

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIAS

CONSTRUCCIÓN Y VALIDACIÓN DE INDICADORES DEL ASPIRANTE IDÓNEO A UNA INSTITUCIÓN MILITAR

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE MÁSTER EN ESTADÍSTICA
APLICADA**

ÉDISON JAVIER LEÓN CARRERA
javleon@hotmail.com

DIRECTOR: MSc. FERNANDO CARRASCO
fcarrasco@habitus.com.ec

Quito, Junio 2009

DECLARACIÓN

Yo, ÉDISON JAVIER LEÓN CARRERA, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Édison Javier León Carrera

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por ÉDISON JAVIER LEÓN CARRERA, bajo mi supervisión.

Mat. FERNANDO CARRASCO, MSc.
DIRECTOR DE TESIS

DEDICATORIA

A mi esposa Ibeth, la mujer más linda y hermosa, que con su apoyo, compañía, comprensión, me ha inyectado ánimo constantemente en mis estudios profesionales y en especial a terminar un nuevo logro académico. Y a mis dos angelitos, mis hijos Xavier y José Elías, que con sus sugerencias y sacrificando sus horas de juego y de cuentos, me han fortalecido para cumplir con éxito este trabajo, que de seguro será de orgullo para ellos.

AGRADECIMIENTO

A Dios porque nunca me ha abandonado y siempre me ha bendecido en todas mis acciones.

A mis Padres Luís y María, que siempre estuvieron alentándome en todos mis estudios.

A la Escuela Politécnica Nacional, quien me ha formado académicamente. Lo que me ha permitido desenvolverme en el campo laboral de una manera muy profesional, competitiva y reconocida.

A la Escuela Superior Militar "Eloy Alfaro", Institución Militar que me ha permitido hacer varias investigaciones estadísticas.

Al Mat. Fernando Carrasco, por toda la ayuda en la dirección de este proyecto.

A todas aquellas personas que de una u otra manera siempre han estado apoyándome a la consecución de esta meta.

CONTENIDO

RESUMEN.....	i
PRESENTACIÓN.....	ii
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 COHORTES RETROSPECTIVOS.....	2
1.2 ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES NO LINEALES (PRINCALS).....	4
1.2.1 PROCEDIMIENTO DEL ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES NO LINEALES.....	6
1.3 MODELO FACTORIAL DISCRIMINANTE.....	9
1.3.1 REGRESIÓN LOGÍSTICA.....	11
1.4 LÓGICA DIFUSA.....	12
1.4.1 DEFINICIÓN DE CONJUNTO DIFUSO Y FUNCIÓN DE PERTENENCIA.....	13
1.4.2 PRINCIPIO DE EXTENSIÓN.....	17
1.4.3 DEFINICIÓN DE DISTANCIAS ENTRE CONJUNTOS DIFUSOS Y DISTANCIA DE HAMMING.....	18
CAPÍTULO 2: PROCESO DE SELECCIÓN DE ASPIRANTES A CADETES EN LA INSTITUCIÓN MILITAR.....	22
CAPÍTULO 3: ESTUDIO Y ANÁLISIS DE LAS CATEGORÍAS DE LAS VARIABLES DEL MODELO DE INDICADORES.....	26
3.1 CATEGORÍAS DE LAS VARIABLES ORIGINALES.....	27
3.2 VARIABLE DEPENDIENTE.....	38
3.3 VARIABLES INDEPENDIENTES.....	39

CAPÍTULO 4: CONSTRUCCIÓN DEL MODELO DE INDICADORES PARA EL PERFIL ÓPTIMO DEL ASPIRANTE A CADETE EN LA INSTITUCIÓN MILITAR.....	45
CAPÍTULO 5: COMPROBACIÓN DE INDICADORES CON CADETES GRADUADOS O CON CADETES QUE SIGUEN ESTUDIANDO EN LA ESMIL VERSUS SUS RENDIMIENTOS DE APROVECHAMIENTO.....	48
CAPÍTULO 6: COMPARACIÓN DE ESTOS INDICADORES CON LOS OBTENIDOS CON EL MODELO FACTORIAL DISCRIMINANTE.....	58
6.1 MODELO DE REGRESIÓN LOGÍSTICA.....	61
6.2 COMPARACIÓN DE INDICADORES.....	69
CAPÍTULO 7: VALIDACIÓN DEL MODELO APLICANDO LÓGICA DIFUSA.....	74
7.1 PARAMETROS ÓPTIMOS DE LAS AUTORIDADES.....	75
7.2 FUNCIÓN DE PERTENENCIA DE LAS VARIABLES SELECCIONADAS.....	77
7.3 APLICACIÓN DE LA DISTANCIA HAMMING.....	85
7.4 ANÁLIS DE LOS RESULTADOS.....	88
CAPÍTULO 8: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	93
ANEXOS.....	97
BIBLIOGRAFÍA:.....	130

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo la construcción y validación de indicadores que permitan identificar el perfil del candidato idóneo a aspirante a cadete de una Institución Militar, considerando aspectos o variables socioeconómicos, médicos, psicológicos, académicos y físicos, propios del aspirante.

Para la construcción del modelo de indicadores se utilizaron herramientas estadísticas para la selección de las variables más representativas, las que entran en la construcción del modelo. Herramientas como la aplicación de cohortes retrospectivas, árboles de decisión y la aplicación del Análisis de Componentes Principales No Lineales (PRINCALS). Análisis que asignará pesos o puntajes a cada uno de los aspirantes a cadetes, que ayudarán de manera técnica, científica, objetiva, clara y exacta a las autoridades de la Institución Militar a escoger el mejor personal, transparentando el procedimiento y bajando notablemente los niveles de subjetividad que se han presentado durante varios años en este proceso de ingreso.

Para la validación de este modelo, primeramente se compararán estos resultados con los obtenidos por el Modelo Factorial Discriminante, el que servirá para profundizar en el análisis de las variables. Finalmente, se aplicará una cuarta técnica estadística para retroalimentar nuestros criterios y precisar más nuestras variables optimizadas luego de haber aplicado el método Análisis de Componentes principales no lineales; compararemos el resultado de nuestro modelo con el obtenido al aplicar Lógica Difusa, técnica que nos permitirá determinar al aspirante en un conjunto de “Idóneos para ingresar a la Institución Militar” con un cierto grado de pertenencia.

De esta manera se conseguiría enlistar a todos los aspirantes con su respectivo grado de pertenencia al conjunto de los “Idóneos para ingresar a la Institución Militar” en forma descendente. De tal suerte, que podemos escoger el número de bachilleres que la Fuerza lo requiera de manera técnica, estadística y con un bajo criterio de subjetividad.

PRESENTACIÓN

El personal civil para ingresar a una Institución Militar de la República del Ecuador, debe cumplir con ciertas características. Y mucho más si estos Institutos son de Educación Superior Militar, donde se forman a los futuros oficiales militares del Ecuador.

Estos centros educativos exigen a sus aspirantes capacidades físicas, intelectuales, psicológicas que vayan acorde con la naturaleza de la profesión militar, las que se van fortaleciendo con el entrenamiento diario y por la predisposición del aspirante a superarse en el ámbito de la educación militar. Sin embargo, la demanda por seguir esta profesión por parte de los bachilleres hace que las pruebas de selección sean cada vez más rigurosas. Los aspirantes seleccionados deben ir con todos los requisitos que la Institución Militar les exige.

El proceso de selección de estas Instituciones Militares se torna poco a poco complicado y hasta muchas veces inoperable, cuando hay que llenar un cupo específico de personal, establecido por autoridades superiores como el Ministerio de Defensa. Lo ideal sería que todos los aspirantes cumplan con los requisitos, pero en la realidad el porcentaje es muy bajo. En los últimos procesos, como herramienta de auxilio para dar una cierta salida a este problema ha sido la elevada subjetividad en cada uno de los pasos del procedimiento, cumpliendo con el cupo, pero quedando una sensación de injusticia, tratando de justificar el proceso sin ningún criterio técnico-científico.

El manejo de las categorías en cada una de las variables durante 10 años seguidos y la falta de criterio técnico para argumentar cambios en los mismos hace que el procedimiento actual de selección vaya perdiendo objetividad, validez y hasta credibilidad, tanto por parte de las responsables del proceso como de los aspirantes.

Como consecuencia directa del proceso actual de selección se refleja en el porcentaje de deserción, principalmente en primer año de estudio, porcentaje

elevado que afecta directamente a la calidad de la estructura misma de la Institución Militar, tanto física como económicamente, e indirectamente a las arcas del estado ecuatoriano.

Es así que la implementación de un modelo de indicadores solucionará el gran problema en que la Fuerza Terrestre del Estado Ecuatoriano se encuentra hoy por hoy. La decisión de escoger a los futuros aspirantes a cadetes de la Institución Militar, se convertiría simplemente en escoger a los ciudadanos con los puntajes más altos alcanzados con la tipificación de este modelo, evitando manipulación en los listados, influenciada por agentes externos y de jerarquías.

Bajo este marco, el presente trabajo consiste de la siguiente manera:

En el capítulo 1, se presenta de manera breve un resumen de las cuatro técnicas estadísticas utilizadas en la construcción y validación de los indicadores.

En el capítulo 2, se hará una descripción del proceso de selección de aspirantes a cadetes a una Institución Militar de la República del Ecuador.

En el capítulo 3, se estudiará y analizará las categorías de las variables socioeconómicas, médicas, psicológicas, académicas, físicas y la entrevista final, que engloba el proceso de selección, para incluir en el modelo, las que se refieren solo a los aspirantes aceptados como cadetes a la Institución Militar. Se tomará como referencia datos históricos de procesos de selección desde el año 2004 hasta el año 2008. Se definirán las variables dependientes y variables independientes mediante el uso de la metodología árboles de decisión, que seleccionará las variables que tienen dependencia con la variable de partida.

En el capítulo 4, luego de haber hecho un estudio descriptivo y de dependencia de las variables del proceso, se construirá el modelo de indicadores, mediante el Análisis de Componentes Principales No Lineales (PRINCALS).

En el capítulo 5, con los puntajes obtenidos en el modelo, se hará una comprobación con los cadetes que se han graduado o siguen cursando estudios en la Institución Militar. Se encontrarán las características relevantes de los aspirantes aceptados, principalmente de los cadetes activos y de los que han desertado, así como de los cadetes que alcanzan las primeras y últimas antigüedades. Por motivos de confidencialidad no se incluirán los nombres de los cadetes, se lo hará por medio de claves, que previamente han sido codificadas.

En el capítulo 6, se demuestra que no se puede aplicar el Modelo Factorial Discriminante para encontrar indicadores con las variables encontradas en el capítulo 4, por lo que se aplica el Modelo de Regresión Logística, obteniendo las probabilidades pronosticadas que se considerarán como indicadores, los que se compararán con los indicadores del modelo PRINCALS.

En el capítulo 7, se hará una validación de los indicadores obtenidos por nuestro modelo propuesto mediante Lógica Difusa, en donde se solicitará a oficiales, instructores y autoridades de la Institución Militar, para con su experiencia y objetividad nos propongan parámetros que un aspirante debe cumplir en las variables de ingreso, características que nos servirán para construir el conjunto difuso "Idóneos para ingresar a la Institución Militar". Por lo tanto, las características de los aspirantes a cadetes con respecto a los parámetros de idoneidad que las autoridades de la Institución Militar y de la Comandancia del Ejército necesitan cubrir serán establecidas con una medida de distancia de Hamming, de tal suerte que mientras este valor cuantitativo sea más bajo, el aspirante con tales características tendrá mayor posibilidad de ser escogido.

En el capítulo 8, están las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

El proceso de selección de los aspirantes a cadetes, es quizás una de las actividades más importantes que deben afrontar las autoridades de la Institución Militar, pues deben escoger al mejor personal civil que cumpla con los requisitos establecidos tanto por la Institución como por entidades superiores como el Ministerio de Defensa.

Lo ideal sería que del personal escogido para ingresar a la Institución Militar, luego de 4 años de estudio, todos se gradúen como Oficiales Militares en el grado de Subtenientes. Pero la realidad es muy diferente, pues existen deserciones desde los primeros días de ingreso, por la falta de acoplamiento, problemas en las capacidades físicas y por no completar los puntajes en los aspectos académicos.

El cupo de oficiales graduados está ya establecido por el Ministerio de Defensa, por lo que no tiene sentido escoger una gran cantidad de personal civil para ir ajustando el cupo con los porcentajes de deserciones históricos, pues la realidad política y económica del estado no es estable. Por lo tanto, se incurre en gastos que afectan directamente a la calidad de la estructura misma de la Institución Militar, e indirectamente a las arcas económicas del estado ecuatoriano.

La propuesta técnica y científica que se sugiere, es resolver esta incertidumbre de cómo escoger al mejor personal, con un perfil de idoneidad y no tener que aceptar a los aspirantes a cadetes de una manera muy subjetiva.

La fuente principal para el análisis, son los datos escogidos de los aspirantes aceptados desde el año lectivo 2004 – 2005 hasta el año lectivo 2008 – 2009. Se consideró una matriz de aproximadamente 800 aspirantes con 40 categorías, es decir se analizaron aproximadamente 32.000 datos.

Las herramientas estadísticas utilizadas tanto para la optimización de las categorías como para la realización del modelo de indicadores son las siguientes: Cohortes Retrospectivas, Análisis de Componentes Principales No Lineales (PRINCALS), Modelo Factorial Discriminante, Regresión Logística y Lógica Difusa.

A continuación se presenta una breve descripción de estas herramientas estadísticas.

1.1 COHORTES RETROSPECTIVAS

Los estudios de cohorte son estudios observacionales, descriptivos, para determinar la ocurrencia de un evento específico en un grupo de individuos inicialmente libres del evento en estudio. El seguimiento de la población en estudio se continúa hasta que ocurre o se manifiesta el evento de estudio. Cuando ocurre esta condición el individuo deja de contribuir a la cohorte.

Los estudios de cohorte retrospectivos (o históricos) reconstruyen la experiencia de la cohorte en el tiempo, por esta razón depende de la disponibilidad de registros para establecer exposición y resultado. Una aplicación importante de una cohorte histórica son los estudios de exposición educacional, donde se reconstruye la exposición y frecuencia de eventos en un grupo estudiantil durante un periodo determinado. La validez del estudio dependerá en gran medida de la calidad de los registros utilizados.

Con relación al tipo de población, las cohortes construidas pueden ser fijas o cerradas. Puesto que no consideran la inclusión de población en estudio mas allá del periodo de reclutamiento fijado por los investigadores.

Las mediciones de las cohortes se pueden hacer por medio de dos ejes: eje transversal y eje longitudinal.

La medición transversal se efectuará con la intención de medir el número existente de casos, independientemente de cuándo éstos se hayan iniciado. Esta forma de medición permite dimensionar con relativa rapidez un problema académico pero no permite establecer mayores consideraciones respecto de atribuciones de causalidad respecto al evento mismo.

La medición longitudinal, en cambio permite ordenar la observación en un sentido prospectivo, a partir de un tiempo de inicio de observación. Son repetidas medidas de las variables de un grupo en un periodo extendido de tiempo o en diferentes ocasiones.

En nuestro estudio la aplicación de cohortes, podrían ser trimestrales y/o anuales durante un periodo de 4 años. Estas observaciones y mediciones por la estructura académica de la Institución Militar pueden ser de forma transversal y longitudinal.

Al aplicar estudios de cohorte se tendría el conteo o el número exacto de cadetes retirados de la Institución Militar y/o la antigüedad del resto de cadetes. Así mismo, se establecerán dos grupos de aspirantes, donde el primer grupo consistiría de aspirantes provenientes de colegios civiles (que no tengan ningún tipo de entrenamiento militar o que no estén regentados por la Fuerza Terrestre Ecuatoriana) y el segundo grupo con aspirantes provenientes de colegios con instrucción militar, principalmente de los Colegios Militares de la Fuerza Terrestre (Comil).

Podríamos ir dilucidando la interrogante ¿los aspirantes provenientes de colegios militares tienen mejor desempeño, una buena ubicación en antigüedad y la deserción es nula con respecto de los otros aspirantes provenientes de colegios civiles?

Estas cohortes son fijas, puesto que no está permitido el ingreso de aspirantes o cadetes a ningún curso una vez iniciado el año lectivo. Lo que si ocurre es que ya

hay bajas al día siguiente de iniciado el año, lo que es más notorio en Primer y Segundo Curso Militar, durante los dos primeros trimestres.

Para la medición Transversal, se podrían considerar intervalos de tiempos considerados en la Institución Militar como trimestrales o al finalizar el año lectivo. La idea es medir cuántos aspirantes o cadetes tanto de colegios militares como de colegios civiles continúan en el proceso educativo, así como medir o comparar su antigüedad en tal intervalo de tiempo, para de esta manera seguir respondiendo nuestras hipótesis iniciales y adicionalmente considerar nuevas variables que aporten a la búsqueda del perfil del aspirante idóneo para la carrera militar, tomando las variables iniciales.

De esta manera, se puede visualizar en forma inmediata como está el rendimiento académico, el porcentaje de deserción, las antigüedades de los cadetes en la Institución Militar, sin considerar efectos de causalidad.

Para las mediciones Longitudinales, en cambio, se inicia la observación al empezar el año lectivo; es decir, es una observación prospectiva, en donde vamos descubriendo las causas del por qué ocurre la deserción del cadete, así como del por qué del promedio académico y por ende de la antigüedad que alcanza. Esta observación nos guiará con mayor precisión a identificar las variables que deben priorizar el perfil del aspirante idóneo y así mismo a descubrir otras variables que tal vez están incidiendo en gran porcentaje en el desempeño, comportamiento y actividades del cadete de la Institución Militar.

1.2 ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES NO LINEALES (PRINCALS)

La segunda técnica estadística es una aplicación del Análisis de Componentes principales no lineales. Aplicar este análisis es el adecuado ya que la naturaleza de nuestros datos maneja variables cualitativas y cuantitativas, donde la idea principal de aplicar este análisis es transformar las variables originales asignando

valores a las categorías de cada una de las variables y luego correlacionarlas para caracterizar o analizar la estructura de los datos.

Con la valoración de las variables cualitativas por este procedimiento, se logra también maximizar la correlación lineal entre las variables dadas, consiguiendo con esto transformar las variables cualitativas en variables cuantitativas, consiguiendo la mejor combinación lineal posible de las variables tratadas.

Para la aplicación de este análisis se utilizará el procedimiento **PRINCALS**, método que se encuentra en el programa estadístico SPSS.

El análisis de las componentes principales clásico sabemos que sirve para el caso de variables cuantitativas y, su propósito es el de reducir el conjunto original de variables a un conjunto más pequeño de componentes no correlacionados que capture la mayor parte de la información contenida en las variables originales.

Pero, ¿cómo se trata la situación con variables cualitativas o categóricas en general, tales como las escalas?; por ejemplo, resultados psicológicos o resultados de las pruebas médicas a los aspirantes, las condiciones de servicios de la familia del aspirante.

El análisis de las componentes principales no lineales, fue diseñado precisamente para dar una respuesta a esta última situación. La idea de este análisis es transformar las variables originales asignando valores a las categorías de cada una de las variables y luego correlacionarlas para caracterizar o analizar la estructura de los datos.

De manera similar al procedimiento clásico, con la cuantificación de las variables se reduce la dimensión de los datos de forma simultánea.

1.2.1 PROCEDIMIENTO DEL ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES NO LINEALES

En el análisis de componentes principales, el objetivo es tratar de encontrar p vectores ortogonales en un espacio n – dimensional, de tal manera que cada variable es combinación lineal de estos p componentes. Esto es posible si y solo si la dimensión del espacio de todas las combinaciones lineales de las variables no sea mayor que p . En otras palabras, se trata de calcular el subespacio más pequeño que contenga todas las variables. (equivalente a calcular la dimensión del espacio de todas las combinaciones lineales de las variables)

La formulación y solución del problema se basa en el teorema de Eckart-Young.¹, el que dice que el análisis por componentes principales de una matriz $H_{(n \times m)}$ de datos, puede ser resuelta en términos de la función de pérdidas²:

$$\partial(X,A) = SS(H - XA^t) \quad (1)$$

donde X es una matriz $n \times p$ de rango p , A es una matriz de orden $m \times p$ y $SS(.)$ representa la suma de cuadrados de los elementos de la matriz $(.)$. Las matrices X y A se pueden obtener por la descomposición espectral de H , o por el método de los mínimos cuadrados alternantes.

Existen algunas variantes de la función (1), tales como las propuesta por Roskam, Tenenhaus, Young, Takane y De Leeuw³. En todos los casos usan el método de los mínimos cuadrados alternantes para minimizar la función de pérdida.

La función que ha sido mayormente desarrollada y programada, que se procede a minimizar es:

¹ Albert Gifi, *Nonlinear Multivariate Analysis*, John Wiley and Sons, 1990, página 151-153.

² Las funciones de pérdida miden la salida del ajuste perfecto. En este análisis, la función de pérdida mide la diferencia entre los valores del rango del espacio de todas las combinaciones lineales de las variables y el valor p . Minimizar esta función es llegar a tener la igual entre el rango del espacio de todas las combinaciones lineales de las variables y p ; de tal suerte que se llega a tener el subespacio más óptimo.

³ Albert Gifi, *Nonlinear Multivariate Analysis*, John Wiley and Sons, 1990, página 157.

$$\partial(Q,X,A) = \sum_j SS(q_j - Xa_j)/m \quad (2)$$

la minimización se realiza sobre las matrices X , A y q_j , perteneciendo este último a un cono convexo⁴ definido en R^n , el que satisface que la media vale 0, y $SS(q_j)=1$, siendo q_j una transformación de los datos originales, dada por $q_j = G_j y_j$.

donde:

- G_j , es la matriz indicatriz de las categorías de la variable h_j , siendo ésta la variable j de la matriz de datos H .
- y_j son las valoraciones buscadas para la variable h_j de la matriz de datos H .
- a_j es un vector columna igual a la fila j de la matriz A .

Así, la función de pérdidas (2), puede ser expresada como:

$$\partial(Y,X,A) = \sum_j SS(G_j y_j - Xa_j)/m \quad (3)$$

teniendo que esta función se minimiza bajo las siguientes restricciones:

- $u^t G_j y_j = 0$,
- $y_j^t D_j y_j = 1$,
- $y_j \in C_j$, cono convexo.

donde

- u^t es un vector de unos,
- D_j matriz diagonal que contiene las sumas de las columnas de G_j

El algoritmo de los mínimos cuadrados alternantes para minimizar la función (3), procede de la siguiente manera:

⁴ Un conjunto A en R^n se dice que es un cono convexo si satisface: (1) Si $x \in A$, $kx \in A$, $\forall k > 0$, y
(2) Si $x, y \in A$, $(x+y) \in A$

Es importante aclarar que esto implica que si $x \in A$, $-x \notin A$

- i) Se arranca con una matriz $A_0 \cong A$ de datos cualquiera.
- ii) Primer paso $X = HA(A^tA)^{-1}$
- iii) Segundo paso $A = H^tX(X^tX)^{-1}$
- iv) Tercer paso, se calcula $y_j = D_j^{-1}G_j^tXa_j$, y $q_j = G_jy_j$,
- v) Finalmente se minimiza $SS(Q - XA^t)$

Estos pasos se aplican de manera iterativa, hasta lograr el objetivo que es conseguir las valoraciones o cuantificaciones de las categorías de las variables tratadas.

Bajo esta óptica se han desarrollado tres programas para resolver esta función, denominados:

- MNNFAEX
- PRINQUAL
- PRINCALS

El programa MNNFAEX, maneja variables ordinales y numéricas, mientras que los otros dos métodos pueden manejar y combinar variables cualitativas (ordinales y nominales) y cuantitativas.

Estos algoritmos minimizan la función de pérdidas con base en los mínimos cuadrados alternantes, lo que significa que la función se minimiza primero para X , estando a_j fijo, luego se minimiza para a_j , estando X fijo; es decir, de manera alternada. La alternación en la transformación de los datos se da con el modelo estadístico $h_j = \sum x_s a_{js}$, el cual no es sino el análisis de componentes principales, que usualmente no se lo interpreta en términos de ajuste de un modelo estadístico. Este modelo es parte de la formulación del teorema de Eckart-Young.

Cabe resaltar que el programa “PRINQUAL” está programado en el paquete estadístico SAS, mientras que el programa “PRINCALS” se lo encuentra en el paquete estadístico SPSS (paquete estadístico para las ciencias sociales) y, por

ende, se tiene acceso para su aplicación con estos programas, de manera muy confiable.

Una vez transformadas las variables cualitativas por este procedimiento, se consigue tener la máxima correlación lineal entre las variables dadas, ya que, el valor mínimo⁵ de la función de pérdida, está dado por $\partial(*)=1- r..$, siendo $r..$ el promedio de las correlaciones entre todas las variables transformadas por las cuantificaciones óptimas, lo que implica, por ende, tener máxima correlación entre las variables transformadas.

Finalmente, es importante mencionar que si se aplica este procedimiento con variables cuantitativas solamente, el procedimiento es equivalente al análisis de componentes principales clásico; mientras que, si se aplica con variables cualitativas solamente, el análisis es equivalente al análisis de homogeneidad o de correspondencias múltiples.

1.3 MODELO FACTORIAL DISCRIMINANTE

El Análisis Factorial Discriminante es una técnica multivariante, que tiene por objetivo:

1. Analizar si existen diferencias entre los grupos en cuanto a su comportamiento con respecto a las variables consideradas y averiguar en qué sentido se dan dichas diferencias.
2. Elaborar procedimientos de clasificación sistemática de individuos de origen desconocido, en uno de los grupos analizados.

Para cumplir con estos objetivos, son necesarias las siguientes restricciones:

⁵ Albert Gifi, *Nonlinear Multivariate Analysis*, John Wiley and Sons, 1990, páginas 81 a 93

- La variable dependiente es categórica⁶ y las variables independientes son de intervalo⁷ o de razón⁸.
- Es necesario que existan al menos dos grupos, y para cada grupo se necesitan dos o más casos.
- El número de variables discriminantes debe ser menor que el número de objetos menos 2.
- Ninguna variable discriminante puede ser combinación lineal de otras variables discriminantes.
- El número máximo de funciones discriminantes es igual al mínimo entre el número de variables y el número de grupos menos 1.
- Las matrices de covarianzas dentro de cada grupo deben ser aproximadamente iguales.
- Las variables continuas deben seguir una distribución normal multivariante.

Al no cumplir el supuesto de la igualdad de matrices de covarianza, se presentan distorsiones en la función discriminante canónica y la ecuación de clasificación. Al no cumplir el supuesto de normalidad, el cálculo de probabilidades no es exacto; así, al tener probabilidades aproximadas los resultados deben interpretarse con cuidado ya que puede haber una reducción considerable en eficiencia y seguridad.

Por lo tanto, para no caer en imprecisiones si no se cumplen con todos los supuestos de inicio para aplicar este análisis, se puede considerar hacer otro tipo de estudio que discrimine de mejor manera nuestros datos. En ese sentido, un

⁶ Variable categórica son aquellas cuyos valores son del tipo categórico, es decir, indican categorías o son etiquetadas alfanuméricas o "nombres".

⁷ Variable de Intervalo son variables numéricas cuyos valores representan magnitudes y la distancia entre los números de su escala es igual. Con este tipo de variables podemos realizar comparaciones de igualdad/desigualdad, establecer un orden dentro de sus valores y medir la distancia existente entre cada valor de la escala. Las variables de intervalo carecen de un cero absoluto, por lo que operaciones como la multiplicación y la división no son realizables. Un ejemplo de este tipo de variables es la temperatura, ya que podemos decir que la distancia entre 10 y 12 grados es la misma que la existente entre 15 y 17 grados. Lo que no podemos establecer es que una temperatura de 10 grados equivale a la mitad de una temperatura de 20 grados.

⁸ Variable de Razón poseen las mismas características de las variables de intervalo, con la diferencia que cuentan con un cero absoluto; es decir, el valor cero (0) representa la ausencia total de medida, por lo que se puede realizar cualquier operación *Aritmética* (Suma, Resta, Multiplicación y División) y *Lógica* (Comparación y ordenamiento). Este tipo de variables permiten el nivel más alto de medición. Las variables altura, peso, distancia o el salario, son algunos ejemplos de este tipo de escala de medida.

análisis muy recomendado para cumplir con el objetivo de jerarquización de la información es la aplicación de un Modelo de Regresión Logística.

1.3.1 REGRESIÓN LOGÍSTICA

El modelo de regresión logística es útil cuando el interés es pronosticar la probabilidad de que ocurra o no un suceso determinado.

En este proyecto, el suceso es dicotómico, es decir, no puede tomar más de dos valores, ejemplo: falso o verdad, sano o enfermo, activo o baja, etc.

La regresión logística requiere precisar como supuesto de partida, la monotonía; al contrario del análisis discriminante, que prioriza la normalidad multivariante de los datos.

La variable dependiente en este análisis es dicotómica. Las variables independientes pueden ser de intervalo o categóricas; si son categóricas, deben estar codificadas como indicadoras⁹.

El modelo de regresión logística parte de la hipótesis de que los datos siguen el siguiente modelo:

$$\log\left(\frac{p}{1-p}\right) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k k_k + \varepsilon \quad (1)$$

Definiendo $z = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k k_k$, el modelo se representa:

$$\log\left(\frac{p}{1-p}\right) = z + \varepsilon \quad (2)$$

Donde p es la probabilidad de que ocurra el suceso de estudio.

⁹ Estas variables toman dos valores usualmente, cero y uno. Los dos valores significan que la observación pertenece a una de dos categorías. Las variables indicadoras sirven para identificar categorías o clase a las que pertenecen las observaciones.

Otras ecuaciones equivalentes a (2), son:

$$p = \frac{e^z}{1+e^z} = \frac{1}{1+e^{-z}} \quad (3)$$

$$1-p = 1 - \frac{e^z}{1+e^z} = \frac{1}{1+e^z} \quad (4)$$

Al dividir estas dos últimas ecuaciones, se obtiene: $\frac{p}{1-p} = e^z$ (5)

La ecuación (5), toma el nombre de “razón entre probabilidades”, sin embargo el término más usado es el inglés “*odds*”, expresión utilizada para poder interpretar los coeficientes del modelo.

Por ejemplo, si hacemos la división:
$$\frac{\frac{p(X_1+1, X_2, \dots, X_k; \beta)}{1-p(X_1+1, X_2, \dots, X_k; \beta)}}{\frac{p(X_1, X_2, \dots, X_k; \beta)}{1-p(X_1, X_2, \dots, X_k; \beta)}} = e^{\beta_1}$$

El factor de cambio en la *odds* si el valor de la variable X_1 cambia en una unidad es e^{β_1} . Así, si $\beta_1 > 0$ el factor de cambio es mayor que 1 y $p(X_1, X_2, \dots, X_k; \beta)$ aumentará. Si $\beta_1 < 0$ el factor de cambio es menor que 1 y $p(X_1, X_2, \dots, X_k; \beta)$ disminuirá. Si $\beta_1 = 0$ la variable X_1 no ejerce ningún efecto sobre Y .

1.4 LÓGICA DIFUSA

Los conjuntos difusos fueron introducidos por primera vez en el año 1965 por el ingeniero Lofty Zadeh, que los conceptualizó sobre la idea de que los elementos sobre los que se construye el pensamiento humano no son números sino etiquetas lingüísticas. La lógica difusa permite representar el conocimiento humano, que es mayoritariamente del tipo lingüístico cualitativo y no necesariamente cuantitativo, en un lenguaje matemático mediante la teoría de conjuntos difusos y funciones características asociadas a éstos.

Decidir si un aspirante es “apto” o “no apto” de manera absoluta, por parte de los encargados del proceso de selección, sabiendo que hay un cupo establecido, conllevaría a tener resultados de mucha discusión, puesto que en unos casos

quedarían excluidos aspirantes brillantes y en otros casos aspirantes que no cubrían ciertas características o prerequisites básicos serían aceptados. De tal suerte que el manejo lingüístico utilizado por unos (comisión de reclutamiento) y otros (padres de familia de los aspirantes) no conjugan las mismas ideas ni la lógica común a la que se está acostumbrado, es decir la lógica basada en principios formales y normativos del razonamiento.

Una solución científica, en donde los límites de subjetividad, que es común y muchas veces exagerada por parte de la Comisión de Selección, es proponer un tratamiento de la información enmarcado en la Lógica Difusa o Matemática Borrosa, donde las herramientas de valoración borrosa relacionan la subjetividad individual con escalas de valores, ubicando a los aspirantes en un conjunto difuso llamado “Idóneos para ingresar a la Institución Militar”, donde la pertenencia de un aspirante no es cuestión de apto o no apto, sino que lo importante son los grados de pertenencia.

1.4.1 DEFINICIÓN DE CONJUNTO DIFUSO Y FUNCIÓN DE PERTENENCIA

Un conjunto difuso A se caracteriza por una función de pertenencia o característica $\mu_A(x)$, que toma valores en el intervalo $[0,1]$, y puede representarse como un conjunto de pares ordenados de un elemento x y su valor de pertenencia al conjunto; matemáticamente sería:

Función de pertenencia:
$$\begin{aligned} \mu_A : U &\rightarrow [0,1] \\ x &\mapsto \mu_A(x) \end{aligned}$$

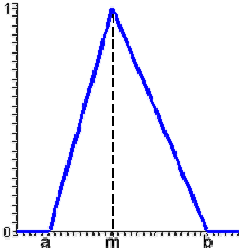
Conjunto difuso: $A = \{(x, \mu_A(x)) \mid x \in U, \mu_A(x) \in [0,1]\}$, donde U es el conjunto universo.

La función de pertenencia proporciona una medida del grado de similaridad de un elemento de U con el conjunto difuso. La función característica utilizada, depende básicamente del criterio aplicado en la resolución de cada problema. La única condición que debe cumplir la función de pertenencia es que tome valores entre 0

y 1, con continuidad. Las funciones de pertenencia más comúnmente utilizadas por su simplicidad matemática y su manejabilidad son: triangular, trapezoidal, gaussiana, sigmoïdal, gamma, pi, etc.

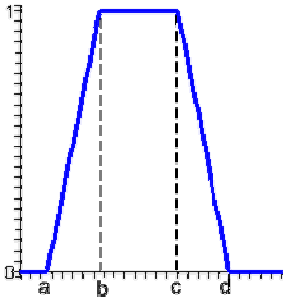
- Función Triangular

Definida mediante el límite inferior **a**, el superior **b** y el valor modal **m**, tal que **a < m < b**. La función no tiene por qué ser simétrica.

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & \text{si } x \leq a \\ \frac{x-a}{m-a}, & \text{si } a < x \leq m \\ \frac{b-x}{b-m}, & \text{si } m < x < b \\ 0, & \text{si } x \geq b \end{cases}$$


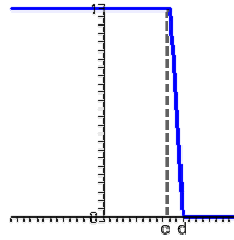
- Función Trapezoidal

Definida por sus límites inferior **a**, superior **d**, y los límites de soporte inferior **b** y superior **c**, tal que **a < b < c < d**. En este caso, si los valores de b y c son iguales, se obtiene una función triangular.

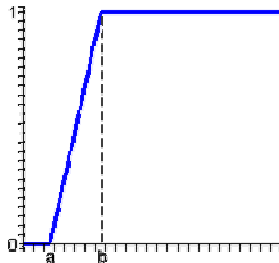
$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & \text{si } (x < a) \text{ ó } (x > d) \\ \frac{x-a}{b-a}, & \text{si } a \leq x \leq b \\ 1, & \text{si } b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}, & \text{si } c \leq x \leq d \end{cases}$$


Casos especiales de estas funciones trapezoidales son aquellas en las que algunos parámetros toman valores no finitos:

- Funciones Trapezoidales con parámetros $a = b = -\infty$

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & \text{si } x > d \\ \frac{d-x}{d-c}, & \text{si } c \leq x \leq d \\ 1, & \text{si } x < c \end{cases}$$


- Funciones Trapezoidales que tienen los parámetros $c = d = +\infty$

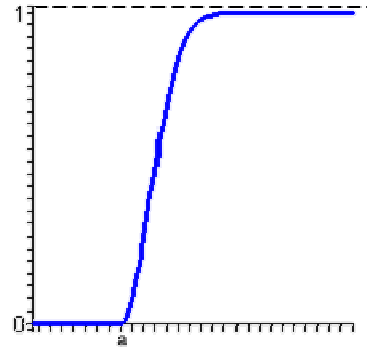
$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & \text{si } x < a \\ \frac{x-a}{b-a}, & \text{si } a \leq x \leq b \\ 1, & \text{si } x > b \end{cases}$$


- Función Gamma

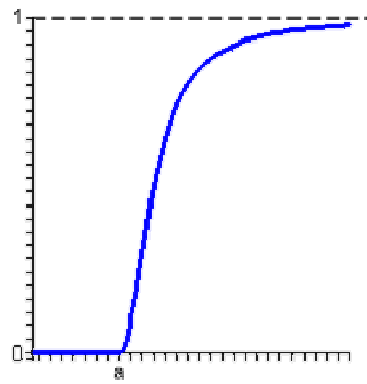
Definida por su límite inferior a y el valor $k > 0$. Esta función se caracteriza por un rápido crecimiento a partir de a ; cuanto mayor es el valor de k , el crecimiento es más rápido.

Nunca toma el valor $\mu_A(x) = 1$, aunque tienen una asíntota horizontal en dicho valor.

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & \text{si } x \leq a \\ 1 - e^{-k(x-a)^2}, & \text{si } x > a \end{cases}$$



$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & \text{si } x \leq a \\ \frac{k(x-a)^2}{1+k(x-a)^2}, & \text{si } x > a \end{cases}$$

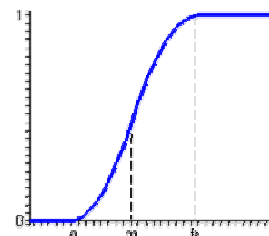


- Función Sigmoidal

Definida por sus límites inferior **a**, superior **b** y el valor **m** o punto de inflexión, tales que $a < m < b$.

El crecimiento es más lento cuanto mayor sea la distancia **a-b**. Para el caso concreto de $m=(a+b)/2$, que es lo usual, se obtiene la siguiente gráfica.

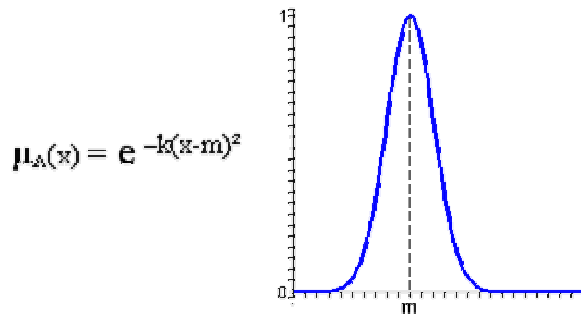
$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & \text{si } x \leq a \\ 2 \left[\frac{x-a}{b-a} \right]^2, & \text{si } a < x \leq m \\ 1 - 2 \left[\frac{x-b}{b-a} \right]^2, & \text{si } m < x < b \\ 1, & \text{si } x \geq b \end{cases}$$



- Función Gaussiana

Definida por su valor medio m y el parámetro $k > 0$.

Esta función es la típica campana de Gauss y cuanto mayor es el valor de k , más estrecha es dicha campana.



El conjunto universo tiene función de pertenencia idéntica a 1, $\mu_U(x) = 1$. El conjunto vacío tiene función de pertenencia $\mu_\emptyset(x) = 0$. El soporte del conjunto difuso A viene dado por el conjunto $S(A) = \{x \in U : \mu_A(x) > 0\}$ y la altura de A se define como $alt(A) = \sup_x \mu_A(x)$.

1.4.2 PRINCIPIO DE EXTENSIÓN

Este principio es una de las principales herramientas en la teoría de conjuntos difusos, ya que traduce cualquier tipo de operaciones entre conjuntos y números reales al campo difuso. La formulación propuesta por Zimmerman (1996) es la siguiente:

Sea X el producto cartesiano de r universos $X = X_1 \times X_2 \times \dots \times X_r$, y A_1, A_2, \dots, A_r los r conjuntos difusos en X_1, X_2, \dots, X_r respectivamente. Entonces, dada la función rígida $y = f(x_1, x_2, \dots, x_r)$ de X a un universo Y , el Principio de Extensión permite la definición de un conjunto difuso B en Y de la forma:

$B = \{(y, \mu_B(y)) \mid y = f(x_1, x_2, \dots, x_r); (x_1, x_2, \dots, x_r) \in X\}$; donde:

$$\mu_B(y) = \begin{cases} \sup_{(x_1, x_2, \dots, x_r) \in f^{-1}(y)} \min\{\mu_A(x_1), \mu_A(x_2), \dots, \mu_A(x_r)\}; & \text{si } f^{-1}(y) \neq \emptyset \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases};$$

Si $r = 1$ la expresión se simplifica, de la siguiente manera:

$B = \{(y, \mu_B(y)) \mid y = f(x); x \in X\}$; donde:

$$\mu_B(y) = \begin{cases} \sup_{x \in f^{-1}(y)} \mu_A(x); & \text{si } f^{-1}(y) \neq \emptyset \\ 0; & \text{en otro caso} \end{cases}$$

1.4.3 DEFINICIÓN DE DISTANCIAS ENTRE CONJUNTOS DIFUSOS Y DISTANCIA DE HAMMING

El Principio de Extensión difuso permite esencialmente definir la distancia entre conjuntos difusos. La utilidad de las distancias difusas es variada, destacándose como uno de los métodos más aplicados al momento de establecer jerarquías u ordenaciones entre los conjuntos difusos resultado de un análisis multicriterio con información difusa. De esta manera se puede evaluar qué resultado es mejor y las distancias relativas al resto de soluciones del modelo difuso.

Sea U un espacio métrico, con una pseudo-métrica $d : U \times U \rightarrow \mathfrak{R}^+$. La distancia difusa, d , entre dos conjuntos difusos A y B , tiene la siguiente definición:

$$\mu_{d(A,B)}(y) = \sup_{\substack{(x_1, x_2) \in U \times U \\ d(x_1, x_2) = y}} \min\{\mu_A(x_1), \mu_B(x_2)\}$$

Ahora, si consideramos la formulación del concepto de distancia como promedio de las distancias entre dos conjuntos difusos A y B (o entre sus funciones de pertenencia) en $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, en términos de una métrica de Minkowsky del tipo:

$$d_p(A, B) = \left[\sum_{i=1}^n |\mu_A(x_i) - \mu_B(x_i)|^p \right]^{1/p}; \quad p = 1, 2, 3, \dots$$

Si $p = 1$, se obtiene la denominada métrica o distancia absoluta de Hamming, muy usada, que para el caso discreto viene definida como:

$$d_1(A, B) = \sum_{i=1}^n |\mu_A(x_i) - \mu_B(x_i)|$$

La mejor distancia cuando es el caso de hacer comparaciones, es la distancia de Hamming, expresada de la siguiente manera:

$$\delta(\tilde{A}_i; \tilde{E}) = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n |\mu_{\tilde{A}_i}(c_j) - \mu_{\tilde{E}}(c_j)|$$

Para observar la utilidad y potencialidad de esta distancia, supongamos el siguiente ejemplo, en el que hacemos referencia a datos supuestos de nuestro tema de investigación. Por lo tanto, los parámetros de la distancia de Hamming, tienen el siguiente significado:

n = Características óptimas predeterminadas por las autoridades.

\tilde{A}_i = Conjunto difuso de las características observadas en los aspirantes a cadetes.

\tilde{E} = Conjunto difuso de las características óptimas predeterminadas por las autoridades.

$\mu_{\tilde{A}_i}(c)$ = Valor o grado de las características obtenidas u observadas por los aspirantes a cadetes.

$\mu_{\tilde{E}}(c)$ = Valor o grado de las características óptimas predeterminadas por las autoridades.

Supongamos que las características predeterminadas por las autoridades los sitúan en los siguientes parámetros:

c_1	c_2	c_3	c_4	c_5	c_6
0.6	0.8	0.65	0.4	0.75	0.8

donde: c_1 = característica requerida en la variable socio – económico.

c_2 = característica requerida en la variable exámenes médicos.

c_3 = característica requerida en la variable exámenes psicológicos.

c_4 = característica requerida en la variable exámenes académicos.

c_5 = característica requerida en la variable pruebas físicas.

c_6 = característica requerida en la variable entrevista.

Así mismo, supongamos que la ubicación de tres aspirantes a cadetes según estas variables es:

c/a	c_1	c_2	c_3	c_4	c_5	c_6
a_1	1	0.4	0.9	0.1	1	1
a_2	0.5	0.9	0.5	0.3	0.8	0.7
a_3	0.3	1	0.85	0.8	0.85	0.4

$$\delta(\tilde{A}_1; \tilde{E}) = \frac{1}{6} (|1 - 0.6| + |0.4 - 0.8| + |0.9 - 0.65| + |0.1 - 0.4| + |1 - 0.75| + |1 - 0.8|) = 0.30$$

$$\delta(\tilde{A}_2; \tilde{E}) = \frac{1}{6} (|0.5 - 0.6| + |0.9 - 0.8| + |0.5 - 0.65| + |0.3 - 0.4| + |0.8 - 0.75| + |0.7 - 0.8|) = 0.62$$

$$\delta(\tilde{A}_3; \tilde{E}) = \frac{1}{6} (|0.3 - 0.6| + |1 - 0.8| + |0.85 - 0.65| + |0.8 - 0.4| + |0.85 - 0.75| + |0.4 - 0.8|) = 0.47$$

La ubicación sería:

Aspirante	Grado de pertenencia
a_1	0.30
a_3	0.47
a_2	0.62

Es decir, la menor diferencia entre las características la consiguió el aspirante 1, por lo tanto es un candidato óptimo a ser elegido a la Institución Militar. La mayor diferencia la obtuvo el aspirante 2, dependiendo del cupo, este aspirante no entraría ya que está en la última posición.

CAPÍTULO 2

PROCESO DE SELECCIÓN DE ASPIRANTES A CADETES EN LA INSTITUCIÓN MILITAR

El proceso inicia con la invitación a todos los bachilleres del país, por medio de la prensa escrita y por la página web de la Institución Militar, por el mes de Febrero de cada año.

Los interesados deben acercarse a comprar el prospecto de admisión, donde están todos los requisitos. El prospecto debe ser entregado con todos los documentos llenos y notariados hasta el mes de mayo, que son, solicitud de ingreso, fichas personales tanto del aspirante como de los padres y apoderados, ingresos y egresos económicos de los padres, autorizaciones, aceptación de riesgos, certificados de honorabilidad, record policial, certificado de estado civil de soltero, etc. También se encuentran las fechas que deben presentarse a rendir las pruebas psicológicas, medicas, académicas, físicas y la entrevista final.

Cada año, aproximadamente 1.300 bachilleres de ambos sexos se presentan a la Institución Militar de la República del Ecuador (ESMIL) para participar en el proceso de selección y ser aceptados como aspirantes a cadetes, que luego de 4 años de estudios se gradúan como subtenientes.

El aspirante para ser aceptado debe pasar varios filtros. El primero es la calificación de la carpeta, en donde la oficina de personal hace una revisión minuciosa de cumplimiento de requisitos, como son que cumpla la edad comprendida de 18 años hasta 20 años 9 meses a la fecha de presentar la carpeta, que no tenga prohibición legal y civil para ingresar a estudiar una carrera militar y las concernientes a los requisitos sociales. Una vez aceptada la carpeta aproximadamente unos 1.000 bachilleres continúan a rendir las pruebas psicológicas y a los chequeos médicos, que corresponden al segundo filtro.

Los exámenes psicológicos constan de una batería de pruebas preparadas tanto por el personal de la Institución Militar como por parte de la Comandancia del Ejército Ecuatoriano, las que han sido verificadas y comprobadas durante los últimos 15 años. Como resultado final, dan una calificación a los aspirantes en una escala valorada cualitativamente como A, B1, B2, B3 y C. Donde la calificación A significa que el aspirante tiene las habilidades y su personalidad es propia para seguir una carrera militar, al contrario del aspirante que obtenga la calificación C, donde el aspirante no presenta el perfil psicológico para seguir una carrera militar. Las demás escalas B, ubican a los aspirantes en forma descendente de mayores a menores aptitudes psicológicas para seguir esta carrera.

Las pruebas médicas o chequeos médicos los hacen el personal del Centro Médico de la Institución Militar con la colaboración de doctores especialistas del Hospital Militar de la ciudad de Quito. Estas pruebas constan de exámenes de laboratorio al aspirante y luego una valoración de la vista, oídos, nariz, dental, traumatología apoyadas con radiografías de tórax, desintrometrías óseas y una revisión médico clínico general a cada uno de los aspirantes.

Puede ser que algunos aspirantes no estén conformes con el resultado de los exámenes médicos realizados en la Institución Militar; por ejemplo, la valoración de audición o de la vista hace que el aspirante no sea idóneo para ingresar. Los aspirantes tienen la oportunidad de presentar nuevos exámenes médicos, únicamente realizados y certificados en el Hospital Militar de la ciudad de Quito.

Como resultado final el Centro Médico presenta la lista de los aspirantes Idóneos y No idóneos, en las pruebas médicas.

Con estos resultados la comisión encargada del proceso de admisión, nombrada por la Institución Militar, hace un análisis de cada uno de los aspirantes y procede

a enlistar al personal civil para que continúe con los exámenes académicos y físicos, correspondiendo al tercer filtro.

A los exámenes académicos y físicos, aproximadamente se presentan 800 aspirantes. Las materias académicas como sus contenidos y tiempos que deben cumplir en las pruebas físicas están en el prospecto de admisión.

Las pruebas académicas son preparadas por los mismos profesores de la Institución Militar, y son: Matemática, Comunicación Oral y Escrita (COE), Geografía, Historia y Cívica (GHC), Inglés y Computación. Todas calificadas sobre 20 puntos. Las pruebas son de selección múltiple y el tiempo máximo para resolver cada una de estas pruebas son de 60 minutos. Una vez aplicada la prueba, los exámenes son codificados y calificados por los señores oficiales de la Institución; de esta manera se evita saber a qué aspirante corresponde la prueba, asegurando que no haya fuga de información.

Las pruebas físicas son tomadas una vez finalizados los exámenes académicos. Se los realiza en las instalaciones de la Institución Militar y son aplicadas por personal del departamento de educación Física de la Institución con la colaboración de los señores estudiantes de la Facultad de deportes de la ESPE.

Las pruebas son: abdominales, flexiones, trote, cabo, natación, salto de decisión. Hay que indicar que la prueba de cabo no la realizan las mujeres aspirantes. Así mismo, su calificación es sobre 20 puntos y los tiempos y marcas que deben cumplir los aspirantes están en el prospecto.

Con los resultados obtenidos en estas pruebas la comisión procede a promediar, a estudiar casos óptimos, a cruzar información, a considerar casos individuales, para finalmente proponer una lista de potenciales candidatos de aspirantes a ser aceptados. Los integrantes de esta lista pasan a un último filtro, que es la entrevista.

Para la entrevista, cada aspirante se presenta con sus padres y apoderados a un tribunal conformado por señores oficiales en donde tendrán una charla informal de aproximadamente 10 minutos. Estos tribunales tienen preparado de antemano las preguntas a ser expuestas, y cada uno de esos ítemes los calificarán en un rango de 20 puntos. Al final promedian los resultados de cada pregunta y sacan una nota final de entrevista.

Finalmente, con la información obtenida en las entrevistas y luego de varias deliberaciones la comisión da la lista de los aspirantes aceptados a la Institución Militar, cumpliendo con el cupo asignado por la Comandancia del Ejército Ecuatoriano, que aproximadamente son de 160 a 180 aspirantes.

Los aspirantes que no han sido aceptados, por lo general en un gran porcentaje piden explicaciones y las razones por las que no fueron aceptados para mejorar en la próxima convocatoria. La Institución da todas las facilidades del caso y, es más, sugiere en qué pruebas deben estudiar para si es el caso vengan mejor preparados para el próximo llamado a formar parte de esta Institución Militar.

CAPÍTULO 3

ESTUDIO Y ANÁLISIS DE LAS CATEGORÍAS DE LAS VARIABLES DEL MODELO DE INDICADORES

La estructura académica de la Institución Militar, consta de cuatro cursos militares, siendo el primer año llamado Primer Curso Militar, y así sucesivamente. Al término del último año o al finalizar el Cuarto Curso Militar, el cadete se gradúa como Subteniente de la Fuerza Terrestre de la República del Ecuador.

El año lectivo inicia los primeros días del mes de octubre y finaliza el 10 de agosto de cada año. Reciben materias militares y civiles dentro de una planificación establecida y organizada al inicio de cada año. El año se divide en tres trimestres; la antigüedad anual se obtiene promediando los rendimientos trimestrales. El rendimiento trimestral como anual, consta al promediar materias como: Ciencia Militar, Cultura Militar, Materias Civiles, Conducta, Educación Física y Espíritu Militar.

Una promoción es un término que indica los 4 años de estudio de un cadete. Por ejemplo una promoción que inicia en el año 2004 con el Primer Curso Militar, termina con el Cuarto Curso Militar en el año 2008. Las promociones pueden ser activas o terminadas; es decir, si una promoción inició en el año 2000, evidentemente sus integrantes se graduaron en el año 2004, por lo tanto es una promoción terminada. Para una promoción que inicia en el año 2006, sus integrantes todavía siguen estudiando, siendo esta una promoción activa.

La Institución Militar cuenta en la actualidad con información detallada de todos los aspirantes aceptados en cada una de las variables que conforman el proceso de selección desde el año 2004, así como la evolución académica, física, militar y de conducta de los cadetes. Esta información fundamental revelaría las cualidades y características del personal de cadetes con que cuenta esta institución y por ende del personal de graduados que ofrece a la patria.

Las variables que se van a estudiar y analizar se encuentran en los datos del año lectivo 2004 – 2005 hasta de los aspirantes aceptados en el año lectivo 2008 - 2009. Con esta información tenemos una promoción de graduados, y las otras promociones están activas. Es decir un aspirante que ingresó en el año 2004 - 2005 se graduó en el año lectivo 2007 – 2008; un aspirante que ingresó en el año 2005 – 2006 se gradúa en el año lectivo 2008 – 2009 estando actualmente en el IV Curso Militar. Un aspirante que ingresó en el año 2006 - 2007 se graduará en el año lectivo 2009 – 2010 estando actualmente en el III Curso Militar. Un aspirante que ingresó en el año 2007 - 2008 se graduará en el año lectivo 2010 – 2011 estando actualmente en el II Curso Militar. Un aspirante que ingresó en este año lectivo 2008 - 2009 se graduará en el año lectivo 2011 – 2012. La distribución la podemos ver en la siguiente tabla:

Tabla 3.1

AÑO LECTIVO	CURSOS MILITARES			
2004 - 2005	I			
2005 - 2006	I	II		
2006 - 2007	I	II	III	
2007 - 2008	I	II	III	IV
2008 - 2009	I	II	III	IV

Aproximadamente la población a ser analizada es de 800 aspirantes aceptados. Se construirá una matriz con los datos requeridos en el prospecto y con las notas obtenidas en el proceso de admisión, así como notas y antigüedades trimestrales y anuales de los cadetes en lo referente a los rendimientos académicos, materias militares, pruebas físicas y conducta.

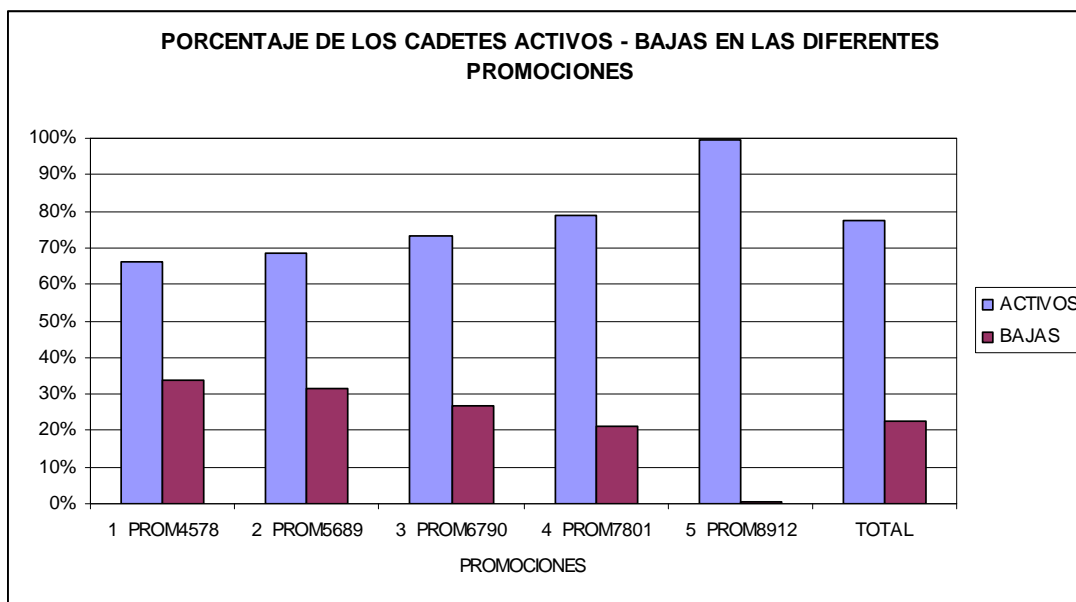
3.1 CATEGORÍAS DE LAS VARIABLES ORIGINALES

El número de aspirantes aceptados a la Institución Militar, así como el número de bajas (baja: término utilizado en el ámbito militar para indicar el retiro de la Institución Militar de un cadete) los podemos ver en el siguiente cuadro:

Tabla 3.2

PROMOCIONES	ACTIVOS	BAJAS	INGRESAN	PORCENTAJES	
				ACTIVOS	BAJAS
1 PROM4578	110	56	166	66%	34%
2 PROM5689	90	41	131	69%	31%
3 PROM6790	127	46	173	73%	27%
4 PROM7801	132	35	167	79%	21%
5 PROM8912	156	1	157	99%	1%
TOTAL	615	179	794	77%	23%

Gráfico 3.1 Porcentaje de Cadetes activos y de Cadetes con baja en las diferentes promociones



Donde: PROM4578 se refiere a la promoción comprendida entre los años lectivos 2004 – 2005 y 2007 – 2008, PROM5689 se refiere a la promoción comprendida entre los años lectivos 2005 – 2006 y 2008 – 2009, PROM6790 se refiere a la promoción comprendida entre los años lectivos 2006 – 2007 y 2009 – 2010, PROM7801 se refiere a la promoción comprendida entre los años lectivos 2007 – 2008 y 2010 – 2011, PROM8912 se refiere a la promoción comprendida entre los años lectivos 2008 – 2009 y 2011 – 2012.

Las categorías y variables aplicadas a los aspirantes en el proceso de admisión son:

Variable socio-económica: datos aspirante, datos padre-madre-apoderado, autorización de los padres, aceptación de riesgos, certificados de honorabilidad, ingresos económicos de los que asumen los gastos, croquis y fotografía del domicilio.

Variable exámenes médicos: Batería de exámenes médicos como: exámenes de laboratorio, exámenes de imagen, valoración clínica y odontológica. Reportando una lista de aspirantes idóneos para la carrera Militar.

Variable exámenes psicológicos: Batería de exámenes psicológicos, reportando una lista de aspirantes con valoraciones de A, B₁, B₂, B₃ y C, donde A es el indicativo del aspirante con mayor tendencia a la vida Militar y C la valoración con la mínima tendencia a la vida Militar.

Variable exámenes académicos: El aspirante rinde 5 materias académicas como: matemática, lenguaje, estudios sociales, Inglés y computación. La nota mínima de aprobación es de 14/20.

Variable pruebas físicas: El aspirante rinde 6 pruebas físicas como: flexiones abdominales, flexiones de codo, trote, trepar cabo, natación y salto de decisión. La nota mínima de aprobación es de 14/20. Hay que recalcar que la prueba trepar cabo no la realizan las aspirantes mujeres.

Variable entrevista: La entrevista del aspirante con sus padres y apoderados, con un jurado conformado por oficiales de la fuerza terrestre ecuatoriana con alto rango.

Hay categorías que se deben cumplir obligatoriamente, por lo que no ameritan ser analizadas, pues su no inclusión o no cumplimiento, implica automáticamente que el aspirante no seguiría en el proceso. Por ejemplo: Autorización de los padres, Aceptación de riegos, Certificados de honorabilidad, Croquis y Fotografía del domicilio, Prueba física de Trepador Cabo y Prueba física de Salto de Decisión:

La descripción de las categorías y variables de los datos obtenidos inicialmente son:

Tabla 3.3 Variables originales

Ord.	VARIABLES	DESCRIPCIÓN	
1	TALLA (Estatura de los aspirantes)	1	cm.
2	PESO (Peso de los aspirantes)	1	lbs.
3	TEZ	1	BLANCA
		2	MORENA
		3	TRIGUEÑA
4	EDAD (Edad de los aspirantes)	1	años
5	ECPADRES (Estado civil de los padres del aspirante a cadete)	1	CASADOS
		2	DIVORCIADOS
		3	SEPARADOS
		4	UNIÓN LIBRE
		5	VIUDOS
6	PROFPAD (Profesión del padre del aspirante a cadete)	1	BOMBERO
		2	CHOFPROF (Chofer profesional)
		3	COMERCIO (Comerciante)
		4	MARVOLSP (Voluntario en servicio pasivo de la Marina)
		5	MFAEOFA (Oficial de la FAE en servicio activo)
		6	MFAEVOA (Voluntario en servicio activo de la FAE)
		7	MFAEVOSP (Voluntario en servicio pasivo de la FAE)
		8	MFTOFA (Oficial de la FT en servicio activo)
		9	MFTOFSP (Oficial de la FT en servicio pasivo)
		10	MFTVOLA (Voluntario en servicio activo de la FT)
		11	MFTVOLSP (Voluntario en servicio pasivo de la FT)
		12	POLOFA (Oficial de la PN en servicio activo)
		13	POLVOLA (Voluntario en servicio activo de la PN)
		14	POLVOLSP (Voluntario en servicio pasivo de la PN)
		15	PROFESIO (Profesional)
		16	TÉCNICO
7	MILPADRE (El padre del aspirante es militar)	1	FAEVOL (Voluntario de la FAE)
		2	FTOFICIAL (Oficial de la FT)
		3	MARINAVOL (Voluntario de la Marina)
		4	NO (El padre no es militar)
		5	OFIFAE (Oficial de la FAE)
		6	OFIPOL (Oficial de la PN)
		7	POLVOL (Voluntario de la PN)
		8	VOLFT (Voluntario de la FT)
8	PROFMAD (Profesión de la madre del aspirante a cadete)	1	CHOFPROF (Chofer profesional)
		2	COMERCIO (Comerciante)
		3	PROFESIO (Profesional)
		4	QD (Quehaceres domésticos)
		5	TECNICA
9	PARENAPOD (Parentesco del apoderado con el aspirante a cadete)	1	MADRE
		2	NO
		3	PADRE
10	ECAPOD (Estado civil del apoderado del aspirante a cadete)	1	CASADO
		2	DIVORCIADO
		3	SEPARADO
		4	SOLTERO
		5	UNIONLIB
		6	VIUDO

Ord.	VARIABLES	DESCRIPCIÓN	
11	PROFAPOD (Profesión del apoderado del aspirante a cadete)	1	BOMBERO
		2	CHOFPROF (Chofer profesional)
		3	COMERCIO (Comerciante)
		4	MAROFA (Oficial de la Marina en servicio activo)
		5	MARVOLA (Voluntario en servicio activo de la Marina)
		6	MFAEOFA (Oficial de la FAE en servicio activo)
		7	MFAEOFSP (Oficial de la FAE en servicio pasivo)
		8	MFAEVOA (Voluntario en servicio activo de la FAE)
		9	MFAEVOSP (Voluntario en servicio pasivo de la FAE)
		10	MFTOFA (Oficial de la FT en servicio activo)
		11	MFTOFSP (Oficial de la FT en servicio pasivo)
		12	MFTVOLA (Voluntario en servicio activo de la FT)
		13	MFTVOLSP (Voluntario en servicio pasivo de la FT)
		14	POLOFA (Oficial de la PN en servicio activo)
		15	POLVOLA (Voluntario en servicio activo de la PN)
		16	POLVOLSP (Voluntario en servicio pasivo de la PN)
		17	PROFESIO (Profesional)
		18	QD (Quehaceres domésticos)
		19	TÉCNICO
12	MILAPOD (El apoderado del aspirante es militar)	1	FAEVOL (Voluntario de la FAE)
		2	FTOFICIAL (Oficial de la FT)
		3	MARINAVOL (Voluntario de la Marina)
		4	NO (El padre no es militar)
		5	OFIFAE (Oficial de la FAE)
		6	OFIPOL (Oficial de la PN)
		7	OFMARINA (Oficial de la Marina)
		8	POLVOL (Voluntario de la PN)
		9	VOLFT (Voluntario de la FT)
13	INGRPADRES (Ingreso económico de los padres)	1	dólares
14	EGRPADRES Egreso económico de los padres)	1	dólares
15	SEXO (Del aspirante)	1	M (Masculino)
		2	F (Femenino)
16	PROVNAC (Provincia de nacimiento del aspirante a kdt)	1	AZUAY
		2	BOLIVAR
		3	CAÑAR
		4	CARCHI
		5	CHIMBORAZO
		6	COTOPAXI
		7	EL ORO
		8	ESMERALDAS
		9	GUAYAS
		10	IMBABURA
		11	LOJA
		12	LOS RIOS
		13	MANABÍ
		14	MORONA SANTIAGO
		15	NAPO
		16	PASTAZA
		17	PICHINCHA
		18	SUCUMBIOS
		19	TULCAN
		20	TUNGURAHUA
		21	ZAMORA CHINCHIPE
17	COLEGIO (Colegio de graduación del aspirante)	1	CIVIL
		2	COMIL 1 (Eloy Alfaro de la ciudad de Quito)
		3	COMIL 2 (Tnte. Hugo Ortiz de la ciudad de Guayaquil)
		4	COMIL 3 (Héroes del 41 de la ciudad de Machala)
		5	COMIL 4 (Abdón Calderón de la ciudad de Cuenca)
		6	COMIL 5 (Tcm. Lauro Guerrero de la ciudad de Loja)
		7	COMIL 6 (Combatientes de Tápi de la ciudad de Riobamba)
		8	COMIL 7 (Grad. Miguel Iturralde de la ciudad de Portoviejo)
		9	COMIL 8 (Machala de la ciudad de Playas)
		10	COMIL 9 (Eugenio Espejo de la ciudad de Salinas)
		11	COMIL 10 Abdón Calderón de la ciudad de Quito)
		12	COMIL 11 (Héroes del Cenepa de la ciudad de Pastaza)
18	ESPECIALIDAD (Especialidad de bachillerato del aspirante a kdt)	1	ADMINISTRACIÓN
		2	CIENCIAS
		3	CONTABILIDAD

		4	FIMA
		5	INFORMÁTICA
		6	QUIBIO
		7	SOCIALES
		8	TÉCNICO
19	PSICOLÓGICOS (Resultado de las pruebas psicológicas de los aspirantes)	1	A
		2	B1
		3	B2
		4	B3
		5	C
20	MÉDICOS (resultados médicos de los aspirantes)	1	I
		2	NO
21	PATOLOGIAS (Patologías médicas encontradas a los aspirantes)	1	ESPALDA
		2	NARIZ
		3	NO
		4	OIDOS
		5	PIES
		6	VISTA
22	MATEMÁTICA	1	sobre 20
23	COE	1	sobre 20
24	GHC	1	sobre 20
25	INGLÉS	1	sobre 20
26	COMPUTACIÓN	1	sobre 20
27	PROMACAD (Promedio materias académicas)	1	sobre 20
28	ABDOMINALES	1	sobre 20
29	FLEXIONES	1	sobre 20
30	TROTE	1	sobre 20
31	CABO	1	sobre 20
32	NATACIÓN	1	sobre 20
33	SALTO	1	sobre 20
34	PROMFIS (Promedio de materias físicas)	1	sobre 20
35	PROMAF (Promedio académico y físico)	1	sobre 20
36	ENTREVISTA	1	sobre 20

Como podemos observar en la tabla 3.3, las variables a ser analizadas son cualitativas y cuantitativas, es decir las variables son nominales y continuas. En algunas, la descripción abarca dos características, en otros sobrepasa los 20, razón por la cual es necesario optimizar estas variables, ubicando en categorías o en niveles estas características que describen a cada una de las variables, tomando en cuenta el estudio descriptivo, el cruce de información con los aspirantes activos y con las bajas y con la colaboración de expertos que han trabajado en estos procesos durante varios años.

Analizando las variables nominales (Anexo 1), como por ejemplo Estado Civil de los Padres, encontramos, de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 3.4 Estado civil de los padres

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos				
CASADOS	705	88,8	88,8	88,8
DIVORCIADOS	32	4,0	4,0	92,8
SEPARADOS	12	1,5	1,5	94,3
UNION LIBRE	13	1,6	1,6	96,0
VIUDOS	32	4,0	4,0	100,0
Total	794	100,0	100,0	

Se observa, que aproximadamente el 90% de los padres tienen un estado civil de casados; del resto, el 10% están distribuidos en los diferentes estados civiles que se encontró en la recolección de datos. Es necesario agrupar esta información o categorizar estos datos, según este análisis descriptivo en dos categorías, la una de casados y otros. Mantenemos esta variable pues aproximadamente el 24% de los aspirantes aprobados que han pedido la baja tienen padres casados. Además, es una referencia social que retroalimentará al perfil del aspirante idóneo.

Analizando la variable nominal Profesión del Padre, encontramos según la siguiente tabla:

Tabla 3.5 Profesión del padre

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Validos	1 BOMBERO	2	0.3	0.3	0.3
	2 CHOFER PROFESIONAL	115	14.5	14.5	14.8
	3 COMERCIANTE	125	15.7	15.7	30.5
	4 MARVOLSP	1	0.1	0.1	30.7
	5 MFAEOFA	1	0.1	0.1	30.8
	6 MFAEVOA	5	0.6	0.6	31.4
	7 MFAEVOSP	9	1.1	1.1	32.5
	8 MFTOFA	38	4.8	4.8	37.3
	9 MFTOFSP	35	4.4	4.4	41.7
	10 MFTVOLA	110	13.9	13.9	55.6
	11 MFTVOLSP	102	12.8	12.8	68.4
	12 POLOFA	1	0.1	0.1	68.6
	13 POLVOLA	2	0.3	0.3	68.8
	14 POLVOLSP	6	0.8	0.8	69.6
	15 PROFESIONAL	214	27.0	27.0	96.5
	16 TÉCNICO	28	3.5	3.5	100.0
Total		794	100.0	100.0	

Se observa, que el 27% de los padres tiene una profesión civil, como por ejemplo, ingenieros, médicos, abogados, etc. Hay un grupo de profesiones que tienen aproximadamente el mismo porcentaje en un rango de 13% al 15%, y hay otro grupo de profesiones cuyo porcentaje es bastante bajo. Categorizando esta información, según este análisis descriptivo, analizando la información cruzada con los aspirantes activos y los que han pedido la baja, además con la sugerencia de expertos que han manejado este proceso de selección durante varios años, se sugiere las siguientes categorías: Chofer profesional y Comerciante, Oficial de la Fuerza Terrestre en estado activo o pasivo, Voluntario en servicio activo de la

Fuerza Terrestre, Voluntario en servicio pasivo de la Fuerza Terrestre, Otros que incluyen todas las otras profesiones no consideradas en esta categorización y Profesionales y Técnicos. Esta variable es importante pues necesitamos saber si las primeras antigüedades obtenidas por los cadetes en el Primer Curso tienen relación con la profesión de los padres.

Esta variable está fuertemente ligada a la variable Padre Militar, cuyos resultados son:

Tabla 3.6 ¿El padre del aspirante es militar?

			Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Validos	1	FAEVOL	14	1.8	1.8	1.8
	2	FTOFICIAL	71	8.9	8.9	10.7
	3	MARINAVOL	1	0.1	0.1	10.9
	4	NO	483	60.8	60.8	71.7
	5	OFIFAE	2	0.3	0.3	72.0
	6	OFIPOL	2	0.3	0.3	72.2
	7	POLVOL	8	1.0	1.0	73.2
	8	VOLFT	213	26.8	26.8	100.0
Total			794	100.0	100.0	

Como se puede observar, hay dos fuertes grupos que hay que categorizarlos; el uno sería: No, que indica que el padre no tiene profesión militar, Voluntario de la Fuerza Terrestre en estado activo o pasivo y Otros. De esta forma encontramos que: el 61% de aspirantes activos su padre tiene una profesión no militar, el 12% de aspirantes activos su padre tiene una profesión catalogada como Otro y el 27% de aspirantes activos tiene su padre una profesión militar en grado de voluntario de la Fuerza Terrestre. De esta forma se encontrará si las primeras antigüedades obtenidas por los cadetes en el Primer Curso tienen relación con que el padre es militar o no.

Analizando variables continuas de ingreso (Anexo 2), como: Estatura, Peso, Edad, Ingreso económico de los padres, Egreso económico de los padres, Resultados de las pruebas académicas, Resultados de las pruebas físicas, Promedios

académicos, Promedios físicos y Resultados de la entrevista, se realiza el estudio descriptivo y se procede a categorizar estas variables para tener un mejor y óptimo resultado en el modelo.

El análisis económico de ingresos y egresos de los padres, se presenta en el siguiente gráfico:

Gráfico 3.2 Análisis descriptivos de los Ingresos y Egresos económicos

Ingreso padres	Media		1985,74
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	1886,82
		Límite superior	2084,67
	Mediana		1505,00
	Varianza		2016555,77
	Desv. típica		1420,05
	Mínimo		520,00
	Máximo		11500,00
	Rango		10980,00
Egreso padres	Media		802,28
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	748,26
		Límite superior	856,31
	Mediana		580,00
	Varianza		601418,84
	Desv. típica		775,51
	Mínimo		50,00
	Máximo		6600,00
	Rango		6550,00

Se observa con respecto a los Ingresos que el promedio es de \$1.990 dólares, ingresos económicos acordes con la realidad para que un aspirante se mantenga sin ningún problema en la Institución Militar. Sin embargo se encuentran ingresos muy altos como \$11.500 y muy bajos como \$520, valores a los que habría que hacer una investigación más exhaustiva, pues los costos son elevados y la permanencia del aspirante se vería afectada por esta condición.

Para la variable continua de notas de Matemática, encontramos:

Gráfico 3.3 Análisis descriptivo de Matemática

Resultado en matemática, ingreso	Media		10,44
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	10,18
		Límite superior	10,71
	Mediana		10,00
	Varianza		14,63
	Desv. típica		3,83
	Mínimo		2,40
	Máximo		20,00
Rango		17,60	

Se observa que el promedio de ingreso en esta materia es de 10.44 sobre 20, valor que refleja un nivel muy bajo, pues el nivel mínimo de aprobación en la Institución Militar es de 14 puntos sobre 20. Sin embargo se encuentra notas altas como 20 y muy bajas como 2.4. Si la Institución aplicaría el nivel mínimo de aprobación, aproximadamente el 80% de aspirantes estarían no aptos. La comisión entra a un gran dilema, y no hay más que jugar con las notas para tener personal de donde escoger a los aspirantes.

Con estas primeras consideraciones básicamente en las variables cualitativas, la categorización de las mismas, las resumimos en la siguiente tabla:

Tabla 3.7 Nueva categorización de las variables originales

Ord.	VARIABLES	DESCRIPCIÓN	
1	PROM (5 Promociones analizadas)	1	PROM4578
		2	PROM5689
		3	PROM6790
		4	PROM7801
		5	PROM8912
2	TALLA (Estatura de los aspirantes a kdts en cm.)	1	cm.
3	PESO (Peso de los aspirantes a kdts en lbs)	1	lbs.
4	TEZ	1	BLANCA
		2	MORENA
		3	TRIGUEÑA
5	EDAD (Edad de los aspirantes)	1	años
6	ECPADRES (Estado civil de los padres del aspirante a cadete)	1	CASADOS
		2	OTROS (Divorciados, Separados, Unión Libre, Viudos)
7	PROFPAD (Profesión del padre del aspirante a cadete)	1	CHOFCOMERCIANTE (Chofer Profesional y Comerciante)
		2	MFTOFICIAL (Activo y Pasivo)
		3	MFTVOLA
		4	MFTVOLSP
		5	OTROS (MILFAEVOLSP, MILFAEVOLA, MIFAEOFA, MILMARINAVOLA, POLVOLSP, BOMBERO)
		6	PROFTEC (Profesional y Técnico)

Ord.	VARIABLES	DESCRIPCIÓN	
8	MILPADRE (¿El padre del aspirante es militar?)	1	NO
		2	OTROS (FAEVOL, FTOFICIAL, OFICIALFAE, MARINAVOL, POLICIAVOL, OFICIALPOL)
		3	VOLFT
9	PROFMAD (Profesión de la madre del aspirante a cadete)	1	CHOFCOMERCIANTE (Chofer Profesional y Comerciante)
		2	PROFTEC (Profesional y Técnico)
		3	QDFAL (Quehaceres domésticos)
10	PARENAPOD (Parentesco del apoderado con el aspirante a cadete)	1	NO
		2	PADRES (Papá, Mamá o ambos)
11	ECAPOD (Estado civil del apoderado del aspirante a cadete)	1	CASADOS
		2	OTROS (Divorciados, Separados, Unión Libre, Viudos, Solteros)
12	PROFAPOD (Profesión del apoderado del aspirante a cadete)	1	CHOFCOMERCIANTE (Chofer Profesional y Comerciante)
		2	MFTOFSP
		3	MFTVOLA
		4	OTROS (MILFAEVOLSP, MILFAEVOLA, MIFAEOFA, MIFAEOFSP, MILMARINAVOLA, POLVOLSP, POLVOLA, POLOFA, BOMBERO, Quehaceres Domésticos, MFTOFA, MFTVOLSP)
		5	PROFTEC (Profesional y Técnico)
13	MILAPOD (¿El apoderado del aspirante es militar?)	1	FAEPOMAR (FAE, POLICIA, MARINA)
		2	FTOFICIAL
		3	NO
		4	VOLFT
14	INGRPADRES (Ingreso económico de los padres del aspirante a kdt)	1	dólares
15	EGRPADRES (Egreso económico de los padres del aspirante a kdt)	1	dólares
16	SEXO	1	MASCULINO
		2	FEMENINO
17	PROVNAC (Provincia de nacimiento del aspirante a kdt)	1	COSTAORIENTE
		2	PICHINCHA
		3	SIERRA CENTRO
		4	SIERRA NORTE
		5	SIERRA SUR
18	COLEGIO (Colegio de graduación del aspirante a kdt)	1	CIVIL
		2	COMIL COSTAORIENTE
		3	COMIL QUITO
		4	COMIL SIERRA
19	COMIL O CIVIL (El aspirante a kdt proviene de un colegio civil o de un Comil)	1	COMIL
		2	CIVIL
20	ESPECIALIDAD (Especialidad de bachillerato del aspirante a kdt)	1	ADMCONTA (Administración y Contabilidad)
		2	CIENCIAS
		3	FIMA
		4	INFORTEC (Informática, Técnico)
		5	QUIBIO
		6	SOCIALES
21	PSICOLÓGICOS (Resultado de las pruebas psicológicas a los aspirantes a kdt)	1	A
		2	B1
		3	B2
		4	B3C (Prueba B3, C)
22	MATEMATICA	1	sobre 20 puntos
23	COE	1	sobre 20 puntos
24	GHC	1	sobre 20 puntos
25	INGLÉS	1	sobre 20 puntos
26	COMPUTACION	1	sobre 20 puntos
27	PROMACAD (Promedio de materias académicas)	1	sobre 20 puntos
28	ABDOMINALES	1	sobre 20 puntos
29	FLEXIONES	1	sobre 20 puntos
30	TROTE	1	sobre 20 puntos
31	NATACIÓN	1	sobre 20 puntos
32	PROMFIS (Promedio de materias físicas)	1	sobre 20 puntos
33	PROMAF (Promedio académico y físico)	1	sobre 20 puntos
34	ENTREVISTA	1	sobre 20 puntos

Se puede observar que se han eliminado varias variables de las originales (Tabla 3.3), básicamente porque no aportarían a la construcción del modelo matemático.

Debido a que son exámenes o pruebas que si el aspirante no cumple o no las realiza, queda automáticamente fuera del proceso. Estas son:

Resultados médicos y Patologías médicas: El aspirante debe cumplir ciertos requisitos médicos básicos para su ingreso, si el ciudadano no está dentro de esos parámetros, su ingreso estaría marcado para el fracaso pues el esfuerzo físico es muy exigente durante toda la carrera. Por ejemplo, podríamos citar a un aspirante que tenga escoliosis, no podría hacer actividades físicas como saltar o correr; un aspirante que tenga problemas auditivos, es imposible que haga actividades militares de manejo y funcionamiento de armamento y de explosivos; etc. De tal forma que todos los aspirantes deben ser Idóneos médicamente y esta variable no entraría a consideración.

Pruebas físicas como Cabo y Salto de decisión: La primera consiste en subir un cabo de 5 metros y la segunda consiste en saltar de la tabla de 10 metros a la piscina, pruebas que de acuerdo al Departamento de Educación Física, consideran que si no las cumple el aspirante queda fuera del proceso, por lo que, estas variables tampoco entran en consideración en la construcción del modelo.

3.2 VARIABLE DEPENDIENTE

El modelo estadístico requiere de la definición de una variable dependiente. El interés planteado como objetivo principal es buscar el perfil idóneo del aspirante a cadete, para lo cual la consideración más apropiada será tomar a los cadetes que siguen activos o se han graduado y los cadetes que se han retirado o han pedido la baja.

Posiblemente, para futuros estudios las autoridades podrían considerar otra variable como dependiente; sin embargo, siendo este un primer planteamiento de solución a esta metodología de proceso de selección, esta variable proporciona una alternativa para identificar los perfiles idóneos.

Con base en las cinco promociones de estudio, han sido aceptados como aspirantes a cadetes 794 bachilleres, de los cuales han desertado un total de 179 cadetes. Es decir, de acuerdo a esta información tenemos que el 77% de aspirantes son cadetes activos y el 23% como bajas.

3.3 VARIABLES INDEPENDIENTES

De acuerdo a la primera categorización de las variables originales, se tiene tanto variables socioeconómicas y de resultados obtenidos por los aspirantes en las diferentes pruebas, análisis que se los realizó con estadísticas descriptivas y con aportes de personas con cierto grado de experiencia en el proceso de admisión.

Sin embargo, la identificación de variables independientes se la debe realizar de una manera más técnica y estadística; una manera o metodología de selección de variables es utilizando árboles de decisión¹⁰, método de aprendizaje inductivo supervisado no paramétrico.

En el programa Answer Tree, encontramos el algoritmo Chaid¹¹, para la construcción del árbol de decisión. El algoritmo Chaid, tiene la característica de usar la estadística Ji-cuadrado, que permite evaluar en cada nodo la dependencia de la variable de partición o variable dependiente respecto a todas las variables que ingresarían al modelo.

Para la variable dependiente, se nombra con 1 al cadete activo y con 0 al cadete retirado o baja. De tal forma que este algoritmo selecciona la batería de variables independientes bajo las siguientes hipótesis:

H_0 : Las variables explicadas y explicativas son independientes.

H_1 : Las variables explicadas y explicativas no son independientes.

¹⁰ Anexos, Tesis de maestría de Diego Calvache y Ruth Vallejo.

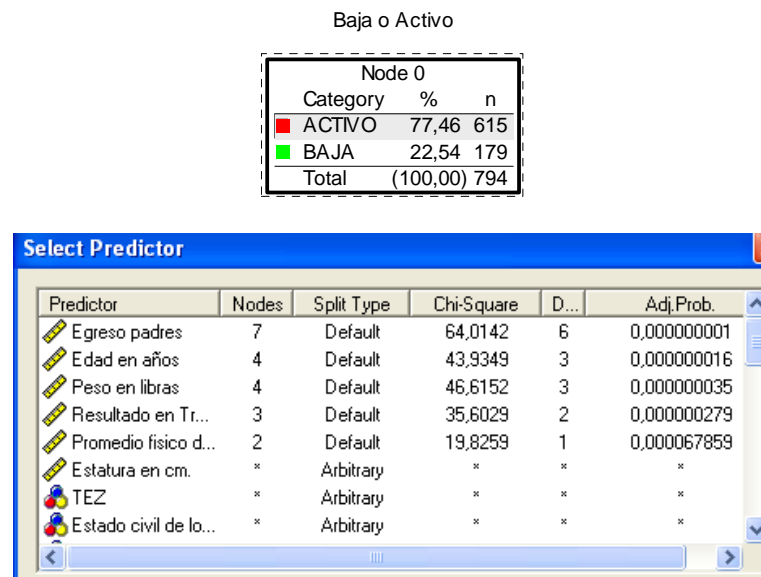
¹¹ Anexos, Tesis de maestría de Diego Calvache y Ruth Vallejo.

Un valor Ji-cuadrado elevado tenderá a rechazar la hipótesis nula, aceptando la hipótesis alternativa de que hay dependencia entre las variables dependientes e independientes.

Considerando el p-valor, al nivel de significancia del 5%, un p-valor inferior nos llevará a rechazar la hipótesis nula a favor de la hipótesis de que las variables no son independientes; es decir, el criterio de aceptación sería si el p-valor es mayor que 0,05, entonces se acepta la hipótesis nula, caso contrario se acepta la hipótesis alternativa, con el 95% de confianza.

Las variables más correlacionadas con la variable de partida (kdt activo o kdt baja), se resume en el siguiente gráfico:

Gráfico 3.4 Nodo de partida en el Answer Tree y las variables mas correlacionadas con la variable de partida (kdte)

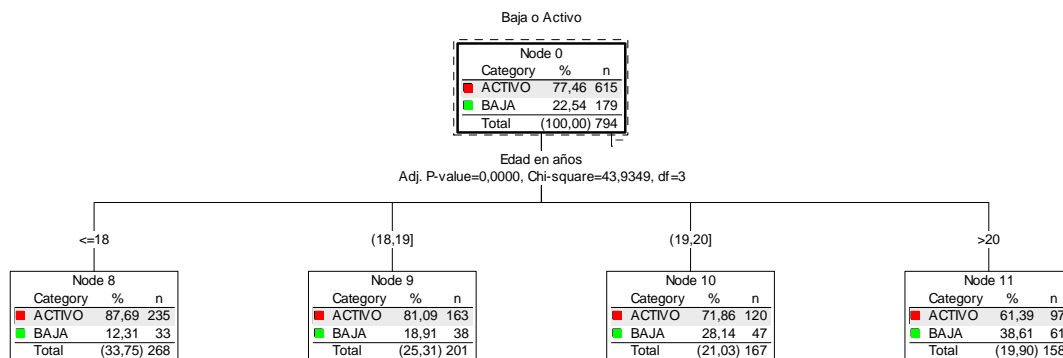


En el gráfico 3.4, se puede ver en primer lugar la variable dependiente o de partida, en donde se presenta el porcentaje de activos y el porcentaje de bajas; a continuación se presentan las variables que tienen un Ji-cuadrado más alto, esto es, son las variables que tienen mayor dependencia con la variable de partida. Hay que aclarar, que aunque no se presentan a priori en la pantalla del Answer

Tree, pueden existir variables que también tienen dependencia con la variable de partida.

Cada uno de los árboles está en el Anexo 3, para hacer una interpretación de los mismos, tomemos como ejemplo los siguientes:

Gráfico 3.5 Variable Edad según el Algoritmo Chaid



Para esta variable, el estadístico Ji-cuadrado es de 43.9349 y un p-valor de 0 menor al valor $\alpha_{crítico} = 0.05$, por lo que aceptamos la dependencia de esta variable con la variable de partida, es decir existe una correlación alta entre estas dos variables.

Las edades están clasificadas en 4 intervalos, siendo el grupo de menor o igual a 18 años la de mayor representación, aproximadamente el 34%. Así mismo, en este intervalo los cadetes activos son aproximadamente el 88%. En cambio en el intervalo de mayor de 20 años, la representación es la más baja, aproximadamente el 20%, los cadetes activos en este intervalo son aproximadamente el 61%.

Esta variable por su alto grado de correlación con la variable objetivo, debe ingresar al modelo de indicadores, considerando sus 4 intervalos o categorías que identificó el Algoritmo Chaid.

Siguiendo esta metodología de análisis, tenemos la siguiente tabla que presenta las variables altamente correlacionadas con la variable dependiente

Tabla 3.8 Variable altamente correlacionadas con la variable objetivo (kdte) que ingresarían al modelo

VARIABLE	VALOR	NOMBRE	p - valor	Ji-cuadrado
PESO (Peso del aspirante a kdt en lbs)	1	(136, 164]	0,0000	46,6152
	2	(125, 136]		
	3	<= 125		
	4	> 164		
EDAD (Edad en años del aspirante a kdt)	1	<= 18	0,0000	43,9349
	2	(18, 19]		
	3	(19, 20]		
	4	> 20		
ECPADRES (Estado civil de los padres de los aspirantes a kdts)	1	CASADOS	0,0299	4,7128
	2	OTROS		
PROFAPOD (Profesión del apoderado de los aspirantes a kdts)	1	PROFTEC; OTROS	0,0035	17,7583
	2	CHOFCOMERCIANTE; MFTOFSP		
	3	MFTVOLA		
MILAPOD (¿El apoderado de los aspirantes a kdts, es militar?)	1	NO; FTOFICIAL; FAEPOMAR	0,0155	9,3575
	2	VOLFT		
INGRPADRES (Ingreso económico de los padres del aspirante a kdt)	1	<= \$1500	0,0002	24,6085
	2	(\$1500, \$2478]		
	3	> \$2478		
EGRPADRES (Egreso económico de los padres del aspirante a kdt)	1	> \$790	0,0000	64,0142
	2	(\$414, \$570]		
	3	(\$298, \$330]		
	4	(\$330, \$414]		
	5	(\$570, \$690]		
	6	<= \$298		
	7	(\$690, \$790]		
SEXO	1	MASCULINO	0,0004	12,7477
	2	FEMENINO		
PSICOLÓGICOS (Resultado de las pruebas psicológicas de los aspirantes a kdts)	1	B1; B2	0,0174	9,1477
	2	B3; C; A		
INGLÉS	1	> 8,29	0,0147	9,9249
	2	<= 8,29		
TROTE	1	> 19,94	0,0000	35,6029
	2	<= 17,38		
	3	(17,38; 19,94]		
PROMFIS (Promedio físico de ingreso de los aspirantes a kdts)	1	<= 19,44	0,0000	19,8259
	2	> 19,44		
PROMAF (Promedio académico - físico de ingreso de los aspirantes a kdts)	1	> 15,193	0,0017	13,9462
	2	<= 15,193		
ENTREVISTA	1	(17,95; 18,91]	0,0010	20,9799
	2	<= 17,95		
	3	> 18,91		

Sin embargo, hay variables que aunque no presentan correlación con la variable de estudio, sería interesante incluirlas en el modelo. Por ejemplo, las profesiones tanto del padre como de la madre, por experiencia de las autoridades si afectan al proceso de adaptación a este nuevo tipo de vida, pues un aspirante que tiene un padre de profesión militar, de algún modo está acostumbrado o sabe exactamente cómo es la vida militar, cuáles son las ventajas y los peligros que involucra esta

profesión; en otras palabras, como que lleva una cierta ventaja con respecto a los aspirantes cuyos padres tienen profesiones civiles. Estas variables, son:

Tabla 3.9 Variables no correlacionadas con la variable objetivo (kdte) que serán consideradas para ingresar al modelo

VARIABLE	VALOR	NOMBRE	p - valor	Ji-cuadrado
PROFPADRE (Profesión del padre de los aspirantes a kdts)	1	MFTVOLA; CHOFCOMERCIANTE; MFTVOLSP	0,0645	9,4759
	2	PROFTEC; MFTOFICIAL; OTROS		
MILPADRE (¿El padre de los aspirantes a kdts, es militar?)	1	VOLFT	0,1643	3,6895
	2	NO; OTROS		
PROFMAD (Profesión de la madre de los aspirantes a kdts)	1	PROFTEC; QD; FALL	0,3322	2,5438
	2	CHOFCOMERCIANTE		
COMILCIVIL (El aspirante a kdt proviene de un COMIL o colegio CIVIL)	1	COMIL	0,2306	1,4373
	2	CIVIL		
PROMACAD (Promedio académico de ingreso de los aspirantes a kdts)	1	<= 15,23	1,0000	2,1685
	2	> 15,23		

En los árboles de decisión, cada nodo puede particionarse nuevamente en otros nodos, creando con estos cruces, variables mixtas. Bajo las mismas hipótesis del Algoritmo Chaid, es decir, seleccionando las variables con un Ji-cuadrado elevado o un P-valor menor a 0.05, encontramos las siguientes variables mixtas¹² (Anexo 4):

Tabla 3.10 Variables mixtas altamente correlacionadas con la variable objetivo (kdte) que ingresarían al modelo

VARIABLES	CRUCE	VALOR	ETIQUETA	Representatividad	p - Valor	Chi - cuadrado
MIX1	Pruebas Psicológicas e Ingreso económico de los padres	1	B1,B2 y (\$1500; \$2478]	26,45%	0,0009	21,3035
		0	Otro			
MIX2	Pruebas Psicológicas y Egreso económico de los padres	1	B1,B2 y > \$790	26,45%	0,0000	43,0021
		0	Otro			
MIX3	Pruebas Psicológicas y Prov. de nacimiento del aspirante	1	B1,B2 y Costa, Sierra, Oriente	39,29%	0,0470	8,7296
		0	Otro			
MIX4	Pruebas Psicológicas y Promedio Físico de ingreso	1	B1,B2 y > 19,099	42,70%	0,0002	17,5981
		0	Otro			
MIX5	Pruebas Psicológicas y Promedio Académico - Físico de ingreso	1	B1,B2 y > 14,85	59,32%	0,0134	10,0887
		0	Otro			
MIX6	Pruebas Psicológicas y Entrevista	1	B1,B2 y > 18,907	16,25%	0,0260	14,4676
		0	Otro			
MIX7	Promedio Físico de ingreso y Sexo	1	<= 19,44 y Masculino	48,61%	0,0209	5,3336
		0	Otro			
MIX8	Promedio Académico de ingreso y Matemática	1	<= 15,233 y > 10,8	31,61%	0,0459	7,8447
		0	Otro			
MIX9	Promedio Académico - Físico de ingreso y Sexo	1	> 15,193 y Masculino	53,53%	0,0036	8,4906
		0	Otro			

¹² En el Anexo 4, están los árboles de las variables cruzadas. En donde la selección de las mismas, se lo hará cuya representatividad agrupe más del 7%.

VARIABLES	CRUCE	VALOR	ETIQUETA	Representatividad	p - Valor	Chi - cuadrado
MIX10	Entrevista y Promedios	1	(17,95; 18,907] y > 15,193	26,70%	0,0169	9,6689
	Académico - Físico de ingreso	0	Otro			
MIX11	Entrevista y Promedios	1	> 18,907 y <= 15,233	13,48%	0,0089	10,8419
	Académico - Físico de ingreso	0	Otro			
MIX12	Entrevista y Sexo	1	<= 17,95 y Masculino	32,24%	0,0049	7,9096
		0	Otro			
MIX13	Entrevista y Sexo	1	(17,95; 18,907] y Masculino	35,64%	0,0010	10,8359
		0	Otro			

Como se puede ver en las últimas tres tablas, tenemos 31 variables independientes y una variable dependiente. Las mismas que son las apropiadas, tanto estadísticamente como intuitivamente, para ingresar al modelo de indicadores para definir el mejor perfil del aspirante a cadete.

CAPÍTULO 4

CONSTRUCCIÓN DEL MODELO DE INDICADORES PARA EL PERFIL ÓPTIMO DEL ASPIRANTE A CADETE EN LA INSTITUCIÓN MILITAR

Una vez establecidas las variables altamente correlacionadas y no correlacionadas pero con interés interno¹³ para la institución así como las variables mixtas se procede a la construcción del modelo, aplicando el Análisis de Componentes Principales para Datos categóricos a nuestros datos en el programa SPSS versión 12.

La varianza explicada del modelo al aplicar todas las variables es del 25%. Por lo que se procede a seleccionar las variables de tal forma que la varianza sea más representativa, obteniendo como resultado un modelo con 11 variables¹⁴, varianza explicada en 4 dimensiones del 79% y el Alfa de Cronbach¹⁵ total de 0.974.

En una hoja electrónica, colocamos las categorías de cada una de las variables seleccionadas con su respectiva cuantificación (peso óptimo) que arroja el programa. Tomando como referencia la primera categoría la enceramos, luego se suma el último valor de la categoría en cada variable, llamado Máximo. Para encontrar el Factor de conversión para hallar la ponderación sobre 100 puntos, dividimos 100 por el valor máximo, este valor multiplicamos para cada puntaje de cada categoría luego de haberle encerado. Los resultados lo resumimos en la siguiente tabla:

¹³ Intereses socio-económicos, académicos, psicológicos, etc.

¹⁴ La mitad de las variables seleccionadas corresponden a variables mixtas, que recogen información importante del proceso de selección. Como por ejemplo el cruce de la variable psicológica con las variables egreso económico, promedio físico de ingreso, promedio académico-físico de ingreso y entrevista.

¹⁵ La interpretación del Alfa de Cronbach, es que cuando más se acerque el índice al extremo 1, mejor es la fiabilidad, considerando una fiabilidad respetable a partir de 0,80.

Tabla 4.1 Pesos finales ponderados a una escala de 100 puntos

INGRPADRES (Ingreso económico de los padres de los aspirantes a kdts)

Código	NOMBRE	Ponderador óptimo	Puntajes	Ponderados (escala de 100)
1	<= \$1500	-0.880	0.000	0
2	(\$1500; \$2478]	0.324	1.204	5
3	> \$2478	1.705	2.585	11

EGRPADRES (Egreso económico de los padres de los aspirantes a kdts)

Código	NOMBRE	Ponderador óptimo	Puntajes	Ponderados (escala de 100)
1	> \$790	-1.484	0.000	0
2	(\$414; \$570]	0.614	2.098	9
3	(\$298; \$330]	0.754	2.238	9
4	(\$330; \$414]	0.841	2.325	9
5	(\$570; \$690]	0.526	2.010	8
6	<= \$298	0.876	2.360	10
7	(\$690; \$790]	0.392	1.876	8

PSICOLÓGICOS (Resultado de las pruebas psicológicas de los aspirantes a kdts)

Código	NOMBRE	Ponderador óptimo	Puntajes	Ponderados (escala de 100)
1	B1;B2	-0.416	0.000	0
2	B3;C; A	2.405	2.821	11

PROMFIS (Promedio físico de ingreso de los aspirantes a kdts)

Código	NOMBRE	Ponderador óptimo	Puntajes	Ponderados (escala de 100)
1	<= 19.44	-0.815	0.000	0
2	> 19.94	1.227	2.042	8

PROMAF (Promedio académico-físico de ingreso de los aspirantes a kdts)

Código	NOMBRE	Ponderador óptimo	Puntajes	Ponderados (escala de 100)
1	> 15.19	-0.798	0.000	0
2	<= 15.19	1.253	2.051	8

MIX2 (Pruebas psicológicas y Egreso económico de los padres)

Código	NOMBRE	Ponderador óptimo	Puntajes	Ponderados (escala de 100)
0	OTRO	-0.600	0.000	0
1	B1,B2 y > \$790	1.668	2.268	9

MIX4 (Pruebas psicológicas y Promedio físico de ingreso)

Código	NOMBRE	Ponderador óptimo	Puntajes	Ponderados (escala de 100)
0	OTRO	-0.835	0.000	0
1	B1,B2 y > 19.10	1.198	2.033	8

MIX5 (Pruebas psicológicas y Promedio académico-físico de ingreso)

Código	NOMBRE	Ponderador óptimo	Puntajes	Ponderados (escala de 100)
0	OTRO	-1.208	0.000	0
1	B1,B2 y > 14.85	0.828	2.036	8

MIX6 (Pruebas psicológicas y Entrevistas)

Código	NOMBRE	Ponderador óptimo	Puntajes	Ponderados (escala de 100)
0	OTRO	-0.403	0.000	0
1	B1,B2 y > 18.907	2.481	2.884	12

MIX7 (Promedio físico de ingreso y Sexo)

Código	NOMBRE	Ponderador óptimo	Puntajes	Ponderados (escala de 100)
0	OTRO	-0.975	0.000	0
1	<= 19.44 y Masculino	1.026	2.001	8

MIX9 (Promedio académico-físico de ingreso y Sexo)

Código	NOMBRE	Ponderador óptimo	Puntajes	Ponderados (escala de 100)
0	OTRO	-1.092	0.000	0
1	> 15.19 y Masculino	0.915	2.007	8

Máximo	24.604	100.000
---------------	---------------	----------------

Factor	4.064
---------------	--------------

Como se puede observar, se han encontrado los indicadores para el perfil óptimo del aspirante a cadete a una Institución Militar. Por ejemplo, para la variable Ingreso económico de los padres, tenemos que para los ingresos menores o iguales a \$1.500 tiene un peso de 0 puntos, para ingresos comprendidos entre \$1.500 y \$2.478 el peso es de 5 puntos y para los ingresos superiores a \$2.478 el peso es de 11. Para la variable Promedio Físico de ingreso, tenemos que para un aspirante con promedios menor o igual a 19,44 tiene un peso de 0 puntos y para ingresos mayores a 19,44 el peso es de 8 puntos.

Para seleccionar a los aspirantes de acuerdo a este procedimiento se sumarán cada uno de los pesos obtenidos, y los que alcancen el mayor puntaje serán los potenciales aspirantes a ingresar a la Institución Militar.

CAPÍTULO 5

COMPROBACIÓN DE INDICADORES CON CADETES GRADUADOS O CON CADETES QUE SIGUEN ESTUDIANDO EN LA ESMIL RESPECTO A SUS RENDIMIENTOS DE APROVECHAMIENTO

De acuerdo a los datos obtenidos en las promociones de estudio, se encuentran aspirantes que han desertado y otros que siguen estudiando, salvo el caso de la promoción que comprende como inicio el año lectivo 2004 – 2005 hasta el año lectivo 2007 – 2008, donde tenemos cadetes graduados. Se pueden realizar varios estudios en especial, comprobar si los indicadores que se encontraron en el modelo propuesto tienen cierta relación con el rendimiento de aprovechamiento de los cadetes activos.

Para lo cual se aplicaron los pesos a cada una de las variables de los aspirantes aceptados, se realizó la suma y se encontraron los valores máximos y mínimos, como se puede observar en la siguiente tabla:

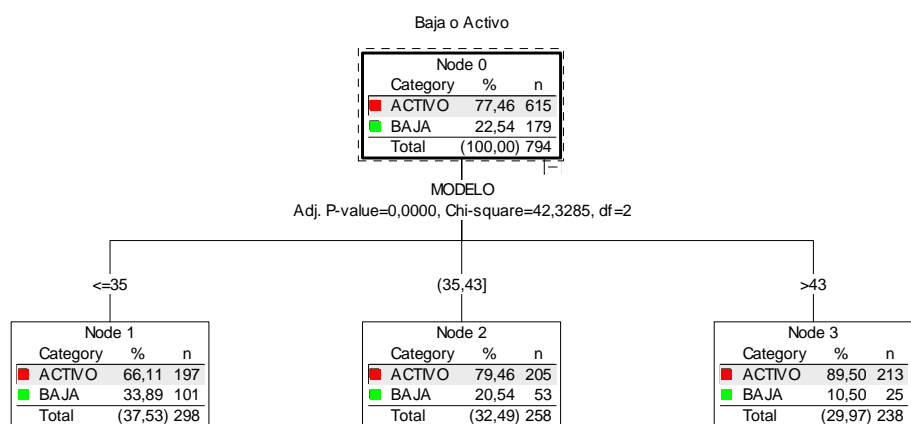
Tabla 5.1 Valores máximos y mínimos de las sumas de los pesos

PROMOCIONES	MINIMO	MAXIMO	RANGO
PROM4578	17	64	47
PROM5689	16	64	48
PROM6790	16	64	47
PROM7801	16	64	48
PROM8912	17	64	47
TOTAL	16	64	48

Se puede observar que el modelo indica como primer punto importante que hay un espacio de 48 puntos donde los encargados del proceso de admisión deben respetar. De acuerdo a este resultado, puede surgir la pregunta: ¿si este valor es mucho o poco? La respuesta, sería a futuro, pues se tendría que contar el número de bajas una vez aplicado el modelo, al menos en unos 5 años seguidos.

La correlación entre las sumas obtenidas por los pesos de las variables seleccionadas de los aspirantes aceptados con la variable de estudio (kdte activo o kdte baja) es muy alta. Es decir, estas dos variables tienen un alto grado de dependencia, lo que comprueba que el modelo no pierde de vista la dependencia de las variables seleccionadas con la variable de partida. Este resultado lo podemos ver en el siguiente gráfico, donde indica el p-valor y la categorización de las sumas:

Gráfico 5.1 Dependencia de la variable Suma con la variable objetivo



Como se observa, el Ji-cuadrado es de 42,3285 y un p-valor de 0 menor a 0,5, resultados que indican que hay correlación entre estas dos variables¹⁶. La clasificación de la variable suma según la mayor representatividad es:

Tabla 5.2 Clasificación de la variable Suma

GRUPO	INTERVALO	REPRESENTATIVIDAD
1	Menor o igual a 35 puntos	37,53%
2	(35; 43] puntos	32,49%
3	Mayor a 43 puntos	29,97%

En el intervalo “menor o igual a 35 puntos”, el porcentaje de Bajas es el más alto en comparación con los otros grupos. De igual manera, en el intervalo “mayor a 43 puntos”, el porcentaje de Activos es el más alto en comparación con los otros

¹⁶ Siguiendo el mismo procedimiento en el capítulo 3, con el programa Answer Tree.

grupos. Tendencia que se mantiene en cada una de las promociones, como se observa en la siguiente tabla:

Tabla 5.3 Activos y Bajas vs. Variable Suma

PROMOCIONES	Menor o igual a 35 puntos						Intervalo (35, 43] puntos					
	Activos		Bajas		Total		Activos		Bajas		Total	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
PROM4578	32	58,18	23	41,82	55	33,13	42	64,62	23	35,38	65	39,16
PROM5689	33	57,89	24	42,11	57	43,51	32	78,05	9	21,95	41	31,3
PROM6790	57	62,64	34	37,36	91	52,6	25	71,43	10	28,57	35	20,23
PROM7801	38	65,52	20	34,48	58	34,73	46	80,70	11	19,3	57	34,13
PROM8912	37	100,00	0,00	0,00	37	23,57	60	100,00	0,00	0,00	60	38,22
TOTAL	197	66,11	101	33,89	298	37,53	205	79,46	53	20,54	258	32,49

PROMOCIONES	Mayor a 43 puntos							Total
	Activos		Bajas		Total			
	f	%	f	%	f	%		
PROM4578	36	78,26	10	21,74	46	27,71	166	
PROM5689	25	75,76	8	24,24	33	25,19	131	
PROM6790	45	95,74	2	4,255	47	27,17	173	
PROM7801	48	92,31	4	7,692	52	31,14	167	
PROM8912	59	98,33	1	1,667	60	38,22	157	
TOTAL	213	89,50	25	10,5	238	29,97	794	

Resultados que indicarían, en primer lugar que el procedimiento de selección manejado en la Institución Militar tiene serías falencias, debido básicamente a que no se puede explicar porque hay deserciones de cadetes con altas sumas de las ponderaciones de las variables propuestas por el modelo; un caso particular es en la última promoción, donde un aspirante con una suma de 47 puntos deserto a los 20 días de iniciado el año lectivo. Y como segundo lugar, aspirantes aceptados con bajas sumas tienden a la deserción y aspirantes aceptados con sumas altas tienden a culminar sus estudios en la Institución Militar.

Con esta clasificación de la variable suma, se pueden hacer varios tipos de estudio, especialmente cruzando información con las variables independientes del modelo. Por ejemplo, analizando la variable SUMA con la variable INGRPADRES (Ingreso económico de los padres del aspirante), se observa en la siguiente tabla:

Tabla 5.4 SUMA vs. INGRPADRES

Tabla de contingencia Ingresos económicos de los padres * Suma de los pesos en intervalos

Recuento

		Suma de los pesos en intervalos			Total
		<= 35	(35, 43]	> 43	
Ingresos económicos de los padres	<= \$1500	200	153	43	396
	(\$1500; \$2478]	82	64	93	239
	> \$2478	16	41	102	159
Total		298	258	238	794

Que los aspirantes aceptados que alcanzan puntajes menor o igual a 35 puntos, el 67% de los mismos tienen padres cuyos ingresos son menores o iguales a \$1.500 dólares. El 64% de los aspirantes cuyos padres tienen ingresos mayores a \$2.478 dólares están en el grupo que alcanzan puntajes mayores a 43 puntos.

Analizando la variable SUMA con la variable PROMFIS (Promedio Físico de ingreso de los aspirantes), se observa en la siguiente tabla:

Tabla 5.5 SUMA vs. PROMFIS

Tabla de contingencia Promedio físico de ingreso * Suma de los pesos en intervalos

Recuento

		Suma de los pesos en intervalos			Total
		<= 35	(35, 43]	> 43	
Promedio físico de ingreso	<= 19.44	272	131	74	477
	> 19.94	26	127	164	317
Total		298	258	238	794

Que los aspirantes aceptados que alcanzan puntajes menor o igual a 35 puntos, el 91% de los mismos tienen Promedios Físicos menor o igual a 19,44 sobre 20. El 52% de los aspirantes cuyos promedios físicos son mayores a 19.94 sobre 20, están en el grupo que alcanzan puntajes mayores a 43 puntos.

Las tablas de datos cruzados entre las variables Suma y las variables independientes están en el Anexo 5, las que servirán como soporte técnico para sacar conclusiones estadísticas en las interpretaciones de las mismas.

El rendimiento de aprovechamiento se resume en un término, llamado Antigüedad. Una vez establecidas las notas finales de materias militares, académicas, conducta y educación física, se procede a realizar el promedio correspondiente a cada cadete según los procedimientos de evaluación de la Institución. Se enlistan de manera descendente las notas obtenidas por los cadetes y se hace corresponder al valor máximo con la primera antigüedad y así sucesivamente. La importancia de obtener las primeras antigüedades se ve reflejada en los beneficios tanto económicos como de currículo militar. Así, por ejemplo, el 30% de las primeras antigüedades tienen becas en sus pensiones, o son escogidos para intercambios de estudios con otros Institutos Militares de América.

Relacionando el 30% de las primeras antigüedades en cada una de las promociones con la clasificación de las sumas de los pesos obtenidos una vez aplicado el modelo¹⁷, se evidencia nuevamente que el proceso de selección en la Institución Militar presenta muchas dudas, donde la subjetividad se convierte en una de las alternativas con mayor peso frente al resto de variables. Debido básicamente a la presencia de cadetes con primeras antigüedades y con bajas sumas alcanzadas en el proceso de selección, según el modelo propuesto.

Estos resultados los presentamos en las siguientes tablas, donde se toma como referencia al Primer Curso Militar en cada una de las promociones. El 30% de los cadetes activos en este curso y la clasificación respecto a la variable suma son:

Tabla 5.6 Cadetes activos en Primer Curso Militar

PROMOCIONES	ACTIVOS		BAJAS	TOTAL
	f	30%		
PROM4578	137	41	29	166
PROM5689	97	29	34	131
PROM6790	147	44	26	173
PROM7801	137	41	30	167
PROM8912	156	47	1	157
TOTAL	674	202	120	794

¹⁷ Las sumas de mayor puntaje son una referencia para pensar que los aspirantes que obtienen esos resultados, son cadetes que obtengan las primeras antigüedades.

Tabla 5.7 30% de las antigüedades en el Primer Curso Militar de las promociones respecto a la clasificación de las sumas de los pesos

PROMOCIONES	Menor o igual a 35 puntos		Intervalo (35, 43] puntos		Mayor a 43 puntos		Total
	f	%	f	%	f	%	
PROM4578	6	14.63	13	31.71	22	53.66	41
PROM5689	8	27.59	9	31.03	12	41.38	29
PROM6790	16	36.36	9	20.45	19	43.18	44
PROM7801	12	29.27	12	29.27	17	41.46	41
PROM8912	10	21.28	22	46.81	15	31.91	47

Se observa en esta última tabla, que en promedio el 26% de los cadetes que ingresaron a la institución con sumas menores o iguales a 35 puntos se ubican en las primeras antigüedades.

Las notas finales alcanzadas por los cadetes, tienen un rango máximo de 4 puntos, es decir, fluctúan de 16 a 20, razón por la cual las notas se manejan hasta con 4 decimales para establecer exactamente la antigüedad del cadete.

Para analizar o comprobar la incidencia de los indicadores en el rendimiento del aprovechamiento del cadete, se cruzará información de las categorías de la variable suma, con 4 intervalos o franjas de rendimiento.

Siendo el estudio más relevante, comprobar si en realidad los aspirantes aceptados que alcanzaron las sumas más altas en el proceso de admisión, coincidieron con las primeras antigüedades en el Primer Curso Militar. Así como comprobar que, aspirantes aceptados con sumas más bajas en el proceso de admisión han desertado al finalizar el Primer Curso Militar. Los resultados son:

Tabla 5.8 ANTIGÜEDAD GENERAL Y BAJAS DEL I C.M. – PROM4578

FRANJAS DE RENDIMIENTO	No.	INTERVALOS DE PESOS	Frecuencia	Porcentaje
1 =]19; 20]	22	Menor o igual a 35 puntos	1	5%
		]35; 43]	6	27%
		Mayor a 43 puntos	15	68%
2 =]18; 19]	71	Menor o igual a 35 puntos	16	23%
		]35; 43]	34	48%
		Mayor a 43 puntos	21	30%

FRANJAS DE RENDIMIENTO	No.	INTERVALOS DE PESOS	Frecuencia	Porcentaje
3 =]17; 18]	36	Menor o igual a 35 puntos	20	56%
		]35; 43]	13	36%
		Mayor a 43 puntos	3	8%
4 = [16; 17]	8	Menor o igual a 35 puntos	6	75%
		]35; 43]	1	13%
		Mayor a 43 puntos	1	13%
TOTAL	137		137	

FRANJAS DE RENDIMIENTO	No.	INTERVALOS DE PESOS	Frecuencia	Porcentaje
BAJAS	29	Menor o igual a 35 puntos	12	41%
		]35; 43]	11	38%
		Mayor a 43 puntos	6	21%

Tabla 5.9 ANTIGÜEDAD GENERAL Y BAJAS DEL I C.M. – PROM5689

FRANJAS DE RENDIMIENTO	No.	INTERVALOS DE PESOS	Frecuencia	Porcentaje
1 =]19; 20]	22	Menor o igual a 35 puntos	5	23%
		]35; 43]	8	36%
		Mayor a 43 puntos	9	41%
2 =]18; 19]	61	Menor o igual a 35 puntos	24	39%
		]35; 43]	21	34%
		Mayor a 43 puntos	16	26%
3 =]17; 18]	14	Menor o igual a 35 puntos	8	57%
		]35; 43]	4	29%
		Mayor a 43 puntos	2	14%
4 = [16; 17]	0	Menor o igual a 35 puntos	0	0%
		]35; 43]	0	0%
		Mayor a 43 puntos	0	0%
TOTAL	97		97	

FRANJAS DE RENDIMIENTO	No.	INTERVALOS DE PESOS	Frecuencia	Porcentaje
BAJAS	34	Menor o igual a 35 puntos	20	59%
		]35; 43]	8	24%
		Mayor a 43 puntos	6	18%

Tabla 5.10 ANTIGÜEDAD GENERAL Y BAJAS DEL I C.M. – PROM6790

FRANJAS DE RENDIMIENTO	No.	INTERVALOS DE PESOS	Frecuencia	Porcentaje
1 =]19; 20]	1	Menor o igual a 35 puntos	0	0%
		]35; 43]	1	100%
		Mayor a 43 puntos	0	0%
2 =]18; 19]	46	Menor o igual a 35 puntos	19	41%
		]35; 43]	8	17%
		Mayor a 43 puntos	19	41%

FRANJAS DE RENDIMIENTO	No.	INTERVALOS DE PESOS	Frecuencia	Porcentaje
3 =]17; 18]	85	Menor o igual a 35 puntos	42	49%
		]35; 43]	18	21%
		Mayor a 43 puntos	25	29%
4 = [16; 17]	15	Menor o igual a 35 puntos	12	80%
		]35; 43]	1	7%
		Mayor a 43 puntos	2	13%
TOTAL	147		147	

FRANJAS DE RENDIMIENTO	No.	INTERVALOS DE PESOS	Frecuencia	Porcentaje
BAJAS	26	Menor o igual a 35 puntos	18	69%
		]35; 43]	7	27%
		Mayor a 43 puntos	1	4%

Tabla 5.11 ANTIGÜEDAD GENERAL Y BAJAS DEL I C.M. – PROM7801

FRANJAS DE RENDIMIENTO	No.	INTERVALOS DE PESOS	Frecuencia	Porcentaje
1 =]19; 20]	10	Menor o igual a 35 puntos	2	20%
		]35; 43]	1	10%
		Mayor a 43 puntos	7	70%
2 =]18; 19]	77	Menor o igual a 35 puntos	23	30%
		]35; 43]	27	35%
		Mayor a 43 puntos	27	35%
3 =]17; 18]	45	Menor o igual a 35 puntos	11	24%
		]35; 43]	20	44%
		Mayor a 43 puntos	14	31%
4 = [16; 17]	5	Menor o igual a 35 puntos	4	80%
		]35; 43]	0	0%
		Mayor a 43 puntos	1	20%
TOTAL	137		137	

FRANJAS DE RENDIMIENTO	No.	INTERVALOS DE PESOS	Frecuencia	Porcentaje
BAJAS	30	Menor o igual a 35 puntos	18	60%
		]35; 43]	9	30%
		Mayor a 43 puntos	3	10%

Tabla 5.12 ANTIGÜEDAD GENERAL Y BAJAS DEL I C.M. – PROM8912

FRANJAS DE RENDIMIENTO	No.	INTERVALOS DE PESOS	Frecuencia	Porcentaje
1 =]19; 20]	26	Menor o igual a 35 puntos	6	23%
		]35; 43]	11	42%
		Mayor a 43 puntos	9	35%
2 =]18; 19]	112	Menor o igual a 35 puntos	24	21%
		]35; 43]	40	36%
		Mayor a 43 puntos	48	43%

FRANJAS DE RENDIMIENTO	No.	INTERVALOS DE PESOS	Frecuencia	Porcentaje
3 =]17; 18]	18	Menor o igual a 35 puntos	7	39%
		]35; 43]	9	50%
		Mayor a 43 puntos	2	11%
4 = [0; 17]	0	Menor o igual a 35 puntos	0	0%
		]35; 43]	0	0%
		Mayor a 43 puntos	0	0%
TOTAL	156		156	

FRANJAS DE RENDIMIENTO	No.	INTERVALOS DE PESOS	Frecuencia	Porcentaje
BAJAS	1	Menor o igual a 35 puntos	0	0%
		]35; 43]	0	0%
		Mayor a 43 puntos	1	100%

Los datos presentados en cada una de las tablas, de la 5.8 a la 5.12, presentan la frecuencia de la ubicación de las sumas obtenidas por los aspirantes aceptados contra las franjas de rendimiento, en donde se evidencia que los aspirantes que alcanzan sumas mayores a 43 puntos están en mayor porcentaje en la primera franja de rendimiento y los que alcanzan sumas menores o iguales a 35 puntos están en mayor porcentaje en la última franja de rendimiento. Así mismo, en la franja de Bajas, el mayor porcentaje corresponde a los aspirantes que alcanzan sumas menores o iguales a 35 puntos.

Este comportamiento se va evidenciado en cada uno de los cursos militares de cada una de las promociones, donde tomando como referencia la ubicación de la única promoción de graduados y las bajas producidas en esta promoción, se observa de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 5.13 ANTIGÜEDAD GENERAL DE GRADUADOS Y BAJAS EN LA PROMOCIÓN

FRANJAS DE RENDIMIENTO	No.	INTERVALOS DE PESOS	Frecuencia	Porcentaje
1 =]19; 20]	9	Menor o igual a 35 puntos	1	11%
		]35; 43]	2	22%
		Mayor a 43 puntos	6	67%
2 =]18; 19]	81	Menor o igual a 35 puntos	20	25%
		]35; 43]	27	33%
		Mayor a 43 puntos	34	42%
3 =]17; 18]	20	Menor o igual a 35 puntos	11	55%
		]35; 43]	6	30%
		Mayor a 43 puntos	3	15%
4 = [16; 17]	0	Menor o igual a 35 puntos	0	0%
		]35; 43]	0	0%
		Mayor a 43 puntos	0	0%
TOTAL	110		110	

FRANJAS DE RENDIMIENTO	No.	INTERVALOS DE PESOS	Frecuencia	Porcentaje
BAJAS	56	Menor o igual a 35 puntos	23	41%
		]35; 43]	23	41%
		Mayor a 43 puntos	10	18%

De los aspirantes aceptados con sumas mayores a 43 puntos, continúan en mayor porcentaje en las dos primeras franjas de rendimiento, los aspirantes que alcanzan sumas menores o iguales a 35 puntos están en mayor porcentaje en la última franja de rendimiento. En la franja de Bajas, se observa que el 18% de aspirantes que alcanzan sumas mayores a 43 puntos han desertado.

De acuerdo a este análisis, se ha comprobado que los aspirantes aceptados que alcanzaron sumas menores o iguales a 35 puntos, a lo largo de los cursos militares, en especial al Primer Curso Militar, o han desertado o alcanzan antigüedades bajas, con respecto a sus compañeros cadetes. Así como, los aspirantes que alcanzaron sumas mayores a 43 puntos se ubican en las primeras antigüedades, siendo favorecidos con los beneficios que la institución dentro de sus políticas otorgan a los cadetes con calificaciones altas, como son becas, viajes al exterior, etc. Cabe mencionar, que hay aspirantes aceptados cuyas sumas han sido bajas han alcanzado primeras antigüedades; esta circunstancia da motivo para sospechar una vez más que el procedimiento de selección tiene una gran dosis de subjetividad por parte de los encargados de este procedimiento.

CAPÍTULO 6

COMPARACIÓN DE ESTOS INDICADORES CON LOS OBTENIDOS CON EL MODELO FACTORIAL DISCRIMINANTE

Los indicadores obtenidos por el método PRINCALS, jerarquizan las posibilidades de ingreso de los aspirantes a la Institución Militar. Un aspirante con un indicador alto tendrá una probabilidad de ingreso mayor que un aspirante que tenga un indicador con valor bajo.

Estos indicadores, son el resultado final de un análisis de las variables de estudio, donde se tomó como partida la variable dependiente que hace referencia justamente a sí el kdte continúa en la institución (activo) o si ha desertado (baja). Las variables independientes están correlacionadas con la variable objetivo y muestran características propias de los aspirantes, en los aspectos académicos, físicos, psicológicos, socio-económicos.

Como se puede observar, el indicador no solo muestra un valor cuantitativo, sino que representa básicamente una gran cantidad de información característica propia del aspirante, que le da un perfil único al aspirante, donde refleja la idoneidad o no para ingresar a la Institución Militar.

Con esta información y aplicando otras técnicas estadísticas, se consiguen indicadores también propios de cada aspirante. Al establecer o fijar una característica particular de los aspirantes aceptados, se podrían comparar los indicadores para establecer porcentajes de similitud o de diferencia, de tal suerte que sería un análisis de retroalimentación de variables correlacionadas, y de esta forma mejorar el modelo propuesto en el capítulo 4.

Por ejemplo, al aplicar un Análisis Factorial Discriminante (AFD) a las variables correlacionadas utilizadas en el modelo PRINCALS, encontramos:

1. Se consideran solo variables independientes continuas y que no sean combinación lineal de otras variables independientes. Por lo tanto las variables consideradas para el AFD, son las siguientes:

**Tabla 6.1 Variables discriminantes correlacionadas con la variable dependiente Kdte.
(Estas variables son las mismas utilizadas en el modelo PRINCALS)**

Ord.	VARIABLE	DESCRIPCIÓN
1	PESO	Peso en libras de los aspirantes
2	EDAD	Edad en años de los aspirantes
3	INGRPADRES	Ingreso económico de los padres de los aspirantes
4	EGRPADRES	Egreso económico de los padres de los aspirantes
5	INGLÉS	Nota de ingreso en la materia de Inglés
6	PROMACAD	Promedio académico de ingreso
7	TROTE	Nota de ingreso en Trote
8	PROMFIS	Promedio físico de ingreso
9	PROMAF	Promedio académico - físico de ingreso
10	ENTREVISTA	Nota de entrevista a los aspirantes

2. Con estas variables, se aplica un AFD en el programa SPSS versión 12; los resultados son los siguientes:

Tabla 6.2 ANOVA con estadísticos F y Lambda de Wilks univariante.

Pruebas de igualdad de las medias de los grupos

	Lambda de Wilks	F	gl1	gl2	Sig.
Peso	,974	20,866	1	792	,000
Edad	,951	40,537	1	792	,000
Ingresos económicos de los padres	,982	14,597	1	792	,000
Egresos económicos de los padres	,986	10,927	1	792	,001
Notas de Ingles de ingreso	,988	9,566	1	792	,002
Promedio académico de ingreso	1,000	,188	1	792	,665
Notas de Trote de ingreso	,959	33,691	1	792	,000
Promedio físico de ingreso	,981	15,206	1	792	,000
Promedio académico-físico de ingreso	,993	5,437	1	792	,020
Notas de la entrevista	1,000	,004	1	792	,948

Tabla 6.3 Prueba Box sobre la igualdad de las matrices de covarianza.**Resultados de la prueba**

M de Box		94,862
F	Aprox.	9,405
	gl1	10
	gl2	493958.8
	Sig.	,000

Contrasta la hipótesis nula de que las matrices de covarianza poblacionales son iguales.

Tabla 6.4 Autovalores.**Autovalores**

Función	Autovalor	% de varianza	% acumulado	Correlación canónica
1	,135 ^a	100,0	100,0	,344

a. Se han empleado las 1 primeras funciones discriminantes canónicas en el análisis.

Tabla 6.5 Lambda de Wilks.**Lambda de Wilks**

Contraste de las funciones	Lambda de Wilks	Chi-cuadrado	gl	Sig.
1	,881	99,708	4	,000

- Como se puede observar, en la Tabla 6.5, no se aprecia discriminación entre los centroides de los grupos de cadetes activos y de los cadetes con baja. Puesto que el estadístico Lambda de Wilks es cercano a 1, indicando que el poder discriminatorio de la función es muy débil.
- La correlación canónica del análisis es aproximadamente 34%, como se ve en la Tabla 6.4. Este valor es muy bajo para aseverar que la función discriminante separó eficientemente los elementos observados en los dos grupos de estudio.

5. La prueba de hipótesis acerca de la igualdad de las matrices de covarianza, también no se cumple, como se observa en la Tabla 6.4, donde el estadístico M de Box es muy alto.
6. Con base en las observaciones anteriores, aplicar un AFD a las variables obtenidas en el método propuesto PRINCALS, no es el correcto, puesto que las conclusiones a que se llegaría estarían llenas de imprecisiones, conduciendo a la obtención de indicadores falsos.
7. Por tal motivo, se aplicará un modelo de Regresión Logística a las variables correlacionadas del modelo propuesto, con el fin de hacer un estudio más profundo a las características de los indicadores obtenidos.

6.1 Modelo de Regresión Logística

Para aplicar el Modelo de Regresión Logística, se deben tener presente las siguientes consideraciones:

- Las variables nominales deben estar codificadas como indicadoras¹⁸.
- Para evitar errores, como: seleccionar muchas variables o ajustar el modelo sin incluir variables relevantes al modelo o una mala asociación de variables, el número mínimo de observaciones por variable debe estar en un intervalo de 10 a 20¹⁹.
- La relación entre las variables independientes y la dependiente, es una relación de monotonía²⁰ (Anexo 5).

Las variables seleccionadas, cumpliendo con estas consideraciones son las siguientes:

¹⁸ En el programa SPSS, se codifica como indicadoras a las variables nominales con la opción "categórica"

¹⁹ Calvache D, Vallejo R. Metodología para la obtención de un modelo de discriminación para la aprobación de solicitantes de crédito de consumo, pag: 59 – 60.

²⁰ En el Anexo 5, están los gráficos de las relaciones monótonas de las variables numéricas.

Tabla 6.6 Variables seleccionadas para la regresión Logística.

VARIABLE	TIPO	CATEGORÍAS	10 OBSERVACIONES POR CATEGORIA -VARIABLES
PESO	NÚMÉRICA	-	10
EDAD	NÚMÉRICA	-	10
ECPADRES	NOMINAL	2	20
PROFPADRE	NOMINAL	2	20
PROFAPOD	NOMINAL	3	30
MILAPOD	NOMINAL	2	20
INGRPADRES	NÚMÉRICA	-	10
EGRPADRES	NÚMÉRICA	-	10
SEXO	NOMINAL	2	20
COMILCIVIL	NOMINAL	2	20
PSICOLÓGICOS	NOMINAL	2	20
INGLÉS	NÚMÉRICA	-	10
TROTE	NÚMÉRICA	-	10
PROMFIS	NÚMÉRICA	-	10
PROMAF	NÚMÉRICA	-	10
ENTREVISTA	NÚMÉRICA	-	10
MIX1	NOMINAL	2	20
MIX2	NOMINAL	2	20
MIX4	NOMINAL	2	20
MIX9	NOMINAL	2	20
MIX13	NOMINAL	2	20
OBSERVACIONES REQUERIDAS			340

Como se observa en la Tabla 6.6, de las 32 variables originales en el modelo PRINCALS, para este modelo se tienen 21 variables. Las variables no consideradas, son las que tienen el valor p más grande con respecto a las otras variables o su aporte al modelo es débil²¹. De esta forma tenemos en total 340 observaciones.

A sí mismo, para aplicar este modelo, el tamaño de la muestra es de 358 aspirantes, donde el 50% corresponde a todos los aspirantes que han desertado y el otro 50% a aspirantes activos seleccionados aleatoriamente. Se escoge esta muestra, básicamente para evitar sesgos en los resultados finales, pues si se analiza toda la población, el número de cadetes activos es mucho mayor que los cadetes con baja, aproximadamente la relación es de 3 cadetes activos con un cadete con baja, lo que conduciría a minimizar la información de los cadetes con baja. El tamaño de esta muestra es mayor que las observaciones requeridas²².

Con esta información, se aplica el modelo en el SPSS versión 12 mediante el método de Regresión “Wald hacia atrás”, los resultados son los siguientes:

²¹ Por ejemplo, la variable MIX 11 tiene una representatividad bastante baja, 13.48%. Entre las variables MIX 12 y MIX 13, que se refieren al cruce entre Entrevista y Sexo, escojo a la variable MIX13, por su mayor representatividad, 35.64%.

²² Condición para aplicar el modelo de Regresión Logística.

Tabla 6.7 Variables en la ecuación.

	B	E.T.	Wald	gl	Sig.	Exp(B)
Paso 13(a) PESO	-,044	,010	20,662	1	,000	,957
EDAD	-,449	,097	21,492	1	,000	,638
INGPADRES	,000	,000	5,213	1	,022	1,000
EGRPADRES	-,001	,000	5,685	1	,017	,999
SEXO(1)	,927	,390	5,661	1	,017	2,527
INGLÉS	-,094	,037	6,622	1	,010	,910
MIX2(1)	-1,438	,415	12,008	1	,001	,237
MIX4(1)	-,613	,288	4,528	1	,033	,542
MIX9(1)	-,540	,326	2,742	1	,098	,583
Constante	17,085	2,461	48,200	1	,000	26289919,654

a Variable(s) introducida(s) en el paso 1: PESO, EDAD, ECPADRES, PROFPADRE, PROFAPOD, MILAPOD, INGPADRES, EGRPADRES, SEXO, COMILCIVIL, PSICOLOGICOS, INGLÉS, TROTE, PROMFIS, PROMAF, ENTREVISTAS, MIX1, MIX2, MIX4, MIX9, MIX13.

La variable MIX9 tiene un p mayor a $\alpha = 0.05$, por lo que no entra en el modelo. Sin esta variable, se corre nuevamente en el SPSS 12, con Regresión “Wald hacia atrás”, los resultados son los siguientes:

Tabla 6.8 Variables en la ecuación ($p < \alpha = 0.05$).

	B	E.T.	Wald	gl	Sig.	Exp(B)
Paso 13(a) PESO	-,045	,010	21,479	1	,000	,956
EDAD	-,452	,096	22,122	1	,000	,636
INGPADRES	,000	,000	5,055	1	,025	1,000
EGRPADRES	-,001	,000	5,567	1	,018	,999
SEXO(1)	1,208	,353	11,740	1	,001	3,347
INGLÉS	-,070	,033	4,368	1	,037	,933
MIX2(1)	-1,438	,413	12,127	1	,000	,237
MIX4(1)	-,815	,262	9,703	1	,002	,443
Constante	16,568	2,424	46,732	1	,000	15687004,027

a Variable(s) introducida(s) en el paso 1: PESO, EDAD, ECPADRES, PROFPADRE, PROFAPOD, MILAPOD, INGPADRES, EGRPADRES, SEXO, COMILCIVIL, PSICOLOGICOS, INGLÉS, TROTE, PROMFIS, PROMAF, ENTREVISTAS, MIX1, MIX2, MIX4, MIX13.

Las variables en esta nueva corrida, tienen un p todos menores a $\alpha = 0.05$, por lo que son las variables que entran en la ecuación de regresión²³.

La probabilidad es: $p = \frac{e^z}{1 + e^z} = \frac{1}{1 + e^{-z}}$; donde

$$z = 16.568 - 0.045 * \text{Peso} - 0.452 * \text{Edad} + 0.000394 * \text{Ingpadres} - 0.000777 * \text{Egrpadres} + 1.208 * \text{Masculino} - 0.07 * \text{Inglés} - 1.438 * (\text{A,B3,C y } \leq \$790) - 0.815 * (\text{A,B3,C y } \leq 19.099).$$

²³ Cuando las variables tienen un $p < \alpha = 0.05$, se esta rechazando la hipótesis nula de que el coeficiente correspondiente en el modelo logístico lineal es cero, o que las variables no están relacionadas linealmente con el logit de la probabilidad de éxito.

Para interpretar los coeficientes del modelo de Regresión Logística, se utiliza la fórmula $\frac{p}{1-p} = e^z$, llamada razón entre probabilidades (*odds*); así tenemos:

$\exp(\beta_1) = \exp(-0.045) = 0.956$, estima la magnitud de razón de *odds* en el decremento en una unidad en el peso de los cadetes, manteniendo constantes el resto de covariables. La probabilidad de que un cadete permanezca en la institución militar (activo) disminuye a medida que aumenta el peso del aspirante aceptado.

$\exp(\beta_2) = \exp(-0.452) = 0.636$, estima la magnitud de razón de *odds* en el decremento en una unidad en la edad de los aspirantes, manteniendo constantes el resto de covariables. La probabilidad de que un cadete permanezca en la institución militar (activo) disminuye a medida que la edad del aspirante al momento de ingresar sea alta, es decir sea la edad máxima permitida.

$\exp(\beta_3) = \exp(0.000394) = 1.00$, estima la magnitud de razón de *odds* en el incremento en una unidad en el ingreso económico de los padres de los aspirantes, manteniendo constantes el resto de covariables. La probabilidad de que un cadete permanezca en la institución militar (activo) aumenta a medida que los gastos requeridos en la institución militar sean cancelados en su totalidad y a tiempo por parte de sus padres.

$\exp(\beta_4) = \exp(-0.000777) = 0.999$, estima la magnitud de razón de *odds* en el decremento en una unidad en el egreso económico de los padres de los aspirantes, manteniendo constantes el resto de covariables. La probabilidad de que un cadete permanezca en la institución militar (activo) disminuye a medida que los gastos requeridos en la institución militar no sean cancelados en su totalidad y a tiempo por parte de sus padres.

$\exp(\beta_5) = \exp(1.208) = 3.347$, estima la magnitud de las *odds* de ser un cadete activo cuando el aspirante es hombre, es 3.347 veces mayor que la *odds* de ser aspirante mujer, manteniendo constante el resto de covariables.

$\exp(\beta_6) = \exp(-0.70) = 0.933$, estima la magnitud de razón de *odds* en el decremento en una unidad en la materia de Inglés de los aspirantes, manteniendo constantes el resto de covariables. La probabilidad de que un cadete no permanezca en la institución militar (baja) aumenta a medida que disminuye el promedio en la nota de Inglés del aspirante aceptado.

$\exp(\beta_7) = \exp(-1.438) = 0.237$, estima la magnitud de la razón de *odds* de ser un cadete con baja cuando el aspirante en las pruebas psicológicas de ingreso obtuvo resultados A, B3, C y sus padres tienen egresos económicos menores o iguales a \$790 es 0.237 veces mayor que la *odds* de que el aspirante en las pruebas psicológicas de ingreso obtuvo resultados B1, B2 y sus padres tienen egresos económicos mayores a \$790, manteniendo constante el resto de covariables.

$\exp(\hat{\beta}_8) = \exp(-0.815) = 0.443$, estima la magnitud de la razón de *odds* de ser un cadete con baja cuando el aspirante en las pruebas psicológicas de ingreso obtuvo resultados A, B3, C y el promedio alcanzado en las pruebas físicas de ingreso son menores o iguales a 19.099 es 0.443 veces mayor que la *odds* de que el aspirante en las pruebas psicológicas de ingreso obtuvo resultados B1, B2 y el promedio alcanzado en las pruebas físicas de ingreso son mayores a 19.099, manteniendo constante el resto de covariables.

$\exp(\beta_0) = \exp(16.568) = 15687004.027$, estima la magnitud de las *odds* de que un aspirante con el perfil indicada en la ecuación sea un cadete activo es 15687004.027 veces mayor que la frecuencia de ser un cadete con baja, en condiciones iguales.

Otros resultados que brinda el programa SPSS 12, son los siguientes:

Tabla 6.9 Resumen del procesamiento de datos

Casos no ponderados		N	Porcentaje
Casos seleccionados	Incluidos en el análisis	358	100
	Casos perdidos	0	0
	Total	358	100
Casos no seleccionados		0	0
Total		358	100

Tabla 6.10 Codificación de la variable dependiente

Valor original	Valor interno
BAJA	0
ACTIVO	1

Tabla 6.11 Codificación de variables categóricas

	Frecuencia	Codificación de		
		(1)	(2)	
Profesión del apoderado	PROFTEC; OTROS	184	1,000	,000
	CHOFCOMERCIANTE; MFTOFSP	115	,000	1,000
	MFTVOLA	59	,000	,000
Entrevista y Sexo	OTRO	216	1,000	
	(17.95; 18.907] y MASCULINO	142	,000	
Profesión del padre	MFTVOLA; CHOFCOMERCIANTE; MFTVOLSP	217	1,000	
	PROFTEC; MFTOFICIAL; OTROS	141	,000	
¿Aporado militar?	NO; FTOFICIAL; FAEPOMAR	268	1,000	
	VOLFT	90	,000	
Sexo	MASCULINO	291	1,000	
	FEMENINO	67	,000	
Comil o Civil	CIVIL	226	1,000	
	COMIL	132	,000	
Resultados psicológicos	B1;B2	297	1,000	
	B3;C;A	61	,000	
Psicológicas y Prom. físico de ingreso	OTRO	232	1,000	
	B1,B2 y > 19.10	126	,000	
Psicológicas y Egreso económico	OTRO	285	1,000	
	B1,B2 y > \$790	73	,000	
Psicológicas e Ingreso económico	OTRO	274	1,000	
	B1,B2 y (\$1500; \$2478]	84	,000	
Estado Civil de los padres	CASADOS	330	1,000	
	OTROS	28	,000	

Tabla 6.12 Prueba ómnibus sobre los coeficientes del modelo

		Ji-cuadrado	gl	Sig.
Paso 1	Paso	111.054	21	0.000
	Bloque	111.054	21	0.000
	Modelo	111.054	21	0.000
Paso 10	Paso	-1.700	1	0.192
	Bloque	105.498	12	0.000
	Modelo	105.498	12	0.000
Paso 11	Paso	-1.347	1	0.246
	Bloque	104.151	11	0.000
	Modelo	104.151	11	0.000
Paso 12	Paso	-2.071	1	0.150
	Bloque	102.080	10	0.000
	Modelo	102.080	10	0.000
Paso 13	Paso	-4.273	2	0.118
	Bloque	97.807	8	0.000
	Modelo	97.807	8	0.000

La Tabla 6.12, muestra que el conjunto de variables en el paso 13 aportan en conjunto a la variable respuesta "KDTE". Ya que el p valor es menor a un nivel de significancia de 0.05, por lo que se rechaza la hipótesis de que todos los coeficientes son igual a cero.

Tabla 6.13 Prueba de Hosmer y Lemeshow

Paso	Chi-cuadrado	gl	Sig.
1	10,201	8	,251
2	9,696	8	,287
3	10,481	8	,233
4	9,303	8	,317
5	10,538	8	,229
6	6,460	8	,596
7	4,022	8	,855
8	3,212	8	,920
9	3,490	8	,900
10	2,759	8	,949
11	4,119	8	,846
12	8,754	8	,363
13	6,594	8	,581

Esta prueba, Tabla 6.13, es una prueba de bondad de ajuste, mide la correspondencia de los valores reales y predichos bajo la hipótesis:

H_0 : El modelo está bien ajustado

H_1 : Falta ajuste en el modelo

Esta prueba de Hosmer y Lemeshow indica que este modelo final está bien ajustado, pues 0.581 es mayor a 0.05. Por lo que se acepta la hipótesis nula. Es decir, no hay diferencia estadística entre la distribución de los valores observados y pronosticados, como se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 6.14 Tabla de contingencia para la prueba de Hosmer y Lemeshow

		Baja o Activo = BAJA		Baja o Activo = ACTIVO		Total
		Observado	Esperado	Observado	Esperado	
Paso 13	1	31	32.054474	5	3.94552585	36
	2	30	28.017343	6	7.9826574	36
	3	27	25.31759	9	10.6824103	36
	4	19	22.604253	17	13.3957473	36
	5	22	19.666773	14	16.3332268	36
	6	19	16.939938	17	19.0600622	36
	7	10	13.724316	26	22.2756844	36
	8	9	10.626049	27	25.3739513	36
	9	8	7.2450518	28	28.7549482	36
	10	4	2.8042138	30	31.1957862	34

Observado			Pronosticado		Porcentaje correcto
			Baja o Activo		
Paso 13	Baja o Activo	BAJA	ACTIVO		
		ACTIVO	132	47	73.74
	Porcentaje global			52	127	70.95
					72.35

La Tabla 6.14, compara las probabilidades pronosticadas con las probabilidades observadas, a mayores valores indican un mejor ajuste. Como se observa, las razones de aciertos globales muestran un 72.35% con valor de corte 0.5. En los grupos individuales el porcentaje correcto es de 73.74.4% de cadetes con baja y el 70.95% de cadetes activos.

Gráfico 6.1 Curva ROC (Receiver Operating Characteristics)

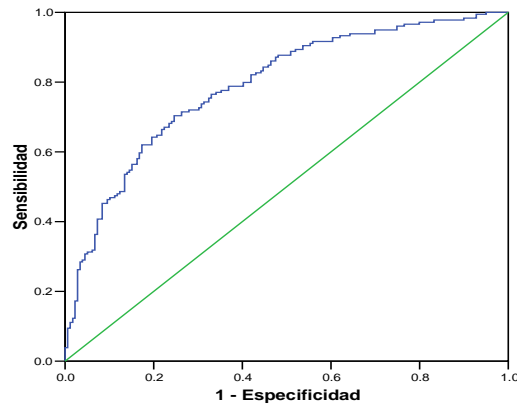


Tabla 6.15 Área bajo la curva ROC

Área
0.790081458

La Tabla 6.15, indica que el área bajo la curva es del 79%, valor que muestra una capacidad o eficiencia buena, puesto que valores menores al 50% indican un modelo sin capacidad predictiva.

6.2 COMPARACIÓN DE INDICADORES

Los porcentajes pronosticados en el modelo de Regresión Lineal se los considera como indicadores, donde el aspirante con mayor porcentaje presenta un mayor perfil para ingresar a la Institución Militar.

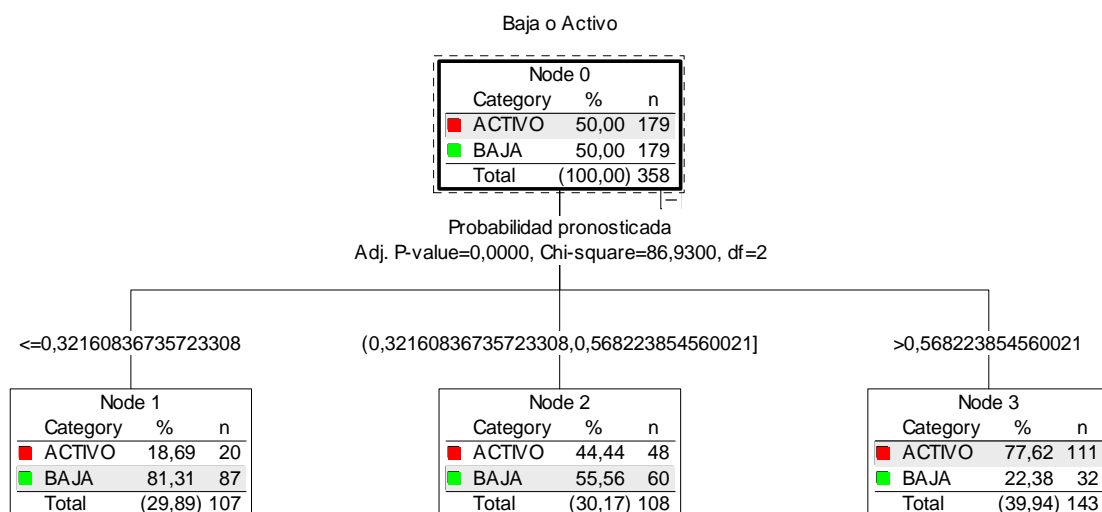
Para comparar estos indicadores con los obtenidos en el modelo PRINCALS, se toma la misma muestra con la que se realizó el análisis de Regresión Logística, es decir, 358 aspirantes.

Al clasificar en forma descendente los indicadores de los dos modelos, se tiene la lista de aspirantes potencialmente idóneos para ingresar. Evidentemente los aspirantes idóneos obtenidos mediante un modelo no van a coincidir con los

aspirantes idóneos obtenidos por otro modelo, básicamente por el manejo de variables diferentes.

La correlación entre las probabilidades pronosticadas por el modelo de Regresión Logística con la variable de estudio (kdte activo o kdte baja) es muy alta. Este resultado se observa en el siguiente gráfico, donde indica el p-valor y la categorización de estas probabilidades:

Gráfico 6.2 Dependencia de la variable Probabilidad Pronosticada con la variable objetivo



Como se observa, el Ji-cuadrado es 86.93 y un p-valor de 0 menor a 0.5, resultados que indican que hay correlación entre estas dos variables²⁴. La clasificación de la variable probabilidad pronosticada según la mayor representatividad es:

Tabla 6.16 Clasificación de la variable Probabilidad Pronosticada

GRUPO	INTERVALO	REPRESENTATIVIDAD
1	Mayor a 0.57 puntos	39.94%
2	(0.32; 0.57] puntos	30.17%
3	Menor o igual a 0.32 puntos	29.89%

²⁴ Siguiendo el mismo procedimiento en el capítulo 3, con el programa Answer Tree.

Estos cortes tienen aproximadamente el mismo porcentaje de representatividad, sin embargo, se comprueba una característica importante de que los aspirantes con bajos porcentajes o con indicadores bajos, en este caso menor o igual a 0.32 puntos, el porcentaje de Bajas es mucho mayor aproximadamente el 81%.

De igual manera los aspirantes con altos porcentajes o con indicadores altos, en este caso mayor a 0.57 puntos, el porcentaje de Activos es mucho mayor aproximadamente el 78%. Tendencia que se mantiene en cada una de las promociones, como se observa en la siguiente tabla:

Tabla 6.17 Activos y Bajas vs. La Probabilidad Pronosticada

PROMOCIONES	Menor o igual a 0,32 puntos						Intervalo (0,32; 0,57] puntos					
	Activos		Bajas		Total		Activos		Bajas		Total	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
PROM4578	8	20,00	32	80,00	40	45,98	11	39,29	17	60,71	28	32,18
PROM5689	7	24,14	22	75,86	29	42,65	5	29,41	12	70,59	17	25,00
PROM6790	3	11,11	24	88,89	27	32,53	8	36,36	14	63,64	22	26,51
PROM7801	1	11,11	8	88,89	9	12,16	10	37,04	17	62,96	27	36,49
PROM8912	1	50,00	1	50,00	2	4,348	14	100,00	0	0,00	14	30,43
TOTAL	20	18,69	87	81,31	107	29,89	48	44,44	60	55,56	108	30,17

PROMOCIONES	Mayor a 0,57 puntos						Total
	Activos		Bajas		Total		
	f	%	f	%	f	%	
PROM4578	12	63,16	7	36,84	19	21,84	87
PROM5689	15	68,18	7	31,82	22	32,35	68
PROM6790	26	76,47	8	23,53	34	40,96	83
PROM7801	28	73,68	10	26,32	38	51,35	74
PROM8912	30	100,00	0	0,00	30	65,22	46
TOTAL	111	77,62	32	22,38	143	39,94	358

Hay que resaltar que este resultado es más claro y evidente con el modelo de Regresión Logística que con el modelo PRINCALS.

Para comparar los indicadores con el rendimiento académico – militar y bajas del cadete, se tomara como referencia las notas de antigüedad final obtenidas en el Primer Curso Militar de todas las promociones. Y las antigüedades de graduación. Las tablas son las siguientes:

Tabla 6.18 ANTIGÜEDAD GENERAL Y BAJAS DEL I C.M. – PROMOCIONES

FRANJAS DE RENDIMIENTO	No.	SUMA - PRINCALS	Frecuencia	PROBABILIDAD - RL	Frecuencia
1 =]19; 20]	24	<= 35 puntos	5	<= 0,32 puntos	3
		(35; 43]	7	(0,32; 0,57]	6
		> 43 puntos	12	> 0,57 puntos	15
2 =]18; 19]	119	<= 35 puntos	38	<= 0,32 puntos	21
		(35; 43]	45	(0,32; 0,57]	32
		> 43 puntos	36	> 0,57 puntos	66
3 =]17; 18]	79	<= 35 puntos	40	<= 0,32 puntos	14
		(35; 43]	24	(0,32; 0,57]	27
		> 43 puntos	15	> 0,57 puntos	38
4 = [16; 17]	16	<= 35 puntos	13	<= 0,32 puntos	9
		(35; 43]	2	(0,32; 0,57]	4
		> 43 puntos	1	> 0,57 puntos	3
TOTAL	238		238		238

FRANJAS DE RENDIMIENTO	No.	SUMA - PRINCALS	Frecuencia	PROBABILIDAD - RL	Frecuencia
BAJAS	120	<= 35 puntos	68	<= 0,32 puntos	59
		(35; 43]	35	(0,32; 0,57]	41
		> 43 puntos	17	> 0,57 puntos	20

Tabla 6.19 ANTIGÜEDAD GENERAL DE GRADUADOS Y BAJAS EN LA PROMOCIÓN

FRANJAS DE RENDIMIENTO	No.	SUMA - PRINCALS	Frecuencia	PROBABILIDAD - RL	Frecuencia
1 =]19; 20]	4	<= 35 puntos	1	<= 0,32 puntos	1
		(35; 43]	0	(0,32; 0,57]	2
		> 43 puntos	3	> 0,57 puntos	1
2 =]18; 19]	24	<= 35 puntos	7	<= 0,32 puntos	7
		(35; 43]	7	(0,32; 0,57]	6
		> 43 puntos	10	> 0,57 puntos	11
3 =]17; 18]	3	<= 35 puntos	3	<= 0,32 puntos	0
		(35; 43]	0	(0,32; 0,57]	0
		> 43 puntos	0	> 0,57 puntos	3
4 = [16; 17]	0	<= 35 puntos	0	<= 0,32 puntos	0
		(35; 43]	0	(0,32; 0,57]	0
		> 43 puntos	0	> 0,57 puntos	0
TOTAL	31		31		31

FRANJAS DE RENDIMIENTO	No.	SUMA - PRINCALS	Frecuencia	PROBABILIDAD - RL	Frecuencia
BAJAS	56	<= 35 puntos	23	<= 0,32 puntos	31
		(35; 43]	23	(0,32; 0,57]	19
		> 43 puntos	10	> 0,57 puntos	6

Según la Tabla 6.18, se observa que para las franjas de rendimiento]19;20] y [16;17], los dos modelos muestran igual tendencia, es decir, aspirantes que ingresaron con valores altos en el proceso de selección se ubican en los

primeros lugares de rendimiento, así como los que ingresaron con valores bajos se ubican en la última franja de rendimiento.

En la franja de Bajas, el modelo PRINCALS, diferencia un poco más con respecto al otro modelo, en el sentido de que aspirantes aceptados con valores bajos han desertado. Sin embargo, en ambos métodos se presentan aspirantes que han ingresado con sumas o con una probabilidad alta que han desertado, indicando que para ambos modelos el proceso de selección implantado en la institución tiene serias y fuertes falencias. Tendencia que se presenta en todos los años lectivos, como se puede observar en la Tabla 6.19, donde se presenta la ubicación de los cadetes graduados.

CAPÍTULO 7

VALIDACIÓN DEL MODELO APLICANDO LÓGICA DIFUSA

El modelo de indicadores para establecer el perfil óptimo del aspirante para ingresar a la Institución Militar, obtenido mediante el método PRINCALS, utiliza variables que han sido seleccionadas bajo la premisa de correlación con la variable de partida, la cual por la naturaleza de estudio se seleccionó a la variable “kdte”, la misma que indica “cadete activo o cadete con baja”, de tal suerte, que se obtuvo una lista de aspirantes con pesos cuantitativos, que indican a mayor peso mayor posibilidad de ingresar a la institución.

A continuación, se encontraron porcentajes comparativos de estos pesos con la variable kdte, donde se encontró una característica muy importante para nuestro proyecto, la cual indica que en gran porcentaje los aspirantes que alcanzaron bajos pesos desertaron de la institución o alcanzaron bajas antigüedades. Así mismo otra característica importante que se encontró, al comparar estos pesos con el rendimiento académico – militar, evidenció que los aspirantes con mayor peso alcanzan franjas de rendimiento muy altas. Estas características, personalmente pienso que son claves para asegurar que el modelo está bastante bien direccionado al objetivo principal de nuestro estudio. Sin embargo, es necesario validar éste modelo, básicamente en estas dos características.

Una manera de validar éste modelo, es mediante la aplicación de la Lógica Difusa, herramienta matemática que permite determinar al bachiller en un conjunto de “Idóneos para ingresar a la Institución Militar” con un cierto grado de pertenencia. Así, tendríamos por ejemplo que un bachiller es Idóneo para ingresar a la institución en un grado 0,8.

De esta manera se conseguiría enlistar a todos los aspirantes con su respectivo grado de pertenencia al conjunto de los “Idóneos para ingresar a la Institución Militar” en forma ascendente. De tal suerte que podemos escoger el número de

bachilleres que la Fuerza lo requiera de manera técnica, estadística y con un bajo criterio de subjetividad.

El procedimiento que se utilizó, para la aplicación de la Lógica Difusa a nuestros datos, donde como distancia ideal se consideró a la distancia de Hamming, puesto que nos permite hacer comparaciones de características o establecer jerarquías, es la siguiente:

1. Establecer los parámetros óptimos que buscan las autoridades en un aspirante.
2. Ubicar las variables seleccionadas en una función de pertenencia.
3. Aplicar la distancia de Hamming a la información seleccionada.
4. Analizar los porcentajes de bajas y de rendimiento académico – militar de los aspirantes seleccionados con estos nuevos pesos con los porcentajes encontrados con el procedimiento PRINCALS.

7.1 PARAMETROS ÓPTIMOS DE LAS AUTORIDADES

Se entrevistaron a las autoridades de la Institución Militar, como son Director, Subdirector y Jefes Departamentales; al personal civil que ha venido trabajando en estos procesos de reclutamiento y autoridades de los departamentos educativos de la Fuerza Terrestre, como son el CEDFT²⁵, acerca, de ¿cuáles son las características óptimas que esperan de los aspirantes que se presentan al proceso de selección a la Institución Militar? Los parámetros presentados por los entrevistados²⁶ fueron amplios en todos los sentidos, por lo que se puntualizó la pregunta bajo las mismas variables que se utilizaron para el método PRINCALS. Es así, que en las variables cuantitativas las respuestas fueron inmediatas, no así en las variables cualitativas, ya que consideran que es irrelevante calificar condiciones sociales, profesionales o tendencias ocupacionales de los padres

²⁵ Comando de Educación y Doctrina de la Fuerza Terrestre Ecuatoriana.

²⁶ Los entrevistados, en su mayoría son señores oficiales y voluntarios de la Fuerza Terrestre Ecuatoriana, con mínimo 15 años de experiencia en el campo militar. Los señores civiles, son profesionales, que vienen trabajando en los procesos de selección hace aproximadamente 10 años consecutivos. Es así, que son considerados como los principales para dar características idóneas al perfil de los aspirantes. Según la teoría de la Lógica Difusa, son los llamados expertos.

como de los apoderados de los aspirantes, por lo que se abstienen en dar un valor cuantitativo de preferencia en estos aspectos²⁷.

Bajo ese panorama, y llegando a un consenso en los valores propuestos por los entrevistados, se establecieron las características óptimas según las autoridades, las que se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 7.1 Características propuesta por las Autoridades

VARIABLE	CARACTERÍSTICA ÓPTIMA PROPUESTA POR LAS AUTORIDADES (EXPERTOS)
PESO	Las autoridades, hacen una distinción de peso óptimo tanto para los aspirantes hombres como para las aspirantes mujeres. Para los aspirantes hombres, consideran un peso óptimo que varíe entre las 140 y 150 libras y para las aspirantes mujeres consideran un peso óptimo que varíe de 125 a 135 libras.
EDAD	Las autoridades, creen que la edad óptima de los aspirantes aceptados debe estar en un intervalo de 18 a 19 años.
INGRESO ECONÓMICO DE LOS PADRES	Las autoridades, creen que el ingreso económico de los padres de familia de los aspirantes aceptados debe estar en un intervalo de 1500 a 2000 dólares.
EGRESO ECONÓMICO DE LOS PADRES	Las autoridades, creen que el egreso económico de los padres de familia de los aspirantes aceptados no debe sobrepasar los 1000 dólares.
PRUEBAS PSICOLÓGICAS	Las autoridades, califican a la prueba psicológica "A" de un aspirante aceptado con un valor de 1, a la prueba psicológica "B1" de un aspirante aceptado con un valor de 0.8, a la prueba psicológica "B2" de un aspirante aceptado con un valor de 0.5 y a la prueba psicológica "B3C" de un aspirante aceptado con un valor de 0.15. Por lo tanto, consideran que un valor idóneo para que un aspirante sea aceptado debe tener un comportamiento psicológico valorado en 0.75.
PRUEBA DE INGLÉS	Las autoridades, creen que la nota óptima en Inglés de los aspirantes aceptados debe estar en un intervalo de 12 a 14 puntos sobre 20.
PRUEBA DE TROTE	Las autoridades, creen que la nota óptima en Trote de los aspirantes aceptados debe estar en un intervalo de 15 a 17 puntos sobre 20.
PROMEDIO FÍSICO	Las autoridades, creen que la nota óptima en Promedio Físico de los aspirantes aceptados debe estar en un intervalo de 16 a 18 puntos sobre 20.
PROMEDIO ACADÉMICO Y FÍSICO	Las autoridades, creen que la nota óptima en Promedio Académico - Físico de los aspirantes aceptados debe estar en un intervalo de 14 a 16 puntos sobre 20.
ENTREVISTA	Las autoridades, creen que la nota óptima en la Entrevista de los aspirantes aceptados debe estar en un intervalo de 17 a 19 puntos sobre 20.
PROMEDIO ACADÉMICO	Las autoridades, creen que la nota óptima en Promedio Académico de los aspirantes aceptados debe estar en un intervalo de 12 a 14 puntos sobre 20.

²⁷ Sostienen, que los aspectos sociales de los aspirantes, debe ser solo informativo, no como condición de ingreso.

7.2 FUNCIÓN DE PERTENENCIA DE LAS VARIABLES SELECCIONADAS

Las variables seleccionadas son todas cuantitativas a excepción de la variable Pruebas Psicológicas, que los expertos dieron sus valores respectivos en un rango de 0 a 1. Estas variables presentan una fuerte correlación con la variable “kdte” a excepción de la variable Promedio Académico; esta variable se la incluye porque su aporte sería fundamental para identificar el perfil del aspirante idóneo.

Como se observó, en la tabla 7.1 se tienen 11 variables seleccionadas, 10 son cuantitativas y 1 cualitativa. A las variables cuantitativas peso, edad y egreso económico se las caracteriza por la Función de Pertenencia Triangular²⁸. Al resto de variables cuantitativas se la caracteriza por la Función de Pertenencia Sigmoidal²⁹, de la siguiente manera:

Gráfico 7.1 Función Triangular de Pertenencia para la variable Peso Hombre

a =	104
b =	230
m =	$\frac{140+150}{2} = 145$

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & \text{si } x \leq 104 \\ \frac{x - 104}{145 - 104}, & \text{si } 104 < x \leq 145 \\ \frac{230 - x}{230 - 145}, & \text{si } 145 < x < 230 \\ 0, & \text{si } x \geq 230 \end{cases}$$

²⁸ Estas variables presentan un valor óptimo, alejarse de ese valor, las posibilidades de pertenencia al conjunto Difuso propuesto disminuyen. La representación gráfica de no pertenecer a este conjunto nos brinda la Función de Pertenencia Triangular.

²⁹ Se escogió esta función, básicamente por su facilidad de hallar el valor m y por que la gráfica presenta como va la tendencia de los datos de manera rápida y fácil de explicar a las autoridades.

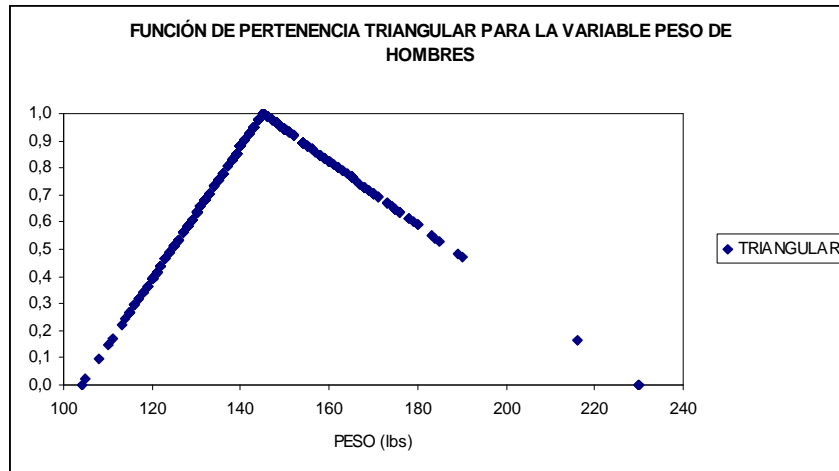


Gráfico 7.2 Función Triangular de Pertenencia para la variable Peso Mujer

a =	100
b =	169
m =	$\frac{125 + 135}{2} = 130$

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & \text{si } x \leq 100 \\ \frac{x-100}{130-100}, & \text{si } 100 < x \leq 130 \\ \frac{169-x}{169-130}, & \text{si } 130 < x < 169 \\ 0, & \text{si } x \geq 169 \end{cases}$$

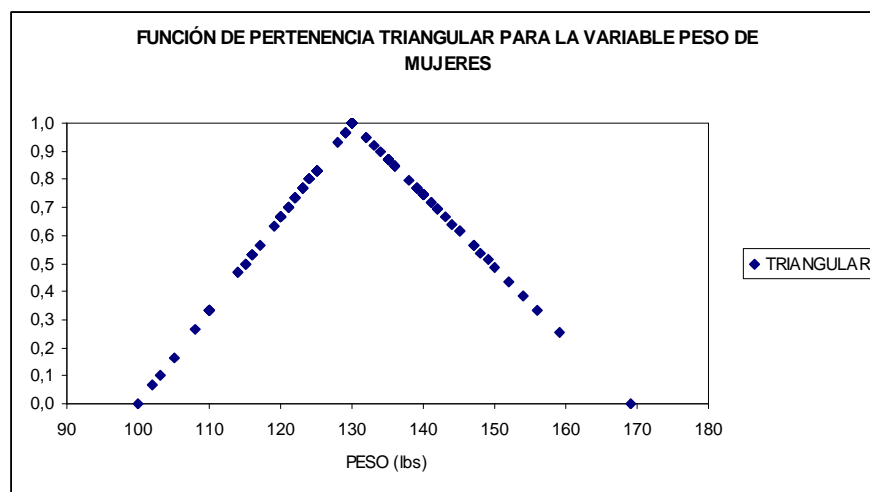


Gráfico 7.3 Función Triangular de Pertenencia para la variable Edad

a =	17
b =	24
m =	$\frac{18+19}{2} = 18.5$

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & \text{si } x \leq 17 \\ \frac{x-17}{18.5-17}, & \text{si } 17 < x \leq 18.50 \\ \frac{24-x}{24-18.5}, & \text{si } 18.50 < x < 24 \\ 0, & \text{si } x \geq 24 \end{cases}$$

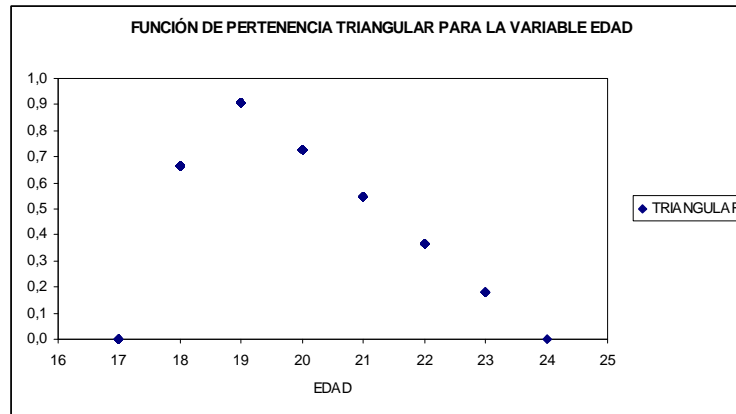


Gráfico 7.4 Función Sigmoideal de Pertenencia para la variable Ingreso Económico

a =	520
b =	11500
m =	$\frac{a+b}{2} = 6010$

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & \text{si } x \leq 520 \\ 2 \left[\frac{x-520}{11500-520} \right]^2, & \text{si } 520 < x \leq 6010 \\ 1 - 2 \left[\frac{x-11500}{11500-520} \right]^2, & \text{si } 6010 < x \leq 11500 \\ 1, & \text{si } x \geq 11500 \end{cases}$$

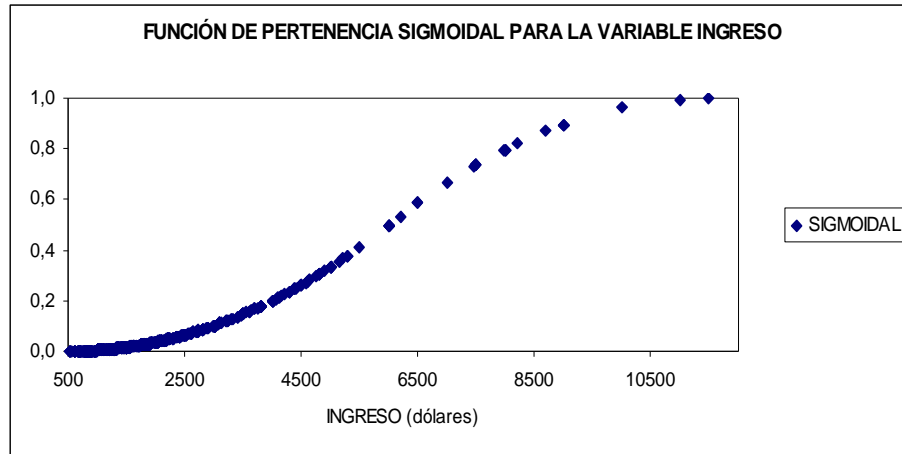


Gráfico 7.5 Función Triangular de Pertenencia para la variable Egreso Económico

a =	50
b =	6600
m =	1000

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & \text{si } x \leq 50 \\ \frac{x-50}{1000-50}, & \text{si } 50 < x \leq 1000 \\ \frac{6600-x}{6600-1000}, & \text{si } 1000 < x < 6600 \\ 0, & \text{si } x \geq 6600 \end{cases}$$

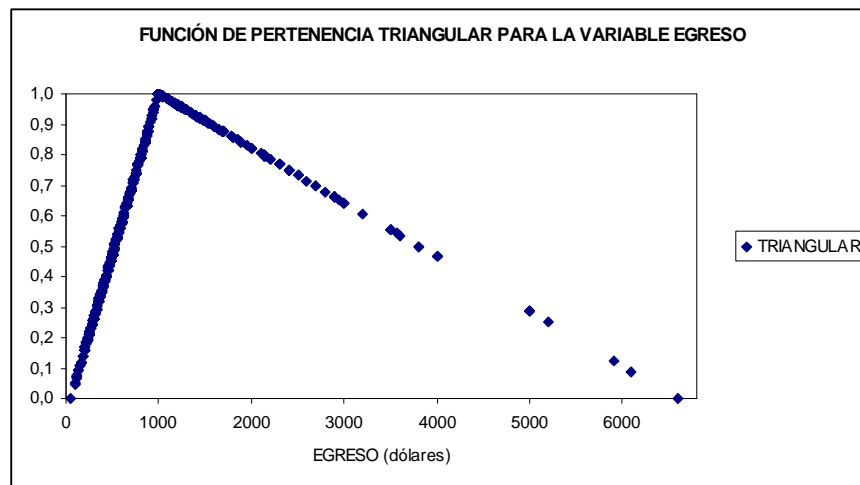
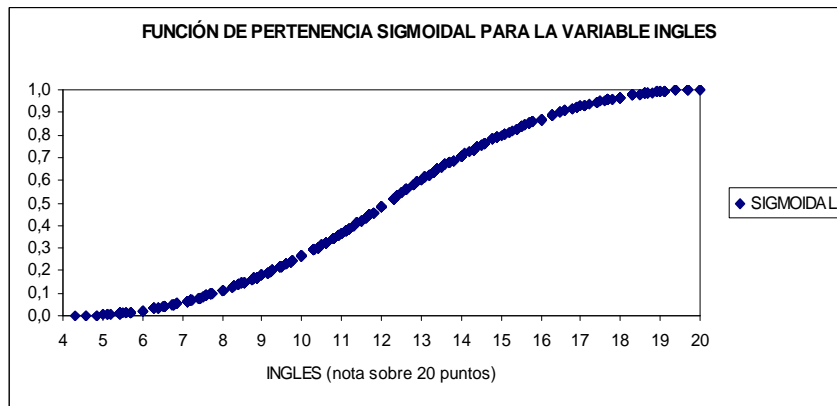


Gráfico 7.6 Función Sigmoïdal de Pertenencia para la variable Inglés

a =	4.29
b =	20.00
m =	$\frac{a+b}{2} = 12.145$

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & \text{si } x \leq 4.29 \\ 2 \left[\frac{x - 4.29}{20.00 - 4.29} \right]^2, & \text{si } 4.29 < x \leq 12.145 \\ 1 - 2 \left[\frac{x - 20.00}{20.00 - 4.29} \right]^2, & \text{si } 12.145 < x \leq 20.00 \\ 1, & \text{si } x \geq 20.00 \end{cases}$$

**Gráfico 7.7 Función Sigmoïdal de Pertenencia para la variable Trote**

a =	0.27
b =	20.00
m =	$\frac{a+b}{2} = 10.135$

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & \text{si } x \leq 0.27 \\ 2 \left[\frac{x - 0.27}{20.00 - 0.27} \right]^2, & \text{si } 0.27 < x \leq 10.135 \\ 1 - 2 \left[\frac{x - 20.00}{20.00 - 0.27} \right]^2, & \text{si } 10.135 < x \leq 20.00 \\ 1, & \text{si } x \geq 20.00 \end{cases}$$

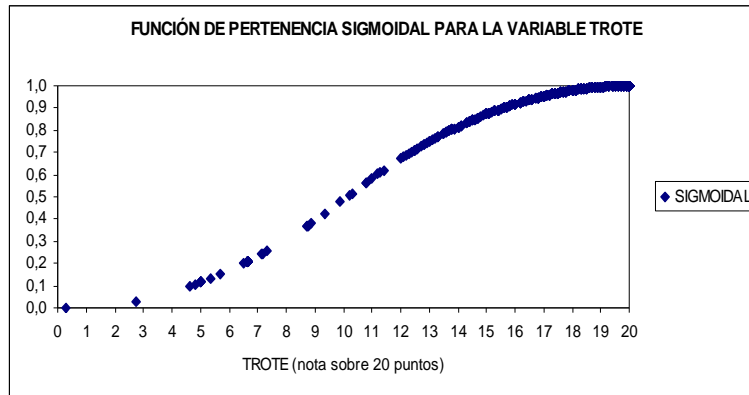


Gráfico 7.8 Función Sigmoide de Pertenencia para la variable Promedio Físico

a =	2.00
b =	20.00
m =	$\frac{a+b}{2} = 11.00$

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & \text{si } x \leq 2.00 \\ 2 \left[\frac{x-2.00}{20.00-2.00} \right]^2, & \text{si } 2.00 < x \leq 11.00 \\ 1 - 2 \left[\frac{x-20.00}{20.00-2.00} \right]^2, & \text{si } 11.00 < x \leq 20.00 \\ 1, & \text{si } x \geq 20.00 \end{cases}$$

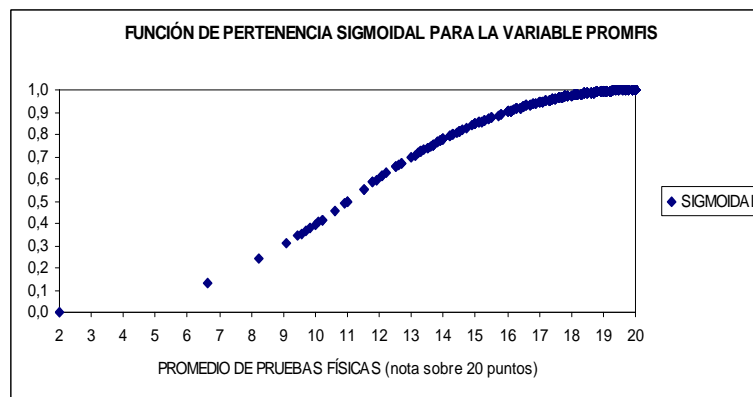


Gráfico 7.9 Función Sigmoide de Pertenencia para la variable Promedio Académico - Físico

a =	3.50
b =	20.00
m =	$\frac{a+b}{2} = 11.75$

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & \text{si } x \leq 3.50 \\ 2 \left[\frac{x-3.50}{20.00-3.50} \right]^2, & \text{si } 3.50 < x \leq 11.75 \\ 1 - 2 \left[\frac{x-20.00}{20.00-3.50} \right]^2, & \text{si } 11.75 < x \leq 20.00 \\ 1, & \text{si } x \geq 20.00 \end{cases}$$

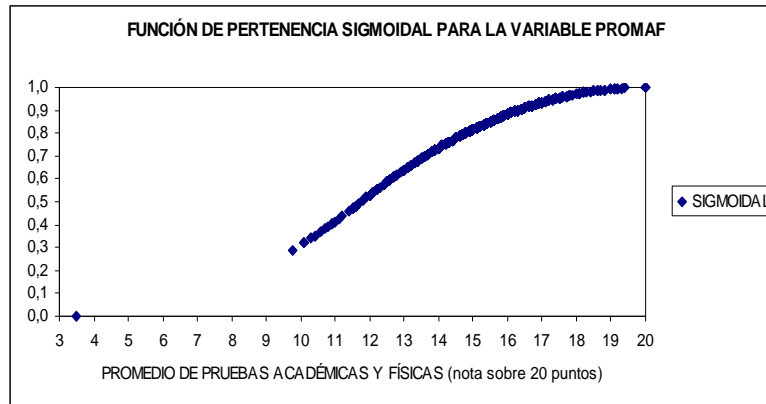


Gráfico 7.10 Función Sigmoïdal de Pertenencia para la variable Entrevista

a =	10.70
b =	20.00
m =	$\frac{a+b}{2} = 15.35$

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & \text{si } x \leq 10.70 \\ 2 \left[\frac{x-10.70}{20.00-10.70} \right]^2, & \text{si } 10.70 < x \leq 15.35 \\ 1 - 2 \left[\frac{x-20.00}{20.00-10.70} \right]^2, & \text{si } 15.35 < x \leq 20.00 \\ 1, & \text{si } x \geq 20.00 \end{cases}$$

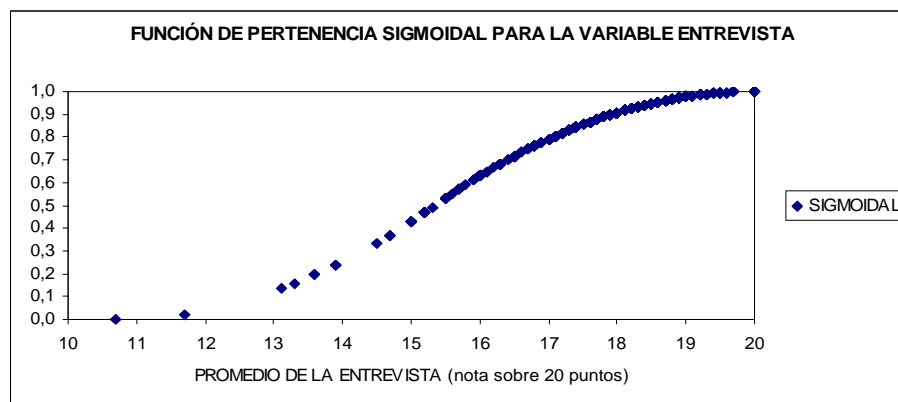
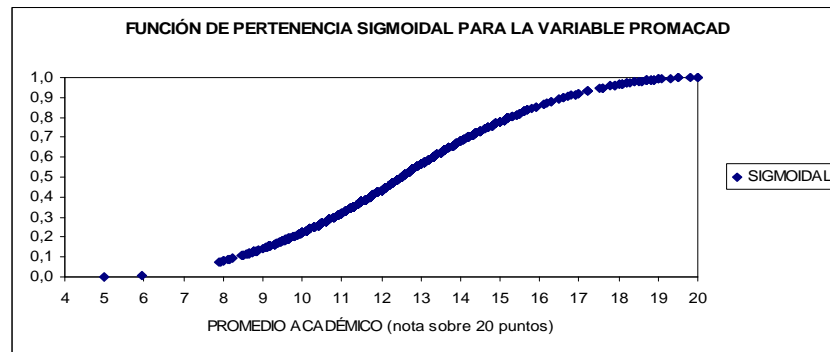


Gráfico 7.11 Función Sigmoial de Pertenencia para la variable Promedio Académico

a =	5.00
b =	20.00
m =	$\frac{a+b}{2} = 12.50$

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & \text{si } x \leq 5.00 \\ 2 \left[\frac{x-5.00}{20.00-5.00} \right]^2, & \text{si } 5.00 < x \leq 12.50 \\ 1 - 2 \left[\frac{x-20.00}{20.00-5.00} \right]^2, & \text{si } 12.50 < x \leq 20.00 \\ 1, & \text{si } x \geq 20.00 \end{cases}$$



Con esta función, se transforman los datos obtenidos por los aspirantes en valores en un intervalo de [0; 1]. Es decir, cada variable es ahora un conjunto difuso. A manera de ejemplo, veamos los valores de la variable Entrevista, en la siguiente tabla:

Tabla 7.2 Valores transformados de la variable Entrevista

ENTREVISTAS	SIGMOIAL
18,9000	0,9720
17,6000	0,8668
16,9000	0,7778
20,0000	1,0000
14,5000	0,3339

7.3 APLICACIÓN DE LA DISTANCIA HAMMING

Para aplicar la distancia de Hamming, se necesita el valor de las características obtenidas por los aspirantes y el valor de las características óptimas predeterminadas por las autoridades. Para los primeros valores, se utilizarán los resultados que arrojaron las Funciones de Pertenencia Triangular y Sigmoidal; por ejemplo, podemos observar en la Tabla 7.2, el aspirante alcanza en la Entrevista la nota de 16.9/20, valor que corresponde según la función de pertenencia a un valor de 0.7778. Para los valores predeterminados por las autoridades, se toma en cuenta la característica óptima que se llegó luego de la entrevista. A continuación se calcula la mediana de los resultados correspondientes a la Función de Pertenencia Sigmoidal de los aspirantes con esa característica y la mediana de todos los resultados correspondientes a la Función de Pertenencia Triangular de los aspirantes. Los valores o grados se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 7.3 Valor o grado de las características propuestas por las Autoridades

VARIABLE	CARACTERÍSTICA ÓPTIMA PROPUESTA POR LAS AUTORIDADES (EXPERTOS)	VALOR DE LAS CARACTERÍSTICAS
PESO	Las autoridades, hacen una distinción de peso óptimo tanto para los aspirantes hombres como para las aspirantes mujeres. Para los aspirantes hombres, consideran un peso óptimo que varíe entre las 140 y 150 libras y para las aspirantes mujeres consideran un peso óptimo que varíe de 125 a 135 libras.	0.82 (Hombres) 0.74 (Mujeres)
EDAD	Las autoridades, creen que la edad óptima de los aspirantes aceptados debe estar en un intervalo de 18 a 19 años.	0.67
INGRESO ECONÓMICO DE LOS PADRES	Las autoridades, creen que el ingreso económico de los padres de familia de los aspirantes aceptados debe estar en un intervalo de 1500 a 2000 dólares.	0.02
EGRESO ECONÓMICO DE LOS PADRES	Las autoridades, creen que el egreso económico de los padres de familia de los aspirantes aceptados no debe sobrepasar los 1000 dólares.	0.53
PRUEBAS PSICOLÓGICAS	Las autoridades, califican a la prueba psicológica "A" de un aspirante aceptado con un valor de 1, a la prueba psicológica "B1" de un aspirante aceptado con un valor de 0.8, a la prueba psicológica "B2" de un aspirante aceptado con un valor de 0.5 y a la prueba psicológica "B3C" de un aspirante aceptado con un valor de 0.15. Por lo tanto, consideran que un valor idóneo para que un aspirante sea aceptado debe tener un comportamiento psicológico valorado en 0.75.	0.75

VARIABLE	CARACTERÍSTICA ÓPTIMA PROPUESTA POR LAS AUTORIDADES (EXPERTOS)	VALOR DE LAS CARACTERÍSTICAS
PRUEBA DE INGLÉS	Las autoridades, creen que la nota óptima en Inglés de los aspirantes aceptados debe estar en un intervalo de 12 a 14 puntos sobre 20.	0.60
PRUEBA DE TROTE	Las autoridades, creen que la nota óptima en Trote de los aspirantes aceptados debe estar en un intervalo de 15 a 17 puntos sobre 20.	0.92
PROMEDIO FÍSICO	Las autoridades, creen que la nota óptima en Promedio Físico de los aspirantes aceptados debe estar en un intervalo de 16 a 18 puntos sobre 20.	0.96
PROMEDIO ACADÉMICO Y FÍSICO	Las autoridades, creen que la nota óptima en Promedio Académico - Físico de los aspirantes aceptados debe estar en un intervalo de 14 a 16 puntos sobre 20.	0.83
ENTREVISTA	Las autoridades, creen que la nota óptima en la Entrevista de los aspirantes aceptados debe estar en un intervalo de 17 a 19 puntos sobre 20.	0.93
PROMEDIO ACADÉMICO	Las autoridades, creen que la nota óptima en Promedio Académico de los aspirantes aceptados debe estar en un intervalo de 12 a 14 puntos sobre 20.	0.55

Con estos valores se aplica la distancia de Hamming, y se obtiene un valor jerárquico para cada aspirante. Donde la menor diferencia o el valor más pequeño, indicaría que el aspirante tiene mayor probabilidad de ingresar a la institución, pues está más afín con las perspectivas de idoneidad que presentan las autoridades.

Para ver la aplicación de la distancia de Hamming, se considera a tres aspirantes; los resultados son los siguientes:

c_1	c_2	c_3	c_4	c_5	c_6	c_7	c_8	c_9	c_{10}	c_{11}
0.82 H 0.74 M	0.04	0.02	0.01	0.75	0.60	0.92	0.96	0.83	0.93	0.55

donde: c_1 = característica requerida en la variable peso,

c_2 = característica requerida en la variable edad,

c_3 = característica requerida en la variable ingresos económicos de los padres de los aspirantes,

c_4 = característica requerida en la variable egresos económicos de los padres de los aspirantes,

c_5 = característica requerida en la variable pruebas psicológicas,

c_6 = característica requerida en la variable prueba de Inglés,

- c_7 = característica requerida en la variable prueba de trote,
 c_8 = característica requerida en la variable promedio físico,
 c_9 = característica requerida en la variable promedio académico y físico,
 c_{10} = característica requerida en la variable entrevista,
 c_{11} = característica requerida en la variable promedio académico.

c/a	c_1	c_2	c_3	c_4	c_5	c_6	c_7	c_8	c_9	c_{10}	c_{11}
a_1	0.4146	0.5455	0.0179	0.1053	0.050	0.1549	0.0799	0.0400	0.0948	0.0420	0.0859
a_2	0.7059	0.5455	0.0163	1.0000	0.600	0.0576	0.0688	0.0370	0.0525	0.0309	0.0237
a_3	0.7436	0.5455	0.0204	0.6842	0.050	0.3494	0.0274	0.0325	0.1082	0.0469	0.2536

$$\delta(\tilde{A}_1; \tilde{E}) = \frac{1}{11} \left(\begin{array}{l} |0.4146 - 0.82| + |0.5455 - 0.67| + |0.0179 - 0.02| + |0.1053 - 0.53| + |0.05 - 0.75| + \\ |0.1549 - 0.6| + |0.0799 - 0.92| + |0.04 - 0.96| + |0.0948 - 0.83| + |0.042 - 0.93| + \\ |0.0859 - 0.55| \end{array} \right) = 0.1219$$

$$\delta(\tilde{A}_2; \tilde{E}) = \frac{1}{11} \left(\begin{array}{l} |0.7059 - 0.82| + |0.5455 - 0.67| + |0.0163 - 0.02| + |1.0000 - 0.53| + |0.6 - 0.75| + \\ |0.0576 - 0.6| + |0.0688 - 0.92| + |0.037 - 0.96| + |0.0525 - 0.83| + |0.0309 - 0.93| + \\ |0.0237 - 0.55| \end{array} \right) = 0.1678$$

$$\delta(\tilde{A}_3; \tilde{E}) = \frac{1}{11} \left(\begin{array}{l} |0.7436 - 0.74| + |0.5455 - 0.67| + |0.0204 - 0.02| + |0.6842 - 0.53| + |0.05 - 0.75| + \\ |0.3494 - 0.6| + |0.0274 - 0.92| + |0.0325 - 0.96| + |0.1082 - 0.83| + |0.0469 - 0.93| + \\ |0.2536 - 0.55| \end{array} \right) = 0.1598$$

La ubicación sería:

Aspirante	Grado de pertenencia
a_1	0.1219
a_3	0.1598
a_2	0.1678

Es decir, la menor diferencia entre las características la consiguió el aspirante 1, por lo tanto es un candidato óptimo a ser elegido a la Institución Militar. La mayor diferencia la obtuvo el aspirante 2; dependiendo del cupo, este aspirante no entraría ya que está en la última posición.

7.4 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Los valores máximos y mínimos de los grados de pertenencia al conjunto “Idóneos para ingresar a la Institución Militar” alcanzados por los aspirantes aceptados, se observa en la siguiente tabla:

Tabla 7.4 Valores máximos y mínimos en porcentajes de las distancias

PROMOCIONES	MÍNIMO (%)	MÁXIMO (%)	RANGO (%)
PROM4578	4	40	36
PROM5689	5	47	42
PROM6790	4	34	30
PROM7801	5	36	31
PROM8912	4	30	26
TOTAL	4	47	43

Si se compara estos rangos con los obtenidos por el método PRINCALS, se obtiene:

Tabla 7.5 Comparación de Rangos

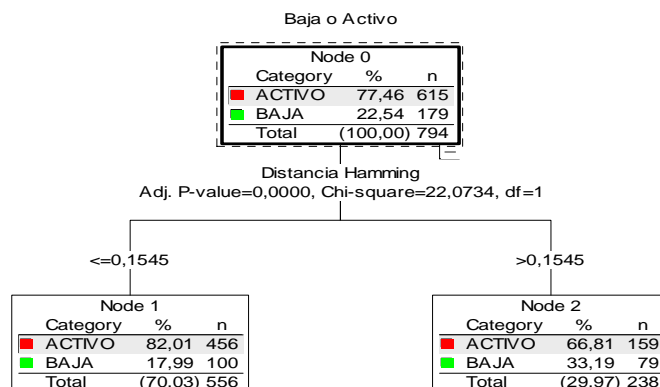
PROMOCIONES	RANGO (PRINCALS)	RANGO (%) (Distancia de Hamming)
PROM4578	47	36
PROM5689	48	42
PROM6790	47	30
PROM7801	48	31
PROM8912	47	26
TOTAL	48	43

Como se observa, el espacio que deben considerar los encargados del proceso de admisión es 43 puntos, donde se encuentran los aspirantes aceptados a la Institución Militar.

La correlación entre los grados de pertenencia al conjunto “Idóneos para ingresar a la Institución Militar” obtenidos por los aspirantes aceptados con la variable de estudio (kdte activo o kdte baja) es muy alta. Es decir, estas dos variables tienen un alto grado de dependencia. Este resultado lo podemos ver en

el siguiente gráfico, donde me indica el p-valor y la categorización de los grados de pertenencia:

Gráfico 7.12 Dependencia de la variable Grados de Pertenencia al conjunto “Idóneos para ingresar a la Institución Militar” con la variable objetivo



Como se observa, el Ji-cuadrado es de 22,0734 y un p-valor de 0 menor a 0,5, resultados que indican que hay correlación entre estas dos variables³⁰. La clasificación de la variable Grados de Pertenencia según la mayor representatividad es:

Tabla 7.6 Clasificación de la variable Grados de Pertenencia

GRUPO	INTERVALO	REPRESENTATIVIDAD
1	Menor o igual a 0.1545 puntos	70%
2	Mayor a 0.1545 puntos	30%

Esto es, hay un corte bien marcado, donde aproximadamente el 70% de los aspirantes aceptados tienen puntajes menores o iguales a 0,1545 y el 30% restante sus puntajes son mayores a 0,1545. Así, también se observa que en el Grupo 2, el porcentaje de Bajas es más alto con respecto a las Bajas del Grupo 1, lo que coincide con el análisis aplicando el método PRINCALS, en el sentido de que la metodología aplicada en el proceso de admisión en la institución militar presenta dudas técnicas, motivando a sospechar del alto grado de subjetividad

³⁰ Siguiendo el mismo procedimiento en el capítulo 3, con el programa Answer Tree.

con que manejan el proceso. Así como, aspirantes aceptados con altas distancias tienden a una mayor deserción.

Para analizar la incidencia de los Grados de Pertenencia con el rendimiento de aprovechamiento del cadete, se cruza información de las categorías de la variable Grados de Pertenencia, con 4 intervalos o franjas de rendimiento. Siendo el estudio más relevante, comprobar si en realidad los aspirantes aceptados que alcanzaron las distancias más bajas en el proceso de admisión, coincidieron con las primeras antigüedades en el Primer Curso Militar. Los resultados lo esquematizamos en las siguientes tablas:

Tabla 7.7 ANTIGÜEDAD GENERAL DEL I C.M. – PROM4578

FRANJAS DE RENDIMIENTO	No.	GRADO DE PERTENENCIA	FRECUENCIA
1 =]19; 20]	22	Menor o igual a 0.1545	16
		Mayor a 0.1545	6
2 =]18; 19]	71	Menor o igual a 0.1545	48
		Mayor a 0.1545	23
3 =]17; 18]	36	Menor o igual a 0.1545	24
		Mayor a 0.1545	12
4 = [16; 17]	8	Menor o igual a 0.1545	4
		Mayor a 0.1545	4
TOTAL	137		137

Tabla 7.8 ANTIGÜEDAD GENERAL DEL I C.M. – PROM5689

FRANJAS DE RENDIMIENTO	No.	GRADO DE PERTENENCIA	FRECUENCIA
1 =]19; 20]	22	Menor o igual a 0.1545	16
		Mayor a 0.1545	6
2 =]18; 19]	61	Menor o igual a 0.1545	47
		Mayor a 0.1545	14
3 =]17; 18]	14	Menor o igual a 0.1545	8
		Mayor a 0.1545	6
4 = [16; 17]	0	Menor o igual a 0.1545	0
		Mayor a 0.1545	0
TOTAL	97		97

Tabla 7.9 ANTIGÜEDAD GENERAL DEL I C.M. – PROM6790

FRANJAS DE RENDIMIENTO	No.	GRADO DE PERTENENCIA	FRECUENCIA
1 =]19; 20]	1	Menor o igual a 0.1545	1
		Mayor a 0.1545	0
2 =]18; 19]	46	Menor o igual a 0.1545	38
		Mayor a 0.1545	8
3 =]17; 18]	85	Menor o igual a 0.1545	55
		Mayor a 0.1545	30
4 = [16; 17]	15	Menor o igual a 0.1545	4
		Mayor a 0.1545	11
TOTAL	147		147

Tabla 7.10 ANTIGÜEDAD GENERAL DEL I C.M. – PROM7801

FRANJAS DE RENDIMIENTO	No.	GRADO DE PERTENENCIA	FRECUENCIA
1 =]19; 20]	10	Menor o igual a 0.1545	7
		Mayor a 0.1545	3
2 =]18; 19]	77	Menor o igual a 0.1545	58
		Mayor a 0.1545	19
3 =]17; 18]	45	Menor o igual a 0.1545	31
		Mayor a 0.1545	14
4 = [16; 17]	5	Menor o igual a 0.1545	3
		Mayor a 0.1545	2
TOTAL	137		137

Tabla 7.11 ANTIGÜEDAD GENERAL DEL I C.M. – PROM8912

FRANJAS DE RENDIMIENTO	No.	GRADO DE PERTENENCIA	FRECUENCIA
1 =]19; 20]	26	Menor o igual a 0.1545	21
		Mayor a 0.1545	5
2 =]18; 19]	112	Menor o igual a 0.1545	93
		Mayor a 0.1545	19
3 =]17; 18]	18	Menor o igual a 0.1545	44
		Mayor a 0.1545	4
TOTAL	156		156

Tabla 7.12 ANTIGÜEDAD GENERAL DEL I C.M. – PROMOCIONES

FRANJAS DE RENDIMIENTO	No.	GRADO DE PERTENENCIA	FRECUENCIA
1 =]19; 20]	81	Menor o igual a 0.1545	61
		Mayor a 0.1545	20
2 =]18; 19]	368	Menor o igual a 0.1545	285
		Mayor a 0.1545	83
3 =]17; 18]	198	Menor o igual a 0.1545	132
		Mayor a 0.1545	66
4 = [16; 17]	27	Menor o igual a 0.1545	11
		Mayor a 0.1545	16
TOTAL	674		674

Los datos presentados en la Tabla 7.12 resumen la frecuencia de la ubicación de los Grados de Pertenencia obtenidas por los aspirantes aceptados contra las franjas de rendimiento, en donde se evidencia que los aspirantes que alcanzan distancias menores o iguales a 0,1545 puntos están en mayor porcentaje tanto en la primera franja de rendimiento como en la segunda, los aspirantes que alcanzan distancias mayores a 0,1545 puntos están en mayor porcentaje en la última franja de rendimiento. Se evidencia claramente, que los aspirantes que alcanzan distancias mayores a 0,1545 puntos, tienen mayor representación en las dos últimas franjas de rendimiento, es decir de 16 puntos a 18 puntos. Cadetes ubicados en estas franjas corresponden efectivamente a las antigüedades que no tendrán beneficios o meritos en su carrera académica – militar.

Con los resultados obtenidos por este procedimiento de Lógica Difusa, se observa coincidencia con los resultados al aplicar el método propuesto PRINCALS. Lo que valida los indicadores encontrados para los aspirantes aceptados a la Institución Militar.

Las autoridades de la Institución Militar, podrían considerar otras variables o desechar algunas. Sin embargo, siendo esta investigación una primera propuesta de indicadores, se recomendaría desechar variables que no están correlacionadas con la variable objetivo, donde su inclusión al modelo se debe a la experiencia al observar el comportamiento del cadete en el primer año lectivo en la institución.

CAPÍTULO 8

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La construcción de indicadores con herramientas estadísticas, será un aporte importantísimo a las autoridades de la Institución Militar para tecnificar el proceso de admisión, donde el criterio subjetivo es mínimo, puesto que los indicadores relacionan a los aspirantes con los resultados obtenidos en cada una de las pruebas o exámenes de ingreso. Inclusive, estos indicadores tienen aportes de los datos socio – económicos, variables que para las autoridades de la institución son solo informativas.
- La deserción de los aspirantes aceptados es un referente para revisar el proceso de admisión, ya que los porcentajes son altos en el Primer Curso Militar, en comparación con los otros cursos. Esta situación, conduciría a pensar que el proceso está fallando, motivando a buscar alternativas que coadyuven a la selección de los mejores aspirantes, de tal forma que el porcentaje de deserciones en los primeros años de estudio disminuya.
- La variable dependiente (KDTE) para la construcción de los modelos es precisamente la que se refiere a la situación de los cadetes, es decir, cadetes activos o cadetes retirados. Esta variable dicotómica, caracteriza los perfiles de los aspirantes aceptados.
- Las variables independientes para ingresar a los modelos, en primer lugar tienen una fuerte correlación con la variable KDTE y según las hipótesis de partida de cada método se los categoriza o cuantifica de manera continua. Las variables correlacionadas fueron encontradas aplicando el algoritmo Chaid con el programa Answer Tree, las que se consideraron en todos los modelos y en la validación del modelo PRINCALS con Lógica Difusa.

- Aplicando el método PRINCALS a todas las variables, se encontró que la varianza explicaba el 25%. Por lo que se optó por seleccionar las variables de tal forma que englobe las características más representativas de los aspirantes. Luego de varias corridas, se encontró que once variables de acuerdo a este modelo, la varianza explicaba en 4 dimensiones el 79%. Con estas variables seleccionadas se procedió a buscar los pesos o ponderaciones por medio de este método.
- Para una mejor visualización de estos pesos, se procedió a aplicar un factor de conversión sobre 100 puntos. Sumando estos pesos se encuentra el indicador óptimo del perfil del aspirante a cadete. Donde el indicador más alto corresponderá a al aspirante con mayor potencial para ingresar.
- El modelo encontrado, muestra claramente que el proceso de selección aplicado en la institución presenta serias falencias técnicas, motivando a sospechar de la elevada subjetividad en el manejo de las variables por parte de las autoridades.
- El modelo indica que el rango de diferencias de los indicadores en cada una de las promociones es casi similar; considerando todas las promociones la diferencia global es de 48 puntos. Rango que debe ser considerado por los encargados del proceso de selección a fin de reducir este margen y encontrar el mejor personal.
- Los indicadores encontrados con respecto a la variable de estudio están correlacionados. El programa Answer Tree clasifica estos pesos en tres grupos. Los mismos que cruzando con las variables seleccionadas nos presentan información particular de cada uno de los aspirantes seleccionados, importante para los planeamientos académicos, sociales, psicológicos, etc. Que fundamenten y eleven el nivel educativo superior de la institución militar.

- La categorización de estos indicadores, muestran que el rendimiento académico – militar de los aspirantes aceptados ubican a los cadetes con mejor antigüedad con indicadores altos. Así, como los cadetes que han desertado son aquellos que ingresaron con indicadores bajos.
- Al aplicar el Análisis Factorial Discriminante (AFD) con las mismas variables que se utilizó en el modelo PRINCALS, no se pudo determinar indicadores, puesto que se violaban ciertas hipótesis de partida para aplicar un AFD, (principalmente la discriminación de la información es muy débil), lo que motivó, a buscar indicadores aplicando Regresión Logística.
- Los indicadores que se obtienen por medio del modelo Regresión Logística, viene en un intervalo de 0 a 1. El programa SPSS 12, arroja este resultado como probabilidad pronosticada, donde el aspirante que tiene mayor porcentaje tiene mayores posibilidades de ingresar a la institución. Para aplicar este modelo hay que hacer ciertas consideraciones, con la finalidad de que los resultados sean confiables y de manera global tengan validez, como son el tamaño de la muestra y la forma de las variables independientes. En nuestro trabajo, se tomó una muestra de 358 aspirantes, siendo 179 aspirantes con baja. Se consideraron solo 21 variables. Obteniendo finalmente el modelo con 8 variables. Las odds correspondientes a los coeficientes de las variables en este modelo presentan rasgos principales de los cadetes activos y cadetes con baja.
- La comparación de los indicadores obtenidos con los modelos PRINCALS y Regresión Logística, muestran claramente que por ambos métodos, los aspirantes con indicadores bajos, tienden a desertar o a ubicarse en franjas de rendimiento de 17 hacia abajo. De igual forma, con los aspirantes que alcanzaron indicadores altos, su ubicación es en las franjas de rendimiento de]19, 20].

- La validación de los indicadores obtenidos mediante el modelo PRINCALS se la realizó aplicando Lógica Difusa, con función de pertenencia Triangular, Sigmoidal y distancia Hamming; los rangos de indicadores y el porcentaje de bajas en cada modelo son los mismos. Así mismo, los aspirantes con indicadores bajos se ubican en las últimas antigüedades o han desertado. Estas coincidencias y tendencias validan los resultados por el método PRINCALS.
- Para afinar los resultados, se recomendaría a los encargados del proceso de admisión de la Institución Militar, revisar y verificar la información socio – económica de los aspirantes que se presentan al proceso de admisión.
- De acuerdo a las características de estudio se recomienda la aplicación del modelo Análisis de Componentes Principales no Lineales para la construcción de indicadores, pues su aplicación es muy versátil y la interpretación de los pesos en cada variable es fácil.
- Los indicadores obtenidos, servirán para retroalimentar las variables ya existentes. Las que podrían ser modificadas o eliminadas, según su influencia en el modelo, así como advertir a las autoridades, cuáles son las características más relevantes que presentan los aspirantes que desertan de la institución, para que tomen correctivos a la hora de decidir sobre los aspirantes aceptados e ir disminuyendo la subjetividad de los miembros de la Junta de Selección.

ANEXOS

ANEXO 1: FRECUENCIA DE LAS VARIABLES NOMINALES

Tez

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid 1 BLANCA	294	37.0	37.0	37.0
2 MORENA	21	2.6	2.6	39.7
3 TRIGUEÑA	479	60.3	60.3	100.0
Total	794	100.0	100.0	

Estado civil de los padres

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos CASADOS	705	88,8	88,8	88,8
DIVORCIADOS	32	4,0	4,0	92,8
SEPARADOS	12	1,5	1,5	94,3
UNION LIBRE	13	1,6	1,6	96,0
VIUDOS	32	4,0	4,0	100,0
Total	794	100,0	100,0	

Profesión del padre

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Validos 1 BOMBERO	2	0.3	0.3	0.3
2 CHOFER PROFESIONAL	115	14.5	14.5	14.8
3 COMERCIANTE	125	15.7	15.7	30.5
4 MARVOLSP	1	0.1	0.1	30.7
5 MFAEOFA	1	0.1	0.1	30.8
6 MFAEVOA	5	0.6	0.6	31.4
7 MFAEVOSP	9	1.1	1.1	32.5
8 MFTOFA	38	4.8	4.8	37.3
9 MFTOFSP	35	4.4	4.4	41.7
10 MFTVOLA	110	13.9	13.9	55.6
11 MFTVOLSP	102	12.8	12.8	68.4
12 POLOFA	1	0.1	0.1	68.6
13 POLVOLA	2	0.3	0.3	68.8
14 POLVOLSP	6	0.8	0.8	69.6
15 PROFESIONAL	214	27.0	27.0	96.5
16 TÉCNICO	28	3.5	3.5	100.0
Total	794	100.0	100.0	

Padre militar

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Validos	1	FAEVOL	14	1.8	1.8
	2	FTOFICIAL	71	8.9	10.7
	3	MARINAVOL	1	0.1	10.9
	4	NO	483	60.8	71.7
	5	OFIFAE	2	0.3	72.0
	6	OFIPOL	2	0.3	72.2
	7	POLVOL	8	1.0	73.2
	8	VOLFT	213	26.8	100.0
Total		794	100.0	100.0	

Profesión madre

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Validos	1	CHOFER PROFESIONAL	16	2.0	2.0
	2	COMERCIANTE	341	42.9	44.9
	3	PROFESIONAL	320	40.3	85.2
	4	QUEHACERES DOMESTICOS	108	13.6	98.9
	5	TÉCNICA	9	1.1	100.0
Total		794	100.0	100.0	

Parentesco con el apoderado

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1	MADRE	56	7.1	7.1
	2	NO	492	62.0	69.0
	3	PADRE	246	31.0	100.0
Total		794	100.0	100.0	

Estado civil del apoderado

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	CASADO	691	87,0	87,0	87,0
	DIVORCIADO	40	5,0	5,0	92,1
	SEPARADO	12	1,5	1,5	93,6
	SOLTERO	23	2,9	2,9	96,5
	UNIÓN LIBRE	12	1,5	1,5	98,0
	SEPARADO	16	2,0	2,0	100,0
Total		794	100,0	100,0	

Profesión del apoderado

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Validos	1 BOMBERO	1	0.1	0.1	0.1
	2 CHOFER PROFESIONAL	47	5.9	5.9	6.0
	3 COMERCIANTE	106	13.4	13.4	19.4
	4 MAROFA	1	0.1	0.1	19.5
	5 MARVOLA	1	0.1	0.1	19.6
	6 MFAEOFA	4	0.5	0.5	20.2
	7 MFAEOFSP	2	0.3	0.3	20.4
	8 MFAEVOA	6	0.8	0.8	21.2
	9 MFAEVOSP	2	0.3	0.3	21.4
	10 MFTOFA	93	11.7	11.7	33.1
	11 MFTOFSP	62	7.8	7.8	40.9
	12 MFTVOLA	95	12.0	12.0	52.9
	13 MFTVOLSP	68	8.6	8.6	61.5
	14 POLOFA	2	0.3	0.3	61.7
	15 POLVOLA	3	0.4	0.4	62.1
	16 POLVOLSP	2	0.3	0.3	62.3
	17 PROFESIONAL	280	35.3	35.3	97.6
	18 QUEHACERES DOMESTICOS	6	0.8	0.8	98.4
	19 TÉCNICO	13	1.6	1.6	100.0
Total	794	100.0	100.0		

Apoderado militar

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1 FAEVOL	8	1.0	1.0	1.0
	2 FTOFICIAL	160	20.2	20.2	21.2
	3 MARINAVOL	1	.1	.1	21.3
	4 NO	453	57.1	57.1	78.3
	5 OFIFAE	6	.8	.8	79.1
	6 OFIPOL	2	.3	.3	79.3
	7 OFMARINA	1	.1	.1	79.5
	8 POLVOL	5	.6	.6	80.1
	9 VOLFT	158	19.9	19.9	100.0
	Total	794	100.0	100.0	

Provincia de nacimiento

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1 AZUAY	7	.9	.9	.9
	2 BOLIVAR	5	.6	.6	1.5
	3 CAÑAR	2	.3	.3	1.8
	4 CARCHI	31	3.9	3.9	5.7
	5 CHIMBORAZO	65	8.2	8.2	13.9
	6 COTOPAXI	27	3.4	3.4	17.3
	7 EL ORO	18	2.3	2.3	19.5
	8 ESMERALDAS	2	.3	.3	19.8
	9 GUAYAS	25	3.1	3.1	22.9
	10 IMBABURA	59	7.4	7.4	30.4
	11 LOJA	46	5.8	5.8	36.1
	12 LOS RIOS	6	.8	.8	36.9
	13 MANABI	12	1.5	1.5	38.4
	14 MORONA SANTIAGO	3	.4	.4	38.8
	15 NAPO	2	.3	.3	39.0
	16 PASTAZA	5	.6	.6	39.7
	17 PICHINCHA	426	53.7	53.7	93.3
	18 SUCUMBIOS	3	.4	.4	93.7
	19 TULCAN	11	1.4	1.4	95.1
	20 TUNGURAHUA	34	4.3	4.3	99.4
	21 ZAMORA CHIMCHIPE	5	.6	.6	100.0
Total	794	100.0	100.0		

Colegio

			Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Validos	1	CIVIL	484	61.0	61.0	61.0
	2	COMIL 1	112	14.1	14.1	75.1
	3	COMIL 2	12	1.5	1.5	76.6
	4	COMIL 3	12	1.5	1.5	78.1
	5	COMIL 4	4	0.5	0.5	78.6
	6	COMIL 5	21	2.6	2.6	81.3
	7	COMIL 6	37	4.7	4.7	85.9
	8	COMIL 7	7	0.9	0.9	86.8
	9	COMIL 8	1	0.1	0.1	86.9
	10	COMIL 9	2	0.3	0.3	87.2
	11	COMIL 10	101	12.7	12.7	99.9
	12	COMIL 11	1	0.1	0.1	100.0
Total			794	100.0	100.0	

Especialidad de bachillerato

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1 ADMINISTRACIÓN	37	4.7	4.7	4.7
	2 CIENCIAS	213	26.8	26.8	31.5
	3 CONTABILIDAD	39	4.9	4.9	36.4
	4 FIMA	266	33.5	33.5	69.9
	5 INFORMÁTICA	71	8.9	8.9	78.8
	6 QUIBIO	79	9.9	9.9	88.8
	7 SOCIALES	59	7.4	7.4	96.2
	8 TÉCNICO	30	3.8	3.8	100.0
Total		794	100.0	100.0	

ANEXO 2: FRECUENCIA DE LAS VARIABLES CONTINUAS

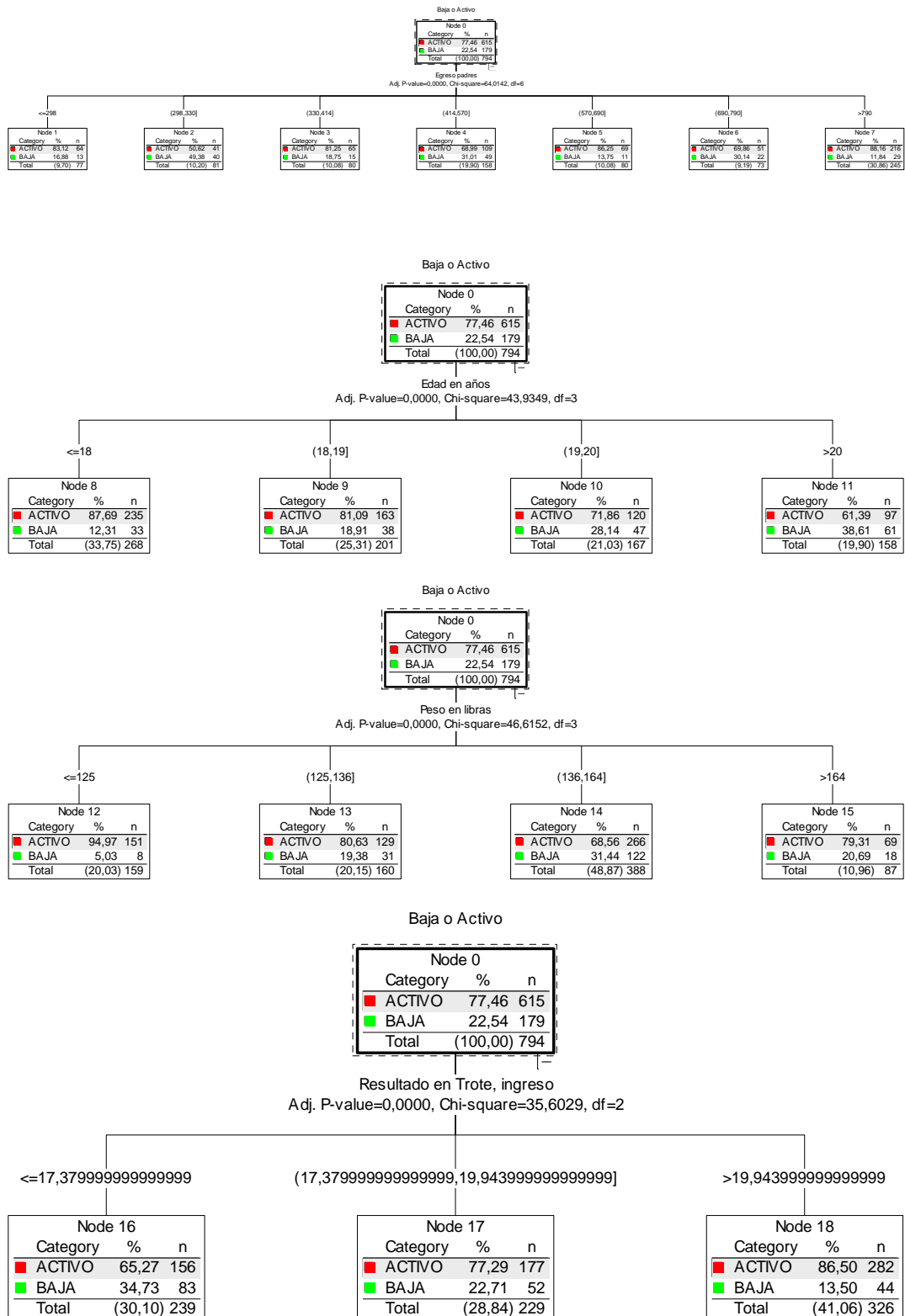
DESCRIPTIVOS			Estadístico
Estatura en cm.	Media		169,93
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	169,51
		Límite superior	170,35
	Mediana		170,00
	Varianza		36,60
	Desv. típica		6,05
	Mínimo		154,00
	Máximo		190,00
	Rango		36,00
Peso en libras	Media		141,23
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	140,03
		Límite superior	142,42
	Mediana		140,00
	Varianza		296,42
	Desv. típica		17,22
	Mínimo		100,00
	Máximo		230,00
	Rango		130,00
Edad en años	Media		19,31
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	19,22
		Límite superior	19,41
	Mediana		19,00
	Varianza		1,82
	Desv. típica		1,35
	Mínimo		17,00
	Máximo		24,00
	Rango		7,00
Resultado en matemática, ingreso	Media		10,44
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	10,18
		Límite superior	10,71
	Mediana		10,00
	Varianza		14,63
	Desv. típica		3,83
	Mínimo		2,40
	Máximo		20,00
	Rango		17,60
Resultado en COE, ingreso	Media		13,84
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	13,68
		Límite superior	14,00
	Mediana		13,71
	Varianza		5,18
	Desv. típica		2,28
	Mínimo		2,29
	Máximo		20,00
	Rango		17,71

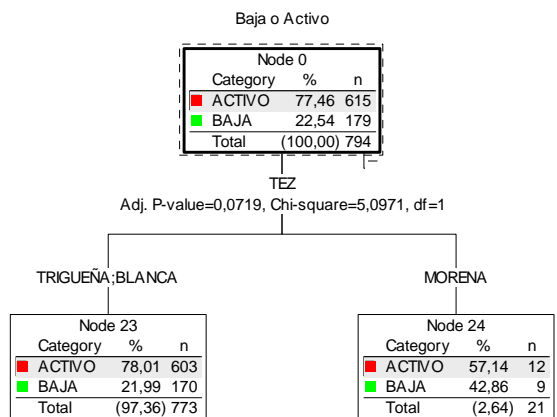
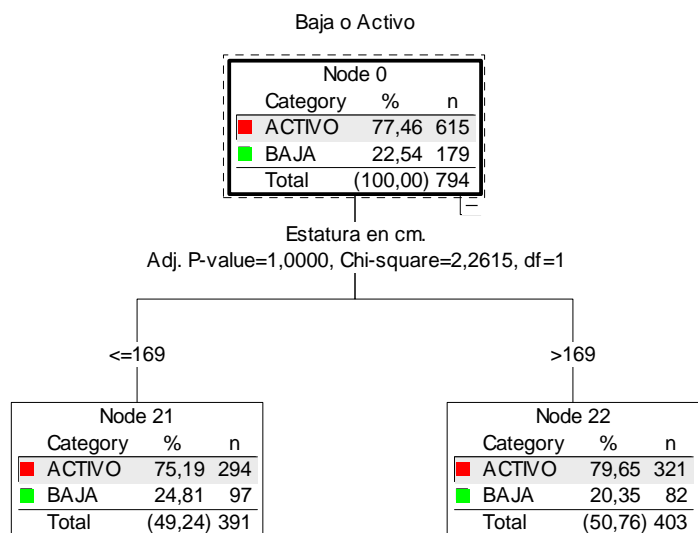
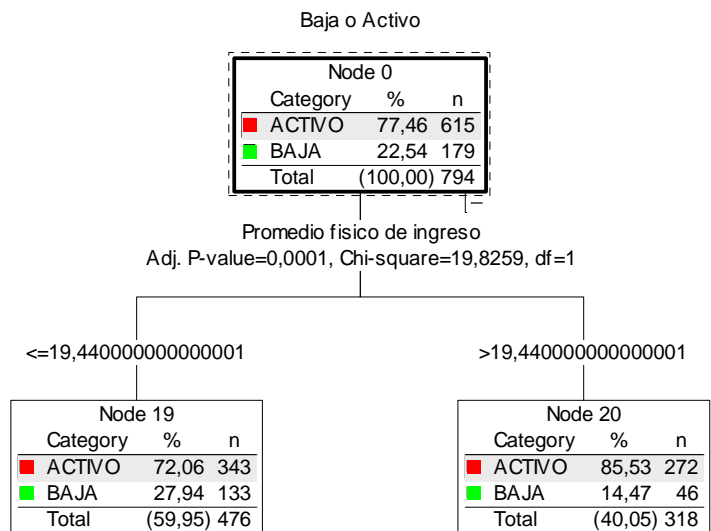
DESCRIPTIVOS			Estadístico
Resultado en GHC, ingreso	Media		13,30
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	13,13
		Límite superior	13,48
	Mediana		13,00
	Varianza		6,16
	Desv. típica		2,48
	Mínimo		0,00
	Máximo		20,00
	Rango		20,00
Resultado en Inglés, ingreso	Media		11,91
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	11,64
		Límite superior	12,17
	Mediana		11,60
	Varianza		14,18
	Desv. típica		3,77
	Mínimo		4,29
	Máximo		20,00
	Rango		15,71
Resultado en Computación, ingreso	Media		13,68
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	13,44
		Límite superior	13,92
	Mediana		14,00
	Varianza		12,02
	Desv. típica		3,47
	Mínimo		0,00
	Máximo		20,00
	Rango		20,00
Promedio académico de ingreso	Media		12,61
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	12,46
		Límite superior	12,77
	Mediana		12,48
	Varianza		5,10
	Desv. típica		2,26
	Mínimo		5,00
	Máximo		20,00
	Rango		15,00
Resultado en abdominales, ingreso	Media		18,81
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	18,64
		Límite superior	18,98
	Mediana		20,00
	Varianza		5,82
	Desv. típica		2,41
	Mínimo		0,53
	Máximo		20,00
	Rango		19,47

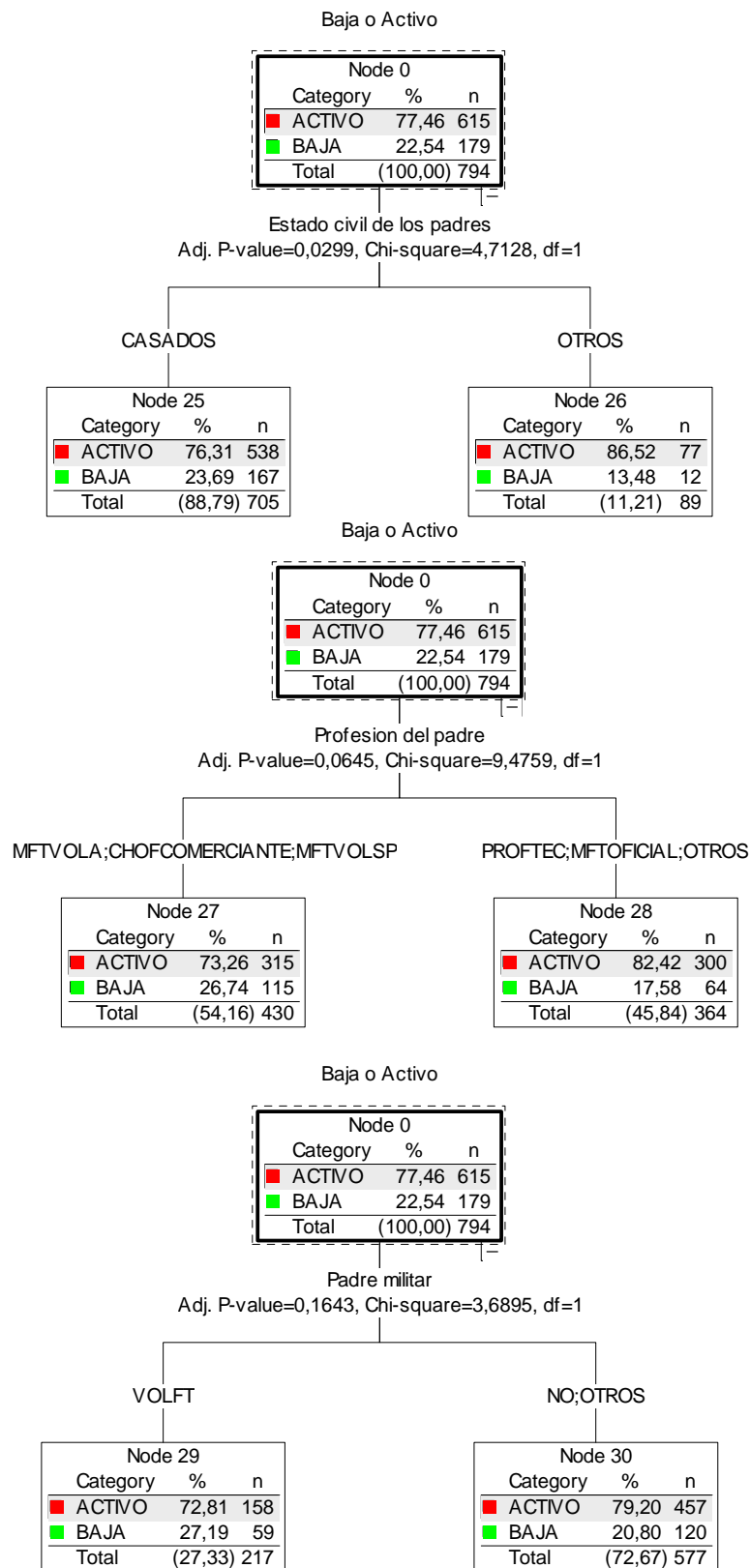
DESCRIPTIVOS			Estadístico
Resultado en Flexiones, ingreso	Media		18,97
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	18,80
		Límite superior	19,15
	Mediana		20,00
	Varianza		6,25
	Desv. típica		2,50
	Mínimo		0,53
	Máximo		20,00
	Rango		19,47
Resultado en Trote, ingreso	Media		17,50
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	17,23
		Límite superior	17,77
	Mediana		19,33
	Varianza		14,91
	Desv. típica		3,86
	Mínimo		0,27
	Máximo		20,00
Rango		19,73	
Resultado en Cabo, ingreso	Media		30,68
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	28,70
		Límite superior	32,66
	Mediana		20,00
	Varianza		810,84
	Desv. típica		28,48
	Mínimo		0,00
	Máximo		99,00
Rango		99,00	
Resultado en Natación, ingreso	Media		17,93
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	17,58
		Límite superior	18,27
	Mediana		20,00
	Varianza		24,47
	Desv. típica		4,95
	Mínimo		0,00
	Máximo		20,00
Rango		20,00	
Resultado en Salto, ingreso	Media		19,95
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	19,88
		Límite superior	20,02
	Mediana		20,00
	Varianza		1,01
	Desv. típica		1,00
	Mínimo		0,00
	Máximo		20,00
Rango		20,00	

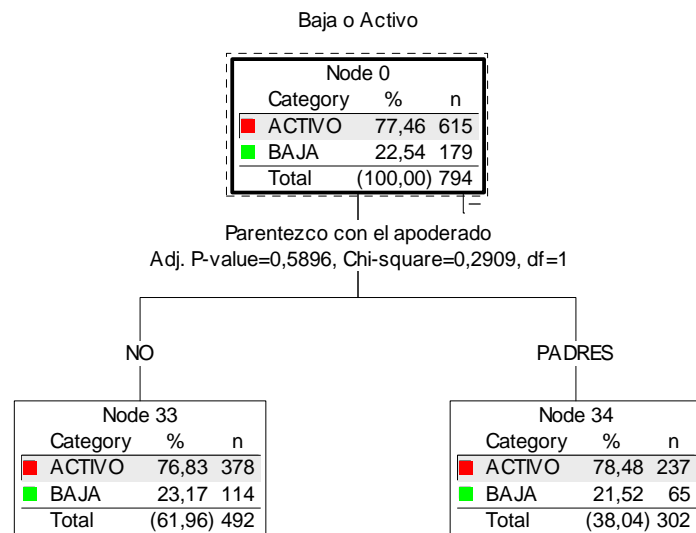
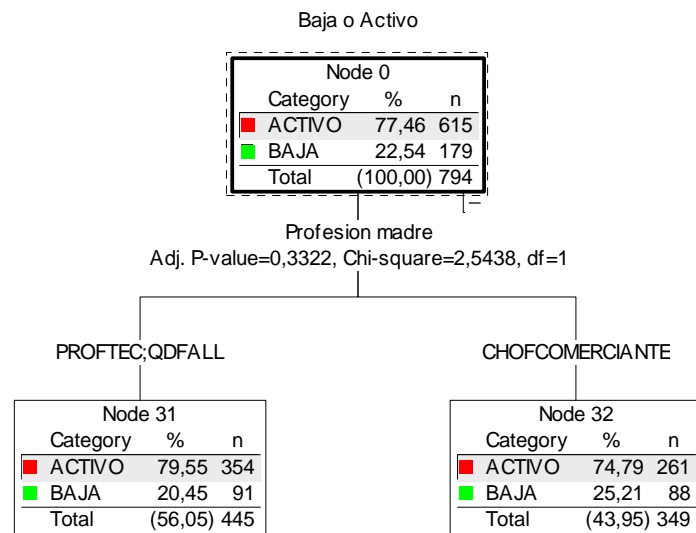
DESCRIPTIVOS			Estadístico
Promedio físico de ingreso	Media		18,25
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	18,09
		Límite superior	18,41
	Mediana		19,10
	Varianza		5,14
	Desv. típica		2,27
	Mínimo		2,00
	Máximo		20,00
	Rango		18,00
Promedio académico y físico de ingreso	Media		15,43
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	15,32
		Límite superior	15,55
	Mediana		15,55
	Varianza		2,75
	Desv. típica		1,66
	Mínimo		3,50
	Máximo		20,00
Rango		16,50	
Resultado de la entrevista para el ingreso	Media		17,98
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	17,90
		Límite superior	18,06
	Mediana		18,27
	Varianza		1,41
	Desv. típica		1,19
	Mínimo		10,67
	Máximo		20,00
Rango		9,33	
Ingreso padres	Media		1985,74
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	1886,82
		Límite superior	2084,67
	Mediana		1505,00
	Varianza		2016555,77
	Desv. típica		1420,05
	Mínimo		520,00
	Máximo		11500,00
Rango		10980,00	
Egreso padres	Media		802,28
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	748,26
		Límite superior	856,31
	Mediana		580,00
	Varianza		601418,84
	Desv. típica		775,51
	Mínimo		50,00
	Máximo		6600,00
Rango		6550,00	

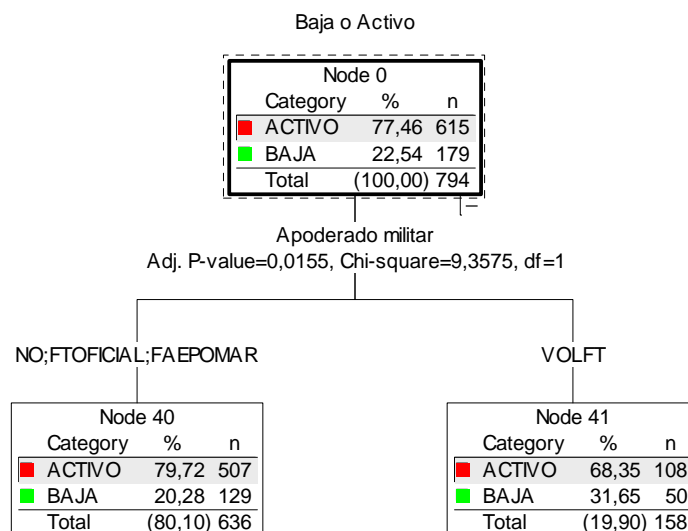
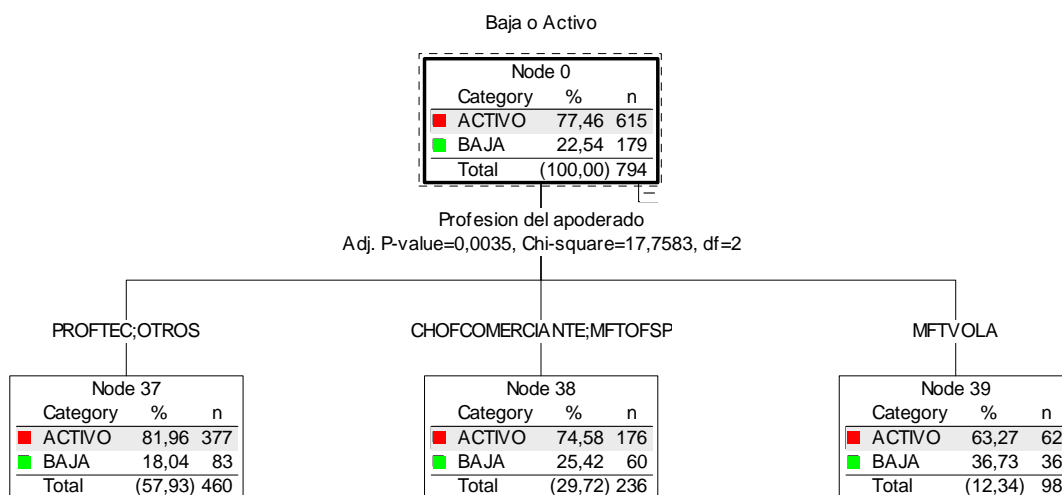
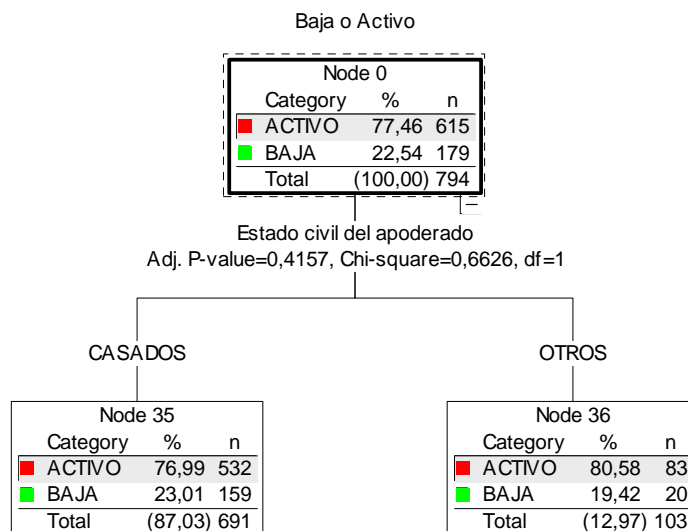
ANEXO 3: ÁRBOLES DE DECISIÓN

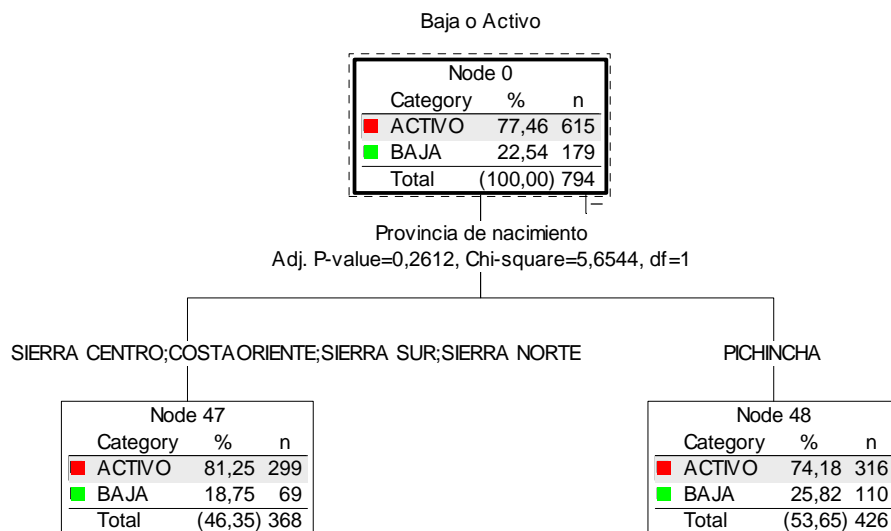
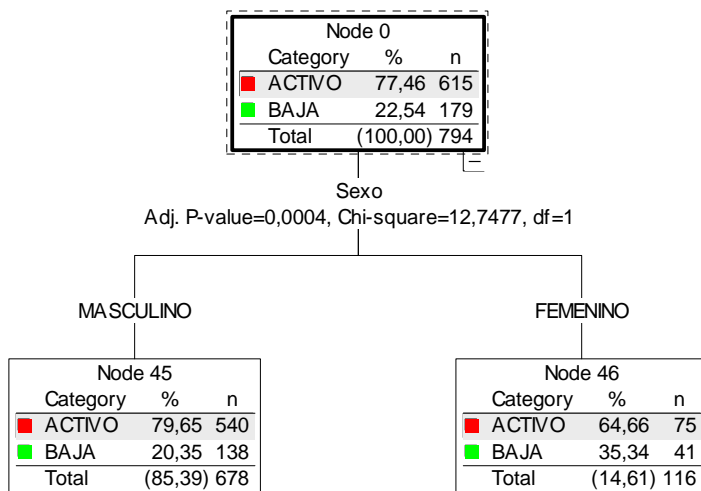
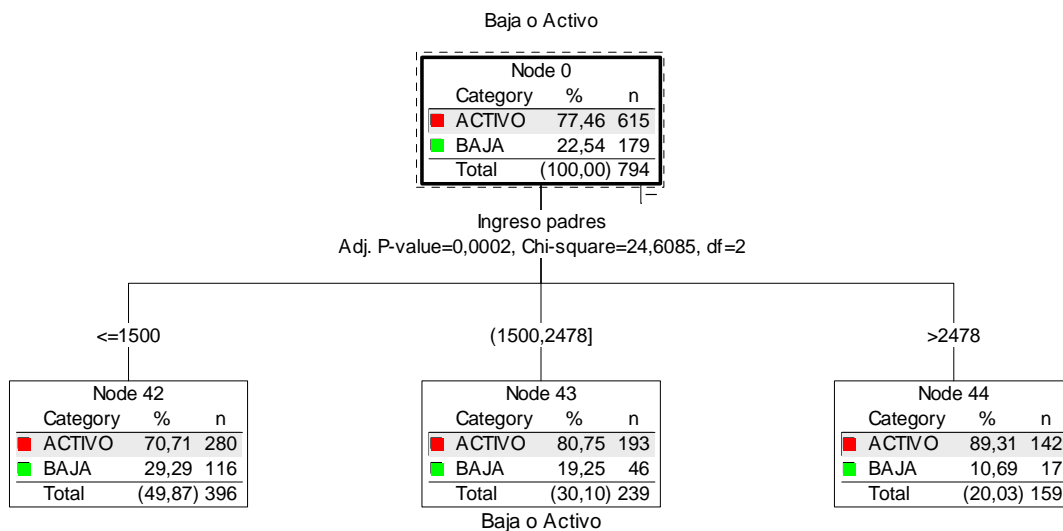


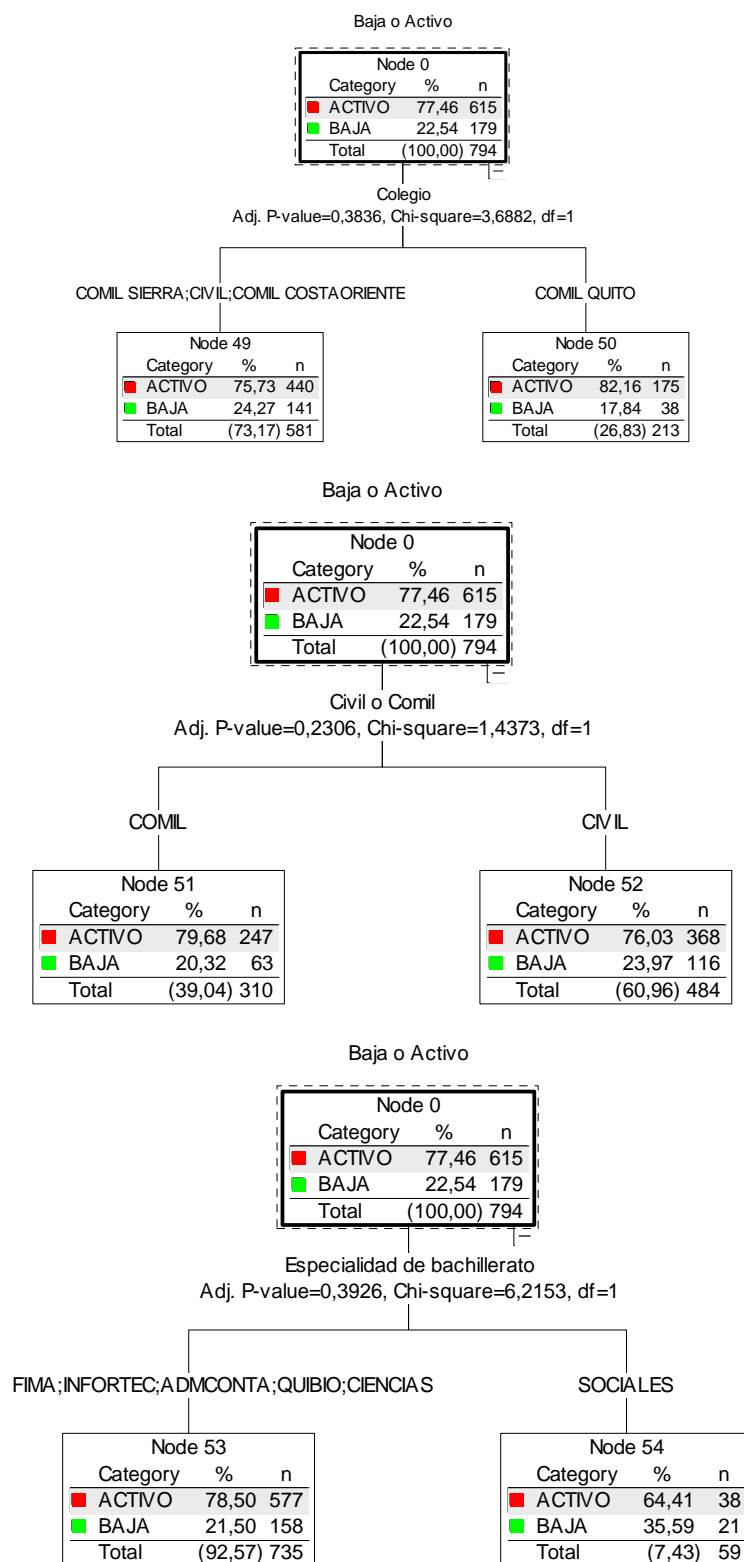


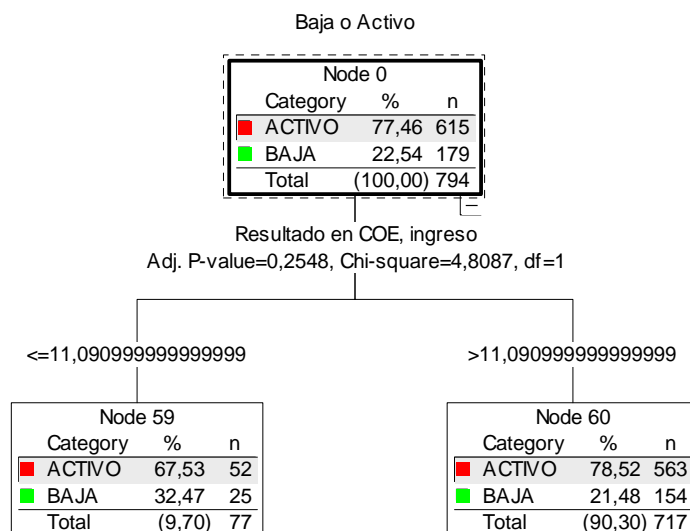
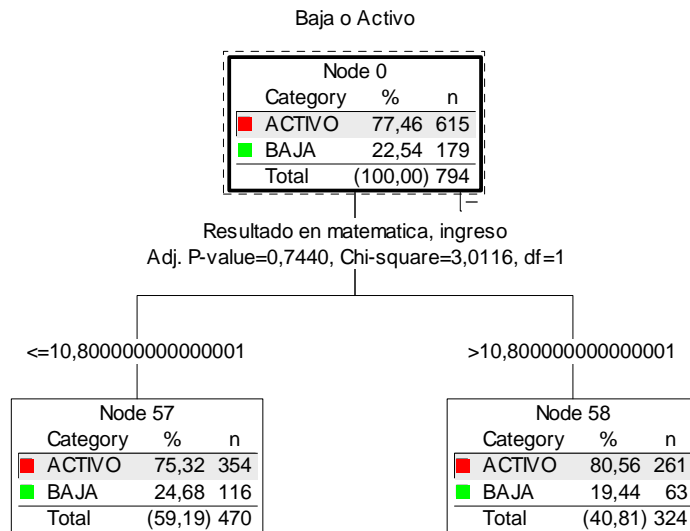
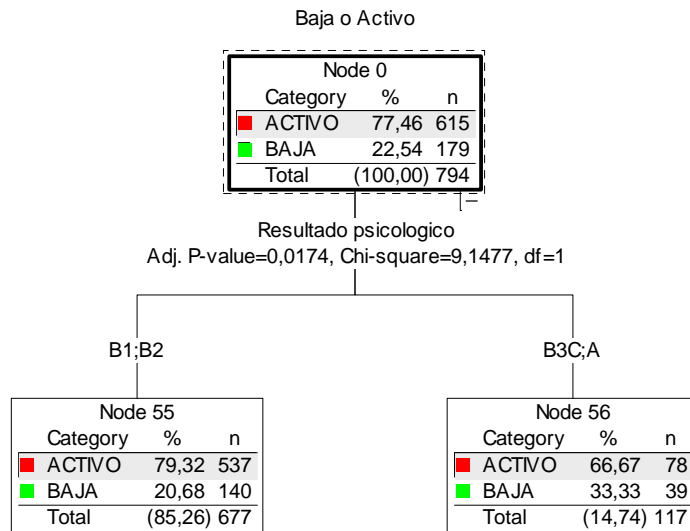


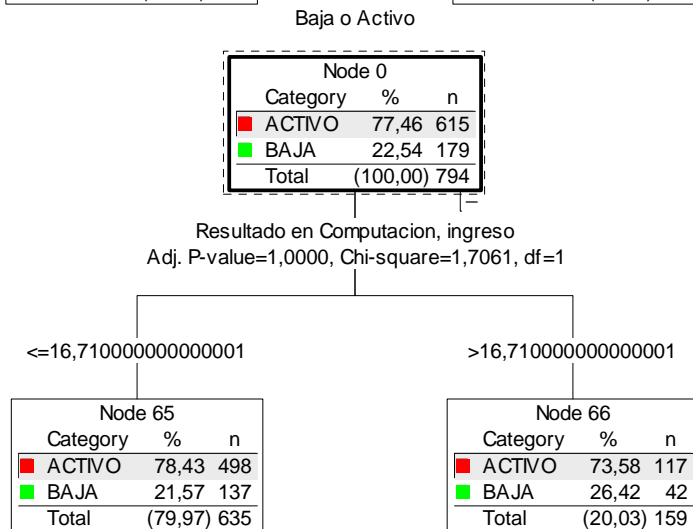
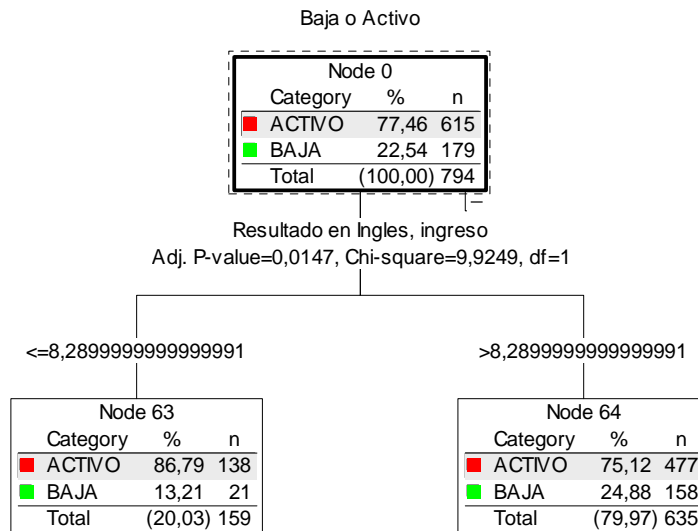
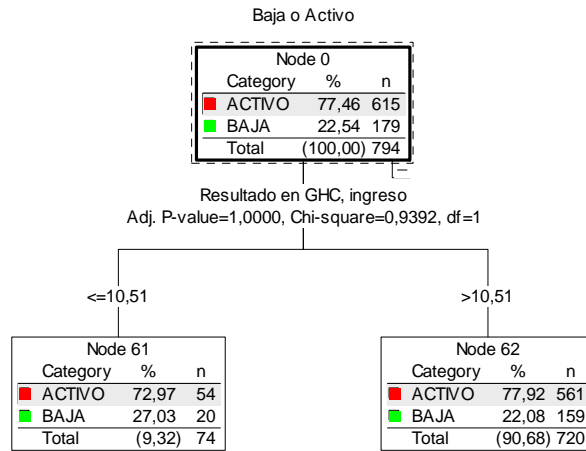


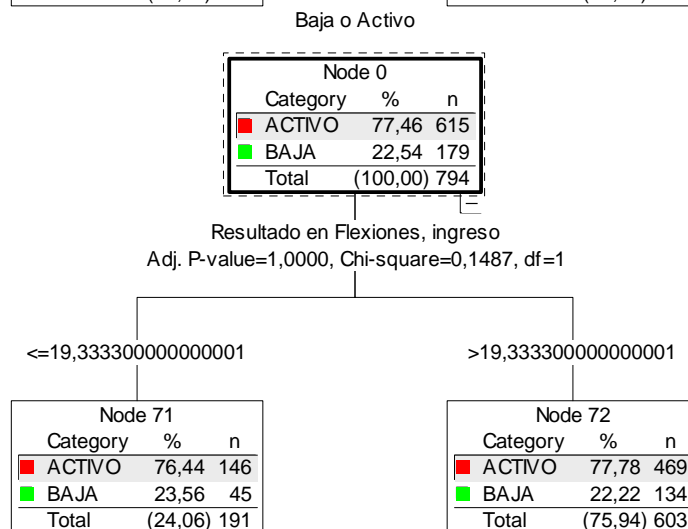
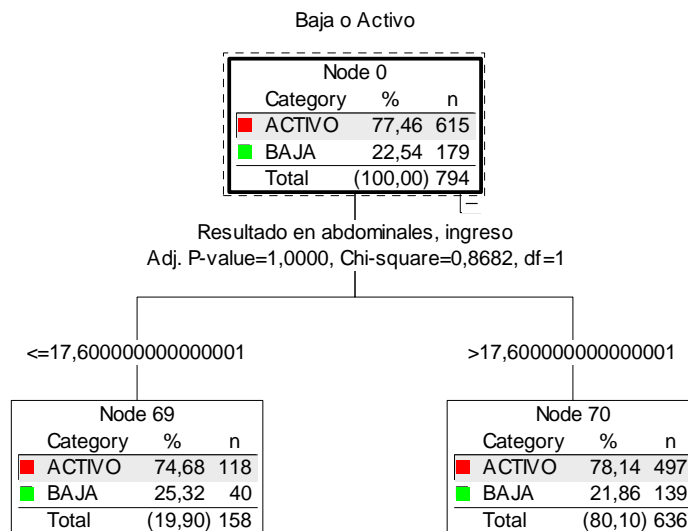
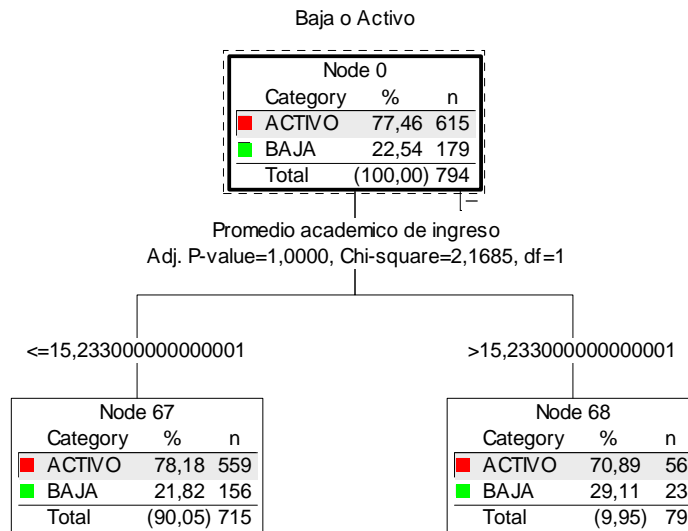












Baja o Activo

Node 0		
Category	%	n
■ ACTIVO	77,46	615
■ BAJA	22,54	179
Total	(100,00)	794

Resultado en Natacion, ingreso
Adj. P-value=0,6113, Chi-square=1,6151, df=1

<=19,933

>19,933

Node 73		
Category	%	n
■ ACTIVO	74,27	153
■ BAJA	25,73	53
Total	(25,94)	206

Node 74		
Category	%	n
■ ACTIVO	78,57	462
■ BAJA	21,43	126
Total	(74,06)	588

Baja o Activo

Node 0		
Category	%	n
■ ACTIVO	77,46	615
■ BAJA	22,54	179
Total	(100,00)	794

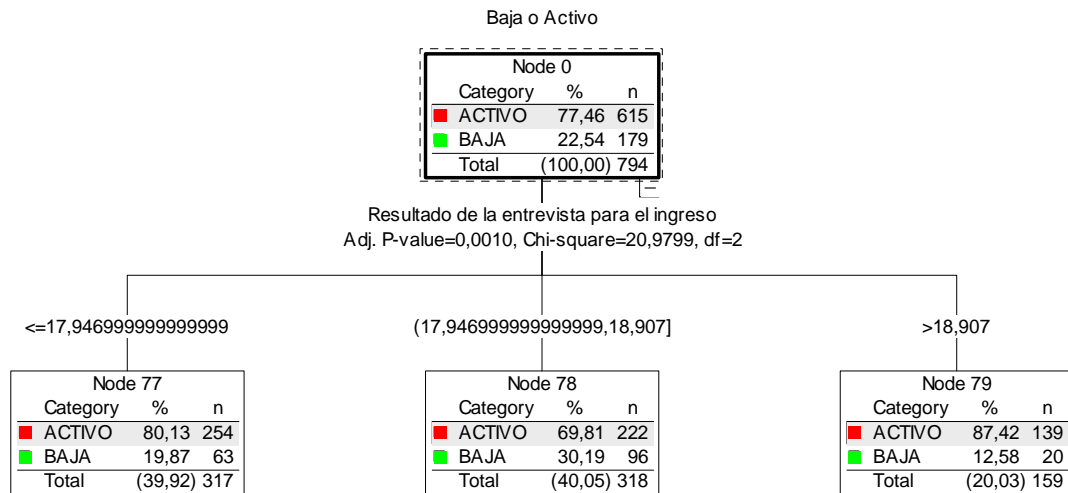
Promedio academico y físico de ingreso
Adj. P-value=0,0017, Chi-square=13,9462, df=1

<=15,193

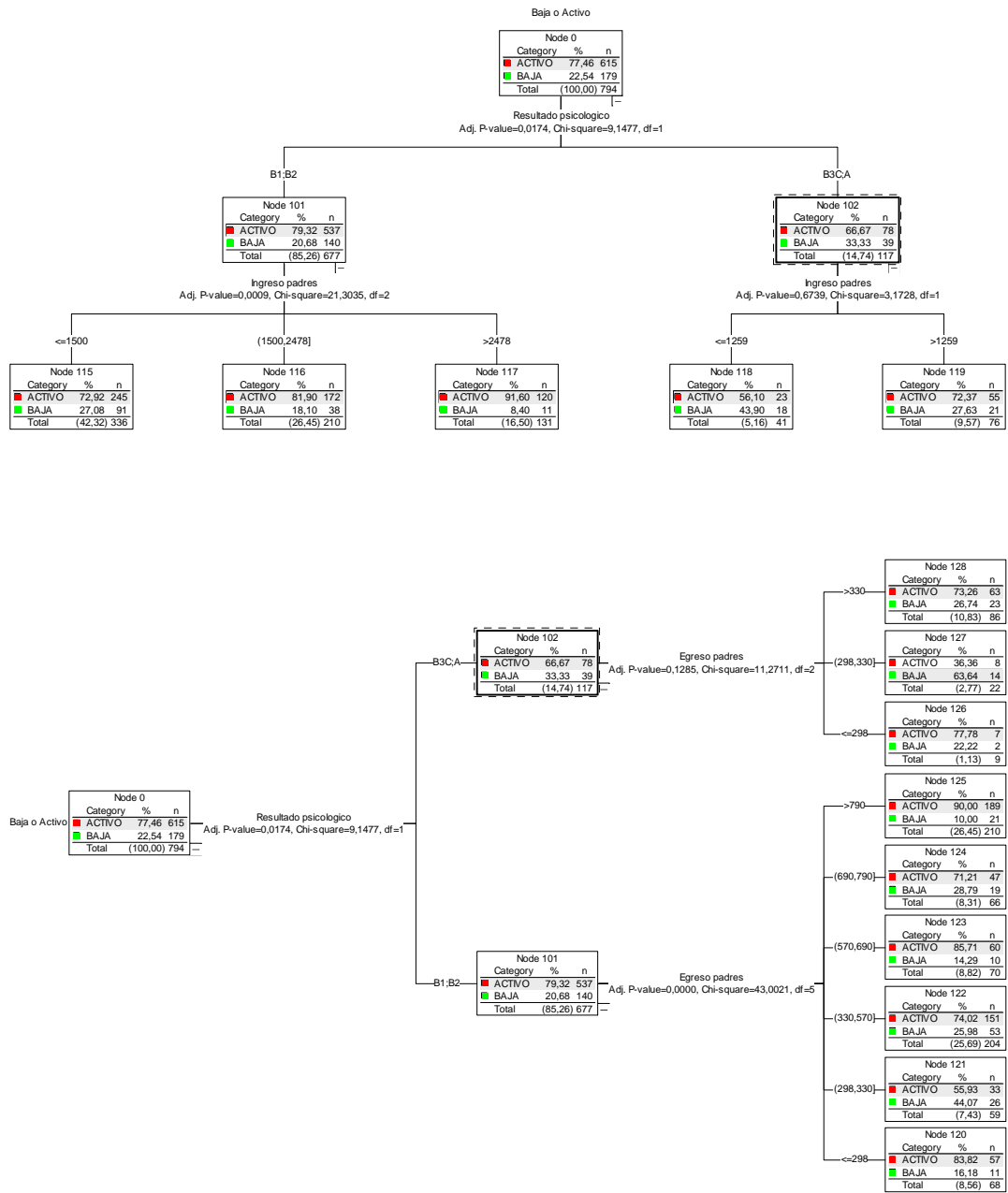
>15,193

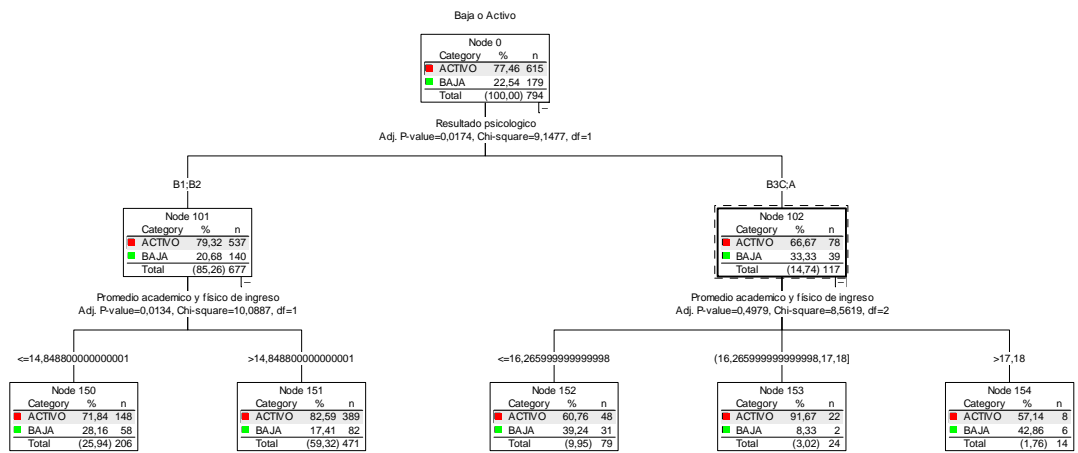
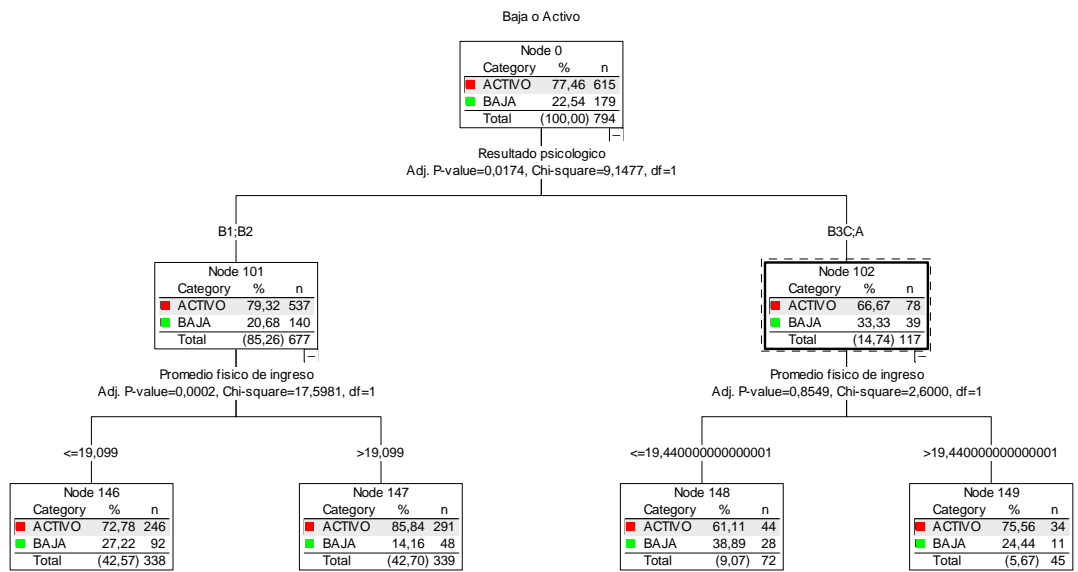
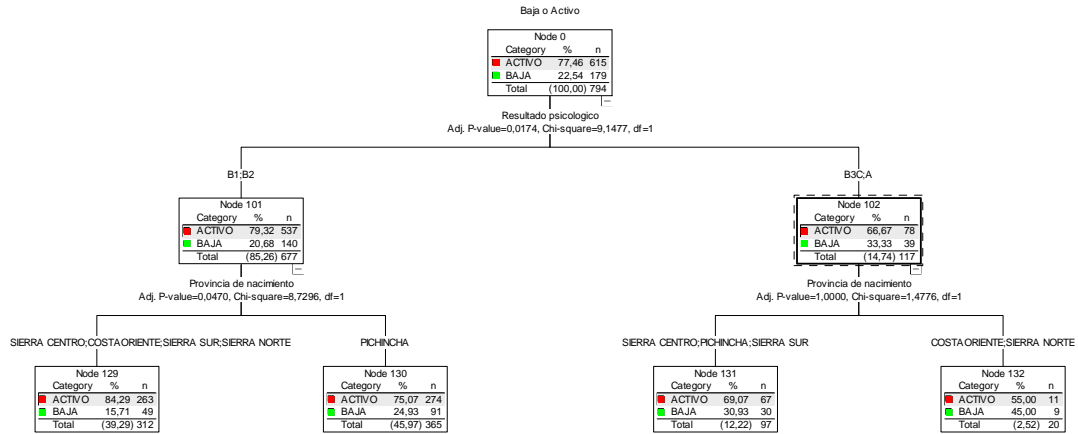
Node 75		
Category	%	n
■ ACTIVO	70,66	224
■ BAJA	29,34	93
Total	(39,92)	317

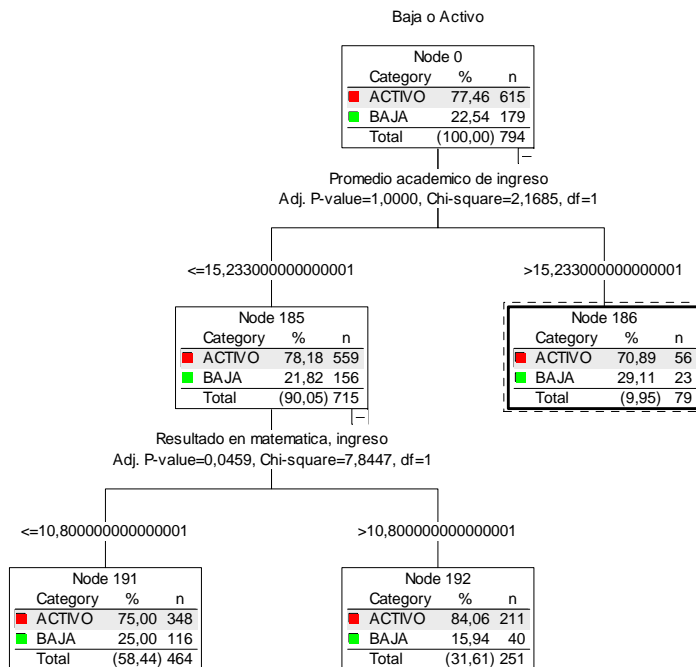
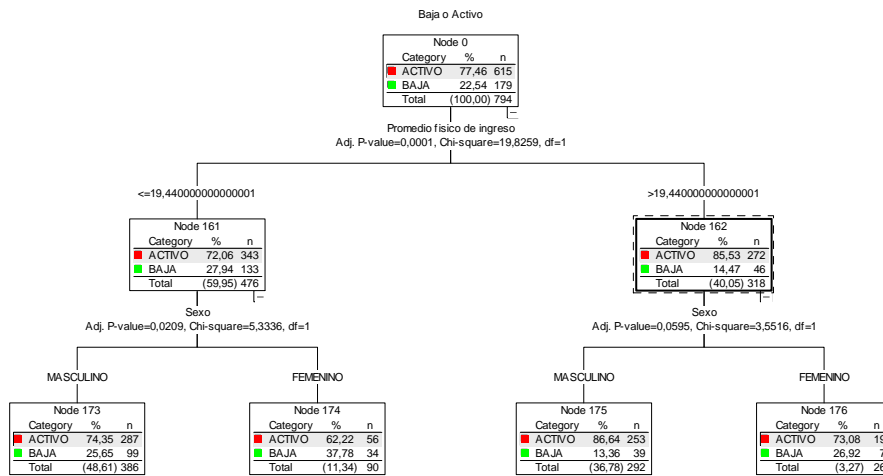
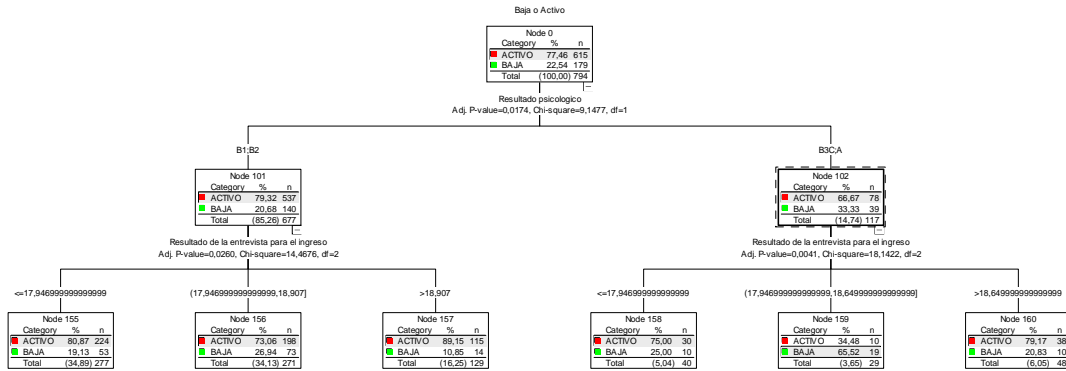
Node 76		
Category	%	n
■ ACTIVO	81,97	391
■ BAJA	18,03	86
Total	(60,08)	477

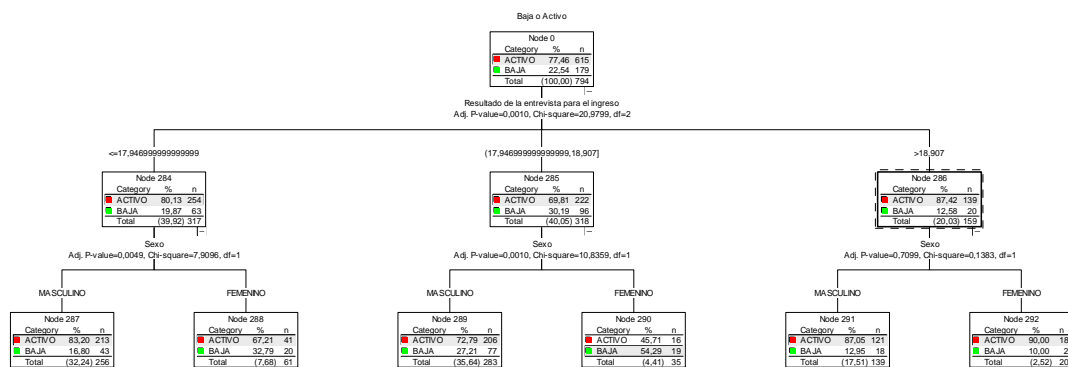
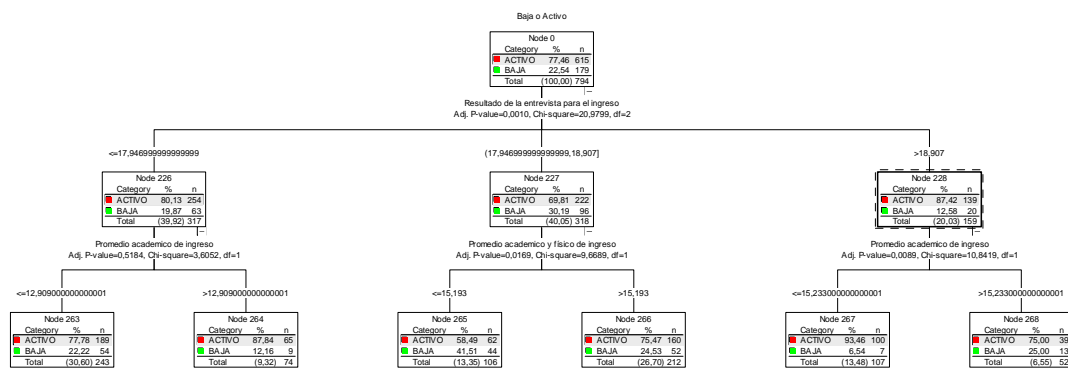
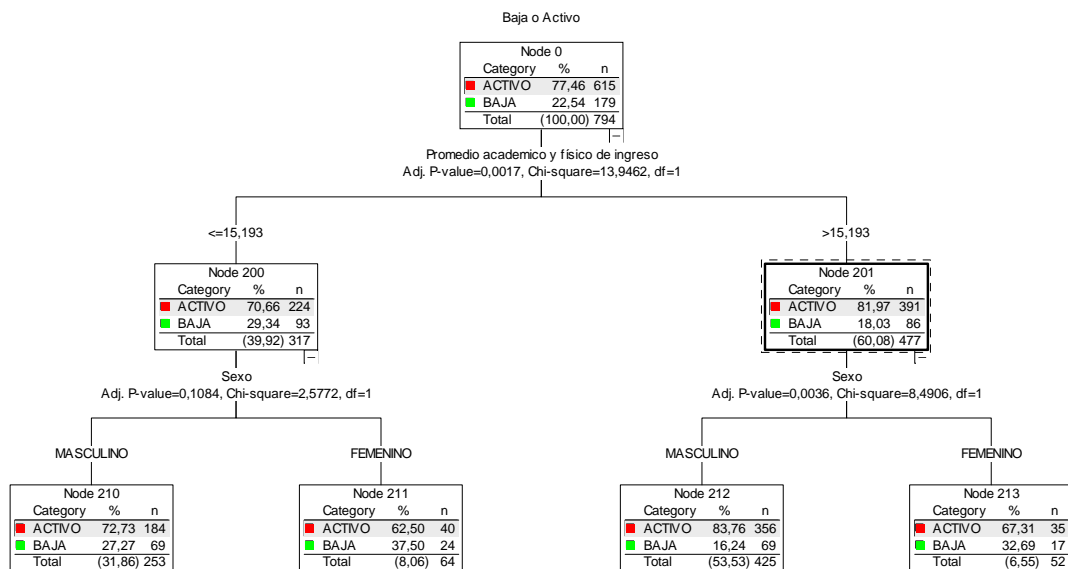


ANEXO 4: ÁRBOLES DE DECISIÓN MIXTAS









ANEXO 5: DATOS CRUZADOS ENTRE LAS VARIABLES SUMA Y VARIABLES INDEPENDIENTES

Tabla de contingencia Ingresos económicos de los padres * Suma de los pesos en intervalos

Recuento		Suma de los pesos en intervalos			Total
		<= 35	(35, 43]	> 43	
Ingresos económicos de los padres	<= \$1500	200	153	43	396
	(\$1500; \$2478]	82	64	93	239
	> \$2478	16	41	102	159
Total		298	258	238	794

Tabla de contingencia Egresos económicos de los padres * Suma de los pesos en intervalos

Recuento		Suma de los pesos en intervalos			Total
		<= 35	(35, 43]	> 43	
Egresos económicos de los padres	<= \$790	32	32	13	77
	(\$414; \$570]	31	34	16	81
	(\$298; \$330]	47	22	11	80
	(\$330; \$414]	70	58	30	158
	(\$570; \$690]	29	27	24	80
	<=\$298	28	23	22	73
	(\$690; \$790]	61	62	122	245
Total		298	258	238	794

Tabla de contingencia Resultados psicológicos * Suma de los pesos en intervalos

Recuento		Suma de los pesos en intervalos			Total
		<= 35	(35, 43]	> 43	
Resultados psicológicos	B1;B2	258	189	230	677
	B3;C;A	40	69	8	117
Total		298	258	238	794

Tabla de contingencia Promedio físico de ingreso * Suma de los pesos en intervalos

Recuento		Suma de los pesos en intervalos			Total
		<= 35	(35, 43]	> 43	
Promedio físico de ingreso	<= 19.44	272	131	74	477
	> 19.94	26	127	164	317
Total		298	258	238	794

Tabla de contingencia Promedio académico-físico de ingreso * Suma de los pesos en intervalos

Recuento

		Suma de los pesos en intervalos			Total
		<= 35	(35, 43]	> 43	
Promedio académico-físico de ingreso	> 15.19	200	77	32	309
	<= 15.19	98	181	206	485
Total		298	258	238	794

Tabla de contingencia Baja o Activo * Suma de los pesos en intervalos

Recuento

		Suma de los pesos en intervalos			Total
		<= 35	(35, 43]	> 43	
Baja o Activo	BAJA	101	53	25	179
	ACTIVO	197	205	213	615
Total		298	258	238	794

Tabla de contingencia Psicológicas y Egreso económico * Suma de los pesos en intervalos

Recuento

		Suma de los pesos en intervalos			Total
		<= 35	(35, 43]	> 43	
Psicológicas y Egreso económico	OTRO	256	211	116	583
	B1,B2 y > \$790	42	47	122	211
Total		298	258	238	794

Tabla de contingencia Psicológicas y Prom. físico de ingreso * Suma de los pesos en intervalos

Recuento

		Suma de los pesos en intervalos			Total
		<= 35	(35, 43]	> 43	
Psicológicas y Prom. físico de ingreso	OTRO	276	138	54	468
	B1,B2 y > 19.10	22	120	184	326
Total		298	258	238	794

Tabla de contingencia Psicológicas y Prom. académico-físico de ingreso * Suma de los pesos en intervalos

Recuento

		Suma de los pesos en intervalos			Total
		<= 35	(35, 43]	> 43	
Psicológicas y Prom. académico-físico de ingreso	OTRO	205	99	19	323
	B1,B2 y > 14.85	93	159	219	471
Total		298	258	238	794

Tabla de contingencia Psicológicas y Entrevista * Suma de los pesos en intervalos

Recuento		Suma de los pesos en intervalos			Total
		<= 35	(35, 43]	> 43	
Psicológicas y Entrevista	OTRO B1,B2 y > 18.907	292 6	251 7	140 98	683 111
Total		298	258	238	794

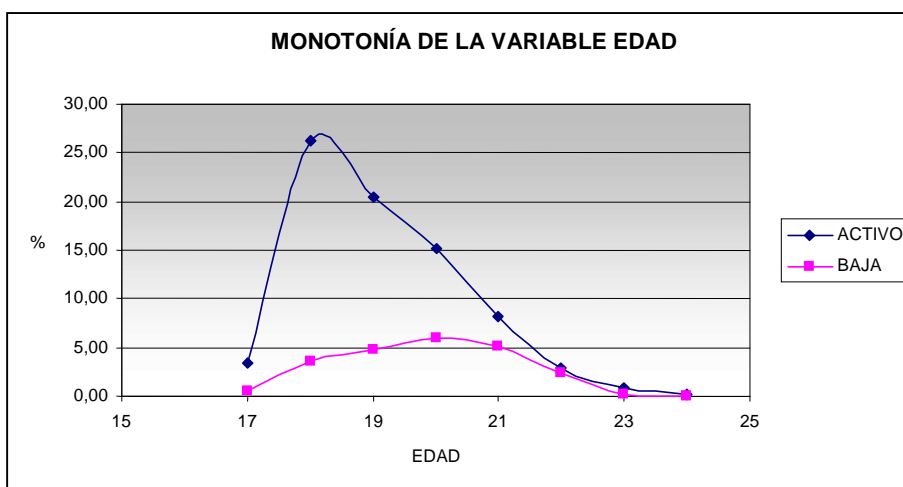
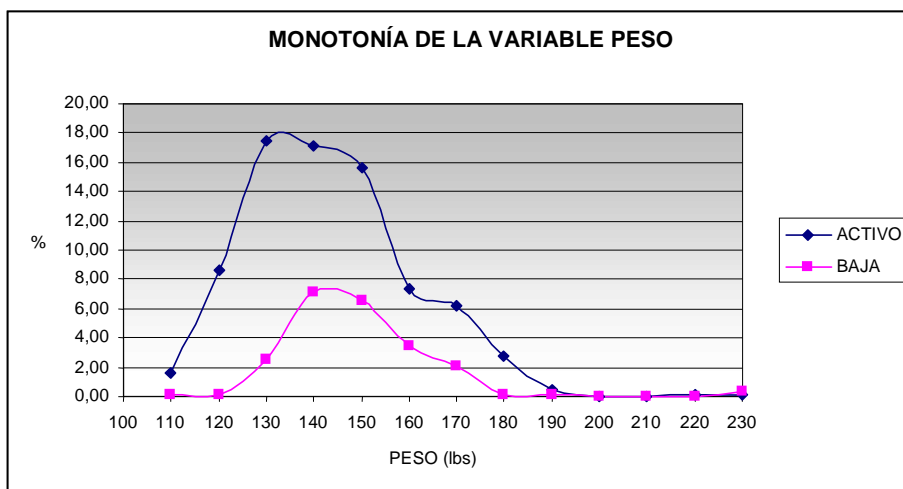
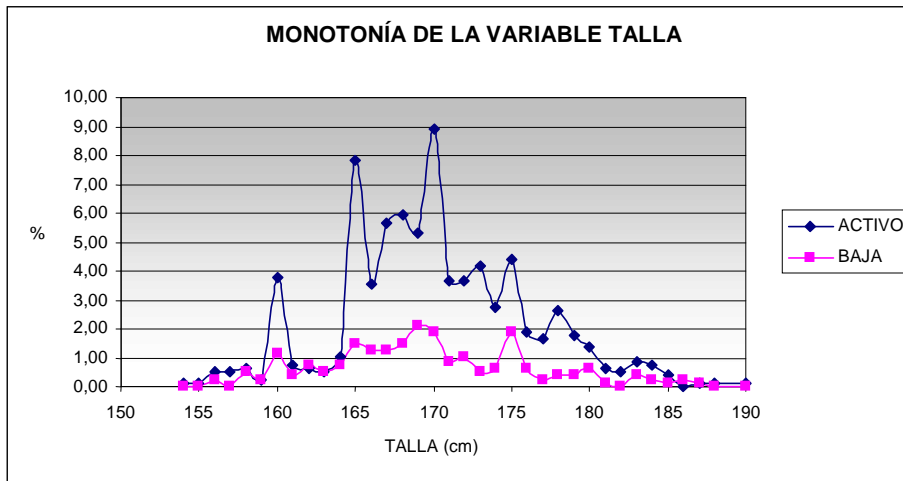
Tabla de contingencia Prom. Físico de ingreso y Sexo * Suma de los pesos en intervalos

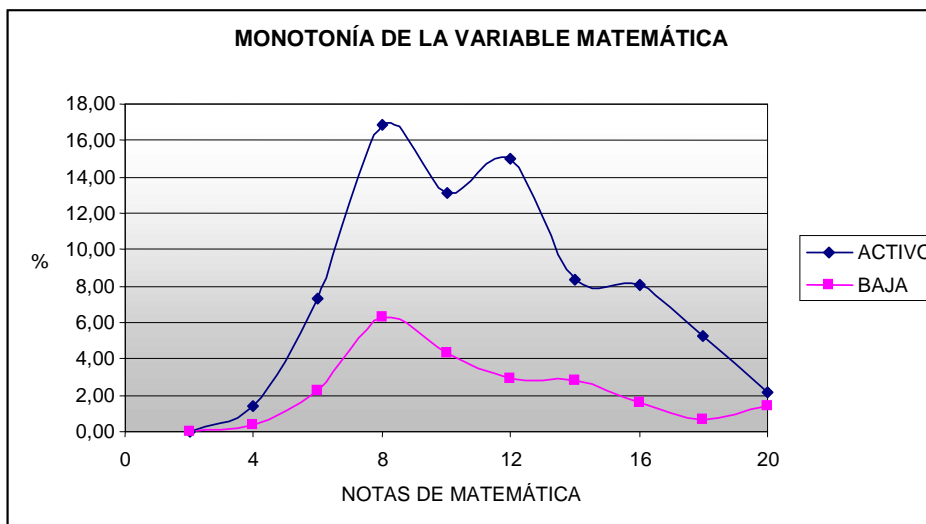
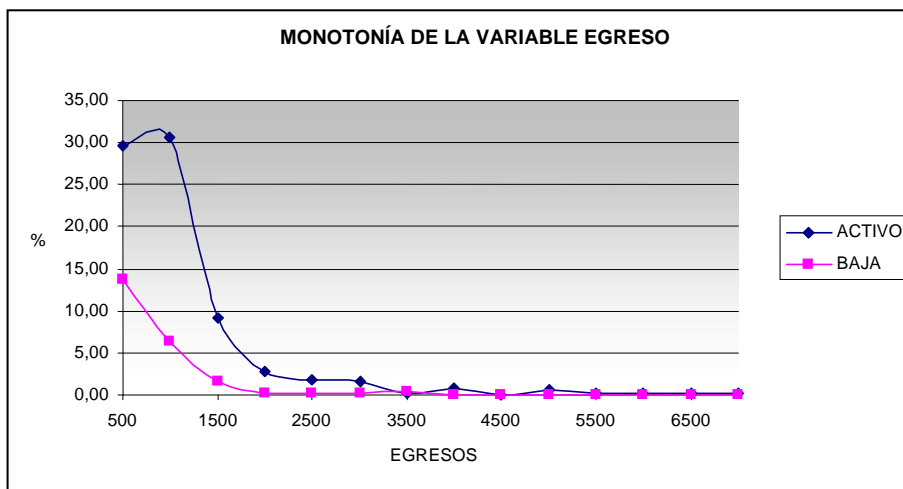
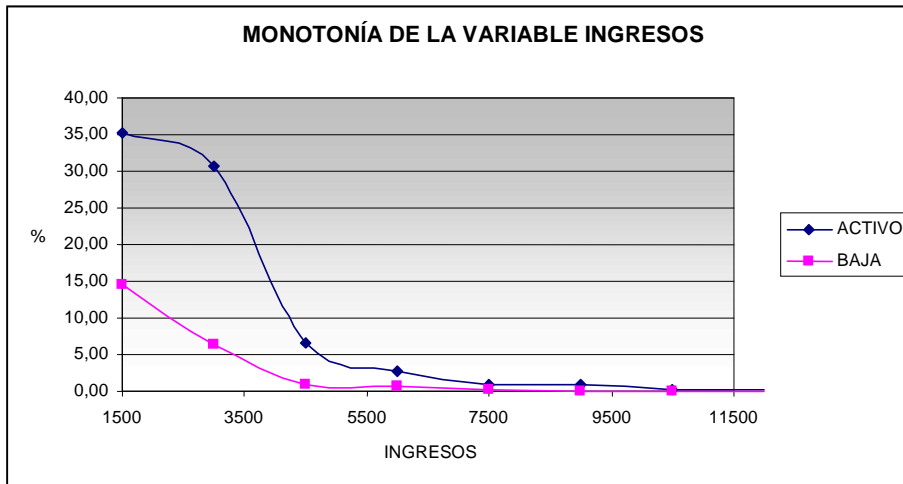
Recuento		Suma de los pesos en intervalos			Total
		<= 35	(35, 43]	> 43	
Prom. Físico de ingreso y Sexo	OTRO <= 19.44 y MASCULINO	111 187	132 126	164 74	407 387
Total		298	258	238	794

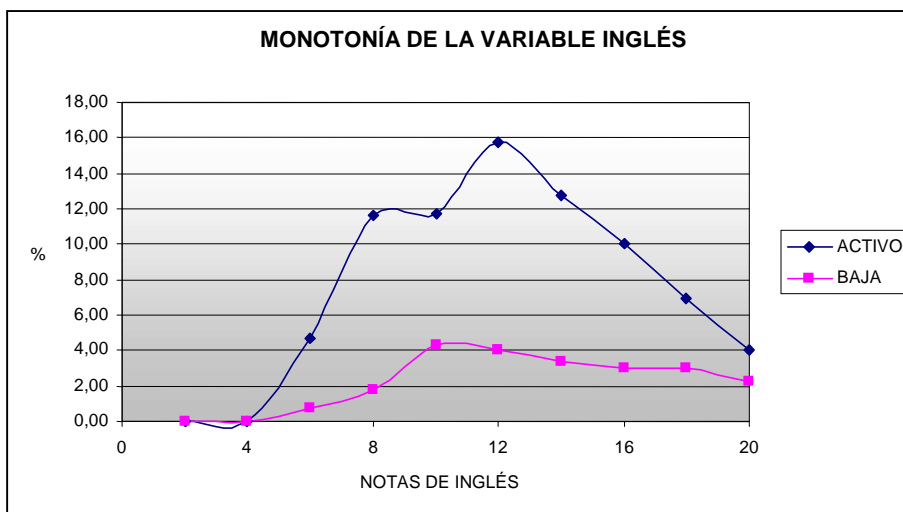
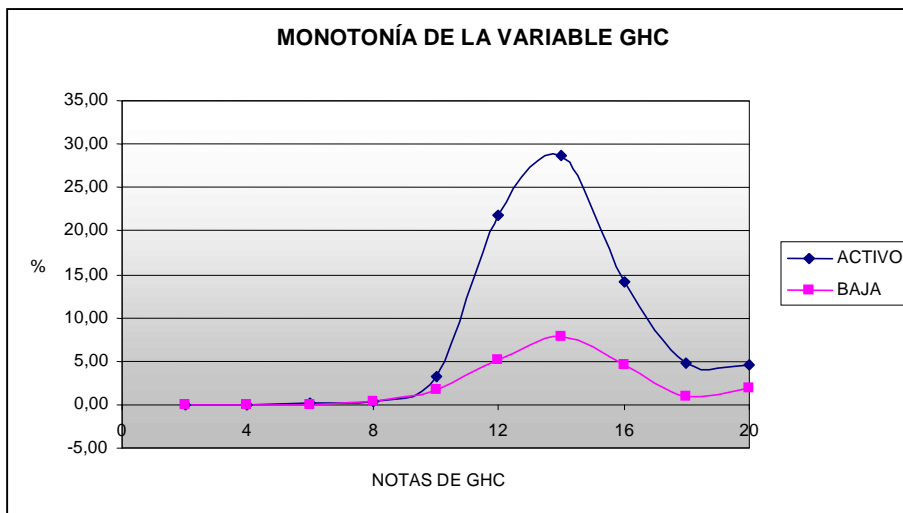
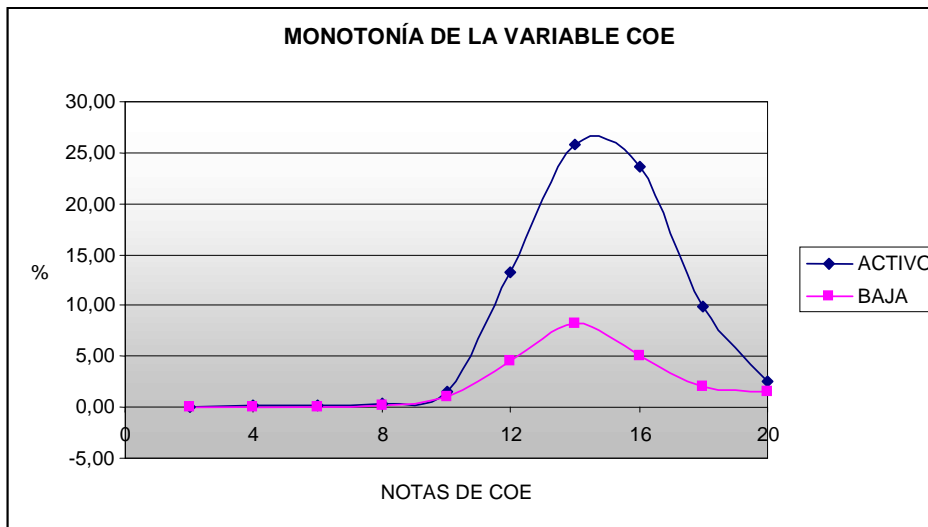
Tabla de contingencia Prom. Académico-Físico de ingreso y Sexo * Suma de los pesos en intervalos

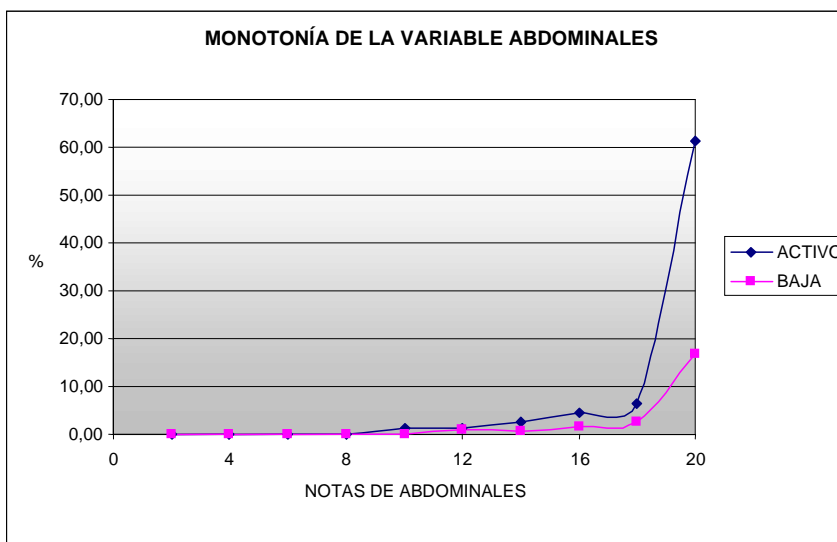
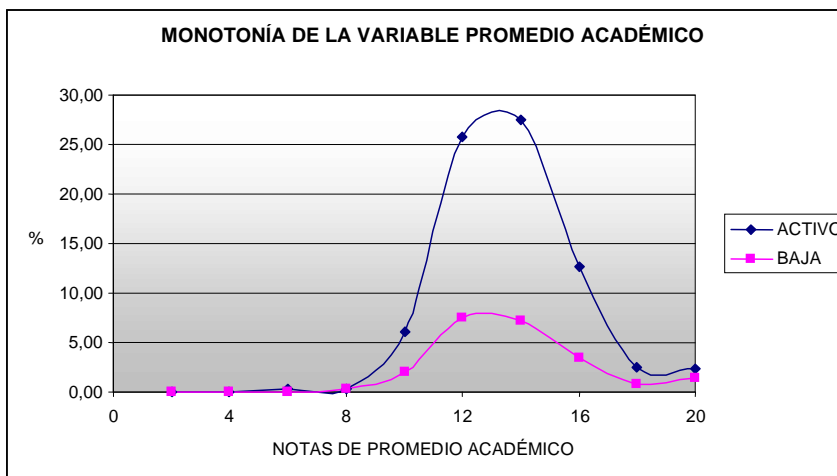
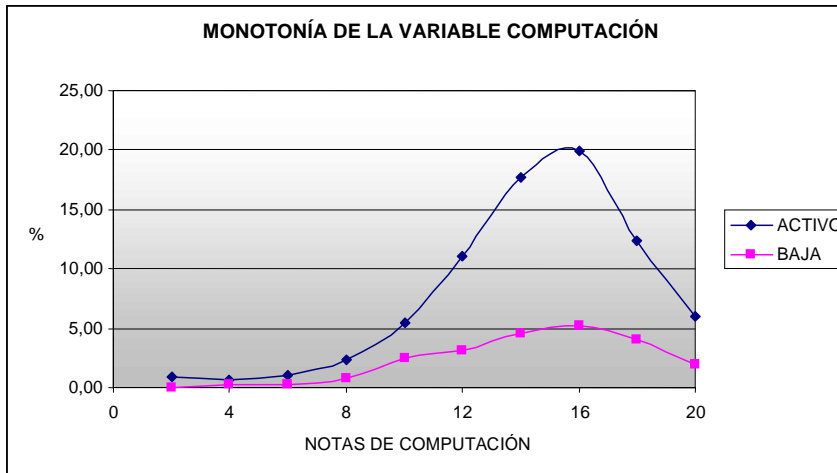
Recuento		Suma de los pesos en intervalos			Total
		<= 35	(35, 43]	> 43	
Prom. Académico-Físico de ingreso y Sexo	OTRO > 15.19 y MASCULINO	241 57	81 177	40 198	362 432
Total		298	258	238	794

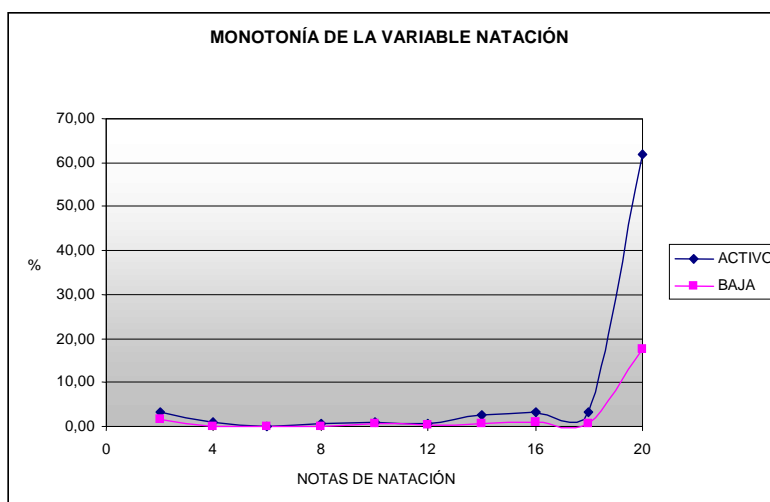
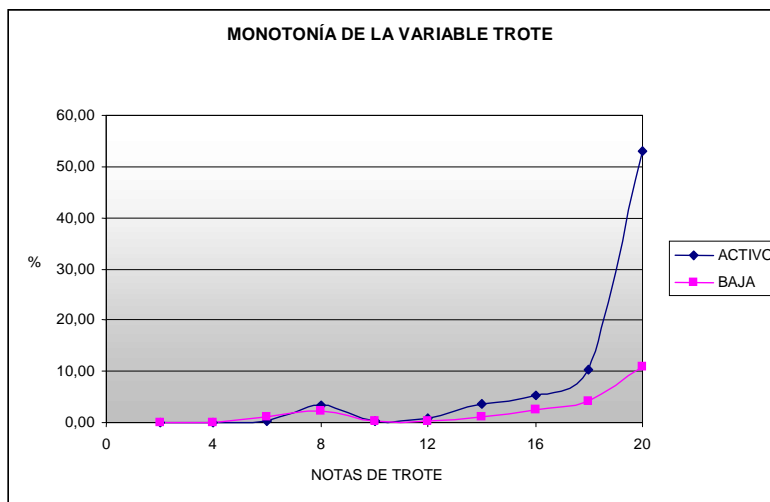
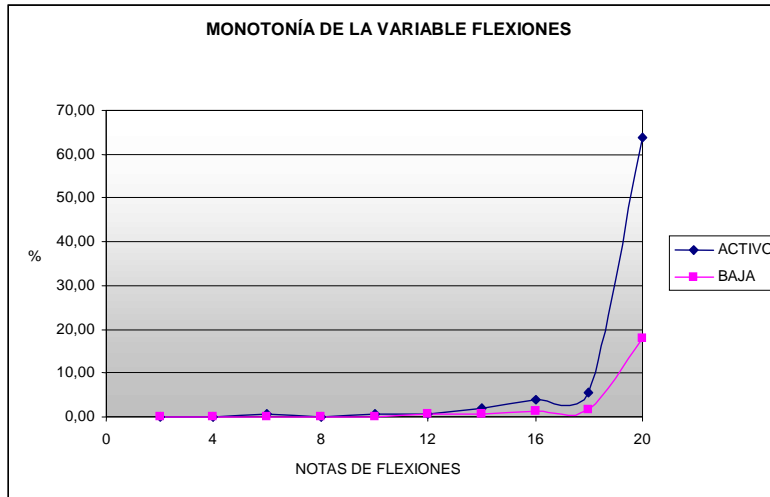
ANEXO 6: GRÁFICOS DE MONOTONÍA DE LAS VARIABLES NUMÉRICAS

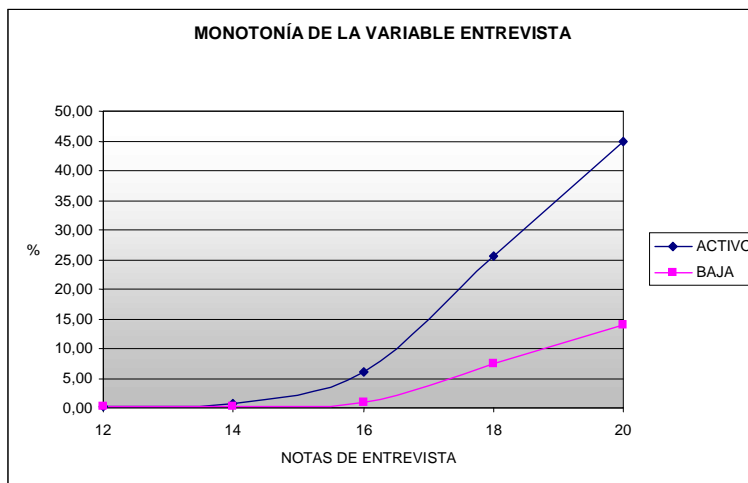
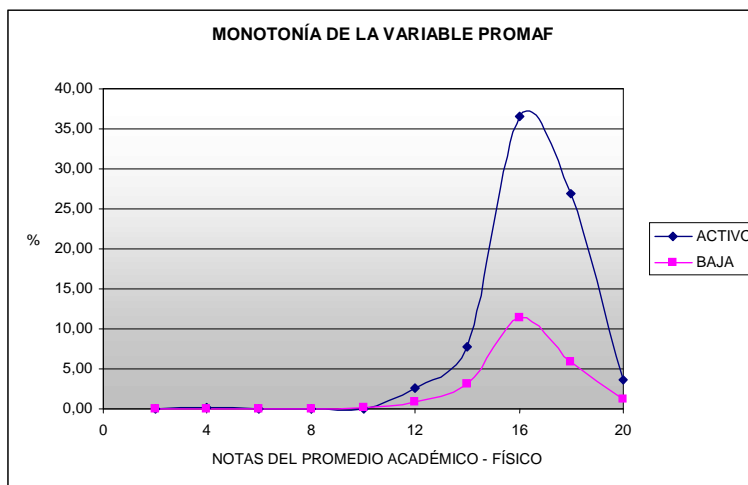
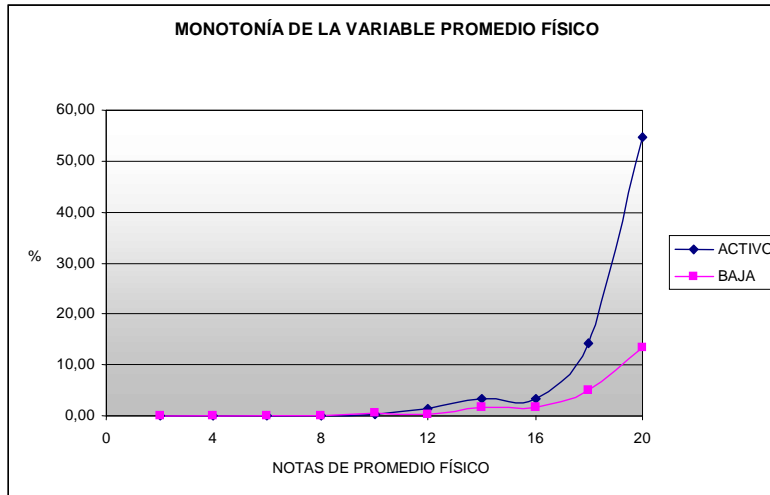












BIBLIOGRAFÍA

- Prospecto de Admisión a la ESMIL
- Libros de Notas Académicas de cadetes, Sección Técnica, ESMIL Eloy Alfaro, Quito, Ecuador.
- Timothy J. Ross, "Fuzzy Logic with Engineering Application", Publisher by John Wiley & Sons. Ltd, June 2005.
- Georje Bojadziev y María Bojadziev, "Fuzzy Logic for Business, Finance and Management", Published by World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd, 1997.
- Clavijo Gabriela, Enríquez Marco, "Control Lógico Difuso: Modelo de control de inventario aplicado a una fábrica de producción" Quito, EPN, Facultad de Ciencias, Mayo 2008
- Neuman J, Heiser W, SPSS Categorías 11.0, SPSS Inc. 2001
- Albert Gifi, "Nonlinear Multivariate Analysis", John Wiley and Sons, 1990.
- Salazar Franklin, "Análisis de homogeneidad en el análisis multivariante no lineal, estudio en centros de rehabilitación social", EPN, septiembre 2000.
- Javier Trejos, "Análisis Multivariante de Datos", Escuela de matemática, Universidad de Costa Rica, 1995.
- María Machev, "Estudio de Cohortes", Departamento de Estadística, Centro Rosarino de estudios perinatales, 2005.
- Estudio sobre repitencia y deserción en la educación superior Boliviana, Universidad Autónoma "Juan Misael Caracho", Tarija, Bolivia, Junio 2005.
- Diego Calvache y Ruth Vallejo, "Metodología para la obtención de un modelo de discriminación para la aprobación de solicitantes de crédito de consumo", EPN, Diciembre 2005.