

519.
VAC



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Instituto de Ciencias Matemáticas

**“ Análisis estadístico y Financiero de la Banca
ecuatoriana en la última década ”**

LIBRO
DE
BIBLIOTECA
DE LA
ESCUELA SUPERIOR
POLITECNICA DEL LITORAL
CIB - ESP

T E S I S D E G R A D O

Previa la obtención del Título de:

INGENIERO EN ESTADISTICA INFORMATICA

Presentada por:

Iliana Vaca Trigo



GUAYAQUIL - ECUADOR

A Ñ O

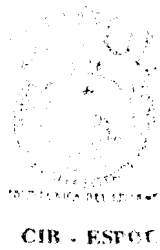
2 0 0 0



AGRADECIMIENTO

A la ESPOL y a todas las personas que colaboraron de alguna manera en la realización de la presente tesis en especial a la Ing. Margarita Martínez por su orientación, al **Econ. Wilson Cedeño** por sus consejos y a Fabricio por su paciencia.

DEDICATORIA



A mis padres Vilma y Bolívar

A mi hermano Gustavo

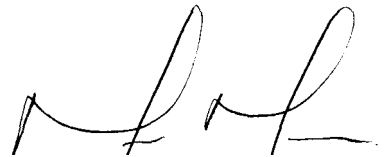
A mis compañeros

A mi país: Ecuador

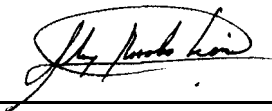
TRIBUNAL DE GRADUACION



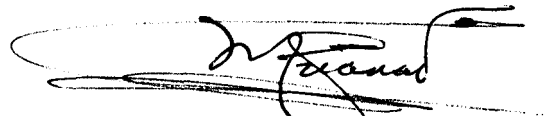
Ing. Félix Ramírez
DIRECTOR DEL I.C.M



Ing. **Margarita Martínez**
DIRECTORA DE TESIS



Ing. **Alex Arrobo**
VOCAL

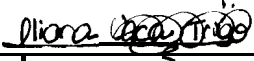


Econ. **Milton Triana**
VOCAL

DECLARACION EXPRESA

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

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)



Iliana Vaca Trigo

RESUMEN

La Banca privada ecuatoriana ha experimentado diversas variaciones en estos últimos diez **años**, el presente trabajo intenta exponer estos cambios y brindar a este sector de la **economía** una herramienta que le permita medir su desempeño de manera global, para lo cual se hace uso de técnicas estadísticas.

El CAPITULO 1 nos da un panorama del SISTEMA BANCARIO ECUATORIANO EN LA ÚLTIMA DÉCADA, haciendo una breve reseña histórica desde el nacimiento de la banca en el Ecuador hasta nuestros días, resaltando la crisis financiera vivida y el papel de los organismos de supervisión y control.

El CAPITULO 2 presenta el marco teórico referencial, justificando el uso del ANÁLISIS MULTIVARIADO DE DATOS, con énfasis en el Análisis

Discriminante para la creación de un modelo y el Análisis Factorial como herramienta para reducir variables.

El **CAPÍTULO 3** contiene la parte más importante de este trabajo en la que se detalla el **ANÁLISIS ESTADÍSTICO** efectuado, encontrando un criterio para clasificar a los bancos del Sistema Financiero según sus **índices** financieros.

El **CAPITULO 4** brinda un **ANÁLISIS FINANCIERO** que complementa el estudio estadístico realizado, exponiendo de manera individual la variación de algunos **índices** en los últimos años.

INDICE GENERAL

RESUMEN	II
ÍNDICE GENERAL	III
ÍNDICE DE FIGURAS	IV
ÍNDICE DE TABLAS	V
INTRODUCCIÓN	1
1. SISTEMA BANCARIO ECUATORIANO EN LA ÚLTIMA DÉCADA	3
1.1 Síntesis histórica de la banca	3
1.2 Banca ecuatoriana en la última década	11
1.3 Crisis Financiera	19
1.4 Regulación y supervisión de las instituciones bancarias	23
1.4.1 Regulación	23
1.4.2 Supervisión	28
1.5 Organismos de control	30
1.51 Banco Central del Ecuador	30
1.52 Superintendencia de Bancos	32

1.53 Agencia de Garantía de Depósitos	33
1.6 Auditorías Bancarias	35
1.7 Indicadores financieros	38
2. ANÁLISIS MULTIVARIADO DE DATOS	41
2.1 Introducción	41
2.2 Análisis Multivariado	43
2.3 Componentes Principales	45
2.4 Análisis de Factores	47
2.5 Análisis Discriminante	48
2.5.1 Clasificación con dos poblaciones	49
2.5.2 Función Discriminante de Fisher	51
2.5.3 Evaluación de la Función de Clasificación	53
3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	56
3.1 Determinación de las variables representativas de la actividad bancaria	57
3.1.1 Descripción de las variables a utilizarse	58
3.2 Determinación de factores representativos de la actividad bancaria	64

3.3 Clasificación de los bancos privados según sus índices financieros	75
3.4 Aplicación	89
4. ANÁLISIS FINANCIERO	92
4.1 Activos	96
4.2 Pasivos	100
4.3 Patrimonio	103
4.4 Estructura y Calidad de Activos	104
4.5 Capitalización	110
4.6 Liquidez	111
4.7 Rentabilidad	113
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	116

ANEXOS

BIBLIOGRAFIA

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 3.1	Criterio de raíces latentes	66
FIGURA 3.2	Densidades Normales para la función Discriminante	85
FIGURA 4.1	Total de Activos del Sistema	96
FIGURA 4.2	Bancos con mayor participación de activos dentro del sistema	98
FIGURA 4.3:	Porcentaje de cartera de crédito dentro de los activos del sistema	99
FIGURA 4.4:	Cartera de crédito	100
FIGURA 4.5:	Total de pasivos del sistema	100
FIGURA 4.6:	Bancos con mayor porcentaje de pasivos dentro del sistema	101
FIGURA 4.7:	Depósitos a la vista	102
FIGURA 4.8:	Depósitos a plazo	103
FIGURA 4.9:	Patrimonio	104

FIGURA 4.10: Variación del índice: Activos productivos/Total de Activos en los últimos años (Bancos grandes y medianos)	105
FIGURA 4.11: Variación del índice: Activos productivos/Total de Activos en los últimos años (Bancos pequeños e internacionales)	106
FIGURA 4.12: Variación del índice: Cartera Vencida/Total de cartera en los últimos años (Bancos grandes y medianos)	107
FIGURA 4.13: Variación del índice: Cartera Vencida/Total de cartera en los últimos años (Bancos pequeños e internacionales)	106
FIGURA 4.14: Variación del índice: Provisiones de cartera/ Cartera vencida en los últimos años (Bancos grandes y medianos)	109
FIGURA 4.15: Variación del índice: Provisiones de cartera/Cartera vencida en los últimos años (Bancos pequeños e internacionales)	109
FIGURA 4.16: Variación del índice: Patrimonio/Total de Pasivo en los últimos años (Bancos grandes y medianos)	110

FIGURA 4.17: **Variación del índice: Patrimonio/Total** de Pasivo en los últimos **años** (**Bancos pequeños e internacionales**) 111

FIGURA 4.18: Variación del **índice: Fondos disponibles/total** de depósitos en los últimos **años** (Bancos **pequeños e internacionales**) 112

FIGURA 4.19: **Variación del índice: Fondos disponibles/total** de depósitos en los últimos **años** (Bancos grandes y medianos) 113

FIGURA 4.20: Variación del **índice: Resultado del ejercicio/ Patrimonio promedio** en los últimos **años** (Bancos grandes y medianos) 114

FIGURA 4.21: **Variación del índice: Resultado del ejercicio/ Patrimonio promedio** en los últimos **años** (Bancos pequeños e internacionales) 114



INDICE DE TABLAS

TABLA I	Número de entidades bancarias	13
TABLA II	Captaciones de la banca privada	20
TABLA III	Clasificación de los bancos según las auditorías	37
TABLA IV	Varianza total explicada	67
TABLA V	Matriz de cargas	68
TABLA VI	Varianza total explicada utilizando Varimax	70
TABLA VII	Matriz de cargas de los factores rotados	70
TABLA VIII	Factores Formados	72
TABLA IX	Estadísticas descriptivas de los grupos	81
TABLA X	Centros de cada grupo	82
TABLA XI	Coeficientes de las funciones de clasificación	86
TABLA XII	Resultados de la clasificación	87
TABLA XIII	Número de entidades bancarias	93
TABLA XIV	Crecimiento nominal anual de las principales cuentas	97

INTRODUCCION

En el presente trabajo se ha efectuado un recorrido histórico por la Banca ecuatoriana, a lo largo de la década de los 90 con los siguientes objetivos:

- Observar cambios políticos, legales y económicos que se han desarrollado y encontrar una relación entre dichos cambios y la crisis financiera vivida.
- Señalar las obligaciones y atribuciones de los organismos de supervisión, regulación y control, determinando el papel que desempeñan dentro del sector bancario y su participación dentro de la crisis financiera.
- Presentar un criterio de clasificación de entidades bancarias que permita conocer la probabilidad de quiebra de dichas **instituciones**, es el objetivo principal de este estudio. Este criterio puede facilitar la toma de

decisiones tácticas o estratégicas a las personas que les competen, en beneficio de la institución, de sus directivos, los clientes, el Sistema Financiero, y en general el Estado ecuatoriano. Para lograr esto se ha hecho uso de herramientas estadísticas, haciendo énfasis en el Análisis Discriminante que se expone en la presente obra.

- Hacer uso de información que sea pública y se encuentre disponible, de este modo la herramienta presentada será de gran utilidad no solo para aquellas personas vinculadas con el sector bancario, sino para cualquier persona, constituyéndose así de gran ayuda incluso para los clientes.

Las variables utilizadas son indicadores financieros utilizados ampliamente con diversos fines pero que en esta ocasión constituyen características que miden el **desempeño** de un banco en diversas áreas de manera individual.

CAPITULO 1:

1. SISTEMA BANCARIO ECUATORIANO EN LA ÚLTIMA DÉCADA

1.1 Síntesis histórica de la banca

Luego de conseguir su independencia en 1830, Ecuador, mantenía una economía poco monetizada pero dedicada básicamente al comercio exterior. Estas actividades le ocasionaron al país insuficiencia de recursos monetarios, además de una serie de acontecimientos que determinaron que en 1832 se dicte por primera vez la Ley de Monedas para regular la acuñación de dinero y plata. En 1869 se promulgó la Ley de Bancos Hipotecarios, cuyo objetivo era financiar la construcción de obras públicas importantes.

Desde 1871 la primera Ley de Bancos comenzó a controlar a los bancos comerciales permitiéndoles, a aquellos que tuvieran una reserva metálica superior al 33% que operen como emisores.

En 1884, se estableció el Banco Anglo Americano (luego Banco Comercial Agrícola), en la ciudad de Guayaquil y que hasta antes de 1927 **desempeñó** un papel importante en la economía nacional por ser el banco emisor de mayor importancia.

En 1899 se reformó la Ley de Bancos y llegaron a ser seis los bancos emisores. En el año de 1920 surge en la Conferencia Internacional de Bruselas, la propuesta que los países tengan Bancos Centrales. Más tarde durante la revolución juliana (9 de julio de 1925), el señor Luis **Dillón** en una apasionada pero regionalista disputa con el Banco Comercial Agrícola de Guayaquil preparaba la creación del Banco Central.

Al ser destituida la Junta Civil en 1926, el Dr. Isidro **Ayora** se convirtió en el precursor de la fundación del Banco Central en 1927, y creador de otras instituciones y leyes.

El año 1927 identifica una transformación en el ramo financiero y bancario con la misión Kemmerer que expidió la Ley Orgánica de Bancos, la Ley Orgánica del Banco Hipotecario del Ecuador (Banco Nacional de Fomento) y la Ley Orgánica del Banco Central, que afianzaron el sistema financiero en el **país**, así como otras leyes que regularon el manejo de la hacienda pública.

Desde entonces, se estableció la supervisión de las operaciones bancarias mediante la creación de la Superintendencia de Bancos el día 6 de Septiembre de 1927. En este mismo año se crean la Ley General de Bancos y la Ley de Cheques.

Por los años 30 el país sufría grandes efectos de la depresión mundial, el fin de la era cacaotera y una gran inestabilidad política que ocasionó la quiebra de algunos bancos.

En 1932 debido a la presión política y del gobierno, se violaron las normativas impuestas por la misión Kemmerer que exigía total independencia entre el Gobierno y el Banco Central. Toda la incertidumbre producida en esta época hizo que el dólar se incrementara y por esta razón hubo la primera incautación de divisas.

La primera etapa de la década de los 40 puede considerársela como de expansión agrícola sobre todo en exportación de arroz, café, caucho y cacao. Pero además se vivió un proceso inflacionario por el repentino ingreso de divisas hacia nuestro país (debido al aumento del medio circulante). Por ejemplo en 1941 el Banco Central negoció divisas más allá de lo que compró. En 1942 se reforma la Ley General de Bancos diferenciando los depósitos a la vista, los depósitos a plazo y los depósitos de ahorro.

Debido a la invasión peruana la economía de nuestro país se vio gravemente perjudicada, y por la incertidumbre los depósitos en los bancos comerciales se vieron afectados por lo que se disminuyeron las exigencias de las reservas que los bancos privados debían tener en el Banco Central. Gracias a sus exportaciones logró recuperarse la economía de nuestro país.

En 1944 se crea el Fondo Monetario Internacional (FMI) y el Banco Mundial de Fomento, luego de la segunda guerra mundial; el Ecuador firma un acuerdo del FMI en el que se utilizarían divisas de libre convertibilidad, en lugar de piezas metálicas en el sistema de conversión. Para 1946 se emitieron los billetes de 500 y 1.000 sucres.

En 1948 se crea la Ley Régimen Monetario y se conforma la Junta Monetaria. El banano continúa en auge lo que impulsa nuestra economía. El sistema financiero se fortalece y se moderniza.

Por 1953 el tipo de cambio oficial estaba por debajo del tipo de cambio libre, esto hizo que la banca privada comience a sentir los efectos de la fuga de capitales.

El país sufrió un grave invierno y en 1954 se realiza el primer préstamo del Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento para reconstruir las carreteras del Guayas. El Banco Central emite bonos del estado para cubrir el déficit fiscal.

Se estrechó el margen crediticio de la banca, el interés subió y las autoridades fijaron las tasas convencionales. El mutualismo ⁽¹⁾ en el Ecuador tuvo su origen en 1962, con la creación del Banco Ecuatoriano de la Vivienda.

⁽¹⁾ Mutualismo es un régimen de prestaciones mutuas que sirve de base a determinadas operaciones.

En 1963 se reforma la Ley General de Bancos, facultando a las instituciones bancarias privadas para conceder préstamos destinados al desarrollo y la inversión industrial. En este año es creado también el Banco de Cooperativas.

La década de los 60 fue una época convulsionada políticamente con un gran incremento de deuda pública y privada y la inflación era controlada con altos encajes bancarios.

Con el objetivo de fomentar el mercado interno de valores, se crea en 1963 la Ley de la Comisión de Valores que más **tarde** se convertiría en la Corporación Financiera Nacional. Mediante decreto 673 fue autorizada la creación de compañías financieras, para que desarrollen la **intermediación** financiera pero con la prohibición de recibir depósitos.

Se eliminan los mercados oficiales y libre del dólar creando una igualdad **cambiaría** en 1970. También se fundan las Bolsas de Valores de Guayaquil y Quito.

El “boom petrolero” pudo mantener un crecimiento sostenido del PIB ⁽²⁾ pero además hizo al Ecuador convertirse en un atractivo sujeto de crédito que conjuntamente con otros factores culminó en la triste herencia de esta década: el espectacular crecimiento de la deuda externa.

Entre 1968 y 1978 las **instituciones** que conforman el sistema financiero ecuatoriano, experimentaron una rápida expansión. Los créditos concentrados a actividades de consumo y a sectores relacionados con bancos crecieron en el período 1970 – 1981, caracterizado también por tasas de interés reales negativas.

La década de los 80 es una década llena de “shocks”. La huella dejada por la década anterior fue evidente en una rápida devaluación del sucre. El país volvía a un régimen democrático lleno de diferencias políticas, crisis económica, endeudamiento externo, y un grave déficit presupuestario y de la balanza de pagos.

(2) PIB o Producto interno Bruto expresa el valor total de los bienes y servicios de uso final de una economía generados por agentes económicos en un determinado período.

El país pierde a su presidente Roldós en mayo de 1981 y en 1982 el fenómeno El Niño destruye parte de la costa: un duro invierno seguido de sequías debilitó el sector productivo y aceleraron la inflación.

Todos estos antecedentes desembocarían en enormes quiebras de empresas y entidades financieras que no podían acceder a los dólares para pagar sus obligaciones y la total desestabilización del sistema financiero, por lo que en 1983 durante el gobierno del Dr. Oswaldo Hurtado se dio el proceso de sucretización de la deuda del sector privado.

En 1984 recibe el Ing. León Febres Cordero un Estado con grandes síntomas de decrecimiento económico y gracias a **las** medidas adoptadas el país presentaba buenos augurios hasta que en 1986 cayó el precio del petróleo y pese a esto se aumentó el gasto público sin realizar ajustes a la política fiscal. Además de todas las variables económicas citadas en el gobierno de Febres – Cordero hay que añadir variables políticas como el secuestro del presidente que de algún modo hizo desestabilizar la imagen interna y externa del país.

Fue necesario realizar reformas al plan de sucretización original y se resolvió extender los plazos de vencimiento de los créditos de estabilización de 3 a 7 **años**, actitud que benefició ampliamente a los deudores.

Un Estado en condiciones lamentables recibió el Dr. Rodrigo Borja Cevallos, quien tuvo que adoptar un **paquete** de medidas entre las cuales podemos anotar una devaluación del 50% del dólar de intervención, reincautación de divisas de las exportaciones, alta restricción a las importaciones, aumento de impuestos, fijación de un margen máximo de intermediación financiera y una meta no alcanzada de inflación anual del 30%.

1.2 Banca ecuatoriana en la última década

Al iniciar la década de los 90 nuestro país albergaba a 9'698.189 personas que mayoritariamente se asentaban en zonas urbanas y de las cuales 3'360.000 forman parte de la población económicamente activa. La densidad poblacional fue de 35.5 **hab/km²** siendo las ciudades de Guayaquil y Quito las más pobladas, cada una con más de un millón de habitantes.

Si hacemos un recorrido en nuestra economía en la última década podemos observar algunas cifras o indicadores macroeconómicos para tener una idea de los cambios favorables o desfavorables del período en mención.

El Índice de Precios al Consumidor ⁽³⁾ (año base 1990) pasó de 1 00,00 en 1990 a 1.783,90 en 1999, es decir el precio de los bienes y servicios demandados por los hogares ecuatorianos aumentó 18 veces mientras que el valor real del **sucre** cayó un 95%. El valor de la canasta de bienes y servicios pasó de **SI. 197.600** a **SI.3.168.974** para familias urbanas de 5 miembros, en el mismo lapso. El precio del dólar subió de SI.829 en 1990 a **SI.17.400** en noviembre de 1999. Además tenemos que el PIB entre 1990 y 1999 ha tenido un crecimiento anual de 3.9% y las importaciones de 7.4%. La Balanza Comercial de Pagos presentó un superávit en 1990 de **US\$1.009** millones y en el tercer trimestre de 1999 llegó a **US\$459** millones.

⁽³⁾ El Índice de Precios al Consumidor es un indicador que mide la evolución de precios correspondientes a un conjunto de artículos que conforman la Canasta Básica Familiar de los hogares del país.

Ahora que tenemos una idea de la situación presentemos el movimiento del sector financiero en los últimos diez años de este siglo. Para el año 1991 el sistema financiero estaba constituido por un total de 1.235 oficinas. El sector bancario que constituía el más representativo del sistema financiero estaba conformado por 28 bancos privados nacionales y 4 bancos extranjeros.

Debido a las limitaciones impuestas por la Ley General de Bancos en cuanto a ciertas operaciones, se crearon compañías financieras relacionadas con los bancos con el fin de captar más recursos.

TABLA I
NÚMERO DE ENTIDADES BANCARIAS

AÑOS	BANCOS PRIVADOS
1990	19
1991	32
1992	32
1993	31
1994	36
1995	43
1996	44
1997	41
1998	39

Fuente: Superintendencia de Bancos, Memorias 90-97;
Catastro de Entidades 1998
Elaboración: Dirección de Estadística
Nota: Las cifras de 1998 son
cortadas al 30 de junio.

Si bien el crecimiento en cuanto a la formación neta bancaria entre 1981 y 1990 fue cero en cuanto a creación de sucursales y agencias fue de **8.63%**, lo que permitió captar más recursos, pero aumentó el costo de mantener activos inmovilizados y los costos operativos.

El primer año de esta década se caracterizó por grandes acontecimientos políticos. En 1993 se aprobaron algunas leyes tal como la Ley del Mercado de Valores, la Ley de Modernización y las reformas a la Ley de Hidrocarburos y la Ley de Régimen Tributario en búsqueda de una economía más fuerte y estable. En 1994 se consigue refinanciar la deuda externa en el marco del plan Brady ⁽⁴⁾.

Hubo una política de liberación de precios, las tasas de interés se basaban ahora en condiciones del mercado. Los créditos bancarios hacia el sector privado experimentaron un crecimiento.

⁽⁴⁾ Plan Brady: Iniciativa para aliviar el peso de la deuda en los países económicamente subdesarrollados, propuesta por el entonces Secretario de la Tesorería de EEUU, **Nicholas** Brady, en 1989. A cambio de acuerdos para llevar a cabo duras reformas económicas, **tales** como recortar el gasto gubernamental o aumentar impuestos, los países endeudados reciben empréstitos de instituciones multilaterales (como el Banco Mundial) y de agencias bilaterales de desarrollo para ayudarles a negociar reducciones en la deuda y el servicio de la deuda con la banca comercial.

En 1994 el sector financiero estuvo en auge gracias a la entrada de capitales de corto plazo provenientes básicamente del endeudamiento externo por parte de entidades financieras nacionales. La estabilización se basó fundamentalmente en: la austeridad fiscal ⁽⁵⁾ y la utilización parcial del ancla del tipo de cambio. Pero en este mismo período la economía se desestabilizó por la expansión monetaria derivada del aumento en las reservas internacionales y a la expansión del crédito originada por políticas de las autoridades monetarias.

Una marcada crisis se evidenció en 1995 debido a tres causas principales:

1. El conflicto bélico con el Perú, que produjo gran incertidumbre volcó la liquidez del sistema financiero hacia el mercado cambiario y el flujo de capitales privados cambió de dirección. La tasa de interés Interbancario se disparó del 40% anual hasta el 270%

⁽⁵⁾ La austeridad fiscal consistía en reducir el déficit fiscal mediante la reducción de los gastos del estado.

2. Los racionamientos de energía ocasionados por la crisis energética que paralizó los sectores productivos y que hizo incurrir en desembolsos de cuantiosas sumas de dinero a las instituciones para adquirir generadores que permitan mitigar el problema. El sistema financiero presentó problemas de liquidez debido a la acumulación de la cartera vencida.

3. La crisis política originada por los escándalos de corrupción en los que se vio envuelto el entonces vicepresidente de la República Alberto Dahik, lo cual se reflejó en el sistema financiero con la devaluación del sucre y aumentó de las tasas de interés activas y pasivas.

Para esta fecha existían 39 bancos privados a nivel nacional debido al cambio de estructura ocasionado en el sistema financiero por la Ley General de Instituciones del Sistema Financiero que promovía la fusión y conversión entre entidades del Sistema Financiero.

Sin embargo esta entrada masiva tuvo consecuencias en cuanto a la liquidez comprometiendo a la banca entera. Los bancos Continental y Mercantil Unido, perdieron su capital.

La banca ecuatoriana despuntó en tecnología y se abrió regionalmente en un proceso de globalización de la economía internacionalizando las captaciones y colocaciones.

En 1996 asume la Presidencia el abogado Abdalá Bucaram quién propuso un sistema de convertibilidad y la reducción de número de bancos existentes a no más de 10 o 12, pero sus modelos económicos no pudieron ser puestos en práctica por que fue destituido por el Congreso Nacional quien nombró como Presidente Interino al Dr. Fabián Alarcón Rivera.

A diciembre de 1996 existían 44 entidades puesto que ingresaron al sistema: **Aserval**, Occidente, Investplan, Banco Unión, Solbanco, Bancomex, Solidario. La inflación anual aumentó en 1997 debido a la incertidumbre ocasionada por agentes políticos y económicos. En este **año** se fusionaron el Banco de Guayaquil que absorbió al Banco Sociedad General de Crédito; **Aserval** que absorbió a Investplan; y Bancomex que absorbió al Banco Caja de Crédito Agrícola y Ganadero, culminando el año con 41 bancos privados dentro del sistema financiero. Debido al proceso de liquidación que se dio en el Banco de Préstamos y de la fusión entre **Finec** y Produbanco, el sistema terminó 1998 con 39 entidades.

Producto de la crisis política y debido a las pérdidas ocasionadas por el fenómeno El **Niño**, el sistema bancario presentó un deterioro en los niveles de calidad de activos, solvencia, rentabilidad, y situación de riesgo. En diciembre de 1998 es creada la AGD (Agencia de Garantía de Depósitos).

La intranquilidad e inestabilidad caracterizan al año 1999 que son consecuencias de la ausencia de un plan económico del gobierno nacional entre otros factores económicos.

En el mes de febrero el Banco Central del Ecuador desiste de continuar con la política de mantener la banda **cambiaría**. En el mes de marzo se dieron dos acontecimientos importantes:

1. Los rumores sobre la posible quiebra generalizada del sistema financiero.
2. Contracción del tipo de cambio debido al “feriado bancario” y al congelamiento de los depósitos a plazo de cuenta corriente y de ahorro.



En los meses de abril y mayo se inician un proceso de auditorías internacionales al sistema bancario y se gestionó un acuerdo con el FMI para la obtención de recursos.

1.3 Crisis financiera

Es indudable que el sistema financiero se encuentra atravesando una gran crisis que ha hecho que los ecuatorianos no solo pierdan sus ahorros sino que también pierdan la confianza en este. Actualmente la institución más segura parecería ser el “colchón bank” y esta situación es realmente alarmante. Si no existe estimulación al sector productivo y un cambio radical en las acciones gubernamentales, la imagen del sistema continuará por los suelos.

Esta crisis tuvo sus orígenes en 1992 cuando el gobierno del Arq. Sixto Durán Ballén inició una política **cambiaría** monetaria que tenía por objeto reducir las tasas de interés pasivas, superar el problema de iliquidez del sistema bancario, elevar la Reserva Monetaria internacional y lograr que la inversión extranjera llegue al Ecuador.

Una medida que atrajo la inversión de capitales golondrinas fue la devaluación del sucre, esto terminó con la iliquidez y dio comienzo a la era del “boom crediticio” entre los años 1993 y 1994. En la tabla II aparecen las cifras anuales de las captaciones de los bancos, durante la última década.

TABLA II
CAPTACIONES DE BANCA PRIVADA .

Años	Captaciones en millones de sucres
1990	1.189.000
1991	1.930.000
1992	3.033.139
1993	4.700.324
1994	7.598.538
1995	10.929.826
1996	15.852.827
1997	21.572.768
1998	30.949303

*incluyen depósitos en moneda extranjera
Fuente: Bancos Privados y BCE

El excesivo crecimiento del crédito no respaldado y controlado debidamente desembocó en una crisis bancaria. Medidas como esta, de apertura de capitales, deben realizarse de manera gradual, dentro de un marco de estabilidad económica y una fuerte supervisión bancaria.

Dentro de los principales factores de la crisis tenemos: el conflicto bélico con el Perú, la crisis energética, la crisis política, el fenómeno de “El Niño” y externamente la repercusión que ha tenido la crisis financiera internacional. A esto adicionémosle la falta de control y vigilancia del Sistema Financiero por parte de la Superintendencia de Bancos y una deficiente gestión gerencial. Esto se evidencia al darse hechos **tales** como: concentración de créditos, financiamiento de proyectos de alto riesgo, créditos vinculados a socios y administradores de las instituciones financieras y piramidación de capitales. Otros detonantes de la crisis son la política monetarista basada en financiar el déficit con bonos del Estado.

La crisis comenzó en el sector productivo y contagió al sistema financiero. La calidad de la cartera se deteriora, llegando el total de cartera vencida a un 19.81% a diciembre de 1999 y los resultados del ejercicio transformados de ganancias en pérdidas. A esto adicionémosle el hecho de que no existen líneas de refinanciamiento y peor aún no existen capitales frescos para inyectar al sistema productivo. Luego vino la quiebra de los bancos, los cuales como dominó cayeron uno tras otro y los rumores no se hicieron esperar.

La divisa norteamericana tuvo gran demanda y debido a la frecuente variación del tipo de cambio, las personas que aún poseían liquidez comenzaron a sacar su dinero de los bancos para comprar dólares e invertirlo en instituciones financieras en el extranjero.

Para evitar la “fuga de capitales” hubo una semana de feriado bancario, luego vino el congelamiento de los depósitos y las auditorías bancarias.

Si analizamos el costo que involucra el salvataje de estas instituciones podemos ver que la crisis es muy onerosa y que es necesario una pronta acción gubernamental para recuperar la imagen de este sector y reactivar la **economía**.

El Estado ha incrementado su deuda interna para rescatar a la banca, a su vez el Banco Central tiene que incrementar sus negociaciones de mercado abierto para contrarrestar la liquidez que generan los créditos, afectando así las transferencias netas que tiene que generar el FISCO. Además de afectar la situación fiscal, debido a que menores utilidades generan menores impuestos provenientes de este sector.

Es necesario que los bancos obtengan eficiencia en cuanto a tamaño, costos, credibilidad y penetración en el mercado.

1.4 Regulación y Supervisión de las Instituciones Bancarias

1.4.1 Regulación

La regulación financiera tiene que ver con un conjunto de **normas** y reglamentos que rigen el sistema financiero. Un sistema de regulación prudencial de la banca abarca puntos relevantes como el establecimiento de requisitos sobre el capital mínimo en la constitución de nuevas entidades y el establecimiento de requerimientos mínimos de capital para entidades financieras que deben reflejar riesgos asumidos por esta, internacionalmente este requerimiento no debe ser menor a los estándares establecidos en el Acuerdo de Basilea⁽⁶⁾ (el capital debe representar como mínimo un 8% del total de activos riesgosos.).

⁽⁶⁾ El Acuerdo de Basilea consta de 25 principios que representan los requerimientos mínimos que deben ser implementados por las autoridades bancarias para lograr un sistema de supervisión bancaria efectiva.

En nuestro país el monto mínimo de capital para constituir un banco es el equivalente a 1'000.000 UVC ⁽⁷⁾, calculadas a la fecha de presentación de la solicitud, en cuanto al patrimonio técnico constituido la legislación ecuatoriana establece que no puede ser inferior al 4% de los activos totales incluidos contingentes ⁽⁸⁾. Los bancos ecuatorianos deben mantener en todo momento un nivel mínimo del patrimonio técnico equivalente al 9% de la suma de los activos totales y contingentes ponderados por riesgo ⁽⁹⁾ para asegurar la solvencia de la institución, sin embargo la Superintendencia de Bancos puede modificar este porcentaje en el rango comprendido entre el 7.5% y el 12%.

⁽⁷⁾ UVC: Unidad de Valor Constante, unidad de cuenta que se ajusta diariamente de acuerdo a la variación mensual del **índice** de precios al consumidor urbano.

⁽⁸⁾ Se denominan cuentas contingentes a aquellas originadas en operaciones con terceros y sus correspondientes costos financieros, así como los compromisos de crédito otorgados por la institución, no utilizados por los clientes que por su naturaleza pueden significar en un futuro un eventual pago o desembolso afectando a la situación económica financiera.

⁽⁹⁾ Los factores de ponderación se incluyen en los anexos de este documento.

La Superintendencia de Bancos tiene también la facultad para dictar instrucciones sobre lo dispuesto para el patrimonio técnico determinando la inclusión o exclusión de ciertas cuentas. Según el artículo 48 de la Ley General de Instituciones del Sistema Financiero, el patrimonio técnico está constituido por:

- El capital pagado;
- Las reservas;
- El total de las utilidades del ejercicio corriente;
- Las utilidades acumuladas de ejercicios anteriores;
- Los aportes a futuras capitalizaciones;
- Las obligaciones convertibles menos la deficiencia de provisiones;
- Las amortizaciones y depreciaciones requeridas, desmedros y otras partidas que la institución financiera no haya reconocido como pérdidas y que la superintendencia las catalogue como **tales**.

Cuando una institución del Sistema Financiero no cumpla con los niveles mínimos del patrimonio técnico:

- Deberá invertir cualquier incremento de depósitos o captaciones y recuperaciones de crédito e inversiones, en valores de alta liquidez, solvencia y rentabilidad
- No podrá otorgar nuevos préstamos ni efectuar otras inversiones distintas a las señaladas
- No podrá distribuir utilidades
- No podrá abrir nuevas oficinas

Si en el plazo fijado por la Superintendencia de Bancos no puede cubrir las deficiencias del patrimonio técnico o los niveles mínimos de capital la Junta Bancaria procederá a su liquidación forzosa.

Deben existir requerimientos y límites para prevenir posibles problemas originados por créditos vinculados ⁽¹⁰⁾. Además es necesario que exista un aprovisionamiento de los riesgos de pérdida de los bancos, conforme a políticas de evaluación y calificación de sus activos, principalmente la cartera.

⁽¹⁰⁾ Para mayor detalle ver Ley 99-26, Registro Oficial 190, 13-V-99

En nuestro país las instituciones bancarias deberán presentar en la forma y periodicidad que la Superintendencia de Bancos lo determine, los resultados de la calificación de sus activos, que serán evaluados por la Superintendencia o por auditores externos. Además deberán constituir las provisiones ⁽¹¹⁾ que sean necesarias para cubrir los riesgos de incobrabilidad o pérdida del valor de los activos.

La regulación debe incluir transparencia en la información, mediante la publicación periódica de los estados financieros de las instituciones bancarias y de la utilización de indicadores financieros. Por lo tanto deben publicar para circulación nacional los estados de situación, pérdidas y ganancias, posición de patrimonio técnico e indicadores de liquidez, eficiencia, solvencia y rentabilidad que muestren su situación y la del grupo financiero, de conformidad con las normas establecidas por la Superintendencia de Bancos, al cierre de cada ejercicio al 31 de diciembre.

⁽¹¹⁾ Provisión es una cuenta de valuación del activo que afecta a los resultados y que se constituye para cubrir eventuales pérdidas por cuentas incobrables o por desvalorización de los activos o de los contingentes.

Igual publicación debe hacerse por lo menos 4 veces al **año**, en las fechas que determine la Superintendencia.

Por último se recomienda la práctica de una supervisión global, con el objeto de aplicar adecuadamente las normas prudenciales a todos los aspectos de los negocios realizados por las entidades financieras, incluyendo sus sucursales y subsidiarias en el extranjero.

1.4.2 Supervisión

Entendemos por supervisión a la participación de la autoridad a través de organismos de control que vigilen el correcto desenvolvimiento de las actividades del sector financiero.

La supervisión permite tener la información necesaria para descubrir y remediar a tiempo posibles irregularidades. Desde luego, en primera instancia la información debe analizarse en el interior de cada banco a fin de tener controles propios de la actividad que realiza.

En ocasiones los banqueros no cumplen con esta función y es entonces cuando la función principal de la supervisión es identificar y corregir los problemas encontrados y de ser necesario tomar las medidas legales respectivas.

Dentro de las facultades con las que deben contar los organismos de supervisión podemos citar el tener atribuciones legales para acceder irrestrictamente a toda la documentación de los bancos, la regulación de su contabilidad, la cautela de la solvencia mediante establecimiento de criterios para la evaluación de la cartera de créditos. Otro punto importante es que el público en general cuente con información fidedigna de las entidades supervisadas.

Para realizar el trabajo de supervisión de manera efectiva, los supervisores deberán estar libres de presiones políticas, es decir contar con independencia operativa. Deben también tener los medios y poderes para obtener información desde el interior o exterior de la entidad financiera. Debido a que la información financiera al interior de la entidad (insitu) implica mayores costos, se han desarrollado indicadores de alerta temprana para evaluar desde fuera a la institución.

Finalmente cabe resaltar la autoridad de los organismos de supervisión para ejecutar sus decisiones y en el caso de entidades en crisis que dejen de ser financieramente viables, el supervisor debe tener la capacidad de cerrar (liquidar) o ayudar a cerrar entidades en problemas con el objeto de proteger la estabilidad global del sistema financiero. Esto solo puede ser posible si se cuenta con un régimen de sanciones bien tipificado y aplicación casi automática.-

1.5 Organismos de Control

1.5.1 Banco Central del Ecuador (BCE)

La Constitución Política de la República del Ecuador en el artículo 261 expresa: “El Banco Central del Ecuador, persona jurídica de derecho público con autonomía técnica y administrativa, tendrá como funciones establecer, controlar y aplicar las políticas monetaria, financiera, crediticia y **cambiaria** del Estado y, como objetivo, velar por la estabilidad de la moneda”.

Su organización, funciones y atribuciones se rigen por la Ley del Régimen Monetario y Banco del Estado, su estatuto y los reglamentos internos, así como por la regulación que dicte su directorio.

Tiene su domicilio principal en la ciudad capital y como función específica la ejecución de la política monetaria, financiera, crediticia y **cambiaría** fijada por su directorio.

La Ley señala al Banco Central como depositario de los fondos del sector público y agente fiscal y financiero del Estado. Además en el artículo 264 de la Constitución Política de nuestro país se le atribuía como función exclusiva la emisión de moneda con poder liberatorio ilimitado, además la fijación de la relación de cambio del sucre con otras monedas, hasta finales del año 1999. Con la Ley para la Transformación Económica del Ecuador (marzo del **2000**), el BCE pierde la facultad de emitir moneda, salvo moneda fraccionaria que solo podrá ser sacada a circulación como canje de circulante de sucres y billetes hasta esa fecha existentes. Los sucres serán canjeados por dólares de los Estados Unidos de América a una relación fija e inalterable de 25.000 sucres por cada dólar, retirando de circulación los sucres recibidos.

Finalmente en el artículo 265 de la Constitución se indica que el BCE no puede otorgar garantías o créditos a instituciones del sistema financiero privado salvo excepciones calificadas como indispensables para superar situaciones temporales de iliquidez.

1.5.2 Superintendencia de Bancos

La Superintendencia de Bancos es el organismo técnico y autónomo encargado constitucional y legalmente de vigilar y controlar la organización, actividades, funcionamiento, disolución y liquidación de las instituciones del sistema financiero y compañías de seguros y reaseguros del país.

Se encuentra dirigido y representado por el Superintendente de Bancos. A su vez las cuentas de ingresos, egresos e inversiones de la Superintendencia están a cargo de la Contraloría General del Estado.

1.5.3 Agencia de Garantía de Depósitos (AGD)

La Agencia de Garantía de depósitos es una entidad de derecho público, autónoma, dotada de personalidad jurídica propia, gobernada por un directorio, presidido por el Superintendente de Bancos, el Ministro de Finanzas y Crédito Público, un miembro del directorio del Banco Central del Ecuador y un representante de la ciudadanía designado por el Presidente de la República.

El Directorio deberá promover un equitativo equilibrio con sentido nacional y reunirse por lo menos una vez al mes para analizar la información con que cuenten la Superintendencia de Bancos y el BCE respecto a la situación financiera individual y en conjunto de las IFI's ⁽¹²⁾.

Deberá determinar las políticas y acciones que deben observarse y evitar tendencias monopólicas en el sector financiero. Entre sus funciones tenemos:

⁽¹²⁾ IFI's siglas de Instituciones Financieras

- Asignar recursos para la reestructuración de una institución financiera
- Iniciar el procedimiento de saneamiento asumiendo de forma inmediata todas las atribuciones de la junta de accionistas de la entidad en saneamiento
- Presentar acciones sindicales correspondientes en casos de existir indicios de que el deterioro de una **IFI** se deba a actos culposos, dolosos o contrarios a la Ley, especialmente en lo relativo a la concentración de créditos, o créditos vinculados
- Solicitar créditos de liquidez al Banco Central del Ecuador para **IFI's** en proceso de saneamiento
- Autorizar la contratación de firmas auditoras externas de prestigio nacional e internacional

1.6 Auditorías bancarias.

Aquellas instituciones sujetas a la Superintendencia de Bancos deben tener un auditor interno que es nombrado por la Junta General de Accionistas. Este auditor debe velar que las operaciones, procedimientos o aumentos de capital se ajusten de acuerdo a lo previsto en la Ley. Debe además vigilar el correcto funcionamiento de los sistemas de control interno, gestión de riesgo e implantar las observaciones provenientes de los auditores externos y de la Superintendencia de Bancos.

Existe además la obligación para las instituciones del Sistema Financiero, de contratar los servicios de auditores externos calificados por la Superintendencia de Bancos. Estas auditorías se realizan con la finalidad de obtener información pormenorizada de las inversiones en acciones que la institución financiera mantenga con otras empresas, además determinar si los estados financieros concuerdan con las anotaciones efectuadas en el registro contable, entre otras funciones.

Actualmente el Ecuador está enfrentando la peor crisis financiera de los últimos 50 años debido a tantas situaciones que han provocado la falta de confianza en el sistema financiero y consecuentemente en las auditorías realizadas anteriormente. La Nueva Ley de Reordenamiento en Materia Económica en el **Área Tributario-Financiera**, consideró necesario contratar a 3 firmas internacionales (Arthur Andersen, **Price Waterhouse** y KPMG Peat Mawick) que realizaron una auditoría del sistema con el objetivo de tener un panorama real de la situación y poder decidir que acciones tomar.

Al finalizar las auditorías los organismos competentes dividieron a los bancos en tres grupos:

- los que no tienen problemas con el patrimonio técnico
- Los que presentan problemas con el patrimonio técnico pero pueden ser capitalizados
- Los que no pueden ser capitalizados

La tabla III presenta los resultados de las auditorías.

TABLA III
CLASIFICACIÓN DE LOS BANCOS SEGÚN LAS AUDITORÍAS

Bancos Viables	Bancos Extranjeros	Con Asistencia estatal	AGD	No Viables
Amazonas	ABN Ambro Bank	Cofiec	Bancomex	Solbanco
Aserval	Citybank	Popular	Progreso	Unión
Austro	ING Bank	Pacífico		De crédito
Bolivariano	Lloyds	Previsora		- - -
Centro Mundo				
Comercial Manabi				
*Continental				
*Filanbanco				
GNB Ecuador				
General Rumiñahui				
Guayaquil				
Internacional				
Litoral				
Loja				
Machala				
Pichincha				
Produbanco				
Solidario				
Sudamericano				
Territorial				
Unibanco				

*Bancos en poder del Estado
Fuente: Auditorías Bancarias

Para efectuar el análisis correspondiente, estas auditorías consideraron:

- Los activos de riesgo y contingentes del banco y entidad off-shore
- Análisis de liquidez y tesorería
- Análisis de la situación Patrimonial

1.7 Indicadores Financieros

Efectuar un análisis financiero lleva a descubrir puntos fuertes y débiles que existen dentro de un banco. Los reportes como son el balance general y el estado de pérdidas y ganancias indican la posición financiera de una institución, en tanto que formando razones mediante la comparación de datos de estos estados, podemos tener idea acerca de la liquidez, solvencia, rentabilidad y otras actividades de la institución, a estas razones se les denominan ratios, índices o indicadores financieros.

Los ratios son mediciones numéricas y el análisis cuantitativo por sí solo rara vez sirve para tomar una decisión razonable por lo que no deben considerarse como reglas específicas sino que deben fundamentarse en juicios para obtener conclusiones útiles.

La utilidad de los **índices** financieros va más allá de una función informativa de los resultados de la gerencia en el pasado, ya que además permite comparar el desenvolvimiento de un banco con el de otros bancos y con el del total del sistema.

Existen varios indicadores e **índices** que se utilizan para evaluar instituciones de tipo financiero, el CAMEL es uno de ellos que se utiliza en ocasiones como un indicador de alerta temprana. Está compuesto por el promedio aritmético de cinco grupos de **índices** y éstos a su vez están constituidos por el promedio aritmético de varios otros subíndices. Los cinco grupos o factores miden diferentes áreas de desempeño de la entidad financiera y corresponde a las siglas en inglés: C suficiencia de Capital (capital), A calidad de activos (assets), M calidad de la administración (management), E rentabilidad (earnings) y L por el nivel de liquidez (liquidity).



El CAMEL presenta los bancos en quintiles donde cada quintil representa un 20% del total del sistema financiero. Las instituciones que se ubican en los primeros lugares son las mejores, mientras que las que se encuentran en los últimos quintiles son las que están en condiciones no tan favorables a la vista de este **índice**.

CAPITULO 2

2. ANÁLISIS MULTIVARIADO DE DATOS

2.1 Introducción

Existe un amplio estudio sobre Índices financieros que se utilizan para informar a la gerencia de un banco del estado financiero del mismo, además de comparar el desenvolvimiento de cada banco con el total del sistema. Generalmente estas razones se utilizan de manera individual para medir a las instituciones bancarias en diversas áreas de desempeño. Sin embargo, el objetivo de este trabajo es obtener conclusiones globales de un banco en áreas específicas donde cada área agrupa diversos **índices**, para esto se utilizan **técnicas** multivariadas de análisis de datos

A través de técnicas estadísticas se resuelve un problema que siempre surge dentro del sector bancario: predecir mediante la creación de un modelo aquellos bancos que probablemente **irán** a la quiebra, para lo cual se hace uso del Análisis Discriminante.

Durante la creación del modelo se seleccionan las variables que se consideran relevantes al momento de evaluar el desempeño de un banco, pero para facilitar su manejo, se reduce el número original de variables a través del Análisis Factorial.

El combinar varias características bancarias en un solo valor que permita identificar el grupo al que pertenece el banco en estudio, le da al Análisis Discriminante una ventaja sobre técnicas univariadas en las que solo se estudia una característica a la vez y de manera independiente, al mismo tiempo que facilita la toma de decisiones.

2.2 Análisis Multivariado

La utilización de estadística **multivariada** ha sido la panacea de la investigación en los últimos veinte años. Prueba de ello es que casi todos los artículos que se publican, tanto en libros como en revistas especializadas (journals), utilizan una u otra técnica de análisis multivariado.

En diversas ciencias se aplican técnicas multivariadas de análisis de datos, en el presente trabajo, aplicaremos estas técnicas al sector financiero, realizando un estudio estadístico de ciertos indicadores financieros de la banca nacional.

Gracias a una creciente disponibilidad de **software** que pueden manipular un extenso grupo de datos multivariados se ha incrementado y popularizado el uso de técnicas estadísticas multivariadas. Entre ellos utilizaremos SYSTAT y a SPSS a fin de agilizar el análisis de datos facilitando la verificación de hipótesis planteadas y permitiendo además realizar investigaciones más profundas.

Definir el análisis multivariado no es fácil. En líneas generales, este análisis se refiere a todos los métodos estadísticos que sirven para analizar simultáneamente varias medidas tomadas de un individuo, fenómeno u objeto que se investiga ⁽¹²⁾. Cualquier análisis simultáneo de más de dos variables puede llamarse análisis multivariado. En consecuencia, las técnicas multivariadas pueden considerarse como extensiones del análisis univariado (análisis de la distribución de una sola variable) o bivariado (tablas cruzadas y regresión simple por ejemplo).

Una de las razones de la dificultad de definir análisis multivariado es que el término multivariado no se lo utiliza de manera consistente. Algunos investigadores utilizan el término para definir la relación entre dos o más variables. Otros para el estudio de variables que tengan una distribución normal multivariada.

⁽¹²⁾ Hair, Anderson, Tatham y Black (1998). **Multivariate** Data Analysis

Para considerarse realmente multivariado, todas las variables en un análisis deben ser aleatorias y estar relacionadas de tal manera que sus diferentes efectos pierden sentido si son analizados separadamente. La idea subyacente es que varias medidas (múltiples variables) pueden dar una mejor perspectiva de un problema en estudio que una sola variable. Para analizar la relación existente entre estas variables se recurre a las técnicas de análisis multivariado.

2.3 Componentes Principales ⁽¹³⁾

Se denomina así a la técnica multivariada de interdependencia, originada por Pearson a comienzos del siglo y hasta años después formalizados por Hotteling, en el afán de analizar las estructuras de las correlaciones dadas en la matriz de datos de orden $n \times p$, es decir, observando p características medibles a n unidades de investigación. Sus objetivos generales son:

1. Reducción de datos

⁽¹³⁾ Ver Modelo en Anexos

2. Interpretación de datos

Se estudian p variables de interés que constituyen un vector aleatorio $\underline{X}' = (X_1, X_2, \dots, X_p)$ ⁽¹⁴⁾, en el que estas p variables observables producirán k variables *latentes*, $k < p$, que se pretende contengan, aproximadamente tanta información como las p originales. El análisis de Componentes Principales también revela las relaciones que no se sospechan previamente y se puede llegar a interpretaciones que no son obvias.

El desarrollo del análisis de componentes principales no se basa en el supuesto de que la población muestreada sea normal, pero de serlo, interesantes inferencias pueden obtenerse.

Este análisis más que un fin en sí mismo, es un insumo para investigaciones posteriores, por ejemplo, es utilizado en el análisis de factores que se explicará más adelante.

⁽¹⁴⁾ Por convención utilizaremos \underline{X} para referirnos al vector columna X y B' para referirnos a la transpuesta de la matriz B .

2.4 Análisis de Factores

El propósito básico del análisis de factores ⁽¹⁵⁾ es describir la relación de covarianza entre ciertas variables en términos de unas pocas pero sobresalientes variables aleatorias llamadas factores. Básicamente el modelo factorial está motivado por el siguiente argumento: *Suponga que las variables pueden agruparse por sus correlaciones.* Esto es: suponga que todas las variables pertenecientes a un grupo particular se encuentran altamente correlacionadas entre ellas, pero tienen correlaciones relativamente bajas con respecto a las variables en un grupo distinto. Entonces es concebible que cada grupo de variables representa una estructura simple, o factor que es responsable. El análisis de factores puede ser considerado una extensión del análisis de componentes principales.

⁽¹⁵⁾ Richard A. Johnson y Dean W. Wichern (1998). Applied Multivariate Statistical Analysis

En el caso de estudio ésta técnica multivariada será utilizada para reducir las variables originales (**índices** financieros) en un número menor de factores que agruparán aquellos **índices** que presenten altas correlaciones entre sí.

2.5 Análisis Discriminante

Es necesario establecer y diferenciar dos conceptos: discriminación y clasificación. El primero es una técnica multivariada referente a la separación de objetos en diversos grupos y el segundo con localizar objetos dentro de grupos previamente seleccionados. Esta técnica puede utilizarse para obtener una función que permita discriminar empresas de un mismo sector, en grupos basados en datos de sus **índices** financieros. Así la utilizaremos para separar a los bancos privados del Sistema Financiero ecuatoriano, en dos grupos que nos permitirán determinar en base en sus **índices** financieros si el banco debe o no continuar en el sistema.

En primer lugar se etiquetan dos clases π_1 (no quiebra) y π_2 (quiebra). Los entes (bancos) serán separados o clasificados en base a mediciones, es decir, asociamos a cada ente p variables aleatorias $\mathbf{X}' = [X_1, X_2, \dots, X_p]$. Los valores observados de \mathbf{x} diferirán ampliamente de una clase a otra.

Podemos considerar al total de los valores que pertenecen a la primera clase como la **población** de valores x para π_1 y a aquellos de la segunda clase como la población de valores x para π_2 . Estas dos poblaciones pueden ser descritas por sus respectivas funciones de densidad $f_1(\mathbf{x})$ y $f_2(\mathbf{x})$ y así podremos hablar indistintamente de asignar objetos a clases u observaciones a poblaciones.

2.5.1 Clasificación con dos poblaciones

Daremos atención a la clasificación para luego concentramos en la discriminación. Las reglas de clasificación se desarrollan en base a muestras. El conjunto de todas las muestras posibles es dividido en dos regiones, R_1 y R_2 , de tal manera que si una de las observaciones cae en R_1 , ésta se la localizará en la población π_1 y si cae en R_2 entonces será asignada a la población π_2 .

Cabe recalcar que estas reglas no se encuentran libre de errores, es decir que podemos clasificar incorrectamente a entes de una población y asignarlos a otra. El objetivo será entonces en hallar el procedimiento que minimice la probabilidad de clasificación errónea.

Otro aspecto importante que debe considerarse es el costo de la clasificación errónea, por lo tanto este puede ser otro criterio de clasificación, es decir utilizar el procedimiento que minimice los costos asociados.

En este caso es difícil determinar el costo de clasificar incorrectamente a una institución bancaria. Entonces surgen las siguientes preguntas **¿qué** le cuesta más al Estado ecuatoriano, que un banco esté mal y siga operando o que esté bien y se lo clasifique como no viable? **¿Cuál** es el costo asociado con la liquidación de una entidad bancaria? Por lo tanto nuestro objetivo sería minimizar el porcentaje de clasificación errónea.

2.52 Función Discriminante de Fisher

Ahora vamos a enfocarnos al problema de la discriminación. Basados en la idea de transformar observaciones p -variadas x en univariadas y tal que las y 's en π_1 y π_2 estén separadas tanto como sea posible. Fisher sugirió tomar combinaciones lineales de x para crear y 's. Donde las x son variables independientes y la y dependen de x . No se supone normalidad pero sí igualdad de matrices de covarianzas.

Una combinación lineal de x toma los valores de $y_{11}, y_{12}, \dots, y_{1n_1}$ para observaciones de la primera población y los valores de $y_{21}, y_{22}, \dots, y_{2n_2}$ para observaciones de la segunda población. La separación de estos dos conjuntos de variables y 's es representada en términos de la diferencia entre y_1 y y_2 expresados en términos de su desviación estándar.

$$\text{separación} = \frac{|y_1 - y_2|}{s_y}, \quad \text{donde}$$

$$s_y^2 = \frac{\sum_{j=1}^{n_1} (y_{1j} - \bar{y}_1)^2 + \sum_{j=1}^{n_2} (y_{2j} - \bar{y}_2)^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

El objetivo es seleccionar una combinación lineal de x que permita alcanzar la máxima separación de las medias muestrales y_1 y y_2 .

La combinación lineal $\hat{y} = \hat{a}'x = (\bar{x}_1 - \bar{x}_2)'S_p^{-1}x$ maximiza la razón:

$$\frac{(\bar{y}_1 - \bar{y}_2)^2}{s_y^2} = \frac{(\hat{a}'\bar{x}_1 - \hat{a}'\bar{x}_2)^2}{\hat{a}'S_p\hat{a}} = \frac{(\hat{a}'d)^2}{\hat{a}'S_p\hat{a}} \quad \text{donde } d = (\bar{x}_1 - \bar{x}_2) \text{ sobre todos}$$

los posibles valores de \hat{a} .

El valor máximo de la razón es: $D^2 = (\bar{x}_1 - \bar{x}_2)'S_p^{-1}(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)$ ⁽¹⁶⁾

Basado en el trabajo previo:

$$\text{Sean: } \hat{y}_0 = (\bar{x}_1 - \bar{x}_2)'S_p^{-1}x_0 \quad \text{y} \quad \hat{m} = 1/2(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)'S_p^{-1}(\bar{x}_1 + \bar{x}_2)$$

⁽¹⁶⁾ Llamada también distancia de Mahalanobis.

Asigne \mathbf{X}_0 a π_1 si

$$\hat{y}_0 - \hat{m} \geq 0$$

Asigne \mathbf{X}_0 a π_2 si

$$Y_0 - \hat{m} < 0$$

D^2 es la distancia entre dos puntos en el espacio definidos por dos o más variables correlacionadas. Esta medida sirve para realizar pruebas de hipótesis acerca de la diferencia de medias de los elementos de las poblaciones π_1 y π_2 .

2.5.3 Evaluación de la Función de Clasificación

Una forma de juzgar el desempeño de los procedimientos de clasificación es calculando el porcentaje de clasificación correcta. Esta medida de desempeño que no depende de la forma de la población se define como la fracción de observaciones en la muestra de análisis que fueron clasificados correctamente por la función de clasificación de la muestra. El porcentaje de clasificación correcta puede ser fácilmente calculado a partir de la siguiente matriz:

		Membresía predecida		
		π_1	π_2	
Membresía actual	π_1	n_{1C}	$n_{1M}=n_1-n_{1C}$	n_1
	π_2	$n_{2M}=n_2-n_{2C}$	n_{2C}	n_2

n_{1C} =número de elementos pertenecientes a π_1 correctamente clasificados, en nuestro caso representa el número de bancos que pertenecen al grupo de “no quiebra” que son clasificados correctamente.

n_{1M} =número de elementos pertenecientes a π_1 incorrectamente clasificados como pertenecientes a π_2 , en el caso de estudio, representa el número de bancos que pertenecen al grupo de “no quiebra” y que se los clasifica dentro del grupo de “quiebra”.

n_{2C} =número de elementos pertenecientes a π_2 correctamente clasificados, en nuestro caso representa el número de bancos que pertenecen al grupo de “quiebra” que son clasificados correctamente.

n_{2M} = número de elementos pertenecientes a π_2 incorrectamente clasificados como pertenecientes a π_1 , en el caso nuestro caso particular, representa el número de bancos que pertenecen al grupo de “quiebra” y que se los clasifica dentro del grupo de “no quiebra”.

Luego

$$\% \text{ de clasificación correcta} = \frac{n_1c + n_2c}{n_1 + n_2}$$

CAPITULO 3

3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

En esta sección analizaremos las variables que pueden especificar la situación de un banco para un grupo de cuentas en particular. Para esto se calcularon **índices** financieros sobre la base de la metodología señalada por la Superintendencia de Bancos. Una vez que seleccionemos de entre los **índices** financieros las variables relevantes, mediante técnicas estadísticas se buscará reducir el número de variables para facilitar el manejo de las mismas y se formarán factores cuya interpretación será explicada.

Finalmente se construirá una función que permita determinar qué bancos son financieramente saludables o que tienen una baja probabilidad de quiebra y aquellos que tienen una alta probabilidad de quebrar, todo esto basándose en los indicadores financieros que presenten los bancos en aquel momento. Este estudio reflejará el estado de un banco en un momento fijo en el tiempo, ya que los **índices** son radiografías de la entidad en un período determinado, por lo tanto más adelante se realizará un análisis financiero complementario en el que se presenta el comportamiento de ciertos **índices** a través del tiempo.

3.1 Determinación de variables representativas de la Actividad Bancaria

Para nuestro estudio estadístico hemos seleccionado 20 variables que nos permitirán obtener conclusiones interesantes acerca de la actividad bancaria y del estado de los bancos al 31 de marzo de 1999. En el anexo 3 se presenta un listado de los indicadores que utilizaremos, con la metodología que se utilizó para su cálculo y la codificación que se mantendrá de aquí en adelante a lo largo del presente capítulo. Para el **índice** Patrimonio técnico constituido / Activos ponderados por riesgo se tomó el valor publicado por las auditorías internacionales.

3.1.1 Descripción de las variables a utilizarse

A continuación se presentan las variables que se utilizarán en el estudio y que permiten evaluar la solvencia, cobertura de riesgo crediticio y eficiencia de la gestión de las entidades sujetas al control de la Superintendencia de Bancos.

Para aquellas variables que no se indique los valores mínimos requeridos, se utiliza como referencia el valor promedio del sistema para dicho **índice**.

Estructura y Calidad de Activos

XI; Activos productivos/Total de Activos

Indica el porcentaje de los activos que generan rentabilidad. Mientras más alto es este porcentaje es mejor para la institución puesto que implica que los fondos se están destinando a activos que generan utilidades antes que en activos improductivos.

X2: Cartera vencida/Total de cartera (Morosidad de Cartera)

Muestra el porcentaje total de cartera que se encuentra vencido.

Una relación muy alta es un indicador de la incapacidad que tiene el banco para recuperar su cartera.

X3: Cartera en riesgo/Total cartera y contingentes (Morosidad global)

Señala el porcentaje de cartera que está vencida o con bajas oportunidades de ser recuperada por lo cual se considera como cartera **riesgosa** dentro del sistema total de crédito.

X4: Provisiones de cartera/Cartera vencida (Cobertura de cartera)

Indica que porcentaje de la cartera se encuentra cubierto por las provisiones.

X5: Provisiones/Activos de riesgos (Cobertura de riesgos)

Refleja el grado de cobertura que tiene la institución con respecto a los activos de riesgo. Mientras mayor es la proporción significa que está más protegido contra los riesgos propios del negocio.

Capitalización y Apalancamiento

X6: Patrimonio/Total de pasivo

Indica qué porcentaje de los pasivos u obligaciones del banco está cubierto por el patrimonio. Explica el margen de seguridad de los acreedores del banco y su relación de propiedad. Mientras más alto es el **índice** es mejor porque indica que la institución está en capacidad de financiarse con recursos propios.

X7: Capital y reservas/Total de activos

Refleja el porcentaje de activos que están respaldado por el capital y la reserva de la institución.

X8: Patrimonio técnico Constituido/Activos ponderados por riesgo

Sirve para establecer la solvencia de una institución financiera. Es una medida que permite relacionar lo que tiene el accionista frente a lo que puede apalancar un banco. El patrimonio técnico Constituido no puede ser inferior al 4% de los activos totales, incluidos los contingentes.

Además las instituciones bancarias deben mantener un nivel mínimo del 9% de la suma total de los activos y contingentes ponderados por riesgo.

Liquidez

X9: Fondos disponibles/Total de depósitos

Indica el porcentaje de los depósitos realizados en el banco que se encuentran cubiertos por dinero disponible en el banco ya sea en moneda nacional o extranjera.

X10: Resolución No. SB-JB-96-078

Este **índice** mide la capacidad que tiene la institución para hacer frente a sus obligaciones más exigibles con los activos de mayor convertibilidad. Según la Ley esta relación no puede ser menor que el **14%**, y de serlo las instituciones no podrán incrementar los saldos de la cartera de préstamos con recursos propios, ni efectuar otras operaciones que afecten dicha relación y, el producto de sus recuperaciones, se destinará a restituir el **índice** de liquidez al nivel mínimo requerido.

Rentabilidad

X11: Resultado del ejercicio/Activo Total promedio

Refleja la relación entre las utilidades de un período y los activos que fueron invertidos para generarla.

X12: Resultado de/ ejercicio/Capital y reservas propias promedio

Muestra la tasa de retorno de la inversión los accionistas que obtienen de la institución.

X13: Resultado del ejercicio/Patrimonio promedio

Es un indicador del rendimiento o el retorno sobre el capital contable.

Eficiencia Financiera

x14: Margen Bruto Financiero/Ingresos de la gestión de in intermediación

Indica cuánto de los ingresos de la gestión están representados por el margen financiero.

X15: Ingresos Financieros/Activos productivos promedio

Este **índice** señala el porcentaje de ingresos obtenidos durante el período gracias a la utilización de activos productivos.

X16: Egresos Financieros/Activos productivos promedio

Indica la proporción de activos productivos que está representada a través de los gastos.

Eficiencia Administrativa***X17: Gastos de personal/Total de egresos***

Señala el porcentaje de egresos que se han destinado como gastos de personal.

X18: Gastos de personal/Activos productivos promedio

Mide cuál es el grado de inversión en talento humano destinado para generar activos.

Costos y rendimientos promedio

X19: Intereses y comisiones pagados depósitos/total depósitos + fondos interbancarios comprados promedio

Mide el costo generado por concepto de intereses sobre depósitos.

X20: (Ingresos Financieros/Activos productivos promedio) - (Egresos Financieros/Pasivos con costo promedio) (Diferencial Financiero)

Indica la ganancia o pérdida **obtenida** al utilizar los activos de la institución en actividades productivas y descontando los costos incurridos.

3.2 Determinación de factores representativos de la Actividad Bancaria

Se reducirán las 20 variables originales en un número menor de cantidades llamadas factores. Al lograr esto podemos trabajar con cualquier otra técnica multivariada de manera más rápida.

Para justificar el Análisis de Factores es necesario estudiar la estructura de la matriz de correlación de las variables que se presenta en el anexo 4 a fin de realizar una inspección visual que nos permita decidir si es factible la utilización de esta técnica, siempre y cuando exista un número sustancial de correlaciones mayores a 0.5⁽¹⁷⁾. Además se presenta la matriz de correlación ordenada, agrupando variables con altas correlaciones entre sí, lo que nos da la idea de los posibles factores a formarse⁽¹⁸⁾. En primer lugar y con ayuda de un software estadístico⁽¹⁹⁾ que realice los cálculos de manera más eficiente, debemos determinar qué tipo de Análisis de factores se realizará, en este caso trabajaremos utilizando como método de estimación de parámetros el método de componentes principales, debido a que nuestro objetivo es resumir la mayor cantidad de la información original (varianza) en un reducido número de factores que las agrupe.

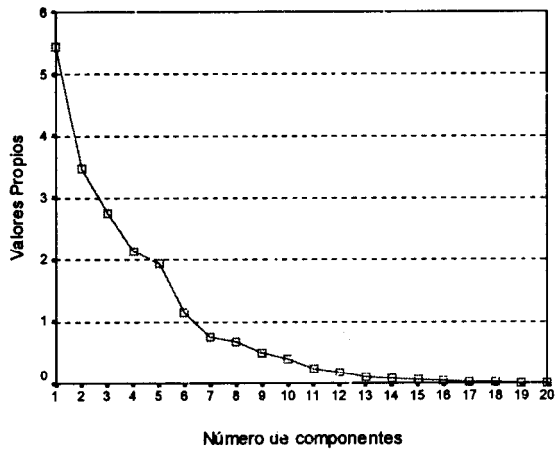
(17) Hair, Anderson, Tatham y Black. Multivariate Data Analysis. Prentice Hall. Quinta edición. Estados Unidos 1998

(18) Los cuadros sombreados de la matriz de correlación ordenada indican altas correlaciones.

(19) Durante el estudio se utilizó SYSTAT 7.0 y SPSS 8.0.

Existen varios criterios para seleccionar el número de factores a utilizarse pero en este caso utilizaremos el criterio de raíces latentes. Este método indica que se seleccionarán únicamente aquellos factores que posean valores propios superiores a 1 y se descartaran (por considerarse insignificantes) aquellos que contribuyan con menos de 1 al total de valores propios.

FIGURA 3.1: CRITERIO DE **RAÍCES** LATENTES



Ingresando todos estos requerimientos, pasamos a la etapa de interpretación de los factores, que envuelve tres pasos. En primer lugar calculamos la matriz de factores no-rotada, que nos ayudaría a obtener una indicación preliminar del número de factores a utilizarse. En la tabla IV se expone el número de factores que será utilizado y el porcentaje de **varianza** explicada.

TABLA IV
VARIANZA TOTAL EXPLICADA

Componentes	Valores Propios Iniciales			Extracción utilizando raíces latentes		
	Total	% de Varianza	% Acumulado	Total:	% de Varianza	% Acumulado
1	5,450	27,252	27,252	5,450	27,252	27,252
2	3,479	17,397	44,648	3,479	17,397	44,648
3	2,771	13,855	58,503	2,771	13,855	58,503
4	2,138	10,688	69,192	2,138	10,688	69,192
5	1,956	9,780	78,971	1,956	9,780	78,971
6	1,161	5,807	84,778	1,161	5,807	84,778
7	0,752	3,762	88,540			
8	0,682	3,408	91,948			
9	0,494	2,471	94,419			
10	0,390	1,952	96,371			
11	0,230	1,149	97,519			
12	0,177	0,883	98,402			
13	0,099	0,496	98,899			
14	0,085	0,424	99,323			
15	0,050	0,252	99,575			
16	0,043	0,214	99,790			
17	0,018	0,088	99,878			
18	0,012	0,061	99,939			
19	0,009	0,044	99,983			
20	0,003	0,017	100,000			

Como observamos, únicamente los 6 primeros factores tienen valores propios mayores que 1 y explican un 84.778%% de la varianza, esto quiere decir que con estas nuevas seis cantidades se pueden representar un 84.778% del problema original.

En la tabla V se presenta también la matriz de factores que contiene las cargas de los factores, es decir la correlación existente entre cada variable y dicho factor.

Las cargas indican el grado de correspondencia entre la variable y el Factor, es decir que cargas altas indican que dicha variable es representativa para ese factor.

TABLA V
MATRIZ DE CARGAS

	Componentes					
	1	2	3	4	5	6
X3	0,910	-0,063	-0,021	0,161	-0,230	0,000
XI	-0,812	0,076	0,071	-0,209	0,117	0,239
X2	0,769	0,054	0,069	0,205	-0,453	-0,201
X15	0,664	-0,212	-0,303	0,276	0,529	-0,085
X18	0,650	-9,314	-0,079	0,248	0,214	0,508
X13	-0,647	-0,310	-0,033	0,448	0,251	-0,272
x12	-0,636	-0,278	0,157	0,305	0,278	-0,299
X16	0,618	-0,224	-0,609	0,192	0,242	-0,211
X6	-0,040	0,948	0,057	0,215	0,095	0,064
x7	0,061	0,941	-0,129	0,144	0,052	0,112
X5	0,228	0,880	0,170	-0,015	0,197	-0,036
X8	0,305	0,518	-0,024	0,416	0,276	-0,056
x14	0,107	0,171	0,816	-0,048	0,454	-0,024
x9	-0,003	-0,173	0,704	0,424	-0,234	-0,210
x19	-0,314	0,022	-0,661	0,388	-0,119	0,354
X17	0,391	-0,346	0,519	0,131	-0,157	0,482
XII	-0,600	-0,018	-0,229	0,686	0,055	0,047
X10	-0,348	-0,029	0,397	0,641	-0,255	0,273
X20	0,548	-0,260	0,368	0,076	0,593	0,012
x4	-0,328	0,155	-0,047	-0,284	3,560	0,303

La matriz anterior no provee un patrón significativo para reconocer e interpretar los factores, por lo tanto será necesario efectuar una rotación ortogonal que permitirá reducir ambigüedades.

La segunda etapa emplea algún método de rotación ⁽²⁰⁾, para hallar una solución más simple y significativa. En la práctica el objetivo de los métodos de rotación es simplificar filas o columnas de la matriz de factores ⁽²¹⁾ para facilitar la interpretación.

El método de rotación utilizado es VARIMAX que busca simplificar columnas de la matriz de factores, es decir que intenta aproximar las cargas altas a 1 o -1 y las cargas bajas de la matriz no **rotada** a 0, con esto la interpretación se facilita. La tabla VI presenta la **varianza** explicada por cada uno de los factores una vez aplicada la rotación ortogonal. Como se puede observar la **varianza** se ha redistribuido pero el porcentaje total de **varianza** explicada es el mismo.

⁽²⁰⁾ El término rotación significa que los ejes de referencia de los factores son girados alrededor del origen hasta que alguna otra posición sea alcanzada.

⁽²¹⁾ Cabe señalar que en la matriz de factores las columnas representan factores, y las filas contienen las cargas de las variables en cada factor.

TABLA VI
VARIANZA TOTAL EXPLICADA UTILIZANDO VARIMAX

Componentes	Porcentaje de Varianza utilizando VARIMAX		
	Total	% de Varianza	% Acumulado
1	3,590	17,949	17,949
2	3,305	16,525	34,474
3	3,078	15,392	49,865
4	2,596	12,980	62,845
5	2,559	12,796	75,641
6	1,828	9,138	84,778

La tabla VII presenta la matriz de cargas ordenada de tal manera que las variables que pertenecen al mismo factor se encuentran juntas y presentan cargas mayores a 0.4 con el respectivo factor.

TABLA VII
MATRIZ DE CARGAS DE LOS FACTORES ROTADOS

	Componentes					
	1	2	3	4	5	6
X15	0,963	0,031	-0,017	0,072	0,054	-0,058
X16	0,854	-0,084	-0,094	0,238	-0,247	-0,285
X18	0,720	-0,089	-0,274	0,000	-0,072	0,535
X20	0,651	-0,042	-0,042	-0,081	0,613	0,225
X6	-0,178	0,965	0,000	0,007	-0,021	-0,018
X7	-0,095	0,936	-0,146	0,017	-0,166	-0,080
X5	-0,039	0,875	-0,225	0,041	0,252	-0,111
X8	0,346	0,676	0,102	0,156	0,053	0,026
X13	-0,042	-0,183	0,875	-0,198	-0,075	-0,086
X12	-0,136	-0,185	0,797	-0,230	0,133	-0,087
X11	-0,062	0,137	0,783	-0,120	-0,466	0,144
X2	0,258	0,059	-0,323	0,833	0,062	0,123
X4	0,079	-0,109	0,031	-0,771	0,073	-0,020
X1	-0,558	-0,008	0,242	-0,637	-0,096	-0,005
X3	0,522	0,010	-0,438	0,632	0,047	0,210
X9	-0,199	-0,093	0,407	0,456	0,455	0,419
X14	-0,011	0,267	0,060	-0,169	0,866	0,251
X19	0,067	0,090	0,226	-0,159	-0,853	0,096
X17	0,117	-0,239	-0,227	0,142	0,259	0,779
X10	-0,299	0,100	0,518	0,136	-0,087	0,661

Finalmente en la tercera etapa de la interpretación se decide si se cambia el método de rotación, el número de factores o el número de variables utilizadas, hasta hallar el modelo que satisfaga al investigador, en nuestro caso el modelo final queda como lo indica la tabla VIII, además cada factor ha sido etiquetado y se presenta su interpretación.

De este modo hemos reducido las 20 variables originales en 6 factores que representan áreas específicas de la actividad bancaria.








Eficiencia Administrativa y Financiera: Los indicadores de eficiencia Administrativa reflejan la proporción de los componentes del costo, con relación a los recursos de intermediación ⁽²²⁾ y a los activos; mientras que la eficiencia financiera se refiere a la utilización de los recursos de intermediación y su productividad financiera

⁽²²⁾ Los recursos de intermediación son las posibilidades o fuentes de financiación de una intermediaria financiera.

TABLA VIII
FACTORES FORMADOS

FACTOR	CARACTERÍSTICA	VARIABLES	INDICES DE CADA CARACTERÍSTICA	% DE VARIANZA
1	EFICIENCIA ADMINISTRATIVA FINANCIERA	X15 X16 X18 X20	Ingresos Financieros/Activos productivos promedio Egresos Financieros/Activos productivos promedio Gastos de personal/Activos productivos promedio Diferencial Financiero	27,252
2	CAPITALIZACION Y APALANCAMIENTO	X5 X6 X7 X8	Cobertura de riesgos Patrimonio/Total de pasivo Capital y Reservas/Total de Activos Patrimonio Mónico/ Activos ponderados por riesgo	17,397
3	RENTABILIDAD	X11 X12 X13	Resultado del Ejercicio/Activo total Promedio Resultado del Ejercicio/Capital y Reservas propias promedio Resultado del ejercicio/patrimonio promedio	13,855
4	ESTRUCTURA Y CALIDAD DE ACTIVOS	X1 X2 X3 X4	Activos productivos/Total activos Morosidad de Cartera Morosidad global Cobertura de Cartera	10,688
5	COSTOS Y RENDIMIENTOS	X14 X19	Intereses y comisiones Pagados/Ingresos de la gestión de intermediación Intereses y comisiones Pagados depósitos/total depósitos + fondos interbancarios comprados promedio	9,780
6	LIQUIDEZ	X9 X10 X17	Fondos disponibles/Total de depósitos Resolución No SB - JB - 96 - 078 Gastos de personal/Total de egresos	5,807

Los colores indican como se hallaban originalmente clasificadas las variables según la metodología señalada por la Superintendencia de Bancos.

-  Estructura y Calidad de Activos
-  Capitalización y Apalancamiento
-  Liquidez
-  Rentabilidad
-  Eficiencia Financiera
-  Eficiencia Administrativa
-  Costos y Rendimiento Promedio

Capitalización y Apalancamiento: Refleja la suficiencia de capital con que las entidades realizan intermediación financiera. A través de este factor se puede observar suficiencia patrimonial de las entidades.

Rentabilidad: Permite establecer el grado de retorno de la inversión ⁽²³⁾ de los accionistas y los resultados obtenidos por la gestión operativa del negocio de intermediación.

Estructura y Calidad de Activos: Los indicadores de este grupo reflejan la eficiencia ⁽²⁴⁾ en la constitución de los activos y pasivos, la posición del riesgo crediticio y la posibilidad de cobertura para créditos irrecuperables.

⁽²³⁾ El retorno de una inversión es la comparación del beneficio neto obtenido en un determinado proyecto de inversión con el capital invertido en él.

⁽²⁴⁾ Al referirnos a eficiencia tratamos de la utilización de los recursos disponibles, minimizando su empleo y generando productividad.

Costos y Rendimientos promedio: Estos indicadores permiten evaluar la incidencia de los márgenes de la intermediación ⁽²⁵⁾ en la gestión financiera ⁽²⁶⁾.

Liquidez: Permite relacionar las captaciones con las colocaciones. Reflejan la disponibilidad de fondos con que cuentan los bancos privados para sus operaciones. Proporciona indicios de la capacidad de la institución financiera para responder en forma inmediata a eventuales retiros de depósitos del público.

⁽²⁵⁾ Margen de intermediación es la diferencia entre el beneficio obtenido en la colocación de los recursos financieros en el mercado y el coste generado en su obtención.

⁽²⁶⁾ Denominamos gestión financiera a la actividad dedicada al análisis de las necesidades financieras de un banco, mediante la búsqueda, elección y control de los recursos financieros necesarios para la consecución de los objetivos propuestos. Comprende tareas como la captación de fondos, la elección de proyectos de inversión, la retribución de préstamos y créditos, etc.

3.3 Clasificación de Bancos Privados según sus **índices** financieros

Una vez que hemos agrupado los **índices** financieros en 6 factores representativos hallaremos, ahora, una función que nos permita obtener una clasificación de los bancos, determinando a través de sus **índices** financieros si pueden continuar o no en el sistema, al mismo tiempo que se puntualizaran diferencias relevantes entre estos grupos. A lo largo de la investigación llamaremos “quiebra” al hecho de que un banco deba abandonar el sistema financiero debido a que sus **índices** financieros reflejan que el banco no puede seguir operando y “no quiebra” si el banco puede continuar operando dentro del sistema financiero.

Esta separación de los bancos privados no necesariamente indica que en ese momento el banco deba cerrar sus puertas al público, pero si puede utilizarse como una medida de alerta tanto para el banco como para los organismos de supervisión, a fin de que puedan tomarse medidas preventivas y correctivas.

Para realizar esta clasificación utilizaremos la técnica multivariada de Análisis Discriminante y dentro del diseño de esta técnica existen aspectos importantes que debemos establecer:

- a) Las variables a utilizarse
- b) El tamaño de la muestra
- c) La división de la muestra

Para el análisis Discriminante es necesario tener una variable dependiente, en este caso se trata de la variable que llamaremos QUIEBRA que es dicotómica ⁽²⁷⁾. Además necesitamos variables independientes y utilizaremos los factores obtenidos del análisis previo.

⁽²⁷⁾ Toma el valor de 0 (“no quiebra”) si el banco puede seguir operando en el sistema financiero nacional y 1 (“quiebra”) si el banco debe someterse a un proceso de saneamiento u observación por parte de las autoridades gubernamentales correspondientes

En cuanto al número de observaciones que utilizaremos serán iguales al número de bancos privados que estaban operando al 31 de marzo de 1999 y que son 32, los cuales serán utilizados para encontrar la función de discriminación. Para probar la función y determinar la precisión de la misma utilizaremos una muestra de verificación. Lo que generalmente se hace es dividir aleatoriamente la muestra en dos submuestras: una de análisis y otra de verificación, pero en nuestro caso la muestra original es muy **pequeña** y de hacerlo posiblemente la función no sea estadísticamente significativa, por lo que se ha decidido utilizar la matriz de clasificación de Jackknife ⁽²⁸⁾.

Otro de los inconvenientes en cuanto al tamaño es la diferencia de tamaño de los grupos (23 “no quiebran” y 9 “quiebran”), lo que puede influir en la clasificación existiendo mayor oportunidad de clasificar a los bancos dentro del grupo más grande.

(28) La matriz de clasificación de Jackknife calcula funciones de los datos originales exceptuando la observación que está siendo clasificada.

Un requisito importante es que las variables a utilizarse no estén altamente correlacionadas entre sí, porque esto indicaría que existen variables que pueden ser explicadas por otras y estas variables aportarían muy poco al modelo. En nuestro caso este problema ha sido superado porque estamos trabajando con los factores (obtenidos del análisis previo) que son independientes.

Luego de concluir que el **Análisis** Discriminante es la técnica que utilizaremos es necesario decidir el modelo a utilizarse. Para la estimación podemos utilizar dos métodos el simultáneo y el método por etapas ⁽²⁹⁾ En este caso se utilizará el método simultáneo, es decir que se analizarán todas las variables que se incluyan en el modelo, debido a que nuestro objetivo es determinar qué **índices** o factores (áreas de la actividad bancaria) son de mayor importancia al momento de predecir una crisis, además de lograr una clasificación que no se base tan solo en un área específica de la actividad bancaria sino que evalúe todos los aspectos de manera simultánea.

⁽²⁹⁾ El método por etapas consiste en ingresar o remover una variable del modelo en cada paso hasta encontrar un “buen modelo” identificando el mejor subconjunto de variables a introducirse.

En primer lugar realizaremos una prueba para diferencias del vector de medias, que en este caso puede ser observada como una prueba de la significancia de la separación de los grupos. Para esto utilizaremos el criterio de **Wilks'** lambda que se describe a continuación:

$$\Lambda^* = \frac{\left| \sum_{l=1}^g \sum_{j=1}^{n_l} (x_{lj} - \bar{x}_l)(x_{lj} - \bar{x}_l)' \right|}{\left| \sum_{l=1}^g \sum_{j=1}^{n_l} (x_{lj} - \bar{x})(x_{lj} - \bar{x})' \right|}$$

es el estadístico que nos permitiría

contrastar las siguientes hipótesis: $H_0: \mu_1 = \mu_2$ y $H_1: \mu_1 \neq \mu_2$ y

rechazamos H_0 si $\left(\frac{\sum n_l - p - 1}{p} \right) \left(\frac{1 - \Lambda^*}{\Lambda^*} \right) > F_{p, \sum n_l - p - 1}$. Donde g es el número

de grupos existentes, n_l el tamaño del grupo l , \bar{x}_l la media del grupo l , \bar{x} la media total y p el número de variables utilizadas. Si rechazamos H_0 podemos concluir que la separación entre ambas poblaciones es significativa.

En nuestro caso $\Lambda^* = 0,536$ por lo tanto el estadístico de prueba es igual a **3,6138924** y el nivel p para este valor es **0.010** de donde podemos concluir que existen diferencias significativas entre grupos para pruebas con un nivel de significancia mayor a 0.01.

Sin embargo esto no significa necesariamente una correcta clasificación por lo que más adelante se probará la correcta clasificación. Utilizando la prueba D^2 obtenemos el mismo nivel de significancia.

Luego formamos la función discriminante combinando los factores con los coeficientes obtenidos dando como resultado la siguiente función:

$$Z_k = -0.138 * F1 + 0.470 * F2 - 0.129 * F3 - 0.349 * F4 + 0.313 * F5 + 1.154 * F6$$

donde Z_k es el puntaje de la función discriminante para la k-ésima observación.

Es importante observar dentro de la función aquellas variables que tengan un mayor peso, porque esto indica que debe prestarse especial atención a estas áreas ya que permiten anticipar una posible crisis. Por lo tanto podemos concluir que hay que prestar atención especial al factor de liquidez (F6) y al de capitalización (F2).

De esta manera podemos construir para cada observación un puntaje y decidir en que grupo ubicar dicha observación. Para hacer esto en primer lugar hallamos los centros de cada grupo, aplicando la función discriminante a las medias de las variables de cada grupo que pueden observarse en la tabla IX, esta contiene algunas estadísticas descriptivas de cada grupo.

TABLA IX
ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LOS GRUPOS

QUIEBRA	VARIABLES INDEPENDIENTES	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	NUMERO DE OBSERVACIONES
"NO QUIEBRA"	EFICIENCIA	-0,043	1,121	23
	CAPITALIZACION	0,147	1,141	
	RENTABILIDAD	-0,040	0,963	
	ACTIVOS	-0,109	1,020	
	COSTOS Y RENDIMIENTO	0,098	1,117	
	LIQUIDEZ	0,360	0,923	
"QUIEBRA"	EFICIENCIA	0,110	0,635	9
	CAPITALIZACION	-0,375	0,278	
	RENTABILIDAD	0,103	1,145	
	ACTIVOS	0,279	0,946	
	COSTOS Y RENDIMIENTO	-0,250	0,587	
	LIQUIDEZ	-0,920	0,455	

De esta manera obtenemos los centros de cada grupo que se muestran en la tabla X que posteriormente nos servirá para establecer criterios de asignación de observaciones a distintos grupos.

TABLA X
CENTROS DE CADA GRUPO

QUIEBRA	centros
no quiebra	0,564
quiebra	-1,442

Como se mencionó anteriormente es necesario determinar que tan correcta es la clasificación con la función obtenida para lo cual realizamos el siguiente procedimiento:

1. Encontramos un punto de corte o criterio de comparación a partir del cual una observación puede clasificarse en el grupo 1 o 2. El punto mencionado se determina de la siguiente manera

$$Z_{CU} = \frac{N_A Z_B + N_B Z_A}{N_A + N_B} \text{ donde } Z_{CU} \text{ es el punto de corte cuando los}$$

grupos tienen distintos tamaños; N_A tamaño del grupo A; N_B tamaño del grupo B; Z_A centro del grupo A; Z_B centro del grupo B.

Como se puede observar este criterio toma en cuenta únicamente el tamaño de los grupos.

2. Clasificar a las observaciones en el grupo A o B dependiendo de si su puntaje ponderado con los coeficientes de la función de discriminación es mayor o menor que el punto de corte.

3. Formar la matriz de clasificación y hallar el porcentaje de clasificación correcta, tanto para la muestra de análisis como para la muestra de prueba.

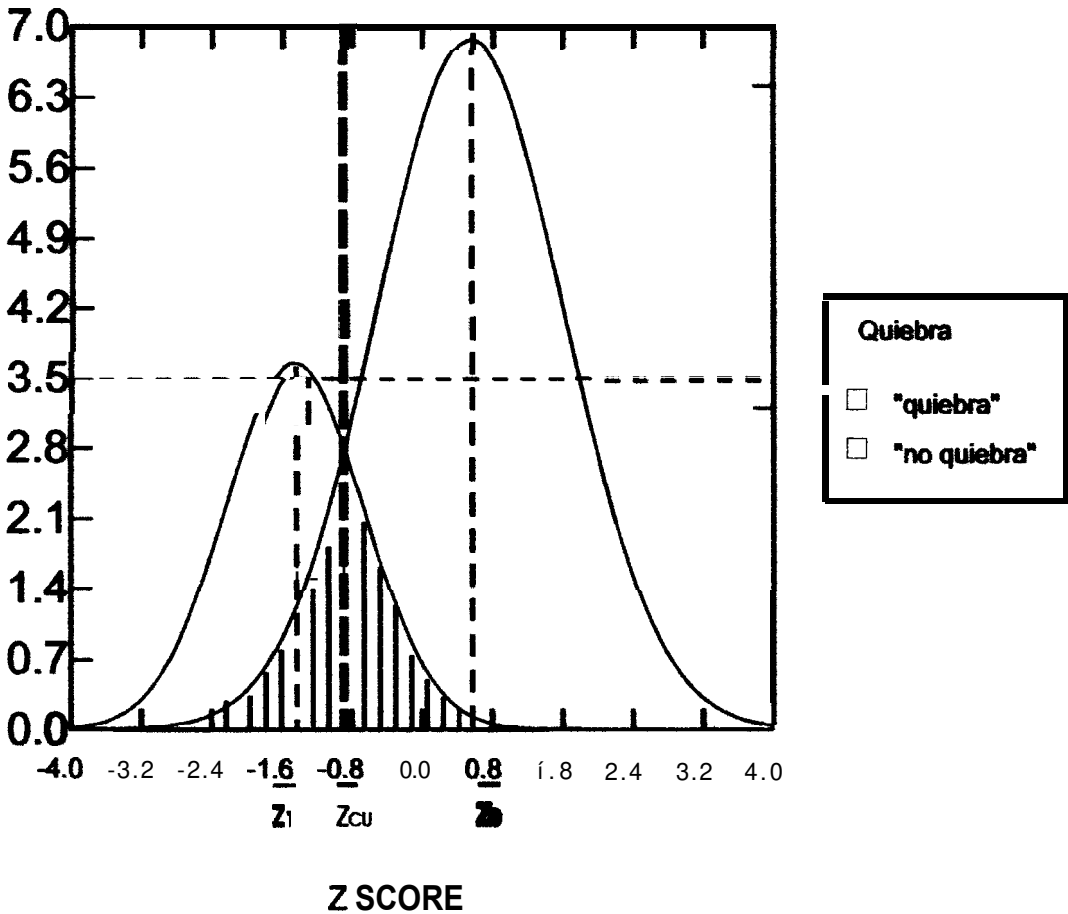
4. Determinar si el porcentaje de clasificación hallado en la matriz de clasificación es aceptable.

El punto de corte en nuestro caso es $-0,877$ que se ha comparado con cada uno de los valores de la función previamente creada. El paquete estadístico realiza este proceso automáticamente, aquí se ilustra el proceso calculando el puntaje para el Banco del Progreso. Así el Banco del Progreso tiene los siguientes valores para cada factor: $F1= -0.655$, $F2=-0.577$, $F3=-0.255$, $F4=0.258$, $F5=-0.125$, y $F6=0.837$; aplicando la función discriminante tenemos el puntaje del Banco $Z_{\text{PROGRESO}}= -1.2436$ y al compararlo con nuestro punto de corte vemos que el puntaje del banco es menor que -0.877 , por lo tanto el Banco del Progreso es clasificado dentro del grupo de “quiebra”. En los Anexos de este documento consta el puntaje obtenido por cada uno de los bancos, señalando el grupo al cual fueron clasificados en la corrida de análisis como en la de verificación.

Es importante observar la cercanía que el puntaje de un banco tenga con el punto de corte ya que esto es una medida de alerta que indica que un banco puede hallarse en crisis y estar clasificado incorrectamente porque caen dentro de la zona de clasificación incorrecta o simplemente tomarse como un indicador de que el banco debe mejorar.

Si **graficamos** las densidades de cada grupo para los puntajes que obtuvo cada banco al aplicar la función discriminante podemos comprender mejor esta técnica. Como se observa en la figura 3.2 \bar{Z}_1 es el centro del grupo de “quiebra” que se obtuvo al aplicar la función discriminante a las medias de cada una de las variables del grupo de “quiebra”, \bar{Z}_0 es el centro del grupo de “no quiebra” que se obtuvo según el procedimiento explicado pero aplicado a las medias de las variables del grupo de “no quiebra”. El punto de corte se lo denota con Z_{CU} . El área de intersección de las curvas presenta la probabilidad total de clasificación errónea, siendo el área rayada de azul la probabilidad de clasificar incorrectamente un elemento del grupo de “quiebra” y el área rayada de rojo la probabilidad de clasificar incorrectamente un elemento del grupo de “no quiebra”.

Figura 3.2: **Densidades Normales** para la **función Discriminante**



Mediante las funciones de clasificación de Fisher podemos clasificar nuevas observaciones pertenecientes a la población, es decir que si tomamos una nueva observación mediante esta función podemos determinar en que grupo clasificarla. Para esto se obtienen dos puntajes uno para "quiebra" y otro para "no quiebra", al grupo que reciba el mayor puntaje se le asignará dicha observación.

La tabla XI muestra los coeficientes de las funciones discriminantes de Fisher (Funciones de clasificación).

TABLA XI
COEFICIENTES DE LAS FUNCIONES DE CLASIFICACIÓN

	QUIEBRA	
	no quiebra	quiebra
EFICIENCIA	-0,0780	0,1993
CAPITALIZACION	0,2648	-0,6768
RENTABILIDAD	-0,0727	0,1857
ACTIVOS	-0,1970	0,5034
COSTOS Y RENDIMIENTO	0,1765	-0,4511
LIQUIDEZ	0,6508	-1,6631
CONSTANTE	-0,4893	-2,3075

Nuevamente utilizaremos el Banco del Progreso para ilustrar el proceso. Utilizando los valores de cada uno de los seis factores dentro de cada una de las funciones de clasificación obtenemos los siguientes valores: $f_{\text{quiebra}} = -0.51$ y $f_{\text{no quiebra}} = -1.19$. Así como el valor de la función para el grupo de “quiebra” es mayor que el valor para el grupo de “no quiebra”, entonces clasificamos al Banco del Progreso dentro del grupo de “quiebra”.

Ahora presentaremos la matriz de clasificación para la muestra de análisis y para la muestra de verificación y determinaremos el porcentaje de clasificación correcta. Estos resultados se presentan en la tabla XII.

TABLA XII
RESULTADOS DE LA CLASIFICACIÓN

	QUIEBRA	Predicción de membresía a un grupo		Total	
		0	1		
Original	Conteo	0	21	2	23
		1	3	6	9
%		0	91,30	8,70	100
		1	33,33	66,67	100
Prueba	Conteo	0	18	5	23
		1	3	6	9
%		0	78,26	21,74	100
		1	33,33	66,67	100

84,4% de la muestra original clasificados correctamente.

75,0% de la muestra de prueba clasificados correctamente.

Es necesario establecer que porcentaje de clasificación correcta se considera aceptable para la función discriminante. Primero hay que determinar el porcentaje que puede ser clasificado correctamente sin los efectos de la función discriminante, es decir utilizando criterios de posibilidad y para esto tenemos dos métodos: el criterio de la máxima posibilidad y el criterio de posibilidad proporcional.

El criterio de la máxima posibilidad indica que el porcentaje de clasificación correcta debe exceder al porcentaje que representa el grupo más grande dentro del tamaño total de la muestra, en este caso el criterio máximo indicaría 'que debe exceder a **71.875%**, este criterio se utiliza cuando el objetivo es maximizar el porcentaje de clasificación correcta. Generalmente el método utilizado es el proporcional ⁽³⁰⁾, y es el que se utilizará debido que nuestro objetivo es identificar correctamente los miembros pertenecientes a los dos grupos. Según el criterio proporcional el porcentaje de clasificación correcta debe exceder a 59.57%. Una regla generalmente usada es que el porcentaje de clasificación correcta sea al menos $\frac{1}{4}$ mayor que lo determinado por los criterios ⁽³¹⁾. En este caso deberá ser mayor a 74.46% lo cual se cumple.

⁽³⁰⁾ El criterio de posibilidad proporcional se utiliza cuando el tamaño de los grupos es distinto y se desea identificar correctamente los miembros de dos grupos. Su fórmula es $C_{pro} = p^2 + (1-p)^2$ donde p es la proporción de individuos en el grupo 1.

⁽³¹⁾ Para ampliar el tema ver Hair, Anderson, Tatham y Black. Multivariate Data Analysis. Quinta edición. Prentice Hall (1996).

Además de estas pruebas podemos utilizar una prueba estadística del poder discriminatorio de la función y se utiliza el estadístico Press's Q que se calcula como se indica a continuación:

$$Pr\ ess'sQ = \frac{[N - (ng)]}{N(g-1)} \quad \text{donde } N=32 \text{ (el tamaño de la muestra), } n=24$$

(número de observaciones correctamente clasificadas) y $g=2$ (número de grupos). Si el estadístico es mayor que una variable χ_1^2 entonces se concluye que el porcentaje obtenido en la matriz de clasificación es estadísticamente significativo. Así el estadístico Press's Q = 8 lo que indica con un nivel de significancia de 0.005 que la clasificación obtenida por la función de discriminación es mejor que los criterios de posibilidad.

3.4 Aplicación

El combinar varias características bancarias en un solo valor que permita identificar el grupo al que pertenece el banco en estudio, le da al Análisis Discriminante una ventaja sobre técnicas univariadas en las que solo se estudia una característica a la vez y de manera independiente, al mismo tiempo que facilita la toma de decisiones.

La importancia de esta técnica y de la determinación de puntajes para cada banco se encuentra en el hecho de que la gerencia del mismo o los organismos de **supervisión**, luego de conocer el estado financiero de la institución, pueda tomar las decisiones del caso, pero además tiene otras áreas de aplicación.

Puede utilizarse para analizar futuros créditos, es decir una institución puede basarse en el puntaje del banco y decidir si concederle o no un préstamo; es también de utilidad en el *análisis de inversiones* ya que en caso de que un banco estuviera próximo a un desastre financiero, los inversionistas desearían poder anticipar este hecho y poder tomar sus decisiones de inversión. Puede de esta manera convertirse en una herramienta para las calificadoras de riesgo.

En el caso de los organismos de supervisión pueden realizar *análisis de auditorías*, es decir que puede tomarse el puntaje obtenido por el banco, como guía al momento de determinar qué instituciones necesitan una revisión de sus actividades.

Si una institución tiene un puntaje bajo que indica que su probabilidad de quiebra es alta entonces la auditoría es urgente, mientras que si se verifica lo contrario la auditoría puede esperar, así puede incluso reducirse costos de supervisión efectuando una supervisión integral a aquellas instituciones que más lo requieren, fundamentando esta decisión en resultados estadísticos.

Para los directivos o accionistas del banco, además de ser un indicador anticipado de probables crisis, le permite evaluar la situación de otros bancos y así tomar decisiones sobre posibles fusiones con otras instituciones (análisis de *fusión*), permitiendo la valoración previa de cómo una fusión podría afectar la salud financiera del banco adquiriente.

CAPITULO 4

4. ANÁLISIS FINANCIERO

A lo largo de ésta última década el sistema financiero y en particular la banca privada han venido experimentando diversas alteraciones; entre los cambios originados tenemos las modificaciones a la legislación existente en el área financiera, cambios políticos, sucesos sociales, entre otros, que de distintas maneras han venido influyendo en este sector de la economía ecuatoriana.

Uno de los cambios es el incremento en el número de bancos, hecho que se diferencia de lo ocurrido en la década de los ochenta cuando el número de bancos se mantenía constante. En la tabla XIII se puede apreciar como ha cambiado el número de bancos a lo largo de estos 10 años de estudio.

TABLA XIII
NÚMERO DE ENTIDADES BANCARIAS

AÑOS	BANCOS PRIVADOS
1990	19
1991	32
1992	32
1993	31
1994	36
1995	43
1996	44
1997	41
1998	39

Fuente: **Superintendencia** de Bancos, Memorias 90-97;

Nota: Las cifras de 1998 son cortadas al 30 de junio.

En esta sección recorreremos el sistema bancario durante la década de los 90, presentando como han cambiado las cifras en cuanto a la estructura de sus principales cuentas y visualizando algunos **índices** que nos permitirán comparar el desempeño de ciertos bancos en relación con el sistema total, en diversas áreas.

Con base a la información proporcionada por los bancos privados ecuatorianos a la Superintendencia de Bancos, se procede a calcular **índices** financieros para todas las instituciones y se los compara con el promedio del sistema a fin de poder evaluar “la salud del banco”.

En este estudio se han calculado los mismos índices financieros utilizados en el capítulo anterior. Una de las limitaciones es que el plan cuentas de las instituciones del sistema financiero han variado en este tiempo, por esto para el cálculo de ciertos índices hay cuentas que no serán tomadas en consideración puesto que en ese año no existían. El procedimiento efectuado para el análisis financiero es igual para todas las instituciones bancarias, sin embargo por cuestiones de espacio solo se presenta el resultado de ciertas instituciones bancarias. La selección de las entidades a ser presentadas se baso en el siguiente criterio:

En primer lugar hemos segmentado la banca en tres grupos, basados en la segmentación que fue utilizada en el Informe Banca Ecuatoriana al 30 de Septiembre de 1998, que se encuentra publicado en la página web del Banco de Guayaquil., esta segmentación se realiza de acuerdo a su participación del total de activos más contingentes del sistema:

Para medir el **tamaño** de los bancos es importante agregar los activos contingentes ya que son activos de riesgo que de acuerdo con la Ley **están también** sujetos al requerimiento del patrimonio **técnico** y a la obligación de ser evaluados trimestralmente con el fin de establecer el nivel de provisiones para incobrables.

De esta manera tenemos tres tamaños de bancos: los bancos grandes que son aquellos cuya participación es mayor al 5%, los *bancos medianos* que tienen entre el 5% y el 2%, y los *bancos pequeños* que participan con menos del 2% de los activos más contingentes del sistema. La participación de las distintas instituciones bancarias será calculada al 31 de marzo de 1999⁽³²⁾ y se tomarán las cuentas 1 y 6 de los balances de situación consolidados que corresponden a los activos y las cuentas contingentes. Los activos constituyen propiedades de los bancos tales como suma de fondos disponibles, inversiones, cartera de créditos y todas las propiedades de los bancos; y los contingentes son operaciones fundamentalmente de comercio exterior. En el anexo 8 podemos apreciar los bancos del sistema financiero y su porcentaje de participación.

Una vez que la banca se ha segmentado tomamos 2 bancos del grupo de bancos grandes, uno que en la actualidad se encuentra abierto y uno que cerro. Del grupo de los bancos medianos tomamos uno y de los bancos pequeños tomaremos uno abierto, uno cerrado y un internacional.

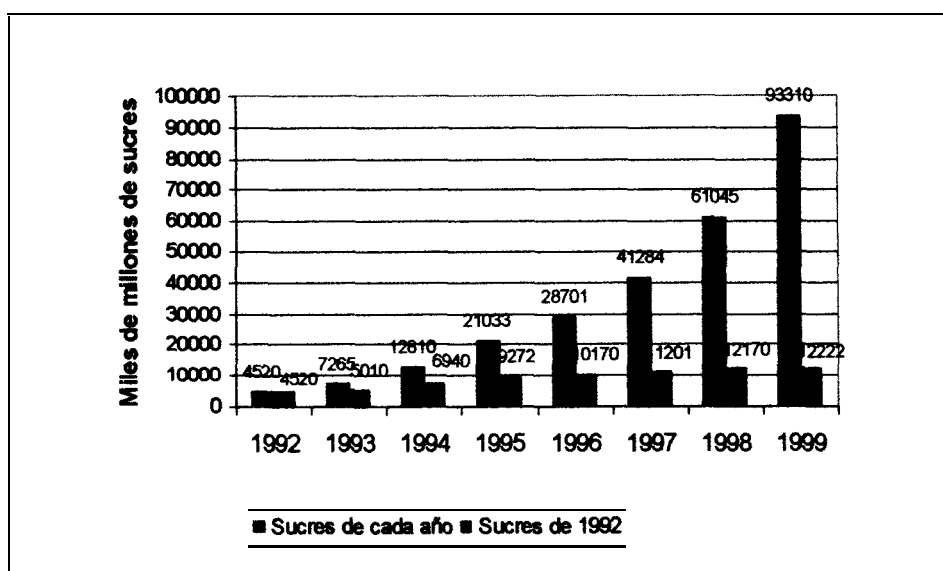
⁽³²⁾ Fecha a la cual se realizaron las auditorías internacionales.

Con el fin de proporcionar un panorama general de la situación financiera de la banca se presentará además del estudio de ciertas instituciones, un análisis del total del sistema.

4.1 Activos

El estudio se lo realiza desde diciembre de 1992 hasta diciembre de 1999, tomando el valor de los activos al final de cada año. La figura 4.1 presenta los activos totales del sistema en su valor en libros y además muestra una columna con el valor deflactado y expresado en sucres de 1992.

FIGURA 4.1: TOTAL DE ACTIVOS DEL SISTEMA



Desde 1992 los bancos privados del sistema han experimentado crecimiento en sus activos, que puede ser observado en la tabla XIV

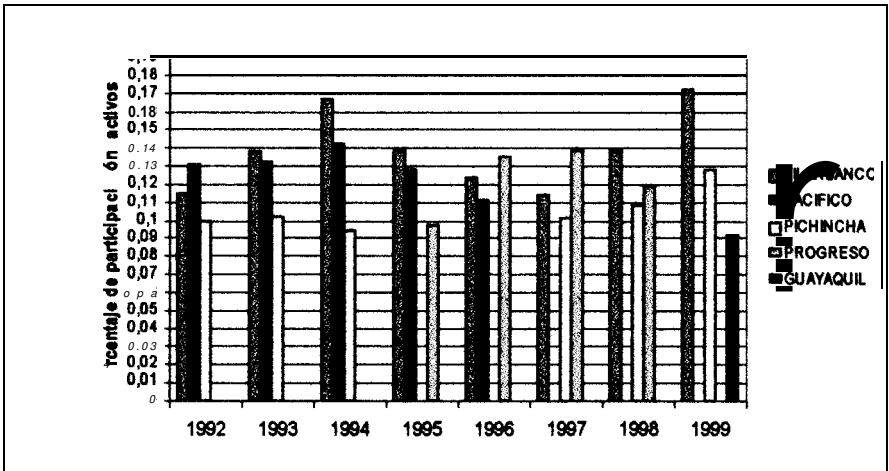
**TABLA XIV
CRECIMIENTO NOMINAL ANUAL DE LAS PRINCIPALES
CUENTAS**

Periodo	Activos		Pasivos		Patrimonio	
	nominal	real	nominal	real	nominal	real
1992-1993	60,73	10,85	60,14	10,44	64,53	13,47
1993-1994	76,33	38,52	77,52	39,45	68,89	32,67
1994-1995	64,19	33,59	61,05	31,04	84,79	50,36
1995-1996	36,46	9,69	37,50	10,53	30,47	4,88
1996-1997	43,84	10,14	42,57	9,17	51,49	16,00
1997-1998	47,87	8,65	51,19	11,09	28,99	-5,23
1998-1999	52,85	0,43	66,93	9,68	-40,94	-61,20

Vemos así que en el año 94 existió un mayor incremento de los activos, este aumento se debe a la expansión del crédito bancario que se vivió en este período, alcanzado un incremento nominal del 76.33% y real de 38.52%. El incremento observado en el 95 puede obedecer a dos razones: el ingreso de nuevos participantes al sistema o por su propia expansión. El incremento del último período se debe a que cerraron sus puertas varias instituciones con grandes participaciones en el total de activos del sistema. A diciembre de 1999 el 22.25% de los activos del sistema pertenecían a bancos en reestructuración y el .9% a bancos en saneamiento.

A pesar del número de bancos existentes, hay una gran concentración en pocos de ellos, para ilustrar este hecho presentamos los tres bancos que en cada año demostraron tener una mayor participación de activos dentro del sistema.

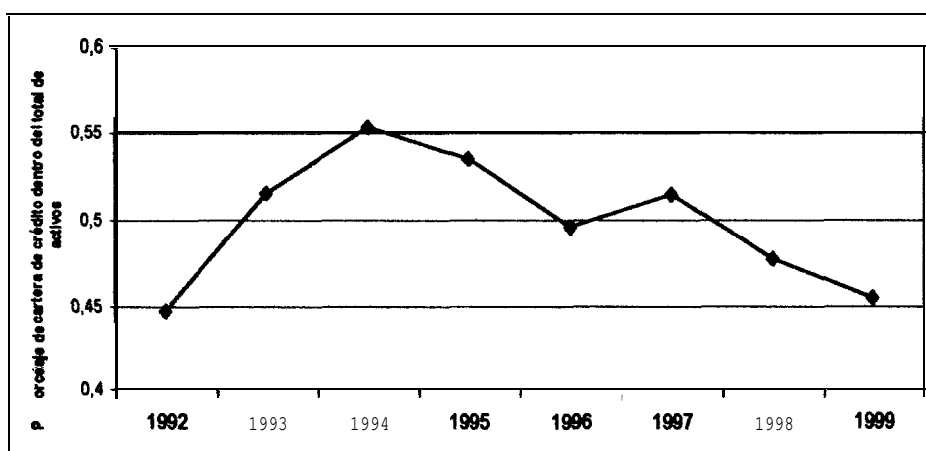
FIGURA 4.2: BANCOS CON MAYOR PARTICIPACIÓN DE ACTIVOS EN EL SISTEMA



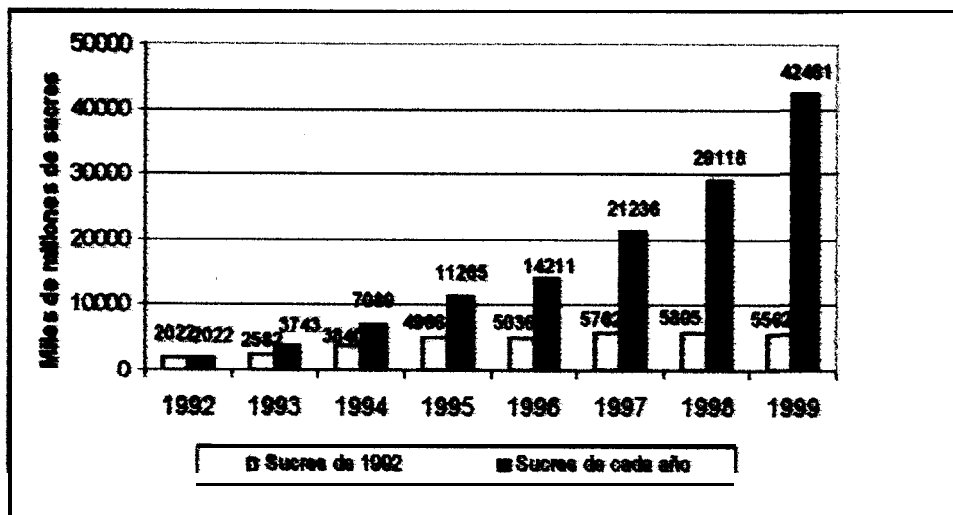
Filanbanco se ha mantenido siempre dentro de los tres bancos con mayor cantidad de activos, hasta el 96 el Banco del Pacífico también pertenecía al grupo de los tres bancos más grandes del sistema, el Pichincha y Progreso se han venido disputando los primeros lugares, pero luego de la reestructuración del Progreso y de la vigilancia del Pacífico, ingresó el Banco de Guayaquil al grupo de los tres con mayor participación de activos en el 99.

Dentro del total de activos, el rubro que representa un mayor porcentaje es la cartera de crédito que a lo largo de la **década** ha experimentado variaciones porcentuales dentro del total de activos, según se observa en la figura 4.3.

FIGURA 4.3: PORCENTAJE DE CARTERA DE CRÉDITO DENTRO DE LOS ACTIVOS DEL SISTEMA

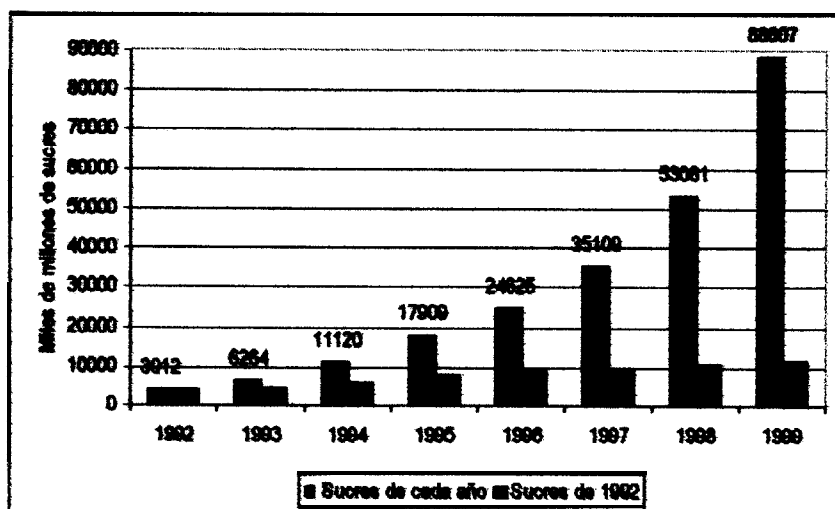


Si bien en el porcentaje observado se mantiene casi estable, al observar las cifras, podemos ver que en el último año existió un decremento en esta cuenta, nuevamente se **señala** que las cifras estudiadas se encuentran en suces y por los efectos inflacionarios, los incrementos observados no reflejan un crecimiento real, por esto presentamos además los valores para esta cuenta en suces de 1992.

FIGURA 4.4: CARTERA DE CRÉDITO

4.2 Pasivos

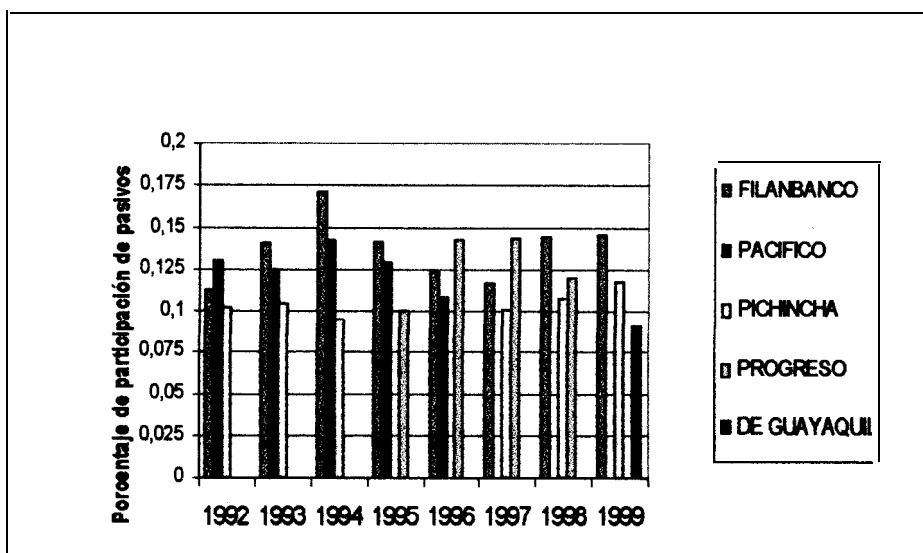
En la tabla XIV se muestra el incremento de los pasivos en estos últimos 7 años, las cifras pueden observarse en la figura 4.5.

FIGURA 4.5: TOTAL DE PASIVOS DEL SISTEMA

Si comparamos el incremento nominal de los pasivos con el crecimiento de los activos vemos que en los **años 94,96,98,99** el incremento de los pasivos ha sido mayor que el de los activos. El año 99 es el que presenta mayor diferencia en el crecimiento de estas dos cuentas, la diferencia alcanzó los 14 puntos porcentuales.

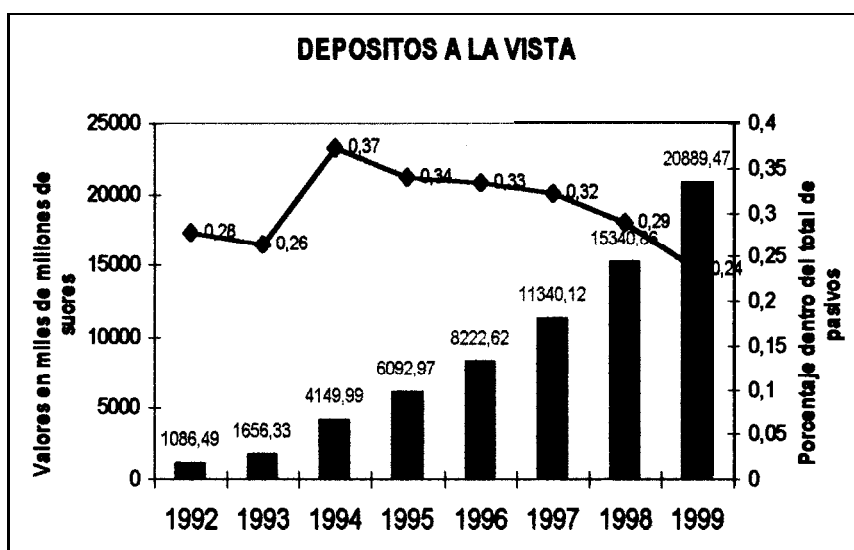
En cuanto a los bancos con mayor porcentaje de pasivos dentro del sistema, vemos a las mismas instituciones que ocupaban los primeros puestos en activos.

FIGURA 4.6: BANCOS CON MAYOR PORCENTAJE DE PASIVOS DENTRO DEL SISTEMA



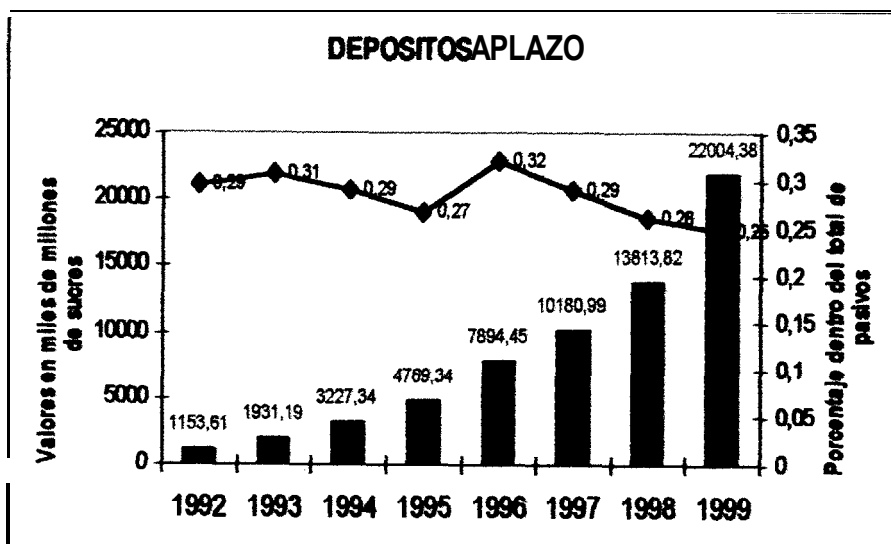
Los Rubros dentro de los pasivos con mayor porcentaje son los Depósitos a la vista y Depósitos a plazo. Podemos observar que en los años 92, 93 y 99 los depósitos a plazo presentan un mayor porcentaje del total de pasivos y en los años restantes los depósitos a la vista fueron la principal fuente de captaciones bancarias.

FIGURA 4.7: DEPÓSITOS A LA VISTA



En la figura 4.8 podemos apreciar como se han incrementado los depósitos a plazo en los últimos 7 años, una vez más indicamos que los valores son tomados a diciembre de cada año.

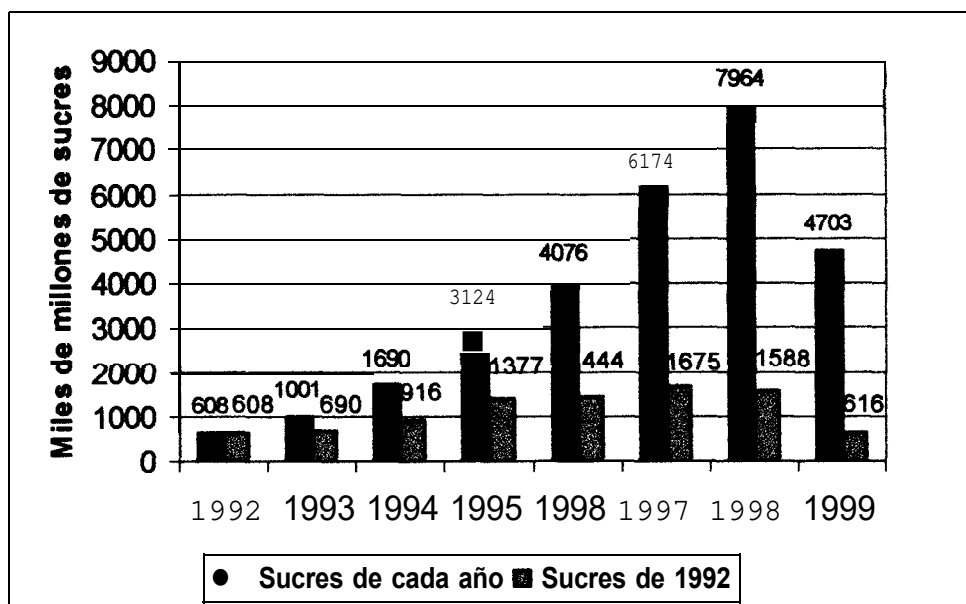
FIGURA 4.1: **DEPÓSITOS A PLAZO**



4.3 Patrimonio

En cuanto al patrimonio de las instituciones bancarias este se ha reducido en los dos últimos años llegando en 1999 a un decremento nominal del 40.94% en el año, haciendo que el patrimonio total del sistema alcance valores similares a los de 1994, esto se debe en gran medida a la crisis bancaria vivida que ocasionó el cierre de algunas instituciones financieras.

FIGURA 4.9: PATRIMONIO

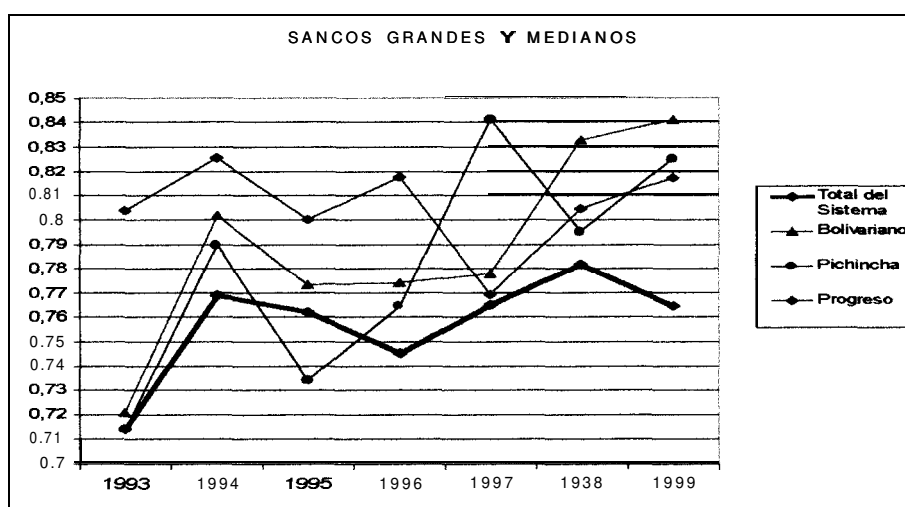


4.4 Estructura y calidad de Activos

Una vez que se tiene un panorama general de las tres mayores cuentas, haremos un estudio de **índices** financieros, veremos como han evolucionado en los últimos años y con mayor detenimiento veremos mes a mes lo que ocurrió con los bancos seleccionados en los dos últimos años. De aquí en adelante para el cálculo de los **índices** tomaremos los valores a Diciembre de cada año, a excepción del año 99 en que utilizamos como corte el mes de marzo porque a partir de esa fecha entraron en reestructuración los bancos Progreso y **Bancomex**.

En primer lugar veremos en que medida los bancos están utilizando sus activos para generar utilidades, utilizaremos el índice que relaciona los activos productivos con el total de Activos del Sistema.

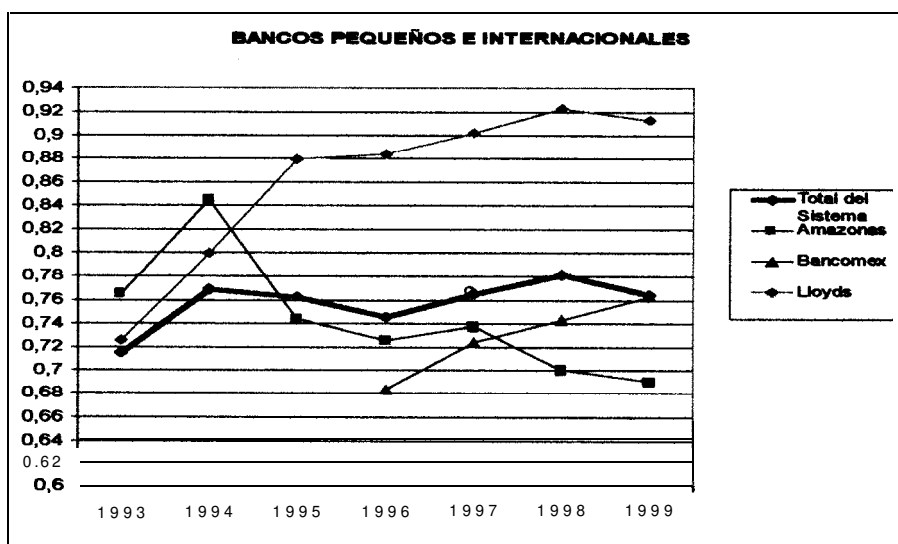
FIGURA 4.10: VARIACIÓN DEL ÍNDICE: ACTIVOS PRODUCTIVOS/TOTAL DE ACTIVOS EN LOS ÚLTIMOS AÑOS



Al comparar este índice contra el total del sistema, vemos que los bancos grandes, medianos e internacionales se encuentran siempre por encima del sistema mientras que los bancos pequeños se hallan por debajo del mismo. Notamos que en particular el Banco Amazonas sufre una caída en este índice entre 1997 y 1999. En este mismo período el sistema presenta un deterioro de este índice que mide la calidad de los activos

Pese a encontrarse en reestructuración, el Banco del Progreso reflejaba siempre en este índice que utilizaba sus activos de manera productiva para obtener utilidades.

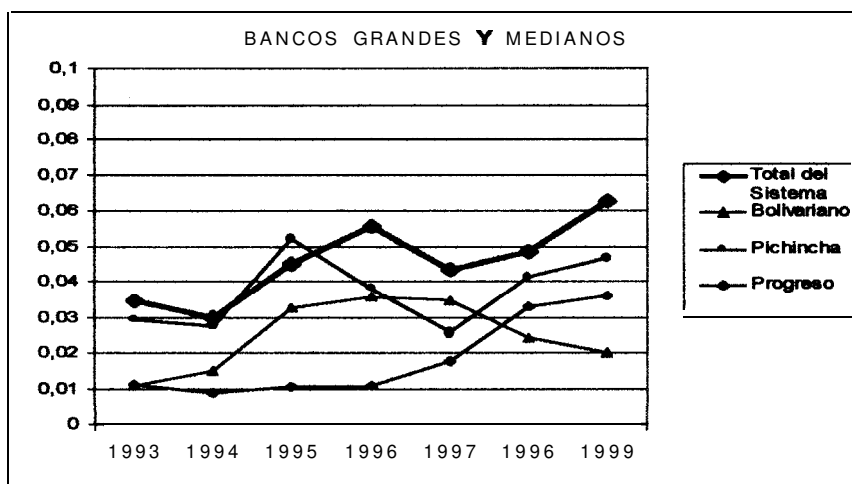
FIGURA 4.11: VARIACIÓN DEL ÍNDICE: ACTIVOS PRODUCTIVOS/TOTAL DE ACTIVOS EN LOS ÚLTIMOS AÑOS



Otro índice de gran interés es el de morosidad de cartera que dentro del período 93-98 se ha mantenido siempre entre el 3% y el 5%, pero en el 99 se incrementa hasta un 27% en noviembre, finalizando el año con un porcentaje del 19.8%, lo que sin duda muestra un incremento del riesgo crediticio en el sistema.

Este incremento de cartera vencida es el resultado de las necesidades que vive el país y de la poca posibilidad que tiene el sector productivo de honrar puntualmente sus compromisos, debido a la crisis que afecta al sector productivo, a la falta de capitales frescos para inyectarlos a la producción y al aumento de las tasas de interés.

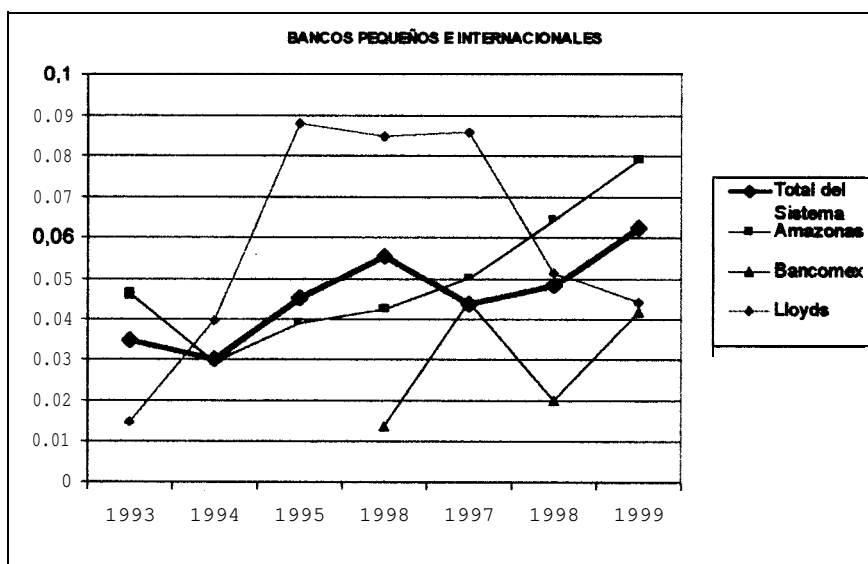
FIGURA 4.12: VARIACIÓN DEL ÍNDICE: CARTERA VENCIDA/TOTAL DE CARTERA EN LOS ÚLTIMOS AÑOS



Podemos observar que los bancos grandes se encuentran por debajo del sistema, lo que significa que no presentan mayores problemas con su cartera.

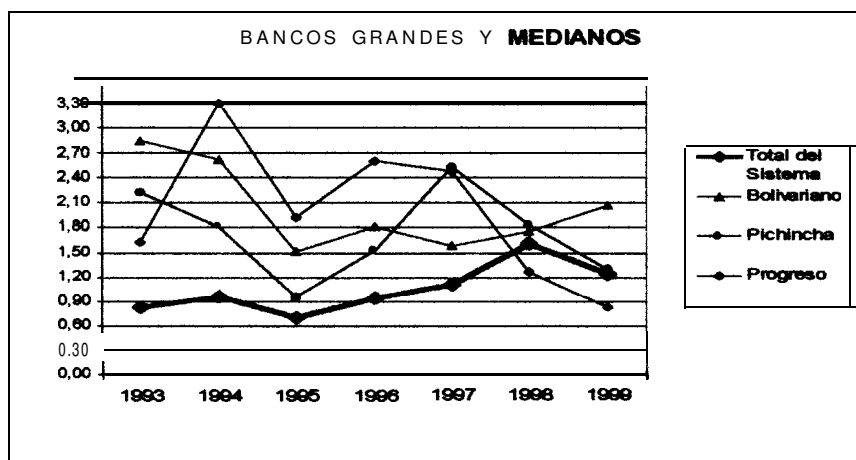
A diferencia de estos, el Banco Amazonas presenta un aumento de la morosidad de su cartera a partir del año 97 agudizándose el problema a partir de marzo de 1999.

FIGURA 4.13: VARIACIÓN DEL ÍNDICE: CARTERA VENCIDA/TOTAL DE CARTERA EN LOS ÚLTIMOS AÑOS



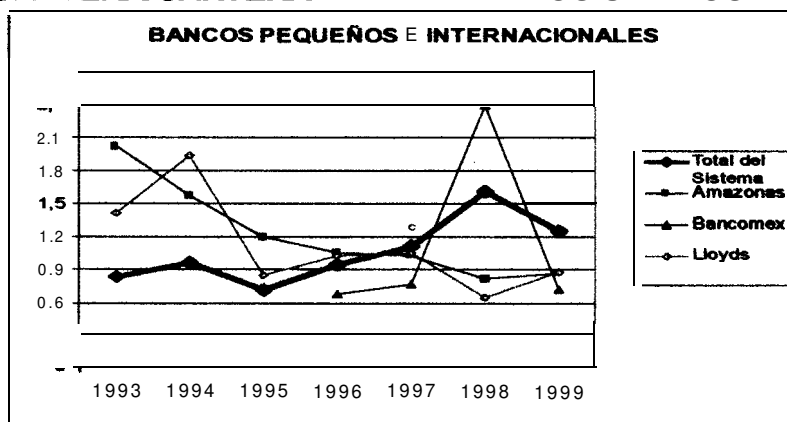
Debido al incremento de la cartera la banca ha tenido que tomar medidas prudentes para poder cubrir eventuales pérdidas, es decir respaldar el deterioro de su cartera vía provisiones, de ahí el incremento del índice de cobertura, más aún luego de que las auditorías en que las autoridades de control, obligaron a la banca a elevar sus provisiones.

FIGURA 4.14: VARIACIÓN DEL ÍNDICE: PROVISIONES DE CARTERA/ CARTERA VENCIDA EN LOS ÚLTIMOS AÑOS



En los dos últimos años los Bancos Amazonas, Lloyds y Progreso se encuentran por debajo del sistema. En la figura 4.15 vemos el grado de cobertura de cartera que presentan las instituciones con menor participación de activos en la banca.

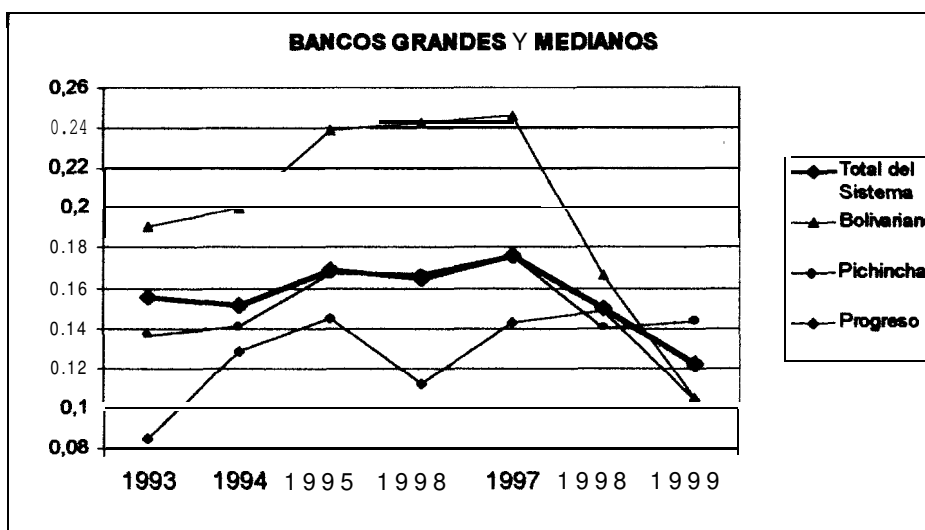
FIGURA 4.15: VARIACIÓN DEL ÍNDICE: PROVISIONES DE CARTERA/CARTERA VENCIDA EN LOS ÚLTIMOS AÑOS



4.5 Capitalización

Para medir la suficiencia de capital utilizaremos el índice Patrimonio/Total de Pasivos y como podemos ver, de los Bancos en estudio solo el Banco Bolivariano presenta una alta posibilidad de financiamiento con recursos propios, hasta el año 98, luego en el 99 se ubica por debajo del promedio del sistema.

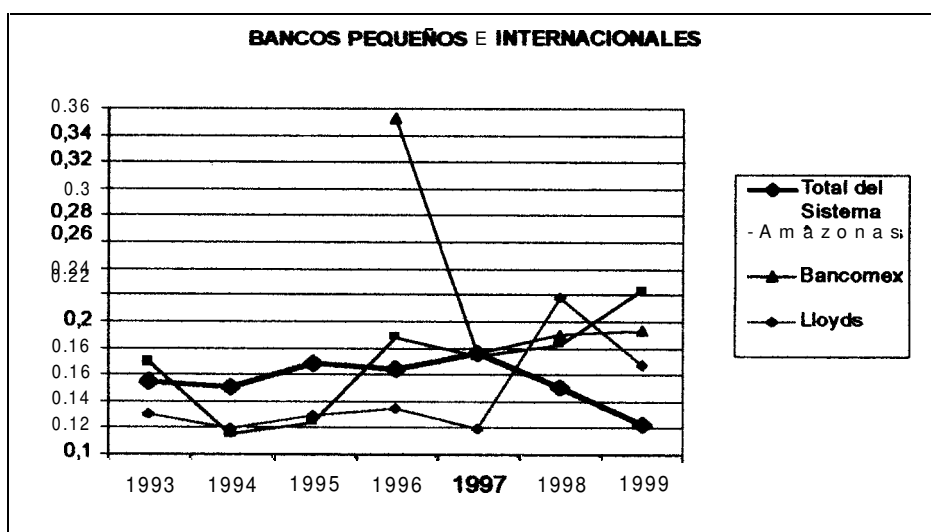
FIGURA 4.16: VARIACIÓN DEL ÍNDICE: PATRIMONIO/TOTAL DE PASIVO EN LOS ÚLTIMOS AÑOS



De un modo general, los Bancos en estudio se han ubicado por debajo del promedio, el caso de Bancomex en el 98, obedece a que es el año en el que inicia sus actividades.

En cuanto al Banco Amazonas durante los dos últimos años se ha ubicado muy por encima del sistema, proyectando una mayor seguridad para sus acreedores.

FIGURA 4.17: VARIACIÓN DEL ÍNDICE: PATRIMONIO/TOTAL DE PASIVO EN LOS ÚLTIMOS AÑOS

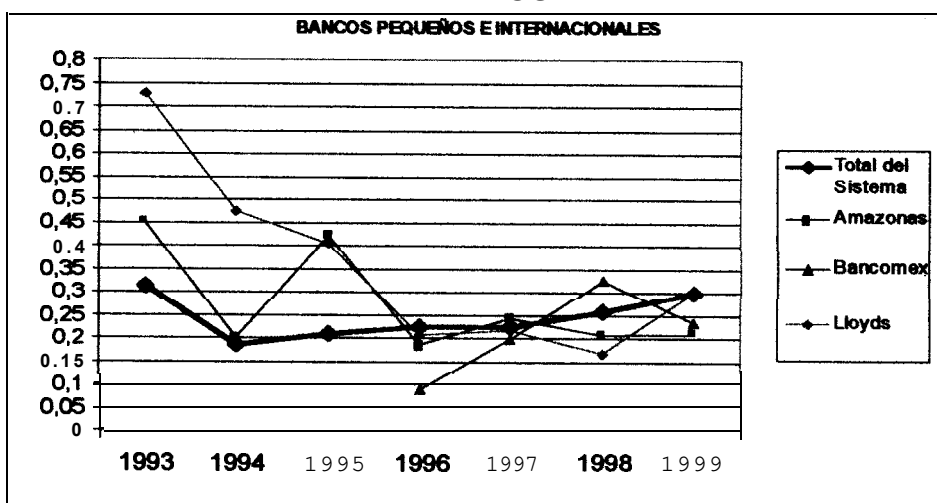


4.6 Liquidez

La relación entre los fondos disponibles y depósitos proporciona indicios de la capacidad de la institución financiera para responder de forma inmediata a eventuales retiros de depósitos del público.

Según lo reflejan los índices, los bancos pequeños tendrían una mayor capacidad de respuesta. Bancomex refleja un índice de liquidez bastante bueno, sin embargo la realidad demostró otra situación. En casos como este surge la duda de si el banco está registrando adecuadamente los fondos dentro de sus registros contables.

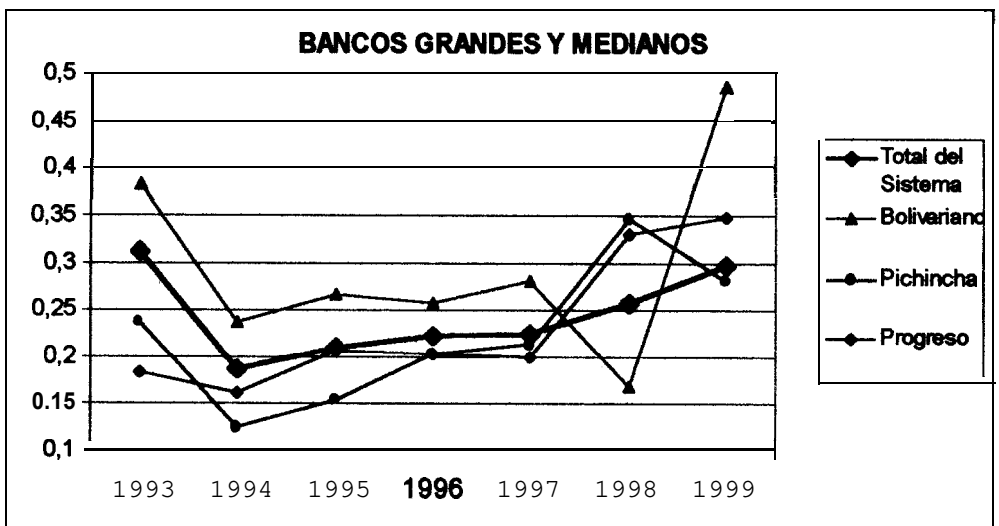
FIGURA 4.18: VARIACIÓN DEL ÍNDICE: FONDOS DISPONIBLES/TOTAL DE DEPÓSITOS EN LOS ÚLTIMOS AÑOS



Vemos que los bancos grandes: Pichincha y Progreso, hasta el año 97 presentan un índice de liquidez inferior al del sistema, luego existe un repunte en el 98 para decaer nuevamente en el 99.

Cabe recalcar que este índice puede verse afectado debido a los mecanismos que utilizaba el Banco Central del Ecuador para neutralizar las fluctuaciones de liquidez en el mercado.

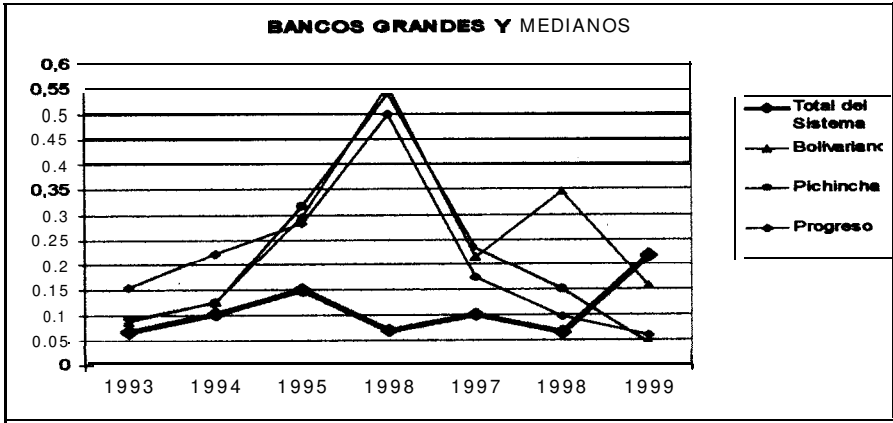
FIGURA 4.19: VARIACIÓN DEL ÍNDICE: FONDOS DISPONIBLES/TOTAL DE DEPÓSITOS EN LOS ÚLTIMOS AÑOS



4.7 Rentabilidad

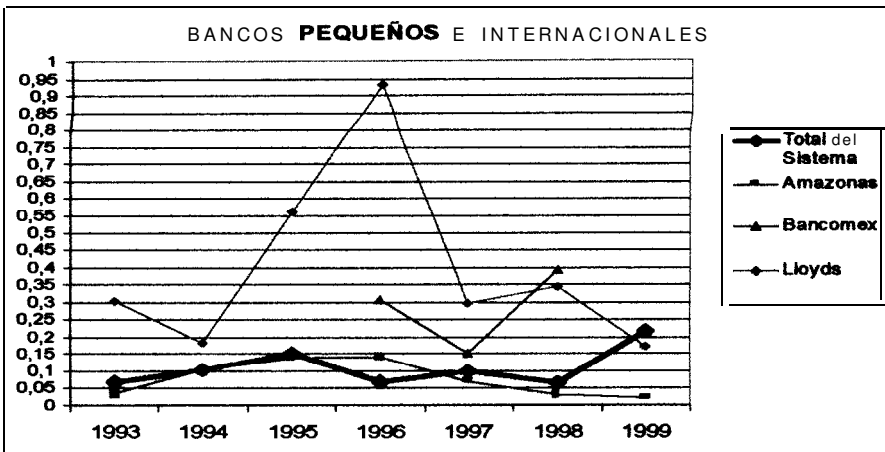
Para medir el retorno obtenido sobre el capital contable invertido, utilizaremos el índice que compara los resultados del ejercicio con el Patrimonio promedio (el promedio del patrimonio del mes en estudio con diciembre del año inmediato anterior).

FIGURA 4.20: VARIACIÓN DEL ÍNDICE: RESULTADO DEL EJERCICIO/ PATRIMONIO PROMEDIO EN LOS ÚLTIMOS AÑOS



Vemos que el año 96 fue bastante rentable para los bancos en estudio, que presentan una rentabilidad positiva y por encima del sistema hasta 1998; a partir de este año Progreso y Amazonas se ubicaron por debajo del promedio del sistema.

FIGURA 4.21: VARIACIÓN DEL ÍNDICE: RESULTADO DEL EJERCICIO/ PATRIMONIO PROMEDIO EN LOS ÚLTIMOS AÑOS



El último año de la década nos presenta una rentabilidad negativa, esto ha sido el resultado de que el nivel de costos que tiene el banco es mayor a lo que recibe por los préstamos que hace. Por otro lado el hecho de tener cartera vencida implica que además de dejar de recibir los intereses el banco tiene que provisionar, generándose un gasto de provisión que incrementa las pérdidas de las instituciones bancarias del sistema.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. A lo largo de esta investigación se han utilizado **índices** financieros para evaluar la posición financiera de una institución, pero además puede utilizárselos para analizar la evolución histórica del mismo o como indicadores de alerta, para prevenir posibles desastres financieros, sin embargo frente a shocks externos los **índices** pierden su capacidad de pronosticar. Este hecho puede incidir en la credibilidad de los **índices**.
2. Pero la credibilidad de los **índices** y la falta de confianza en el sistema bancario se debe en gran medida a que algunos bancos “maquillan” sus balances declarando valores en cuentas a las que no pertenecen con el fin de reflejar una posición deseada por la gerencia, más no la situación real. Afirmar que existen irregularidades en los balances es un hecho delicado pero es la conclusión **obtenida** de las experiencias recogidas en la presente investigación en la cual existe una marcada inconformidad entre los **índices** calculados y la situación real o dicho de otro modo, existe

gran inconsistencia entre los **índices** calculados y la situación que lleva a un banco a la quiebra. Para que los **índices** funcionen como indicadores de crisis, la información contable del sistema debe ser confiable y transparente.

3. La transparencia en la administración bancaria es el primer paso para la recuperación de uno de los activos más importantes de un banco: la confianza de sus depositantes. Para alcanzar esta confianza es necesario que el marco legal contemple acciones apropiadas cuando el desempeño de un banco ha sido fraudulento.

4. Los organismos de control tienen el papel de descubrir y remediar a tiempo posibles irregularidades para evitar desastres financieros. Si las autoridades encargadas de supervisar y controlar cumplen su papel el costo de una crisis se reduce. El hecho de que existan organismos reguladores como la AGD debe tomarse como un sistema de garantía para los clientes de las instituciones bancarias y no como un incentivo de la irresponsabilidad de la gerencia de los bancos para asumir riesgos ilimitados esperanzados en programas de inyección de fondos en momentos de crisis.

5. Del análisis financiero efectuado podemos concluir que el incremento de la cartera vencida ha deteriorado la calidad de los activos del sistema, para cambiar esta situación es necesario reactivar el sector productivo del país, solo así podrán pagarse las deudas que se tiene con la banca.

6. Gran parte de los activos se encuentran concentrados en pocas instituciones bancarias, lo que indica que el crecimiento del número de bancos no ha sido justificado por una necesidad de la comunidad, sino más bien incentivado por las facilidades que otorgaba la ley. Es importante reconocer que el sobredimensionamiento injustificado de la banca fue otro de los detonantes de la crisis financiera.

7. Gracias a técnicas estadísticas podemos determinar la situación del sistema financiero y de cada uno de sus integrantes. El Análisis de Factores nos permitió identificar el área de desempeño al que pertenecía cada uno de los 20 **índices** estudiados, agrupándolos en 6 grandes áreas que representan un 84.78% de la información original. Esta técnica no solo nos ayuda a interpretar las áreas significativas de la actividad bancaria, sino que además reduce el número de variables y con esto reduce el tiempo y los costos asociados, facilitando el trabajo con otras técnicas multivariadas.

8. El Análisis Discriminante tiene una ventaja sobre técnicas univariadas ya que permite identificar la situación de un banco en diversas áreas de desempeño de manera simultánea. Es una herramienta útil para la toma de decisiones tanto de la gerencia de un banco como para organismos de supervisión. Conociendo el grupo al que pertenece un banco (quiebra o no quiebra), otra institución financiera fundamenta su decisión de conceder un préstamo en criterios estadísticos.

9. Se recomienda a las calificadoras de riesgo y a los organismos encargados de la supervisión y control de las IFI's calcular periódicamente el puntaje de cada banco y en base a esto los inversionistas pueden conocer la proximidad del banco a una crisis y anticipando este hecho tomar sus decisiones de inversión. Aquellos bancos cuyos puntajes sean bajos, es decir se encuentren clasificados en el grupo de quiebra requerirán medidas urgentes por parte de la gerencia y de las autoridades respectivas. Si se populariza y difunde el uso de los puntajes de los bancos y cada banco lo publica mensualmente, incluso los clientes podríamos fundamentar nuestra decisión de depositar o solicitar fondos a determinada institución, en el conocimiento anticipado de la situación financiera de la institución.

10.El uso de esta técnica puede desarrollarse para otros sectores de la economía, con las mismas ventajas, permitiendo clasificar a cada institución de un determinado sector industrial en grupos de “quiebra” y “no quiebra” convirtiéndose en una medida de desempeño además de ser un sistema de alerta.

II .Entre las limitaciones encontradas para este estudio tenemos la dificultad de acceso a información al interior del banco, por lo que se ha tenido que trabajar con los datos de los balances entregados por el banco a la Superintendencia de Bancos. Una limitación para la utilización del análisis discriminante es la diferencia entre los tamaños de los grupos, lo que puede ocasionar una tendencia a clasificar a los bancos dentro del grupo de mayor tamaño: “no quiebra”. Además por tener una población muy pequeña (únicamente contamos con 32 bancos), no hemos podido subdividirla en dos muestras para verificar la clasificación, para remediar esto se recurrió a la matriz de Jackknife.

12.Otra consideración importante es que el plan de cuentas varía en el tiempo y por lo tanto el cálculo de índices en diversos espacios de tiempo debe excluir algunas cuentas.

13. **Utilizando** medidas de desempeño tomadas al interior del banco y no únicamente con los **índices** obtenidos a través de relaciones entre cuentas de sus **balances**, los resultados obtenidos pueden mejorarse, ya que es posible que estos balances se encuentren manipulados y como consecuencia de esto se clasifique erróneamente a una institución como saludable cuando en realidad tiene una alta probabilidad de quebrar por el estado real en que se encuentra.

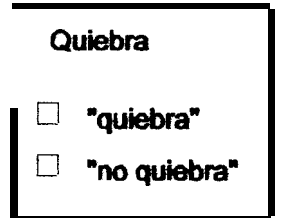
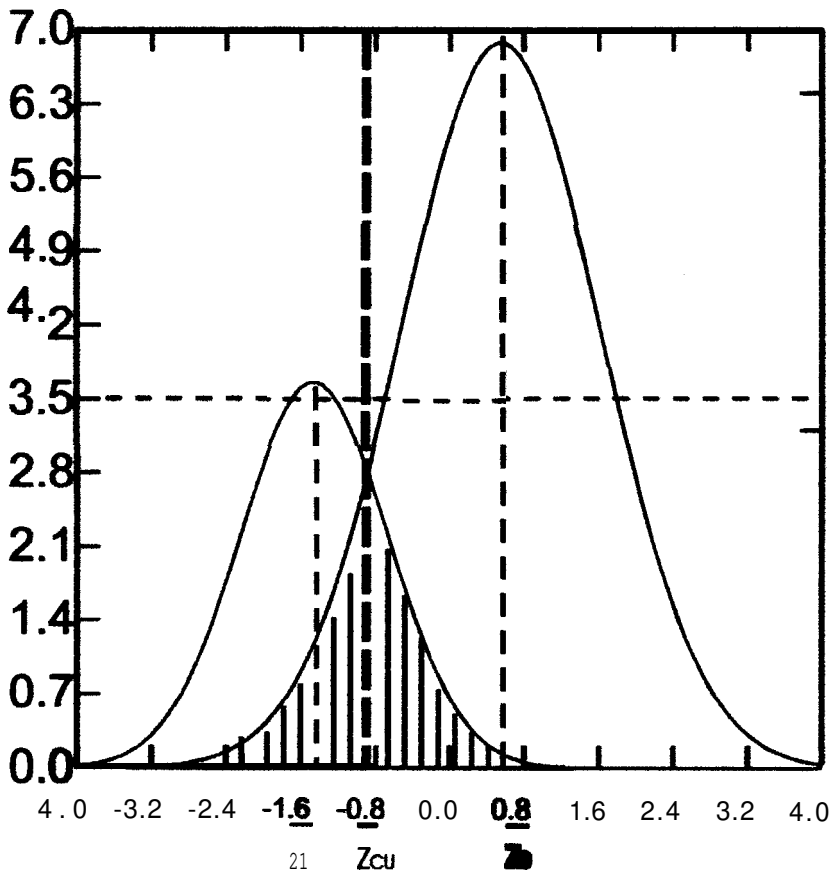
14. El cálculo de la función discriminante fue realizado en un período de crisis por lo tanto los resultados pueden verse afectados por esta situación, por esto se recomienda probar la función con otros **índices**, en otro período de tiempo, utilizar otros criterios a fin de perfeccionarla hasta obtener un punto de corte que realmente pueda ser utilizado para comparar con el puntaje de los bancos y presentar a cada institución el panorama real de su situación.

15. La función de discriminación obtenida fue:

$$Z_k = -0.138 * F1 + 0.470 * F2 - 0.129 * F3 - 0.349 * F4 + 0.313 * F5 + 0.1154 * F6.$$

De los resultados obtenidos en la función discriminante, podemos concluir que las áreas claves al momento de clasificar un banco, y por lo tanto aquellas áreas que deben manejarse con mayor cuidado son: liquidez y capitalización. Esto se concluye debido al peso que los coeficientes de estas variables tienen dentro de la función.

16.Finalmente es importante señalar que al momento de tomar medidas es necesario tener cuidado no solo con aquellos bancos clasificados en el grupo de “quiebra” sino vigilar también aquellos bancos cuyos valores se encuentren cercanos al punto de corte, ya que existen algunos bancos que son clasificados incorrectamente ya que su valor excede al punto de corte y por lo tanto se lo clasifica en el grupo de “no quiebra”, sin embargo el puntaje de estos bancos clasificados erróneamente está cercano al punto de corte. En la figura mostrada a continuación el área sombreada es de especial atención porque corresponde a la probabilidad de clasificar incorrectamente a una institución a un grupo al que no pertenece; el área sombreada de azul corresponde a la probabilidad de clasificar bancos que pertenecen al grupo de “quiebra” erróneamente dentro del grupo de “no quiebra” y el área rayada en rojo corresponde a la probabilidad de clasificar bancos que pertenecen al grupo de “no quiebra” dentro del grupo de “ quiebra”.



Z SCORE

ANEXOS

ANEXO 1

FACTORES DE PONDERACION

Según la resolución SB-JB-950022 los factores de ponderación de los activos y contingentes son:

a) Con ponderación 0 (O.O), para las siguientes cuentas:

11	Fondos disponibles
139030	Oro y plata
199035	Caja chica
199055	Impuesto al valor agregado
6202	Créditos otorgados no desembolsados
6205	Créditos rotativos a tarjetahabientes

b) Con punto diez (0.10), para el grupo 12 “Fondos interbancarios vendidos”

c) Con Punto veinte (0.20), para los títulos crediticios emitidos o garantizados por el Estado, el Banco Central del Ecuador u otras instituciones financieras del sector público calificadas por la Junta Monetaria, considerando las siguientes cuentas:

130105	Bonos del gobierno nacional
130150	Bonos de estabilización
130151	Bonos de estabilización – encaje
13500515	Bonos del gobierno nacional
13500520	Bonos de estabilización
13500525	Bonos dólares
13501015	Bonos del gobierno nacional
13501020	Bonos de estabilización
13501025	Bonos dólares
139010	Certificados de tesorería
139515	Bonos del gobierno nacional
139520	Bonos de estabilización
139525	Bonos dólares

d) Cero punto cuarenta (0.40), para avales, fianzas y demás operaciones contingentes, considerando las siguientes cuentas:

62010510	Avales con garantía de instituciones financieras del exterior
6211005	Garantías aduaneras
6211015	Garantía venta de divisas de exportación
6211025	Fianzas con garantías de instituciones financieras del exterior
6211505	Cartas de crédito – Emitidas por la institución
6211510	Cartas de crédito – Emitidas por cuenta de la institución
6211515	Cartas de crédito – Confirmadas

e) Cero punto cincuenta,(0.50), para los bonos de la Corporación Financiera Nacional, los préstamos para vivienda respaldados por hipoteca y el arrendamiento mercantil inmobiliario, considerando las siguientes cuentas:

130115	Bonos Corporación Financiera Nacional
1302	Cédulas
13500535	Bonos Corporación Financiera Nacional
13501035	Bonos Corporación Financiera Nacional
139535	Bonos Corporación Financiera Nacional
140115	Créditos hipotecarios
140116	Créditos hipotecarios con dividendos crecientes
14012085	Reconstrucción de vivienda
14012088	Vivienda popular
140130	Créditos hipotecarios en proceso
14030505	Contrato de arrendamiento mercantil ‘ inmuebles
620130	Garantías otorgadas a la Corporación Financiera Nacional por operaciones de redescuento cuando su plazo sea por más de tres años y tengan garantía hipotecaria

f) Cero punto setenta (0.70), para la subcuenta 620130 “Garantías otorgadas a la Corporación Financiera Nacional por operaciones de redescuento”, cuando su plazo sea por más de tres años y tengan garantía prendaria.

g) Cero punto ochenta (0.80), para la subcuenta 620130 “Garantías otorgadas a la Corporación Financiera Nacional por operaciones de redescuento”, cuando su plazo sea de hasta tres años.

h) Cero punto noventa (0.90), para las inversiones financieras y contratos de arrendamiento mercantil, considerando las siguientes cuentas:

130110	Bonos de municipalidades
130140	Bonos Banco Ecuatoriano de Vivienda
13500530	Bonos de municipalidades
13501030	Bonos de municipalidades
139530	Bonos de municipalidades

i) Uno punto cero (1.0), para las colocaciones o préstamos en títulos crediticios y demás activos e inversiones físicas y financieras, exceptuando aquellos emitidos o garantizados por el Estado o el Banco Central del Ecuador, considerando las siguientes cuentas:

13	Inversiones
14	Cartera de créditos y contratos de arrendamiento mercantil
15	Deudores por aceptaciones bancarias
16-169015	Cuentas por cobrar
17	Bienes realizables, adjudicados por pago y de arrendamiento mercantil
18	Activo fijo
19	Otros activos
62010505	Avales comunes
62011010	Garantías Corporación Financiera Nacional
62011020	Diferencial cambiario
62011090	Otras
62011505	Cartas de crédito – Emitidas por la institución
62011510	Cartas de crédito – Emitidas por cuenta de la institución
6203	Intereses y comisiones de clientes
6204	Compromisos futuros
6206	Obligaciones con el Banco Central del Ecuador u otras obligaciones

6305-6410

**Compras en moneda extranjera menos ventas en moneda
extranjera**

ANEXO 2

ANÁLISIS MULTIVARIADO

A.1 Componentes Principales de una población

Algebraicamente, las componentes principales son combinaciones lineales con características particulares de p variables aleatorias X_1, X_2, \dots, X_p . Geométricamente, estas combinaciones lineales representan la selección de un nuevo sistema coordenado obtenido mediante la rotación del sistema original con ejes coordenados X_1, X_2, \dots, X_p .

Sea \underline{X} ⁽³⁶⁾ un vector p -variado con media $\underline{\mu}$ y matriz de varianzas y covarianzas Σ , esto es, $\underline{X}' = (X_1, X_2, \dots, X_p)$, supongamos además que los valores propios (característicos) de Σ son $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_p \geq 0$.

Definamos además p variables no observables Y_1, Y_2, \dots, Y_p como una combinación lineal de X_1, X_2, \dots, X_p , así:

$$Y_1 = \beta_1' \underline{X} = \beta_{11} X_1 + \beta_{12} X_2 + \dots + \beta_{1p} X_p$$

$$Y_2 = \hat{a}_2' \underline{X} = \hat{a}_{21} X_1 + \hat{a}_{22} X_2 + \dots + \hat{a}_{2p} X_p$$

$$Y_p = \hat{a}_p' \underline{X} = \hat{a}_{p1} X_1 + \hat{a}_{p2} X_2 + \dots + \hat{a}_{pp} X_p$$

Podríamos en síntesis decir que:

⁽³⁶⁾ Por convención utilizaremos \underline{X} para referirnos al vector columna X y \underline{B}' para referirnos a la transpuesta de la matriz B .

$$\underline{Y} = \underline{\beta}' \underline{X} \tag{A.1}$$

Además tenemos que:

$$E[\underline{\beta}'_i \underline{X}] = \underline{\beta}'_i \underline{\mu} \quad i = 1, 2, \dots, p \tag{A.2}$$

$$\text{VAR}[Y_i] = \underline{\beta}'_i \underline{\Sigma} \underline{\beta}_i \tag{A.3}$$

$$\text{COV}[Y_i, Y_j] = \underline{\beta}'_i \underline{\Sigma} \underline{\beta}_j \quad i \neq j \tag{37)(A.4)}$$

Las componentes principales de \underline{X} son aquellas combinaciones lineales Y_1, Y_2, \dots, Y_p construidas de esta manera, que no son correlacionadas y cuyas varianzas son tan grandes como sea posible.

La primera componente principal de \underline{X} es la combinación lineal $Y_1 = \underline{\beta}'_1 \underline{X}$

cuya **varianza** $\sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^p \beta_{i1} \beta_{j1} \sigma_{ij} = \underline{\beta}'_1 \underline{\Sigma} \underline{\beta}_1$, $y j = 1, 2, \dots, p$;

sea máxima sujeta a la condición $\langle \underline{\beta}_1, \underline{\beta}_1 \rangle = 1$.⁽³⁸⁾ Esto se debe a que podría lograrse incrementar la **varianza** multiplicando cualquier β_i por alguna constante, entonces es conveniente eliminar esta indeterminación restringiendo la atención a vectores de coeficientes de longitud unitaria.

(37) Ver demostración en Richard A. Johnson y Dean W. Wichern (1998). Applied **Multivariate** Statistical Analysis

(38) En este trabajo se considera $\langle \underline{\beta}_i, \underline{\beta}_j \rangle$ como el producto interno canónico entre vectores en \mathbb{R}^p , esto es $\beta_{i1} \beta_{1j} + \dots + \beta_{ip} \beta_{pj}$

La segunda componente principal de \underline{X} es la combinación lineal $Y_2 = \underline{\beta}'_2 \underline{X}$ cuya varianza $\sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^p \beta_{i2} \beta_{j2} \sigma_{ij} = \underline{\beta}'_2 \Sigma \underline{\beta}_2$, donde $i=1,2,\dots,p$ y $j=1,2,\dots,p$; sea máxima sujeta a las condiciones $\langle \underline{\beta}_2, \underline{\beta}_2 \rangle = 1$ y $\text{COV}(\underline{\beta}'_1 \underline{X}, \underline{\beta}'_2 \underline{X}) = 0$.

Siguiendo con el patrón la k -ésima componente principal de \underline{X} es la combinación lineal $Y_k = \underline{\beta}'_k \underline{X}$ cuya varianza

$\sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^p \beta_{ik} \beta_{jk} \sigma_{ij} = \underline{\beta}'_k \Sigma \underline{\beta}_k$, donde $i=1,2,\dots,p$ y $j=1,2,\dots,p$; sea máxima sujeta a las condiciones $\langle \underline{\beta}_k, \underline{\beta}_k \rangle = 1$ y $\text{COV}(\underline{\beta}'_i \underline{X}, \underline{\beta}'_k \underline{X}) = 0$, donde $i < k$.

Para determinar $\underline{\beta}'_1 = \beta_{11} \beta_{21} \dots \beta_{p1}$, sujeto a las condiciones ya enunciadas, se puede utilizar multiplicadores de Lagrange y derivar con respecto a $\underline{\beta}_1$, esto es,

$$\frac{\partial}{\partial \underline{\beta}_1} \left[\text{VAR}(Y_1) - \ell_1 (1 - \underline{\beta}'_1 \underline{\beta}_1) \right] = \frac{\partial}{\partial \underline{\beta}_1} \left[\underline{\beta}'_1 \Sigma \underline{\beta}_1 - \ell_1 (1 - \underline{\beta}'_1 \underline{\beta}_1) \right] = 2(\Sigma - \ell_1 I) \underline{\beta}_1 \tag{A.5}$$

donde ℓ_1 es el multiplicador de Lagrange que introduce la restricción $\langle \underline{\beta}_1, \underline{\beta}_1 \rangle = 1$, también llamada restricción de normalización, que $\|\underline{\beta}_1\| = 1$.⁽³⁹⁾

Volviendo a la expresión $2(\Sigma - \ell_1 I) \underline{\beta}_1$, a fin de satisfacer la condición de maximización de varianza y suponiendo que $\underline{\beta}'_1 \Sigma \underline{\beta}_1$ y $\underline{\beta}'_1 \underline{\beta}_1$ son derivables

⁽³⁹⁾ $\|\underline{\beta}_1\|$ es la norma de $\underline{\beta}_1 = \sqrt{\langle \underline{\beta}_1, \underline{\beta}_1 \rangle}$

allí donde $\underline{\beta}_1' \underline{\beta}_1 = 1$, el vector $\underline{\beta}_1$ que maximiza (A.5) debe satisfacer

$$(\Sigma - \ell_1 I) \underline{\beta}_1 = \underline{0} \in R^p \quad (\text{A.6})$$

Lo cual llevado a la expresión $\Sigma \underline{\beta}_1 = \ell_1 \underline{\beta}_1$ nos indica que la solución de la ecuación (A.5) es tal que $\underline{\beta}_1$ es un vector propio de Σ correspondiente al valor propio ℓ_1 .

Cabe recordar que Σ tiene un máximo de p valores propios diferentes y consecuentemente, cuando más p vectores propios linealmente independientes.

A fin de saber cual de los valores propios de Σ escoger, multiplicamos la ecuación (A.6) por $\underline{\beta}_1'$ y puesto que $\underline{\beta}_1' \underline{\beta}_1 = 1$, queda que

$$\ell_1 = \underline{\beta}_1' \Sigma \underline{\beta}_1 = \text{Var}(Y_1) \quad (\text{A.7})$$

ya que $(\Sigma - \ell_1 I) \underline{\beta}_1 = \underline{0} \Rightarrow \Sigma \underline{\beta}_1 = \ell_1 \underline{\beta}_1$

Entonces tenemos que

$$\begin{aligned} \text{Var}(Y_1) &= \underline{\beta}_1' \Sigma \underline{\beta}_1 \\ &= \underline{\beta}_1' \ell_1 \underline{\beta}_1 \\ &= \ell_1 \underline{\beta}_1' \underline{\beta}_1 \\ &= \ell_1 \end{aligned}$$

Habiéndose escogido ℓ_1 para maximizar la **varianza** de Y , ℓ_1 **debe** ser el valor característico de Σ que tenga mayor valor.

En síntesis ℓ_1 debe ser el valor característico arriba señalado y $\underline{\beta}_1$ el vector propio correspondiente a ℓ_1 , tal que :

$\langle \beta_1, \beta_1 \rangle = \beta_{11}\beta_{11} + \beta_{21}\beta_{21} + \dots + \beta_{p1}\beta_{p1} = 1$; además

$$\text{Var}(Y_1) = \sigma_{Y_1}^2 = \ell_1 \quad (\text{A.8})$$

Para determinar la segunda componente principal Y_2 de la población X , tenemos:

$$Y_2 = \beta_2' X = \beta_{21}X_1 + \beta_{22}X_2 + \dots + \beta_{2p}X_p, \text{ sujeto a:}$$

$$\langle \beta_2, \beta_2 \rangle = 1 \text{ y } \langle \beta_1, \beta_2 \rangle = 0 \quad (40)$$

de tal manera que la $\text{Var}(Y_2)$ sea un máximo.

Consecuencia inmediata de la condición de ortogonalidad es que la suma de las varianzas de las variables observadas sea igual a la suma de las varianzas de las variables latentes.

Para determinar β_2 utilizamos los multiplicadores de Lagrange ℓ_2 y k , con las condiciones dadas:

$$\frac{\partial}{\partial \beta_2} \left[\beta_2' \Sigma \beta_2 - \ell_2 (1 - \beta_2' \beta_2) + k \beta_1' \beta_2 \right] = 2(\Sigma - \ell_2 I) \beta_2 + k \beta_1 \quad (\text{A.9})$$

Para maximizar igualamos a 0 y luego premultiplicamos como antes por β_1' , quedando:

$$2\beta_1' \Sigma \beta_2 + k = 0$$

Siendo verdad que $(\Sigma - \ell_1 I) \beta_1 = 0$, premultiplicamos la ecuación (A.6) por β_2' , queda $\beta_2' \Sigma \beta_2 = 0$, ya que $\beta_2' \Sigma \beta_1 - \beta_2' \ell_1 \beta_1 = 0$

(40) Ortonormalidad

$$\beta_2' \Sigma \beta_1 = \ell_1 \beta_2' \beta_1 = 0$$

$$\beta_2' \Sigma \beta_1 = 0 \Rightarrow \beta_1' \Sigma \beta_2 \text{ ya que } \Sigma = \Sigma'$$

dedonde $k=0$

Consecuentemente β_2 debe satisfacer la ecuación $(\Sigma - \ell_2 \mathbf{I})\beta_2 = 0$ lo cual significa que β_2 es el vector propio de Σ correspondiente al valor característico ℓ_2 que es el más grande posible después de ℓ_1 .

Con esta lógica, podemos inductivamente llegar a:

Sea Σ la matriz de varianzas y covarianzas correspondiente al vector p -variado $\mathbf{X}' = (X_1, \dots, X_p)$ y supóngase además que tiene al par valor - vector característico $(\lambda_1, \beta_1), (\lambda_2, \beta_2), \dots, (\lambda_p, \beta_p)$ con $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_p \geq 0$. La i -ésima componente principal de \mathbf{X} es $Y_i = \beta_i' \mathbf{X} = \beta_{i1} X_1 + \beta_{i2} X_2 + \dots + \beta_{ip} X_p, i=1, 2, \dots, p$, sujeto a las siguientes condiciones:

$$\text{VAR}[Y_i] = \beta_i' \Sigma \beta_i = \lambda_i, i=1, 2, \dots, p$$

$$\text{COV}[Y_i, Y_j] = \beta_i' \Sigma \beta_j = 0, i \neq j$$

(A.10)

De igual manera puede probarse que ⁽⁴¹⁾,

$$\begin{aligned} \text{Var}(X_1) + \text{Var}(X_2) + \dots + \text{Var}(X_p) &= \sigma_{11} + \sigma_{22} + \dots + \sigma_{pp} \\ &= \lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_p \\ &= \text{Var}(Y_1) + \text{Var}(Y_2) + \dots + \text{Var}(Y_p) \end{aligned}$$

⁽⁴¹⁾ Ver demostración en Richard A. Johnson y Dean W. Wichern (1998). Applied Multivariate Statistical Analysis

Consecuentemente la proporción de la **varianza** total explicada por la i-ésima componente principal es

$$\frac{\lambda_i}{\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_p}, i = 1, 2, \dots, p \tag{A.11}$$

A.2 Modelo Ortogonal del Análisis de Factores

El vector aleatorio X de variables observables, con p componentes, tiene media μ y matriz de varianzas y covarianzas Σ . El modelo factorial postula que X es linealmente dependiente de variables no observables F_1, F_2, \dots, F_m , llamadas factores *comunes* y p fuentes adicionales de variación $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_p$, llamadas errores o, factores específicos. En particular, el modelo de análisis de factores es

$$\begin{aligned} X_1 - \mu_1 &= \ell_{11}F_1 + \ell_{12}F_2 + \dots + \ell_{1m}F_m + \varepsilon_1 \\ X_2 - \mu_2 &= \ell_{21}F_1 + \ell_{22}F_2 + \dots + \ell_{2m}F_m + \varepsilon_2 \end{aligned} \tag{A.12}$$

$$X_p - \mu_p = \ell_{p1}F_1 + \ell_{p2}F_2 + \dots + \ell_{pm}F_m + \varepsilon_p$$

o en notación matricial

$$\begin{matrix} \underline{X} \\ (p \times 1) \end{matrix} - \begin{matrix} \underline{\mu} \\ (p \times 1) \end{matrix} = \begin{matrix} \underline{L} \\ (p \times m) \end{matrix} \begin{matrix} \underline{F} \\ (m \times 1) \end{matrix} + \begin{matrix} \underline{\varepsilon} \\ (p \times 1) \end{matrix} \tag{A.13}$$

El coeficiente ℓ_{ij} es llamado la carga de la i-ésima variable en el j-ésimo factor, entonces la matriz \underline{L} es la **matriz** de cargas de los factores. Nótese que el i-ésimo factor específico ε_i es asociado con la i-ésima respuesta. Las p desviaciones $X_1 - \mu_1, X_2 - \mu_2, \dots, X_p - \mu_p$ son representadas en términos de $p+m$ variables aleatorias $F_1, F_2, \dots, F_m, \varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_m$ que son no observables.

Con ciertas cantidades no observables, es deseado que se verifique el modelo factorial de las observaciones X_1, X_2, \dots, X_p . De cualquier manera con ciertos supuestos adicionales acerca de los vectores \underline{F} y $\underline{\varepsilon}$, el modelo descrito en la ecuación (A. 13) se pueden verificar ciertas relaciones entre las covarianzas.

Asumiendo que:

$$\begin{aligned}
 E(\underline{F}) &= \begin{matrix} \underline{0} \\ (m \times 1)' \end{matrix} & \text{Cov}(\underline{F}) &= [\underline{F}\underline{F}'] = \begin{matrix} \underline{I} \\ (m \times m) \end{matrix} \\
 E(\underline{t}) &= \begin{matrix} \underline{0} \\ (p \times 1)' \end{matrix} & \text{Cov}(\underline{\varepsilon}) &= E[\underline{\varepsilon}\underline{\varepsilon}'] = \begin{matrix} \underline{\Psi} \\ (p \times p) \end{matrix} = \begin{bmatrix} \psi_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \psi_2 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & \psi_p \end{bmatrix} \quad \text{(A.14)}
 \end{aligned}$$

Y que \underline{F} y $\underline{\varepsilon}$, son independientes, entonces:

$$\text{Cov}(\underline{\varepsilon}) = E[\underline{\varepsilon}\underline{F}'] = \begin{matrix} \underline{0} \\ (p \times m) \end{matrix}$$

Estos supuestos y la relación de la ecuación (A.13) constituyen el modelo *factorial ortogonal*.

$$\begin{matrix} \underline{X} & -\underline{\mu} & = & \underline{L} & \underline{F} & + & \underline{\varepsilon} \\ (p \times 1) & & & (p \times m) & (m \times 1) & & (p \times 1) \end{matrix}$$

μ_i = media de la variable i-ésima

ε_i = i-ésimo factor específico

F_j = j-ésimo factor común

ℓ_{ij} = carga de la i-ésima variable en el j-ésimo factor (A.15)

Los vectores aleatorios no observables \underline{F} y $\underline{\varepsilon}$ satisfacen las siguientes condiciones:

\underline{F} y $\underline{\varepsilon}$, son independientes

$$E(\underline{F}) = \underline{0}, \quad Cov(\underline{F}) = \underline{I}$$

$$E(\underline{\varepsilon}) = \underline{0}, \quad Cov(\underline{\varepsilon}) = \underline{\psi}, \quad \text{donde } \underline{\psi} \text{ es una matriz diagonal}$$

El modelo ortogonal de factores implica una estructura de covarianzas para \underline{x} . Para el modelo (A. 15)

$$\begin{aligned} (\underline{X} - \underline{\mu})(\underline{X} - \underline{\mu})' &= (\underline{LF} + \underline{\varepsilon})(\underline{LF} + \underline{\varepsilon})' \\ &= (\underline{LF} + \underline{\varepsilon})'(\underline{LF}' + (\underline{\varepsilon})') \\ &= \underline{LF}(\underline{LF})' + \underline{\varepsilon}(\underline{LF})' + \underline{LF}\underline{\varepsilon}' + \underline{\varepsilon}\underline{\varepsilon}' \end{aligned}$$

entonces

$$\begin{aligned} \Sigma = Cov(\underline{X}) &= E(\underline{X} - \underline{\mu})(\underline{X} - \underline{\mu})' \\ &= \underline{LE}(\underline{FF}')\underline{L}' + E(\underline{\varepsilon}\underline{F}') + \underline{LE}(\underline{F}\underline{\varepsilon}') + E(\underline{\varepsilon}\underline{\varepsilon}') \\ &= \underline{LL} + \underline{\psi} \end{aligned}$$

de acuerdo a la ecuación (A. 14).

También por el modelo en (A.15), $(\underline{X} - \underline{\mu})\underline{F}' = (\underline{LF} + \underline{\varepsilon})\underline{F}' = \underline{LFF}' + \underline{\varepsilon}\underline{F}'$, entonces $Cov(\underline{X}, \underline{F}) = E(\underline{X} - \underline{\mu})\underline{F}' = \underline{LE}(\underline{FF}') + E(\underline{\varepsilon}\underline{F}') = \underline{L}$.

$$1. \quad Cov(\underline{X}) = \underline{LL}' + \underline{\psi} \quad 0$$

$$\begin{aligned} Var(\underline{X}_i) &= \ell_{i1}^2 + \dots + \ell_{im}^2 + \psi_i \\ Cov(\underline{X}_i, \underline{X}_j) &= \ell_{i1}\ell_{j1} + \dots + \ell_{im}\ell_{jm} \end{aligned}$$

(A.16)

$$2. \text{Cov}(\underline{X}, \underline{F}) = \underline{L} \quad \text{o} \quad \text{Cov}(X_i, F_j) = \ell_{ij}$$

El modelo $\underline{X} - \underline{\mu} = \underline{L}\underline{F} + \underline{\varepsilon}$ es lineal con respecto a los factores *comunes*. La porción de **varianza** de la *i*-ésima variable contribuida por los *m* factores comunes es denominada *i*-ésima **varianza** común. La porción de **varianza** de la *i*-ésima variable contribuida por el factor específico es denominada **varianza específica**. Denotando la **varianza** común por h_i^2 , en (A.16) tenemos:

$$\begin{aligned} \sigma_{ii} &= \ell_{i1}^2 + \ell_{i2}^2 + \dots + \ell_{im}^2 + \psi_i \\ \text{Var}(X_i) &= \text{varianza común} + \text{varianza específica} \\ &0 \\ h_i^2 &= \ell_{i1}^2 + \ell_{i2}^2 + \dots + \ell_{im}^2 & \text{(A.17)} \\ &y \\ \sigma_{ii} &= h_i^2 + \psi_i, \quad i = 1, 2, \dots, p \end{aligned}$$

A.3 Estimación de factores a través de Componentes Principales

Para la estimación de parámetros del modelo factorial analizaremos uno de los métodos más populares: el de Componentes Principales.

Por descomposición **espectral**⁽⁴²⁾ tenemos que la matriz de varianzas – covarianzas Σ puede expresarse así:

⁽⁴²⁾ Ver demostración en Richard A. Johnson y Dean W. Wichern (1998). Applied Multivariate Statistical Analysis

$$\begin{aligned}
\Sigma &= \lambda_1 e_1 e_1' + \lambda_2 e_2 e_2' + \dots + \lambda_p e_p e_p' \\
&= \left[\sqrt{\lambda_1} e_1 \quad \sqrt{\lambda_2} e_2 \quad \dots \quad \sqrt{\lambda_p} e_p \right] \begin{array}{c} \left| \begin{array}{c} \sqrt{\lambda_1} e_1' \\ \dots \dots \dots \\ J + - ; \\ \dots \dots \dots \\ \dots \dots \dots \\ \sqrt{\lambda_p} e_p' \end{array} \right| \end{array} \quad (A.18)
\end{aligned}$$

donde λ_i y e_i son los valores y vectores propios de Σ , además $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_p$ 20.

Como podemos observar ésta expresión concuerda con la estructura de covarianzas propuesta por el modelo de análisis de factores teniendo tantos factores como variables originales ($m = p$) y varianzas específicas $\psi_i=0$ para todas las i . Esto significa que el modelo puede representarse de la siguiente manera:

$$\Sigma = \begin{array}{c} \underline{L} \\ (p \times p) \end{array} \begin{array}{c} \underline{L}' \\ (p \times p) \end{array} + \begin{array}{c} \underline{0} \\ (p \times p) \end{array} = \underline{LL}' \quad (A.19)$$

Como podemos observar las cargas del j -ésimo factor son los coeficientes de la j -ésima **componente** principal de la población. A pesar de que la representación de la matriz Σ en (A. 19) es exacta no es muy útil por cuanto utiliza igual número de factores como variables y no da lugar a los factores específicos. Por lo tanto se utilizará un modelo en el que se explique la estructura de covarianza en término de unos pocos factores comunes, esto puede lograrse ignorando $p - m$ valores propios más pequeños, quedando la representación de Σ así:

$$\Sigma = \begin{bmatrix} \sqrt{\lambda_1} e_1' \\ \dots \\ \sqrt{\lambda_2} e_2' \\ \dots \\ \vdots \\ \dots \\ \sqrt{\lambda_m} e_m' \end{bmatrix} = \begin{matrix} \underline{L} & \underline{L}' \\ (p \times m) & (m \times p) \end{matrix} \quad (\text{A.20})$$

Esta representación asume que los factores específicos ϵ en (A.15) son de menor importancia. Si incluimos los factores específicos en el modelo tenemos:

$$\Sigma = \underline{L}\underline{L}' + \underline{\Psi}$$

$$= \begin{bmatrix} \sqrt{\lambda_1} e_1' \\ \dots \\ \sqrt{\lambda_2} e_2' \\ \dots \\ \vdots \\ \dots \\ \sqrt{\lambda_m} e_m' \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \Psi_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \Psi_2 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & \Psi_p \end{bmatrix} \quad (\text{A.21})$$

donde $\psi_i = \sigma_{ii} - \sum_{j=1}^m \ell_{ij}^2$ para $i = 1, 2, \dots, p$

A.4 Probabilidad de clasificación correcta en Análisis Discriminante

Sean $f_1(\mathbf{x})$ y $f_2(\mathbf{x})$ las funciones de densidad asociadas a un vector aleatorio p -variado \mathbf{x} para las poblaciones π_1 y π_2 , respectivamente. Un objeto con mediciones asociadas \mathbf{x} será asignado a π_1 o π_2 . Sea Ω el espacio muestral, esto es, el conjunto de todas las posibles observaciones de \mathbf{x} . Sea además R_1 el conjunto de los valores de \mathbf{x} para los cuales clasificaremos a los entes como π_1 y $R_2 = \Omega - R_1$ los valores restantes de \mathbf{x} que clasificaremos como π_2 ,

Los conjuntos R_1 y R_2 son exhaustivos y mutuamente excluyentes, es decir los objetos podrán ser asignados únicamente a una y solo una de estas regiones.

La probabilidad condicional $P(2|1)$, de clasificar un elemento como π_2 cuando realmente pertenece a π_1 es:

$$P(2|1) = P(\underline{X} \in R_2 | \pi_1) = \int_{R_2 = \Omega - R_1} f_1(x) dx \quad (A.22)$$

Similarmente, la probabilidad condicional $P(1|2)$, de clasificar un elemento como π_1 cuando realmente pertenece a π_2 es:

$$P(1|2) = P(\underline{X} \in R_1 | \pi_2) = \int_{R_1} f_2(x) dx \quad (A.23)$$

Sean p_1 la probabilidad a priori de π_1 y p_2 la probabilidad a priori de π_2 , donde $p_1 + p_2 = 1$. Entonces la probabilidad total de clasificar correcta e incorrectamente objetos puede ser calculada como el producto de las probabilidades condicional y a priori de clasificación.

$$\begin{aligned} &P(\text{observación es correctamente clasificada como } \pi_1) = \\ &= P(\text{observación proviene de } \pi_1 \text{ y es correctamente clasificada como } \pi_1) \\ &= P(\underline{X} \in R_1 | \pi_1) P(\pi_1) = P(1|1)p_1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &P(\text{observación es incorrectamente clasificada como } \pi_1) = \\ &P(\text{observación proviene de } \pi_2 \text{ y es incorrectamente clasificada como } \pi_1) \\ &= P(\underline{X} \in R_1 | \pi_2) P(\pi_2) = P(1|2)p_2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &P(\text{observación es correctamente clasificada como } \pi_2) = \\ &P(\text{observación proviene de } \pi_2 \text{ y es correctamente clasificada como } \pi_2) \\ &= P(\underline{X} \in R_2 | \pi_2) P(\pi_2) = P(2|2)p_2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &P(\text{observación es incorrectamente clasificada como } \pi_2) = \\ &P(\text{observación proviene de } \pi_1 \text{ y es incorrectamente clasificada como } \pi_2) \\ &= P(\underline{X} \in R_2 | \pi_1) P(\pi_1) = P(2|1)p_1 \end{aligned}$$

(A.24)

A.5 Costos de clasificación correcta en Análisis Discriminante

El costo de la clasificación errónea puede ser definido mediante una matriz de costos:

		Clasificar como	
		π_1	π_2
Verdadera Población	π_1	0	$c(2 1)$
	π_2	$c(1 2)$	0

(A.25)

Los costos son:

- (1) cero para la clasificación correcta
- (2) $c(1|2)$ cuando una observación de π_2 es incorrectamente clasificado como π_1
- (3) $c(2|1)$ cuando una observación de π_1 es incorrectamente clasificado como π_2

El costo esperado de clasificación errónea (ECM) es obtenido multiplicando las entradas de las diagonales en (A.25) por sus probabilidades de ocurrencia:

$$ECM = c(2|1)P(2|1)p_1 + c(1|2)P(1|2)p_2 \tag{A.26}$$

Por lo tanto la regla de clasificación a utilizarse es aquella que minimice el ECM.

De esta manera las regiones R_1 y R_2 que minimiza el ECM están definidas para valores de x para los cuales las siguientes desigualdades son ciertas:

$$\begin{aligned}
 R_1 &: \frac{f_1(x)}{f_2(x)} \geq \left(\frac{c(12)}{c(21)} \right) \left(\frac{p_2}{p_1} \right) \\
 R_2 &: \frac{f_1(x)}{f_2(x)} < \left(\frac{c(12)}{c(21)} \right) \left(\frac{p_2}{p_1} \right)
 \end{aligned}
 \tag{A.27}$$

Si el objetivo fuese minimizar la probabilidad total de clasificación errónea (TPM) entonces:

$$\begin{aligned}
 \text{TPM} &= P(\text{observación es incorrectamente clasificada como } \pi_1 \text{ u observación} \\
 &\quad \text{es incorrectamente clasificada como } \pi_2) \\
 &= P(\text{observación proviene de } \pi_1 \text{ y es incorrectamente clasificada}) \\
 &\quad + P(\text{observación proviene de } \pi_2 \text{ y es incorrectamente clasificada}) \\
 &= p_1 \int_{R_2} f_1(x) dx + p_2 \int_{R_1} f_2(x) dx
 \end{aligned}
 \tag{A.28}$$

A.6 Clasificación con dos poblaciones normales multivariadas

Debido a la simplicidad y razonable eficiencia que brindan los procedimientos basados en poblaciones normales asumiremos ahora que $f_1(x)$ y $f_2(x)$ son densidades normales multivariadas, con media $\underline{\mu}_1$ y matriz de covarianzas $\underline{\Sigma}_1$ la primera y la segunda con media $\underline{\mu}_2$ y matriz de covarianzas $\underline{\Sigma}_2$.

A.6.1 Clasificación de poblaciones normales cuando $\underline{\Sigma}_1 = \underline{\Sigma}_2 = \underline{\Sigma}$

Sea $f_i(x) = \frac{1}{(2\pi)^{p/2} |\underline{\Sigma}|^{1/2}} \exp \left[-\frac{1}{2} (x - \underline{\mu}_i)' \underline{\Sigma}^{-1} (x - \underline{\mu}_i) \right]$ para $i=1,2$ (A.29)

la densidad conjunta de $X' = [X_1, X_2, \dots, X_p]$ para las poblaciones π_1 y π_2 y suponiendo que los parámetros $\underline{\mu}_1$, $\underline{\mu}_2$ y $\underline{\Sigma}$, entonces las regiones de mínimo ECM son:

$$R_1 : \exp \left[-\frac{1}{2} (x - \underline{\mu}_1)' \underline{\Sigma}^{-1} (x - \underline{\mu}_1) + \frac{1}{2} (x - \underline{\mu}_2)' \underline{\Sigma}^{-1} (x - \underline{\mu}_2) \right] \geq \left(\frac{c(1|2)}{c(2|1)} \right) \left(\frac{p_2}{p_1} \right)$$

$$R_2 : \exp \left[-\frac{1}{2} (x - \underline{\mu}_1)' \underline{\Sigma}^{-1} (x - \underline{\mu}_1) + \frac{1}{2} (x - \underline{\mu}_2)' \underline{\Sigma}^{-1} (x - \underline{\mu}_2) \right] < \left(\frac{c(1|2)}{c(2|1)} \right) \left(\frac{p_2}{p_1} \right)$$

(A.30)

Dadas estas regiones la regla de clasificación queda de la siguiente manera:

<p>Asigne \mathbf{x}_0 a π_1 si</p> $(\underline{\mu}_1 - \underline{\mu}_2)' \underline{\Sigma}^{-1} \mathbf{x}_0 - 1/2 (\underline{\mu}_1 - \underline{\mu}_2)' \underline{\Sigma}^{-1} (\underline{\mu}_1 + \underline{\mu}_2) \geq \ln \left[\left(\frac{c(1 2)}{c(2 1)} \right) \left(\frac{p_2}{p_1} \right) \right]$ <p style="text-align: right;">(A.31)</p> <p>Asigne \mathbf{x}_0 a π_2 en caso contrario</p>
--

En casos prácticos donde los parámetros poblacionales son desconocidos podemos remplazarlos con sus estimadores (obtenidos de muestras).

Sea $X' = [X_1, X_2, \dots, X_p]$ una variable aleatoria multivariada, tomamos n_1 observaciones de π_1 y n_2 de π_2 , con $n_1 + n_2 - 2 \geq p$. La matriz de datos es:

$$\underline{X}_i = \begin{bmatrix} x'_{i1} \\ x'_{i2} \\ \vdots \\ x'_{ip} \end{bmatrix} \text{ para } i = 1, 2 \quad (A.32)$$

Entonces para esta matriz el vector de medias muestrales y la matriz de covarianzas están dadas respectivamente por:

$$\bar{x}_i = \frac{1}{n_i} \sum_{j=1}^{n_i} x_{ij} \quad , \quad S_i = \frac{1}{n_i - 1} \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_i)(x_{ij} - \bar{x}_i)' \quad \text{para } i=1,2 \quad (\mathbf{A.33})$$

Al asumir que ambas poblaciones tienen la misma matriz de covarianzas Σ , las matrices de covarianzas de la muestra S_1 y S_2 son combinadas para formar un estimador único insesgado de Σ :

$$S_p = \left[\frac{n_1 - 1}{(n_1 - 1) + (n_2 - 1)} \right] S_1 + \left[\frac{n_2 - 1}{(n_1 - 1) + (n_2 - 1)} \right] S_2 \quad (\mathbf{A.34})$$

Si sustituimos los parámetros poblacionales por sus respectivos estimadores tenemos la siguiente regla de clasificación:

Asigne \mathbf{x}_0 a π_1 si

$$(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)' S_p^{-1} \mathbf{x}_0 - 1/2(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)' S_p^{-1} (\bar{x}_1 + \bar{x}_2) \geq \ln \left[\left(\frac{c(1|2)}{c(2|1)} \right) \left(\frac{p_2}{p_1} \right) \right] \quad \mathbf{A.35}$$

Asigne \mathbf{x}_0 a π_2 en caso contrario

A.6.2 Clasificación de poblaciones normales cuando $\Sigma_1 \neq \Sigma_2$

Como es de esperarse las reglas de clasificación se vuelven más complicadas si las matrices de covarianzas difieren. Si sustituimos las densidades normales multivariadas en la ecuación (A.26) y luego de simplificar y extraer el logaritmo natural obtenemos las siguientes regiones de clasificación:

$$R_1 : -\frac{1}{2} x' (\underline{\Sigma}_1^{-1} - \underline{\Sigma}_2^{-1}) x + (\underline{\mu}'_1 \underline{\Sigma}_1^{-1} - \underline{\mu}'_2 \underline{\Sigma}_2^{-1}) x - k \geq \ln \left[\left(\frac{c(1|2)}{c(2|1)} \right) \left(\frac{p_2}{p_1} \right) \right]$$

$$R_2 : -\frac{1}{2} \mathbf{x}' (\underline{\Sigma}_1^{-1} - \underline{\Sigma}_2^{-1}) \mathbf{x} + (\underline{\mu}'_1 \underline{\Sigma}_1^{-1} - \underline{\mu}'_2 \underline{\Sigma}_2^{-1}) \mathbf{x} - k < \ln \left[\left(\frac{c(1|2)}{c(2|1)} \right) \left(\frac{p_2}{p_1} \right) \right] \quad (\text{A.36})$$

donde

$$k = \frac{1}{2} \ln \left(\frac{|\underline{\Sigma}_1|}{|\underline{\Sigma}_2|} \right) + \frac{1}{2} (\underline{\mu}'_1 \underline{\Sigma}_1^{-1} \underline{\mu}_1 - \underline{\mu}'_2 \underline{\Sigma}_2^{-1} \underline{\mu}_2) \quad (\text{A.37})$$

De modo que para poblaciones normales multivariadas π_1 y π_2 , con vector de medias $\underline{\mu}_1$ y $\underline{\mu}_2$ y matriz de covarianzas $\underline{\Sigma}_1$ y $\underline{\Sigma}_2$ respectivamente, la regla que minimiza el costo de clasificación errónea está dada por:

Asigne \mathbf{x}_0 a π_1 si

$$-\frac{1}{2} \mathbf{x}_0' (\underline{\Sigma}_1^{-1} - \underline{\Sigma}_2^{-1}) \mathbf{x}_0 + (\underline{\mu}'_1 \underline{\Sigma}_1^{-1} - \underline{\mu}'_2 \underline{\Sigma}_2^{-1}) \mathbf{x}_0 - k \geq \ln \left[\left(\frac{c(1|2)}{c(2|1)} \right) \left(\frac{p_2}{p_1} \right) \right]$$

Asigne \mathbf{x}_0 a π_2 en caso contrario

En la práctica suelen sustituirse los parámetros poblacionales $\underline{\mu}_1$, $\underline{\mu}_2$, $\underline{\Sigma}_1$ y $\underline{\Sigma}_2$ por los estimadores \bar{x}_1 , \bar{x}_2 , S_1 , S_2 respectivamente.

ANEXO 3
INDICADORES UTILIZADOS

Código	Indicador	Metodología de cálculo ⁽⁴³⁾
x1	Activos productivos/Total activos	$(1103 + 12 + (13 - 1399) + (1401 - 1409) + 1403 + 1406 + 1408 + 15 + (1902 - 190299))/1$
x2	Morosidad de Cartera	$((1402-140230) + 1404 + 1407)/((1401-140190) + (1402 - 140230) + 1403 + 1404 + 1405 + 1406 + 1407 + 1408)$
x3	Morosidad global	$(1402 + 1404 + 1405 + 1407 + 140190)/(1401+1402 + 1403 + 1404 + 1405 + 1406 + 1407 + 1408 + 15 + 6201)$
x4	Cobertura de Cartera	$(149905 + 149915)/((1402 - 140230) + 1404 + 1407)$
x5	Cobertura de riesgos	$(1399 + 1499 + 1699 + 170399 + 170599 + 1999)/(12 + (13 - 1399) + (14 - 1499) + 15 + (16 - 1699) + (17 - 170399 - 170599) + (19 - 1906 - 190299 - 199035 - 199055 - 1999) + 6201 + 6203)$
X6	Patrimonio/Total de pasivo	$(3 - 34)/2$
x7	Capital y Reservas/Total de Activos	$(31 + 32 + 33 + 37)/1$
X8	Fondos disponibles/Total de depósitos	$11/(21 + 23 + 24)$
x9	Patrimonio técnico Constituido/Activos Ponderados por riesgo	$(31 + 32 + 33 + 3501 + 3502 + 3503 + 3504 + 3601 + 3602 + 3801 + 3802 + 280170 + (5-4)) - (190250 + 190230 + 3603 + 190140 + 1620)/Activos ponderados por riesgo$
x10	Resolución No SB - JB- 96 - 078	$(11 + (12 - 22) + 130105 + 130115 + 130130 + 130150 - 130151 + 130210 + (1350 - 2350) + 139010)/(21 + (23 - 2350) + 24 + 25 + 27 + 2801 + 2803)$
X11	Resultado del Ejercicio/Activo total Promedio ⁽⁴⁴⁾	$(5 - 4)/1$
x12	Resultado del Ejercicio/Capital y Reservas propias promedio	$(5 - 4)/(31 + 3201 + 3202 + 3203 + 3205 + 33 + 37)$
x13	Resultado del ejercicio/patrimonio promedio	$(5 - 4)/(3 - 34)$
x14	Margen bruto financiero/ingresos de la gestión de intermediación	$((51 + 52 + 53 + 56) - (41 + 42 + 46))/(51 + 52 + 53 + 56 + 57)$
x15	Ingresos Financieros/Activos productivos promedio	$(51 + 52 + 53 + 56)/(1103 + 12 + (13 - 1399) + (1401 - 140190) + 1403 + 1406 + 1408 + 15 + (1902 - 190299))$
X16	Egresos Financieros/Activos productivos promedio	$(41 + 42 + 46)/(1103 + 12 + (13 - 1399) + (1401 - 140190) + 1403 + 1406 + 1408 + 15 + (1902 - 190299))$
x17	Gastos de personal/Total de egresos	$43/(41 + 42 + 43 + 44 + 45 + 46 + 47 + 48 + 49)$
X18	Gastos de personal/Activos productivos promedio	$43/(1103 + 12 + (13 - 1399) + (1401 - 140190) + 1403 + 1406 + 1408 + 15 + (1902 - 190299))$
x19	Intereses y comisione Pagados depósitos/total depósitos + fondos interbancarios comprados promedio	$(4101 + 4102 + 4110)/(21 + 22 + 2311 + 23501 + 24)$
x20	Diferencial Financiero	$((51 + 52 + 53 + 56)/(1103 + 12 + (13 - 1399) + (1401 - 140190) + 1403 + 1406 + 1408 + 15 + (1902 - 190299))) - ((41 + 42 + 46)/(21 - 2190) + 22 + 2308 + 2311 + 2350 + 24 + 25 + 27 + 2801)$

(43) Los números representan al número de cuenta que le corresponde según el plan de cuentas.

(44) La metodología utilizada es la de promediar los valores del período analizado, con los del mes de diciembre del año inmediatamente anterior.

ANEXO 4

MATRIZ DE CORRELACIÓN

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	x10	x11	x12	x13	x14	X15	X16	X17	X18	X19	X20
x1	1,000	-0,802	-0,821	0,269	-0,092	0,046	-0,049	-0,167	-0,116	0,228	0,269	0,410	0,303	0,074	-0,532	-0,578	-0,251	-0,464	0,249	-0,378
x2	-0,802	1,000	0,868	-0,550	0,189	0,024	0,094	0,179	0,204	-0,082	-0,344	-0,420	-0,425	-0,065	0,264	0,361	0,352	0,352	-0,235	0,165
x3	-0,821	0,868	1,000	-0,409	0,162	-0,075	0,000	0,190	0,102	-0,156	-0,480	-0,495	-0,532	-0,041	0,513	0,535	0,384	0,633	-0,131	0,388
x4	0,269	-0,550	-0,409	1,000	-0,077	-0,113	-0,127	-0,144	-0,234	-0,065	0,052	0,270	0,191	0,050	-0,051	-0,119	-0,137	0,063	-0,032	0,050
X5	-0,092	0,189	0,162	-0,077	1,000	0,854	0,816	0,482	-0,079	-0,104	-0,234	-0,225	-0,326	0,386	-0,013	-0,118	-0,203	-0,068	-0,172	0,071
X6	0,046	0,024	-0,075	-0,113	0,854	1,000	0,955	0,509	-0,071	0,110	0,164	-0,133	-0,137	0,243	-0,149	-0,233	-0,262	-0,193	0,089	-0,180
x7	-0,049	0,094	0,000	-0,127	0,816	0,955	1,000	0,479	-0,255	-0,027	0,131	-0,293	-0,233	0,089	-0,073	-0,092	-0,274	-0,125	0,152	-0,211
X8	-0,167	0,179	0,190	-0,144	0,482	0,509	0,479	1,000	0,046	0,107	0,062	-0,162	-0,203	0,137	0,373	0,304	-0,041	0,087	-0,033	0,150
x9	-0,116	0,204	0,102	-0,234	-0,079	-0,071	-0,255	0,046	1,000	0,607	0,049	0,219	0,152	0,387	-0,136	-0,282	0,301	-0,034	-0,323	0,157
x10	0,228	-0,082	-0,156	-0,065	-0,104	0,110	-0,027	0,107	0,607	1,000	0,494	0,328	0,263	0,082	-0,293	-0,400	0,223	-0,027	0,185	-0,152
x11	0,269	-0,344	-0,480	0,052	-0,234	0,164	0,131	0,062	0,049	0,494	1,000	0,499	0,765	-0,229	-0,119	-0,120	-0,175	-0,183	0,568	-0,311
x12	0,410	-0,420	-0,495	0,270	-0,225	-0,133	-0,293	-0,162	0,219	0,328	0,499	1,000	0,782	0,098	-0,216	-0,252	-0,208	-0,262	0,064	-0,079
x13	0,303	-0,425	-0,532	0,191	-0,326	-0,137	-0,233	-0,203	0,152	0,263	0,765	0,782	1,000	-0,027	-0,118	-0,152	-0,182	-0,280	0,278	-0,091
x14	0,074	-0,065	-0,041	0,050	0,386	0,243	0,089	0,137	0,387	0,082	-0,229	0,098	-0,027	1,000	0,045	-0,385	0,325	0,012	-0,592	0,621
x15	-0,532	0,264	0,513	-0,051	-0,013	-0,149	-0,073	0,373	-0,136	-0,293	-0,119	-0,216	-0,118	0,045	1,000	0,873	0,060	0,643	0,007	0,643
X16	-0,578	0,361	0,535	-0,119	-0,118	-0,233	-0,092	0,304	-0,282	-0,400	-0,120	-0,252	-0,152	-0,385	0,873	1,000	-0,117	0,516	0,128	0,277
x17	-0,251	0,352	0,384	-0,137	-0,203	-0,262	-0,274	-0,041	0,301	0,223	-0,175	-0,208	-0,182	0,325	0,060	-0,117	1,000	0,537	-0,291	0,395
X18	-0,464	0,352	0,633	0,063	-0,068	-0,193	-0,125	0,087	-0,034	-0,027	-0,183	-0,262	-0,280	0,012	0,643	0,516	0,537	1,000	0,074	0,511
x19	0,249	-0,235	-0,131	-0,032	-0,172	0,089	0,152	-0,033	-0,323	0,185	0,568	0,064	0,278	-0,592	0,007	0,128	-0,291	0,074	1,000	-0,353
x20	-0,378	0,165	0,388	0,050	0,071	-0,180	-0,211	0,150	0,157	-0,152	-0,311	-0,079	-0,091	0,621	0,643	0,277	0,395	0,511	-0,353	1,000

MATRIZ DE CORRELACIÓN ORDENADA

	X1	x2	x3	x4	x5	X6	x7	X8	x9	X10	X11	x12	x13	x15	X16	X18	X20	X17	x14	x19
X1	1,000	-0,802	-0,821	0,269	-0,092	0,046	-0,049	-0,167	-0,116	0,228	0,269	0,410	0,303	-0,532	-0,578	-0,464	-0,378	-0,251	0,074	0,249
x2	-0,802	1,000	0,868	-0,550	0,189	0,024	0,094	0,179	0,204	-0,082	-0,344	-0,420	-0,425	0,264	0,361	0,352	0,165	0,352	-0,065	-0,235
x3	-0,821	0,868	1,000	-0,409	0,162	-0,075	0,000	0,190	0,102	-0,156	-0,480	-0,495	-0,532	0,513	0,535	0,633	0,388	0,384	-0,041	-0,131
X4	0,269	-0,550	-0,409	1,000	-0,077	-0,113	-0,127	-0,144	-0,234	-0,065	0,052	0,270	0,191	-0,051	-0,119	0,063	0,050	-0,137	0,050	-0,032
x5	-0,092	0,189	0,162	-0,077	1,004	0,854	0,816	0,482	-0,079	-0,104	-0,234	-0,225	-0,326	-0,013	-0,118	-0,068	0,071	-0,203	0,386	-0,172
X6	0,046	0,024	-0,075	-0,113	0,854	1,000	0,955	0,509	-0,071	0,110	0,164	-0,133	-0,137	-0,149	-0,233	-0,193	-0,180	-0,262	0,243	0,089
x7	-0,049	0,094	0,000	-0,127	0,816	0,955	1,000	0,479	-0,255	-0,027	0,131	-0,293	-0,233	-0,073	-0,092	-0,125	-0,211	-0,274	0,089	0,152
X8	-0,167	0,179	0,190	-0,144	0,482	0,509	0,479	1,000	0,046	0,107	0,062	-0,162	-0,203	0,373	0,304	0,087	0,150	-0,041	0,137	-0,033
x9	-0,116	0,204	0,102	-0,234	-0,079	-0,071	-0,255	0,046	1,000	0,607	0,049	0,219	0,152	-0,136	-0,282	-0,034	0,157	0,301	0,387	-0,323
X10	0,228	-0,082	-0,156	-0,065	-0,104	0,110	-0,027	0,107	0,607	1,000	0,494	0,328	0,263	-0,293	-0,400	-0,027	-0,152	0,223	0,082	0,185
X11	0,269	-0,344	-0,480	0,052	-0,234	0,164	0,131	0,062	0,039	0,494	1,000	0,499	0,765	-0,119	-0,120	-0,183	-0,311	-0,175	-0,229	0,568
x12	0,410	-0,420	-0,495	0,270	-0,225	-0,133	-0,293	-0,162	0,219	0,328	0,499	1,000	0,782	-0,216	-0,252	-0,262	-0,079	-0,208	0,098	0,064
x13	0,303	-0,425	-0,532	0,191	-0,326	-0,137	-0,233	-0,203	0,152	0,263	0,765	0,782	1,000	-0,118	-0,152	-0,280	-0,091	-0,182	-0,027	0,278
X15	-0,532	0,264	0,513	-0,051	-0,013	-0,149	-0,073	0,373	-0,136	-0,293	-0,119	-0,216	-0,118	1,000	0,873	0,643	0,643	0,060	0,045	0,007
X16	-0,578	0,361	0,535	-0,119	-0,118	-0,233	-0,092	0,304	-0,282	-0,400	-0,120	-0,252	-0,152	0,873	1,000	0,516	0,277	-0,117	-0,385	0,128
X18	-0,464	0,352	0,633	0,063	-0,068	-0,193	-0,125	0,087	-0,034	-0,027	-0,183	-0,262	-0,280	0,643	0,516	1,000	0,511	0,537	0,012	0,074
x20	-0,378	0,165	0,388	0,050	0,071	-0,180	-0,211	0,150	0,157	-0,152	-0,311	-0,079	-0,091	0,643	0,277	0,511	1,000	0,395	0,621	-0,353
x17	-0,251	0,352	0,384	-0,137	-0,203	-0,262	-0,274	-0,041	0,301	0,223	-0,175	-0,208	-0,182	0,060	-0,117	0,537	0,395	1,000	0,325	-4,291
x14	0,074	-0,065	-0,041	0,050	0,386	0,243	0,089	0,137	0,387	0,082	-0,229	0,098	-0,027	0,045	-0,385	0,012	0,621	0,325	1,000	-0,592
x19	0,249	-0,235	-0,131	-0,032	-0,172	0,089	0,152	-0,033	-0,323	0,185	0,568	0,064	0,278	0,007	0,128	0,074	-0,353	-0,291	-0,592	1,000

ANEXO 5

PUNTAJE DE LOS FACTORES PARA CADA BANCO

BANCO	F1	F2	F3	F4	F5	F6
	Eficiencia Administrativa y Financiera	Capitalización y Apalancamiento	Rentabilidad	Estructura y Calidad de Activos	costos y Rendimientos	Liquidez
ABN AMRO	-1,1007	-0,77214	0,02793	-0,36858	0,32517	0,8026
AMAZONAS	-0,17621	-0,21782	-0,92393	0,47246	-0,48765	-0,8214
ASERVAL	-0,5691	-0,36453	0,23513	0,18021	0,31493	-0,5563
AUSTRO	2,54823	0,726	0,17583	0,97471	0,12955	-1,0523
BANCOMEX	0,18708	-0,33666	2,02125	0,45918	-0,70463	-1,5535
BOLIVARIANO	-0,29848	-0,52892	0,51694	-0,51144	0,4917	0,0673
CENTROMUNDO	2,14846	-0,11024	-1,2113	-0,51008	-0,97622	1,26
CITIBANK	-0,72314	-0,73036	2,1735	-0,7429	1,47543	-0,7759
COFIEC	0,2115	0,0492	-0,11807	-1,08157	-0,05661	-0,9813
COMERCIAL DE MANABI	-0,4088	1,81476	1,62778	0,78135	0,51996	1,2835
CREDITO	0,26026	-0,60147	-1,04742	0,95097	0,06118	-0,6166
DE GUAYAQUIL	-0,72434	-0,57125	-0,4821	-0,11899	0,21328	-0,4157
GNB (ECUADOR)	-0,76996	-0,13363	-1,13509	0,32344	-0,04441	0,0886
GRAL RUMIÑAH	-0,38336	-0,03099	0,01503	0,25197	0,96484	1,014
ING BANK	-1,11037	0,89099	1,75969	-0,05945	-4,28632	1,2652
INTERNACIONAL	-0,22041	-0,41692	-0,38298	-0,89204	0,30156	0,7193
LITORAL	-0,51463	-0,80442	-0,03158	2,96388	0,72948	2,2269
LLOYDS	-0,68656	-0,38339	0,47046	-0,43565	0,52011	0,8285
LOJA	1,13703	0,58071	\$75873	-1,7613	0,31752	1,2317
MACHALA	1,67448	-0,02079	0,20449	0,61497	-0,09944	-0,1330
PACIFICO	-0,39438	-0,27514	-1,13414	0,69509	-0,52871	-0,0774
PICHINCHA	-0,33225	-0,16934	-0,50162	-0,56539	0,79276	-0,0997
POPULAR	0,68813	-0,4457	1,52662	-1,09221	1,01203	-0,7673
PREVISORA	0,60062	-0,52734	0,99405	0,50025	-0,27493	-0,7305
PRODUBANCO	-0,43874	-0,2786	-0,39251	-0,39167	0,40865	0,3347
PROGRESO	-0,65484	-0,57697	-0,25515	0,25895	-0,1257	-0,8371
SOLBANCO	0,98652	0,06123	-0,26346	1,89064	-0,5975	-1,345
SOLIDARIO	-0,07951	-0,31792	-1,58149	-2,40126	-1,12443	-0,2069
SUDAMERICANO	-1,27409	4,52437	-0,90594	0,00855	0,87557	-1,1875
TERRITORIAL	-0,76635	-0,06895	-0,94028	0,28133	0,49699	0,9257
UNIBANCO	2,07624	0,75428	-0,40149	-0,601	0,38741	1,4801
UNIÓN	-0,89232	-0,71805	-0,79888	-0,07439	-1,03158	-1,3731

ANEXO 6

PUNTAJE DE LA FUNCION DISCRIMINANTE

BANCO	PUNTAJE DE CADA BANCO
ABN AMRO	0,94248
AMAZONAS	-1,22421
ASERVAL	-0,72907
AUSTRO	-1,54797
BANCOMEX	-2,61755
BOLIVARIANO	0,13646
CENTROMUNDO	1,13705
CITIBANK	-0,69713
COFIEC	-0,76315
COMERCIAL DE MANABI	2,06962
CREDITO	-1,20787
DE GUAYAQUIL	-0,47738
GNB (ECUADOR)	0,16532
GRAL RUMIÑAH	1,4209
ING BANK	0,4845
INTERNACIONAL	1,11979
LITORAL	1,46014
LLOYDS	1,12512
LOJA	2,15322
MACHALA	-0,66695
PACIFICO	-0,42611
PICHINCHA	0,36144
POPULAR	-0,68833
PREVISORA	-1,5622
PRODUBANCO	0,63124
PROGRESO	-1,24306
SOLBANCO	-2,47353
SOLIDARIO	0,31335
SUDAMERICANO	1,31809
TERRITORIAL	1,32008
UNIBANCO	2,15762
UNIÓN	-1,99191

ANEXO 7

CLASIFICACIÓN DE LOS BANCOS UTILIZANDO LA FUNCIÓN DISCRIMINANTE

Bancos	Grupo Actual	Clasificación utilizando la función discriminante	Clasificación utilizando la muestra de prueba
ABN AMRO	0	0	0
AMAZONAS	0	1	1
ASERVAL	0	0	0
AUSTRO	0	1	1
BANCOMEX	1	1	1
BOLIVARIANO	0	0	0
CENTROMUNDO	0	0	0
CITIBANK	0	0	1
COFIEC	1	0	0
COMERCIAL DE MANABI	0	0	0
CREDITO	1	1	1
DE GUAYAQUIL	0	0	0
GNB (ECUADOR)	0	0	0
GRAL. RUMIÑAHUI	0	0	0
ING BANK	0	0	1
INTERNACIONAL	0	0	0
LITORAL	0	0	0
LLOYDS	0	0	0
LOJA	0	0	0
MACHALA	0	0	1
PACIFICO	1	0	0
PICHINCHA	0	0	0
POPULAR	1	0	0
PREVISORA	1	1	1
PRODUBANCO	0	0	0
PROGRESO	1	1	1
SOLBANCO	1	1	1
SOLIDARIO	0	0	0
SUDAMERICANO	0	0	0
TERRITORIAL	0	0	0
UNIBANCO	0	0	0
UNIÓN	1	1	1

Los valores marcados de rojo son los bancos clasificados erróneamente

0 = "no quiebra"

1 = "quiebra"

ANEXO 8

CLASIFICACIÓN DE LOS BANCOS DE ACUERDO A SU PARTICIPACIÓN DEL TOTAL DE ACTIVOS MÁS CONTINGENTES DEL SISTEMA

Al 31 de marzo de 1999 En millones de sucres				
Bancos	Activos + Contingentes	% del total	Clasificación	
FILANBANCO	15.351.253	13,59	G	
PROGRESO	12.985.024	11,49	G	
PICHINCHA	11.460.431	10,14	G	
PACIFICO	10.011.862	8,86	G	
POPULAR	9.281.744	8,22	G	
DE GUAYAQUIL	6.956.477	6,16	G	
PREVISORA	6.108.275	5,41	G	
PRODUBANCO	4.836.794	4,28	M	
ABN AMRO	3.071.976	2,72	M	
CONTINENTAL	2.991.380	2,65	M	
CITIBANK	2.952.936	2,61	M	
BOLIVARIANO	2.470.863	2,19	M	
BANCOMEX	2.139.237	1,89	P	
UNION	1.913.091	1,69	P	
FINAGRO	1.858.240	1,64	P	
AUSTRO	1.793.424	1,59	P	
COFIEC	1.570.287	1,39	P	
SOLIDARIO	1.467.453	1,30	P	
INTERNACIONAL	1.428.996	1,26	P	
TUNGURAHUA	1.427.787	1,26	P	
AMAZONAS	1.285.521	1,14	P	
CREDITO	1.265.562	1,12	P	
SOLBANCO	1.105.929	0,98	P	
FINANCORP	1.067.355	0,94	P	
ASERVAL	1.053.769	0,93	P	
AZUAY	899.274	0,80	P	
LLOY DS	803.853	0,71	P	
MACHALA	784.204	0,69	P	
GRAL.RUMINAHUI	504.638	0,45	P	
ING BANK	499.508	0,44	P	
CENTROMUNDO	286.222	0,25	P	
GNB (ECUADOR) S.A.	270.940	0,24	P	
DEL OCCIDENTE	237.768	0,21	P	
UNIBANCO	214.352	0,19	P	
LOJA	176.669	0,16	P	
TERRITORIAL	151.569	0,13	P	
LITORAL	136.955	0,12	P	
COMERCIAL DE MANABI	92.521	0,08	P	
SUDAMERICANO	70.918	0,06	P	
TOTAL SISTEMA	112.985.058	100,00		

BIBLIOGRAFIA

1. ANDERSEN ARTHUR, Diccionario **ESPASA** de Economía y Negocios, 1997.
2. BANCO DE GUAYAQUIL, Informe Banca Ecuatoriana, http://www.bankguay.com/ecuador/e_ecu_0.htm
3. BANCO CENTAL DEL ECUADOR, Información Estadística Mensual, Enero del 2000.
4. BANCO CENTAL DEL ECUADOR, Heterogeneidad eficiencia en el Sistema Bancario Ecuatoriano Privado, Nota Técnica # 40.
5. BECERRA A. RIGOBERTO, Análisis Financiero para la determinación de probabilidad de quiebra de las empresas, <http://www.lamnet.com/rbecerra/ALTMAN.htm>.

6. BERNARD J.C. COLLI, LENANDOWSKI, Diccionario Económico y Financiero, 1975.

7. CANESSA **ONETO** MARIO, La Banca del Ecuador: una explicación histórica, "Dialogando con los líderes ecuatorianos del Siglo **XXI**", ESPOL, Septiembre de 1999

8. CASTRO CORTEZ CARLOS, ESPOL Propuestas: La Crisis Financiera del país, Causas y sus efectos en la Economía ecuatoriana, Abril de 1999

9. Decimocuarta Asamblea de la Asociación de Organismos Supervisores Bancarios, Centro de Estudios Monetarios Latinoamericanos, 1997

10. GALLARDO JORGE, ESPOL Propuestas: La Crisis del Sistema Financiero, Abril de 1999

- 1 1. GUERRERO M. ROSA MATILDE, MORENO L. JUAN PABLO, Metodología para calificación de cartera recibida por el Banco Central del Ecuador.

12. **HAIR, ANDERSON, TATHAMAN, BLACK**, Multivariate Data Analysis, Prentice Hall, 1998.

13. **LEILAND WILKINSON**, Statistics: Systat 6.0 for Windows, **SPSS Inc.**, 1996, Chicago – USA.

14. **MALUK OMAR, ESPOL** Propuestas: Crisis Financiera y de la Producción, Abril de 1999.

15. **RAMÓN TAMANES SANTIAGO GALLEGO**, Diccionario de Economía y Finanzas, Alianza Editorial, 1,994.

16. **RICHARD A. JOHNSON, DEAN W WICHERN**, Applied **Multivariate** Statistical Analysis, **Prentice hall**, 1998.

17. **ROJAS-SUAREZ LILIANA, HAUSMANN RICARDO**, Banking **Crises in** Latin American, 1996.

18. Régimen Financiero y Monetario Tomo I, Ediciones Legales.

19. SUPERINTENDENCIA DE BANCOS, Catálogo Unico actualizado hasta SB-99-285 del 3 de diciembre de 1999.

20. <http://www.bce.fin.ec>

21. <http://www.superban.gov.ec>

22. ftp://www.superban.gov.ec/pub/balances/b_priv