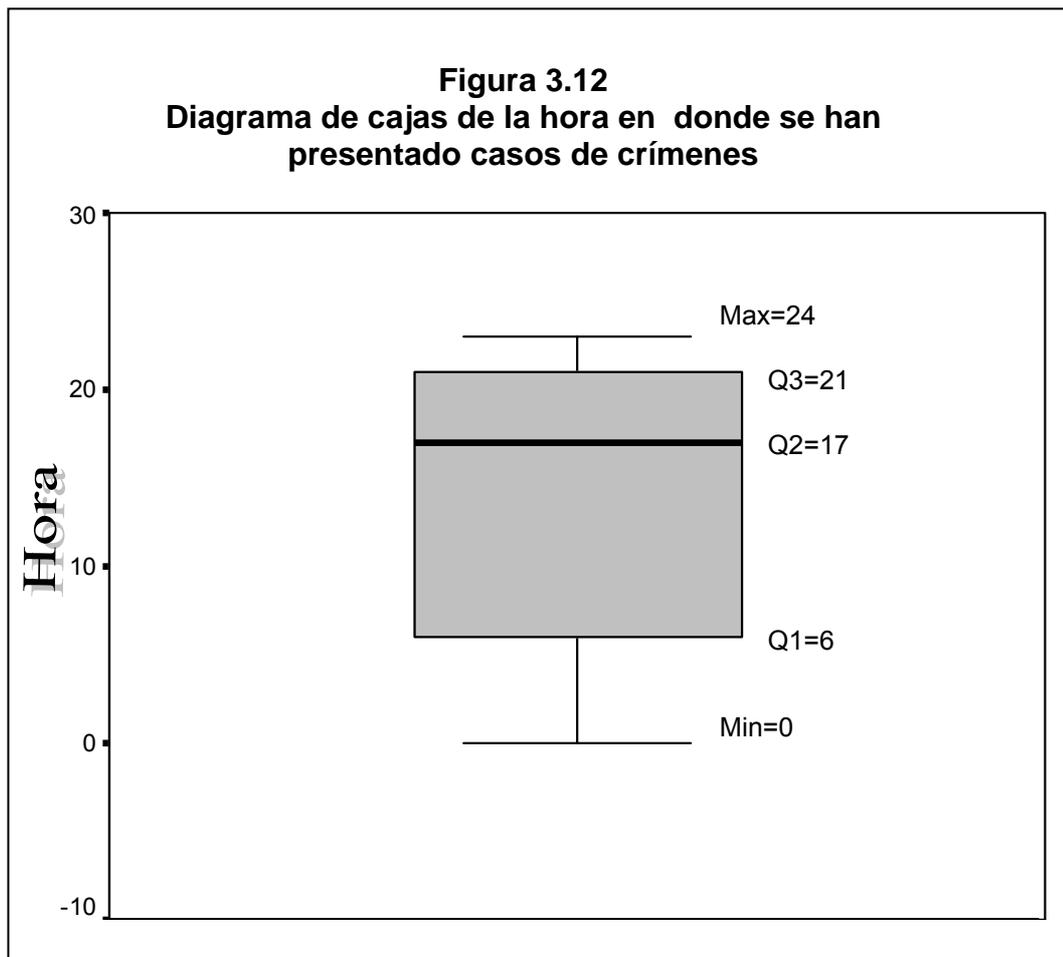
| <b>HORAS</b> | <b>Frecuencia</b> | <b>Porcentaje</b> |
|--------------|-------------------|-------------------|
| 0h00         | 2                 | ,5                |
| 1h00         | 26                | 6,2               |
| 2 h00        | 25                | 6,0               |
| 3 h00        | 32                | 7,6               |
| 4 h00        | 8                 | 1,9               |
| 5 h00        | 9                 | 2,1               |
| 6 h00        | 7                 | 1,7               |
| 7 h00        | 8                 | 1,9               |
| 8 h00        | 10                | 2,4               |
| 9 h00        | 15                | 3,6               |
| 10 h00       | 9                 | 2,1               |
| 11 h00       | 4                 | 1,0               |
| 12 h00       | 6                 | 1,4               |
| 13 h00       | 4                 | 1,0               |
| 14 h00       | 12                | 2,9               |
| 15 h00       | 17                | 4,1               |
| 16 h00       | 13                | 3,1               |
| 17 h00       | 18                | 4,3               |
| 18 h00       | 23                | 5,5               |
| 19 h00       | 26                | 6,2               |
| 20 h00       | 38                | 9,1               |
| 21 h00       | 27                | 6,4               |
| 22 h00       | 39                | 9,3               |
| 23 h00       | 41                | 9,8               |

**Figura 3.11**  
**Histograma de frecuencias de la hora en donde se han presentado casos de crímenes**



Como se observa en el grafico que a partir de las 20h00 hasta las 23h00 se dan casos de crímenes y siguiendo con el transcurso de la noche desde la 1h00 hasta las 3h00 y entre las 8h00 hasta las 10h00.

**Figura 3.12**  
**Diagrama de cajas de la hora en donde se han presentado casos de crímenes**



Al analizar el Diagrama de cajas obtenemos que  $Q1=6$ , esto significa que el 25% de los valores tomados en el lapso de tiempo desde enero del 2002 hasta febrero del 2003 han sido menores o igual a esa hora es decir las 6 de la mañana. Si  $Q2 = 17$ , quiere decir que la mediana de las observaciones es a las 17h00, es decir, se cometen en un 50% de crímenes en esa hora.

Si  $Q3 = 21$ , se tiene que el 75% de las observaciones, en este caso crímenes ocurren en esa hora o menor a esa hora. Con un mínimo de 0h00 y un máximo de 23h00.

### 3.2 ANÁLISIS MULTIVARIADO DE LA CRIMINALÍSTICA EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL

Se realizará un análisis Multivariado de las variables que se han encontrado en los datos proporcionados. Los datos proporcionados para nuestro estudio fueron tomados desde enero del 2002 hasta febrero del 2003, y en todas las partes que respecta solo la ciudad de Guayaquil, en donde se ha sectorizado por parroquias.

Se realizará el estudio de Componentes Principales con las variables que se presentan en la Tabla X:

**TABLA XVI**  
**VARIABLES DE ESTUDIO**

| <b>VARIABLES</b> | <b>SIGNIFICADO</b>                        |
|------------------|---|
| <b>X1</b>        | Género de la víctima                      |
| <b>X2</b>        | Edad de la víctima                        |
| <b>X3</b>        | Clase de víctima                          |
| <b>X4</b>        | Estado civil de la víctima                |
| <b>X5</b>        | El arma con el que fue atacado la víctima |
| <b>X6</b>        | La causa del crimen                       |
| <b>X7</b>        | El mes que ocurrió el delito              |
| <b>X8</b>        | La hora en que ocurrió el delito          |
| <b>X9</b>        | El lugar donde ocurrió el crimen          |

Se aplica los pasos según la teoría analizada en el Capítulo 2, basados en todas las variables de estudio.

### **3.2.1 ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES NO LINEAL**

El siguiente estudio se basa en analizar todas las variables en conjunto, manteniendo sus respectivas escalas, que pueden ser numéricas, ordinales y nominales; para el cual se tomó todas las variables en nuestro estudio desde X1 hasta X9.

Se aplica el programa CAPTA (Componentes Principales Categóricos) del módulo de reducción de datos del software SPSS 10.0 para calcular los resultados, además este programa automáticamente imputa la falta de respuestas o valores perdidos, con la moda de la variable cuantificada.

#### **3.2.1.1 Número de dimensiones tomadas**

El Análisis de Componentes Principales No Lineal, arroja los resultados numéricos no en forma algebraica como lo hacen los métodos comunes, tampoco especifica el criterio de información explicado a través de la varianza como el Análisis de Componentes Principales clásico.

Sin embargo existen reglas que facilitan la determinación de las dimensiones, así cuando las variables solo poseen escalas, ordinal, nominal o numérica, se considera que el número apropiado de dimensiones es dos, ya que al reducir la dimensionalidad se interpreta los resultados de un pequeño número de componentes en lugar de un extenso número de variables, y se evita que la interpretación de los resultados se torne difícil.

Además al igual que el análisis de correspondencias (Simple y múltiple); en este método no hay dimensiones (o factores) que expliquen un porcentaje alto de la varianza total (o información) de la muestra. Por esta razón siempre se utilizan las dos primeras dimensiones (o factores).

**TABLA XVII**  
**Varianza explicada y perdidas de los resultados**  
**según CATPA**

| Dimensión | Varianza Explicada (%) |           | Pérdida                  |  |
|-----------|------------------------|-----------|--------------------------|--|
| 1<br>2    | 19.263<br>9.689        | Total     | Coordenadas de centroide | Restricción del centroide a las coordenadas del vector |
| Total     | 28,952164              | 61,047836 | 59,061798                | 1,986038   |

Según la tabla XI muestra que con dos dimensiones se obtiene una varianza explicada del 28.95%, y la pérdida total, producto del promedio de las puntuaciones de los objetos (coordenadas del centroide) más la restricción de las coordenadas del centroide a las coordenadas del vector (variables categóricas simples).

### 3.2.1.2 Identificación de las Componentes

En la Tabla XII se observan las cargas\* de cada variable. En la primera componente las mayores cargas corresponden a la **CAUSA** del crimen y a la **HORA** que se comete el crimen estas dos variables con signo positivo; indicando que mientras más altos sean los valores

\* Las cargas son las coordenadas de las variables en el nuevo sistema referencial formado por las componentes principales

de estas variables, en la escala simple, las puntuaciones de los objetos en la primera dimensión también serán altos.

De la misma manera se observa que la variable **ARMA DE ATAQUE** y el **LUGAR** donde se comete el crimen, tienen valores altos con signo negativo, y así mismo tengan ese valor más alto negativo, en la escala simple, las puntuaciones de los objetos en la primera dimensión también serán altos.

Observamos que para la dimensión dos la variable **MES** en donde se cometen los crímenes tiene una puntuación alta con valor positivo; y la variable **LUGAR** donde se comete el crimen tiene una puntuación alta con valor negativo.

**TABLA XVIII**

**Componentes de carga para dos dimensiones  
según los resultados de CAPTA**

|          | Ponderación de la variable | Dimensión    |              |
|----------|----------------------------|--------------|--------------|
|          |                            | 1            | 2            |
| GENERO   | 1                          | -,162        | -,027        |
| EDAD     | 2                          | ,003         | ,087         |
| TIPOVICT | 3                          | -,005        | ,101         |
| ESTADOCI | 4                          | ,072         | -,114        |
| LUGAR    | 5                          | <b>-,205</b> | <b>-,720</b> |
| ARMATAQU | 6                          | <b>-,954</b> | -,012        |
| CAUSA    | 7                          | <b>,954</b>  | ,010         |
| MES      | 8                          | -,153        | <b>,934</b>  |
| HORA1    | 9                          | <b>,881</b>  | ,038         |

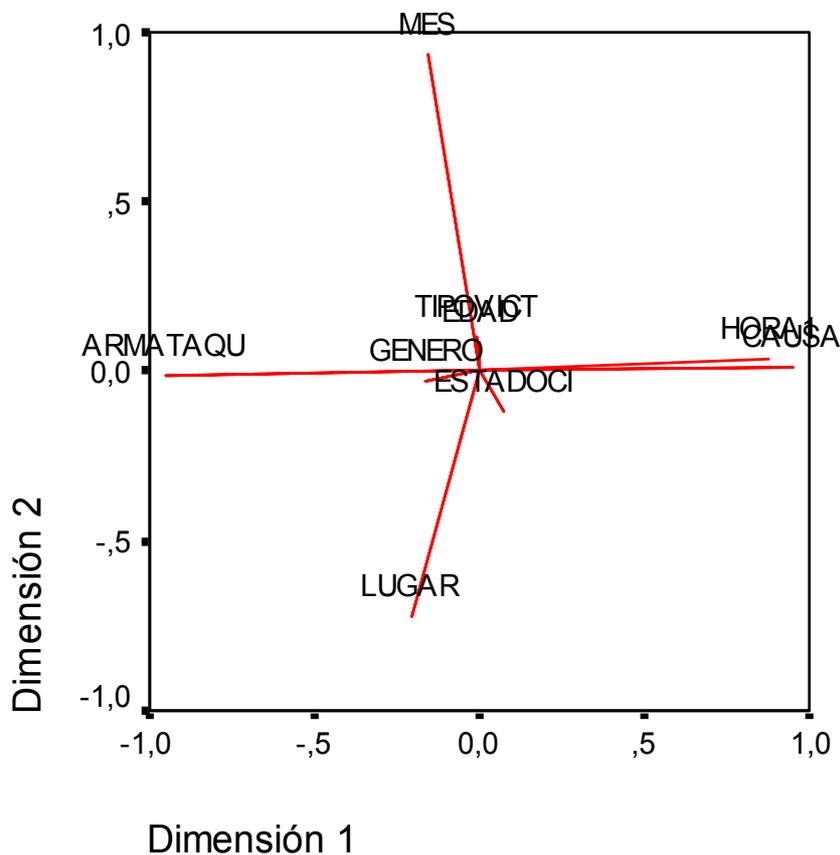
Se observa que para la primera componente las variables de mayor peso son **CAUSA**, **ARMA DE ATAQUE** y **HORA** en la que se cometen

los crímenes; a ésta componente principal la denominaremos “**TIPO DE ATAQUE**”.

Para la segunda componente tenemos a la variable **MES** y el **LUGAR** con mayor peso, la cual denominaremos “**ESPACIO TIEMPO**”.

**Figura 3.13**

**Representación de las cargas de las Variables en dos dimensiones según CATPA**



Observamos en la Figura 3.12 que las líneas relativamente largas aportan mayor información explicando más la variabilidad de todas las

variables, mientras que las líneas cortas no aportan mayor información, ya que no presentan una variación significativa.

Observamos tres grupos de variables en la Figura 3.12 la variable **ARMATAQ** (Arma de ataque) se encuentra en dirección opuesta a las variables **HORA** (hora del crimen), y con la variable **CAUSA** (causa o motivo del crimen) que forman aproximadamente un ángulo de  $180^\circ$ , lo que indican que se hallan correlacionadas negativamente.

La variable **LUGAR** se encuentra en dirección opuesta a la variable **MES** formando casi un ángulo de  $180^\circ$ , lo que indica que están correlacionadas negativamente.

Se observa que el grupo de variables **TIPOVICT** (tipo de víctima), **GENERO**, **EDAD**, **ESTADOCIV**(estado civil de la persona) tienen un aporte poco significativo.

En efecto esto demuestra que el arma de ataque utilizada dependerá de la hora y de la causa, ya que si se ataca en el día, por ejemplo, entre la mañana hasta la tarde, el arma que utiliza el individuo será diferente a la que utilice en la noche o madrugada; y si se trata de una venganza o por celos, es decir, la causa, el arma de ataque también será diferente.

Se puede afirmar que la causa del crimen es por discusión, entonces su arma de ataque será una de fuego, si el arma de ataque fue por golpes, seguramente como se ve en la explicación de las componentes se habría dado por un arranque de celos.

Finalmente en la Figura 3.12 se puede apreciar la proyección de las variables en el espacio generado por las dos primeras componentes principales. A partir de esto se aprecia que se tiene dos grupos de variables, entre el primer grupo ( **ARMA DE ATAQUE** con **HORA** y **CAUSA**) y el segundo grupo ( **MES** con **LUGAR** ) existe una correlación negativa.

Cuando las dos componentes toman valores cercanos a cero podemos concluir que estas no son significativas en el análisis.

**Tabla XIX**  
**Matriz de Correlación**

|              | GENERO | EDAD  | TIPOVIC<br>T | ESTADO<br>CI | LUGAR | ARMATA<br>QU | CAUSA | MES   | HORA1 |
|--------------|--------|-------|--------------|--------------|-------|--------------|-------|-------|-------|
| GENERO       | 1,000  | -,108 | ,031         | -,062        | ,069  | ,166         | -,164 | ,007  | -,102 |
| EDAD         | -,108  | 1,000 | -,053        | -,406        | -,065 | ,006         | -,008 | ,034  | ,027  |
| TIPOVIC<br>T | ,031   | -,053 | 1,000        | -,071        | ,004  | -,001        | ,004  | ,089  | ,003  |
| ESTADOC<br>I | -,062  | -,406 | -,071        | 1,000        | ,072  | -,065        | ,062  | -,043 | ,041  |
| LUGAR        | ,069   | -,065 | ,004         | ,072         | 1,000 | ,188         | -,185 | -,436 | -,146 |
| ARMATAQ<br>U | ,166   | ,006  | -,001        | -,065        | ,188  | 1,000        | -,999 | ,122  | -,706 |
| CAUSA        | -,164  | -,008 | ,004         | ,062         | -,185 | -,999        | 1,000 | -,124 | ,707  |
| MES          | ,007   | ,034  | ,089         | -,043        | -,436 | ,122         | -,124 | 1,000 | -,079 |
| HORA1        | -,102  | ,027  | ,003         | ,041         | -,146 | -,706        | ,707  | -,079 | 1,000 |
| Dimensión    | 1      | 2     | 3            | 4            | 5     | 6            | 7     | 8     | 9     |
| Autovalores  | 19,263 | 9,688 | 4,527        | 3,393        | 3,067 | 2,651        | 1,495 | ,907  | ,008  |

**3.2.1.3 Matriz de correlación**

Aquí se presenta la matriz de correlación para las variables categóricas, en donde según CATPA cuantifica los datos y realiza el análisis como el ACP clásico y así mismo saca la matriz de correlación. Se puede observar la relación que existe entre cada una de las variables.

En efecto se aprecia la correlación alta que existe entre las variables Causa con arma de ataque y la correlación alta entre causa con hora.

# CONCLUSIONES

1. Con la información analizada se verifica que en nuestro medio existe un porcentaje alto de personas víctimas de crímenes que son de género masculino (85.9%), y que su edad tiene una fluctuación desde 22 años hasta los 28 años. En menor cantidad para las personas de género femenino (14.1%) y con fluctuaciones de edad de 22 a 28 años.
2. Así mismo se aprecia que las personas que pertenecen a una rama de las fuerzas armadas son víctimas de crímenes, pero en mayor porcentaje (88.1%)son personas civiles, es decir, que no pertenezcan a alguna rama de las fuerzas armadas.
3. Entre las víctimas se tiene que 55.1% son personas casadas y para las personas solteras con un 44.9%
4. En cuanto al lugar del crimen se observa que la parroquia Tarqui su porcentaje es alto (26.3%) para que ocurran muchos crímenes por esta zona; seguido de la parroquia Ximena (24.3%). Estas dos parroquias son la de mayor riesgo para que se den crímenes de toda clase a toda hora, por cualquier causa y con cualquier tipo de arma.

5. El arma de ataque preferida por los maleantes es el arma de fuego, con un porcentaje de 57.8%. Otra arma es la blanca (33.7%) ya que se la puede conseguir hasta en su propia casa, por ejemplo, un cuchillo, los maleantes la adquieren fácilmente para cometer sus crímenes.
  
6. Sabemos que en nuestro medio existen muchos tipos de delitos y en cualquier momento se pueden presentar cualquier tipo de causa; en nuestro estudio la causa más frecuente hasta el momento es matar para robar, representada con un alto porcentaje (35.6%). Existen crímenes por causa desconocida que se dan en un mayor porcentaje que el anterior con un (21.5%); otra de las causas que se presenta con un porcentaje alto, la discusión (12.9%)
  
7. La venganza es otra de las causas por la que se cometen crímenes presentándose así en la cuarta causa más relevante en nuestro estudio.
  
8. En el estudio realizado observamos que el período donde se han presentado más crímenes corresponde va de junio del 2002 a septiembre del mismo año. Esto podría deberse a que por ese tiempo se tuvo una tremenda crisis financiera en nuestro país por lo que el desempleo fue en aumento y se tiene las consecuencias de dichos delitos. Se observa también que en el mes de diciembre del

2002 los crímenes aumentaron debido a las fiestas navideñas y de fin de año.

9. La hora para cometer las fechorías también es importante en nuestro estudio, los maleantes prefieren atacar en horas de la madrugada. Seguramente para en lo posible no ser visto por testigos que puedan dar con el paradero de los mismos. Siendo de 21h00 a 23h00 y en las madrugadas desde 00h00 hasta las 03h00, preferidas por los maleantes para cometer los crímenes.
10. El Análisis de Componentes Principales No Lineal, nos proporciona un reducido número de componentes, facilitando la interpretación y análisis de las variables en estudio.
11. Según el método de CATPA se observa que la varianza explicada es del 28.95%, representado para las dos componentes principales, tomando como base dos dimensiones que es lo recomendado.
12. La primera componente principal se denomina se denomina “ TIPO DE ATAQUE ”, ya que las variables de mayor significancia o mayor peso están dadas por la **CAUSA**, **ARMA DE ATAQUE** y a la **HORA**, de ahí que se la identifica a la componente.

13. Para la denominación de la segunda componente se muestra las variables de mayor peso, a saber, **MES** y **LUGAR**, donde la denominación para esta componente es “ESPACIO TIEMPO”.

14. Así mismo se observan los tres grupos de variables claramente diferenciados:

- Para el primer grupo:

**ARMA DE ATAQUE** correlacionado negativamente con **HORA** y **CAUSA**.

- Para el segundo grupo:

**MES** correlacionada negativamente con **LUGAR**

- Para el tercer grupo :

**TIPO DE VICTIMA, EDAD, GENERO, ESTADO CIVIL**, las cuales son variables cercanas a cero y no son significativas para nuestro estudio.

15. Especificando que la variable **ARMA DE ATAQUE** se encuentra correlacionada negativamente con la variable **HORA** y **CAUSA**, formando aproximadamente un ángulo de 180°. Lo que significa que el **ARMA DE ATAQUE** utilizada por los maleantes depende de la **HORA** para cometer el crimen, un arma de fuego será mas utilizada en horas de la madrugada y no en horas de la mañana, aunque si sucede en porcentajes bajos pero los maleantes prefieren horas de la madrugada y utilizando éste tipo de arma. Del mismo modo el **ARMA DE ATAQUE** depende mucho de la **CAUSA** por la que se cometa el crimen, si se trata de un individuo que fue atacado con un

cuchillo recibiendo puñaladas por varias partes de cuerpo, seguramente la causa es una venganza.

16. La misma implicación tenemos para el grupo de variable **MES** con **LUGAR** que forman aproximadamente un ángulo de 180° y se encuentran correlacionadas negativamente. Siendo diciembre uno de los meses de mayor criminalidad; posiblemente los maleantes escogerán el **LUGAR** donde exista más afluencia comercial para atacar a la víctima.

17. En la matriz de correlación se observa claramente la relación inversa que hay entre las variables **CAUSA** y **ARMA DE ATAQUE**. Así mismo la variable **HORA** con **CAUSA** tienen una clara relación inversa.

# RECOMENDACIONES

Al analizar los datos desde enero del 2002 a febrero del 2003 se puede recomendar lo siguiente:

1. Que se realicen este tipo de estudios y sean presentados a las autoridades competentes para que tengan en cuenta que época del año, a que hora, que causa, lugar, tipo de arma los maleantes disponen para cometer este tipo de delito.
2. Que las personas de mayor grado tengan conocimientos básicos sobre estudios estadísticos, para que se den cuenta que las versiones empíricas que se hacen al respecto de los crímenes sean comprobados por los mismos superiores.
3. Realizar un escrutinio de datos en cuanto a crímenes que existen en la Policía Judicial para automatizarlos y poder realizar todo tipo de análisis por personas especializadas.
4. Tener en cuenta que en la Policía Judicial no exponen los mismos datos que en la Prensa o radio por lo que existe una desventaja para las personas que necesiten realizar un trabajo de este tipo. Poder obtener un permiso adecuado o certificación para que se

facilite más la obtención de datos. Y como Institución del estado la Policía Judicial no accede a proporcionar los datos de manera fácil.

5. Que se realice una base de datos con información diaria de crímenes cometidos en el día y mensualmente realizar estudios estadísticos y con estos análisis realizar proyecciones a meses futuros y que sea la Policía misma quien tome sus propias decisiones en cuanto a seguridad
  
6. A futuro realizar un diseño de experimentos que permita ver a la Policía Judicial cual es la factibilidad de aumentar personal de servicio, infraestructura o armamento para los gendarmes. De esta manera se puede ayudar a la Institución del estado para que muestren colaboren más con la seguridad no solo de la ciudad sino del país en general.

# BIBLIOGRAFIA

1. CRIMINALISTICA, revista dictada por el laboratorio de criminalística  
Quito - Ecuador
2. MANUAL DE CRIMINALISTICA  
EDITORIAL POLICIAL  
ROBERTO ALBARRACIN – INSPECTOR GENERAL
3. TEORIA DE LA INVESTIGACION CRIMINAL  
PROF. INSP. LUIS ALFREDO VELASCO DAVILA
4. SINOPSIS DE LA INVESTIGACION CRIMINAL  
GALO FLOR PINTO  
1961 QUITO – ECUADOR
5. INVESTIGACION CRIMINAL  
DIVISION DE SEGURIDAD PUNTO IV  
MICHAEL M. SALSEDA 1963 – DIRECTOR DIVISION PUNTO IV
6. MULTIVARIATE DATA ANALYSIS  
QUINTA EDICION - HAIR, ANDERSON, TATHAM, BLACK
7. SPSS VERSION 10.0 PARA WINDOWS  
COPYRIGHT 2001