



# Un modelo de programación lineal para la gestión del balance bancario

S GUVEN

Universidad Técnica de Oriente Medio, Ankara, Turquía

E PERSENTILI

Sabancı Holding, Estambul, Turquía

*(Recibido en noviembre de 1995; aceptado tras revisión en marzo de 1997)*

La gestión del balance bancario, que implica la determinación del tamaño y la composición de los activos y pasivos de un año a lo largo de un horizonte de planificación multiperiodo, es una de las cuestiones más destacadas de la planificación estratégica bancaria. No sólo las decisiones de política de gestión, sino también las restricciones legales y los requisitos mínimos de seguridad, dictados por el entorno económico y político en el que se opera, obligan a encontrar un equilibrio entre los objetivos contrapuestos de rentabilidad, liquidez y riesgo. La gestión del balance bancario se complica aún más por el hecho de que las decisiones tomadas en un momento dado afectan a los beneficios, la liquidez y el riesgo, no sólo en el momento en que se toman, sino en los periodos siguientes. Este artículo analiza un modelo de programación lineal multiperiodo construido para un banco comercial de Turquía, que tiene en cuenta esta relación sistemática en la configuración jurídica, financiera e institucional de Turquía durante el periodo 1987-1990. Los resultados del análisis de sensibilidad demuestran la pertinencia del para la elección de políticas con conocimiento de causa y su utilización como herramienta de planificación. Qc 1997 Elsevier Science Ltd

Palabras clave: programación lineal, banca, análisis de políticas, gestión de balances.

## 1. INTRODUCCIÓN

LA DETERMINACIÓN del volumen y la composición de las fuentes de las que deben proceder los fondos bancarios, así como la forma en que deben distribuirse entre los distintos usos, se denomina gestión del balance bancario o gestión de los activos y pasivos bancarios. La gestión del balance bancario es un problema complejo, con objetivos múltiples y contradictorios.

La primera complejidad se deriva del marco temporal que hay que cubrir y de la frecuencia o la duración de los periodos de tiempo para los que hay que determinar los valores del balance. Esta elección viene dictada por las variables de decisión del modelo, además de determinarlas. Las decisiones relativas a la gestión de fondos en periodos cortos se rigen por consideraciones diferentes de la gestión de fondos en periodos largos.

periodos de tiempo medios y largos. Sin embargo, la elección del marco temporal basada únicamente en estas consideraciones puede no ser suficiente, ya que el entorno económico en el que se opera, por su efecto sobre el flujo de fondos, puede hacer necesaria la incorporación de periodos razonablemente cortos en un modelo a medio plazo. Esto reviste especial importancia en países como Turquía y algunos países de América Latina, donde no sólo las tasas de inflación anuales, sino también las mensuales, son elevadas y, por lo tanto, imponen cambios en los tipos de interés y en la estructura de vencimientos de depósitos, préstamos y valores que a menudo son imprevisibles.

Los modelos desarrollados hasta la fecha varían en cuanto a la perspectiva temporal abarcada, desde modelos de un periodo, modelos anuales con periodos trimestrales, hasta modelos de programación lineal anidada a medio plazo compuestos por modelos interrelacionados.

que abarcan horizontes diferentes [1]. La viabilidad computacional, así como el entorno económico y jurídico en el que se opera, rigen esta elección. En la mayoría de los casos, los depósitos y los tipos de interés se dan por conocidos o se determinan mediante algún otro modelo económico- métrico, mientras que los activos, como el efectivo, los préstamos a distintos plazos, los valores y las inversiones, se resuelven mediante el modelo. La principal razón de ello es que los factores que afectan a la magnitud y la estructura de vencimientos de los depósitos, como la calidad del servicio, el número de sucursales, etc., son diferentes de los que afectan a los activos, y son controlables a largo plazo más que a corto o medio plazo. La mayoría de los modelos en los que los depósitos se tratan como variables incontrolables son modelos de programación lineal determinista [2-4]. Ya en la década de 1960 se propusieron modelos de programación lineal estocástica para tratar la incertidumbre de los depósitos [5], pero parece que sólo recientemente se han vuelto factibles desde el punto de vista computacional [6]. Los modelos no lineales que tratan tanto los tipos de interés como el tamaño y el tipo de activos como variables controlables se evitan por razones de viabilidad computacional, ya que no son herramientas de planificación muy prácticas en aplicaciones reales.

Un segundo problema de la gestión del balance bancario surge de un conflicto de objetivos. Los bancos comerciales aspiran a maximizar la rentabilidad a corto, medio y largo plazo para garantizar la competitividad y la supervivencia. Para ello es necesario captar fondos con un coste mínimo e invertir en las alternativas de mayor rendimiento con un riesgo mínimo, al tiempo que se satisface la demanda de efectivo de depositantes y prestatarios en todo momento. Sin embargo, la captación de fondos adicionales suele requerir incurrir en costes adicionales y, por supuesto, las inversiones de mayor rendimiento suelen conllevar un mayor riesgo. En países como Turquía, los bancos centrales imponen normas de liquidez a los bancos comerciales que limitan el porcentaje de fondos que pueden invertirse en alternativas rentables. La resolución de estos conflictos puede intentarse con la ayuda de la programación de objetivos [7, 8], pero tener que proporcionar funciones de utilidad subjetivas que definan el orden de preferencia del decisor entre los objetivos, o la importancia que concede al grado de consecución de objetivos específicos, dificulta la implementación de estos modelos [9, 10].

En este artículo describimos un modelo de LP multiperiodo construido para un banco turco. El modelo tiene en cuenta las interacciones

entre las estructuras de vencimientos y costes de los pasivos del banco y la composición de sus activos, donde todo el balance del banco se trata como la cartera para la que se lleva a cabo la planificación financiera. El contexto es la configuración jurídica, financiera e institucional de Turquía durante el período 1987-1990. En primer lugar se describen estos antecedentes económicos y jurídicos. A continuación se examinan el análisis de la situación, el modelo, los supuestos básicos y los datos utilizados y, por último, se presenta el análisis retrospectivo de las opciones de política del banco durante el período 1987-1990 y cómo puede utilizarse el modelo como herramienta de planificación.

## 2. ANTECEDENTES INSTITUCIONALES

Los bancos de Turquía operan en un mercado oligopolístico. De los diversos bancos comerciales y especializados, algunos son privados y otros estatales, pero están sujetos a las normas y reglamentos establecidos por el Banco Central (BC) y la Asociación de Bancos. Antes de 1988, el BC fijaba el límite máximo de los tipos de interés de los depósitos, y los bancos individuales fijaban entonces sus tipos en consecuencia. En 1988, esta normativa cambió y los bancos tuvieron libertad para fijar sus tipos sin los límites impuestos por el BC. El resultado fue una inmediata guerra de precios entre los bancos que provocó un drástico aumento del tipo de interés de los depósitos. Como los bancos fijan el tipo de interés de los préstamos sobre la base del coste incrementado, el aumento tipo de interés de los depósitos se tradujo en un aumento correspondiente del tipo de interés aplicado a los préstamos. La demanda de préstamos, que ya estaba disminuyendo debido a la ralentización de la economía, se redujo aún más con el aumento de los tipos de interés de los préstamos. Así pues, al cabo de unos meses se hizo patente el daño de la competencia de precios y, desde finales de 1988, un pequeño grupo de bancos que actúan como líderes de precios fijan los tipos que son seguidos por los demás dentro de una horquilla de + 5%. Así pues, en el período considerado (1987-1990) la competencia entre bancos no se basaba en el precio, sino en otros factores a largo plazo como el número de sucursales, la calidad del servicio, etc.

Sin embargo, hay que señalar que estos factores no fueron muy eficaces a la hora de aumentar o disminuir significativamente la cuota de depósitos de los distintos bancos debido a las distorsiones introducidas por otras BC y por la normativa gubernamental. En Turquía, las instituciones públicas y

libres de elegir los bancos en los que depositar sus fondos. El BC especifica los bancos en los que deben realizarse estos depósitos en función de la especialización de cada banco. Entre 1987 y 1990, los cambios en la regulación de los depósitos públicos y de otras instituciones, que tuvieron como resultado la preservación de la cuota de depósitos de los bancos estatales y su clasificación, contribuyeron a la ineficacia de la competencia no basada en los precios. Por lo tanto, la clasificación en términos de depósitos totales se ha mantenido bastante estable y sólo ha variado ligeramente de un año a otro. Esto significa que, dados los depósitos totales, la cuota de los bancos individuales es casi constante y no puede verse afectada por la gestión de los bancos a corto y medio plazo. Sin embargo, con la misma cuota de depósitos, la composición por vencimientos de los depósitos a plazo puede alterarse en cierta medida en función de los diferenciales de tipos de interés reales efectivos para los distintos vencimientos. Esto puede tener un efecto positivo en la reducción de la brecha entre las estructuras de vencimiento del activo y del pasivo.

Las condiciones económicas vigentes en un periodo concreto tienen un profundo efecto en el nivel de depósitos que se materializan y en los tipos de interés medios aplicados a los depósitos. Los resultados económicos de Turquía durante el periodo 1987-1990 distaron mucho de ser estables. Las tasas de crecimiento del PNB fluctuaron del 8,1% en 1986 y el 7,4% en 1987, al 3,4% en 1988 y el 1,8% en 1989,

Las tasas de inflación (medidas por el índice de precios al por mayor) pasaron del 32% en 1987 al 68% en 1988, el 70% en 1989 y el 55% en 1990 [11]. Tras el espectacular aumento del nivel general de precios y la relajación de los límites máximos impuestos por el BC a los tipos de interés, el tipo de interés de los depósitos a plazo anual aumentó hasta el 85% a finales de 1988, como ya se ha señalado. Sin embargo, con la ralentización de la tasa de crecimiento del PNB, disminuyó la demanda de préstamos de alto coste y aumentó el impago de intereses y principal por parte de los clientes de préstamos. El efecto combinado de los elevados gastos por intereses y la reducción de la demanda de préstamos con un mayor riesgo de impago por parte de los clientes de préstamos es la reducción de los beneficios de la mayoría de los bancos en los periodos siguientes (principalmente en 1989). El banco que nos ocupa es uno de ellos.

En Turquía, la legislación exige que los préstamos concedidos por los bancos estén garantizados por avales. Por lo tanto, el **impago** de los intereses o del principal por parte de los clientes no supone la pérdida total de la garantía.

capital ampliado, sino en problemas de tesorería a corto plazo durante los cuales el proceso legal se hace efectivo para rescatarlo. Las unidades de información crediticia de los bancos, que recopilan información sobre la solvencia y las garantías negociables de sus clientes, difunden información sobre cualquier cliente moroso a todas sus sucursales. Así, en lugar de discriminar entre los clientes en función de su nivel de riesgo aplicándoles tipos de interés diferentes, los bancos garantizan en gran medida sus préstamos y no conceden créditos a los clientes morosos. Lo que se observa es un tipo de interés diferencial a corto y medio plazo para los préstamos entre los bancos, en lugar de tipos de interés diferenciales para los préstamos según el nivel de riesgo de los clientes de cada banco, como ocurriría en los mercados en los que no se observan anomalías de este tipo. Los clientes de préstamos más arriesgados intentan obtener créditos de los bancos más pequeños a un tipo de interés más alto.

Sin embargo, cuando la economía está en expansión y aumenta la demanda de préstamos, los bancos conceden "créditos al contado". Estos préstamos se extienden como máximo durante dos meses a un tipo de interés mucho más alto que el de los préstamos a corto plazo, ya que las garantías de estos préstamos son mucho más laxas o incluso inexistentes. Como su nombre indica, se conceden en el , en condiciones especiales. Por lo tanto, debido a la naturaleza de estos préstamos (sin garantía prendaria, irregulares y no repetitivos), no se divulga información sobre su incidencia y sus condiciones, lo que permitiría calcular el coste real del impago para bancos.

Hacia el final del periodo considerado, al ralentizarse la economía y aumentar la incertidumbre, no sólo se incrementó el tipo de interés aplicado a los préstamos, sino que cambió la estructura de duración de los mismos. La proporción de préstamos a corto plazo en el total de préstamos aumentó en comparación con la proporción de préstamos a más largo plazo.

En este entorno inestable, el BC, como regulador del dinero que circulaba en la economía, modificó las exigencias de encaje legal y los coeficientes de liquidez a intervalos irregulares. Estos cambios alteraron considerablemente los fondos que podían invertirse en activos rentables en cada periodo. Esta evolución, junto con la liberalización del régimen cambiario del país en los años ochenta, que introdujo variedad en los instrumentos del mercado monetario y en las actividades financieras, indujo la necesidad de una gestión más eficaz del balance bancario.

### 3. CUENTAS BANCARIAS Y REQUISITOS LEGALES

Los bancos comerciales de Turquía tienen dos entradas separadas para los fondos nacionales (TL) y los fondos en moneda extranjera (FC) en sus balances y cuentas de resultados. Un bancario típico consta de las siguientes cuentas de activo principales.

1. Efectivo en cámaras acorazadas y depósitos de reserva en el Banco Central (depósitos no remunerados de los bancos en el BC, determinados como porcentaje legal de los depósitos TL vivos del, también primer coeficiente de liquidez).

2. Reservas obligatorias: los bancos depositan un porcentaje legal de los depósitos (coeficiente de reservas obligatorias) en TL y FC en las respectivas cuentas de reservas obligatorias del BC, devengan intereses.

3. Depósitos en otros bancos: préstamo a muy corto plazo (de un día para otro a una semana) de fondos de la TL al mercado monetario interbancario, en el que los bancos se prestan y toman prestado dinero entre sí de forma anónima con la intermediación del BC, y depósitos en otros bancos extranjeros de fondos de la FC por periodos cortos.

4. Cartera de valores: el componente principal son los bonos del Estado y las letras del Tesoro, mientras que las acciones ordinarias, los certificados de depósito (CD), el oro y otros valores constituyen la parte restante de la cartera. Los bancos comerciales están obligados a mantener un porcentaje legal del total de depósitos como valores del Estado (segundo coeficiente de liquidez). La inversión en valores del Estado, una vez cumplido el segundo requisito de liquidez, es también una alternativa de inversión con ingresos por intereses basados en el tipo de interés obtenido en las subastas de valores del Estado. Durante el periodo considerado, los plazos de vencimiento de esta alternativa eran de un año para los bonos del Estado y de 3, 6 ó 9 meses para las letras del Tesoro.

5. Participación en el capital: inversión en otras instituciones, siendo su rendimiento dividendos o beneficios distribuidos.

6. Préstamos: el activo más importante y rentable, pero que tiene un componente sustancial de riesgo asociado a la incapacidad del prestatario para hacer frente a los pagos vencidos. Existen dos grandes categorías: Préstamos a corto plazo: concedidos como máximo a 18 meses, cuyo principal se devuelve al vencimiento o a la devolución del préstamo. Los pagos de intereses se realizan cada 3 meses (marzo, junio, septiembre, diciembre) con la primera

préstamos a medio plazo: se conceden por un máximo de 5 años y el principal se paga en siete plazos iguales, cada 6 meses, a partir del segundo año del inicio del préstamo. Las fechas de pago de intereses son las mismas que para los préstamos a corto plazo. Un préstamo es irregular si no pagan los intereses vencidos. Se inicia un proceso legal para rescatarlo y, por lo general, una sustancial del préstamo irregular se recupera mediante hipotecas sobre las propiedades de los clientes, pero estas interrupciones causan problemas de entrada de efectivo. Las partes de los préstamos no recuperadas se dan de baja como costes irre recuperables.

7. Otros activos: en su mayoría activos fijos, como locales bancarios, terrenos, edificios, equipos, etc., que son activos no rentables.

Las principales cuentas de pasivo de un banco turco típico enumerarse del siguiente modo.

1. Depósitos: hay cuatro tipos principales según la categorización del depositante, cada uno subdividido a su vez en depósitos a la vista y a plazo con vencimientos variables.

Depósitos de ahorro y certificados de depósito, que son en su mayoría depósitos privados.

Depósitos en instituciones comerciales, de los cuales el 95% son depósitos a la vista.

Depósitos de instituciones públicas, con un tipo de interés fijado por el BC e igual para los depósitos a la vista y a plazo.

Depósitos de otras instituciones. Las instituciones no pueden elegir libremente los bancos en los que realizan sus depósitos, pero el BC especifica los bancos en los que deben los depósitos públicos e institucionales, basándose en la especialización de cada banco. Los depósitos a plazo para todos los tipos de depositantes, salvo las instituciones públicas, son mensuales, trimestrales, semestrales y anuales, aplicándose tipos de interés nominales crecientes a los depósitos a su vencimiento. Los depósitos en divisas (FED) tienen la misma clasificación de vencimientos sin categorización de depositantes.

2. Empréstitos del BC, Interbank y el Banco Mundial. Aparte de los préstamos a corto plazo obtenidos del Interbank, se trata principalmente de préstamos de redescuento en los que la diferencia entre los tipos de interés aplicados por los bancos individuales y el BC o el Banco Mundial es la rentabilidad de los bancos.

3. Otros pasivos, como cuentas por pagar y gastos devengados.
4. La cuenta de capital, que, además del capital emitido y desembolsado y los beneficios no distribuidos, se compone del superávit de revalorización y los fondos de reserva. Cada año, los bancos deben depositar en el BC el 15% de sus beneficios anuales en concepto de fondos de reserva, por los que devengan intereses al tipo de los títulos del Estado. El superávit de revalorización sirve para valorar de forma más realista los activos fijos en una economía inflacionista en la que la pérdida de valor en precios nominales es casi nula, mientras que el valor contable converge rápidamente a cero. El porcentaje de revalorización lo fijan las autoridades financieras cada año y suele ser inferior a la pérdida de valor real.

La cuenta de resultados de los bancos se compone de ingresos y gastos por intereses y otros conceptos. Los ingresos por intereses proceden de los activos generadores de intereses del balance. El tipo de interés aplicado a los préstamos a corto plazo se calcula sobre la base del coste incrementado, donde el coste se determina como la media ponderada de los tipos de interés de los depósitos pendientes y se revisa siempre que la dirección del banco lo considera necesario. Los ingresos imposables excluyen los ingresos por intereses de los títulos, ya que éstos están exentos de impuestos.

#### 4. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DEL BANCO

El banco considerado, denominado "el banco" en el texto, determinaba la composición de los balances futuros mediante previsiones de los valores de las cuentas basadas en datos históricos y en la experiencia, y revisaba sus estimaciones cada 3 meses. Analizamos los cambios reales en las principales cuentas del banco durante los años 1986-1990 para determinar

la eficacia método utilizado por el banco. Las principales conclusiones del análisis son las siguientes:

1. Excluyendo el periodo comprendido entre el segundo trimestre de 1989 y el primero de 1990, los préstamos aumentaron (utilizando precios constantes de 1986). Lo mismo ocurre con la proporción de préstamos en el total de activos. Los factores exógenos influyeron en la perturbación del aumento de los préstamos. Los altos tipos de inflación y de interés de los depósitos, y las bajas tasas de crecimiento del PNB, aumentaron el riesgo de los clientes de préstamos para los bancos. Así que la banca se abstuvo de conceder créditos a clientes de riesgo. Sin embargo, si se comparan los coeficientes de préstamos sobre activos y préstamos sobre depósitos del banco con los de otros bancos, se observa que estos coeficientes están siempre ligeramente por debajo de la media de los veinte bancos mejor clasificados y que la diferencia es significativamente mayor en 1989 (cuadro 1).
2. Los préstamos a corto plazo constituyeron más del 70% del total de préstamos durante todo el periodo. La proporción de préstamos irregulares en el total de préstamos aumentó significativamente en el último trimestre de 1988 y en 1989, cuando el total de préstamos disminuyó. Puede decirse que los préstamos irregulares aumentan con las inestabilidades económicas más que con el aumento de la proporción de préstamos.
3. Los activos líquidos han aumentado en general. La tasa de aumento de los activos líquidos fue más elevada en 1989, año en que los préstamos disminuyeron significativamente. La proporción de los activos líquidos con respecto a los activos totales y a los depósitos totales fue mayor para el banco especialmente en 1989 (cuadro 1). A juzgar por las comparaciones del cuadro 1, puede decirse que el banco evita el riesgo, comportamiento que se acentuó en 1989, año de inestabilidad económica.

Cuadro 1. Comparación del banco con 20 grandes bancos del sector

	Año	Resultados del banco (%)	Rango del banco	20 bancos rendimiento medio (%)*
Préstamos/activo total	1987	38.30	10	38.40
	1988	35.64	9	36.38
	1989	32.68	17	40.87
Préstamos/depósitos totales	1987	50.70	14	68.00
	1988	51.00	12	61.30
	1989	46.50	18	62.00
Activos líquidos/total activos	1988	47.37	9	47.07
	1989	47.64	4	40.08
Activos líquidos/depósitos totales	1988	67.70	15	68.50
	1989	67.80	8	61.30

\*See [12].

4. Con excepción de 1989, los beneficios anuales del banco son positivos a precios constantes de 1986. La razón de las pérdidas de 1989 puede atribuirse al aumento de los gastos por intereses debido al incremento de los depósitos con tipos de interés muy elevados, a la disminución de los ingresos por intereses debido a la disminución de los préstamos y al aumento de la proporción de activos líquidos en el total de activos con una rentabilidad mucho menor.

Las conclusiones anteriores indican que el banco tiene problemas para establecer el equilibrio entre liquidez, riesgo y beneficios y para decidir su cartera de activos con composiciones de pasivo cambiantes.

## 5. EL MODELO

El modelo de programación lineal desarrollado tiene por objeto determinar una secuencia óptima de posiciones de balance para el banco a lo largo de un horizonte de planificación de varios periodos. El horizonte de planificación se define en  $N$  periodos, en la práctica 48 periodos mensuales. Se dice que los valores de las cuentas en la secuencia de balances son óptimos porque dan lugar al mayor valor actual posible del beneficio neto del banco durante el horizonte de planificación, sujeto a una serie de restricciones. Las restricciones definen las interacciones entre las cuentas del balance, el equilibrio de las entradas y salidas de efectivo, la liquidez y otras consideraciones legales relevantes, como los requisitos de reserva, la posición inicial del balance del banco y la cantidad máxima de fondos que pueden invertirse en alternativas, dados los depósitos totales previstos para los periodos del horizonte de planificación. A continuación se resumen definiciones más específicas de las restricciones.

### 5.1. Restricciones

1. Total de ingresos por intereses y no por intereses para cada periodo, donde los ingresos por intereses son la suma de los ingresos por intereses de a corto y medio plazo, valores, rendimiento de comisiones de empréstitos del BC e ingresos por intereses de fondos de reserva depositados en el BC. Para los meses de pago de intereses, los ingresos por intereses de préstamos a corto y medio plazo son iguales a la suma de los pagos de intereses de préstamos regulares que no han vencido o no han sido devueltos a partir del período  $t$ , y los pagos de intereses de préstamos devueltos. Para los meses distintos de los de pago de intereses
- meses de pago, son los pagos de intereses acumulados de los préstamos devueltos en ese periodo. Los ingresos por intereses de valores se estiman como la diferencia entre los precios de venta y compra de los valores, y para cada se definen como la suma de los ingresos por intereses de los valores vencidos y los valores vendidos antes del vencimiento. Los ingresos no financieros son la suma de los ingresos por comisiones de préstamos, dividendos de participaciones y otros ingresos no financieros.
2. Total de gastos financieros y no financieros de cada , donde los gastos no financieros se definen como la suma de las provisiones constituidas para préstamos a corto y medio plazo que se habían convertido en irregulares en los meses anteriores. Los gastos no financieros se definen por separado para los meses de pago de intereses y los demás meses, ya que el porcentaje de préstamos irregulares que deben convertirse en gastos irrecuperables es diferente para cada mes. Los gastos por intereses se calculan como la suma de los pagos de intereses de los depósitos a plazo vencidos y los pagos de intereses de los depósitos a plazo que se retiran antes de su vencimiento (al tipo de los depósitos a la vista).
3. El beneficio anual es la suma de 12 beneficios mensuales, donde los beneficios mensuales se calculan como la diferencia entre los ingresos y los gastos por intereses y no por intereses.
4. La ecuación del saldo de caja define los fondos que quedan en caja al final de cada periodo y que, por tanto, se transfieren al periodo siguiente como la diferencia entre las entradas y las salidas de caja. En primer lugar, el requisito de liquidez exige que esta suma sea superior o igual a la cantidad legalmente exigida. La entrada total de efectivo al final del periodo  $r$  es la suma de los principales devueltos y los pagos a plazos de los préstamos, los valores vendidos antes y al vencimiento, los ingresos por intereses y no intereses, los depósitos realizados en el periodo  $i$  y el efectivo transferido de los periodos anteriores. La salida total de efectivo al final de cada periodo es la suma de los fondos invertidos (préstamos, valores, participaciones), la suma de los depósitos que se retiran en el periodo  $r$  (antes y al vencimiento), los intereses y los gastos no financieros (excluidos los gastos no monetarios, como la provisión para préstamos irregulares y la depreciación), y los fondos adicionales necesarios para satisfacer la reserva

requisito. En el tercer mes de cada año, el 15% del beneficio anual del año anterior se deposita en CB como requisito fondo de reserva.

5. Los préstamos a corto y medio plazo pendientes al final de cada período  $t$  se definen como la suma de los préstamos respectivos pendientes al final del período  $i - 1$ , los fondos prestados, menos los préstamos devueltos en el período  $t$ . El total de préstamos a corto plazo devueltos en el período  $t$  es la suma de los préstamos vencidos que no se han convertido en irregulares y los préstamos devueltos antes de su vencimiento. El total de préstamos a medio plazo devueltos en el período  $t$  es la suma de los pagos fraccionados de préstamos tomados entre 2 y 5 años antes del período  $f$ , después de la provisión para préstamos irregulares. Del mismo modo, los valores pendientes al final de un período son iguales a los valores pendientes al final del período anterior más las nuevas adquisiciones de valores en ese período, menos los valores que se han vendido durante ese período. Se exige que, para cada período, los valores en circulación sean superiores o iguales a la segunda exigencia de liquidez. Las participaciones pendientes al final del período  $t$  son la suma de las participaciones pendientes al final del período  $r - 1$  y las nuevas inversiones realizadas en el período  $t$ , y deben ser inferiores o iguales al 15% de los préstamos pendientes del mismo período (requisito legal).
6. Limitaciones de la política del Banco. Para equilibrar el riesgo con beneficios se impone para cada período el requisito de que al menos el 25% del total de los fondos invertidos en préstamos se invierta en valores y que los préstamos pendientes sean superiores o iguales al 50% de los depósitos pendientes. Para introducir una aproximación a la demanda de préstamos, dado que no se dispone de previsiones de la demanda de préstamos, se impone un límite superior a los préstamos pendientes, que es el 75% de los depósitos pendientes. Este límite se reduce al 60% y al 65% para 1989 y 1990, respectivamente, para reflejar la disminución de la demanda de préstamos y el aumento del riesgo de los préstamos en estos . Como aproximación al mayor riesgo de los préstamos a medio plazo en comparación con los préstamos a corto plazo, los préstamos a medio pendientes se limitan a un máximo del 50% de los préstamos a corto plazo pendientes.

Dadas estas restricciones, el modelo responde a las preguntas de cuánto efectivo y activos líquidos mantener; cuál de varias alternativas de inversión, como préstamos a corto y medio plazo, valores con diferentes vencimientos e inversión en otras instituciones con diferentes características de rendimiento, liquidez y riesgo elegir en cada período; y cuál debe ser la cantidad de fondos asignada a ellas para maximizar el valor actual neto de los beneficios totales en un horizonte temporal de varios períodos.

## 6. SUPUESTOS BÁSICOS Y DATOS UTILIZADOS

### 6.1. Supuestos

- La cuota anual total de depósitos del banco se da al modelo suponiendo que se determina basándose en un modelo econométrico. La distribución de los depósitos totales en depósitos a la vista y a plazo con distintos vencimientos se basa en ratios anteriores. Sin embargo, para determinar la cuota de los depósitos de ahorro con distintos vencimientos en el total de depósitos de ahorro y CD, se utilizan ecuaciones de regresión desarrolladas por nosotros. La ecuación de regresión lineal múltiple que determina la cuota de los depósitos de ahorro y CD con vencimiento y en el total de depósitos de ahorro es una función del tipo de interés nominal anual aplicado a los depósitos de ahorro y CD con vencimiento y, la diferencia entre los tipos de interés aplicados a los depósitos con vencimiento y en el período  $f$  y en el período  $r - 1$ , la tasa de inflación anual en el período  $t$ , y la diferencia de los tipos de interés aplicados a los depósitos con vencimiento y  $k$  distintos de  $k$ ). Las ecuaciones de regresión para cada uno de estos tipos de depósito se estimaron utilizando datos de series temporales para 60 meses, y se tomaron  $f$ 's que oscilaban entre el 80,7% y el 92,4% para indicar una predicción satisfactoria.
- El vencimiento de los préstamos a corto plazo se fija en un año en lugar del plazo legal de 18 meses, ya que se observa que en la práctica más del 95% de los préstamos se devuelven en el plazo de un año.
- Las estadísticas sobre la proporción de préstamos que se devuelven en el período  $t - F$  1,  $t + 2$ , ...,  $t + 12$ , que se prorrogaron en el período  $f$ , no se recogen en el banco, por lo que las probabilidades de devolución de los préstamos en 1 mes, 2 meses, etc se estiman basándose en

- en el juicio de expertos, y diferentes prob-  
objetiva composiciones se probadas  
análisis de sensibilidad.
- probabilidades de devolución a medio plazo  
fuentes, se supone que los préstamos anteriores al vencimiento son  
de préstamos a medio plazo antes de su vencimiento se suponen  
financiación de proyectos de inversión a medio plazo. mentos. Los datos disponibles que se pudieron cuyo  
rendimiento puede no materializarse hasta el  
eran los balances mensuales y las cuentas de resultados del período. balances y cuentas de resultados  
del período
- Se supone que el vencimiento de los valores de la TL es 1986-1990, lo que proporciona información sobre los mismos que los bonos del Estado y las posiciones pendientes de las cuentas al final de cada mes (ya que constituyen más de cada mes. El modelo requiere mensualmente más del 95% del total de valores), es decir, 3, 6, nuevos depósitos y retiradas netas, y datos sobre y 9 meses y 1 año. Como son también las probabilidades mencionadas. Las fuentes de liquidez existentes y los datos mensuales sobre los depósitos en circulación y la tesorería pueden convertirse en siempre que sea necesario a un precio de venta inversiones para 1986 se utilizaron en la inicialización, igual al valor nominal descontado del que se en la estimación de las adiciones netas a o valor, se supone que los valores vendidos retiradas de los totales en circulación. El criterio en esta fase de inicialización fue el del vencimiento más próximo. estimar los datos necesarios que proporcionarían
  - Se supone que los ingresos por dividendos de los ingresos por intereses y los totales de gastos para 1987 que las inversiones en otras instituciones devengan se ajustan estrechamente a las cifras reales. sólo una vez al año, a partir de 12 meses Se utilizaron juicios de expertos para estimar las después de que se materialice la inversión. probabilidades requeridas. Gastos constantes y
  - Las inversiones interbancarias en las que las transacciones ingresos, y los tipos de interés de los depósitos y se realizan por periodos muy cortos, como los préstamos que se hicieron efectivos durante la planificación overnight o durante una semana no se consideran horizonte se obtienen del banco. Otros como alternativa de inversión en el . datos exógenos relacionados con la situación económica y jurídica
  - El vencimiento de los depósitos a plazo se consideran desarrollos se obtienen de fuentes CB igual a los períodos legales de 1 mes, y publicaciones [11], y el Instituto Estatal 3 meses, 6 meses y un año. Desde Boletines Mensuales de Estadística [13]. estadísticas sobre qué parte de los depósitos totales en Utilizando un programa generador de matrices para convertir el periodo r se retira en 1 mes, los datos a formato MPS, el modelo se resuelve mediante 2 meses, etc hasta el vencimiento no se el software MPSX en un IBM 3090 main- estimado, las probabilidades de cada plazo tiempo. También se utilizó el software Lindo en un PC IBM compatible con el tipo de depósito que se retira en cada período. También se utilizó el software Lindo en un PC IBM compatible, pero no se prefirió debido a la velocidad de la solución en el mainframe. También se utilizó el software Lindo en un ordenador IBM compatible, pero no se prefirió debido a la **velocidad** de la solución en el ordenador central. funciones decrecientes del tiempo que queda hasta el vencimiento. madurez.
  - Las probabilidades de que los préstamos a corto y medio plazo se conviertan en irregulares en cada periodo se estiman basándose en juicios de expertos, ya que no se dispone fácilmente de tales estadísticas.

Las decisiones tomadas sobre la inversión de fondos en cualquier periodo se reflejan en el flujo de caja de los periodos siguientes. Por lo tanto, el modelo debe tener en cuenta los ingresos y gastos posteriores al período final que resultan de la recaudación y la inversión de los fondos realizados durante el horizonte de planificación. Así, el valor del periodo final de los ingresos por intereses menos los gastos por intereses devengados por las inversiones y depósitos realizados durante el

horizonte de planificación se añade a la capacidad durante como valor terminal.

Los requisitos de datos del modelo pueden● Las

se clasifican como datos relacionados con las

Las probabilidades de devolución

datos exógenos relacionados con la

mentos. Los datos disponibles que se pudieron cuyo

Los datos disponibles que podían obtenerse del banco

balances y cuentas de resultados

del período

estimación de los valores de la TL es 1986-1990, lo que proporciona información

sobre los mismos que los bonos del Estado y las posiciones pendientes de las cuentas al final de cada

mes (ya que constituyen más de cada mes. El modelo requiere mensualmente más del 95% del total de

valores), es decir, 3, 6, nuevos depósitos y retiradas netas, y datos sobre y 9 meses y 1 año. Como son

también las probabilidades mencionadas. Las fuentes de liquidez existentes y los datos mensuales sobre

los depósitos en circulación y la tesorería pueden convertirse en siempre que sea necesario a un precio

de venta inversiones para 1986 se utilizaron en la inicialización, igual al valor nominal descontado del

que se en la estimación de las adiciones netas a o valor, se supone que los valores vendidos retiradas de

los totales en circulación. El criterio en esta fase de inicialización fue el del vencimiento más próximo.

estimar los datos necesarios que proporcionarían

Se supone que los ingresos por dividendos de los ingresos por intereses y los totales de gastos para 1987

que las inversiones en otras instituciones devengan se ajustan estrechamente a las cifras reales. sólo

una vez al año, a partir de 12 meses Se utilizaron juicios de expertos para estimar las después de que se

materialice la inversión. probabilidades requeridas. Gastos constantes y

Las inversiones interbancarias en las que las transacciones ingresos, y los tipos de interés de los

depósitos y se realizan por periodos muy cortos, como los préstamos que se hicieron efectivos durante la

planificación overnight o durante una semana no se consideran horizonte se obtienen del banco.

Otros como alternativa de inversión en el . datos exógenos relacionados con la situación económica y

jurídica

El vencimiento de los depósitos a plazo se consideran desarrollos se obtienen de fuentes CB igual a los

períodos legales de 1 mes, y publicaciones [11], y el Instituto Estatal 3 meses, 6 meses y un año.

Desde Boletines Mensuales de Estadística [13].

estadísticas sobre qué parte de los depósitos totales en Utilizando un programa generador de

matrices para convertir el periodo r se retira en 1 mes, los datos a formato MPS, el modelo se resuelve

mediante 2 meses, etc hasta el vencimiento no se el software MPSX en un IBM 3090 main- estimado,

las probabilidades de cada plazo tiempo. También se utilizó el software Lindo en un

PC IBM compatible con el tipo de depósito que se retira en cada período. También se utilizó el

software Lindo en un PC IBM compatible, pero no se prefirió debido a la velocidad de la solución en el

mainframe. También se utilizó el software Lindo en un

ordenador IBM compatible, pero no se prefirió debido a la **velocidad** de la solución en el ordenador

central. funciones decrecientes del tiempo que queda hasta el vencimiento.

madurez.

Las probabilidades de que los préstamos a corto y medio plazo se conviertan en irregulares en

cada periodo se estiman basándose en juicios de expertos, ya que no se dispone fácilmente de

tales estadísticas.

## 7. RESULTADOS DEL MODELO

El rendimiento real en un periodo concreto es el

resultado de las decisiones políticas tomadas por el

banco (como la proporción de préstamos a medio

plazo con respecto a los préstamos a corto plazo, la

proporción de inversiones en préstamos con respecto

a las inversiones en valores, etc.) basándose en sus

expectativas de evolución económica para ese

periodo, el resultado retardado de las decisiones

tomadas en los periodos anteriores (como el pago del

principal y los intereses de los préstamos concedidos

en el pasado, el flujo de caja de los valores, etc.), y la

realización real frente a la esperada de los factores

económicos y exógenos. Dado que el objetivo es

evaluar y demostrar la



Cuadro 2 Relación entre los resultados de la ejecución de base y los resultados reales del banco

	ROI	RO2	RO3	RO4	RZ	ROI	RO2	RO3	RO4	RZ	ROI	RO2	RO3	RO4	RZ	ROI	RO2	RO3	RO4	RZ
Meses	1987				1988				1989				1990							
1	0.93	2.03	0.82	1.00	0.84	1.05	0.77	0.57	1.00	2.15	1.02	0.13	1.20	2.38	0.78	0.04				
2	0.99	2.11	0.60	0.97	0.96	0.99	0.77	0.54	1.14	1.97	0.90	0.13	1.16	2.31	0.77	0.04				
3	1.09	2.04	0.52	0.95	0.92	0.92	0.62	0.52	1.20	1.71	1.03	0.09	1.11	1.96	1.07	0.04				
4	0.85	1.95	0.90	0.94	0.82	0.90	0.92	0.49	1.56	1.60	0.93	0.08	1.07	1.86	1.05	0.04				
5	0.78	1.88	0.93	0.85	0.88	0.89	0.91	0.39	1.56	1.58	1.06	0.08	0.91	1.80	1.40	0.04				
6	1.14	1.78	0.40	0.81	0.99	0.87	0.68	0.38	1.37	1.65	1.31	0.08	0.94	1.84	1.39	0.04				
7	0.96	1.53	0.53	0.80	0.96	0.82	0.75	0.38	1.20	1.70	1.33	0.07	0.98	1.82	1.46	0.04				
8	0.83	1.51	0.92	0.73	0.95	0.79	0.69	0.27	0.97	1.70	1.68	0.07	0.97	1.76	1.37	0.04				
9	1.09	1.44	0.55	0.73	1.22	0.82	0.94	0.20	0.88	1.78	1.69	0.07	1.00	1.72	1.68	0.04				
10	0.95	1.40	0.64	0.70	1.01	0.74	1.15	0.19	1.04	2.12	1.36	0.06	0.80	1.74	2.00	0.03				
11	0.92	1.31	0.64	0.62	1.07	0.69	1.50	0.16	0.97	2.02	1.24	0.06	0.67	1.65	2.16	0.03				
12	0.99	1.10	0.65	0.61	0.9	1.12	2.29	0.99	0.14	1.2	0.94	2.12	1.14	0.05	3.3	0.83	1.95	2.20	0.03	4.

ROI: Relación entre los préstamos a corto plazo pendientes de la ejecución de base y el rendimiento real del banco. RO2: Relación entre el saldo vivo de los préstamos a medio plazo del periodo de referencia y los resultados reales del banco. RO3: Relación entre el saldo vivo de los títulos del periodo de referencia y los resultados reales del banco.

RO4: Relación entre las participaciones pendientes de la ejecución base y las participaciones pendientes reales.

RZ: Relación entre los beneficios anuales de la ejecución base y los beneficios realizados.

Para aprovechar las ventajas del modelo en la toma de decisiones informadas, el enfoque utilizado consiste en comparar el rendimiento real durante el periodo 1987-1990 con los resultados del modelo que simula las opciones de política de los bancos, dado el entorno económico en el que operan. Es decir, si la dirección del banco hubiera tomado las decisiones políticas que tomó basándose en sus expectativas sobre la evolución económica, pero hubiera utilizado el modelo para decidir cuál de entre varias alternativas de inversión elegir en cada periodo, cuál habría sido la cantidad de fondos asignados a las mismas, dadas las realizaciones reales de los factores exógenos. La solución del modelo utilizando estas especificaciones (es decir, los datos del banco, las opciones de política, los requisitos legales, los tipos de interés, las tasas de inflación y la realización real de otros factores económicos y exógenos prevalecientes durante el periodo 1987-1990) se denomina ejecución base.

Para obtener los resultados de la ejecución base, el modelo se resuelve una vez para todo el horizonte de planificación (1987-1990), en lugar de hacerlo sobre la base de un horizonte móvil, como habría sido el caso al tomar decisiones para el futuro. Esto se debe a que, en el análisis retrospectivo, las decisiones políticas y los cambios realizados por la dirección del banco antes y después de que se produzcan los acontecimientos económicos, jurídicos y otros acontecimientos exógenos, así como los propios acontecimientos, se conocen para cada periodo del horizonte de planificación.

Los resultados de base así obtenidos se comparan con los resultados reales durante el periodo 1987-1990. En el cuadro 2 figura esta comparación, basada en la relación entre los resultados de la ejecución de base y los resultados reales de los bancos. Los principales resultados resumirse así:

- Con excepción del primer año, los beneficios anuales son superiores a los beneficios realizados y aumentan constantemente a lo largo del horizonte de planificación a precios constantes de 1986, frente a unos beneficios reales casi estancados. Esto se debe principalmente al aumento de los préstamos a medio plazo y a la disminución de los préstamos a corto plazo concedidos en comparación con los resultados reales.
- Las inversiones en valores son inferiores a las del banco en los dos primeros años, pero esta situación se invierte en 1989 y 1990. La principal razón de ello es el aumento de las entradas de efectivo debido a las decisiones de inversión adoptadas en los dos primeros y a la inversión del exceso de fondos (no concedidos en forma de préstamos debido al mayor riesgo de los prestatarios) en valores y no en otros activos líquidos, como ocurre en la práctica.
- El beneficio significativamente superior de 1990 es el resultado de la mayor rentabilidad y reinversión de los periodos anteriores. Además, como no se tienen en cuenta los flujos de tesorería posteriores al periodo terminal, salvo los ingresos y gastos por intereses, ni las necesidades, la rentabilidad parece ser la preocupación dominante para este año.
- El beneficio anual de 1987 es ligeramente inferior al del banco. Esto puede atribuirse al proceso de inicialización y al conjunto de iniciales utilizados. Para probar la sensibilidad del modelo es solución a los datos iniciales el modelo se resolvió utilizando un conjunto de datos alternativo basado en el supuesto de que la mayor parte de las inversiones netas se realizaron en la segunda mitad de 1986 en lugar de distribuirse uniformemente a lo largo del año. Los resultados difieren considerablemente de la ejecución de base, ya que

los datos iniciales sobre inversiones pasadas regulan la entrada de efectivo de los siguientes periodos.

La comparación de la solución de la ejecución base con los resultados del análisis de sensibilidad, basados en ejecuciones con valores alternativos de los parámetros y las variables exógenas del modelo, proporcionan una valiosa información sobre la solidez y/o el cambio de dirección de los resultados del modelo. A continuación se ofrece una muestra de los resultados del análisis de sensibilidad. Cuando se aumenta la probabilidad de que los préstamos se conviertan en irregulares para el segundo semestre de 1988 y para 1989, el tamaño o la magnitud de los préstamos concedidos disminuye debido a la menor entrada de efectivo procedente de los pagos de intereses y principal, lo que se traduce en una disminución de los ingresos por intereses y una reducción de los beneficios, especialmente en el último año. Este resultado se aproxima más al rendimiento real que la ejecución de base. Sin embargo, no se utiliza ejecución de base porque, con unos parámetros que fluctúan de forma salvaje, los resultados habrían distorsionado el efecto de los cambios que se miden.

Como es de esperar, cuando la probabilidad de que los préstamos a corto plazo vuelvan a su vencimiento es superior a la carrera de base, aumentan los ingresos por intereses, lo que se traduce en mayores beneficios anuales. Pero como los pagos del principal se realizan al vencimiento, la liquidez disminuye, lo que se compensa con una mayor inversión en valores para satisfacer las necesidades de liquidez.

Dado que los depósitos a plazo retirados antes de su vencimiento reciben intereses al tipo de los depósitos a la vista, se observa un resultado interesante cuando la probabilidad de los depósitos a plazo retirados antes de su vencimiento es superior a sus valores en la ejecución base. Debido a la reducción de los gastos totales por intereses, los beneficios anuales aumentan a pesar de la ligera reducción de los préstamos a corto plazo y el **aumento** de los valores. La principal razón de este controvertido resultado es el tipo de interés real negativo aplicado a los depósitos a la vista en el entorno inflacionista de Turquía. Un tipo de interés nominal anual del 10% para los depósitos a la vista en una economía con una tasa de inflación que oscila entre el 35% y el 70% tiene un efecto muy positivo en la rentabilidad cuando los depósitos se retiran antes de su vencimiento.

Como ya se ha indicado, la relación entre los préstamos pendientes y los depósitos pendientes debe ser inferior a un valor determinado cada año. En la ejecución de base para 1989 y 1990, este coeficiente era de 0,6 y 0,65 frente a 0,75 en años anteriores, para reflejar la menor demanda de crédito y el mayor riesgo de los préstamos en estos años. Cuando este coeficiente se aumenta a 0,75

Para 1989 y 1990, años los que la rentabilidad de los préstamos es elevada, se observa un aumento significativo de los a corto y medio plazo, y una disminución de los valores, con un aumento significativo de los beneficios anuales. En general, es cierto que cuando aumenta el tipo de interés disminuye la demanda de préstamos, especialmente cuando el aumento del tipo de interés viene acompañado de una recesión de economía o es consecuencia de ella, lo que provoca un mayor riesgo de impago de los clientes de crédito. Este experimento demuestra que cuando se subestima el riesgo de los préstamos o cuando se sobreestima la demanda de crédito, la inversión en préstamos es mayor de lo que debería ser, lo que conduce a unos beneficios mayores que no son realistas. Cuando se reduce este coeficiente, menores inversiones en préstamos se compensan con mayores inversiones en valores y menores beneficios.

Como era de esperar, los beneficios anuales disminuyen cuando se reduce la proporción de préstamos a medio plazo con respecto a los préstamos a corto plazo. Así pues, la política bancaria en materia de riesgo de crédito a largo plazo es uno de los principales factores determinantes de la rentabilidad.

Al utilizar el modelo como herramienta de planificación, deben analizarse los efectos combinados de múltiples cambios en los parámetros y variables exógenas del modelo para tomar decisiones más realistas y ver las compensaciones entre rentabilidad, riesgo y liquidez.

## 8. UTILIZACIÓN DEL MODELO COMO HERRAMIENTA DE PLANIFICACIÓN

El modelo determina las composiciones futuras óptimas del balance a lo largo de un horizonte de planificación basándose en las previsiones de evolución económica del mercado. Las tasas de inflación anuales, las exigencias de reservas legales, los tipos de interés de los depósitos, el tipo de interés de los valores, la tasa de variación de los depósitos y las probabilidades de que los préstamos se vuelvan irregulares y los depósitos se retiren antes de su vencimiento en función de esta son algunas de las variables incontrolables del modelo. En una economía estable en la que los cambios en estas variables económicas no son frecuentes, las previsiones de estas variables a lo largo del horizonte de planificación serán suficientes para que los resultados del modelo sean válidos. Sin embargo, en un país como Turquía, donde se observan fluctuaciones sustanciales en casi estas variables incluso de un mes a otro, basar las soluciones del modelo en previsiones de estas variables para un horizonte temporal de 48 meses sería poco realista. Dado que el activo y el pasivo

Las composiciones deben ajustarse continuamente a la evolución económica, por lo sugerimos que el modelo se aplique un horizonte móvil.

El procedimiento para una aplicación de este tipo puede resumirse como sigue. Si definimos el horizonte de planificación igual a  $N$  periodos y el número de veces que se obtiene una nueva solución como  $n$ , donde  $n < N$ , el modelo se resolverá para los  $N$  periodos siguientes. Los resultados se aplicarán hasta el periodo en que se produzca un cambio inesperado en las condiciones económicas que induzca o sea el resultado de un cambio en las previsiones de depósitos, demandas de préstamos o cualquier otro parámetro del modelo. Entonces, el modelo deberá resolverse de nuevo para los  $N$  periodos siguientes con nuevas previsiones o parámetros actualizados tras el cambio en las condiciones económicas. Las decisiones de inversión aplicadas en la solución anterior se tomarán como datos de entrada o inicialización de la nueva solución. La frecuencia,  $n$ , puede depender de los cambios en las condiciones económicas o puede estar predeterminada.

## 9. CONCLUSIÓN

El modelo presentado se ha desarrollado para uno de los principales bancos comerciales de Turquía con el fin de demostrar a la dirección del banco la flexibilidad del modelo a la hora de tener en cuenta sistemáticamente las compensaciones entre rentabilidad, liquidez y riesgo, dada la incompatibilidad entre la estructura de vencimientos de los activos y pasivos del banco y los flujos de caja. Dado que el modelo es pionero, y es cierto que la estructura de la recopilación de datos no precede sino que sigue los requisitos del modelo, recomendamos que el modelo se utilice para la futura gestión del balance bancario después de los datos existentes, y

La estructura de recopilación de datos se ha reorientado en función de los requisitos del modelo.

## REFERENCIAS

1. Cohen, K. J., Maier, S. F. y Van der Weide, J. H., Recent developments in management science in banking. *Management Science*, 1981, 27, 1097-1119.
2. Broddus, A., Programación lineal: un nuevo enfoque de la gestión de carteras bancarias. *Monthly Review: Reserva Federal de Richmond*, 1972, noviembre, 3-11.
3. Cohen, K. J. y Hammer, F. S., Linear programming and optimal bank asset management decisions. *Journal of*, 1967, 22, 147-165.
4. Cohen, K. J., Gestión dinámica del balance: un enfoque de la ciencia de la gestión. *Journal of Bank Research*, 1972, 22, 9-19.
5. Cohen, K. J. y Thore, S., Programación de carteras bancarias bajo incertidumbre. *Journal of Bank Research*, 1970, 2, 28-40.
6. Kusy, M. I. y Ziemba, W. T., A bank asset and liability management model. *Operations Research*, 1986, 34, 356-376.
7. Eatman, J. L. y Sealey, C. W., Multiobjective linear programming model for commercial bank balance sheet management. *Journal of Bank Research*, 1979, 9, 227-236.
8. Fortson, i. C. y Dince, R. R., An application of goal programming to management of a country bank. *Journal of Bank Research*, 1977, 7, 311-319.
9. Korhonen, A., A dynamic bank portfolio model with multiple scenarios, multiple goals and changing priorities. *European Journal of Operational Research*, 1987, 30, 13-23.
10. Kumar, G., Tayi y Leonard, P., Bank balance sheet management: an alternative multi-objective model. *Journal of Operational Research Society*, 1988, 39, 401-410.
11. Banco Central de la República de Turquía, *Central Bank Annual Report*, Ankara, Turquía, 1986, 1987, 1988, 1989, 1990.
12. Abac, S. y Grupo IBAR, *Banks and the Banking System in Txfey'89* (en turco). Publicaciones IBAR, 1990.
13. Instituto Estatal de Estadística, *Boletín Mensual de Estadística*, Vol. I-XII. Instituto Estatal de Estadística, República de Turquía, Ankara, Turquía, 1986-1990.

DIRECCIÓN PARA LA CORRESPONDENCIA: Assistant Professor Dr Sibel Giinen, Department of Industrial Engineering, Middle East Technical Unieersit y, İnânii Buluari 06531, Ankara, Turke y.