

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

Instituto de Ciencias Matemáticas

Ingeniería en Estadística Informática

“Validación y Calibración de Indicadores Discriminantes para Pacientes Hospitalarios con Problemas Cardiovasculares: Hospital Luis Vernaza de Guayaquil”

**TESIS DE GRADO**

Previa a la obtención del Título de:

**INGENIERIO EN ESTADÍSTICA INFORMÁTICA**

Presentada por:

Abel Stalin Flores Laaz

**GUAYAQUIL-ECUADOR**

AÑO

2005

**AGRADECIMIENTO**

Al Mat. Fernando Guerrero por haberme brindado su amistad, por su gran apoyo en la realización de esta investigación y en otros temas de esta misma índole, que me han sido de mucha utilidad en el inicio de mi vida como profesional.

Al Mat. Fernando Sandoya que al igual que mi Director de Tesis me aportó con sus conocimientos, para que yo, pueda desenvolverme de manera eficaz y eficiente en temas investigativos.

A los múltiples funcionarios del Hospital Luis Vernaza, en especial a las personas que conforman el departamento de estadística. (Eduardo Moyano, Xavier Rosas y Livino Armijos).

A mis grandes amigos Michelle Echanique, Jorge Félix y Julio Buzetta por su gran ayuda en la recolección de datos.

A unos de los seres más espectaculares que Dios me pudo poner en mi camino “Guadalupe Bonilla”, por ser mí soporte en todo momento.

A todos mis amigos que han vivido junto a mí, este fascinante mundo Universitario, les agradezco de corazón por estar siempre conmigo.

**DEDICATORIA**

Quisiera comenzar dedicando este trabajo a Dios, ya que si no fuera por él, no hubiera podido llevar a cabo este tema de investigación. También por darme el mejor de los regalos: Mi Familia.

A mi papá, Luis Abel Flores Arroba, por su gran confianza y ayuda en todo momento, por haberme enseñado e inculcado lo importante que es la responsabilidad y la honestidad. Por sus consejos los cuales me han ayudado de mucho en mi vida pre-profesional y especialmente al enseñarme afrontar cualquier obstáculo que se presente en mi vida.

A mi mamá, Mariana Laaz, por su apoyo incondicional, sus consejos y su amor hacia mí durante toda la vida. Es el ángel más precioso que Dios me ha dado como madre.

A mis hermanos: Antonio , Pedro y Leonor, ya que nunca dudaron de mí y siempre estuvieron a mi lado.

A Samy, Denisse y Vale por ser las personitas más lindas del mundo, debido a que con la llegada de ellas mi familia y yo somos felices.

Y a toda mi familia por compartir este Triunfo conmigo.

**TRIBUNAL DE GRADUACIÓN**

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Ing. Roberto Toledo Mat. César Fernando Guerrero

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL** **DIRECTOR DE TESIS**

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Ing. Soraya Solís Ing. Enrique Bayot

**VOCAL VOCAL**

**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”.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Abel Stalin Flores Laaz**

**RESUMEN**

Para validar y calibrar los indicadores discriminantes para pacientes hospitalarios con problemas cardiovasculares se empleó el modelo FRAMINGHAM (USA-MASSACHUSSETS).

El objetivo de esta investigación es la adaptación del modelo Framingham a las características que presentan los pacientes del Hospital Luis Vernaza de Guayaquil; fundamentalmente, consiste en estimar la probabilidad de riesgo o la probabilidad que una persona reingrese al Hospital por problemas cardiovasculares. Por ello, este estudio es en base a la información obtenida en el establecimiento médico, consistente en las variables que utiliza el modelo antes mencionado.

Con los datos obtenidos se llevó a cabo la validación y calibración del modelo que se utilizó en la presente investigación, donde la validación consiste en evaluar el modelo para los coeficientes obtenidos en base a las características del país de origen; también se encontró los valores de supervivencia, debido a que en nuestro país no contamos con una tabla actuarial para la población específica que está siendo objeto de estudio (personas con problemas cardiovasculares), por lo tanto se ajustó los datos a la distribución de supervivencia de la Weibull, con la cual se obtiene los valores de estos en base al tiempo. Se calibró el modelo debido a que los valores obtenidos en la evaluación aplicando el modelo Framingham, no se ajustan a los datos sometidos a estudio, porque posiblemente los hábitos de vida en nuestro país no son iguales que en Estados Unidos, siguiendo el procedimiento de calibración para encontrar los coeficientes utilizados en el modelo, se aplicaron las técnicas de regresión lineal múltiple y variables indicadoras.

El primer capítulo de la presente investigación trata el aspecto teórico de las enfermedades cardiovasculares, los tipos y factores de riesgo de las mismas.

El segundo capítulo se enfoca en el marco teórico, donde se presenta conceptos básicos de la bioestadística, del riesgo, supervivencia, regresión de Cox y la distribución de Weibull.

El tercer capítulo presenta una breve reseña sobre el origen de los modelos de riesgo cardiovascular y el modelo Framingham.

El cuarto capítulo describe las unidades de estudio, la forma de obtención de las mismas, y se hace un análisis de las variables utilizadas en el modelo para el cálculo de la probabilidad de re-ingreso al hospital por problemas cardiovasculares.

El quinto capítulo constituye un análisis de la validación y calibración del modelo Framingham.

Finalmente se presentan las diferentes conclusiones y recomendaciones.

**ÍNDICE GENERAL**

**Pág.**

RESUMEN VI

ÍNDICE GENERAL IX

ABREVIATURAS XII

SIMBOLOGÍA XIII

ÍNDICE DE GRÁFICOS XIV

ÍNDICE DE TABLAS XV

INTRODUCCIÓN XVI

**CAPÍTULO 1**

1. Aspectos Básicos sobre los problemas Cardiovasculares ……………. 1
   1. Enfermedades Cardiovasculares ………………………………... 1
   2. Factores de Riesgo Cardiovascular ……………………………… 3
   3. Prevención ………………………………………………………….. 8

**CAPÍTULO 2**

2. Marco Teórico …………………………………………………………… 9

2.1. Bioestadística …………………………………………………….. 9

2.1.1. Variables …………………………………………………...10

2.2. Riesgo y Supervivencia ………………………………………….. 12

2.2.1. Análisis de Supervivencia ……………………………. 15

2.3. Regresión Lineal Múltiple ……………………………………… 18

2.4. Regresión de Cox ……………………………………………….. 24

2.5. Distribución de Weibull …………………………………………. 25

**CAPÍTULO 3**

3. Modelos de Riesgo Cardiovascular …………………………………… 28

3.1. Origen …………………………………………………………….. 28

3.2. Modelos de Riesgo Cardiovascular …………………………… 29

3.3. Modelo de Framingham ……………………………………….. 31

**CAPÍTULO 4**

4. Unidades de Estudio ……………………………………………………. 36

4.1. Recolección de la información y descripción de las variables.. 36

4.2. Codificación de las variables …………………………………… 39

4.3. Análisis de cada variable ………………………………………… 40

**CAPÍTULO 5**

1. Validación y Calibración del Modelo Framingham …………………. 43

5.1. Validación ………………………………………………………. 43

5.2. Calibración ………………………………………………………. 54

5.3. Evaluación del Modelo Framingham en base a los coeficientes

encontrados …………………………………………………….. 60

**CONCLUSIONES**

**RECOMENDACIONES**

**ANEXO**

**BIBLIOGRAFÍA**

**ABREVIATURAS**

E.C.V. Enfermedad cardiovascular.

Exp Exponencial.

(f/q) Fallecimiento o quiebra.

HDL – COLESTEROL (Siglas en inglés de lipoproteína de alta densidad) – colesterol bueno.

H.L.V. Hospital Luis Vernaza.

Mg/dl Niveles en los que se mide el colesterol.

mmHg Niveles en los que se mide la tensión arterial.

LDL – COLESTEROL (Siglas en inglés de lipoproteína de baja densidad) colesterol malo.

PAD Presión arterial diástolica.

PAS Presión arterial sistólica.

 Supervivencia base a 10 años para pacientes de sexo masculino.

 Supervivencia base a 10 años para pacientes de sexo femenino.

**SIMBOLOGÍA**

% Porcentaje.

>=, Mayor o igual que.

<=, Menor o igual que.

t Tiempo de observación.

f(t) Función densidad de probabilidad.

F(t) Función de distribución de probabilidades.

S(t) Función de supervivencia.

h(t) Función de riesgo.

 Infinito.

 Coeficiente de determinación del modelo, o potencia de

explicación del modelo.

P(x) Probabilidad de x.

# Número.

 Exponencial.

 Límite cuando x tiende al infinito(+).

 Coeficientes del modelo.

 Error aleatorio.

 Parámetros de la función de supervivencia de la Weibull.

 Distribución normal estándar con media 0 y varianza .

**ÍNDICE DE GRÁFICOS**

**Pág.**

Gráfico 1. Género de Pacientes………………………………………… 40

Gráfico 2. Ajuste para los Hombres (Weibull)………………………… 48

Gráfico 3. Ajuste para los Mujeres (Weibull)…………………………. 49

**ÍNDICE DE TABLAS**

**Pág.**

Tabla I Niveles de Colesterol y HDL Colesterol …………………… 7

Tabla II Niveles de Tensión Arterial ………………………………… 8

Tabla III Coeficientes para el modelo de Framingham ……………. 33

Tabla IV Valores Medios de las variables……………………………. 41

Tabla V Valores de la función de densidad y sobrevivencia para

hombres……………………………………………………… 46

Tabla VI Valores de la función de densidad y sobrevivencia para

mujeres………………………………………………………. 47

Tabla VII Riesgo medio a 10 años de acuerdo al estudio

Framingham…………………………………………………. 53

Tabla VIII Riesgo medio a 10 años en base a las características

de los casos de estudio (ajuste Weibull)…………………… 54

Tabla IX Coeficiente para el modelo de Framingham en base a

los datos sometidos a estudio………………………………. 59

**INTRODUCCIÓN**

El manejo de la información sobre los niveles elevados de colesterol, HDL-Colesterol, tensión arterial, diabético, fumador; de personas con problemas cardiovasculares, son fundamentales para que los doctores ofrezcan a los pacientes mejores medidas correctivas, y de esta manera poder disminuir la probabilidad que se presente otro problema cardiovascular.

La presente investigación trata determinar la probabilidad de re-ingreso para personas con problemas cardiovasculares, para ello, usa el estudio creado en USA-MASSACHUSETTS (Modelo de Framingham). La hipótesis que se plantea es: “El modelo Framingham puede ser utilizado para calcular la probabilidad de re-ingreso”; ya que posiblemente influya mucho las diferentes características de vida (USA-ECUADOR), y de la cual se derivan las siguientes interrogantes: ¿Qué género es más propenso a re-ingresar al hospital por problemas cardiovasculares?, ¿Influye la edad en tener mayor probabilidad de re-ingresar al Hospital?, ¿Los casos de estudio tienen una alta o aceptable probabilidad de no re-ingresar al Hospital por problemas cardiovasculares?, ¿Los parámetros de Framingham (USA-MASSACHUSETTS) sobre-estimarán la probabilidad de re-ingresos de los casos de estudio?.

Estudios de este tipo han sido realizados en otros países, por lo cual, la presente investigación es la primera en nuestra ciudad y país, por lo tanto sería conveniente tomarla como un estudio piloto, dejando sentada las bases para un estudio mayor, como podría ser a nivel de país.