

Evaluación y clasificación preliminar de la calidad del agua de las Cuencas de los ríos Tárcoles y Reventazón

Parte IV: Análisis estadístico de variables relacionadas con la calidad del agua

Primera parte: publicado en Tecnología en Marcha V.20, N.º2 - 2007.

Segunda parte: publicado en Tecnología en Marcha V.20, N.º3 - 2007.

Tercera parte: publicado en Tecnología en Marcha V.20, N.º4 - 2007.

Fecha de recepción: 02/05/2008

Fecha de aceptación: 12/05/2008

Guillermo Calvo Brenes¹

Jesús Mora Molina²

Palabras clave

Calidad del agua, oxígeno disuelto, nitrógeno amoniacal, Sistema Holandés de Clasificación, porcentaje de saturación de oxígeno, demanda bioquímica de oxígeno.

Key words

Water quality, dissolved oxygen, ammonium nitrogen, Holland Clasification System, oxygen saturation percentage, biochemical oxygen demand.

Resumen

La regresión lineal consiste en obtener una expresión matemática o función lineal de varias variables independientes, que permiten explicar o predecir el valor de una

variable dependiente. Antes de proceder con la estimación del modelo de regresión, es conveniente analizar, por medio del coeficiente de correlación de Pearson, el grado de asociación lineal entre pares de variables.

Los parámetros analizados en la Cuenca del Río Grande de Tárcoles y en la Cuenca del Reventazón fueron: densidad poblacional, precipitación pluvial, caudal, pH y temperatura del río, Oxígeno Disuelto (OD), Porcentaje de Saturación de Oxígeno (PSO), Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Sólidos Suspendidos Totales (SST) y nitrógeno amoniacal (NH_4^+). La variable dependiente es el parámetro “calidad del río”. La metodología de análisis utilizada, así como los datos recolectados de estos parámetros, se encuentran reportados en

1. Profesor e investigador. Escuela de Química del Instituto Tecnológico de Costa Rica, Sede Cartago. Coordinador del Proyecto. Teléfono:(506) 2550-2738. Correo electrónico: gcalvo@itcr.ac.cr.
2. Profesor e investigador. Escuela de Química del Instituto Tecnológico de Costa Rica, Sede Cartago. Teléfono: (506) 2550-2304. Correo electrónico: jmora@itcr.ac.cr.

A pesar de que el estudio no logró la profundidad deseada en el análisis estadístico, este aspecto no le resta méritos a esta herramienta estadística que permite comprender mejor la interrelación entre variables y la creación de modelos matemáticos para predecir el comportamiento de parámetros de medición.

la revista Tecnología en Marcha, Parte I, II y III. El análisis estadístico se llevó a cabo utilizando el programa de cómputo *Statistical Package for Social Science* (SPSS). El análisis de correlación entre pares de variables se efectuó por medio del análisis de correlación de Pearson, que forma parte de este programa de cómputo.

Se logró determinar que existen correlaciones significativas entre los siguientes pares de variables: calidad-densidad poblacional, calidad-OD, calidad-PSO, calidad-DQO, calidad-DBO y calidad-NH₄⁺. Algunos parámetros mostraron comportamientos particularmente diferentes al promedio de los ríos estudiados, lo cual puede afectar de forma adversa el análisis estadístico que se llevó a cabo. Algunos de esos parámetros son DQO, DBO, SST y precipitación pluvial.

A pesar de que el estudio no logró la profundidad deseada en el análisis estadístico, este aspecto no le resta méritos a esta herramienta estadística que permite comprender mejor la interrelación entre variables y la creación de modelos matemáticos para predecir el comportamiento de parámetros de medición.

Abstract

Linear Regression is a mathematical expression that relates independent variables in order to predict the value of a dependable variable. Before proceeding with that calculation, it is important to determine the Pearson's coefficient correlation between two variables.

The parameters analyzed in the Río Grande de Tárcoles and Reventazón Basins were: population density, rain precipitation, discharge, pH, temperature, Dissolve Oxygen (OD), Oxygen Saturation Percentage (PSO), Biochemical Oxygen Demand (DBO), Chemical Oxygen Demand (DQO), Total Suspended Solids

(SST), and ammonium nitrogen (NH₄⁺). Quality is designated as the dependant parameter. Methodology followed for the analysis as well as collected data is registered in Tecnología en Marcha, Partes I, II y III. Statistical analysis was made by the Statistical Package for Social Science (SPSS) software. Correlation analysis between parameters was made applying Pearson's correlation included also in this software.

There is a correlation between the following parameters: quality-population density, quality-OD, quality-PSO, quality-DQO, quality-DBO and quality-NH₄⁺. Some parameters have erratic behavior interfering with the statistical analysis. Some of them are DQO, DBO, SST and rain precipitation.

Even though the statistical analysis was not as complete as expected, the methodology followed is still a very good tool to correlate parameters for a better understanding of the interactions among them and to develop mathematical models to predict parameters behaviors.

Introducción

La regresión lineal consiste en obtener una expresión matemática o función lineal de varias variables independientes, que permiten explicar o predecir el valor de una variable dependiente. Si designamos las variables independientes con la letra X y un subíndice que las diferencie entre sí, y a la variable dependiente la designamos con la letra Y, la asociación lineal entre Y y X_{1...n} puede expresarse de la siguiente manera:

$$Y = \beta_1 X_1 + \dots + \beta_n X_n + \beta_0 \quad (1)$$

donde $\beta_1, \dots, \beta_n, \beta_0$ son coeficientes desconocidos por determinar.

Cuando la expresión matemática se establece entre una variable independiente

Uno de los objetivos de la investigación fue clasificar la calidad físico-química de los cuerpos de agua utilizando el Índice Holandés de Valoración, basado en la prioridad de su uso.

y la variable dependiente, el modelo se conoce como regresión lineal simple. En el caso de que la correlación involucre varias variables independientes con su respectiva variable dependiente, el modelo se llama regresión lineal múltiple o multivariable (fórmula 1).

Los parámetros analizados en la Cuenca del Río Grande de Tárcoles y en la Cuenca del Reventazón fueron los siguientes: densidad poblacional, precipitación pluvial, caudal, pH y temperatura del río, Oxígeno Disuelto (OD), Porcentaje de Saturación de Oxígeno (PSO), Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Sólidos Suspendidos Totales (SST) y nitrógeno amoniacal (NH_4^+), todas ellas designadas como variables independientes. La variable designada como dependiente es el parámetro “Calidad del río” (Calidad).

Antes de proceder con la estimación del modelo de regresión, es conveniente analizar a través del coeficiente de correlación de Pearson, el grado de asociación lineal entre cada par de variables. El coeficiente de correlación lineal simple o de Pearson (ρ) mide el grado de asociación lineal entre dos variables medidas en escala de intervalo o razón, tomando valores entre -1 y +1. Valores de ρ próximos a +1 indicarán fuerte asociación lineal positiva: a medida que aumentan los valores de una de las dos variables, aumentan los de la otra. Valores de ρ próximos a -1 indican fuerte asociación lineal negativa: a medida que aumentan los valores de una de las dos variables, disminuyen los valores de la otra. Valores de ρ próximos a 0 indicarán no asociación lineal, lo que significa que no puede existir otro tipo de asociación⁽⁵⁾.

Las pruebas estadísticas se utilizan para decidir si cierta propiedad supuesta para una población es confirmada por la observación de una muestra. El procedimiento estadístico de decisión consistirá en formular una hipótesis sobre la población, elegir la prueba estadística

adecuada para contrastar dicha hipótesis y aplicar la prueba sobre la muestra observada. Para decidir si la discrepancia entre los resultados observados y los teóricos o esperados es muy grande, debe fijarse una probabilidad tal que sucesos con probabilidad menor que dicho nivel induzcan a rechazar la hipótesis nula. Usualmente, el nivel de confianza utilizado corresponde a un 95%, o lo que es lo mismo, un nivel de significancia de 0,05.

Para determinar si la asociación es estadísticamente significativa, se puede plantear la hipótesis nula de que el coeficiente de correlación lineal es igual a cero:

$$H_0 : \rho = 0$$

Si el valor p asociado es menor que α , se rechazará la hipótesis nula al nivel de significancia α . De esta forma podemos corroborar con un nivel de significancia dado, si existe correlación estadísticamente significativa entre dos variables investigadas⁽⁵⁾.

Uno de los objetivos de la investigación fue clasificar la calidad físico-química de los cuerpos de agua utilizando el Índice Holandés de Valoración, basado en la prioridad de su uso. También se analizó otros parámetros que determinan la calidad de los cuerpos de agua. Los muestreos se efectuaron en las cuatro zonas de control de las Cuencas del Río Grande de Tárcoles y del Río Reventazón en los primeros seis meses del año^(2, 3 y 4).

Materiales y métodos

Para analizar los parámetros relacionados con la calidad de los cuerpos de agua, se recolectó muestras para ser analizadas en el laboratorio. También se efectuó mediciones de campo en los puntos de muestreo localizados en las Cuencas de los Ríos Grande de Tárcoles y Reventazón. Los puntos de muestreo se encuentran

claramente detallados en la revista Tecnología en Marcha, Parte I⁽²⁾.

Para la valoración de la calidad del agua, se determinó los siguientes parámetros: el Porcentaje de Saturación de Oxígeno (PSO), la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), el nitrógeno amoniacal (NH₄⁺), el Oxígeno Disuelto (OD), la Demanda Química de Oxígeno (DQO), los Sólidos Suspendidos Totales (SST) y el pH del río. La metodología seguida se explica claramente en las revistas Tecnología en Marcha, Partes I y II^(2 y 3).

También se evaluó otros parámetros importantes como la: medición del caudal del río (Tecnología en Marcha, Parte II) y la densidad poblacional (Tecnología en Marcha, Parte III).

La información sobre la precipitación pluvial se obtuvo con la colaboración del Instituto Meteorológico Nacional (IMN). El Cuadro 1 muestra la precipitación mensual acumulada en milímetros en cada uno de los puntos de muestreo, información que se obtuvo mediante estaciones meteorológicas localizadas en las áreas muestreadas. Se seleccionó aquellas estaciones que estuvieran lo más cerca posible de los sitios muestreados.

El análisis estadístico se llevó a cabo utilizando el programa de cómputo *Statistical Package for Social Science* (SPSS). El análisis de correlación entre pares de variables se efectuó a través del análisis de correlación de Pearson, que forma parte de este programa de cómputo.

Cuadro 1. Datos de precipitación pluvial acumulada por mes, según datos suministrados por el IMN.

Ríos investigados	Precipitación Pluvial (mm)					
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun.
Tiribí-1	9	19	2	24	278	249
María Aguilar	9	19	2	24	278	249
Tiribí-4	9	19	2	24	278	249
Torres	9	19	2	24	278	249
Virilla-3	9	19	2	24	278	249
Virilla-1	9	19	2	24	278	249
Reventado	135	56	65	5	117	238
Puríres	135	56	65	5	117	238
Agua Caliente	135	56	65	5	117	238
Poas	14	41	3	51	266	227
Alajuela	14	41	3	51	266	227
Tizate	0	33	0	166	764	392
Grande S.Ramón	0	33	0	166	764	392
Virilla 6	0	33	0	166	764	392
Virilla 5	0	33	0	166	764	392
Bermúdez	15	14	5	69	285	211
Ciruelas	0	33	0	166	764	392
Segundo	0	33	0	166	764	392
Uruca	15	14	5	69	285	211

Resultados y discusión

Precipitación pluvial en cada punto de muestreo

Los datos de precipitación pluvial acumulada por mes y por lugar de muestreo corresponden a la cantidad total de lluvia caída en milímetros en cada mes del período estudiado. El Cuadro 1 muestra que el inicio del invierno se presenta en los meses de mayo y junio. Sin embargo, dos de las cuatro zonas en el mes de abril ya experimentan un marcado incremento en las lluvias.

Se observa que la precipitación pluvial fluctúa en forma constante durante los primeros tres meses del año. En los siguientes meses, se observa un incremento de las lluvias, con una tendencia en el último mes a estabilizarse o a disminuir.

Este comportamiento contrasta con el caudal medido en los ríos, cuya tendencia es decrecer desde el inicio de las mediciones y hasta marzo-abril. Posteriormente, vuelve a incrementarse en los meses siguientes⁽³⁾.

Análisis de correlación entre pares de variables

El Cuadro 2 presenta la información completa generada por el programa de cómputo SPSS, que relaciona pares de variables entre sí. En la columna de la izquierda se indica cada una de las variables estudiadas, las cuales se repiten nuevamente en la primera fila del cuadro. De esta manera, resulta conveniente decidir cuáles variables se van a correlacionar entre sí y así analizar los datos del análisis estadístico que nos genera el programa de cómputo. Cada par de variables correlacionadas por el programa, nos brinda dos datos numéricos dentro de la celda correspondiente, en relación con el coeficiente de correlación de Pearson (ρ) y el nivel de significancia “p”, el cual se compara con el valor de $\alpha = 0,05$.

En el Cuadro 2, se puede observar que existe correlación significativa (“p” igual o menor que 0,05) entre los siguientes pares de variables: calidad-densidad poblacional, calidad-OD, calidad-PSO, calidad-DQO, calidad-DBO y calidad- NH_4^+ . La correlación que se establece entre la variable calidad y OD, PSO, DBO y NH_4^+ es predecible, ya que esas variables independientes son las mismas que se utilizan en el Sistema de Clasificación Holandés para el cálculo de la calidad del agua. Cada una de ellas influye en la clasificación de la calidad del agua. También es importante mencionar que en este estudio estadístico, no se establece correlación entre el parámetro “calidad” y la precipitación pluvial, ni con el caudal del río. Se esperaría que a mayor precipitación pluvial, aumentara el caudal de los ríos, lo cual causaría una dilución de los contaminantes en el cuerpo de agua, mejorando su calidad. La correlación de estas dos variables con el resto de las otras variables no esclarece el efecto que ejercen sobre la calidad de los ríos. Dependiendo de las características del terreno aledaño a los ríos, es posible que lluvias leves ayuden

a diluir los contaminantes presentes en los ríos, mejorando su calidad, pero lluvias mayores pueden empeorar su calidad debido a la introducción de una mayor carga contaminante en el río, producto de la erosión de los suelos.

Al verificar las posibles correlaciones que pueden existir entre variables independientes entre sí, se comprobó que hay correlación estadísticamente significativa entre caudal-precipitación pluvial, caudal-pH, caudal-OD, pH-precipitación pluvial, pH-temperatura del río, pH-DQO y pH-DBO. Al verificar el coeficiente de correlación de Pearson, se observa que al aumentar la precipitación pluvial, se da un aumento en el caudal y una disminución del pH del río. Un aumento en el caudal implica un aumento en el OD y una disminución en el pH.

Por otra parte, al analizar la relación entre pares de variables en relación con el OD, se observó que hay correlación significativa de esta variable con la precipitación pluvial, el caudal, la temperatura, los SST y el NH_4^+ . Una disminución en el OD está asociado a otras variables, como lo son un aumento en la clasificación numérica de la calidad del río (menor calidad del agua), un aumento en la precipitación pluvial, una disminución en el caudal, un aumento en la temperatura, un aumento en los SST y un aumento en el NH_4^+ .

El DQO es un parámetro no contemplado por el Sistema de Clasificación Holandés, pero se relaciona estrechamente con el DBO. Ambos son parámetros asociados a la calidad de las aguas: valores altos en cualquiera de estos parámetros implica baja calidad de los cuerpos de agua. El Cuadro 2 muestra que un incremento en el DQO está asociado con un incremento en la densidad poblacional, mayor valor numérico de la calidad del agua (menor calidad), mayores DBO y NH_4^+ ; e implica también una disminución en la precipitación pluvial y un aumento en el pH.

El DBO se correlaciona con densidad poblacional, calidad, pH, PSO, DQO y

Al verificar las posibles correlaciones que pueden existir entre variables independientes entre sí, se comprobó que hay correlación estadísticamente significativa entre caudal-precipitación pluvial, caudal-pH, caudal-OD, pH-precipitación pluvial, pH-temperatura del río, pH-DQO y pH-DBO.

Cuadro 2. Análisis estadístico entre pares de variables por el método de correlación de Pearson.

	DENS.	Calidad	PRECIP.	CAUDAL	PH	TEMP	OD	PSO	DQO	DBO	SST	NH4
DENS.	Pearson Correlation Sig. (2-tailed)	1	.496(**)	-.131	-.010	-.090	-.398(**)	-.155	-.368(**)	.258(**)	.201(*)	.561(**)
Calidad	Pearson Correlation Sig. (2-tailed)	.496(**)	1	-.055	-.066	.089	-.016	-.585(**)	-.573(**)	.189(*)	.562(**)	.753(**)
PRECIP	Pearson Correlation Sig. (2-tailed)	.000	.055	.562	.516	.345	.863	.000	.000	.044	.000	.000
CAUDAL	Pearson Correlation Sig. (2-tailed)	-.131	-.055	1	.240(*)	-.304(**)	.149	-.240(*)	-.151	-.498(**)	-.066	-.225(*)
	Pearson Correlation Sig. (2-tailed)	.164	.562	.017	.017	.001	.114	.010	.133	.000	.488	.016
PH	Pearson Correlation Sig. (2-tailed)	-.010	-.066	.240(*)	1	-.253(*)	-.176	.227(*)	.110	-.134	-.060	-.002
	Pearson Correlation Sig. (2-tailed)	.919	.516	.017	.012	.012	.081	.024	.279	.187	.558	.982
TEMP	Pearson Correlation Sig. (2-tailed)	-.090	.089	-.304(**)	-.253(*)	1	.210(*)	.007	.102	.343(**)	.223(*)	.172
	Pearson Correlation Sig. (2-tailed)	.343	.345	.001	.012	.025	.025	.943	.315	.000	.017	.066
OD	Pearson Correlation Sig. (2-tailed)	-.398(**)	-.016	.149	-.176	.210(*)	1	-.193(*)	-.133	-.146	-.019	-.028
	Pearson Correlation Sig. (2-tailed)	.000	.863	.114	.081	.025	.040	.040	.186	.120	.842	.768
PSO	Pearson Correlation Sig. (2-tailed)	-.155	-.585(**)	-.240(*)	.227(*)	.007	-.193(*)	1	.983(**)	.166	-.080	-.318(**)
	Pearson Correlation Sig. (2-tailed)	.100	.000	.010	.024	.943	.040	.000	.000	.077	.397	.001
DQO	Pearson Correlation Sig. (2-tailed)	-.368(**)	-.573(**)	-.151	.110	.102	-.133	.983(**)	1	.001	-.252(*)	-.384(**)
	Pearson Correlation Sig. (2-tailed)	.000	.000	.133	.279	.315	.186	.000	.000	.996	.011	.000
DBO	Pearson Correlation Sig. (2-tailed)	.258(**)	.189(*)	-.498(**)	-.134	.343(**)	-.146	.166	.001	1	.563(**)	.272(**)
	Pearson Correlation Sig. (2-tailed)	.006	.044	.000	.187	.000	.120	.077	.996	.000	.000	.003
SST	Pearson Correlation Sig. (2-tailed)	.201(*)	.562(**)	-.066	-.060	.223(*)	-.019	-.080	-.252(*)	.563(**)	1	.340(**)
	Pearson Correlation Sig. (2-tailed)	.032	.000	.488	.558	.017	.842	.397	.011	.000	.976	.000
NH4	Pearson Correlation Sig. (2-tailed)	.092	.138	-.049	-.096	-.114	.048	-.253(**)	-.284(**)	.083	-.003	1
	Pearson Correlation Sig. (2-tailed)	.329	.142	.603	.346	.227	.614	.007	.004	.381	.976	.999
	Pearson Correlation Sig. (2-tailed)	.561(**)	.753(**)	-.225(*)	-.002	.172	-.028	-.318(**)	-.384(**)	.272(**)	.340(**)	1
	Pearson Correlation Sig. (2-tailed)	.000	.000	.016	.982	.066	.768	.001	.000	.003	.000	.999

* Correlación es significativa al nivel de 0.05 (2-colas).

** Correlación es significativa al nivel de 0.01 (2-colas).

A pesar de que el estudio no logró la profundidad deseada en el análisis estadístico, este aspecto no le resta méritos a esta herramienta estadística que permite comprender mejor la interrelación entre variables y la creación de modelos matemáticos para predecir resultados esperables.

NH_4^+ . Un incremento en el DBO está asociado a un incremento en la densidad poblacional, un mayor valor en la calidad (menor calidad del agua), un incremento en el pH, un menor PSO y mayores tanto DQO como NH_4^+ .

Los SST parecen no tener mayor injerencia en otros parámetros. Así, se observa que un mayor valor en SST se relaciona con un menor OD y un menor PSO.

El NH_4^+ está correlacionado con la mayoría de los parámetros estudiados: densidad poblacional, calidad del río, precipitación pluvial, pH, OD, PSO, DQO y DBO. Un mayor contenido de NH_4^+ está asociado con una mayor densidad poblacional y una menor calidad del agua (mayor valor numérico). También este incremento está asociado con una menor precipitación pluvial y un mayor pH; el OD y el PSO son menores, mientras que el DQO y el DBO se incrementan.

Conclusiones

La determinación de la calidad del agua por el Sistema de Clasificación Holandés depende de tres parámetros: DBO, NH_4^+ y PSO, y este último se obtiene de las mediciones de OD. El hecho de que la mayoría de los otros parámetros no mostrara correlación estadísticamente significativa, no permitió el desarrollo de un modelo de regresión lineal múltiple. El desarrollo de un modelo con los parámetros antes mencionados carece de sentido práctico, ya que los mismos se utilizan en el cálculo de la calidad del agua por el Sistema Holandés.

El aumento de la precipitación pluvial y del caudal son dos variables que se correlacionan entre sí. La información que suministran los datos del caudal son confiables, ya que la medición se efectúa en el mismo sitio donde se efectúa el muestreo. No se puede decir lo mismo

de la precipitación, ya que si bien se consideró datos cercanos al lugar del muestreo, se desconoce las precipitaciones que ocurrieron río arriba de los puntos de muestreo y cómo podrían afectar el caudal de los ríos en el punto del muestreo durante los seis meses del estudio.

En general, la calidad del agua durante los seis meses del muestreo varió bastante en un mismo punto de muestreo, pero la densidad poblacional no cambió en ese período tan corto. Esta situación particular entre esas dos variables, impide generar un modelo de predicción de la calidad del agua por regresión lineal simple, a menos que se efectúe aproximaciones numéricas.

Algunos parámetros tuvieron comportamientos particularmente diferentes al promedio de los ríos estudiados (DQO, DBO, SST y precipitación pluvial). Tales variaciones pueden haber afectado adversamente el análisis estadístico que se llevó a cabo.

A pesar de que el estudio no logró la profundidad deseada en el análisis estadístico, este aspecto no le resta méritos a esta herramienta estadística que permite comprender mejor la interrelación entre variables y la creación de modelos matemáticos para predecir resultados esperables.

Agradecimientos

Los autores expresan sus agradecimientos al Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR) y en especial a la Vicerrectoría de Investigación y Extensión (VIE), así como al Ministerio de Energía y Ambiente (MINAE) en la persona de la Licda. María Guzmán, por el apoyo financiero recibido. A los compañeros del MINAE, Marco Chinchilla y Lizbeth Leiva; al Laboratorio de Servicios Químicos y Microbiológicos (CEQIATEC) y a los compañeros Freddy Angulo Ramírez y Bernardo Morales Herrera, por su gran cooperación con este Proyecto.

Bibliografía

1. Autores varios. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20a edición, 2000.
2. Calvo, G; Mora, J. *Evaluación y clasificación preliminar de la calidad de agua de las Cuencas de los Ríos Tárcoles y Reventazón. Parte I.: Análisis de la contaminación de cuatro ríos del Área Metropolitana.* Tecnología en Marcha, 20(2), Abril-Junio 2007.
3. Calvo, G; Mora, J. *Evaluación y clasificación preliminar de la calidad de agua de las Cuencas de los Ríos Tárcoles y Reventazón. Parte II.: Modelo utilizado en la medición de caudales investigados.* Tecnología en Marcha, 20(3), Julio-Setiembre, 2007.
4. Calvo, G; Mora, J. *Evaluación y clasificación preliminar de la calidad de agua de las Cuencas de los Ríos Tárcoles y Reventazón. Parte III: Calidad de cuerpos receptores de agua, según el Sistema Holandés de Valoración.* Tecnología en Marcha, 20(4), 2007.
5. Ferrán, M. SPSS para Windows: *Análisis Estadístico.* Editorial Osborne-McGraw Hill, Primera edición en español. España, 2001.