

UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

ECONOMÍA

PREDICCIÓN DE SERIES DE TIEMPO FINANCIERAS MEDIANTE EL USO DE LA RED NEURONAL DE RETROPROPAGACIÓN.

PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
ECONOMISTA

Ramiro Alejandro Yerovi Vargas

DIRECTOR: Ec. Luis Moncada

Quito, 7 de mayo de 2012

DECLARACIÓN

Yo, RAMIRO ALEJANDRO YEROVI VARGAS, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación personal; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Ramiro Alejandro Yerovi Vargas

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Ramiro Alejandro Yeroi Vargas, bajo mi supervisión.

Ec. Luis Moncada

DIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTOS

Mi gratitud y reconocimiento:

A Dios, a mi madre, Sandra, por su amor y por apoyarme y creer en mi, a mi padrino Carlos Jaramillo por su gran ayuda en mi formación, a mis amigos que siempre estuvieron apoyándome en el arduo camino para ser Economista y a los pocos familiares que siempre me han apoyado de forma sincera y desinteresada.

DEDICATORIA

A mi madre Sandra, porque siempre me ha apoyado y me ha enseñado el valor de luchar por lo que quiero y a mi padrino Carlos por darme un gran ejemplo.

Ramiro

Resumen

Para el desarrollo del trabajo se ha utilizado series de tiempo de los índices más relevantes de cada continente que son: Dow Jones (América), Nikkei 225 (Asia), FTSE 100 (Europa). Además se ha utilizado información proporcionada por la Bolsa de Valores de Quito sobre el precio al cierre de las acciones de la Corporación Favorita C.A. para tener un panorama local e internacional del mercado financiero. Para el análisis de las series se ha utilizado el algoritmo de Red Neuronal de Retropropagación que es un método bastante nuevo desarrollado a lo largo de la década de los noventa, desde los perceptrones de Rosenblatt al algoritmo de McCulloch-Pitts hasta la forma actual de las redes desarrolladas por Rumelhart, Hinton, y Williams. El método de redes neuronales es un poderoso método clasificadorio y de predicción que se ha convertido en uno de los más utilizados actualmente para predicción y análisis de datos. Se ha utilizado la red neuronal de retropropagación para predecir valores de las series de tiempo a 30 días, obteniendo resultados comparables con otros métodos econométricos como Box Jenkins.

Contenido

Resumen	I
Índice de figuras	v
Índice de figuras	v
Índice de tablas	vi
Índice de cuadros	vi
Introducción	vii
1 Introducción y Descripción de Redes Neuronales y Series de Tiempo	1
1.1. Conceptos Preliminares	1
1.1.1. Redes Neuronales	1
1.1.2. Perceptrones	2
1.1.3. Red Neuronal de Retropropagación	2
1.1.4. Análisis de Series Temporales	3
1.2. Planteamiento del problema	4
2 Explicación del Método de Predicción Usando la Red Neuronal de Retropropagación	5
2.1. Descripción de la Red Neuronal de Retropropagación	5
2.2. Descripción del Algoritmo de la Red Neuronal de Retropropagación	6
2.2.1. Nomenclatura Utilizada para el Algoritmo	6
2.2.2. Algoritmo de la Red Neuronal de Retropropagación	7
2.2.3. Predicción de Series Temporales Usando el Algoritmo de Retropropagación	9
2.3. Comentarios sobre la Implementación del Algoritmo	10

3	Análisis de Datos	11
3.1.	Descripción de los datos utilizados en el análisis	11
3.1.1.	Análisis de datos de los precios al cierre de Corporación La Favorita C.A.	11
3.1.2.	Análisis de datos de los precios al cierre del Índice Bursátil Dow Jones	12
3.1.3.	Análisis de datos de los precios al cierre del Índice Bursátil Nikkei 225	13
3.1.4.	Análisis de datos de los precios al cierre del Índice Bursátil FTSE 100	14
3.2.	Descripción del modelo de Red Neuronal de Retropropagación utilizado para el análisis	14
3.2.1.	Modelo Utilizado para el Análisis de la serie temporal de La Favorita	15
3.2.2.	Modelo Utilizado para el Análisis de la serie temporal del DOW JONES	16
3.2.3.	Modelo Utilizado para el Análisis de la serie temporal del NTSE 100	16
3.2.4.	Modelo Utilizado para el Análisis de la serie temporal del NIKKEI 225	16
4	Discusión de Resultados	18
4.1.	Discusión y comparación de resultados entre la proyección y los datos reales	18
4.1.1.	Serie de tiempo de La Favorita	18
4.1.2.	Serie de tiempo del índice DOW JONES	20
4.1.3.	Serie de tiempo del índice NIKKEI 225	21
4.1.4.	Serie de tiempo del índice FTSE 100	23
4.2.	Discusión general de resultados	24
5	Hipótesis	26
5.1.	Planteamiento de la Hipótesis	26
5.2.	Breve Introducción a la Metodología Utilizada para la Predicción de Series Temporales	26
5.2.1.	Modelos de Tendencia en el tiempo	26

5.2.2. Modelos de Series Temporales	27
5.2.3. Combinación de los Modelos de Tendencia en el Tiempo con los Modelos Autoregresivos	27
5.3. Comparación de Resultados entre Proc Forecast y la Red Neu- ronal de Retropropagación	29
5.3.1. La Favorita	29
5.3.2. DOW JONES	32
5.3.3. NIKKEI 225	33
5.3.4. FTSE 100	35
5.4. Discusión General de la Comparación de los Métodos Utilizados para la Predicción	37
6 Conclusiones y Recomendaciones	39
Bibliografía	41
Anexos	42
A Tablas de Datos de las Series Temporales	43
A.1. Precio al cierre de las acciones de la Favorita	43
A.2. Precio al cierre del índice bursátil DOW JONES	54
A.3. Precio al cierre del índice bursátil NIKKEI 225	66
A.4. Precio al cierre del índice bursátil FTSE 100	78
B Código SAS de los Programas Desarrollados	90
B.1. Red Neuronal de Retropropagación y Resultados	90

Índice de figuras

1.1. Modelo de Perceptrón donde las X representan las entradas, W los pesos, Y la salida	3
1.2. Modelo de Red Neuronal de Retropropagación donde las X representan las entradas, V los pesos de la capa oculta, W los pesos de la capa de salida, Y las salidas	4
2.1. Red neuronal de retropropagación, donde la señal se transmite hacia adelante y los errores hacia atrás.	6
3.1. Estado de las acciones de la Favorita desde el 4 de junio del 2008 hasta el 14 de diciembre del 2010.	12
3.2. Evolución del índice bursátil Dow Jones (DJIA) desde el 2 de enero del 2009 hasta el 12 de agosto del 2011.	13
3.3. Evolución del índice bursátil NIKKEI 225 desde el 5 de enero del 2009 hasta el 12 de agosto del 2011.	14
3.4. Evolución del índice bursátil FTSE 100 desde el 2 de enero del 2009 hasta el 12 de agosto del 2011.	15
5.1. Comparación entre los modelos BXJ y BPN para La Favorita	29
5.2. Comparación entre los modelos BXJ y BPN para el índice DOW JONES	33
5.3. Comparación entre los modelos BXJ y BPN para el índice NIKKEI 225	35
5.4. Comparación entre los modelos BXJ y BPN para el índice FTSE 100	37

Índice de tablas

4.1. Comparación entre el valor Real y el Pronosticado para la Favorita. .	19
4.2. Comparación entre el valor Real y el Pronosticado el índice DOW JONES.	21
4.3. Comparación entre el valor Real y el Pronosticado el índice NIKKEI 225.	22
4.4. Comparación entre el valor Real y el Pronosticado el índice FTSE 100.	24
5.1. Comparación entre los errores relativos de los modelos del Proc Forecast con metodología Box Jenkins (BXJ) y del modelo de Red Neuronal de Retropropagación (BPN) para la Favorita	31
5.2. Comparación entre los errores relativos de los modelos del Proc Forecast con metodología Box Jenkins (BXJ) y del modelo de Red Neuronal de Retropropagación (BPN) para el índice DOW JONES . . .	33
5.3. Comparación entre los errores relativos de los modelos del Proc Forecast con metodología Box Jenkins (BXJ) y del modelo de Red Neuronal de Retropropagación (BPN) para el índice NIKKEI 225	35
5.4. Comparación entre los errores relativos de los modelos del Proc Forecast con metodología Box Jenkins (BXJ) y del modelo de Red Neuronal de Retropropagación (BPN) para el índice FTSE 100	36
A.1. Tabla de precios al cierre de la Favorita recortada entre páginas . .	53
A.2. Tabla de precios al cierre del índice bursátil DOW JONES recortado entre páginas	65
A.3. Tabla de precios al cierre del índice bursátil NIKKEI 225 recortado entre páginas	77
A.4. Tabla de precios al cierre del índice bursátil FTSE 100 recortado entre páginas	89

Introducción

Para el desarrollo del presente trabajo se ha utilizado series de tiempo de los índices más relevantes de cada continente que son: Dow Jones (América), Nikkei 225 (Asia), FTSE 100 (Europa). Además se ha utilizado información proporcionada por la Bolsa de Valores de Quito sobre el precio al cierre de las acciones de la Corporación Favorita C.A. para tener un panorama local e internacional del mercado financiero. Para el análisis de las series se ha utilizado el algoritmo de Red Neuronal de Retropropagación que es un método bastante nuevo desarrollado a lo largo de la década de los noventa, desde los perceptrones de Rosenblatt y al algoritmo de McCulloch-Pitts hasta la forma actual de las redes desarrolladas por Rumelhart, Hinton, y Williams.

El método de redes neuronales es un poderoso método clasificatorio y de predicción que se ha convertido en uno de los más utilizados actualmente para predicción y análisis de datos.

El algoritmo se ha desarrollado en el paquete computacional **SAS®**, para el Capítulo I se muestra la introducción y descripción de redes neuronales y series de tiempo para luego en el Capítulo II explicar el método de predicción usando la Red Neuronal de Retropropagación. En el capítulo III se presenta el análisis de los datos obtenidos para en el capítulo final se discute y se analiza los resultados y se da las conclusiones respectivas.

Capítulo 1

Introducción y Descripción de Redes Neuronales y Series de Tiempo

1.1. Conceptos Preliminares

1.1.1. Redes Neuronales

Una red neuronal artificial es un sistema de procesamiento de información que tiene un determinado desempeño y que además tiene relación con las redes que forman las neuronas en el cerebro. Las redes neuronales han sido desarrolladas como generalizaciones matemáticas de modelos de cognición humana o biología neuronal basada en las siguientes suposiciones:

1. El procesamiento de la información ocurre a un nivel de muchas unidades simples llamadas neuronas.
2. Las señales son pasadas entre neuronas a través de enlaces de conexión.
3. Cada enlace de conexión tiene un peso asociado, el cual, en una red neuronal típica, multiplica la señal transmitida.
4. Cada neurona pasa por la función de activación (que es usualmente no lineal, donde se suman las señales de entrada multiplicada por los pesos y son discriminadas por dicha función) para determinar la señal de salida.

[1]

Cabe resaltar que el desarrollo de las redes neuronales se efectuó en la década de los noventa, cuando Frank Rosenblatt en 1958 desarrolló el modelo

del perceptrón (que es la primera red neuronal más simple desarrollada) usando los nodos binarios de McCulloch-Pitts, el problema del perceptrón era que sus salidas son binarias, lo cual fue solucionado por Widrow y Hoff en 1960. El problema de que seguía presentando el modelo del perceptrón de Widrow es que con solo dos capas no se podía representar un modelo tipo «O-Exclusiva» (XOR) lo cual fue descubierto por Minsky y Papiert en 1969 y causó gran decepción en el campo de inteligencia artificial, pero en posteriores desarrollos se desarrolló una solución que implicaba tener una capa oculta y que además propagaba el error hacia atrás y tenía más de una salida, lo que dio a la luz al actual algoritmo de red neuronal de retro-propagación y fue desarrollado y mejorado por:

- Paul Werbos in 1974
- David Parker in 1982
- LeCun in 1984
- Rumelhart, Hinton, and Williams in 1986

1.1.2. Perceptrones

Para describir como están compuestas las redes neuronales es necesario conocer de qué están formadas, por tanto se describe la red neuronal más básica utilizando perceptrones cuyo modelo se aprecia en la figura 1.1; que son redes neuronales simples que tienen la particularidad de que sus pesos (W) cambian por cada respuesta del sistema a través de una regla de corrección del error o sea cuando se presenta una respuesta errónea al estímulo que se da en la red.[2] [1]

1.1.3. Red Neuronal de Retropropagación

La Red Neuronal de Retropropagación es un conjunto de varios perceptrones con la inclusión de capas ocultas, por tal motivo a esta red se le conoce como red multicapa perceptrónica como se ve en la figura 1.2, porque introduce el modelo de los perceptrones a varios niveles y además corrige la debilidad

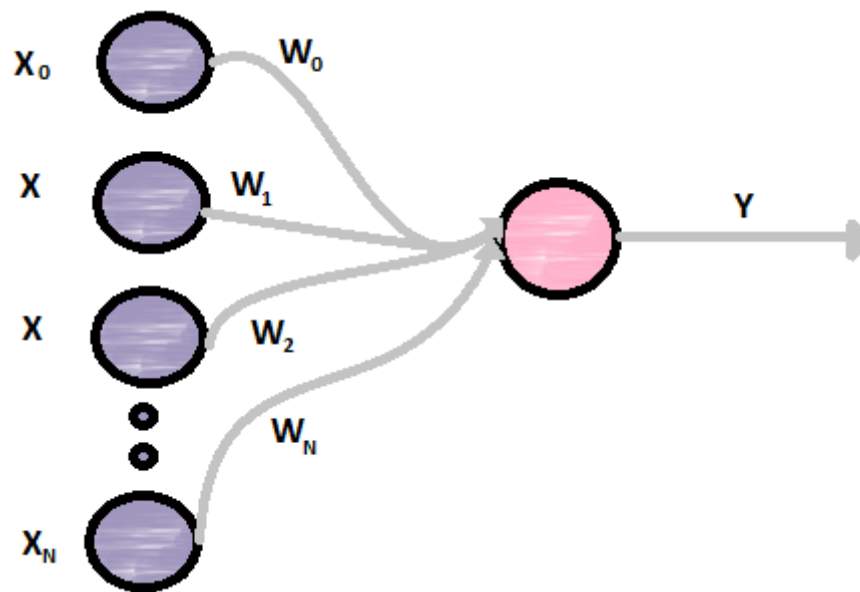


Figura 1.1: Modelo de Perceptrón donde las X representan las entradas, W los pesos, Y la salida

del perceptrón que es la falta de posibilidades de modelar al operador XOR (conocida comúnmente como «O-Exclusiva»)[2]; la clave de este modelo es la introducción de las capas ocultas que permiten eliminar las falencias existentes en modelos previos y mejorar la capacidad de la red que según se programe puede servir para aprender, predecir o clasificar.

1.1.4. Análisis de Series Temporales

El análisis de series temporales comprende métodos que ayudan a interpretar los datos temporales, extrayendo información representativa, tanto referente a los orígenes o relaciones subyacentes como a la posibilidad de extrapolar y predecir su comportamiento futuro. De hecho uno de los usos más habituales de las series de datos temporales es su análisis para predicción y pronóstico. Por ejemplo de los datos climáticos, de las acciones de bolsa, o las series pluviométricas. Resulta difícil imaginar una rama de las ciencias en la que no aparezcan datos que puedan ser considerados como series temporales. Son estudiadas en estadística, procesamiento de señales, econometría y muchas otras áreas. [3] Además son de especial interés las series temporales financieras dada la relevancia del mercado financiero internacional, por lo que se busca

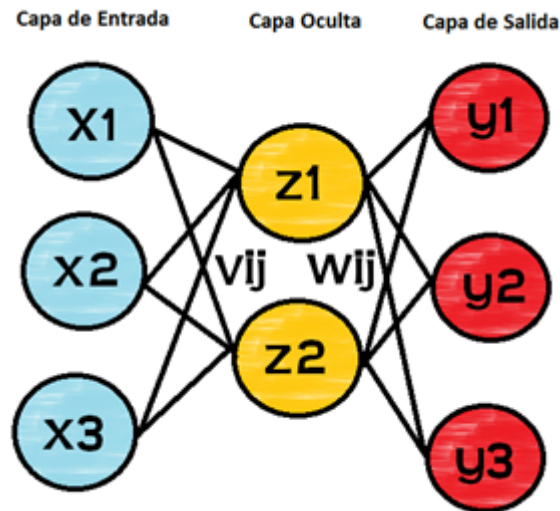


Figura 1.2: Modelo de Red Neuronal de Retropropagación donde las X representan las entradas, V los pesos de la capa oculta, W los pesos de la capa de salida, Y las salidas

de métodos cada vez más eficientes que permitan generar estrategias a nivel administrativo y gerencial que ayuden a una correcta toma de decisiones sobre cómo invertir en el mercado financiero.

Existen varios métodos de análisis de series de tiempo actualmente y de entre los más conocidos están: ARMA(Método Autoregresivo de Medias Móviles), ARIMA(Método Autoregresivo Integrado de Medias Móviles conocido también como método de Box Jenkins), entre otros.[4]

1.2. Planteamiento del problema

Dada la relevancia actual de las inversiones financieras es necesario explorar nuevos y mejores métodos sobre cómo analizar y predecir las series de tiempo financieras, así que el problema se basa en predecir series de tiempo financieras con un método más preciso y confiable, lo que se debe tener en cuenta es que dado el actual conocimiento humano las predicciones son herramientas serias que nos dan sólo una idea de tendencia y nos ayudan a tomar decisiones, no son una especie de bola mágica que nos muestran que va a pasar en el futuro.

Capítulo 2

Explicación del Método de Predicción Usando la Red Neuronal de Retropropagación

2.1. Descripción de la Red Neuronal de Retropropagación

En general las redes neuronales pertenecen al mundo de los sistemas complejos y como tal los desarrollos artificiales de las mismas ha sido un proceso que se ha estudiado a lo largo de las cuatro últimas décadas y ha ido captando interés por parte de varios investigadores que le han encontrado varios usos. En general los desarrollos realizados hasta el actual algoritmo pretenden recrear el funcionamiento de las neuronas y reproducir procesos tales como: predecir, asociar, clasificar y aprender.

La red neuronal de retropropagación es el modelo más popular para tareas como clasificar y predecir en especial en el estudio de series de tiempo.[3] [5] [6] El algoritmo de la red neuronal de retropropagación toma un conjunto de datos para el entrenamiento, se asigna para el vector de entrada números aleatorios entre el menor y mayor valor observado en los datos de entrenamiento, se pasa la señal y, como en el cerebro, la función de activación determina si la señal debe pasar a la capa oculta o se debe corregir, un proceso análogo ocurre de la capa oculta a la salida para al final determinar cuanto se deben corregir los pesos en un proceso que va desde la capa de salida hasta la oculta y finalmente se corrigen los pesos de la entrada, se transmite la información de atrás hacia adelante y se propaga hacia atrás los errores, motivo por el cual se llama red neuronal de retropropagación como se puede ver en la figura 2.1.

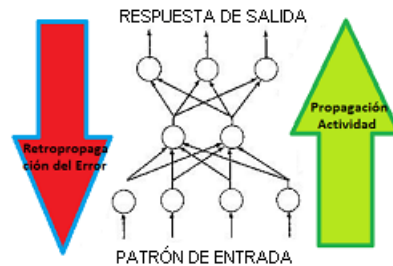


Figura 2.1: Red neuronal de retropropagación, donde la señal se transmite hacia adelante y los errores hacia atrás.

2.2. Descripción del Algoritmo de la Red Neuronal de Retropropagación

2.2.1. Nomenclatura Utilizada para el Algoritmo

Antes de empezar con la descripción del algoritmo es necesario entender los símbolos utilizados y lo que representan, los cuales son:

- x es el vector de entrada para el entrenamiento: $x = (x_1, \dots, x_i, \dots, x_n)$.
- t es el vector objetivo del que se va a aprender: $t = (t_1, \dots, t_k, \dots, t_m)$.
- δ_k es la porción de corrección del error de los pesos para w_{jk} que se da por el error de las unidades de la capa de salida y_k , y lleva la información acerca del error en la unidad y_k que se retropropaga a las unidades de la capa oculta.
- δ_j es la porción de corrección del error de los pesos para v_{ij} que se da por la retropropagación del error de la información desde las unidades de la capa de salida a las unidades de la capa oculta z_j .
- α es el coeficiente del ritmo de aprendizaje.
- x_i es la unidad de la capa de entrada.
- v_{0j} es la tendencia en los pesos de la capa oculta.
- z_j es la unidad de la capa oculta.

- w_{0k} es la tendencia en los pesos de la capa de salida.
- y_k es la unidad de la capa de salida.
- v_{ij} son los pesos de las capas de entrada y oculta.
- w_{jk} son los pesos de las capas oculta y de salida.

2.2.2. Algoritmo de la Red Neuronal de Retropropagación

Paso 0 Inicializar los pesos (v_{ij}, w_{jk}) asignando valores aleatorios a los mismos.

Paso 1 Mientras la condición del algoritmo para detenerse sea falsa haga los pasos del 2 al 9.

Paso 2 Para cada valor de entrada del entrenamiento haga los pasos del 3 al 8.

Propagación

Paso 3 Cada unidad de entrada ($x_i, i = 1, \dots, n$) recibe una señal de entrada y transmite esa señal a la capa posterior (capa oculta).

Paso 4 Cada unidad oculta ($z_j, j = 1, \dots, p$) suma su señal pesada (multiplicada por su respectivo peso) las señales de entrada,

$$z_in_j = v_{oj} + \sum_{(i=1)}^n x_i v_{ij}, \quad (2.1)$$

aplicar la función de activación para calcular la señal de salida de esta capa.

$$z_j = f(z_in_j), \quad (2.2)$$

se envía la señal a todas las unidades en la siguiente capa (capa de salida).

Paso 5 Cada unidad de salida ($y_k, k = 1, \dots, m$) se obtiene de la suma pesada de los elementos de la entrada (multiplicando los elementos de la capa oculta por los pesos de la capa oculta y la de salida)

$$y_in_k = w_{ok} + \sum_{(j=1)}^p z_j w_{jk}, \quad (2.3)$$

y aplicando la respectiva función de activación se obtiene:

$$y_k = f(y_in_k). \quad (2.4)$$

Retropropagación de Errores

Paso 6 Cada unidad de salida ($y_k, k = 1, \dots, m$) recibe un patrón objetivo correspondiente al patrón que se tomó como muestra para el entrenamiento, calculando el término de error en la información,

$$\delta_k = (t_k - y_k) f'(y_in_k), \quad (2.5)$$

calculando su término de corrección y multiplicarlo por los pesos de las capas de salida y oculta (utilizado para actualizar w_{jk} después),

$$\Delta w_{jk} = \alpha \delta_j z_k, \quad (2.6)$$

calculando la corrección de los pesos que sirve para posteriormente actualizar el término

$$w_{0k}, \Delta w_{0k} = \alpha \delta_k, \quad (2.7)$$

y envía δ_k a todas las unidades de la capa anterior.

Paso 7 Cada peso de las capas oculta y de salida se multiplica con su correspondiente δ_k y se suma los resultados obtenidos,

$$\delta_in_j = \sum_{(k=1)}^m \delta_k w_{jk}, \quad (2.8)$$

se multiplica por la derivada de su función de activación aplicada a los elementos de la capa oculta ($z_j, j = 1, \dots, p$) para calcular el error absoluto,

$$\delta_j = \delta_{in_j} f'(z_{in_j}), \quad (2.9)$$

calculando la corrección de los pesos que sirve para posteriormente actualizar el término de peso de las capas de entrada y oculta

$$v_{ij}, \Delta v_{ij} = \alpha \delta_i x_j, \quad (2.10)$$

calculando la corrección de los pesos que sirve para posteriormente actualizar el término de peso de las capas de entrada y oculta

$$v_{0j}, \Delta v_{0j} = \alpha \delta_j, \quad (2.11)$$

Paso 8 Se realice la actualización de los pesos mediante:

$$w_{jk(nuevo)} = w_{jk(viejo)} + \Delta w_{jk} \quad (2.12)$$

y

$$v_{ij(nuevo)} = v_{ij(viejo)} + \Delta v_{ij} \quad (2.13)$$

Paso 9 Condición para detener el algoritmo (la condición para detener el algoritmo debe ser escogida por quién implementa el método, por lo general se toma como criterio que el error relativo entre el vector de aprendizaje y el de salida sea menor al 1 %). [1]

2.2.3. Predicción de Series Temporales Usando el Algoritmo de Retropropagación

Una vez culminada la fase de entrenamiento, se procede a alimentar a la red con la información histórica hasta el tiempo t y la salida nos devuelve el dato de la predicción al tiempo $t + 1$. Si se desea predecir al tiempo $t + 2$ se debe realimentar la red con los datos hasta $t + 1$, se debe proceder de forma

sucesiva y análoga a la descripción anterior si se desea obtener una predicción al tiempo $t + n + 1$ dada la información hasta el tiempo $t + n$, este proceso hace que el error relativo se incremente conforme se realizan más predicciones.

2.3. Comentarios sobre la Implementación del Algoritmo

El algoritmo de la red neuronal de retropropagación se implementó desde cero y su desarrollo se realizó en un computador personal HP TX2525NR con un procesador AMD de 64 bits con 4GB de RAM, programado usando código en el paquete SAS® que tiene versatilidad tanto en el manejo de bases de datos como en el análisis estadístico y matemático de la información.

Capítulo 3

Análisis de Datos

En este capítulo se muestra cada una de las series de tiempo y la descripción del tratamiento que se realizó para cada una, además se describe los diseños de redes neuronales de retropropagación utilizadas para cada una de las series que por supuesto siguen el esquema del algoritmo descrito en el capítulo 2

3.1. Descripción de los datos utilizados en el análisis

Los datos utilizados en el análisis son series temporales de los precios al cierre de las acciones de la Corporación la Favorita y de algunos índices bursátiles de relevancia mundial: FTSE 100 de Europa, NIKKEI 225 de Asia y DOW JONES de Estados Unidos.¹

3.1.1. Análisis de datos de los precios al cierre de Corporación La Favorita C.A.

Como es de conocimiento general La Favorita es una de las corporaciones ecuatorianas más importantes en el país y por tal motivo se la consideró dentro de la predicción realizada por el proceso de Red Neuronal de Retropropagación. Se cuenta con información desde el 4 de junio del 2008 hasta el 14 de diciembre del 2010 y su evolución se puede apreciar en la gráfica 3.1.

¹Los datos de las series de tiempo de los índices internacionales se han obtenido de <http://finance.yahoo.com/> y los datos de la serie de los precios al cierre de las acciones de La Favorita se han obtenido gracias a la Bolsa de Valores de Quito por medio de Diego Araujo y Fanny Díaz del Departamento de Información.



Figura 3.1: Estado de las acciones de la Favorita desde el 4 de junio del 2008 hasta el 14 de diciembre del 2010.

Se puede ver de la figura 3.1 que no existe un patrón o tendencia clara o definida, vemos que se trata de un proceso estocástico y que su análisis requiere de técnicas avanzadas en el estudio de series temporales, los datos de la evolución de la serie de tiempo del precio al cierre de las acciones de la Favorita se encuentran en el Anexo A.1.

3.1.2. Análisis de datos de los precios al cierre del Índice Bursátil Dow Jones

El índice bursátil Dow Jones lo elabora la empresa Dow Jones Indexes, que originalmente fue propiedad de la empresa Dow Jones & Company. Dada la relevancia que tiene en Estados Unidos de Norteamérica el índice bursátil Promedio Industrial Dow Jones (DJIA) es considerado como el más importante de los índices que realiza la compañía. Los índices Dow Jones fueron creados por los periodistas estadounidenses: Charles Dow y Edward Jones, los mismos que fundaron en 1882 la empresa Dow Jones & Company.[7]

Los datos mostrados en la figura 3.2 muestran que la serie temporal es una variable aleatoria que representa el comportamiento del precio de la acción de las 30 compañías industriales más importantes y representativas de Estados

Unidos, los datos de la evolución de la serie de tiempo del precio al cierre Índice Bursátil Dow Jones se encuentran en el Anexo B. Se cuenta con información desde 2 enero del 2009 hasta el 12 de agosto del 2011.



Figura 3.2: Evolución del índice bursátil Dow Jones (DJIA) desde el 2 de enero del 2009 hasta el 12 de agosto del 2011.

3.1.3. Análisis de datos de los precios al cierre del Índice Bursátil Nikkei 225

Nikkei 225 (Nikkei Heikin Kabuka), este índice bursátil es el más popular del mercado japonés, está conformado por los 225 valores con mayor liquidez que cotizan en la Bolsa de Tokio. Es calculado desde 1971 por el periódico Nihon Keizai Shinbun (es el diario Japonés de Negocios); su nombre se debe a las iniciales del diario japonés que lo calculaba y sus valores se caracterizan por su elevada liquidez [7], los datos de la evolución de la serie de tiempo del precio al cierre Índice Bursátil NIKKEI 225 se encuentran en el Anexo A.3. Se cuenta con información desde 5 enero del 2009 hasta el 12 de agosto del 2011 y se puede apreciar en la figura 3.3 que se trata de una serie temporal con un comportamiento que no es predecible a simple vista por lo que necesita de un tratamiento econométrico-técnico y analítico avanzado.



Figura 3.3: Evolución del índice bursátil NIKKEI 225 desde el 5 de enero del 2009 hasta el 12 de agosto del 2011.

3.1.4. Análisis de datos de los precios al cierre del Índice Bursátil FTSE 100

FTSE 100 es un índice conocido comunmente como Footsie 100, se publica en el Financial Times. Está conformado por los 100 principales valores de la Bolsa de Londres (London Stock Exchange), FTSE es el acrónimo de Financial Times Stock Exchange. El principal indicador del FTSE 100 es el FTSE 100 Index [7], los datos de la evolución de la serie de tiempo del precio al cierre Índice Bursátil FTSE 100 se encuentran en el Anexo A.4. Para esta serie temporal se cuenta con información desde el 2 enero del 2009 hasta el 12 de agosto del 2011 como se ve en la figura 3.4. Al igual que las anteriores series temporales presenta un comportamiento estocástico.

3.2. Descripción del modelo de Red Neuronal de Retropropagación utilizado para el análisis

Recordemos que los parámetros utilizados en la construcción de la Red Neuronal de Retropropagación son: número de nodos de entrada, número de nodos escondidos, número de nodos de salida, número de iteraciones de aprendizaje del algoritmo, número de días que se desea predecir. Para el aprendizaje



Figura 3.4: Evolución del índice bursátil FTSE 100 desde el 2 de enero del 2009 hasta el 12 de agosto del 2011.

de la Red Neuronal de Retropropagación, se utilizan en todas las series temporales los datos del período antes mencionado pero sin tomar en cuenta los n días que se desea predecir, el motivo de tomar la serie quitando los últimos n días se basa en que una vez que se ejecute el aprendizaje, se predicen n días que se comparan con los datos que no se tomaron en cuenta para probar la validez de cada modelo. Cada parámetro que se ha escogido en el modelo ha sido el resultado de varias pruebas para verificar que el modelo escogido es el que mejor se ajusta a la realidad.²

3.2.1. Modelo Utilizado para el Análisis de la serie temporal de La Favorita

El modelo utilizado para la predicción se basa en los siguientes parámetros:

- 30 Nodos de entrada
- 3 Nodos Ocultos
- 1 Nodo de Salida

²El código bajo el cual fue desarrollado el modelo de Red Neuronal de Retropropagación utilizado para el análisis se encuentra en el Anexo B.

- 5000 Iteraciones de Aprendizaje
- 30 Días predichos

3.2.2. Modelo Utilizado para el Análisis de la serie temporal del DOW JONES

El modelo utilizado para la predicción se basa en los siguientes parámetros:

- 500 Nodos de entrada
- 5 Nodos Ocultos
- 1 Nodo de Salida
- 5000 Iteraciones de Aprendizaje
- 30 Días predichos

3.2.3. Modelo Utilizado para el Análisis de la serie temporal del NTSE 100

El modelo utilizado para la predicción se basa en los siguientes parámetros:

- 500 Nodos de entrada
- 3 Nodos Ocultos
- 1 Nodo de Salida
- 5000 Iteraciones de Aprendizaje
- 30 Días predichos

3.2.4. Modelo Utilizado para el Análisis de la serie temporal del NIKKEI 225

El modelo utilizado para la predicción se basa en los siguientes parámetros:

- 1 Nodos de entrada

- 3 Nodos Ocultos
- 1 Nodo de Salida
- 5000 Iteraciones de Aprendizaje
- 30 Días predichos

Capítulo 4

Discusión de Resultados

En este capítulo se describen los resultados del modelo aplicado a cada una de las series temporales, además se muestran los errores relativos calculados por cada día en cada una de las series a lo largo de la predicción en un mes.

4.1. Discusión y comparación de resultados entre la proyección y los datos reales

4.1.1. Serie de tiempo de La Favorita

A continuación se muestra en la tabla 4.1 los valores reales, pronosticados y el error relativo cometido al estimar los precios al cierre.

Nº	Valor Real	Proyección	Error Relativo
1	48700	49024.54	1 %
2	48200	48667.1	1 %
3	48400	48421.11	0 %
4	48600	49178.3	1 %
5	48500	48857.2	1 %
6	48500	48840.08	1 %
7	48400	49899.91	3 %
8	48300	49850.11	3 %
9	48300	50112.67	4 %
10	48500	50396.51	4 %

Nº	Valor Real	Proyección	Error Relativo
11	48400	50875.43	5 %
12	48400	50420.48	4 %
13	48400	50399.14	4 %
14	48400	50391.67	4 %
15	48500	49699.52	2 %
16	48500	49449.26	2 %
17	48600	49846.73	3 %
18	48600	49657.51	2 %
19	48700	49495.5	2 %
20	48800	49924.51	2 %
21	48700	49238.83	1 %
22	48800	49065.79	1 %
23	48800	49353.69	1 %
24	48800	49570.51	2 %
25	48800	49493.61	1 %
26	49000	49354.83	1 %
27	49000	49362.67	1 %
28	48900	49360.85	1 %
29	49100	49482.9	1 %
30	49300	49394.62	0 %

Tabla 4.1: Comparación entre el valor Real y el Pronosticado para la Favorita.

De los resultados obtenidos se puede apreciar que la estimación realizada por el modelo de la Red Neuronal de Retropropagación nos da resultados con menos del 5 % de error relativo para los 30 días que se estimaron posterior al proceso de aprendizaje, lo que nos permite suponer que los valores predichos son una buena aproximación y que mantienen la tendencia sobre la serie a lo largo de todo el mes.

4.1.2. Serie de tiempo del índice DOW JONES

La tabla 4.2 contiene los valores: reales, pronosticados y el error relativo entre los precios al cierre pronosticados y los reales.

Nº	Valor Real	Proyección	Error Relativo
1	12582.77	12029.47	4 %
2	12569.87	13104.29	4 %
3	12626.02	14796.51	17 %
4	12719.49	12820.63	1 %
5	12657.2	12724.35	1 %
6	12505.76	12275.43	2 %
7	12446.88	12733.28	2 %
8	12491.61	11783.03	6 %
9	12437.12	12142.6	2 %
10	12479.73	12377.79	1 %
11	12385.16	11600.16	6 %
12	12587.42	11161.39	11 %
13	12571.91	12434.44	1 %
14	12724.41	12838.33	1 %
15	12681.16	12407.36	2 %
16	12592.8	13149.92	4 %
17	12501.3	11181.05	11 %
18	12302.55	11641.66	5 %
19	12240.11	11810.09	4 %
20	12143.24	11203.43	8 %
21	12132.49	12996.29	7 %
22	11866.62	13065.73	10 %
23	11896.44	12083.55	2 %
24	11383.68	11836.19	4 %
25	11444.61	11867.42	4 %
26	10809.85	12077.55	12 %

Nº	Valor Real	Proyección	Error Relativo
27	11239.77	12537.4	12 %
28	10719.94	11845.4	10 %
29	11143.31	13779.06	24 %
30	11269.02	12946.18	15 %

Tabla 4.2: Comparación entre el valor Real y el Pronosticado el índice DOW JONES.

De los resultados obtenidos se puede apreciar que la estimación realizada por el modelo nos da resultados que tienen un error relativo considerablemente bajo, excepto en el dato del tercer día en el que se dispara a 17 % y se ve que a lo largo de los 11 primeros días se mantiene un error relativo menor al 6 %, tomando en cuenta que el mercado de valores es bastante impredecible tener un error relativo tan bajo nos dice que la estimación nos da una idea de como está la tendencia del precio al cierre; como es de esperarse en la mayoría de series temporales que tienen muchos datos que son atípicos es difícil mantener una certeza grande al predecir los valores en todo el tiempo y menos al final del período, por lo que al final se ven errores relativos de hasta 24 %. Se puede deducir de los datos que a pesar de tener errores relativos considerables, se tiene una noción del comportamiento del precio al cierre del índice.

4.1.3. Serie de tiempo del índice NIKKEI 225

En la tabla 4.3 se tienen valores similares a los mostrados en las secciones anteriores, calculados para el índice bursátil NIKKEI 225.

Nº	Valor Real	Proyección	Error Relativo
1	9868.07	9.664.359	2 %
2	9965.09	9679.09	3 %
3	9972.46	9.621.586	4 %
4	10082.48	9.761.839	3 %
5	10071.14	9.718.893	3 %

Nº	Valor Real	Proyección	Error Relativo
6	10137.73	9.699.448	4 %
7	10069.53	9.889.991	2 %
8	9925.92	9.914.094	0 %
9	9963.14	9744.22	2 %
10	9936.12	9.678.295	3 %
11	9974.47	9.562.479	4 %
12	9889.72	9624.7	3 %
13	10005.9	9629.31	4 %
14	10010.39	9.645.449	4 %
15	10132.11	9692.02	4 %
16	10050.01	9.622.732	4 %
17	10097.72	9.722.274	4 %
18	10047.19	9.747.566	3 %
19	9901.35	9.580.014	3 %
20	9833.03	9.516.959	3 %
21	9965.01	9.518.475	4 %
22	9844.59	9.624.128	2 %
23	9637.14	9.795.353	2 %
24	9659.18	9.760.521	1 %
25	9299.88	9.842.043	6 %
26	9097.56	9.738.531	7 %
27	8944.48	9.808.523	10 %
28	9038.74	9.957.089	10 %
29	8981.94	9.974.615	11 %
30	8963.72	10025.18	12 %

Tabla 4.3: Comparación entre el valor Real y el Pronosticado el índice NIKKEI 225.

Los datos muestran que durante los primeros 26 días se comete un error menor al 7 %, este índice para la fecha de análisis al igual que DOW JONES y FTSE experimentaron una caída considerable en sus valores debido a problemas mundiales en el mercado de valores; tomando en cuenta que en momentos de crisis, los comportamientos inusuales se vuelven más marcados, podemos

ver que el análisis es bastante bueno y los valores pronosticados se acercan al valor real sin cometer errores muy grandes hasta el final del período, llegando al final con un valor del 12 % de error relativo que es algo esperado al final del período.

4.1.4. Serie de tiempo del índice FTSE 100

Por último se muestran en la tabla 4.4 los valores reales, pronosticados y el error relativo correspondientes al FTSE 100.

Nº	Valor Real	Proyección	Error Relativo
1	6017.5	5.855.215	3 %
2	6024	5.855.941	3 %
3	6002.9	5.873.877	2 %
4	6054.5	5.882.687	3 %
5	5990.6	5.919.672	1 %
6	5929.2	6.000.372	1 %
7	5869	5.943.647	1 %
8	5906.4	5.900.424	0 %
9	5847	5.794.781	1 %
10	5843.7	5.882.302	1 %
11	5752.8	5862.99	2 %
12	5790	5.850.518	1 %
13	5853.8	5.962.647	2 %
14	5899.9	5.755.895	2 %
15	5935	5.763.621	3 %
16	5925.3	5.803.395	2 %
17	5929.7	5736.4	3 %
18	5856.6	5.666.642	3 %
19	5873.2	5.795.992	1 %
20	5815.2	5.702.798	2 %
21	5774.4	5.740.574	1 %

Nº	Valor Real	Proyección	Error Relativo
22	5718.4	5.765.299	1 %
23	5584.5	5.679.396	2 %
24	5393.1	5.611.817	4 %
25	5247	5.734.607	9 %
26	5069	5.774.898	14 %
27	5164.9	5.850.736	13 %
28	5007.2	5.827.899	16 %
29	5162.8	5.982.138	16 %
30	5320	6.032.533	13 %

Tabla 4.4: Comparación entre el valor Real y el Pronosticado el índice FTSE 100.

Al igual que los análisis previos se ve que se mantiene un error bastante bajo menor al 4 % hasta el día 24 y posteriormente se comete un error de hasta 16 % al final del período, resultado similar a los obtenidos anteriormente. Se aprecia que los pronósticos se acercan bastante bien a la realidad y nos dan una clara idea de como se comportará este índice a lo largo del mes predicho.

4.2. Discusión general de resultados

El algoritmo de Red Neuronal de Retropropagación, es un modelo que toma en cuenta en su análisis el aprendizaje en base a los datos históricos, con lo que incorpora memoria al análisis de los datos, algo importante que vale la pena recalcar es que este modelo no se basa en ningún supuesto teórico en cuanto al comportamiento del mercado o del comportamiento de las variables macro económicas, tampoco se basa en ningún supuesto sobre la distribución estadística de los datos, no importa si son normales o si siguen tal o cual distribución, lo que le da ventaja al momento de ser aplicado.

Como todo modelo de predicción en general, no se puede afirmar que sea una panacea y que pronostique sin errores los valores futuros, además si los valores tienen comportamientos muy inusuales o atípicos la capacidad de predecir del modelo se ve afectada, como se menciona en algunos estudios realizados,

el poder de predicción depende mucho del tipo de red neuronal montada, de la ventana de tiempo que se desea predecir, de la cantidad de datos históricos procesados, del número de iteraciones con las que se trabaje y de la experiencia del analista que maneje el modelo. [5] [6] [3]

Este modelo en general es muy útil y potente para realizar predicciones, a la vez que su complejidad lo convierte en una herramienta que está diseñada para analistas con un grado alto de preparación y experiencia en el manejo de la herramienta donde se implemente, ya que el manejo de los parámetros requiere de experiencia y de realizar muchas pruebas para desarrollar intuición en su ejecución.

Capítulo 5

Hipótesis

5.1. Planteamiento de la Hipótesis

Como hipótesis fundamental se propuso que la red neuronal de retropropagación es un método más óptimo que el procedimiento de predicción propuesto por Box Jenkins que utiliza métodos autoregresivos.[3][5][6]

5.2. Breve Introducción a la Metodología Utilizada para la Predicción de Series Temporales

Se utilizó un módulo que viene en el programa SAS BASE llamado Proc Forecast que utiliza un modelo pre-programado; este procedimiento provee una forma rápida y automática de generar pronósticos para series temporales en un solo paso. PROC FORECAST utiliza métodos de predicción extrapolativa donde la predicción de una serie es una función que solamente depende del tiempo y de su historia, mas no de otras variables.[8]

El método autoregresivo paso a paso combina las regresiones de tendencia con el modelo autoregresivo y utiliza un la metodología más adecuada para elegir los rezagos a ser usados en el proceso autoregresivo.

5.2.1. Modelos de Tendencia en el tiempo

Los modelos de tendencia en el tiempo asumen que existe algún patrón determinístico aa lo largo del tiempo. Estos modelos son mejor ajustados pa-

ra información que no está dominada por fluctuaciones aleatorias. Examinando un gráfico del comportamiento de la serie de tiempo se evidencian las necesidades al escoger el modelo adecuado. El caso más simple de un modelo de tendencia en el tiempo es uno en el cual se asume que la serie es una suma de fluctuaciones aleatorias que son independientes de un período de tiempo y el siguiente.[8]

5.2.2. Modelos de Series Temporales

Los modelos de series temporales asumen que el valor futuro de una variable va a ser una función lineal de su pasado. Si el modelo es una función de sus valores pasados para un número finito de períodos, este es un modelo autoregresivo y es descrito como sigue:

$$x_t = a_0 + a_1x_{t-1} + a_2x_{t-2} + \dots + a_px_{t-p} + \epsilon_t$$

Los coeficientes a_i son parámetros autoregresivos. Uno de los casos más simples es la caminata aleatoria, donde la serie oscila alrededor en saltos aleatorios. [8]

En este tipo de modelos, la mejor predicción del futuro es el valor actual. Sin embargo, con otros modelos autoregresivos, la mejor predicción es una suma ponderada de los valores recientes. La predicción puramente autoregresiva siempre recae en una constante (asumiendo que el proceso es estacionario).

Los modelos autoregresivos de series de tiempo se pueden también utilizar para predecir fluctuaciones estacionales.[8]

5.2.3. Combinación de los Modelos de Tendencia en el Tiempo con los Modelos Autoregresivos

Los modelos de tendencia son buenos para capturar el comportamiento a largo plazo, mientras que los modelos autoregresivos son más apropiados para capturar las fluctuaciones a corto plazo. Una aproximación a la predicción se obtiene al combinar un modelo de tendencia determinístico con un modelo autoregresivo. El método autoregresivo paso a paso (STEPAR en SAS) combina

una regresión de tendencia en el tiempo con un modelo autoregresivo para las desviaciones desde la tendencia. El modelo de tendencia en el tiempo y modelo autoregresivo se escribe como sigue:

$$x_t = b_0 + b_1t + b_2t^2 + u_t$$

$$u_t = a_1u_{t-1} + a_2u_{t-2} + \dots + a_pu_{t-p} + \epsilon_t$$

Los parámetros autoregresivos incluidos en el modelo para cada serie son seleccionadas por un procedimiento de regresión paso a paso, por tanto los parámetros autoregresivos son incluidos solamente para aquellos rezagos que sean estadísticamente significativos. El método autoregresivo paso a paso es completamente automático. Sin embargo este método asume que la tendencia a largo plazo es estable; esto es, que la regresión de la serie de tiempo está ajustada a toda la serie con pesos iguales para las observaciones. El modelo autoregresivo paso a paso utiliza la metodología desarrollada por Box y Jenkins.[8]

5.3. Comparación de Resultados entre Proc Forecast y la Red Neuronal de Retropropagación

Se ha realizado un proceso de predicción utilizando el procedimiento descrito antes para cada una de las series temporales y se comparó con los resultados del capítulo 4.¹

5.3.1. La Favorita

Una vez realizado el pronóstico con ambos métodos, se comparan los errores relativos cometidos con ambos modelos y se determina para cada observación cual método es el mejor; para ver la comparación de forma más gráfica se presenta la figura 5.1, además los valores de la comparación de los métodos de predicción de los precios al cierre de La Favorita se detallan en la tabla 5.1.

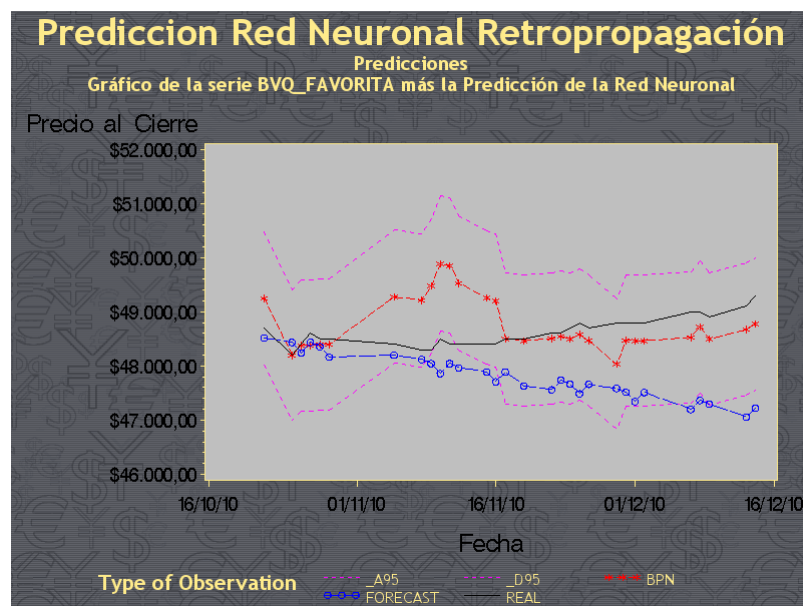


Figura 5.1: Comparación entre los modelos BXJ y BPN para La Favorita

¹ En los gráficos mostrados de las comparaciones entre los métodos se denomina Forecast al método Proc Forecast con metodología Box Jenkins y se lo abrevia BXJ, por otro lado el modelo de la Red Neuronal de Retropropagación se abrevia BPN

Nº	Error Relativo BXJ	Error Relativo BPN	Mejor Modelo
1	0 %	1 %	BXJ
2	0 %	0 %	BPN

Nº	Error Relativo BXJ	Error Relativo BPN	Mejor Modelo
3	0 %	0 %	BPN
4	0 %	0 %	BXJ
5	0 %	0 %	BPN
6	1 %	0 %	BPN
7	0 %	2 %	BXJ
8	0 %	2 %	BXJ
9	1 %	2 %	BXJ
10	1 %	3 %	BXJ
11	1 %	3 %	BXJ
12	1 %	2 %	BXJ
13	1 %	2 %	BXJ
14	1 %	2 %	BXJ
15	1 %	0 %	BPN
16	2 %	0 %	BPN
17	2 %	0 %	BPN
18	2 %	0 %	BPN
19	2 %	0 %	BPN
20	3 %	0 %	BPN
21	2 %	0 %	BPN
22	2 %	2 %	BPN
23	3 %	1 %	BPN
24	3 %	1 %	BPN
25	3 %	1 %	BPN
26	4 %	1 %	BPN
27	3 %	1 %	BPN
28	3 %	1 %	BPN
29	4 %	1 %	BPN
30	4 %	1 %	BPN

Tabla 5.1: Comparación entre los errores relativos de los modelos del Proc Forecast con metodología Box Jenkins (BXJ) y del modelo de Red Neuronal de Retropropagación (BPN) para la Favorita

5.3.2. DOW JONES

Se comparan los resultados obtenidos para el índice DOW JONES, los mismos que se presentan en la tabla 5.2.

Nº	Error Relativo BXJ	Error Relativo BPN	Mejor Modelo
1	3 %	2 %	BPN
2	2 %	3 %	BXJ
3	2 %	4 %	BXJ
4	2 %	4 %	BXJ
5	3 %	3 %	BXJ
6	1 %	2 %	BXJ
7	1 %	0 %	BPN
8	2 %	3 %	BXJ
9	2 %	3 %	BXJ
10	2 %	4 %	BXJ
11	0 %	4 %	BXJ
12	3 %	5 %	BXJ
13	3 %	5 %	BXJ
14	4 %	6 %	BXJ
15	2 %	7 %	BXJ
16	2 %	6 %	BXJ
17	1 %	5 %	BXJ
18	1 %	4 %	BXJ
19	2 %	3 %	BXJ
20	3 %	2 %	BPN
21	3 %	2 %	BPN
22	5 %	2 %	BPN
23	5 %	1 %	BPN
24	9 %	5 %	BPN
25	8 %	3 %	BPN
26	15 %	10 %	BPN

Nº	Error Relativo BXJ	Error Relativo BPN	Mejor Modelo
27	10 %	7 %	BPN
28	16 %	13 %	BPN
29	11 %	10 %	BPN
30	10 %	11 %	BXJ

Tabla 5.2: Comparación entre los errores relativos de los modelos del Proc Forecast con metodología Box Jenkins (BXJ) y del modelo de Red Neuronal de Retropropagación (BPN) para el índice DOW JONES

En la gráfica 5.2 se puede ver la evolución de la serie y los pronósticos.

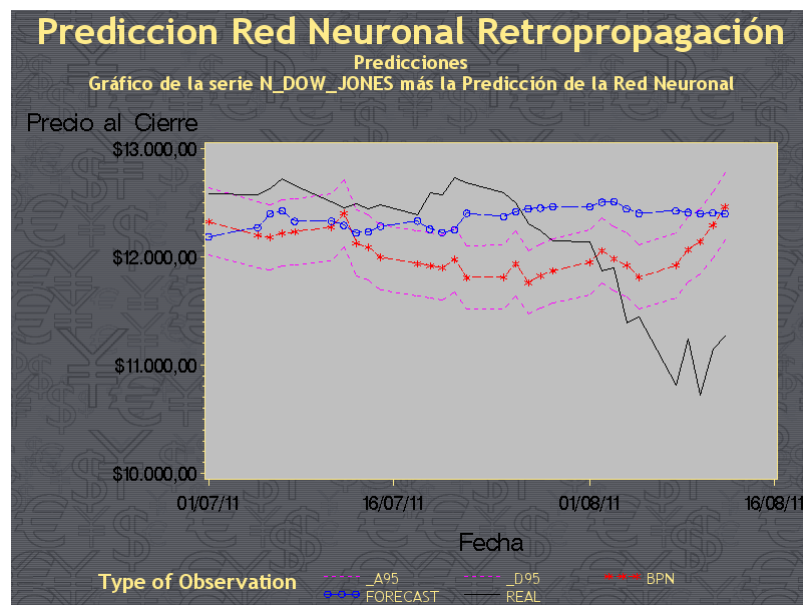


Figura 5.2: Comparación entre los modelos BXJ y BPN para el índice DOW JONES

5.3.3. NIKKEI 225

Los resultados al comparar ambos métodos para el índice NIKKEI 225 se muestran en la tabla 5.3.

Nº	Error Relativo BXJ	Error Relativo BPN	Mejor Modelo
1	1 %	2 %	BXJ
2	2 %	3 %	BXJ
3	2 %	4 %	BXJ
4	3 %	3 %	BXJ
5	3 %	3 %	BXJ
6	3 %	4 %	BXJ
7	3 %	2 %	BPN
8	1 %	0 %	BPN
9	2 %	2 %	BXJ
10	1 %	3 %	BXJ
11	2 %	4 %	BXJ
12	1 %	3 %	BXJ
13	2 %	4 %	BXJ
14	2 %	4 %	BXJ
15	3 %	4 %	BXJ
16	2 %	4 %	BXJ
17	3 %	4 %	BXJ
18	2 %	3 %	BXJ
19	1 %	3 %	BXJ
20	0 %	3 %	BXJ
21	1 %	5 %	BXJ
22	0 %	2 %	BXJ
23	2 %	2 %	BPN
24	2 %	1 %	BPN
25	6 %	6 %	BPN
26	8 %	7 %	BPN
27	10 %	10 %	BPN
28	9 %	10 %	BXJ
29	10 %	11 %	BXJ
30	10 %	12 %	BXJ

Nº	Error Relativo BXJ	Error Relativo BPN	Mejor Modelo
----	--------------------	--------------------	--------------

Tabla 5.3: Comparación entre los errores relativos de los modelos del Proc Forecast con metodología Box Jenkins (BXJ) y del modelo de Red Neuronal de Retropropagación (BPN) para el índice NIKKEI 225

Los datos comparados para las series y su evolución se muestran en la gráfica 5.3.

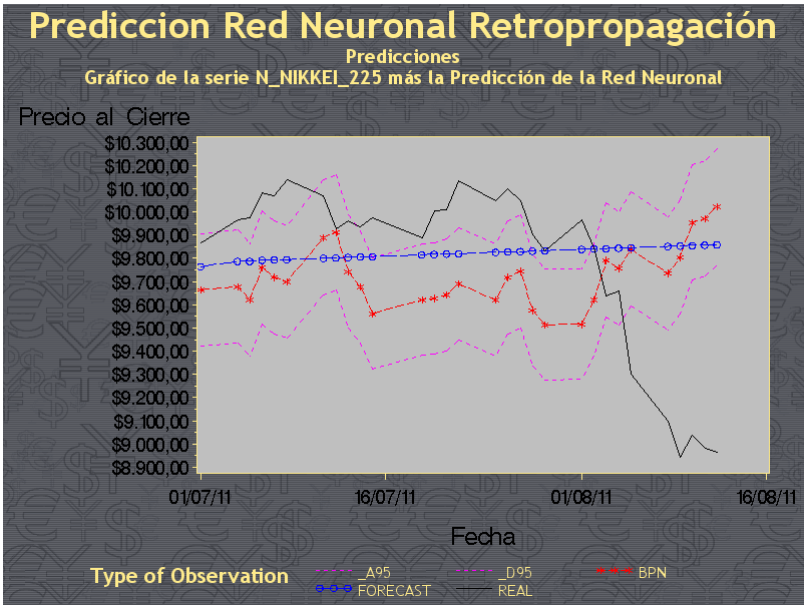


Figura 5.3: Comparación entre los modelos BXJ y BPN para el índice NIKKEI 225

5.3.4. FTSE 100

Los resultados al comparar ambos métodos para el índice FTSE 100 se muestran en la tabla 5.4.

Nº	Error Relativo BXJ	Error Relativo BPN	Mejor Modelo
1	9 %	4 %	BPN
2	11 %	5 %	BPN
3	14 %	4 %	BPN

Nº	Error Relativo BXJ	Error Relativo BPN	Mejor Modelo
4	13 %	4 %	BPN
5	16 %	2 %	BPN
6	21 %	0 %	BPN
7	22 %	0 %	BPN
8	19 %	2 %	BPN
9	18 %	1 %	BPN
10	17 %	1 %	BPN
11	14 %	0 %	BPN
12	9 %	1 %	BPN
13	5 %	2 %	BPN
14	3 %	3 %	BPN
15	2 %	4 %	BXJ
16	0 %	3 %	BXJ
17	0 %	4 %	BXJ
18	2 %	4 %	BXJ
19	5 %	4 %	BPN
20	8 %	3 %	BPN
21	13 %	1 %	BPN
22	17 %	1 %	BPN
23	22 %	1 %	BPN
24	30 %	5 %	BPN
25	36 %	9 %	BPN
26	37 %	13 %	BPN
27	35 %	13 %	BPN
28	40 %	18 %	BPN
29	36 %	15 %	BPN
30	28 %	13 %	BPN

Tabla 5.4: Comparación entre los errores relativos de los modelos del Proc Forecast con metodología Box Jenkins (BXJ) y del modelo de Red Neuronal de Retropropagación (BPN) para el índice FTSE 100

Se muestran en la gráfica 5.4 los resultados de comparar los métodos utilizados en la predicción.

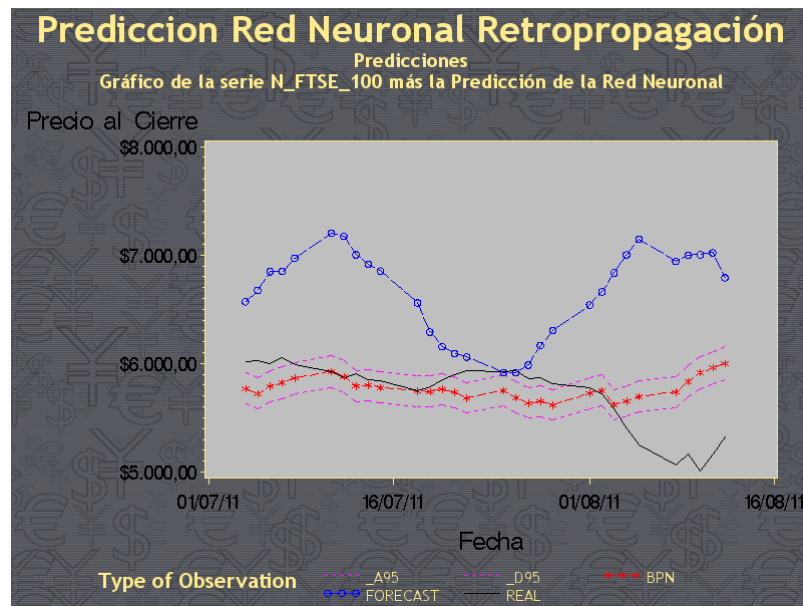


Figura 5.4: Comparación entre los modelos BXJ y BPN para el índice FTSE 100

5.4. Discusión General de la Comparación de los Métodos Utilizados para la Predicción

Como se pudo observar en las tablas 5.1, 5.2, 5.3 y 5.4 en general el método de la Red Neuronal de Retropropagación es bueno y supera en el tiempo al método que utiliza la metodología Box Jenkins. Dado que ningún método es infalible, es susceptible de fallar al predecir valores futuros, cabe recalcar que el módulo Proc Forecast de SAS está optimizado para presentar las mejores estimaciones [8], sin embargo el modelo desarrollado completamente en base al algoritmo de la Red Neuronal de Retropropagación muestra superioridad en muchas ocasiones a lo largo del tiempo en todos los casos excepto en el índice bursátil NIKKEI 225 en el que se ve claramente la superioridad del método Pro Forecast.

Es necesario aclarar que el final del período de estudio comprende el crack bursátil que se presentó a finales de 2011, con lo que los modelos realmente se ponen a prueba dado que se presentan resultados seriamente atípicos, así que la validez del modelo de la Red Neuronal de Retropropagación es un método muy útil para el pronóstico, pero no se puede decir que sea mucho mejor que el Proc Forecast porque en general cada serie de tiempo requiere de un tipo

personalizado de análisis, pero a pesar de todo los errores relativos cometidos por el modelo de Red Neuronal de Retropropagación son bajos y aceptables dentro de los límites tolerables para la predicción en los mercados de valores.

[7]

Capítulo 6

Conclusiones y Recomendaciones

1. El desarrollo del presente trabajo permitió alcanzar los objetivos propuestos ya que se pudo predecir la tendencia y los valores de las series de tiempo financieras propuestas, además se realizó estos análisis en una temporada en la que se presentaba un crack en el mercado bursátil mundial obteniendo resultados positivos bastante apegados a la realidad.
2. Se comprobó la efectividad del modelo de Red Neuronal de Retropropagación al alcanzar resultados con errores relativos bajos hasta 20 días después del último dato ingresado en el aprendizaje.
3. En el Capítulo 5 se compararon los resultados de los métodos de las Redes Neuronales de Retropropagación y del método que utiliza la metodología de Box y Jenkins, el método propuesto es mucho mejor en gran parte del tiempo y es mejor a largo plazo, sin embargo no se puede decir que siempre sea mejor utilizarlo, ya que en el caso del índice NIKKEI 225 se ve superado por el otro método, lo que nos indica que no existe un método general de estudio mejor que otro, y lo que nos indica es que cada serie de tiempo requiere de un estudio personalizado.
4. El modelo de Red Neuronal de Retropropagación no requiere de supuestos teóricos, por lo que tiene ventaja sobre otros métodos, ya que sólo depende de los datos históricos, o sea basa su análisis en aprender del pasado lo que le convierte en un modelo con memoria.
5. El método de la Red Neuronal de Retropropagación requiere de más recursos computacionales que su contraparte por lo que para su montaje se

requiere de un software especializado como SAS y además de un buen computador o servidores que soporten la ejecución del modelo.

6. Se puede ver que el mercado de valores nacional tiene un comportamiento menos volátil que el mercado de valores extranjero, ya que para el mercado de valores internacional muestra valores más volátiles y atípicos.
7. Se recomienda que para tener mejores aproximaciones en la predicción de los valores de las series de tiempo financieras, se reduzca la ventana de tiempo que para este estudio fue de 30 días, como lo recomiendan los artículos citados. [5] [6]
8. Los parámetros utilizados en el modelo de Red Neuronal de Retropropagación requieren de varias pruebas para analizar cuáles se ajustan mejor para cada serie de tiempo financiera, por lo que se requiere el desarrollo de experiencia del analista.

Bibliografía

- [1] Fausett Laurene, *Fundamentals of Neural Networks: Architectures, Algorithms and Applications*. Pearson, 1993.
- [2] Michael A. Arbib, *The Handbook of Brain Theory and Neural Networks*. Editorial Advisory Board, 2003.
- [3] Collantes Joanna, “Predicción con redes neuronales,” Master’s thesis, Universidad de los Andes, 2001.
- [4] Gujarati, *Econometría*. Mc-Graw Hill, 2006.
- [5] Wong F. S., “Time series forecasting using backpropagation neural networks,” *Neurocomputing 2, Elsevier*, vol. 2, pp. 147–159, 1990/91.
- [6] Faraway Julian and Chatfield Chris, “Time series forecasting with neural networks: a comparative study using the airline data,” *Appl. Statistic*, vol. 4, no. 2, pp. 231–250, 1996.
- [7] Lerman David, *EXCHANGE TRADED FUNDS AND E-MINI STOCK INDEX FUTURES*. John Wiley & Sons, 2001.
- [8] SAS Institute Inc., *SAS/ETS ® 9.2 User’s Guide*. Cary, NC: SAS Institute Inc., 2008.
- [9] SAS Institute, *SAS Certification Prep Guide: Base Programming for SAS 9*. SAS Publishing, USA, 2006. ISBN 978-1590479223.
- [10] SAS Institute, *SAS Certification Prep Guide: Advanced Programming for SAS 9*. SAS Publishing, USA, 2007. ISBN 978-1599945590.

Anexos

Anexo A

Tablas de Datos de las Series Temporales

A continuación se muestran las tablas de los datos utilizados como entradas para el modelo de la Red Neuronal de Retropropagación.

A.1. Precio al cierre de las acciones de la Favorita

Nº	Fecha	Precio al Cierre
1	06/04/2008	52500
2	06/05/2008	51900
3	06/06/2008	51000
4	06/09/2008	51400
5	06/10/2008	51800
6	06/11/2008	54000
7	06/12/2008	55000
8	06/13/2008	54500
9	06/16/2008	54000
10	06/17/2008	54300
11	06/20/2008	54300
12	06/23/2008	54200
13	06/25/2008	54000
14	06/27/2008	53900
15	06/30/2008	54000
16	07/01/2008	53800
17	07/02/2008	54000
18	07/03/2008	53800
19	07/04/2008	53800
20	07/07/2008	53900
21	07/08/2008	53700
22	07/09/2008	53700
23	07/10/2008	53800
24	07/11/2008	53800
25	07/14/2008	53500
26	07/15/2008	53600
27	07/16/2008	54000
28	07/17/2008	54000
29	07/18/2008	54200
30	07/21/2008	54000

Nº	Fecha	Precio al Cierre
31	07/22/2008	54500
32	07/23/2008	54200
33	07/24/2008	54500
34	07/25/2008	54600
35	07/28/2008	54600
36	07/29/2008	54800
37	07/30/2008	56000
38	07/31/2008	57000
39	08/01/2008	56800
40	08/04/2008	58000
41	08/05/2008	58000
42	08/06/2008	57800
43	08/07/2008	57000
44	08/08/2008	56900
45	08/11/2008	56400
46	08/12/2008	55700
47	08/13/2008	54500
48	08/14/2008	55000
49	08/15/2008	55400
50	08/18/2008	56000
51	08/19/2008	55500
52	08/20/2008	55300
53	08/21/2008	55300
54	08/22/2008	55300
55	08/25/2008	55100
56	08/26/2008	55000
57	08/27/2008	55500
58	08/28/2008	55000
59	08/29/2008	55400
60	09/01/2008	55300
61	09/02/2008	55200

Nº	Fecha	Precio al Cierre
62	09/03/2008	55200
63	09/04/2008	55200
64	09/05/2008	55400
65	09/08/2008	55000
66	09/09/2008	55300
67	09/10/2008	55000
68	09/12/2008	54900
69	09/15/2008	54800
70	09/16/2008	54500
71	09/17/2008	54500
72	09/19/2008	54400
73	09/22/2008	54100
74	09/23/2008	53500
75	09/24/2008	53200
76	09/25/2008	53000
77	09/26/2008	55000
78	09/29/2008	53600
79	09/30/2008	53700
80	10/01/2008	54000
81	10/02/2008	53900
82	10/03/2008	54000
83	10/06/2008	54100
84	10/07/2008	54200
85	10/08/2008	54300
86	10/09/2008	54600
87	10/13/2008	54600
88	10/14/2008	54400
89	10/15/2008	54600
90	10/16/2008	54600
91	10/17/2008	54800
92	10/20/2008	54700

Nº	Fecha	Precio al Cierre
93	10/21/2008	54600
94	10/22/2008	54600
95	10/23/2008	54600
96	10/24/2008	54700
97	10/27/2008	54400
98	10/28/2008	54400
99	10/29/2008	54100
100	10/30/2008	53900
101	10/31/2008	54200
102	11/05/2008	54100
103	11/06/2008	53900
104	11/07/2008	54000
105	11/10/2008	53900
106	11/11/2008	54000
107	11/12/2008	53800
108	11/13/2008	54000
109	11/14/2008	54000
110	11/17/2008	53800
111	11/18/2008	53900
112	11/19/2008	54000
113	11/20/2008	54100
114	11/21/2008	54200
115	11/24/2008	53500
116	11/25/2008	53600
117	11/26/2008	53600
118	11/27/2008	53600
119	11/28/2008	55000
120	12/01/2008	54000
121	12/02/2008	54100
122	12/03/2008	54200
123	12/04/2008	54600

Nº	Fecha	Precio al Cierre	Nº	Fecha	Precio al Cierre
124	12/05/2008	54700	155	01/26/2009	52800
125	12/08/2008	54700	156	01/27/2009	52700
126	12/09/2008	55200	157	01/28/2009	52800
127	12/10/2008	55000	158	01/29/2009	52500
128	12/11/2008	55000	159	01/30/2009	52500
129	12/12/2008	55000	160	02/03/2009	52200
130	12/15/2008	54900	161	02/04/2009	51900
131	12/16/2008	55000	162	02/05/2009	51500
132	12/17/2008	55000	163	02/06/2009	51700
133	12/18/2008	54900	164	02/09/2009	51600
134	12/19/2008	54900	165	02/10/2009	51300
135	12/22/2008	55000	166	02/11/2009	52400
136	12/23/2008	55000	167	02/12/2009	51500
137	12/24/2008	54900	168	02/13/2009	54900
138	12/29/2008	54700	169	02/16/2009	51500
139	12/30/2008	54900	170	02/17/2009	51600
140	01/05/2009	54800	171	02/18/2009	52100
141	01/06/2009	55000	172	02/19/2009	52000
142	01/07/2009	54800	173	02/20/2009	52000
143	01/08/2009	54700	174	02/25/2009	52000
144	01/09/2009	54700	175	02/26/2009	52300
145	01/12/2009	54500	176	02/27/2009	52100
146	01/13/2009	54200	177	03/02/2009	52000
147	01/14/2009	54000	178	03/03/2009	52000
148	01/15/2009	53900	179	03/04/2009	52400
149	01/16/2009	53900	180	03/05/2009	52000
150	01/19/2009	53600	181	03/06/2009	51900
151	01/20/2009	53400	182	03/09/2009	51900
152	01/21/2009	53300	183	03/10/2009	51700
153	01/22/2009	53200	184	03/11/2009	51700
154	01/23/2009	53000	185	03/12/2009	51700

Nº	Fecha	Precio al Cierre	Nº	Fecha	Precio al Cierre
186	03/13/2009	51500	217	04/29/2009	44900
187	03/16/2009	51500	218	04/30/2009	44800
188	03/17/2009	51200	219	05/04/2009	44800
189	03/18/2009	51100	220	05/05/2009	44900
190	03/19/2009	50600	221	05/06/2009	44900
191	03/20/2009	50500	222	05/07/2009	44900
192	03/23/2009	50500	223	05/08/2009	44800
193	03/24/2009	50000	224	05/11/2009	44900
194	03/25/2009	50000	225	05/12/2009	44700
195	03/26/2009	50000	226	05/13/2009	44800
196	03/30/2009	48900	227	05/14/2009	45000
197	03/31/2009	48600	228	05/15/2009	44900
198	04/01/2009	48900	229	05/18/2009	44900
199	04/02/2009	48300	230	05/19/2009	44800
200	04/03/2009	48000	231	05/20/2009	44900
201	04/06/2009	47700	232	05/21/2009	44900
202	04/07/2009	47000	233	05/22/2009	44900
203	04/08/2009	46200	234	05/25/2009	44900
204	04/09/2009	46800	235	05/26/2009	44900
205	04/13/2009	46500	236	05/27/2009	44900
206	04/14/2009	46400	237	05/28/2009	44800
207	04/15/2009	46600	238	05/29/2009	44800
208	04/16/2009	46400	239	06/01/2009	44600
209	04/17/2009	46300	240	06/02/2009	44500
210	04/20/2009	46200	241	06/04/2009	44500
211	04/21/2009	46000	242	06/05/2009	44600
212	04/22/2009	45500	243	06/08/2009	44300
213	04/23/2009	45300	244	06/09/2009	43900
214	04/24/2009	44900	245	06/10/2009	43600
215	04/27/2009	44900	246	06/11/2009	43500
216	04/28/2009	44900	247	06/12/2009	43500

Nº	Fecha	Precio al Cierre	Nº	Fecha	Precio al Cierre
248	06/15/2009	43000	279	07/28/2009	42800
249	06/16/2009	42900	280	07/29/2009	42800
250	06/17/2009	42700	281	07/30/2009	42700
251	06/18/2009	42700	282	07/31/2009	42800
252	06/19/2009	42700	283	08/04/2009	42600
253	06/22/2009	42900	284	08/05/2009	42000
254	06/23/2009	42700	285	08/06/2009	42400
255	06/24/2009	42800	286	08/07/2009	42400
256	06/25/2009	42700	287	08/11/2009	42100
257	06/26/2009	42700	288	08/14/2009	41900
258	06/29/2009	42800	289	08/17/2009	40500
259	06/30/2009	42700	290	08/18/2009	40900
260	07/01/2009	42700	291	08/19/2009	41400
261	07/02/2009	42700	292	08/20/2009	41500
262	07/03/2009	42700	293	08/21/2009	41000
263	07/06/2009	42700	294	08/27/2009	39400
264	07/07/2009	42500	295	08/28/2009	40000
265	07/08/2009	42500	296	08/31/2009	39600
266	07/09/2009	42300	297	09/01/2009	39300
267	07/10/2009	42500	298	09/02/2009	38800
268	07/13/2009	42400	299	09/03/2009	38900
269	07/14/2009	42400	300	09/04/2009	38800
270	07/15/2009	42400	301	09/11/2009	38900
271	07/16/2009	42300	302	09/15/2009	38000
272	07/17/2009	42800	303	09/17/2009	37500
273	07/20/2009	43100	304	09/18/2009	39700
274	07/21/2009	42800	305	09/21/2009	40000
275	07/22/2009	42600	306	09/22/2009	39900
276	07/23/2009	42500	307	09/23/2009	39900
277	07/24/2009	42800	308	09/24/2009	40000
278	07/27/2009	42500	309	09/25/2009	40000

Nº	Fecha	Precio al Cierre	Nº	Fecha	Precio al Cierre
310	09/28/2009	40000	341	11/16/2009	47000
311	09/29/2009	40200	342	11/17/2009	47600
312	09/30/2009	40200	343	11/18/2009	47900
313	10/01/2009	40300	344	11/19/2009	48600
314	10/02/2009	41000	345	11/20/2009	50100
315	10/05/2009	41000	346	11/23/2009	52000
316	10/07/2009	40500	347	11/24/2009	53000
317	10/08/2009	40800	348	11/25/2009	53700
318	10/12/2009	40700	349	11/26/2009	55000
319	10/13/2009	41000	350	11/27/2009	54500
320	10/14/2009	40900	351	11/30/2009	54400
321	10/15/2009	40900	352	12/01/2009	54000
322	10/16/2009	40900	353	12/02/2009	53300
323	10/19/2009	40800	354	12/03/2009	52800
324	10/20/2009	40800	355	12/04/2009	52600
325	10/21/2009	41100	356	12/07/2009	52600
326	10/22/2009	41000	357	12/08/2009	51700
327	10/23/2009	41000	358	12/11/2009	50700
328	10/26/2009	41300	359	12/14/2009	50000
329	10/27/2009	41600	360	12/15/2009	49800
330	10/28/2009	42600	361	12/17/2009	48400
331	10/29/2009	43000	362	12/18/2009	47000
332	10/30/2009	45000	363	12/21/2009	49800
333	11/04/2009	45000	364	12/22/2009	48900
334	11/05/2009	45000	365	12/23/2009	48500
335	11/06/2009	45000	366	12/24/2009	48500
336	11/09/2009	45500	367	12/28/2009	49900
337	11/10/2009	46100	368	12/29/2009	48400
338	11/11/2009	46100	369	12/30/2009	49000
339	11/12/2009	46200	370	01/04/2010	49700
340	11/13/2009	46500	371	01/05/2010	48000

Nº	Fecha	Precio al Cierre	Nº	Fecha	Precio al Cierre
372	01/06/2010	48800	403	02/23/2010	49500
373	01/07/2010	48000	404	02/24/2010	49800
374	01/08/2010	48500	405	02/25/2010	49500
375	01/11/2010	49000	406	02/26/2010	49500
376	01/12/2010	48600	407	03/01/2010	50000
377	01/13/2010	49100	408	03/02/2010	49900
378	01/15/2010	49200	409	03/03/2010	50000
379	01/18/2010	49200	410	03/04/2010	50000
380	01/19/2010	49200	411	03/05/2010	50400
381	01/20/2010	49200	412	03/08/2010	50500
382	01/21/2010	49200	413	03/09/2010	50400
383	01/22/2010	49200	414	03/10/2010	51500
384	01/25/2010	49200	415	03/11/2010	51000
385	01/26/2010	49200	416	03/12/2010	51500
386	01/27/2010	49200	417	03/15/2010	51500
387	01/28/2010	49200	418	03/16/2010	51500
388	01/29/2010	49000	419	03/22/2010	50900
389	02/01/2010	49000	420	03/23/2010	50900
390	02/02/2010	49200	421	03/24/2010	51300
391	02/03/2010	49500	422	03/25/2010	53000
392	02/04/2010	48800	423	03/30/2010	48900
393	02/05/2010	48800	424	04/01/2010	48900
394	02/08/2010	49500	425	04/06/2010	47000
395	02/09/2010	49400	426	04/07/2010	47500
396	02/10/2010	49500	427	04/08/2010	47100
397	02/11/2010	49100	428	04/09/2010	47000
398	02/12/2010	49400	429	04/12/2010	46700
399	02/17/2010	49500	430	04/13/2010	46600
400	02/18/2010	49400	431	04/14/2010	46500
401	02/19/2010	49300	432	04/15/2010	46200
402	02/22/2010	49500	433	04/16/2010	46000

Nº	Fecha	Precio al Cierre	Nº	Fecha	Precio al Cierre
434	04/19/2010	46900	465	06/08/2010	47500
435	04/20/2010	47000	466	06/09/2010	47200
436	04/21/2010	46900	467	06/10/2010	47000
437	04/22/2010	48100	468	06/14/2010	46600
438	04/23/2010	48200	469	06/16/2010	46100
439	04/26/2010	47900	470	06/17/2010	45900
440	04/27/2010	47900	471	06/18/2010	45200
441	04/28/2010	47800	472	06/21/2010	45000
442	04/29/2010	47600	473	06/22/2010	45000
443	04/30/2010	47800	474	06/28/2010	43900
444	05/03/2010	47900	475	06/29/2010	42000
445	05/04/2010	47900	476	06/30/2010	44800
446	05/05/2010	47900	477	07/01/2010	44500
447	05/06/2010	47900	478	07/02/2010	44900
448	05/07/2010	47900	479	07/05/2010	46000
449	05/10/2010	47800	480	07/06/2010	45300
450	05/11/2010	47900	481	07/07/2010	44900
451	05/12/2010	47800	482	07/08/2010	44800
452	05/13/2010	47800	483	07/09/2010	44900
453	05/14/2010	47900	484	07/12/2010	44800
454	05/17/2010	47800	485	07/13/2010	44100
455	05/18/2010	47900	486	07/16/2010	44100
456	05/19/2010	47800	487	07/19/2010	44900
457	05/20/2010	47800	488	07/21/2010	44800
458	05/21/2010	47700	489	07/22/2010	45000
459	05/25/2010	48000	490	07/23/2010	44800
460	05/27/2010	47900	491	07/26/2010	44800
461	06/01/2010	47000	492	07/27/2010	44800
462	06/02/2010	47200	493	07/28/2010	44900
463	06/03/2010	47800	494	07/29/2010	44800
464	06/07/2010	47500	495	07/30/2010	44800

Nº	Fecha	Precio al Cierre	Nº	Fecha	Precio al Cierre
496	08/03/2010	44900	527	09/27/2010	49100
497	08/05/2010	44600	528	09/28/2010	48800
498	08/10/2010	44800	529	09/29/2010	48700
499	08/11/2010	44700	530	09/30/2010	48700
500	08/12/2010	44900	531	10/01/2010	48000
501	08/16/2010	44900	532	10/04/2010	48000
502	08/20/2010	44600	533	10/05/2010	48100
503	08/23/2010	44800	534	10/06/2010	48200
504	08/25/2010	44700	535	10/07/2010	48200
505	08/26/2010	44800	536	10/08/2010	48300
506	08/27/2010	44900	537	10/11/2010	48200
507	08/30/2010	44900	538	10/12/2010	47800
508	08/31/2010	44900	539	10/13/2010	48300
509	09/01/2010	44900	540	10/14/2010	48300
510	09/02/2010	44800	541	10/15/2010	48300
511	09/03/2010	44900	542	10/18/2010	48400
512	09/06/2010	44900	543	10/19/2010	48600
513	09/07/2010	45000	544	10/20/2010	48400
514	09/08/2010	46000	545	10/21/2010	48600
515	09/09/2010	45600	546	10/22/2010	48700
516	09/10/2010	45600	547	10/25/2010	48200
517	09/13/2010	47000	548	10/26/2010	48400
518	09/14/2010	46300	549	10/27/2010	48600
519	09/15/2010	46500	550	10/28/2010	48500
520	09/16/2010	46800	551	10/29/2010	48500
521	09/17/2010	47100	552	11/05/2010	48400
522	09/20/2010	47200	553	11/08/2010	48300
523	09/21/2010	48000	554	11/09/2010	48300
524	09/22/2010	48100	555	11/10/2010	48500
525	09/23/2010	48500	556	11/11/2010	48400
526	09/24/2010	49000	557	11/12/2010	48400

Nº	Fecha	Precio al Cierre
558	11/15/2010	48400
559	11/16/2010	48400
560	11/17/2010	48500
561	11/19/2010	48500
562	11/22/2010	48600
563	11/23/2010	48600
564	11/24/2010	48700
565	11/25/2010	48800
566	11/26/2010	48700
567	11/29/2010	48800
568	11/30/2010	48800
569	12/01/2010	48800
570	12/02/2010	48800
571	12/07/2010	49000
572	12/08/2010	49000
573	12/09/2010	48900
574	12/13/2010	49100
575	12/14/2010	49300

Tabla A.1: Tabla de precios al cierre de la Favorita recortada entre páginas

A.2. Precio al cierre del índice bursátil DOW JONES

Nº	Fecha	Precio al Cierre
1	02/01/2009	9034.69
2	05/01/2009	8952.89
3	06/01/2009	9015.1
4	07/01/2009	8769.7
5	08/01/2009	8742.46
6	09/01/2009	8599.18
7	12/01/2009	8473.97
8	13/01/2009	8448.56
9	14/01/2009	8200.14
10	15/01/2009	8212.49
11	16/01/2009	8281.22
12	20/01/2009	7949.09
13	21/01/2009	8228.1
14	22/01/2009	8122.8
15	23/01/2009	8077.56
16	26/01/2009	8116.03
17	27/01/2009	8174.73
18	28/01/2009	8375.45
19	29/01/2009	8149.01
20	30/01/2009	8000.86
21	02/02/2009	7936.83
22	03/02/2009	8078.36
23	04/02/2009	7956.66
24	05/02/2009	8063.07
25	06/02/2009	8280.59
26	09/02/2009	8270.87
27	10/02/2009	7888.88
28	11/02/2009	7939.53
29	12/02/2009	7932.76
30	13/02/2009	7850.41

Nº	Fecha	Precio al Cierre
31	17/02/2009	7552.6
32	18/02/2009	7555.63
33	19/02/2009	7465.95
34	20/02/2009	7365.67
35	23/02/2009	7114.78
36	24/02/2009	7350.94
37	25/02/2009	7270.89
38	26/02/2009	7182.08
39	27/02/2009	7062.93
40	02/03/2009	6763.29
41	03/03/2009	6726.02
42	04/03/2009	6875.84
43	05/03/2009	6594.44
44	06/03/2009	6626.94
45	09/03/2009	6547.05
46	10/03/2009	6926.49
47	11/03/2009	6930.4
48	12/03/2009	7170.06
49	13/03/2009	7223.98
50	16/03/2009	7216.97
51	17/03/2009	7395.7
52	18/03/2009	7486.58
53	19/03/2009	7400.8
54	20/03/2009	7278.38
55	23/03/2009	7775.86
56	24/03/2009	7660.21
57	25/03/2009	7749.81
58	26/03/2009	7924.56
59	27/03/2009	7776.18
60	30/03/2009	7522.02
61	31/03/2009	7608.92

Nº	Fecha	Precio al Cierre	Nº	Fecha	Precio al Cierre
62	01/04/2009	7761.6	93	15/05/2009	8268.64
63	02/04/2009	7978.08	94	18/05/2009	8504.08
64	03/04/2009	8017.59	95	19/05/2009	8474.85
65	06/04/2009	7975.85	96	20/05/2009	8422.04
66	07/04/2009	7789.56	97	21/05/2009	8292.13
67	08/04/2009	7837.11	98	22/05/2009	8277.32
68	09/04/2009	8083.38	99	26/05/2009	8473.49
69	13/04/2009	8057.81	100	27/05/2009	8300.02
70	14/04/2009	7920.18	101	28/05/2009	8403.8
71	15/04/2009	8029.62	102	29/05/2009	8500.33
72	16/04/2009	8125.43	103	01/06/2009	8721.44
73	17/04/2009	8131.33	104	02/06/2009	8740.87
74	20/04/2009	7841.73	105	03/06/2009	8675.24
75	21/04/2009	7969.56	106	04/06/2009	8750.24
76	22/04/2009	7886.57	107	05/06/2009	8763.13
77	23/04/2009	7957.06	108	08/06/2009	8764.49
78	24/04/2009	8076.29	109	09/06/2009	8763.06
79	27/04/2009	8025	110	10/06/2009	8739.02
80	28/04/2009	8016.95	111	11/06/2009	8770.92
81	29/04/2009	8185.73	112	12/06/2009	8799.26
82	30/04/2009	8168.12	113	15/06/2009	8612.13
83	01/05/2009	8212.41	114	16/06/2009	8504.67
84	04/05/2009	8426.74	115	17/06/2009	8497.18
85	05/05/2009	8410.65	116	18/06/2009	8555.6
86	06/05/2009	8512.28	117	19/06/2009	8539.73
87	07/05/2009	8409.85	118	22/06/2009	8339.01
88	08/05/2009	8574.65	119	23/06/2009	8322.91
89	11/05/2009	8418.77	120	24/06/2009	8299.86
90	12/05/2009	8469.11	121	25/06/2009	8472.4
91	13/05/2009	8284.89	122	26/06/2009	8438.39
92	14/05/2009	8331.32	123	29/06/2009	8529.38

Nº	Fecha	Precio al Cierre	Nº	Fecha	Precio al Cierre
124	30/06/2009	8447	155	13/08/2009	9398.19
125	01/07/2009	8504.06	156	14/08/2009	9321.4
126	02/07/2009	8280.74	157	17/08/2009	9135.34
127	06/07/2009	8324.87	158	18/08/2009	9217.94
128	07/07/2009	8163.6	159	19/08/2009	9279.16
129	08/07/2009	8178.41	160	20/08/2009	9350.05
130	09/07/2009	8183.17	161	21/08/2009	9505.96
131	10/07/2009	8146.52	162	24/08/2009	9509.28
132	13/07/2009	8331.68	163	25/08/2009	9539.29
133	14/07/2009	8359.49	164	26/08/2009	9543.52
134	15/07/2009	8616.21	165	27/08/2009	9580.63
135	16/07/2009	8711.82	166	28/08/2009	9544.2
136	17/07/2009	8743.94	167	31/08/2009	9496.28
137	20/07/2009	8848.15	168	01/09/2009	9310.6
138	21/07/2009	8915.94	169	02/09/2009	9280.67
139	22/07/2009	8881.26	170	03/09/2009	9344.61
140	23/07/2009	9069.29	171	04/09/2009	9441.27
141	24/07/2009	9093.24	172	08/09/2009	9497.34
142	27/07/2009	9108.51	173	09/09/2009	9547.22
143	28/07/2009	9096.72	174	10/09/2009	9627.48
144	29/07/2009	9070.72	175	11/09/2009	9605.41
145	30/07/2009	9154.46	176	14/09/2009	9626.8
146	31/07/2009	9171.61	177	15/09/2009	9683.41
147	03/08/2009	9286.56	178	16/09/2009	9791.71
148	04/08/2009	9320.19	179	17/09/2009	9783.92
149	05/08/2009	9280.97	180	18/09/2009	9820.2
150	06/08/2009	9256.26	181	21/09/2009	9778.86
151	07/08/2009	9370.07	182	22/09/2009	9829.87
152	10/08/2009	9337.95	183	23/09/2009	9748.55
153	11/08/2009	9241.45	184	24/09/2009	9707.44
154	12/08/2009	9361.61	185	25/09/2009	9665.19

Nº	Fecha	Precio al Cierre	Nº	Fecha	Precio al Cierre
186	28/09/2009	9789.36	217	10/11/2009	10246.97
187	29/09/2009	9742.2	218	11/11/2009	10291.26
188	30/09/2009	9712.28	219	12/11/2009	10197.47
189	01/10/2009	9509.28	220	13/11/2009	10270.47
190	02/10/2009	9487.67	221	16/11/2009	10406.96
191	05/10/2009	9599.75	222	17/11/2009	10437.42
192	06/10/2009	9731.25	223	18/11/2009	10426.31
193	07/10/2009	9725.58	224	19/11/2009	10332.44
194	08/10/2009	9786.87	225	20/11/2009	10318.16
195	09/10/2009	9864.94	226	23/11/2009	10450.95
196	12/10/2009	9885.8	227	24/11/2009	10433.71
197	13/10/2009	9871.06	228	25/11/2009	10464.4
198	14/10/2009	10015.86	229	27/11/2009	10309.92
199	15/10/2009	10062.94	230	30/11/2009	10344.84
200	16/10/2009	9995.91	231	01/12/2009	10471.58
201	19/10/2009	10092.19	232	02/12/2009	10452.68
202	20/10/2009	10041.48	233	03/12/2009	10366.15
203	21/10/2009	9949.36	234	04/12/2009	10388.9
204	22/10/2009	10081.31	235	07/12/2009	10390.11
205	23/10/2009	9972.18	236	08/12/2009	10285.97
206	26/10/2009	9867.96	237	09/12/2009	10337.05
207	27/10/2009	9882.17	238	10/12/2009	10405.83
208	28/10/2009	9762.69	239	11/12/2009	10471.5
209	29/10/2009	9962.58	240	14/12/2009	10501.05
210	30/10/2009	9712.73	241	15/12/2009	10452
211	02/11/2009	9789.44	242	16/12/2009	10441.12
212	03/11/2009	9771.91	243	17/12/2009	10308.26
213	04/11/2009	9802.14	244	18/12/2009	10328.89
214	05/11/2009	10005.96	245	21/12/2009	10414.14
215	06/11/2009	10023.42	246	22/12/2009	10464.93
216	09/11/2009	10226.94	247	23/12/2009	10466.44

Nº	Fecha	Precio al Cierre	Nº	Fecha	Precio al Cierre
248	24/12/2009	10520.1	279	10/02/2010	10038.38
249	28/12/2009	10547.08	280	11/02/2010	10144.19
250	29/12/2009	10545.41	281	12/02/2010	10099.14
251	30/12/2009	10548.51	282	16/02/2010	10268.81
252	31/12/2009	10428.05	283	17/02/2010	10309.24
253	04/01/2010	10583.96	284	18/02/2010	10392.9
254	05/01/2010	10572.02	285	19/02/2010	10402.35
255	06/01/2010	10573.68	286	22/02/2010	10383.38
256	07/01/2010	10606.86	287	23/02/2010	10282.41
257	08/01/2010	10618.19	288	24/02/2010	10374.16
258	11/01/2010	10663.99	289	25/02/2010	10321.03
259	12/01/2010	10627.26	290	26/02/2010	10325.26
260	13/01/2010	10680.77	291	01/03/2010	10403.79
261	14/01/2010	10710.55	292	02/03/2010	10405.98
262	15/01/2010	10609.65	293	03/03/2010	10396.76
263	19/01/2010	10725.43	294	04/03/2010	10444.14
264	20/01/2010	10603.15	295	05/03/2010	10566.2
265	21/01/2010	10389.88	296	08/03/2010	10552.52
266	22/01/2010	10172.98	297	09/03/2010	10564.38
267	25/01/2010	10196.86	298	10/03/2010	10567.33
268	26/01/2010	10194.29	299	11/03/2010	10611.84
269	27/01/2010	10236.16	300	12/03/2010	10624.69
270	28/01/2010	10120.46	301	15/03/2010	10642.15
271	29/01/2010	10067.33	302	16/03/2010	10685.98
272	01/02/2010	10185.53	303	17/03/2010	10733.67
273	02/02/2010	10296.85	304	18/03/2010	10779.17
274	03/02/2010	10270.55	305	19/03/2010	10741.98
275	04/02/2010	10002.18	306	22/03/2010	10785.89
276	05/02/2010	10012.23	307	23/03/2010	10888.83
277	08/02/2010	9908.39	308	24/03/2010	10836.15
278	09/02/2010	10058.64	309	25/03/2010	10841.21

Nº	Fecha	Precio al Cierre	Nº	Fecha	Precio al Cierre
310	26/03/2010	10850.36	341	11/05/2010	10748.26
311	29/03/2010	10895.86	342	12/05/2010	10896.91
312	30/03/2010	10907.42	343	13/05/2010	10782.95
313	31/03/2010	10856.63	344	14/05/2010	10620.16
314	01/04/2010	10927.07	345	17/05/2010	10625.83
315	05/04/2010	10973.55	346	18/05/2010	10510.95
316	06/04/2010	10969.99	347	19/05/2010	10444.37
317	07/04/2010	10897.52	348	20/05/2010	10068.01
318	08/04/2010	10927.07	349	21/05/2010	10193.39
319	09/04/2010	10997.35	350	24/05/2010	10066.57
320	12/04/2010	11005.97	351	25/05/2010	10043.75
321	13/04/2010	11019.42	352	26/05/2010	9974.45
322	14/04/2010	11123.11	353	27/05/2010	10258.99
323	15/04/2010	11144.57	354	28/05/2010	10136.63
324	16/04/2010	11018.66	355	01/06/2010	10024.02
325	19/04/2010	11092.05	356	02/06/2010	10249.54
326	20/04/2010	11117.06	357	03/06/2010	10255.28
327	21/04/2010	11124.92	358	04/06/2010	9931.97
328	22/04/2010	11134.29	359	07/06/2010	9816.49
329	23/04/2010	11204.28	360	08/06/2010	9939.98
330	26/04/2010	11205.03	361	09/06/2010	9899.25
331	27/04/2010	10991.99	362	10/06/2010	10172.53
332	28/04/2010	11045.27	363	11/06/2010	10211.07
333	29/04/2010	11167.32	364	14/06/2010	10190.89
334	30/04/2010	11008.61	365	15/06/2010	10404.77
335	03/05/2010	11151.83	366	16/06/2010	10409.46
336	04/05/2010	10926.77	367	17/06/2010	10434.17
337	05/05/2010	10868.12	368	18/06/2010	10450.64
338	06/05/2010	10520.32	369	21/06/2010	10442.41
339	07/05/2010	10380.43	370	22/06/2010	10293.52
340	10/05/2010	10785.14	371	23/06/2010	10298.44

Nº	Fecha	Precio al Cierre	Nº	Fecha	Precio al Cierre
372	24/06/2010	10152.8	403	09/08/2010	10698.75
373	25/06/2010	10143.81	404	10/08/2010	10644.25
374	28/06/2010	10138.52	405	11/08/2010	10378.83
375	29/06/2010	9870.3	406	12/08/2010	10319.95
376	30/06/2010	9774.02	407	13/08/2010	10303.15
377	01/07/2010	9732.53	408	16/08/2010	10302.01
378	02/07/2010	9686.48	409	17/08/2010	10405.85
379	06/07/2010	9743.62	410	18/08/2010	10415.54
380	07/07/2010	10018.28	411	19/08/2010	10271.21
381	08/07/2010	10138.99	412	20/08/2010	10213.62
382	09/07/2010	10198.03	413	23/08/2010	10174.41
383	12/07/2010	10216.27	414	24/08/2010	10040.45
384	13/07/2010	10363.02	415	25/08/2010	10060.06
385	14/07/2010	10366.72	416	26/08/2010	9985.81
386	15/07/2010	10359.31	417	27/08/2010	10150.65
387	16/07/2010	10097.9	418	30/08/2010	10009.73
388	19/07/2010	10154.43	419	31/08/2010	10014.72
389	20/07/2010	10229.96	420	01/09/2010	10269.47
390	21/07/2010	10120.53	421	02/09/2010	10320.1
391	22/07/2010	10322.3	422	03/09/2010	10447.93
392	23/07/2010	10424.62	423	07/09/2010	10340.69
393	26/07/2010	10525.43	424	08/09/2010	10387.01
394	27/07/2010	10537.69	425	09/09/2010	10415.24
395	28/07/2010	10497.88	426	10/09/2010	10462.77
396	29/07/2010	10467.16	427	13/09/2010	10544.13
397	30/07/2010	10465.94	428	14/09/2010	10526.49
398	02/08/2010	10674.38	429	15/09/2010	10572.73
399	03/08/2010	10636.38	430	16/09/2010	10594.83
400	04/08/2010	10680.43	431	17/09/2010	10607.85
401	05/08/2010	10674.98	432	20/09/2010	10753.62
402	06/08/2010	10653.56	433	21/09/2010	10761.03

Nº	Fecha	Precio al Cierre	Nº	Fecha	Precio al Cierre
434	22/09/2010	10739.31	465	04/11/2010	11434.84
435	23/09/2010	10662.42	466	05/11/2010	11444.08
436	24/09/2010	10860.26	467	08/11/2010	11406.84
437	27/09/2010	10812.04	468	09/11/2010	11346.75
438	28/09/2010	10858.14	469	10/11/2010	11357.04
439	29/09/2010	10835.28	470	11/11/2010	11283.1
440	30/09/2010	10788.05	471	12/11/2010	11192.58
441	01/10/2010	10829.68	472	15/11/2010	11201.97
442	04/10/2010	10751.27	473	16/11/2010	11023.5
443	05/10/2010	10944.72	474	17/11/2010	11007.88
444	06/10/2010	10967.65	475	18/11/2010	11181.23
445	07/10/2010	10948.58	476	19/11/2010	11203.55
446	08/10/2010	11006.48	477	22/11/2010	11178.58
447	11/10/2010	11010.34	478	23/11/2010	11036.37
448	12/10/2010	11020.4	479	24/11/2010	11187.28
449	13/10/2010	11096.08	480	26/11/2010	11092
450	14/10/2010	11096.92	481	29/11/2010	11052.49
451	15/10/2010	11062.78	482	30/11/2010	11006.02
452	18/10/2010	11143.69	483	01/12/2010	11255.78
453	19/10/2010	10978.62	484	02/12/2010	11362.41
454	20/10/2010	11107.97	485	03/12/2010	11382.09
455	21/10/2010	11146.57	486	06/12/2010	11362.19
456	22/10/2010	11132.56	487	07/12/2010	11359.16
457	25/10/2010	11164.05	488	08/12/2010	11372.48
458	26/10/2010	11169.46	489	09/12/2010	11370.06
459	27/10/2010	11126.28	490	10/12/2010	11410.32
460	28/10/2010	11113.95	491	13/12/2010	11428.56
461	29/10/2010	11118.4	492	14/12/2010	11476.54
462	01/11/2010	11124.62	493	15/12/2010	11457.47
463	02/11/2010	11188.72	494	16/12/2010	11499.25
464	03/11/2010	11215.13	495	17/12/2010	11491.91

Nº	Fecha	Precio al Cierre	Nº	Fecha	Precio al Cierre
496	20/12/2010	11478.13	527	03/02/2011	12062.26
497	21/12/2010	11533.16	528	04/02/2011	12092.15
498	22/12/2010	11559.49	529	07/02/2011	12161.63
499	23/12/2010	11573.49	530	08/02/2011	12233.15
500	27/12/2010	11555.03	531	09/02/2011	12239.89
501	28/12/2010	11575.54	532	10/02/2011	12229.29
502	29/12/2010	11585.38	533	11/02/2011	12273.26
503	30/12/2010	11569.71	534	14/02/2011	12268.19
504	31/12/2010	11577.51	535	15/02/2011	12226.64
505	03/01/2011	11670.75	536	16/02/2011	12288.17
506	04/01/2011	11691.18	537	17/02/2011	12318.14
507	05/01/2011	11722.89	538	18/02/2011	12391.25
508	06/01/2011	11697.31	539	22/02/2011	12212.79
509	07/01/2011	11674.76	540	23/02/2011	12105.78
510	10/01/2011	11637.45	541	24/02/2011	12068.5
511	11/01/2011	11671.88	542	25/02/2011	12130.45
512	12/01/2011	11755.44	543	28/02/2011	12226.34
513	13/01/2011	11731.9	544	01/03/2011	12058.02
514	14/01/2011	11787.38	545	02/03/2011	12066.8
515	18/01/2011	11837.93	546	03/03/2011	12258.2
516	19/01/2011	11825.29	547	04/03/2011	12169.88
517	20/01/2011	11822.8	548	07/03/2011	12090.03
518	21/01/2011	11871.84	549	08/03/2011	12214.38
519	24/01/2011	11980.52	550	09/03/2011	12213.09
520	25/01/2011	11977.19	551	10/03/2011	11984.61
521	26/01/2011	11985.44	552	11/03/2011	12044.4
522	27/01/2011	11989.83	553	14/03/2011	11993.16
523	28/01/2011	11823.7	554	15/03/2011	11855.42
524	31/01/2011	11891.93	555	16/03/2011	11613.3
525	01/02/2011	12040.16	556	17/03/2011	11774.59
526	02/02/2011	12041.97	557	18/03/2011	11858.52

Nº	Fecha	Precio al Cierre	Nº	Fecha	Precio al Cierre
558	21/03/2011	12036.53	589	04/05/2011	12723.58
559	22/03/2011	12018.63	590	05/05/2011	12584.17
560	23/03/2011	12086.02	591	06/05/2011	12638.74
561	24/03/2011	12170.56	592	09/05/2011	12684.68
562	25/03/2011	12220.59	593	10/05/2011	12760.36
563	28/03/2011	12197.88	594	11/05/2011	12630.03
564	29/03/2011	12279.01	595	12/05/2011	12695.92
565	30/03/2011	12350.61	596	13/05/2011	12595.75
566	31/03/2011	12319.73	597	16/05/2011	12548.37
567	01/04/2011	12376.72	598	17/05/2011	12479.58
568	04/04/2011	12400.03	599	18/05/2011	12560.18
569	05/04/2011	12393.9	600	19/05/2011	12605.32
570	06/04/2011	12426.75	601	20/05/2011	12512.04
571	07/04/2011	12409.49	602	23/05/2011	12381.26
572	08/04/2011	12380.05	603	24/05/2011	12356.21
573	11/04/2011	12381.11	604	25/05/2011	12394.66
574	12/04/2011	12263.58	605	26/05/2011	12402.76
575	13/04/2011	12270.99	606	27/05/2011	12441.58
576	14/04/2011	12285.15	607	31/05/2011	12569.79
577	15/04/2011	12341.83	608	01/06/2011	12290.14
578	18/04/2011	12201.59	609	02/06/2011	12248.55
579	19/04/2011	12266.75	610	03/06/2011	12151.26
580	20/04/2011	12453.54	611	06/06/2011	12089.96
581	21/04/2011	12505.99	612	07/06/2011	12070.81
582	25/04/2011	12479.88	613	08/06/2011	12048.94
583	26/04/2011	12595.37	614	09/06/2011	12124.36
584	27/04/2011	12690.96	615	10/06/2011	11951.91
585	28/04/2011	12763.31	616	13/06/2011	11952.97
586	29/04/2011	12810.54	617	14/06/2011	12076.11
587	02/05/2011	12807.36	618	15/06/2011	11897.27
588	03/05/2011	12807.51	619	16/06/2011	11961.52

Nº	Fecha	Precio al Cierre	Nº	Fecha	Precio al Cierre
620	17/06/2011	12004.36	651	02/08/2011	11866.62
621	20/06/2011	12080.38	652	03/08/2011	11896.44
622	21/06/2011	12190.01	653	04/08/2011	11383.68
623	22/06/2011	12109.67	654	05/08/2011	11444.61
624	23/06/2011	12050	655	08/08/2011	10809.85
625	24/06/2011	11934.58	656	09/08/2011	11239.77
626	27/06/2011	12043.56	657	10/08/2011	10719.94
627	28/06/2011	12188.69	658	11/08/2011	11143.31
628	29/06/2011	12261.42	659	12/08/2011	11269.02
629	30/06/2011	12414.34			
630	01/07/2011	12582.77			
631	05/07/2011	12569.87			
632	06/07/2011	12626.02			
633	07/07/2011	12719.49			
634	08/07/2011	12657.2			
635	11/07/2011	12505.76			
636	12/07/2011	12446.88			
637	13/07/2011	12491.61			
638	14/07/2011	12437.12			
639	15/07/2011	12479.73			
640	18/07/2011	12385.16			
641	19/07/2011	12587.42			
642	20/07/2011	12571.91			
643	21/07/2011	12724.41			
644	22/07/2011	12681.16			
645	25/07/2011	12592.8			
646	26/07/2011	12501.3			
647	27/07/2011	12302.55			
648	28/07/2011	12240.11			
649	29/07/2011	12143.24			
650	01/08/2011	12132.49			

Tabla A.2: Tabla de precios al cierre del índice bursátil DOW JONES recortado entre páginas

A.3. Precio al cierre del índice bursátil NIKKEI 225

Nº	Fecha	Precio al Cierre
1	05/01/2009	9043.12
2	06/01/2009	9080.84
3	07/01/2009	9239.24
4	08/01/2009	8876.42
5	09/01/2009	8836.8
6	13/01/2009	8413.91
7	14/01/2009	8438.45
8	15/01/2009	8023.31
9	16/01/2009	8230.15
10	19/01/2009	8256.85
11	20/01/2009	8065.79
12	21/01/2009	7901.64
13	22/01/2009	8051.74
14	23/01/2009	7745.25
15	26/01/2009	7682.14
16	27/01/2009	8061.07
17	28/01/2009	8106.29
18	29/01/2009	8251.24
19	30/01/2009	7994.05
20	02/02/2009	7873.98
21	03/02/2009	7825.51
22	04/02/2009	8038.94
23	05/02/2009	7949.65
24	06/02/2009	8076.62
25	09/02/2009	7969.03
26	10/02/2009	7945.94
27	12/02/2009	7705.36
28	13/02/2009	7779.4
29	16/02/2009	7750.17
30	17/02/2009	7645.51

Nº	Fecha	Precio al Cierre
31	18/02/2009	7534.44
32	19/02/2009	7557.65
33	20/02/2009	7416.38
34	23/02/2009	7376.16
35	24/02/2009	7268.56
36	25/02/2009	7461.22
37	26/02/2009	7457.93
38	27/02/2009	7568.42
39	02/03/2009	7280.15
40	03/03/2009	7229.72
41	04/03/2009	7290.96
42	05/03/2009	7433.49
43	06/03/2009	7173.1
44	09/03/2009	7086.03
45	10/03/2009	7054.98
46	11/03/2009	7376.12
47	12/03/2009	7198.25
48	13/03/2009	7569.28
49	16/03/2009	7704.15
50	17/03/2009	7949.13
51	18/03/2009	7972.17
52	19/03/2009	7945.96
53	23/03/2009	8215.53
54	24/03/2009	8488.3
55	25/03/2009	8479.99
56	26/03/2009	8636.33
57	27/03/2009	8626.97
58	30/03/2009	8236.08
59	31/03/2009	8109.53
60	01/04/2009	8351.91
61	02/04/2009	8719.78

Nº	Fecha	Precio al Cierre
62	03/04/2009	8749.84
63	06/04/2009	8857.93
64	07/04/2009	8832.85
65	08/04/2009	8595.01
66	09/04/2009	8916.06
67	10/04/2009	8964.11
68	13/04/2009	8924.43
69	14/04/2009	8842.68
70	15/04/2009	8742.96
71	16/04/2009	8755.26
72	17/04/2009	8907.58
73	20/04/2009	8924.75
74	21/04/2009	8711.33
75	22/04/2009	8727.3
76	23/04/2009	8847.01
77	24/04/2009	8707.99
78	27/04/2009	8726.34
79	28/04/2009	8493.77
80	30/04/2009	8828.26
81	01/05/2009	8977.37
82	07/05/2009	9385.7
83	08/05/2009	9432.83
84	11/05/2009	9451.98
85	12/05/2009	9298.61
86	13/05/2009	9340.49
87	14/05/2009	9093.73
88	15/05/2009	9265.02
89	18/05/2009	9038.69
90	19/05/2009	9290.29
91	20/05/2009	9344.64
92	21/05/2009	9264.15

Nº	Fecha	Precio al Cierre
93	22/05/2009	9225.81
94	25/05/2009	9347
95	26/05/2009	9310.81
96	27/05/2009	9438.77
97	28/05/2009	9451.39
98	29/05/2009	9522.5
99	01/06/2009	9677.75
100	02/06/2009	9704.31
101	03/06/2009	9741.67
102	04/06/2009	9668.96
103	05/06/2009	9768.01
104	08/06/2009	9865.63
105	09/06/2009	9786.82
106	10/06/2009	9991.49
107	11/06/2009	9981.33
108	12/06/2009	10135.82
109	15/06/2009	10039.67
110	16/06/2009	9752.88
111	17/06/2009	9840.85
112	18/06/2009	9703.72
113	19/06/2009	9786.26
114	22/06/2009	9826.27
115	23/06/2009	9549.61
116	24/06/2009	9590.32
117	25/06/2009	9796.08
118	26/06/2009	9877.39
119	29/06/2009	9783.47
120	30/06/2009	9958.44
121	01/07/2009	9939.93
122	02/07/2009	9876.15
123	03/07/2009	9816.07

Nº	Fecha	Precio al Cierre	Nº	Fecha	Precio al Cierre
124	06/07/2009	9680.87	155	19/08/2009	10204
125	07/07/2009	9647.79	156	20/08/2009	10383.41
126	08/07/2009	9420.75	157	21/08/2009	10238.2
127	09/07/2009	9291.06	158	24/08/2009	10581.05
128	10/07/2009	9287.28	159	25/08/2009	10497.36
129	13/07/2009	9050.33	160	26/08/2009	10639.71
130	14/07/2009	9261.81	161	27/08/2009	10473.97
131	15/07/2009	9269.25	162	28/08/2009	10534.14
132	16/07/2009	9344.16	163	31/08/2009	10492.53
133	17/07/2009	9395.32	164	01/09/2009	10530.06
134	21/07/2009	9652.02	165	02/09/2009	10280.46
135	22/07/2009	9723.16	166	03/09/2009	10214.64
136	23/07/2009	9792.94	167	04/09/2009	10187.11
137	24/07/2009	9944.55	168	07/09/2009	10320.94
138	27/07/2009	10088.66	169	08/09/2009	10393.23
139	28/07/2009	10087.26	170	09/09/2009	10312.14
140	29/07/2009	10113.24	171	10/09/2009	10513.67
141	30/07/2009	10165.21	172	11/09/2009	10444.33
142	31/07/2009	10356.83	173	14/09/2009	10202.06
143	03/08/2009	10352.47	174	15/09/2009	10217.62
144	04/08/2009	10375.01	175	16/09/2009	10270.77
145	05/08/2009	10252.53	176	17/09/2009	10443.8
146	06/08/2009	10388.09	177	18/09/2009	10370.54
147	07/08/2009	10412.09	178	24/09/2009	10544.22
148	10/08/2009	10524.26	179	25/09/2009	10265.98
149	11/08/2009	10585.46	180	28/09/2009	10009.52
150	12/08/2009	10435	181	29/09/2009	10100.2
151	13/08/2009	10517.19	182	30/09/2009	10133.23
152	14/08/2009	10597.33	183	01/10/2009	9978.64
153	17/08/2009	10268.61	184	02/10/2009	9731.87
154	18/08/2009	10284.96	185	05/10/2009	9674.49

Nº	Fecha	Precio al Cierre	Nº	Fecha	Precio al Cierre
186	06/10/2009	9691.8	217	20/11/2009	9497.68
187	07/10/2009	9799.6	218	24/11/2009	9401.58
188	08/10/2009	9832.47	219	25/11/2009	9441.64
189	09/10/2009	10016.39	220	26/11/2009	9383.24
190	13/10/2009	10076.56	221	27/11/2009	9081.52
191	14/10/2009	10060.21	222	30/11/2009	9345.55
192	15/10/2009	10238.65	223	01/12/2009	9572.2
193	16/10/2009	10257.56	224	02/12/2009	9608.94
194	19/10/2009	10236.51	225	03/12/2009	9977.67
195	20/10/2009	10336.84	226	04/12/2009	10022.59
196	21/10/2009	10333.39	227	07/12/2009	10167.6
197	22/10/2009	10267.17	228	08/12/2009	10140.47
198	23/10/2009	10282.99	229	09/12/2009	10004.72
199	26/10/2009	10362.62	230	10/12/2009	9862.82
200	27/10/2009	10212.46	231	11/12/2009	10107.87
201	28/10/2009	10075.05	232	14/12/2009	10105.68
202	29/10/2009	9891.1	233	15/12/2009	10083.48
203	30/10/2009	10034.74	234	16/12/2009	10177.41
204	02/11/2009	9802.95	235	17/12/2009	10163.8
205	04/11/2009	9844.31	236	18/12/2009	10142.05
206	05/11/2009	9717.44	237	21/12/2009	10183.47
207	06/11/2009	9789.35	238	22/12/2009	10378.03
208	09/11/2009	9808.99	239	24/12/2009	10536.92
209	10/11/2009	9870.73	240	25/12/2009	10494.71
210	11/11/2009	9871.68	241	28/12/2009	10634.23
211	12/11/2009	9804.49	242	29/12/2009	10638.06
212	13/11/2009	9770.31	243	30/12/2009	10546.44
213	16/11/2009	9791.18	244	04/01/2010	10654.79
214	17/11/2009	9729.93	245	05/01/2010	10681.83
215	18/11/2009	9676.8	246	06/01/2010	10731.45
216	19/11/2009	9549.47	247	07/01/2010	10681.66

Nº	Fecha	Precio al Cierre	Nº	Fecha	Precio al Cierre
248	08/01/2010	10798.32	279	24/02/2010	10198.83
249	12/01/2010	10879.14	280	25/02/2010	10101.96
250	13/01/2010	10735.03	281	26/02/2010	10126.03
251	14/01/2010	10907.68	282	01/03/2010	10172.06
252	15/01/2010	10982.1	283	02/03/2010	10221.84
253	18/01/2010	10855.08	284	03/03/2010	10253.14
254	19/01/2010	10764.9	285	04/03/2010	10145.72
255	20/01/2010	10737.52	286	05/03/2010	10368.96
256	21/01/2010	10868.41	287	08/03/2010	10585.92
257	22/01/2010	10590.55	288	09/03/2010	10567.65
258	25/01/2010	10512.69	289	10/03/2010	10563.92
259	26/01/2010	10325.28	290	11/03/2010	10664.95
260	27/01/2010	10252.08	291	12/03/2010	10751.26
261	28/01/2010	10414.29	292	15/03/2010	10751.98
262	29/01/2010	10198.04	293	16/03/2010	10721.71
263	01/02/2010	10205.02	294	17/03/2010	10846.98
264	02/02/2010	10371.09	295	18/03/2010	10744.03
265	03/02/2010	10404.33	296	19/03/2010	10824.72
266	04/02/2010	10355.98	297	23/03/2010	10774.15
267	05/02/2010	10057.09	298	24/03/2010	10815.03
268	08/02/2010	9951.82	299	25/03/2010	10828.85
269	09/02/2010	9932.9	300	26/03/2010	10996.37
270	10/02/2010	9963.99	301	29/03/2010	10986.47
271	12/02/2010	10092.19	302	30/03/2010	11097.14
272	15/02/2010	10013.3	303	31/03/2010	11089.94
273	16/02/2010	10034.25	304	01/04/2010	11244.4
274	17/02/2010	10306.83	305	02/04/2010	11286.09
275	18/02/2010	10335.69	306	05/04/2010	11339.3
276	19/02/2010	10123.58	307	06/04/2010	11282.32
277	22/02/2010	10400.47	308	07/04/2010	11292.83
278	23/02/2010	10352.1	309	08/04/2010	11168.2

Nº	Fecha	Precio al Cierre	Nº	Fecha	Precio al Cierre
310	09/04/2010	11204.34	341	28/05/2010	9762.98
311	12/04/2010	11251.9	342	31/05/2010	9768.7
312	13/04/2010	11161.23	343	01/06/2010	9711.83
313	14/04/2010	11204.9	344	02/06/2010	9603.24
314	15/04/2010	11273.79	345	03/06/2010	9914.19
315	16/04/2010	11102.18	346	04/06/2010	9901.19
316	19/04/2010	10908.77	347	07/06/2010	9520.8
317	20/04/2010	10900.68	348	08/06/2010	9537.94
318	21/04/2010	11090.05	349	09/06/2010	9439.13
319	22/04/2010	10949.09	350	10/06/2010	9542.65
320	23/04/2010	10914.46	351	11/06/2010	9705.25
321	26/04/2010	11165.79	352	14/06/2010	9879.85
322	27/04/2010	11212.66	353	15/06/2010	9887.89
323	28/04/2010	10924.79	354	16/06/2010	10067.15
324	30/04/2010	11057.4	355	17/06/2010	9999.4
325	06/05/2010	10695.69	356	18/06/2010	9995.02
326	07/05/2010	10364.59	357	21/06/2010	10238.01
327	10/05/2010	10530.7	358	22/06/2010	10112.89
328	11/05/2010	10411.1	359	23/06/2010	9923.7
329	12/05/2010	10394.03	360	24/06/2010	9928.34
330	13/05/2010	10620.55	361	25/06/2010	9737.48
331	14/05/2010	10462.51	362	28/06/2010	9693.94
332	17/05/2010	10235.76	363	29/06/2010	9570.67
333	18/05/2010	10242.64	364	30/06/2010	9382.64
334	19/05/2010	10186.84	365	01/07/2010	9191.6
335	20/05/2010	10030.31	366	02/07/2010	9203.71
336	21/05/2010	9784.54	367	05/07/2010	9266.78
337	24/05/2010	9758.4	368	06/07/2010	9338.04
338	25/05/2010	9459.89	369	07/07/2010	9279.65
339	26/05/2010	9522.66	370	08/07/2010	9535.74
340	27/05/2010	9639.72	371	09/07/2010	9585.32

Nº	Fecha	Precio al Cierre	Nº	Fecha	Precio al Cierre
372	12/07/2010	9548.11	403	25/08/2010	8845.39
373	13/07/2010	9537.23	404	26/08/2010	8906.48
374	14/07/2010	9795.24	405	27/08/2010	8991.06
375	15/07/2010	9685.53	406	30/08/2010	9149.26
376	16/07/2010	9408.36	407	31/08/2010	8824.06
377	20/07/2010	9300.46	408	01/09/2010	8927.02
378	21/07/2010	9278.83	409	02/09/2010	9062.84
379	22/07/2010	9220.88	410	03/09/2010	9114.13
380	23/07/2010	9430.96	411	06/09/2010	9301.32
381	26/07/2010	9503.66	412	07/09/2010	9226
382	27/07/2010	9496.85	413	08/09/2010	9024.6
383	28/07/2010	9753.27	414	09/09/2010	9098.39
384	29/07/2010	9696.02	415	10/09/2010	9239.17
385	30/07/2010	9537.3	416	13/09/2010	9321.82
386	02/08/2010	9570.31	417	14/09/2010	9299.31
387	03/08/2010	9694.01	418	15/09/2010	9516.56
388	04/08/2010	9489.34	419	16/09/2010	9509.5
389	05/08/2010	9653.92	420	17/09/2010	9626.09
390	06/08/2010	9642.12	421	21/09/2010	9602.11
391	09/08/2010	9572.49	422	22/09/2010	9566.32
392	10/08/2010	9551.05	423	24/09/2010	9471.67
393	11/08/2010	9292.85	424	27/09/2010	9603.14
394	12/08/2010	9212.59	425	28/09/2010	9495.76
395	13/08/2010	9253.46	426	29/09/2010	9559.38
396	16/08/2010	9196.67	427	30/09/2010	9369.35
397	17/08/2010	9161.68	428	01/10/2010	9404.23
398	18/08/2010	9240.54	429	04/10/2010	9381.06
399	19/08/2010	9362.68	430	05/10/2010	9518.76
400	20/08/2010	9179.38	431	06/10/2010	9691.43
401	23/08/2010	9116.69	432	07/10/2010	9684.81
402	24/08/2010	8995.14	433	08/10/2010	9588.88

Nº	Fecha	Precio al Cierre	Nº	Fecha	Precio al Cierre
434	12/10/2010	9388.64	465	26/11/2010	10039.56
435	13/10/2010	9403.51	466	29/11/2010	10125.99
436	14/10/2010	9583.51	467	30/11/2010	9937.04
437	15/10/2010	9500.25	468	01/12/2010	9988.05
438	18/10/2010	9498.49	469	02/12/2010	10168.52
439	19/10/2010	9539.45	470	03/12/2010	10178.32
440	20/10/2010	9381.6	471	06/12/2010	10167.23
441	21/10/2010	9376.48	472	07/12/2010	10141.1
442	22/10/2010	9426.71	473	08/12/2010	10232.33
443	25/10/2010	9401.16	474	09/12/2010	10285.88
444	26/10/2010	9377.38	475	10/12/2010	10211.95
445	27/10/2010	9387.03	476	13/12/2010	10293.89
446	28/10/2010	9366.03	477	14/12/2010	10316.77
447	29/10/2010	9202.45	478	15/12/2010	10309.78
448	01/11/2010	9154.72	479	16/12/2010	10311.29
449	02/11/2010	9159.98	480	17/12/2010	10303.83
450	04/11/2010	9358.78	481	20/12/2010	10216.41
451	05/11/2010	9625.99	482	21/12/2010	10370.53
452	08/11/2010	9732.92	483	22/12/2010	10346.48
453	09/11/2010	9694.49	484	24/12/2010	10279.19
454	10/11/2010	9830.52	485	27/12/2010	10355.99
455	11/11/2010	9861.46	486	28/12/2010	10292.63
456	12/11/2010	9724.81	487	29/12/2010	10344.54
457	15/11/2010	9827.51	488	30/12/2010	10228.92
458	16/11/2010	9797.1	489	04/01/2011	10398.1
459	17/11/2010	9811.66	490	05/01/2011	10380.77
460	18/11/2010	10013.63	491	06/01/2011	10529.76
461	19/11/2010	10022.39	492	07/01/2011	10541.04
462	22/11/2010	10115.19	493	11/01/2011	10510.68
463	24/11/2010	10030.11	494	12/01/2011	10512.8
464	25/11/2010	10079.76	495	13/01/2011	10589.76

Nº	Fecha	Precio al Cierre	Nº	Fecha	Precio al Cierre
496	14/01/2011	10499.04	527	01/03/2011	10754.03
497	17/01/2011	10502.86	528	02/03/2011	10492.38
498	18/01/2011	10518.98	529	03/03/2011	10586.02
499	19/01/2011	10557.1	530	04/03/2011	10693.66
500	20/01/2011	10437.31	531	07/03/2011	10505.02
501	21/01/2011	10274.52	532	08/03/2011	10525.19
502	24/01/2011	10345.11	533	09/03/2011	10589.5
503	25/01/2011	10464.42	534	10/03/2011	10434.38
504	26/01/2011	10401.9	535	11/03/2011	10254.43
505	27/01/2011	10478.66	536	14/03/2011	9620.49
506	28/01/2011	10360.34	537	15/03/2011	8605.15
507	31/01/2011	10237.92	538	16/03/2011	9093.72
508	01/02/2011	10274.5	539	17/03/2011	8962.67
509	02/02/2011	10457.36	540	18/03/2011	9206.75
510	03/02/2011	10431.36	541	22/03/2011	9608.32
511	04/02/2011	10543.52	542	23/03/2011	9449.47
512	07/02/2011	10592.04	543	24/03/2011	9435.01
513	08/02/2011	10635.98	544	25/03/2011	9536.13
514	09/02/2011	10617.83	545	28/03/2011	9478.53
515	10/02/2011	10605.65	546	29/03/2011	9459.08
516	14/02/2011	10725.54	547	30/03/2011	9708.79
517	15/02/2011	10746.67	548	31/03/2011	9755.1
518	16/02/2011	10808.29	549	01/04/2011	9708.39
519	17/02/2011	10836.64	550	04/04/2011	9718.89
520	18/02/2011	10842.8	551	05/04/2011	9615.55
521	21/02/2011	10857.53	552	06/04/2011	9584.37
522	22/02/2011	10664.7	553	07/04/2011	9590.93
523	23/02/2011	10579.1	554	08/04/2011	9768.08
524	24/02/2011	10452.71	555	11/04/2011	9719.7
525	25/02/2011	10526.76	556	12/04/2011	9555.26
526	28/02/2011	10624.09	557	13/04/2011	9641.18

Nº	Fecha	Precio al Cierre	Nº	Fecha	Precio al Cierre
558	14/04/2011	9653.92	589	02/06/2011	9555.04
559	15/04/2011	9591.52	590	03/06/2011	9492.21
560	18/04/2011	9556.65	591	06/06/2011	9380.35
561	19/04/2011	9441.03	592	07/06/2011	9442.95
562	20/04/2011	9606.82	593	08/06/2011	9449.46
563	21/04/2011	9685.77	594	09/06/2011	9467.15
564	22/04/2011	9682.21	595	10/06/2011	9514.44
565	25/04/2011	9671.96	596	13/06/2011	9448.21
566	26/04/2011	9558.69	597	14/06/2011	9547.79
567	27/04/2011	9691.84	598	15/06/2011	9574.32
568	28/04/2011	9849.74	599	16/06/2011	9411.28
569	02/05/2011	10004.2	600	17/06/2011	9351.4
570	06/05/2011	9859.2	601	20/06/2011	9354.32
571	09/05/2011	9794.38	602	21/06/2011	9459.66
572	10/05/2011	9818.76	603	22/06/2011	9629.43
573	11/05/2011	9864.26	604	23/06/2011	9596.74
574	12/05/2011	9716.65	605	24/06/2011	9678.71
575	13/05/2011	9648.77	606	27/06/2011	9578.31
576	16/05/2011	9558.3	607	28/06/2011	9648.98
577	17/05/2011	9567.02	608	29/06/2011	9797.26
578	18/05/2011	9662.08	609	30/06/2011	9816.09
579	19/05/2011	9620.82	610	01/07/2011	9868.07
580	20/05/2011	9607.08	611	04/07/2011	9965.09
581	23/05/2011	9460.63	612	05/07/2011	9972.46
582	24/05/2011	9477.17	613	06/07/2011	10082.48
583	25/05/2011	9422.88	614	07/07/2011	10071.14
584	26/05/2011	9562.05	615	08/07/2011	10137.73
585	27/05/2011	9521.94	616	11/07/2011	10069.53
586	30/05/2011	9504.97	617	12/07/2011	9925.92
587	31/05/2011	9693.73	618	13/07/2011	9963.14
588	01/06/2011	9719.61	619	14/07/2011	9936.12

Nº	Fecha	Precio al Cierre
620	15/07/2011	9974.47
621	19/07/2011	9889.72
622	20/07/2011	10005.9
623	21/07/2011	10010.39
624	22/07/2011	10132.11
625	25/07/2011	10050.01
626	26/07/2011	10097.72
627	27/07/2011	10047.19
628	28/07/2011	9901.35
629	29/07/2011	9833.03
630	01/08/2011	9965.01
631	02/08/2011	9844.59
632	03/08/2011	9637.14
633	04/08/2011	9659.18
634	05/08/2011	9299.88
635	08/08/2011	9097.56
636	09/08/2011	8944.48
637	10/08/2011	9038.74
638	11/08/2011	8981.94
639	12/08/2011	8963.72

Tabla A.3: Tabla de precios al cierre del índice bursátil NIKKEI 225 recortado entre páginas

A.4. Precio al cierre del índice bursátil FTSE 100

Nº	Fecha	Precio al Cierre
1	02/01/2009	4561.8
2	05/01/2009	4579.6
3	06/01/2009	4638.9
4	07/01/2009	4507.5
5	08/01/2009	4505.4
6	09/01/2009	4448.5
7	12/01/2009	4426.2
8	13/01/2009	4399.1
9	14/01/2009	4180.6
10	15/01/2009	4121.1
11	16/01/2009	4147.1
12	19/01/2009	4108.5
13	20/01/2009	4091.4
14	21/01/2009	4059.9
15	22/01/2009	4052.2
16	23/01/2009	4052.5
17	26/01/2009	4209
18	27/01/2009	4194.4
19	28/01/2009	4295.2
20	29/01/2009	4190.1
21	30/01/2009	4149.6
22	02/02/2009	4077.8
23	03/02/2009	4164.5
24	04/02/2009	4228.6
25	05/02/2009	4228.9
26	06/02/2009	4291.9
27	09/02/2009	4307.6
28	10/02/2009	4213.1
29	11/02/2009	4234.3
30	12/02/2009	4202.2

Nº	Fecha	Precio al Cierre
31	13/02/2009	4189.6
32	16/02/2009	4134.8
33	17/02/2009	4034.1
34	18/02/2009	4006.8
35	19/02/2009	4018.4
36	20/02/2009	3889.1
37	23/02/2009	3850.7
38	24/02/2009	3816.4
39	25/02/2009	3849
40	26/02/2009	3915.6
41	27/02/2009	3830.1
42	02/03/2009	3625.8
43	03/03/2009	3512.1
44	04/03/2009	3645.9
45	05/03/2009	3529.9
46	06/03/2009	3530.7
47	09/03/2009	3542.4
48	10/03/2009	3715.2
49	11/03/2009	3693.8
50	12/03/2009	3712.1
51	13/03/2009	3753.7
52	16/03/2009	3864
53	17/03/2009	3857.1
54	18/03/2009	3805
55	19/03/2009	3816.9
56	20/03/2009	3842.9
57	23/03/2009	3952.8
58	24/03/2009	3911.5
59	25/03/2009	3900.3
60	26/03/2009	3925.2
61	27/03/2009	3898.9

Nº	Fecha	Precio al Cierre
62	30/03/2009	3762.9
63	31/03/2009	3926.1
64	01/04/2009	3955.6
65	02/04/2009	4125
66	03/04/2009	4029.7
67	06/04/2009	3993.5
68	07/04/2009	3930.5
69	08/04/2009	3925.5
70	09/04/2009	3983.7
71	14/04/2009	3989
72	15/04/2009	3968.4
73	16/04/2009	4053
74	17/04/2009	4092.8
75	20/04/2009	3990.9
76	21/04/2009	3987.5
77	22/04/2009	4030.7
78	23/04/2009	4018.2
79	24/04/2009	4156
80	27/04/2009	4167
81	28/04/2009	4096.4
82	29/04/2009	4189.6
83	30/04/2009	4243.7
84	01/05/2009	4243.2
85	05/05/2009	4336.9
86	06/05/2009	4396.5
87	07/05/2009	4398.7
88	08/05/2009	4462.1
89	11/05/2009	4435.5
90	12/05/2009	4425.5
91	13/05/2009	4331.4
92	14/05/2009	4362.6

Nº	Fecha	Precio al Cierre
93	15/05/2009	4348.1
94	18/05/2009	4446.5
95	19/05/2009	4482.3
96	20/05/2009	4468.4
97	21/05/2009	4345.5
98	22/05/2009	4365.3
99	26/05/2009	4411.7
100	27/05/2009	4416.2
101	28/05/2009	4387.5
102	29/05/2009	4417.9
103	01/06/2009	4506.2
104	02/06/2009	4477
105	03/06/2009	4383.4
106	04/06/2009	4386.9
107	05/06/2009	4438.6
108	08/06/2009	4405.2
109	09/06/2009	4404.8
110	10/06/2009	4436.8
111	11/06/2009	4461.9
112	12/06/2009	4442
113	15/06/2009	4326
114	16/06/2009	4328.6
115	17/06/2009	4278.5
116	18/06/2009	4280.9
117	19/06/2009	4345.9
118	22/06/2009	4234
119	23/06/2009	4230
120	24/06/2009	4280
121	25/06/2009	4252.6
122	26/06/2009	4241
123	29/06/2009	4294

Nº	Fecha	Precio al Cierre	Nº	Fecha	Precio al Cierre
124	30/06/2009	4249.2	155	12/08/2009	4716.8
125	01/07/2009	4340.7	156	13/08/2009	4755.5
126	02/07/2009	4234.3	157	14/08/2009	4714
127	03/07/2009	4236.3	158	17/08/2009	4645
128	06/07/2009	4194.9	159	18/08/2009	4685.8
129	07/07/2009	4187	160	19/08/2009	4689.7
130	08/07/2009	4140.2	161	20/08/2009	4756.6
131	09/07/2009	4158.7	162	21/08/2009	4850.9
132	10/07/2009	4127.2	163	24/08/2009	4896.2
133	13/07/2009	4202.1	164	25/08/2009	4916.8
134	14/07/2009	4237.7	165	26/08/2009	4890.6
135	15/07/2009	4346.5	166	27/08/2009	4869.4
136	16/07/2009	4361.8	167	28/08/2009	4908.9
137	17/07/2009	4388.8	168	01/09/2009	4819.7
138	20/07/2009	4443.6	169	02/09/2009	4817.5
139	21/07/2009	4481.2	170	03/09/2009	4796.8
140	22/07/2009	4493.7	171	04/09/2009	4851.7
141	23/07/2009	4559.8	172	07/09/2009	4933.2
142	24/07/2009	4576.6	173	08/09/2009	4947.3
143	27/07/2009	4586.1	174	09/09/2009	5004.3
144	28/07/2009	4528.8	175	10/09/2009	4987.7
145	29/07/2009	4547.5	176	11/09/2009	5011.5
146	30/07/2009	4631.6	177	14/09/2009	5018.9
147	31/07/2009	4608.4	178	15/09/2009	5042.1
148	03/08/2009	4682.5	179	16/09/2009	5124.1
149	04/08/2009	4671.4	180	17/09/2009	5164
150	05/08/2009	4647.1	181	18/09/2009	5172.9
151	06/08/2009	4690.5	182	21/09/2009	5134.4
152	07/08/2009	4731.6	183	22/09/2009	5142.6
153	10/08/2009	4722.2	184	23/09/2009	5139.4
154	11/08/2009	4671.3	185	24/09/2009	5079.3

Nº	Fecha	Precio al Cierre	Nº	Fecha	Precio al Cierre
186	25/09/2009	5082.2	217	09/11/2009	5235.2
187	28/09/2009	5165.7	218	10/11/2009	5230.5
188	29/09/2009	5159.7	219	11/11/2009	5266.8
189	30/09/2009	5133.9	220	12/11/2009	5276.5
190	01/10/2009	5047.8	221	13/11/2009	5296.4
191	02/10/2009	4988.7	222	16/11/2009	5382.7
192	05/10/2009	5024.3	223	17/11/2009	5345.9
193	06/10/2009	5138	224	18/11/2009	5342.1
194	07/10/2009	5108.9	225	19/11/2009	5267.7
195	08/10/2009	5154.6	226	20/11/2009	5251.4
196	09/10/2009	5161.9	227	23/11/2009	5355.5
197	12/10/2009	5210.2	228	24/11/2009	5324
198	13/10/2009	5154.1	229	25/11/2009	5364.8
199	14/10/2009	5256.1	230	26/11/2009	5194.1
200	15/10/2009	5223	231	27/11/2009	5245.7
201	16/10/2009	5190.2	232	30/11/2009	5190.7
202	19/10/2009	5281.5	233	01/12/2009	5312.2
203	20/10/2009	5243.4	234	02/12/2009	5327.4
204	21/10/2009	5257.9	235	03/12/2009	5313
205	22/10/2009	5207.4	236	04/12/2009	5322.4
206	23/10/2009	5242.6	237	07/12/2009	5310.7
207	26/10/2009	5191.7	238	08/12/2009	5223.1
208	27/10/2009	5201	239	09/12/2009	5203.9
209	28/10/2009	5080.4	240	10/12/2009	5244.4
210	29/10/2009	5137.7	241	11/12/2009	5261.6
211	30/10/2009	5044.5	242	14/12/2009	5315.3
212	02/11/2009	5104.5	243	15/12/2009	5285.8
213	03/11/2009	5037.2	244	16/12/2009	5320.3
214	04/11/2009	5107.9	245	17/12/2009	5217.6
215	05/11/2009	5125.6	246	18/12/2009	5196.8
216	06/11/2009	5142.7	247	21/12/2009	5294

Nº	Fecha	Precio al Cierre	Nº	Fecha	Precio al Cierre
248	22/12/2009	5328.7	279	08/02/2010	5092.3
249	23/12/2009	5372.4	280	09/02/2010	5111.8
250	24/12/2009	5402.4	281	10/02/2010	5132
251	29/12/2009	5437.6	282	11/02/2010	5161.5
252	30/12/2009	5397.9	283	12/02/2010	5142.5
253	31/12/2009	5412.9	284	15/02/2010	5167.5
254	04/01/2010	5500.3	285	16/02/2010	5244.1
255	05/01/2010	5522.5	286	17/02/2010	5276.6
256	06/01/2010	5530	287	18/02/2010	5325.1
257	07/01/2010	5526.7	288	19/02/2010	5358.2
258	08/01/2010	5534.2	289	22/02/2010	5352.1
259	11/01/2010	5538.1	290	23/02/2010	5315.1
260	12/01/2010	5498.7	291	24/02/2010	5342.9
261	13/01/2010	5473.5	292	25/02/2010	5278.2
262	14/01/2010	5498.2	293	26/02/2010	5354.5
263	15/01/2010	5455.4	294	01/03/2010	5405.9
264	18/01/2010	5494.4	295	02/03/2010	5484.1
265	19/01/2010	5513.1	296	03/03/2010	5533.2
266	20/01/2010	5420.8	297	04/03/2010	5527.2
267	21/01/2010	5335.1	298	05/03/2010	5599.8
268	22/01/2010	5303	299	08/03/2010	5606.7
269	25/01/2010	5260.3	300	09/03/2010	5602.3
270	26/01/2010	5276.9	301	10/03/2010	5640.6
271	27/01/2010	5217.5	302	11/03/2010	5617.3
272	28/01/2010	5145.7	303	12/03/2010	5625.6
273	29/01/2010	5188.5	304	15/03/2010	5593.9
274	01/02/2010	5247.4	305	16/03/2010	5620.4
275	02/02/2010	5283.3	306	17/03/2010	5644.6
276	03/02/2010	5253.1	307	18/03/2010	5642.6
277	04/02/2010	5139.3	308	19/03/2010	5650.1
278	05/02/2010	5060.9	309	22/03/2010	5644.5

Nº	Fecha	Precio al Cierre	Nº	Fecha	Precio al Cierre
310	23/03/2010	5673.6	341	10/05/2010	5387.4
311	24/03/2010	5677.9	342	11/05/2010	5334.2
312	25/03/2010	5727.6	343	12/05/2010	5383.5
313	26/03/2010	5703	344	13/05/2010	5433.7
314	29/03/2010	5710.7	345	14/05/2010	5262.9
315	30/03/2010	5672.3	346	17/05/2010	5262.5
316	31/03/2010	5679.6	347	18/05/2010	5307.3
317	01/04/2010	5744.9	348	19/05/2010	5158.1
318	06/04/2010	5780.4	349	20/05/2010	5073.1
319	07/04/2010	5762.1	350	21/05/2010	5062.9
320	08/04/2010	5712.7	351	24/05/2010	5069.6
321	09/04/2010	5771	352	25/05/2010	4940.7
322	12/04/2010	5777.6	353	26/05/2010	5038.1
323	13/04/2010	5761.7	354	27/05/2010	5195.2
324	14/04/2010	5796.3	355	28/05/2010	5188.4
325	15/04/2010	5825	356	01/06/2010	5163.3
326	16/04/2010	5744	357	02/06/2010	5151.3
327	19/04/2010	5727.9	358	03/06/2010	5211.2
328	20/04/2010	5783.7	359	04/06/2010	5126
329	21/04/2010	5723.4	360	07/06/2010	5069.1
330	22/04/2010	5665.3	361	08/06/2010	5028.1
331	23/04/2010	5723.6	362	09/06/2010	5085.9
332	26/04/2010	5753.9	363	10/06/2010	5132.5
333	27/04/2010	5603.5	364	11/06/2010	5163.7
334	28/04/2010	5586.6	365	14/06/2010	5202.1
335	29/04/2010	5617.8	366	15/06/2010	5217.8
336	30/04/2010	5553.3	367	16/06/2010	5237.9
337	04/05/2010	5411.1	368	17/06/2010	5253.9
338	05/05/2010	5341.9	369	18/06/2010	5250.8
339	06/05/2010	5261	370	21/06/2010	5299.1
340	07/05/2010	5123	371	22/06/2010	5247

Nº	Fecha	Precio al Cierre	Nº	Fecha	Precio al Cierre
372	23/06/2010	5178.5	403	05/08/2010	5365.8
373	24/06/2010	5100.2	404	06/08/2010	5332.4
374	25/06/2010	5046.5	405	09/08/2010	5410.5
375	28/06/2010	5071.7	406	10/08/2010	5376.4
376	29/06/2010	4914.2	407	11/08/2010	5245.2
377	30/06/2010	4916.9	408	12/08/2010	5266.1
378	01/07/2010	4805.8	409	13/08/2010	5275.4
379	02/07/2010	4838.1	410	16/08/2010	5276.1
380	05/07/2010	4823.5	411	17/08/2010	5350.5
381	06/07/2010	4965	412	18/08/2010	5302.9
382	07/07/2010	5014.8	413	19/08/2010	5211.3
383	08/07/2010	5105.5	414	20/08/2010	5195.3
384	09/07/2010	5132.9	415	23/08/2010	5234.8
385	12/07/2010	5167	416	24/08/2010	5156
386	13/07/2010	5271	417	25/08/2010	5109.4
387	14/07/2010	5253.5	418	26/08/2010	5155.8
388	15/07/2010	5211.3	419	27/08/2010	5201.6
389	16/07/2010	5158.9	420	31/08/2010	5225.2
390	19/07/2010	5148.3	421	01/09/2010	5366.4
391	20/07/2010	5139.5	422	02/09/2010	5371
392	21/07/2010	5214.6	423	03/09/2010	5428.1
393	22/07/2010	5313.8	424	06/09/2010	5439.2
394	23/07/2010	5312.6	425	07/09/2010	5407.8
395	26/07/2010	5351.1	426	08/09/2010	5429.7
396	27/07/2010	5365.7	427	09/09/2010	5494.2
397	28/07/2010	5319.7	428	10/09/2010	5501.6
398	29/07/2010	5314	429	13/09/2010	5565.5
399	30/07/2010	5258	430	14/09/2010	5567.4
400	02/08/2010	5397.1	431	15/09/2010	5555.6
401	03/08/2010	5396.5	432	16/09/2010	5540.1
402	04/08/2010	5386.2	433	17/09/2010	5508.5

Nº	Fecha	Precio al Cierre	Nº	Fecha	Precio al Cierre
434	20/09/2010	5602.5	465	02/11/2010	5757.4
435	21/09/2010	5576.2	466	03/11/2010	5749
436	22/09/2010	5551.9	467	04/11/2010	5862.8
437	23/09/2010	5547.1	468	05/11/2010	5875.4
438	24/09/2010	5598.5	469	08/11/2010	5850
439	27/09/2010	5573.4	470	09/11/2010	5875.2
440	28/09/2010	5578.4	471	10/11/2010	5816.9
441	29/09/2010	5569.3	472	11/11/2010	5815.2
442	30/09/2010	5548.6	473	12/11/2010	5796.9
443	01/10/2010	5592.9	474	15/11/2010	5820.4
444	04/10/2010	5556	475	16/11/2010	5681.9
445	05/10/2010	5635.8	476	17/11/2010	5692.6
446	06/10/2010	5681.4	477	18/11/2010	5768.7
447	07/10/2010	5662.1	478	19/11/2010	5732.8
448	08/10/2010	5657.6	479	22/11/2010	5680.8
449	11/10/2010	5672.4	480	23/11/2010	5581.3
450	12/10/2010	5661.6	481	24/11/2010	5657.1
451	13/10/2010	5747.4	482	25/11/2010	5698.9
452	14/10/2010	5727.2	483	26/11/2010	5668.7
453	15/10/2010	5703.4	484	29/11/2010	5551
454	18/10/2010	5742.5	485	30/11/2010	5528.3
455	19/10/2010	5703.9	486	01/12/2010	5642.5
456	20/10/2010	5728.9	487	02/12/2010	5767.6
457	21/10/2010	5757.9	488	03/12/2010	5745.3
458	22/10/2010	5741.4	489	06/12/2010	5770.3
459	25/10/2010	5752	490	07/12/2010	5808.5
460	26/10/2010	5707.3	491	08/12/2010	5794.5
461	27/10/2010	5646	492	09/12/2010	5808
462	28/10/2010	5677.9	493	10/12/2010	5813
463	29/10/2010	5675.2	494	13/12/2010	5860.8
464	01/11/2010	5694.6	495	14/12/2010	5891.2

Nº	Fecha	Precio al Cierre	Nº	Fecha	Precio al Cierre
496	15/12/2010	5882.2	527	01/02/2011	5957.8
497	16/12/2010	5881.1	528	02/02/2011	6000.1
498	17/12/2010	5871.8	529	03/02/2011	5983.3
499	20/12/2010	5891.6	530	04/02/2011	5997.4
500	21/12/2010	5951.8	531	07/02/2011	6051
501	22/12/2010	5983.5	532	08/02/2011	6091.3
502	23/12/2010	5996.1	533	09/02/2011	6052.3
503	24/12/2010	6008.9	534	10/02/2011	6020
504	29/12/2010	5996.4	535	11/02/2011	6062.9
505	30/12/2010	5971	536	14/02/2011	6060.1
506	31/12/2010	5899.9	537	15/02/2011	6037.1
507	04/01/2011	6013.9	538	16/02/2011	6085.3
508	05/01/2011	6043.9	539	17/02/2011	6087.4
509	06/01/2011	6019.5	540	18/02/2011	6083
510	07/01/2011	5984.3	541	21/02/2011	6014.8
511	10/01/2011	5956.3	542	22/02/2011	5996.8
512	11/01/2011	6014	543	23/02/2011	5923.5
513	12/01/2011	6050.7	544	24/02/2011	5920
514	13/01/2011	6023.9	545	25/02/2011	6001.2
515	14/01/2011	6002.1	546	28/02/2011	5994
516	17/01/2011	5985.7	547	01/03/2011	5935.8
517	18/01/2011	6056.4	548	02/03/2011	5914.9
518	19/01/2011	5976.7	549	03/03/2011	6005.1
519	20/01/2011	5867.9	550	04/03/2011	5990.4
520	21/01/2011	5896.3	551	07/03/2011	5973.8
521	24/01/2011	5943.9	552	08/03/2011	5974.8
522	25/01/2011	5917.7	553	09/03/2011	5937.3
523	26/01/2011	5969.2	554	10/03/2011	5845.3
524	27/01/2011	5965.1	555	11/03/2011	5828.7
525	28/01/2011	5881.4	556	14/03/2011	5775.2
526	31/01/2011	5862.9	557	15/03/2011	5695.3

Nº	Fecha	Precio al Cierre	Nº	Fecha	Precio al Cierre
558	16/03/2011	5598.2	589	04/05/2011	5984.1
559	17/03/2011	5696.1	590	05/05/2011	5920
560	18/03/2011	5718.1	591	06/05/2011	5976.8
561	21/03/2011	5786.1	592	09/05/2011	5942.7
562	22/03/2011	5762.7	593	10/05/2011	6018.9
563	23/03/2011	5795.9	594	11/05/2011	5976
564	24/03/2011	5880.9	595	12/05/2011	5945
565	25/03/2011	5900.8	596	13/05/2011	5925.9
566	28/03/2011	5904.5	597	16/05/2011	5923.7
567	29/03/2011	5932.2	598	17/05/2011	5861
568	30/03/2011	5948.3	599	18/05/2011	5923.5
569	31/03/2011	5908.8	600	19/05/2011	5956
570	01/04/2011	6009.9	601	20/05/2011	5948.5
571	04/04/2011	6017	602	23/05/2011	5835.9
572	05/04/2011	6007.1	603	24/05/2011	5858.4
573	06/04/2011	6041.1	604	25/05/2011	5870.1
574	07/04/2011	6007.4	605	26/05/2011	5881
575	08/04/2011	6055.8	606	27/05/2011	5938.9
576	11/04/2011	6053.4	607	31/05/2011	5990
577	12/04/2011	5964.5	608	01/06/2011	5928.6
578	13/04/2011	6010.4	609	02/06/2011	5847.9
579	14/04/2011	5963.8	610	03/06/2011	5855
580	15/04/2011	5996	611	06/06/2011	5863.2
581	18/04/2011	5870.1	612	07/06/2011	5864.6
582	19/04/2011	5896.9	613	08/06/2011	5808.9
583	20/04/2011	6022.3	614	09/06/2011	5856.3
584	21/04/2011	6018.3	615	10/06/2011	5765.8
585	26/04/2011	6069.4	616	13/06/2011	5773.5
586	27/04/2011	6068.2	617	14/06/2011	5803.1
587	28/04/2011	6069.9	618	15/06/2011	5742.5
588	03/05/2011	6082.9	619	16/06/2011	5698.8

Nº	Fecha	Precio al Cierre	Nº	Fecha	Precio al Cierre
620	17/06/2011	5714.9	651	01/08/2011	5774.4
621	20/06/2011	5693.4	652	02/08/2011	5718.4
622	21/06/2011	5775.3	653	03/08/2011	5584.5
623	22/06/2011	5773	654	04/08/2011	5393.1
624	23/06/2011	5674.4	655	05/08/2011	5247
625	24/06/2011	5697.7	656	08/08/2011	5069
626	27/06/2011	5722.3	657	09/08/2011	5164.9
627	28/06/2011	5766.9	658	10/08/2011	5007.2
628	29/06/2011	5856	659	11/08/2011	5162.8
629	30/06/2011	5945.7	660	12/08/2011	5320
630	01/07/2011	5989.8	<p>Tabla A.4: Tabla de precios al cierre del índice bursátil FTSE 100 recortado entre páginas</p>		
631	04/07/2011	6017.5			
632	05/07/2011	6024			
633	06/07/2011	6002.9			
634	07/07/2011	6054.5			
635	08/07/2011	5990.6			
636	11/07/2011	5929.2			
637	12/07/2011	5869			
638	13/07/2011	5906.4			
639	14/07/2011	5847			
640	15/07/2011	5843.7			
641	18/07/2011	5752.8			
642	19/07/2011	5790			
643	20/07/2011	5853.8			
644	21/07/2011	5899.9			
645	22/07/2011	5935			
646	25/07/2011	5925.3			
647	26/07/2011	5929.7			
648	27/07/2011	5856.6			
649	28/07/2011	5873.2			
650	29/07/2011	5815.2			

Anexo B

Código SAS de los Programas Desarrollados

El presente anexo tiene la finalidad de mostrar el código bajo el cual se desarrolló la implementación del modelo de Red Neuronal de Retropropagación.

B.1. Red Neuronal de Retropropagación y Resultados

El código se realizó en base a la sintaxis descrita por el SAS Institute, el código de la Red Neuronal de Retropropagación fue totalmente desarrollado desde cero en base al algoritmo descrito en la sección 2.2, mientras que el procedimiento Proc Forecast que utiliza la metodología de Box y Jenkins es un módulo propio del programa. El código se muestra a continuación:

```
options nosource nonotes;
libname UTPL "C:\Users\Public\Documents\REV_TEMPORAL_TESIS\RAYVTM\TX";

proc sql noprint;
    select distinct memname
        into :mem1-:mem100
        from dictionary.columns
        where libname="UTPL" and memname not like
            "_F_" and memname not like "%F"
            and memname not like "%CC%";

    %let nm=&sqlobs;
quit;

%macro orden(nom, num);
    %global &nom;

    data _null_;
```

```

        a=&num;
        a=input(a,best32.);
        c=put(a,E10.);
        b=length(c);
        k=substr(c,b-1,2);
        call symputx("&nom",k);

run;

%mend orden;

%macro minmax(tabla,lib,colum);
    %global max min;

    proc sql noprint;
        select max(&colum) as y, min(&colum) as z
            into :max, :min
            from &lib..&tabla;

    quit;

%mend minmax;

%macro BPN(tabla, lib, IN, HIDE, OUT, iter ,fore);

    data _null_;
        set &lib..&tabla end=eof;

        if eof then
            x=_N_;
            call symputx("obs",x);

run;

    %let learn=%eval(&obs-&fore);
/* Red Neuronal Retropropagación */
    proc iml;
        use &lib..&tabla;
        read all var {close} into t_in;

        %do h=0 %to %eval(&learn-&in+1);
            %let j=%eval(&h+1);
            t&j=j(&out,1,0);
            x&j=j(&in,1,0);

            do i=1 to &out;
                t&j[i,1]=t_in[i+&in+&h,1];
            end;

            do i=1 to &in;
                x&j[i,1]=t_in[i+&h,1];
            end;

```

```

        x&j=x&j#(1/10**(&n+1));
        t&j=t&j#(1/10**(&n+1));

    %end;

    Z_in=j(&HIDE,1,0);
    y_in=j(&OUT,1,0);
    p=j(1,1,0);

/* Aprendizaje */

    %do b=1 %to %eval(&learn-&in+1);
        V&b=j(&IN,&HIDE,0);
        call randgen(V&b, 'UNIFORM');
        V&b=(int((5000000+5000000+1)#V&b)-5000000)
            #(1/10000000);
        beta=0.7*(&HIDE)**(1/&IN);
        MV&b=j(&IN,1,0);

        do i=1 to &IN;
            MV&b[i,1]=SQRT(SSQ(V&b[i,]));
        end;

        V&b=(V&b # (beta))#(MV&b );
        W&b=j(&HIDE,&OUT,0);
        call randgen(W&b, 'UNIFORM');
        W&b=(int((5000000+5000000+1)#W&b)-5000000)
            #(1/10000000);

        do i=1 to &iter;
            Z_in=x&b # V&b;
            z_in=z_in[+,];
            z=TANH(z_in);
            y_in=T(z)#W&b;
            y_in=y_in[+,];
            y=TANH(T(y_in));
            delta_o=(t&b-y)#(1/(COSH(T(y_in))#COSH(T(
                y_in))));
            DW=0.15#T(delta_o*z);
            delta_in_in=(delta_o#W&b)[+,];
            delta_in=T(delta_in_in#(1/(COSH(T(z_in))#
                COSH(T(z_in))));
            DV=0.15#(x&b *delta_in);
            W&b=W&b+DW;
            V&b=V&b+DV;
        end;
    %end;

/* Predicción */

```



```

%let pr=%eval(&learn-&in+1);
%let ppr=%eval(&pr-&fore+1);
x_x1=x&pr;
Z_in=x_x1 # V&ppr;
z_in=z_in[+,];
z=TANH(z_in);
y_in=T(z)#W&ppr;
y_in=y_in[+,];
f1=TANH(T(y_in));
%let cmp=%eval(&learn+1);
DD1=Abs(f1#10**(&n+1)-t_in[&cmp,1])/t_in[&cmp,1];
R=t_in[&cmp,1]||f1#10**(&n+1)||DD1;

%do      k=2 %to &fore;
          %let h=%eval(&k-1);
          x_x&k=j(&in,1,0);

          do u=1 to %eval(&IN-1);
              x_x&k[u,1]=x_x&h[u+1,1];
          end;

          x_x&k[&IN,1]=f&h;
          %let prm=%eval(&ppr+&h);
          Z_in=x_x&k # V&prm;
          z_in=z_in[+,];
          z=TANH(z_in);
          y_in=T(z)#W&prm;
          y_in=y_in[+,];
          f&k=TANH(T(y_in));
          %let cp=%eval(&cmp+&h);
          DD&k=Abs(f&k#10**(&n+1)-t_in[&cp,1])/t_in[&cp,1];
          R=R/(t_in[&cp,1]||f&k#10**(&n+1)||DD&k);
      %end;

create &lib.._F_&tabla from R;
append from R;
close &lib.._F_&tabla;

quit;

proc sql;
    create table &lib.._F_&tabla as
        select col1 as Real, col2 as Proyeccion, col3
            format=percent. as P_error_R
            from &lib.._F_&tabla;

quit;

%mend;

/* Ejecución de las Macros */

```

```

%minmax(&mem1,UTPL,close)

%orden(n,&max)

%BPN(&mem1,UTPL,5, 3, 1, 10000, 30)


%minmax(&mem2,UTPL,close)

%orden(n,&max)

%BPN(&mem2,UTPL,1, 3, 1, 50000, 30)


%minmax(&mem3,UTPL,close)

%orden(n,&max)

%BPN(&mem3,UTPL,30, 3, 1, 5000, 30)


%minmax(&mem4,UTPL,close)

%orden(n,&max)

%BPN(&mem4,UTPL,1, 3, 1, 5000, 30)

/* Comparación */

%macro Compar;
    %do i=1 %to &nm;

        DATA _NULL_;
            SET UTPL.&&mem&i END=eee;

            IF EEE THEN
                CALL SYMPUTX("FIN",_n_);

        RUN;

        %PUT &FIN;

        PROC SORT
            DATA=UTPL.&&mem&i(KEEP=Close date)
            ;
            BY date;

        RUN;

```

```

DATA F_30_&i;
    SET UTPL.&&mem&i (FIRSTOBS=1 OBS=%EVAL(&FIN-30));
RUN;

DATA COMP;
    SET UTPL.&&mem&i (FIRSTOBS=%EVAL(&FIN-29) OBS=&
        FIN);
RUN;

/* Aplicación Método Autoregresivo Paso a Paso (Box Jenkins) */

PROC FORECAST
    DATA = WORK.F_30_&i
    OUT=WORK.FORE&&mem&i (LABEL="Forecast of WORK.FORE
        &&mem&i")
    OUTALL
    METHOD=STEPAR
    INTERVAL=DAY
    LEAD=60
    TREND=2
    ALPHA=0.05
;
    ID date
;
    VAR Close
;
RUN;

TITLE;
TITLE;
FOOTNOTE;
RUN;

DATA _NULL_;
    DSID = OPEN("WORK.F_30_&i");
    NUMOBS = ATTRN(DSID, 'NOBS');

    IF NUMOBS = -1 THEN
        NUMOBS = ATTRN(DSID, 'NLOBSF');
    PLOTSTART = 1;
    DATEVAR = VARNUM(DSID, "date");
    SYSRC = FETCHOBS(DSID, NUMOBS);
    REFVAL = GETVARN(DSID, DATEVAR);
    SYSRC = FETCHOBS(DSID, PLOTSTART);
    STARTVAL = GETVARN(DSID, DATEVAR);
    RC = CLOSE(DSID);
    CALL SYMPUT('REFDATE', REFVAL);
    CALL SYMPUT('STARTDATE', STARTVAL);
RUN;

```

```

        FOOTNOTE;

        /* Gráfico de los Valores Actuales */
        TITLE;
        TITLE1 "Análisis de Resultados";
        TITLE2 "Valores Actuales";
        TITLE3 "Gráfico de los Valores Actuales de &&mem&i";
        SYMBOL1 I=JOIN V=NONE C=BLUE;
axis1 label=("Precios al Cierre");
axis2 label=("Fecha");
GOPTIONS PUBLISH;

        PROC GPGPLOT DATA = UTPL.&&mem&i;
            PLOT (Close) * DATE = 1 /haxis=axis2 vaxis=axis1;
            WHERE DATE >= &STARTDATE;
            format close dollarx12.2 date ddmmyy.;
        RUN;

        QUIT;

proc sql;
create view aaa as
select date, close format=dollarx32.2
from UTPL.&&mem&i
order by 1;
quit;

proc sgplot data=aaa ;
    series x=DATE y=Close ;
    xaxis label="Fecha";
    yaxis label="Precio al Cierre";
*WHERE DATE >= &STARTDATE;
run;

        TITLE3;
        SYMBOL;
        TITLE;

        proc sql;
            create table gg as
                select a.date, a.close as close, b.close
                    as fore, (abs(a.close-b.close)/a.
                        close) as V format=percent.
                    from Fore&&mem&i as b , COMP as a
                        where _TYPE_="FORECAST"
                            and a.date=b.date;

        quit;

        data CC(keep=V P_ERROR_R);

```

```

merge gg UTPL._F_&&mem&i
;
run;

data utpl.CC_&i.&&mem&i;
set CC;

if P_error_R le V then
    MEJOR="BPN";
else MEJOR="BXJ";
run;

%end;
%mend;

%Compar

%put &mem1 &mem2 &mem3 &mem4;

/* Presentación de Resultados */

%macro PLOTT;
    %do i=1 %to &nm;

        DATA _NULL_;
            SET UTPL.&&mem&i END=eee;

            IF EEE THEN
                CALL SYMPUTX("FIN",_n_);

        RUN;

        %PUT &FIN;

        DATA DATE;
            SET UTPL.&&mem&i (FIRSTOBS=%EVAL(&FIN-29) OBS=&
                FIN Keep=Date);

        RUN;

        DATA REAL;
            SET UTPL.&&mem&i (FIRSTOBS=%EVAL(&FIN-29) OBS=&
                FIN Keep=Date Close);
            _TYPE_="REAL";

        RUN;

        DATA _D_&&mem&i(keep=Close Date _TYPE_);
            merge DATE utpl._f_&&mem&i(Rename=(Proyeccion=
                Close));
            _TYPE_="BPN";

        run;
    
```

```

DATA _A95_&&mem&i(keep=Close Date _TYPE_);
    merge DATE utpl._f_&&mem&i(Rename=(Proyeccion=
        Close));
    Close=Close*1.025;
    _TYPE_="_A95_";
run;

DATA _D95_&&mem&i(keep=Close Date _TYPE_);
    merge DATE utpl._f_&&mem&i(Rename=(Proyeccion=
        Close));
    Close=Close*0.975;
    _TYPE_="_D95_";
run;

proc sql;
    create table BPN_D_&&mem&i as
        select a.DATE , a.Close, a._TYPE_
            from fore&&mem&i as a, date as b
            where a.date=b.date
        ;
    insert into BPN_D_&&mem&i
        select * from REAL
        ;
    insert into BPN_D_&&mem&i
        select * from _D_&&mem&i
        ;
    insert into BPN_D_&&mem&i
        select * from _A95_&&mem&i
        ;
    insert into BPN_D_&&mem&i
        select * from _D95_&&mem&i
        ;
quit;

DATA _NULL_;
    DSID = OPEN("WORK.F_30_&i");
    NUMOBS = ATTRN(DSID, 'NOBS');

    IF NUMOBS = -1 THEN
        NUMOBS = ATTRN(DSID, 'NLOBSF');
    PLOTSTART = 1;
    DATEVAR = VARNUM(DSID, "date");
    SYSRC = FETCHOBS(DSID, NUMOBS);
    REFVAL = GETVARN(DSID, DATEVAR);
    SYSRC = FETCHOBS(DSID, PLOTSTART);
    STARTVAL = GETVARN(DSID, DATEVAR);
    RC = CLOSE(DSID);
    CALL SYMPUT('REFDATE', REFVAL);
    CALL SYMPUT('STARTDATE', STARTVAL);

```

```

RUN;

data _null_;
    set date;

    if _N_=1 then
        CALL SYMPUT('STARTDATE', DATE);

run;

TITLE;
TITLE1 "Prediccion_Red_Neural_Retropropagación";
TITLE2 "Predicciones";
TITLE3 "Gráfico_de_la_serie_&&mem&i_más_la_Predicción_de_
la_Red_Neural";
GOPTIONS PUBLISH;

PROC GPLOT DATA = BPN_D_&&mem&i;
    format date date9.;
    PLOT (Close) * DATE = _TYPE_ / haxis=axis1 vaxis=
        axis2 cframe=ligr;
    axis1 label=(height=2.0 font=swiss color=black '
        Fecha')
        value=(height=1.5 font=swiss color=black)
        ;
    axis2 label=(height=2.0 font=swiss color=black '
        Precio_al_Cierre')
        value=(height=1.5 font=swiss color=black)
        ;
    ;
    SYMBOL3 I=JOIN V=NONE C=RED L=3 V="star";
    SYMBOL4 I=JOIN V=NONE C=BLUE L=4 V="circle";
    SYMBOL5 I=JOIN V=NONE C=BLACK L=1;
    SYMBOL1 I=JOIN V=NONE C=MAGENTA L=2;
    SYMBOL2 I=JOIN V=NONE C=MAGENTA L=2;
    WHERE _TYPE_ ne 'RESIDUAL' and _TYPE_ ne 'STD'
        and _TYPE_ ne "U95" and _TYPE_ ne "L95" and
        date >= &STARTDATE;
    format close dollarx12.2 date ddmmyy.;

RUN;

QUIT;

```

```

proc sql;
create view exp as
select close, date
from BPN_D_&&mem&i
where _TYPE_="REAL";
quit;

```

```
PROC EXPAND data=exp
```

```

OUT=band;
id DATE;
CONVERT close = MA_SAL / TRANSFORM = ( CMOVAVE 25 );
CONVERT close = STD_SAL / TRANSFORM = ( CMOVSTD 25 );
RUN;

proc sql;
create table mmm as
select ma_sal + 2* STD_SAL as SUP, ma_sal - 2* STD_SAL as INF, close,date
from BAND;
quit;

proc sql;
create view bbb as
select a.close as Real format=dollarx32
      .2, b.close as Prediccion format=
dollarx32.2, c.close as BPN format=
dollarx32.2, SUP, INF, a.date as
Fecha format=date9.
      from (select close, date from
            BPN_D_&&mem&i where left(trim
            (_TYPE_))="REAL" ) as a, (
            select close, date from
            BPN_D_&&mem&i where left(trim
            (_TYPE_))="FORECAST" ) as b,
            (select close, date from
            BPN_D_&&mem&i where left(trim
            (_TYPE_))="BPN" ) as c, mmm
            as d
            where a.date=b.date and b
            .date=c.date and c.
            date=d.date;

quit;

proc sgplot data=bbb;
band x=fecha lower=INF upper=SUP /
      legendlabel="95%" name="Banda de
      Confianza";
series x=fecha y=Real /
      legendlabel="Serie Real" name="Real"
      lineattrs=(color=black);
series x=fecha y=Prediccion / lineattrs=
      GraphPrediction(color=blue) markers
      markerattrs=(SYMBOL="circle" color=blue )
      legendlabel="Predicción con Box Jenkins
      SAS" name="PRED";
series x=fecha y=BPN / lineattrs=GraphPrediction(
      color=red) markerattrs=(SYMBOL="star" color=
      red )
      legendlabel="Predicción con BPN" name="

```



```
                                BPN" markers;
                                xaxis label="Fecha";
                                yaxis label="Precio al Cierre";
                                keylegend "Banda de Confianza" "Real" "PRED" "BPN"
                                    " / location=inside position=bottomright;

                                run;

                                TITLE3;
                                SYMBOL;
                                TITLE;

                                %end;
%mend;

%PLOTT
```

Para referencia en el código revisar los manuales presentados en la bibliografía. [9] [10]