

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICAS Y FORMALES
PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS



**PROPUESTA DE UN MÉTODO DE PREDICCIÓN DE LAS
COLOCACIONES UTILIZANDO TÉCNICAS DE AJUSTES Y PROMEDIOS
MÓVILES EN INSTITUCIONES FINANCIERAS APLICANDO ISO-9001**

Tesis presentada por los bachilleres:
Quezada Delgado Brian Edgar
Carpio Ortiz Fredy Gonzalo
Para optar por el título profesional:
Ingeniero de Sistemas

Arequipa – Perú
2014

PRESENTACIÓN

Sra. Directora del Programa Profesional de Ingeniería de Sistemas

Sres. Miembros del Jurado Examinador de Tesis

De conformidad con las disposiciones del reglamento de Grados y Títulos del Programa Profesional de Ingeniería de Sistemas, remitimos a vuestra consideración el estudio de investigación titulado :
“PROPUESTA DE UN MÉTODO DE PREDICCIÓN DE LAS COLOCACIONES UTILIZANDO TÉCNICAS DE AJUSTES Y PROMEDIOS MÓVILES EN INSTITUCIONES FINANCIERAS APLICANDO ISO-9001”, el mismo que al ser aprobado nos permitirá optar el título profesional de Ingeniería de Sistemas.

Arequipa, noviembre del 2014

Quezada Delgado Brian Edgar

Carpio Ortiz Fredy Gonzalo

ÍNDICE

	Pág.
RESUMEN	1
PALABRAS CLAVE	2
ABSTRACT	3
INTRODUCCIÓN	5
CAPÍTULO I – PLANTEAMIENTO TEÓRICO	6
1.1. TÍTULO DESCRIPTIVO	6
1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	6
1.3. ÁREA CIENTÍFICA A LA QUE CORRESPONDE EL PROBLEMA	6
1.4. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN.	6
1.5. OBJETIVOS	7
1.6. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS.	7
1.7. ALCANCES Y LIMITACIONES	7
1.8. JUSTIFICACIÓN	8
CAPÍTULO II – MARCO TEÓRICO	9
2.1. MÍNIMOS CUADRADOS	9
2.2. TÉCNICAS DE AJUSTE	10
2.2.1. MÍNIMOS CUADRADOS	10
2.2.2. MÍNIMOS CUADRADOS Y ANÁLISIS DE REGRESIÓN	11
2.2.3. MÍNIMOS CUADRADOS LÍNEAL	12
2.2.4. COEFICIENTE DE CORRELACIÓN LINEAL	14
2.2.5. MÍNIMOS CUADRADOS PARABÓLICA	17
2.2.6. MÍNIMOS CUADRADOS MULTIVARIABLE	19
2.3. PROMEDIOS MÓVILES	21
2.4. ANÁLISIS DE SERIES DE TIEMPO	24
2.5. NORMA ISO-9001	27
2.6. TEORÍA DEL CAOS	31
CAPÍTULO III – DESARROLLO DEL MÉTODO	34
3.1. RESUMEN DEL MÉTODO	34
3.2. PREDICCIÓN COLOCACIONES EN MONEDA NACIONAL	35

3.2.1. CONJUNTO DE VALORES	36
3.2.2. ECUACIONES NORMALES	38
3.2.3. COEFICIENTE DE CORRELACIÓN	40
3.2.4. VALIDACIÓN PRONÓSTICO DEL 2013	43
3.2.5. PRONÓSTICO CON 5 PERIODOS	46
3.2.6. ANÁLISIS Y PRONÓSTICO MES POR MES	52
3.2.7. PRONÓSTICO DEL 2014	54
3.3. PREDICCIÓN COLOCACIONES EN MONEDA EXTRANJERA	62
3.3.1. CONJUNTO DE VALORES	63
3.3.2. ECUACIONES NORMALES	65
3.3.3. COEFICIENTE DE CORRELACIÓN	66
3.3.4. PROMEDIOS MÓVILES	68
3.3.5. VALIDACIÓN COLOCACIONES	70
3.3.6. PRONÓSTICO CON 5 PERIODOS	72
3.3.7. PREDICCIÓN COLOCACIONES	80
3.4. PREDICCIÓN INDICES	81
3.4.1. CONJUNTO DE VALORES	81
CAPÍTULO IV – IMPLEMENTACIÓN DEL MÉTODO	85
4.1. RESUMEN DEL MÉTODO DE LA IMPLEMENTACIÓN	85
4.2. ESQUEMA DE LA GESTIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN	86
4.2.1. ALCANCES Y REFERENCIAS NORMATIVAS	86
4.2.2. ALCANCE DEL SERVICIO	86
4.2.3. PLAN DE GESTION DEL SERVICIO	86
4.3. DEFINICIÓN DE REQUISITOS DEL SERVICIO	87
4.3.1. DATOS	87
4.3.2. PROCEDIMIENTOS	87
4.3.3. SALIDAS	87
4.3.4. INFRAESTRUCTURA	87
4.4 RESPONSABILIDAD DE LA GERENCIA	88
4.4.1. COMPROMISO DE LA GERENCIA	88
4.4.2. ENFOQUE EN LOS RESULTADOS	88
4.4.3. POLITICA DE CALIDAD	88
4.4.4. PLANIFICACIÓN DE LA CALIDAD	89

4.5. GESTIÓN DE RECURSOS	89
4.5.1. PROVISIÓN DE LOS RECURSOS	89
4.5.2. RECURSOS HUMANOS	89
4.5.3. INFRAESTRUCTURA	90
4.5.5. AMBIENTE DE TRABAJO	90
4.6. REALIZACIÓN DEL PRODUCTO	90
4.6.1. PLANIFICACIÓN DE LA REALIZACIÓN DEL PRODUCTO	90
4.6.2. PROCESOS	91
4.6.3. DISEÑO Y DESARROLLO	92
4.6.4. COMPRAS	93
4.6.5. PRODUCCIÓN DEL SERVICIO	93
4.6.6. PRESERVACIÓN DEL SERVICIO	93
4.7. MEDICIÓN Y ANÁLISIS DEL PRODUCTO	94
4.7.1. MONITOREO Y MEDICIÓN	94
4.7.2. CONTROL DEL SERVICIO NO CONFORME	94
4.7.3. AUDITORIA INTERNA	95
4.8. MEDICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	95
4.8.1. ANÁLISIS DE DATOS	95
4.9. MEJORA DEL PRODUCTO	96
4.9.1. MEJORA	96
4.9.2. ACCIÓN PREVENTIVA	96
4.9.3. ACCIÓN CORRECTIVA	97
CAPÍTULO V – EVALUACIÓN	98
5.1. EVALUACIÓN POR EXPERTOS	98
5.2. PERFIL DE LOS EXPERTOS	99
5.3. DESARROLLO DE CUESTIONARIO	102
5.4. RESULTADOS	105
CONCLUSIONES	109
RECOMENDACIONES	111
BIBLIOGRAFÍA Y SITIOS WEB	112

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 AJUSTE DE CURVAS	11
Figura 2 RESUMEN DEL MÉTODO	34
Figura 3 RESUMEN DE LOS INDICES	35
Figura 4 DATOS DE COLOCACIONES EN MONEDA NACIONAL	37
Figura 5 PRONÓSTICO COMPARATIVO AÑO 2013	41
Figura 6 PROYECCIÓN EN BASE A INDICES DEL 2013	45
Figura 7 COMPARACIÓN INDICES MENSUALES	46
Figura 8 PRONÓSTICO 2013- PROYECCIÓN 5 AÑOS	47
Figura 9 PROYECCIÓN DE ÍNDICES DEL 2013	52
Figura 10 INDICES MENSUAL REAL-ESTIMADO 2013	53
Figura 11 PRONÓSTICO 2014 PROYECCIÓN 12 AÑOS	55
Figura 12 PROYECCIÓN EN BASE A ÍNDICES 2014	60
Figura 13 INDICES MENSUALES 2013 - 2014	61
Figura 14 INDICES MENSUAL REAL ESTIMADO DEL 2014	62
Figura 15 DATOS DE COLOCACIONES	64
Figura 15 DATOS DE COLOCACIONES	68
Figura 17 PROYECCIÓN EN BASE A ÍNDICES 2013	71
Figura 18 INDICES MENSUALES REAL-ESTIMADO 2013	72
Figura 19 PRONÓSTICO 2013 – PROYECCIÓN 5 AÑOS ATRÁS	75
Figura 20 PROYECCIÓN EN BASE A INDICES 2013	79
Figura 21 INDICES MENSUAL REAL – ESTIMADO 2013	79
Figura 22 PRONÓSTICO 2014 – PROYECCIÓN 13 AÑOS ATRÁS	81
Figura 23 PROYECCIÓN EN BASE A INDICES 2014	82
Figura 24 INDICES 2013 - 2014	83
Figura 25 INDICES MENSUAL REAL-ESTIMADO 2014	84
Figura 26 METODO DE IMPLEMENTACION	85

RESUMEN

En este trabajo de investigación se ha desarrollado la propuesta para poder predecir o pronosticar las captaciones u otorgamientos de créditos o préstamos de una institución financiera, para los periodos futuros. Esta predicción es importante debido a que permite a las Instituciones Financieras (IFI) desarrollar su flujo económico de los periodos siguientes, aunque generalmente sólo se predice el siguiente periodo. Además se sabe que suele ocurrir que algunos métodos o procedimientos que se quieren aplicar en las organizaciones no suelen tener éxito debido a la falta de compromiso de la misma organización, entonces se propone también un método para la implementación del método basado en el ISO 9001 que es un sistema de calidad donde se requiere, entre otras cosas, el compromiso de la Dirección para la implementación y puesta en producción del método.

Se ha utilizado tres herramientas para el desarrollo de esta tesis, dos son para predecir o pronosticar las captaciones; el método de los mínimos cuadrados y los índices de los promedios móviles, y uno para implementar el método que es el ISO 9001.

En el caso de los mínimos cuadrados se han obtenido dos ecuaciones de tres variables cada una. En el caso de las captaciones en moneda nacional las variables han sido: captaciones, tiempo (los años transcurridos) y el índice del producto bruto interno (PBI), se ha elegido la tercera variable por un consenso subjetivo en la IFI donde se ha hecho la evaluación. En el caso de la función para las captaciones en moneda extranjera la tercera variable elegida ha sido el valor del tipo de cambio, también se eligió mediante un consenso subjetivo debido a la

importancia que tiene este valor en las colocaciones en moneda extranjera luego que se sabe que si el tipo de cambio sube entonces estas colocaciones bajan y viceversa.

Dentro de las conclusiones se observa que se han cumplido con los objetivos propuestos. Además en las recomendaciones se sugiere automatizar el método propuesto como base para trabajos de investigación futuros.

PALABRAS CLAVE: Colocaciones, Mínimos Cuadrados, Números Índices, ISO-9001.



ABSTRACT

In this research proposal has been developed to predict or forecast deposits grants or loans or loans from a financial institution for future periods. This prediction is important because it allows financial institutions (IFIs) develop their business flow of the following periods, but generally only the next period is predicted. Also know that it often happens that some methods or procedures that are to be implemented in organizations are often unsuccessful due to lack of commitment from the same organization, then a method for implementing based on the ISO 9001 method is also proposed that is a quality system which requires, among other things, the commitment of the management for implementation and production method.

We used three tools for the development of this thesis, two are to predict or forecast the catchments; the method of least squares and index moving averages, and one method to implement the ISO 9001.

In the case of least squares two equations have been obtained three variables each. In the case of deposits in national currency variables are: deposits, time (elapsed years) and the rate of gross domestic product (GDP), was chosen for the third variable subjective consensus in the IFI which has been evaluation. For function for foreign currency deposits the third variable chosen was the value of the exchange rate also was chosen by a subjective consensus due to the importance of this value in foreign currency loans then it is known if the exchange rate goes up then down and back these loans.

Among the findings is observed to have met the objectives. In addition to the

recommendations suggested automate the work proposed as a basis for future research method.



INTRODUCCIÓN

La predicción de valores futuros es importante para todo tipo de empresa u organización. Gracias a poder predecir se puede planificar las tareas a realizar, el crecimiento, las ganancias, el personal a contratar, etc.

En esta tesis se va a utilizar los métodos de predicción aplicados a una institución financieras. Se ha definido una sola IFI debido a lo recelosos que son estas organizaciones para poder dar a conocer sus datos y dar explicaciones sobre sus planes de crecimiento futuro. En el caso de esta tesis se ha tenido la suerte de detentar contactos con personal en el área de colocaciones de un importante banco del Perú que tiene oficinas autónomas en la ciudad de Arequipa lo que nos ha permitido poder analizar la propuesta realizada.

La tesis consta de cinco capítulos; en el primer capítulo se hace el planteamiento teórico. En el segundo capítulo se desarrolla los fundamentos teóricos básicos que dan sustento a la tesis. El tercer capítulo se hace un resumen de la propuesta y se desarrolla la misma en detalle. El cuarto capítulo se desarrolla la propuesta sobre la implementación del método. En el quinto y último capítulo se realiza la evaluación de la tesis entrevistando a los expertos en el tema. Por último están las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO TEÓRICO

1.1. TÍTULO DESCRIPTIVO

“Propuesta de un Método de Predicción de las Colocaciones Utilizando Técnicas de Ajuste y Promedios Móviles en Instituciones Financieras Aplicando ISO-9001 en la Ciudad de Arequipa”

1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Durante la vida de una Institución Financiera (IFI) es muy importante predecir con cierta certeza cuáles van a ser las colocaciones en el futuro pues de ello depende el flujo de caja positivo y el éxito de la IFI.

Predecir cómo van a ser las colocaciones es un problema que, proponemos en esta tesis, se enfrente al menos desde dos enfoques: un modelo de Mínimos Cuadrados con varias variables y los Promedios móviles que permitan ver y conocer la tendencia estacional y suavizar los picos aleatorios de los datos históricos. De esta manera la IFI tendría dos datos posibles de predicción con una determinada probabilidad de aparición, que permitirá a la gerencia y directorio de la IFI poder tomar decisiones y tener expectativas que se acerquen a la realidad.

1.3. ÁREA CIENTÍFICA A LA QUE CORRESPONDE EL PROBLEMA

Sistemas de Información.

1.4. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN.

Tipo de Investigación Científica: Descriptiva.

Nivel de Investigación: Exploratorio.

1.5. OBJETIVOS

a) Objetivo General:

- Desarrollar un método de predicción de colocaciones en una IFI.

b) Objetivos Específicos:

- Desarrollar un modelo de ajuste con varias variables para predecir las colocaciones.
- Desarrollar un modelo de Promedios Móviles para predecir el comportamiento de las colocaciones en el futuro.
- Desarrollar una regla de decisión entre los dos modelos anteriores.
- Implementar la propuesta de acuerdo a la norma ISO-9001.

1.6. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS.

Utilizando las técnicas estadísticas de ajuste, Mínimos Cuadrados, y Promedios Móviles es posible desarrollar un método para predecir el comportamiento de las colocaciones de una IFI en la ciudad de Arequipa, además la implementación se optimiza aplicando ISO-9001.

Variables

Independiente: Técnicas de Ajustes, Promedios Móviles, ISO-9001.

Dependiente: Método propuesto.

Indicadores

- Usabilidad.
- Exactitud

1.7. ALCANCES Y LIMITACIONES

Alcance: Las colocaciones de las Instituciones Financieras en la ciudad de Arequipa.

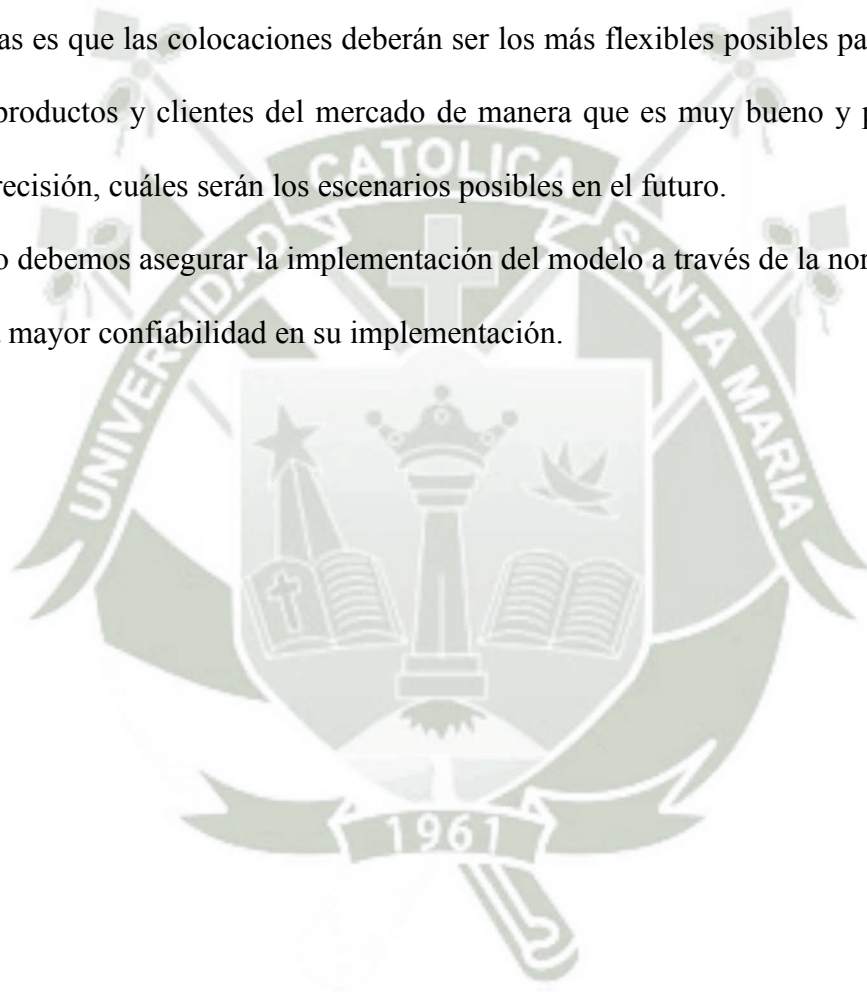
Limitaciones: Se probará la propuesta en una banco importante del Perú que tiene filiales en la ciudad de Arequipa en las colocaciones totales por ser la que mayor datos cuenta y acceso a

su información y evaluación se cuenta. Además sólo se utilizará el modelo de Mínimos Cuadrados y los índices como técnica de ajuste.

1.8. JUSTIFICACIÓN

De acuerdo a los procesos del área de colocaciones en las IFIs de la ciudad de Arequipa estas son altamente activos y de los cuales depende el rendimiento y la vida de la IFI. Otra de las características es que las colocaciones deberán ser los más flexibles posibles para adecuarse a los nuevos productos y clientes del mercado de manera que es muy bueno y positivo saber, con cierta precisión, cuáles serán los escenarios posibles en el futuro.

Por otro lado debemos asegurar la implementación del modelo a través de la norma ISO-9001, para dar una mayor confiabilidad en su implementación.



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. MÍNIMOS CUADRADOS

Mínimos cuadrados es una técnica de optimización matemática que, dada una serie de mediciones, intenta encontrar una función que se aproxime a los datos (un "mejor ajuste"). Intenta minimizar la suma de cuadrados de las diferencias ordenadas (llamadas residuos) entre los puntos generados por la función y los correspondientes en los datos. Específicamente, se llama mínimos cuadrados promedio (LMS) cuando el número de datos medidos es 1 y se usa el método de descenso por gradiente para minimizar el residuo cuadrado. Se sabe que LMS minimiza el residuo cuadrado esperado, con el mínimo de operaciones (por iteración). Pero requiere un gran número de iteraciones para converger, de manera que computacionalmente tiene un alto costo [1].

Un requisito implícito para que funcione el método de mínimos cuadrados es que los errores de cada medida estén distribuidos de forma aleatoria. El teorema de Gauss-Markov prueba que los estimadores mínimos cuadráticos carecen de sesgo y que el muestreo de datos no tiene que ajustarse, por ejemplo, a una distribución normal. También es importante que los datos recogidos estén bien escogidos, para que permitan visibilidad en las variables que han de ser resueltas (para dar más peso a un dato en particular, véase mínimos cuadrados ponderados).

La técnica de mínimos cuadrados se usa comúnmente en el ajuste de curvas. Muchos otros problemas de optimización pueden expresarse también en forma de mínimos cuadrados, minimizando la energía o maximizando la entropía

2.2. TÉCNICAS DE AJUSTE

2.2.1. MÍNIMOS CUADRADOS

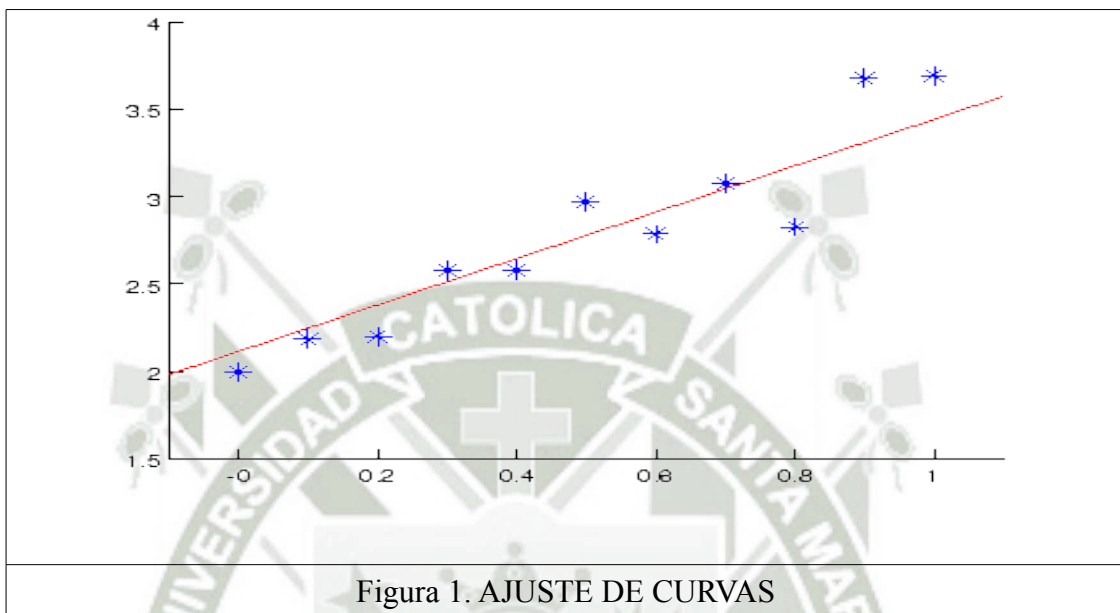
El modelo de Mínimos cuadrados es una técnica de análisis estadístico que sirve para la optimización y ajuste matemático a través de funciones lineales y no lineales, en la que dado un conjunto de datos (generalmente pares ordenados; variable(s) independiente(s) y variable dependiente) y un conjunto de funciones, se trata de desarrollar un polinomio o función continua que mejor aproxime a los datos originales minimizando el error cuadrático [1].

En forma básica podemos decir que este método busca minimizar la suma de los cuadrados de las diferencias (residuos) en el eje y entre los valores obtenidos por la función elegida y los valores reales del conjunto de datos originales. Se aplica el método de descenso por gradiente para minimizar la sumatoria de cuadrado de las diferencias. Existe una demostración de que éste método minimiza el residuo cuadrado esperado.

La técnica de ajuste de mínimos cuadrados se usa usualmente para definir funciones que expliquen lo mejor posible el conjunto de datos dado.

La aproximación mínimo cuadrática consta hallar la función continua que tenga el mínimo error cuadrático y tiene solución general cuando se enfoca en un problema de aproximación lineal de sus coeficientes c_j cualesquiera que sean las funciones originales base $f_j(x)$. El concepto lineal se comprende que la aproximación que se busca se muestra como una combinación lineal de las funciones base. Para hallar esta expresión se puede hacer analíticamente mediante el cálculo de varias variables, que consiste en optimizar los coeficientes c_j , o bien seguir un camino alternativo mediante

el uso del álgebra lineal. Para ciertos modelos matemáticos, el método de ajuste mínimos cuadrados es el mejor y, hasta la fecha, no se ha podido desarrollar algo mejor.



2.2.2. MÍNIMOS CUADRADOS Y ANÁLISIS DE REGRESIÓN

En el análisis de regresión la aproximación de los valores de una función al conjunto de datos originales:

$$f(x_i) \approx y_i$$

se sustituye por:

$$f(x_i) = y_i + \varepsilon_i$$

siendo el error ε una variable aleatoria generalmente de distribución normal con media cero. Se debe asumir que los valores x son reales por tratarse de la variable dependiente, y que el error se encuentra en los valores y y cualquier otra variable o variables independientes. Debemos distinguir entre regresión lineal, en cuyo caso la función f es lineal para los parámetros a ser determinados (por ejemplo encontrar una

función $f(x) = a + bx + cx^2$, y regresión no lineal [3].

Los parámetros (en este caso los coeficientes a , b y c en el párrafo anterior) se estiman mediante mínimos cuadrados y se toman aquellos valores que minimicen la suma S del cuadrado de las diferencias o residuos. Entonces se establece que las estimaciones del método de mínimos cuadrados son óptimos debido a que son las estimaciones lineales insesgadas de menor varianza, y por tanto los que tienen los menores errores cuadráticos medios, si tenemos $f(x) = ax + b$ siendo a y b valores por determinar y con los valores de error ε independientes y distribuidos de acuerdo a una distribución normal o gaussiana.

Lamentablemente, en la estimación de mínimos cuadrados para los modelos lineales, éste tiene diferencias importantes cuando el conjunto de datos a ajustar contiene valores atípicos que no sigan cierta tendencia. Si la distribución de estos datos atípicos no es simétrica, los estimadores generalmente se presentan de forma sesgada. En presencia de cualquier valor no típico, los estimadores mínimos cuadráticos no son eficientes y algunas veces pueden no lo son de forma amplia.

2.2.3. MÍNIMOS CUADRADOS LÍNEAL

En estadística la ecuación de los Mínimos Cuadrados Líneal o Regresión lineal o Ajuste Líneal es un método matemático que modela la relación entre una variable dependiente y , la variable (o variables como veremos más adelante) independiente x y un término aleatorio ε . Este modelo puede ser expresado como:

$$y = a + bx + \varepsilon$$

Para efectos prácticos:

$$y = a + bx$$

Para obtener los valores de a y b se desarrolla un sistema de 2 ecuaciones con 2 incógnitas, que recibe el nombre de "Ecuaciones Normales de Gauss" [3]:

$$\begin{aligned} \sum y &= aN + b \sum x \\ \sum xy &= a \sum x + b \sum x^2 \end{aligned}$$

Tomemos como ejemplo la siguiente relación entre peso y altura de 12 personas;

primera y segunda columna:

Peso y	Altura x	xy	x^2	y_e	$(y_e - y_m)^2$	$(y - y_e)^2$
64	57	3648	3249	66.982215556	17.9116485127	8.8936096226
71	59	4189	3481	69.4596100279	45.0188667259	2.3728012663
53	49	2597	2401	57.0726376687	32.2324430404	16.5863775808
67	62	4154	3844	73.1757017356	108.6952566795	38.139291927
55	51	2805	2601	59.5500321406	10.2397943014	20.7027924801
58	50	2900	2500	58.3113349046	19.7017478287	0.0969294229
77	55	4235	3025	64.5048210842	3.0793970376	156.1294961376
57	48	2736	2304	55.8339404328	47.8318799367	1.3596949142
56	52	2912	2704	60.7887293765	3.8465824587	22.9319290411
51	42	2142	1764	48.4017570174	205.872076689	6.7508665969
76	61	4636	3721	71.9370044997	84.4010516771	16.5079324356
68	57	3876	3249	66.982215556	17.9116485127	1.0358851744
753	643	40830	34843		596.7423934005	291.5076065995

Obtenemos además el promedio de la variable y para utilizarlo después en el cálculo del coeficiente de correlación.

$$Y_m = 62.75$$

Entonces se obtiene el siguiente sistema de ecuaciones:

$12 a$	$643 b$	$'= 753$
$643 a$	$34843 b$	$'= 40830$

Resolviendo por Gauss (sólo se utilizan cuatro decimales):

12	643	753
643	34843	40830
1	53.5833	62.75
0	388.9167	481.75
1	0	-3.6235
0	1	1.2387

$$y = -3.6235 + 1.2387x$$

2.2.4. COEFICIENTE DE CORRELACIÓN LINEAL

En una distribución bidimensional puede ocurrir que las dos variables guarden algún tipo de relación entre sí [3].

Por ejemplo, si se analiza la estatura y el peso de los alumnos de una clase es muy posible que exista relación entre ambas variables: mientras más alto sea el alumno, mayor será su peso. (aunque no necesariamente podemos decir lo contrario: mientras más peso tiene más alto será el alumno).

El coeficiente de correlación lineal mide el grado de intensidad de esta posible relación entre las variables. Este coeficiente se aplica cuando la relación que puede existir entre las variables es lineal (es decir, si representáramos en un gráfico los pares de valores de las dos variables la nube de puntos se aproximaría a una recta). En otras palabras podemos decir que el coeficiente de correlación mide el grado de ajuste entre los verdaderos valores y los datos estimados con la función de mínimos cuadrados.

No obstante, puede que exista una relación que no sea lineal, sino exponencial, parabólica, etc. En estos casos, el coeficiente de correlación lineal mediría mal la intensidad de la relación las variables, por lo que convendría utilizar otro tipo de coeficiente más apropiado.

El coeficiente de correlación lineal se calcula aplicando la siguiente fórmula:

$$r = \frac{\frac{1}{n} \sum (x_i - x_m)(y_i - y_m)}{\sqrt{\left(\frac{1}{n} \sum (y_i - y_m)^2\right) \left(\frac{1}{n} \sum (x_i - x_m)^2\right)}}$$

Es decir:

Numerador: se denomina covarianza y se calcula de la siguiente manera: en cada par de valores (x, y) se multiplica la x menos su media, por la y menos su media. Se suma el resultado obtenido de todos los pares de valores y este resultado se divide por el tamaño de la muestra.

Denominador se calcula el producto de las varianzas de x y de y , y a este producto se le halla la raíz cuadrada.

Los valores que puede tomar el coeficiente de correlación r son: $-1 < r < 1$

Además podemos expresarlo en base a otros conceptos como covarianza. Para poder contar con un indicador que nos permita, por un lado establecer la covariación conjunta de dos variables, y por otro, que tenga la universalidad suficiente para poder establecer comparaciones entre distintos casos, se utiliza el coeficiente de correlación (lineal, de Pearson). La correlación es, pues una medida de covariación conjunta que nos informa del sentido de esta y de su relevancia, que está acotada y permite la comparación entre distintos casos.

El coeficiente de correlación entre dos variables puede definirse como la covarianza existente entre sus dos variables tipificadas y tiene por expresión de cálculo:

$$r_{xy} = \frac{s_{xy}}{s_x s_y}$$

También podemos decir que el coeficiente de correlación lineal resulta de división entre la variación explicada y la suma de la variación no explicada más la variación explicada, siendo la variación explicada es la sumatoria del cuadrado de la y estimada menos la y promedio y la variación no explicada la sumatoria de la y real menos la y estimada [3].

La variación no explicada:

$$VNE = \sum (y - y_e)^2$$

La variación explicada:

$$VE = \sum (y_e - y_m)^2$$

Siendo:

y : el valor real de y

y_e : el valor estimado de y de acuerdo a la función obtenida

y_m : el promedio de y de los valores reales.

Entonces el coeficiente de correlación es:

$$r = \pm \sqrt{\frac{\text{Variación Explicada}}{\text{Variación Total}}} = \pm \sqrt{\frac{\sum (y_e - y_m)^2}{\sum (y - y_m)^2}}$$

Mide la relación (correlación, no necesariamente causalidad) que existe entre la variable dependiente y las independientes lo que no necesariamente significa causalidad.

El coeficiente de correlación lineal se suele denotar con la letra r .

El rango de valores que puede tomar el coeficiente de correlación r va desde -1.0 hasta 1.0.

Si $r > 0$ entonces la correlación lineal es positiva o directamente proporcional, si aumenta el valor de una variable aumenta el de la otra. La correlación es más fuerte cuanto más se

aproxime a 1. Por ejemplo la altura y peso de las personas; las más altas suelen pesar más.

Si $r < 0$ entonces la correlación lineal es negativa o inversamente proporcional, si aumenta el valor de una variable disminuye el de la otra. La correlación negativa es más fuerte cuanto más se aproxime a -1. Por ejemplo el peso de las personas y la velocidad con que se desplazan; las personas más obesas suelen ser menos rápidos al correr.

Si $r = 0$ entonces no existe correlación lineal entre las variables.

Aún así, aunque el valor de r fuera bastante cercano a 1 ó -1 (en otras palabras; que en valor absoluto estuviera cerca de 1), no quiere decir que exista una relación de causalidad (causa-efecto) entre las variables que se estén considerando, debido a que este resultado podría haberse debido a la pura eventualidad.

Entonces el coeficiente de correlación es:

$$r = \sqrt{\frac{VE}{(VE + VNE)}}$$

$$r = 0.8196450828 = 81.96\%$$

2.2.5. MÍNIMOS CUADRADOS PARABÓLICA

La función de mínimos cuadrados parabólica ajusta los datos a una función cuadrática. Se utiliza cuando la tendencia de los datos tiene una curva.

$$y = a + bx + cx^2$$

$$\begin{aligned} \sum y &= aN + b \sum x + c \sum x^2 \\ \sum xy &= a \sum x + b \sum x^2 + c \sum x^3 \\ \sum x^2y &= a \sum x^2 + b \sum x^3 + c \sum x^4 \end{aligned}$$

Peso	Altura	xy	x^2	x^3	x^4	x^2y
------	--------	------	-------	-------	-------	--------

<i>y</i>	<i>x</i>					
64	57	3648	3249	185193	10556001	207936
71	59	4189	3481	205379	12117361	247151
53	49	2597	2401	117649	5764801	127253
67	62	4154	3844	238328	14776336	257548
55	51	2805	2601	132651	6765201	143055
58	50	2900	2500	125000	6250000	145000
77	55	4235	3025	166375	9150625	232925
57	48	2736	2304	110592	5308416	131328
56	52	2912	2704	140608	7311616	151424
51	42	2142	1764	74088	3111696	89964
76	61	4636	3721	226981	13845841	282796
68	57	3876	3249	185193	10556001	220932
753	643	40830	34843	1908037	105513895	2237312

Resolviendo por Gauss-Jordan el sistema de ecuaciones normales:

12	643	34843	753
643	34843	1908037	40830
34843	1908037	105513895	2237312
1	53.5833333333	2903.5833333333	62.75
0	388.9166666667	41032.9166666667	481.75
0	41032.9166666667	4344340.91666667	50913.75
1	0	-2749.7625883866	-3.6235268909
0	1	105.5056781658	1.2386972359
0	0	15135.2166273454	86.3895436036
1	0	0	12.0717050227
0	1	0	0.6364866691
0	0	1	0.0057078498

Resulta la siguiente ecuación cuadrática:

$$y = 12.0717 + 0.6365x + 0.0057x^2$$

Peso y	Altura x	y_e	$(y_e - y_m)^2$	$(y - y_e)^2$
64	57	66.896249247	8.3882597007	17.1913828181
71	59	69.4934437449	2.2697117497	45.4740335411
53	49	56.9640992413	15.7140827951	33.4766475892
67	62	73.4748532393	41.9237244699	115.0224770036
55	51	59.3786425448	19.1725105353	11.3660510906
58	50	58.1656630432	0.0274442439	21.016145333
77	55	64.3447175477	160.1561739487	2.5431240568
57	48	55.7739511391	1.5031958094	48.6652577102
56	52	60.603037746	21.1879564916	4.6094469199
51	42	48.8727922182	4.525012947	192.5768958197
76	61	72.1363010415	14.9281696419	88.1026472416
68	57	66.896249247	1.2182657248	17.1913828181
753	643		291.014508058	597.235491942

Siendo el resultado del coeficiente de correlación:

$$r = 0.8199836563 = 82.00\%$$

2.2.6. MÍNIMOS CUADRADOS MULTIVARIABLE

En este caso se toman tres variables para definir la función de mínimos cuadrados. En vez de trabajar sobre un plano cartesiano x, y , se trabaja sobre un espacio tridimensional x, y, z , donde se adiciona una variable adicional [3].

Peso y	Altura x	Edad z	xy	zy	x^2	xz	z^2
64	57	8	3648	512	3249	456	64
71	59	10	4189	710	3481	590	100
53	49	6	2597	318	2401	294	36
67	62	11	4154	737	3844	682	121

55	51	8	2805	440	2601	408	64
58	50	7	2900	406	2500	350	49
77	55	10	4235	770	3025	550	100
57	48	9	2736	513	2304	432	81
56	52	10	2912	560	2704	520	100
51	42	6	2142	306	1764	252	36
76	61	12	4636	912	3721	732	144
68	57	9	3876	612	3249	513	81
753	643	106	40830	6796	34843	5779	976

El sistema de ecuaciones normales es el siguiente:

$$\begin{aligned} \sum y &= aN + b \sum x + c \sum z \\ \sum xy &= a \sum x + b \sum x^2 + c \sum xz \\ \sum zy &= a \sum z + b \sum xz + c \sum z^2 \end{aligned}$$

Resolviendo por Gauss-Jordan:

12	643	106	753
643	34843	5779	40830
106	5779	976	6796
1	53.5833333333	8.8333333333	62.75
0	388.9166666667	99.1666666667	481.75
0	99.1666666667	39.6666666667	144.5
1	0	-4.8294407542	-3.6235268909
0	1	0.254981787	1.2386972359
0	0	14.3809727877	21.6625241054
1	0	0	3.6512158055
0	1	0	0.8546099291
0	0	1	1.5063323202

Donde la ecuación resultante de la función de mínimos cuadrados es, en realidad, la función

de un plano:

$$y=3.6512+0.8546x+1.5063z$$

Peso	Altura	Edad	y_e	$(y_e - y_m)^2$	$(y - y_e)^2$
y	x	z			
64	57	8	64.4146403242	0.1719265985	2.771027409
71	59	10	69.1365248227	3.4725397364	40.7876993109
53	49	6	54.5650962513	2.4495262757	66.992649376
67	62	11	73.2066869301	38.5229626482	109.3423015539
55	51	8	59.2869807497	18.3782039487	11.9925023276
58	50	7	56.9260385005	1.1533933024	33.9185275476
77	55	10	65.7180851064	127.2816036668	8.8095291987
57	48	9	58.2294832827	1.5116291424	20.4350713916
56	52	10	63.1542553191	51.1833691716	0.1634223631
51	42	6	48.5828267477	5.8427265315	200.7087979601
76	61	12	73.8584093212	4.5864106356	123.3967576468
68	57	9	65.9209726444	4.3223547454	10.0550675114
753	643	106		258.8766464032	629.3733535968

Y el coeficiente de correlación es:

$$r = \sqrt{\frac{VE}{(VE+VNE)}} = \frac{629.3734}{(629.3734+258.8766)} = 0.8417566728 = 84.18\%$$

2.3. PROMEDIOS MÓVILES

El promedio móvil es una serie de cálculos utilizados para evaluar y analizar un conjunto de datos de pares ordenados, para crear series de predicción en base a los promedios de los datos reales consignados. Así los promedios móviles son un conjunto de datos en la cual cada uno es el promedio de un subconjunto de los datos originales [6].

Supongamos que se tiene un conjunto de 200 datos, eligiendo una serie o sub-conjunto de 20

datos el primer valor de la serie de los promedios móviles sería el promedio de los primeros 20 valores, luego el promedio de los valores 2 al 21, el tercer elemento de los términos 3 al 22, el cuarto del 4 al 23 y así sucesivamente, por último el promedio de los últimos 20 números del 181 al 200 (el penúltimo sería del 180 al 199).

La serie de promedios móviles son utilizados en cualquier serie temporal de datos. Se usa para evaluar la demanda y oferta de productos, sin tendencia ni estacionalidad, suaviza las posibles fluctuaciones de plazos, resaltando así las tendencias o ciclos de plazos largos de manera que se pueda tomar mejores decisiones sobre el comportamiento futuro del conjunto de datos que se está evaluando.

La Media Móvil Simple

La media móvil simple es la media aritmética de los n datos anteriores. En esta técnica de predicción cuanto más grande sea n habrá una mayor influencia de los datos antiguos. En caso contrario, si se selecciona un valor bajo de n , tendrán mayor peso los valores recientes.

Se concluye que la elección de n influencia directamente en la predicción. Dependiendo del tipo de datos de serie temporal analizados se puede adoptar subjetivamente y eficazmente nuestra predicción tomando en cuenta nuestro conocimiento de los datos procesados. Por ejemplo, si se elige un valor bajo de n , la predicción tendrá una alta capacidad para ajustarse ante variaciones significativas en los datos de un período a otro. En este caso, sin embargo, el modelo estará fuertemente influenciado por los efectos aleatorios que pueda tener el conjunto de datos evaluado. Por otro lado, la elección de un valor muy alto de n provoca que, aunque se pueda suavizar o filtrar la presencia de efectos aleatorios, las predicciones tienen una baja adaptación ante fluctuaciones importantes en los datos de períodos más recientes.

La simplicidad de los promedios móviles hace que sea objeto de juicios en lo que refiere a su

la forma en como consideran los datos recientes y los datos antiguos, sobre todo cuando el objetivo a predecir son variables cuya inestabilidad en el corto plazo es importante.

La Media Móvil Central

En este caso además de utilizar sólo datos anteriores, se utilizan también datos posteriores a aquel que se quiere obtener la media móvil.

Media Móvil Ponderada

La media móvil ponderada es una media obtenida de multiplicar pesos o factores, que le dan determinada ponderación a determinados datos o posiciones de los datos. Podría considerarse, por ejemplo, tomar los tres últimos datos pero dándole un mayor peso al último datos de manera que tenga una mayor influencia en el resultado del promedio móvil. Así, se superan los inconvenientes que ofrecen las anteriores técnicas debido a que en función de las características de los datos analizados podemos decidir si darle mayor importancia a datos más antiguos o más recientes. En este caso la media móvil ponderada mejora la técnica de la media móvil simple. Puntualmente hablando se trata de la media aritmética de los n valores anteriores ponderados según diferentes criterios que generalmente son subjetivo y están de acuerdo a la naturaleza del conjunto de datos. Esta técnica es más eficiente que la media móvil simple en el momento de adaptar rápidamente el valor de la predicción a fluctuaciones en los datos recientes.

Media Móvil Exponencial

La media móvil exponencial es una media móvil de peso exponencial. Se trata de la media aritmética de los n valores anteriores con factores de ponderación que varían exponencialmente, generalmente en forma decreciente. En la mayoría de casos la ponderación para cada punto de datos más antiguo decrece exponencialmente, pero nunca llega a ser cero.

La media móvil exponencial da mayor importancia a los datos más recientes. Esta técnica se considera más eficiente que la media móvil simple y la media móvil ponderada en los casos de adaptar el valor de la predicción a diferencias en los datos recientes.

2.4. ANÁLISIS DE SERIES DE TIEMPO

Tenemos los siguientes datos de consumo de electricidad en MW en cierto estado de los Estados Unidos [2].

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2001	318	281	278	250	231	216	223	245	269	302	325	331
2002	342	309	299	268	249	236	242	262	288	321	332	364
2003	367	328	320	287	269	251	259	284	309	340	367	394
2004	392	349	342	211	290	273	282	305	323	354	388	417
2005	420	378	370	334	314	296	305	330	356	396	422	452
2006	453	412	398	362	341	322	335	359	392	427	454	483
2007	487	440	429	393	370	347	367	388	415	457	491	516
2008	528	477	463	423	398	380	389	419	448	493	526	550

Se saca el promedio mensual de consumo por año:

2001	3269	272.4166666667
2002	3512	292.6666666667
2003	3775	314.5833333333
2004	3926	327.1666666667
2005	4373	364.4166666667
2006	4738	394.8333333333
2007	5100	425
2008	5494	457.8333333333

Luego se obtiene el índice de consumo mensual:

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2001	1.1673	1.0315	1.0205	0.9177	0.8480	0.7929	0.8186	0.8994	0.9875	1.1086	1.1930	1.2151
2002	1.1686	1.0558	1.0216	0.9157	0.8508	0.8064	0.8269	0.8952	0.9841	1.0968	1.1344	1.2437
2003	1.1666	1.0426	1.0172	0.9123	0.8551	0.7979	0.8233	0.9028	0.9823	1.0808	1.1666	1.2525
2004	1.1982	1.0667	1.0453	0.6449	0.8864	0.8344	0.8619	0.9322	0.9873	1.0820	1.1859	1.2746
2005	1.1525	1.0373	1.0153	0.9165	0.8617	0.8123	0.8370	0.9056	0.9769	1.0867	1.1580	1.2403
2006	1.1473	1.0435	1.0080	0.9168	0.8637	0.8155	0.8485	0.9092	0.9928	1.0815	1.1499	1.2233
2007	1.1459	1.0353	1.0094	0.9247	0.8706	0.8165	0.8635	0.9129	0.9765	1.0753	1.1553	1.2141
2008	1.1533	1.0419	1.0113	0.9239	0.8693	0.8300	0.8497	0.9152	0.9785	1.0768	1.1489	1.2013
Σ	9.2997	8.3546	8.1487	7.0727	6.9055	6.5059	6.7293	7.2725	7.8657	8.6885	9.2920	9.8649
Media	1.1625	1.0443	1.0186	0.8841	0.8632	0.8132	0.8412	0.9091	0.9832	1.0861	1.1615	1.2331

La regresión estadística o regresión a la media es la tendencia de una medición extrema a presentarse más cercana a la media en una segunda medición. La regresión se utiliza para predecir una medida basándonos en el conocimiento de otra.

Tipos de regresión:

Regresión lineal simple

Dadas dos variables (Y: variable dependiente; X: independiente) se trata de encontrar una función simple (lineal) de X que nos permita aproximar Y mediante: $\hat{Y} = a + bX$

a (ordenada en el origen, constante)

b (pendiente de la recta)

A la cantidad $e = Y - \hat{Y}$ se le denomina residuo o error residual.

Regresión no lineal

En estadística, la regresión no lineal es un problema de inferencia para un modelo tipo:

basado en datos multidimensionales x, y , donde f es alguna función no lineal respecto a algunos parámetros desconocidos θ . Como mínimo, se pretende obtener los valores de los parámetros asociados con la mejor curva de ajuste (habitualmente, con el método de los

mínimos cuadrados). Con el fin de determinar si el modelo es adecuado, puede ser necesario utilizar conceptos de inferencia estadística tales como intervalos de confianza para los parámetros así como pruebas de bondad de ajuste.

Correlación

En probabilidad y estadística, la correlación indica la fuerza y la dirección de una relación lineal entre dos variables aleatorias. Se considera que dos variables cuantitativas están correlacionadas cuando los valores de una de ellas varían sistemáticamente con respecto a los valores homónimos de la otra: si tenemos dos variables (A y B) existe correlación si al aumentar los valores de A lo hacen también los de B y viceversa. La correlación entre dos variables no implica, por sí misma, ninguna relación de causalidad

Clasificación de series de tiempo

Estacionarias:

Se habla de este tipo de variaciones usualmente cuando el comportamiento de la variable en el tiempo en un periodo esta relacionado con la época o un periodo particular, por lo general en el espacio cronológico presente.

No estacionaria:

los movimientos irregulares (al azar) representan todos los tipos de movimientos de una serie que no sea tendencia.

Series de tiempo

Una serie de tiempo esta dado por un conjunto de observaciones que están ordenadas en el tiempo, y que estas pueden representar el cambio de una variable ya sea de tipo económica, física, química, biológica, etc., a lo largo de esa historia.

El objetivo del análisis de una serie de tiempo es el conocimiento de su patrón de

comportamiento, para así poder prever su evolución en el futuro cercano, suponiendo por supuesto que las condiciones no variarán significativamente.

Los pronósticos que se puedan realizar en base al análisis de este tipo de datos servirán para el desarrollo de nuevos planes para inversiones en agricultura por ejemplo, elaboración de nuevos productos por parte de las empresas, prevención de desastres por cambios en el clima, o captar turistas para la ciudad, etc.

En estadística, procesamiento de señales, y econometría, una serie temporal es una secuencia de puntos de datos, medidos típicamente a intervalos de tiempo sucesivos, y espaciados (con frecuencia) de forma uniforme. El análisis de series temporales comprende métodos que ayudan a interpretar este tipo de datos, 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, o de las acciones de bolsa, o las series pluviométricas.

2.5. NORMA ISO-9001

La norma ISO-9001 está organizada en nueve secciones. Las cinco últimas secciones se componen de los requisitos para la implementación del sistema de gestión de calidad. Las primeras 4 secciones de la norma identifican el ámbito, las definiciones y los términos que utiliza la norma [4].

Requisitos del Sistema

Contiene los requisitos necesarios para desarrollar, documentar, implementar y dar mantenimiento a un sistema de gestión de calidad.

Se realizan las siguientes tareas:

- Identificar los procesos y su relaciones entre ellos, se hace desarrollando un mapa de procesos y un inventario de las características de los mismos.
- Definir y documentar los procedimientos.
- Definir los recursos para el desarrollo de los procedimientos.
- Establecer indicadores de gestión de los procesos.
- Establecer el Manual de Organización y Funciones y el Manual de Calidad.
- Establecer la gestión de la documentación.

Responsabilidad de la Dirección

Indica que la alta dirección (Directorio y Gerencia) manifiesten su compromiso con el sistema de gestión de calidad.

- Se comunica a toda la organización la importancia de cumplir con el sistema de gestión de calidad.
- Establecer y dar a conocer la política y los objetivos de calidad.
- Realizar evaluaciones periódicas al sistema de gestión de calidad.
- Se nombra a representante(s) de la alta dirección con responsabilidades y autoridad necesaria para implementar y mejorar el sistema de gestión de calidad.
- Asegurar la disponibilidad de recursos humanos y materiales para el desarrollo de todos los procesos.
- Definiendo y comunicando las responsabilidades a toda la organización.
- Se asegura una buena comunicación interna (*chats, e-mails, reuniones generales, etc.*)

Gestión de Recursos

Se hace referencia a los recursos humanos, la infraestructura y al ambiente de trabajo.

- El personal de la organización debe ser idóneo (educación, formación, habilidad y experiencia) para realizar el trabajo.
- Se debe contar con locales, lugares de trabajo y equipos apropiados para el desarrollo de las labores (computadores, software, escritorios, teléfonos, etc).
- Las condiciones de trabajo (o ambiente de trabajo) bajo las que se realiza las labores deben ser las adecuadas para garantizar el buen trabajo del personal. Po ejemplo lugares sin mucho ruido, adecuada temperatura y humedad, buena iluminación, etc.

Realización del Producto

Cumplir con los requerimientos del cliente o usuario. Se trata que los encargados del sistema de gestión de calidad cumplan con:

- Planificar y desarrollar los procesos necesarios para la consecución del producto y/o servicio.
- Establecer procedimientos claros para el desarrollo de los procesos.
- Demostrar que los procesos y el producto y/o servicio cumplen con los estándares de calidad y con los requisitos.
- Revisar los requerimiento del producto y/o servicio antes de que la organización lo proporcione al cliente o usuario.
- Especificar por escrito los requisitos solicitados por el cliente.
- Implementar mecanismos de comunicación eficientes con el cliente para asegurar y verificar la información sobre el producto y/o servicio, alteraciones al producto y/o servicio, y las quejas o reclamos.
- Se debe garantizar que el producto comprado cumpla con los requisitos de calidad exigidos por la empresa.

- Cuidar la información que es propiedad del cliente como la propiedad intelectual y los datos personales o reservados del cliente.

Medición Análisis y Mejora

- Garantizar la medición, el análisis y la mejora necesarios para asegurar la conformidad con los requisitos del producto y/o servicio, y mejorar continuamente el sistema de gestión de calidad.
- Hacer mediciones de la satisfacción de los clientes, generalmente se realizan por medio de encuestas.
- Realizar auditorías y controles internos a todos los procesos del sistema de gestión de calidad.
- Se deben establecer indicadores de gestión de los procesos y métodos apropiados de seguimiento.
- Realizar seguimiento y medición a la calidad del servicio y/o producto para verificar la satisfacción del cliente.
- Efectuar control al servicio o producto no conforme. Además hay que registrar las acciones tomadas para salvar este problema.
- Recopilar y analizar datos, generalmente se trata de la medición de los indicadores, para demostrar la eficacia y eficiencia del sistema de gestión de calidad. Estos datos deben permitir determinar puntos de mejora.
- Mejorar continuamente el sistema de gestión de la calidad teniendo como sustento los objetivos de calidad, los resultados del control interno, el análisis de los indicadores y las actividades correctivas y preventivas tomadas.
- Tomar acciones para eliminar las causas de no conformidad de los clientes para evitar que

vuelvan a ocurrir.

2.6. TEORÍA DEL CAOS

Teoría del caos es la denominación popular de la rama de las matemáticas, la física y otras ciencias que trata ciertos tipos de sistemas dinámicos muy sensibles a las variaciones en las condiciones iniciales. Pequeñas variaciones en dichas condiciones iniciales pueden implicar grandes diferencias en el comportamiento futuro, imposibilitando la predicción a largo plazo. Esto sucede aunque estos sistemas son en rigor determinísticos, es decir; su comportamiento puede ser completamente determinado conociendo sus condiciones iniciales.

Los sistemas dinámicos se pueden clasificar básicamente en:

- Estables
- Inestables
- Caóticos

Un sistema estable tiende a lo largo del tiempo a un punto, u órbita, según su dimensión (atractor o sumidero). Un sistema inestable se escapa de los atractores. Y un sistema caótico manifiesta los dos comportamientos. Por un lado, existe un atractor por el que el sistema se ve atraído, pero a la vez, hay "fuerzas" que lo alejan de éste. De esa manera, el sistema permanece confinado en una zona de su espacio de estados, pero sin tender a un atractor fijo.

Una de las mayores características de un sistema inestable es que tiene una gran dependencia de las condiciones iniciales. De un sistema del que se conocen sus ecuaciones características, y con unas condiciones iniciales fijas, se puede conocer exactamente su evolución en el tiempo. Pero en el caso de los sistemas caóticos, una mínima diferencia en esas condiciones

hace que el sistema evolucione de manera totalmente distinta. Ejemplos de tales sistemas incluyen el Sistema Solar, las placas tectónicas, los fluidos en régimen turbulento y los crecimientos de población.

La Teoría del Caos y la matemática caótica resultaron ser una herramienta con aplicaciones a muchos campos de la ciencia y la tecnología. Gracias a estas aplicaciones el nombre se torna paradójico, dado que muchas de las prácticas que se realizan con la matemática caótica tienen resultados concretos porque los sistemas que se estudian están basados estrictamente con leyes deterministas aplicadas a sistemas dinámicos.

En Internet se desarrolla este concepto en Teoría del Caos, el tercer paradigma, de cómo la estadística inferencial trabaja con modelos aleatorios para crear series caóticas predictoras para el estudio de eventos presumiblemente caóticos en las Ciencias Sociales. Por esta razón la Teoría del Caos ya no es en sí una teoría: tiene postulados, fórmulas y parámetros recientemente establecidos con aplicaciones, por ejemplo, en las áreas de la meteorología o la física cuántica, y actualmente hay varios ejemplos de aplicación en la arquitectura a través de los fractales, por ejemplo el Jardín Botánico de Barcelona de Carlos Ferrater.

El concepto de caos a menudo puede crear en nosotros una idea negativa, una visión de desorden en donde las cosas no funcionan bien, en un mundo en donde lo establecido y lo "correcto" es precisamente el orden. Si consideramos que el paradigma bajo el cual siempre hemos crecido es el del orden, entonces es realmente "caótico", al menos para mí, pensar que el orden es un desorden armonioso, algo necesario para la continuidad universal.

Desde el momento en que estamos hablando de establecer una nueva forma de concebir al

mundo, no será fácil asimilar rápidamente esta visión debido a que se trata de un nuevo paradigma, es más, coincido con algunos autores que señalan que la Teoría del Caos o Caología no es fácil de entender y muchas veces sus conceptos pueden confundir más de lo que intentan explicar. Desde esta perspectiva trataré de hacer algunas breves reflexiones con respecto a esta novedosa teoría, esperando no caer en una confusión que haga un "total caos" en mis ideas.

Durante mucho tiempo la noción de que en el Universo existía un orden total y continuo fue algo innegable, las teorías de Newton veían al mundo como un compuesto de bloques mecánicos en interrelación, partes separadas de la realidad que respondían a una causa-efecto. De hecho nuestra cultura sigue estando impregnada de este mecanicismo y predictibilidad, intentamos y nos obsesionamos por predecir cualquier fenómeno desde una perspectiva reduccionista. ¿A caso no aprendimos esto con el tradicional método científico? ¿No es así la forma correcta de ver la realidad?. Desde mi particular punto de vista es aquí donde surge el nuevo paradigma, al ver a la realidad como un todo en donde cualquier factor, por pequeño que parezca, puede afectar el comportamiento y la evolución de la Naturaleza.

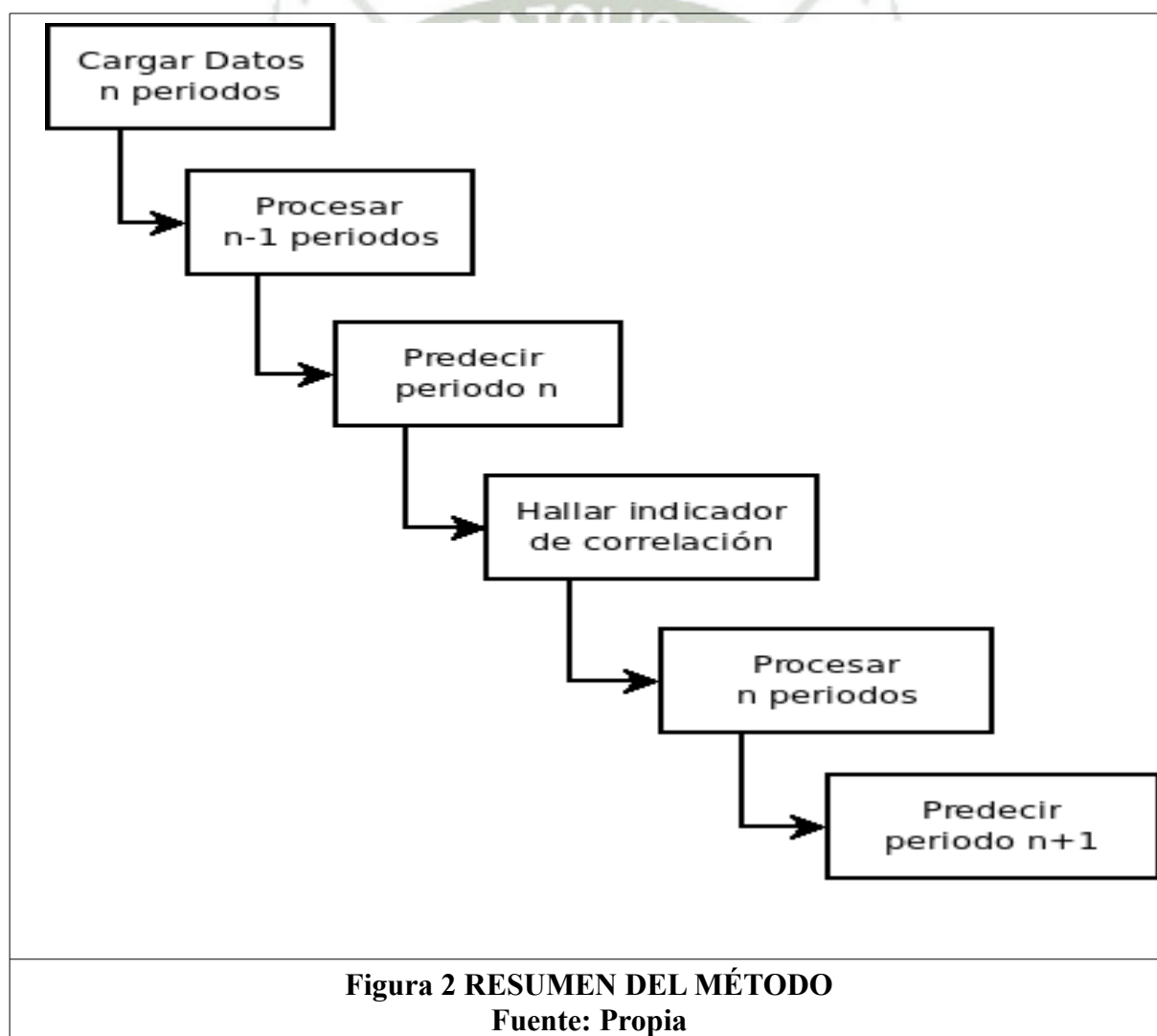
En la Teoría del Caos existen tres componentes esenciales: El control, la creatividad y la sutileza. El control por dominar la Naturaleza es imposible desde la perspectiva del caos, pactar con el caos significa no dominarlos sino ser un participante creativo. "Mas allá de nuestros intentos por controlar y definir la realidad se extiende el infinito reino de la sutileza y la ambigüedad, mediante el cual nos podemos abrir a dimensiones creativas que vuelven más profundas y armoniosas nuestras vidas".

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL MÉTODO

3.1. RESUMEN DEL MÉTODO

La siguiente figura contiene el resumen del método:



Los índices de los promedios móviles se desarrollan en base a razones de la cartera mensual

respecto a la cartera final de diciembre del periodo en evaluación. Tomemos como ejemplo el hecho de que en enero de un periodo determinado la cartera fue de 800 mil y que a fin de año la cartera final fue de 1 millón, entonces el índice mensual de enero es de 0.8. Así vamos conociendo todos los índices de los meses de enero de todos los periodos a trabajar y obtenemos un promedio, con este promedio trabajamos de la siguiente manera: supongamos que el índice promedio de los meses de enero es de 0.8, entonces si en el año o periodo que estamos construyendo los pronósticos termina con una cartera de 4 millones se puede calcular el pronóstico de fin de año por una simple regla de tres; multiplicamos los 4 millones por uno (el promedio de los índices del mes de diciembre siempre será 1) y dividimos entre 0.8, dándonos el resultado de 5 millones como cartera final.

De igual manera podemos proceder con cualquier mes posterior a enero.



3.2. PREDICCIÓN COLOCACIONES EN MONEDA NACIONAL

La predicción de colocaciones en moneda nacional se analizó con los responsables del área de colocaciones en moneda nacional. Si bien es cierto el área de colocaciones es una en las instituciones financieras, la responsabilidad se divide por moneda de acuerdo a la situación del mercado financiero respecto a las captaciones en cada moneda y las tasas de interés de

cada una de ellas. Es por ello que se van a notar pequeñas diferencias entre el modelo de pronóstico en moneda nacional y el de moneda extranjera o dólares americanos.

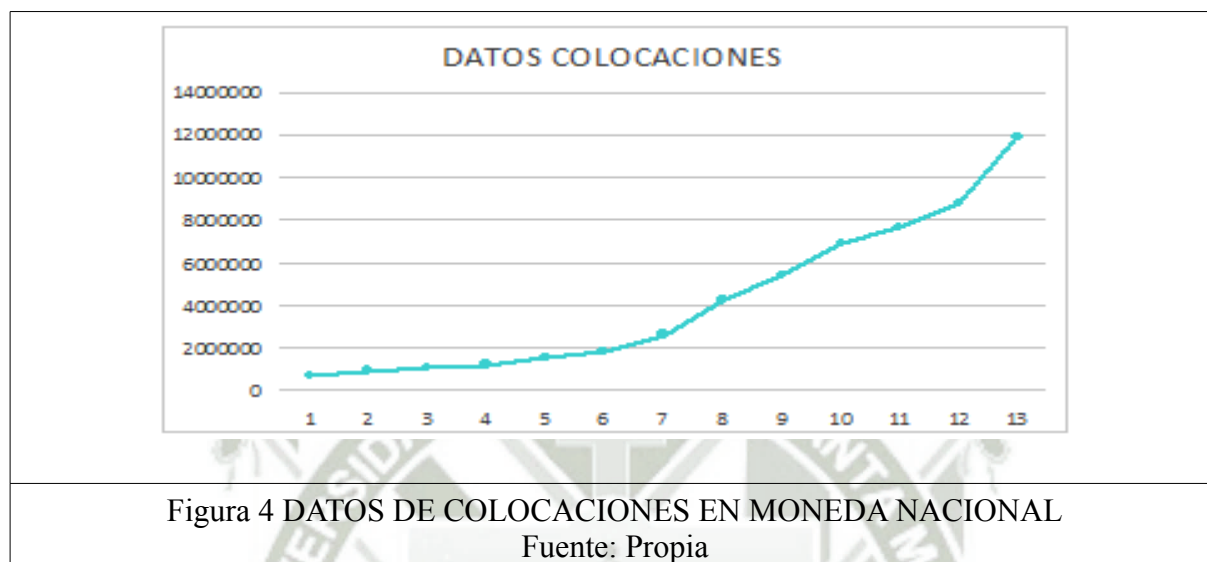
Por una cuestión de intuición de los analistas financieros se estableció que la ecuación de mínimos cuadrados en moneda nacional esté relacionado con el paso del tiempo, obviamente, y el valor del Producto Bruto Interno. Los valores de las colocaciones y del PBI han sido obtenidos del sitio web www.sbs.gob.pe y www.bcr.gob.pe. El análisis de los datos pueden realizarse con n periodos atrás, por consideraciones de espacio se han hecho dos análisis para validar los datos: del 2001 al 2012 (12 periodos o años) y del 2008 al 2012 (5 periodos o años) para validar el 2013, del 2001 al 2013 (13 periodos o años) y del 2008 al 2013 (6 periodos o años) para validar el 2014.

3.2.1. CONJUNTO DE VALORES

El conjunto de valores de las colocaciones en moneda nacional y del PBI son los siguientes:

Año	Colocaciones	PBI
2001	704,118	57.415
2002	913,102	57.272
2003	1,023,954	51.424
2004	1,166,917	52.956
2005	1,514,405	59.714
2006	1,829,031	69.742
2007	2,615,124	74.557
2008	4,287,034	82.636
2009	5,430,904	87.033
2010	6,899,148	111.959
2011	7,673,864	122.611
2012	8,813,374	149.873
2013	11,879,826	152.404

El gráfico de los datos (sin considerar el eje z; índice del producto bruto interno) que muestra la tendencia de las colocaciones desde el año 2001 hasta el 2013, es el que se muestra en la siguiente figura:



Los cuales se han convertido en los siguientes valores para aplicar los mínimos cuadrados:

x	y	z
-11	7.0412	57.4150
-9	9.1310	57.2720
-7	10.2395	51.4240
-5	11.6692	52.9560
-3	15.1441	59.7140
-1	18.2903	69.7420
1	26.1512	74.5570
3	42.8703	82.6360
5	54.3090	87.0330
7	68.9915	111.9590
9	76.7386	122.6110
11	88.1337	149.8730
0	428.7098	977.1920

Donde:

- x : Año (convertido para que la suma dé cero)
- y : Colocaciones (los valores han sido divididos entre cien mil)
- z : Índice del PBI

Las columnas adicionales para hallar la ecuación de mínimos cuadrados son las siguientes:

xy	zy	x^2	xz	z^2
-77.4530	404.2693	121.0000	-631.5650	3,296.4822
-82.1792	522.9518	81.0000	-515.4480	3,280.0820
-71.6768	526.5581	49.0000	-359.9680	2,644.4278
-58.3459	617.9526	25.0000	-264.7800	2,804.3379
-45.4322	904.3118	9.0000	-179.1420	3,565.7618
-18.2903	1,275.6028	1.0000	-69.7420	4,863.9466
26.1512	1,949.7580	1.0000	74.5570	5,558.7462
128.6110	3,542.6334	9.0000	247.9080	6,828.7085
271.5452	4,726.6787	25.0000	435.1650	7,574.7431
482.9404	7,724.2171	49.0000	783.7130	12,534.8177
690.6478	9,409.0018	81.0000	1,103.4990	15,033.4573
969.4711	13,208.8676	121.0000	1,648.6030	22,461.9161
2,215.9895	44,812.8030	572.0000	2,272.8000	90,447.4272

3.2.2. ECUACIONES NORMALES

Las ecuaciones normales son aquellas construidas a partir de la distancia mínima cuadrática de los puntos respecto a una ecuación analítica. Esta ecuación debe construirse hallando los coeficientes a , b y c .

$$y = a + bx + cz$$

El sistema de ecuaciones es el siguiente:

$$\begin{aligned} \sum y &= aN + b \sum x + c \sum z \\ \sum xy &= a \sum x + b \sum x^2 + c \sum xz \\ \sum zy &= a \sum z + b \sum xz + c \sum z^2 \end{aligned}$$

El anterior sistema de ecuaciones se resuelve por el método de Gauss-Jordan de acuerdo a la construcción de las siguientes matrices:

12	0	977.1920	428.7098
0	572	2,272.8000	2,215.9895
977.1920	2,272.8000	90,447.4272	44,812.8030
1	0	81.4327	35.7258
0	572	2,272.8000	2,215.9895
0	2,272.8000	10,872.0768	9,901.8248
1	0	81.4327	35.7258
0	1	3.9734	3.8741
0	0	1,841.2729	1,096.7533
1	0	0	-12.7795
0	1	0	1.5073
0	0	1	0.5956

Resultando la ecuación:

$$y = -12.7795 + 1.5073x + 0.5956z$$

Analizando la ecuación podemos determinar que el coeficiente de la x (periodo o año) es mayor que el coeficiente de y (índice del PBI) lo que nos indica que el valor del periodo tiene un mayor peso que el del PBI, es decir que el valor de las colocaciones aumentará con un mayor impacto con el paso del tiempo que con el incremento del índice del PBI. Es importante tener presente esta idea debido a que más adelante servirá para poder evaluar los pronósticos.

3.2.3. COEFICIENTE DE CORRELACIÓN

Es importante conseguir el valor del coeficiente de correlación que nos va a dar la medida porcentual en que se ajustan los tres datos que se han elegido para poder calcular los pronósticos de las colocaciones de los periodos futuros, así como la proyección de las colocaciones mes por mes. Como se explica en la parte teórica, el coeficiente de correlación se va a calcular a partir de la variación explicada y no explicada. Para ello construimos la siguiente matriz de datos:

Año	x	y	z	y_e	$(y_e - y_m)^2$	$(y - y_e)^2$
2001	-11	7.0412	57.4150	4.8390	14.7864	4.8497
2002	-9	9.1310	57.2720	7.7685	45.8980	1.8565
2003	-7	10.2395	51.4240	7.2998	39.7672	8.6421
2004	-5	11.6692	52.9560	11.2270	104.7211	0.1955
2005	-3	15.1441	59.7140	18.2671	298.3706	9.7534
2006	-1	18.2903	69.7420	27.2549	689.6536	80.3645
2007	1	26.1512	74.5570	33.1377	1,033.2357	48.8101
2008	3	42.8703	82.6360	40.9646	1,597.6739	3.6319
2009	5	54.3090	87.0330	46.5983	2,079.7849	59.4549
2010	7	68.9915	111.9590	64.4602	4,027.9960	20.5327
2011	9	76.7386	122.6110	73.8197	5,303.6305	8.5202
2012	11	88.1337	149.8730	93.0730	8,478.5979	24.3961
Σ		428.7098	977.1920		44,812.8030	572.0000

El valor de la media de y :

$$y_m = 35.7258$$

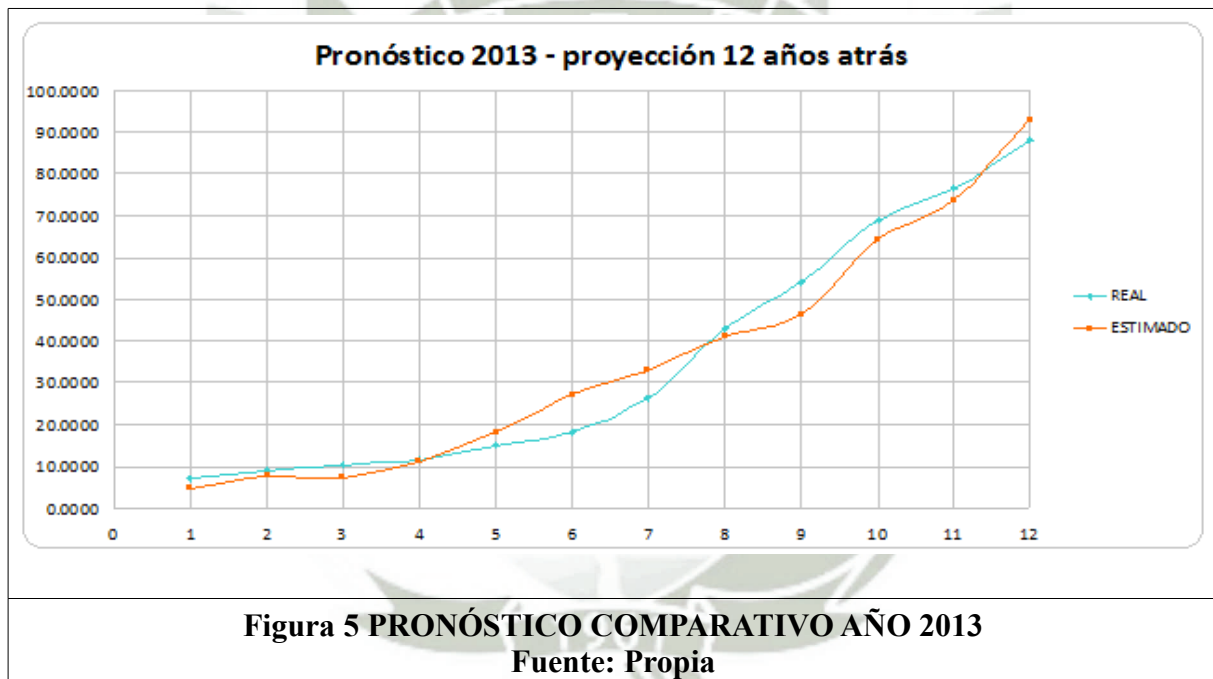
El coeficiente de correlación de las colocaciones en moneda nacional se halla en base a las sumatorias de la variación explicada y no explicada.

El resultado es el siguiente:

$$r = \sqrt{\frac{44812.8030}{44812.8030 + 572}} = 0.9937$$

$$r = 99.37\%$$

Los datos comparados de la proyección del 2013 con 12 años o periodos atrás podemos observarlos en la siguiente figura que nos muestra el buen grado de acercamiento que tiene los datos estimados del modelo de mínimos cuadrados con los datos reales del año 2013 obtenidos del sitio web de la SBS:



Lo que nos indica que el modelo matemático de mínimos cuadrados hallado tiene una alta correlación que se espera signifique también una importante causalidad entre los datos procesados.

PROMEDIOS MÓVILES

Para trabajar con el método de los promedios móviles, se requieren las colocaciones mes por

mes de enero a diciembre por el tiempo en años que se ha decidido analizar para poder realizar el pronóstico.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2001	718	716	704	663	656	653	641	632	628	659	665	704
2002	732	737	716	756	758	766	776	794	829	854	873	913
2003	901	910	941	940	972	1,001	997	990	982	148	1,075	1,024
2004	1,022	1,021	1,027	1,062	1,072	1,064	1,068	1,073	1,080	1,124	1,152	1,167
2005	1,179	1,189	1,233	1,262	1,263	1,307	1,300	1,341	1,403	1,449	1,500	1,514
2006	1,467	1,526	1,597	1,617	1,646	1,667	1,650	1,610	1,652	1,700	1,747	1,829
2007	1,825	1,854	1,904	2,027	2,057	2,101	2,264	2,241	2,328	2,389	2,517	2,615
2008	2,695	2,683	2,788	2,960	3,137	3,302	3,452	3,565	3,695	3,945	4,192	4,287
2009	4,385	4,486	4,538	4,607	4,644	4,702	4,714	4,769	5,126	5,242	5,294	5,431
2010	5,492	5,604	5,721	5,875	6,075	6,268	6,316	6,421	6,498	6,532	6,791	6,899
2011	7,014	7,075	7,162	7,330	7,356	7,433	6,972	7,021	7,218	7,253	7,431	7,674
2012	7,689	7,752	7,853	8,023	8,048	8,064	8,209	8,369	8,398	8,455	8,605	8,813
2013	8,640	8,810	8,946	9,407	9,564	9,823	10,199	10,545	10,981	11,361	11,709	11,880
2014	12,047	12,159	12,468	12,582	12,640	12,822	12,813	12,891	0	0	0	0

Estos valores están expresados en miles de nuevos soles.

Trabajando los índices mensuales, esto es la relación entre la colocación mensual respecto a la cartera final de diciembre del mismo año, tenemos los siguientes resultados:

INDICES MENSUALES												
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2002	1.020	1.017	1.000	0.941	0.931	0.927	0.910	0.897	0.892	0.935	0.945	1.000
2003	0.802	0.807	0.784	0.828	0.830	0.839	0.850	0.870	0.908	0.935	0.956	1.000
2004	0.880	0.888	0.919	0.918	0.949	0.977	0.973	0.967	0.959	0.144	1.050	1.000
2005	0.876	0.875	0.880	0.910	0.919	0.917	0.916	0.919	0.925	0.963	0.988	1.000
2006	0.779	0.785	0.814	0.833	0.834	0.863	0.858	0.885	0.927	0.957	0.991	1.000
2007	0.802	0.834	0.873	0.884	0.900	0.912	0.902	0.881	0.903	0.929	0.955	1.000
2008	0.698	0.709	0.728	0.775	0.787	0.804	0.866	0.857	0.890	0.914	0.962	1.000
2009	0.629	0.626	0.650	0.691	0.732	0.770	0.805	0.832	0.862	0.920	0.978	1.000
2010	0.808	0.826	0.836	0.848	0.855	0.866	0.868	0.878	0.944	0.965	0.975	1.000

2011	0.796	0.812	0.829	0.852	0.881	0.909	0.916	0.931	0.942	0.94	0.984	1.000
2012	0.914	0.922	0.933	0.955	0.959	0.969	0.909	0.915	0.941	0.945	0.968	1.000
Σ	8.855	8.964	9.138	9.405	9.557	9.734	9.794	9.884	10.15	9.579	10.78	11.00
x_m	0.805	0.815	0.831	0.855	0.869	0.885	0.890	0.899	0.923	0.871	0.980	1.000

Los datos que se van a utilizar posteriormente son los promedios x_m de las colocaciones mensuales. Entonces, conociendo el pronóstico de fin de año se puede establecer o calcular el pronóstico para cada uno de los meses. De igual manera se puede calcular los valores mensuales una vez conocido el valor del mes anterior, o, tal como se explicó anteriormente, cualquier valor de un mes posterior (al mes de enero) dado que conocemos el valor del primer mes o periodo.

3.2.4. VALIDACIÓN PRONÓSTICO DEL 2013

Para validar los modelos establecidos anteriormente se va a trabajar con los periodos anteriores del 2001 al 2012 y comparar los resultados con los valores reales del 2013. La relación entre los valores reales y los valores estimados nos dará una razón que denominamos coeficiente de acercamiento el cual nos va a dar la medida porcentual de cuánto se acerca el modelo propuesto con los valores reales.

Con la ecuación obtenida de mínimos cuadrados:

$$y = -12.7795 + 1.5073x + 0.5956z$$

Reemplazamos los valores del 2013:

$$x = 2013 = 13$$

$$y = 152.404$$

Tenemos el siguiente resultado:

$$y(13, 152.404) = 9,759,525$$

Que es el valor del pronóstico para el año 2013.

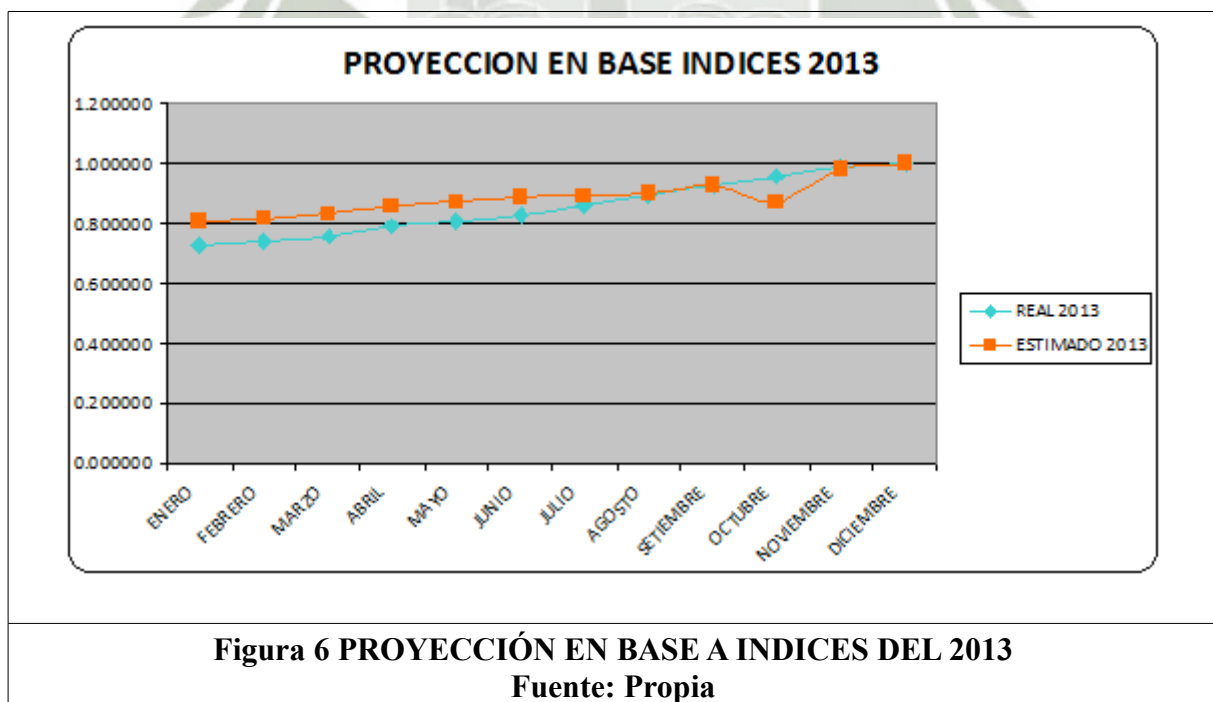
Con este valor hacemos uso de los promedios de los índices mensuales hallados anteriormente y calculamos los valores para cada uno de los meses del 2013 y los contrastamos con los valores reales obtenidos de la página web de la SBS, de este contraste obtenemos un coeficiente que denominamos *coeficiente 1* que nos da el grado de correlación o acercamiento entre el pronóstico y el valor real. Posteriormente se calcula el valor promedio de todos los *coeficientes 1*, dato que va a significar el grado de correlación general de los datos estimados respecto a los reales.

MES	VALOR REAL	VALOR ESTIMADO	COEF ₁
ENERO	8,640,465	7,856,549	90.9274%
FEBRERO	8,809,596	7,953,180	90.2786%
MARZO	8,946,249	8,107,323	90.6226%
ABRIL	9,406,847	8,344,100	88.7024%
MAYO	9,564,351	8,479,183	88.6540%
JUNIO	9,823,350	8,635,994	87.9129%
JULIO	10,199,217	8,689,551	85.1982%
AGOSTO	10,544,631	8,769,038	83.1612%
SETIEMBRE	10,980,983	9,007,928	82.0321%
OCTUBRE	11,361,042	8,498,857	74.8070%
NOVIEMBRE	11,708,743	9,567,259	81.7104%
DICIEMBRE	11,879,826	9,759,525	82.1521%
PROMEDIO			85.5132%

De acuerdo a lo obtenido el promedio del coeficiente es 85.5132% que no es un valor alto

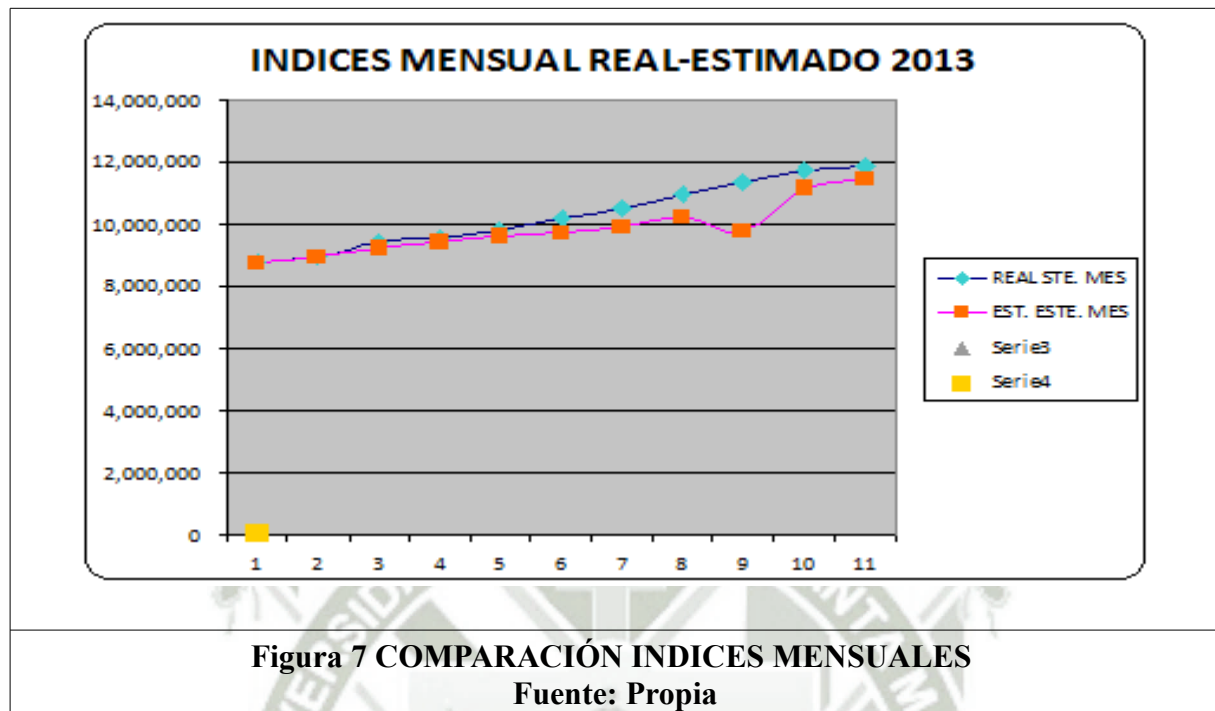
pero que tampoco es un valor que se pueda considerar como una mala predicción. Analizando los datos en forma subjetiva se encuentran dos elementos importantes, en primer lugar el comportamiento del año 2001 es atípico, debido a que empieza con una cartera mayor con la que finaliza lo que significa que durante el transcurso del periodo la cartera ha disminuido (comportamiento que puede ser explicado por diferentes motivos, entre los cuales tenemos: depresión del mercado, incremento de la mora o cartera en riesgo y consecuente castigo de créditos, incremento de las tasas de interés de los bancos de segundo piso, etc.). En segundo lugar el año 2013 es un año en el cual se dispara las colocaciones, en los gráficos podemos observar que la tendencia de los años tiene un cierto alejamiento con el valor real de las colocaciones del 2013.

En la siguiente figura podemos observar el buen grado de aproximación que tienen los datos estimados:



En la siguiente figura podemos observar la misma tendencia anterior en base a los montos de

las colocaciones.



3.2.5. PRONÓSTICO CON 5 PERIODOS

Se va a realizar una nueva predicción, similar a la del punto anterior, pero con cinco periodos.

Se ha de establecer que se han realizado las evaluaciones con 1 periodo atrás hasta 11 periodos atrás, pero por consideración de espacio sólo se muestra los datos con 5 periodos.

El motivo por el cual se procede de esta manera es para evaluar con cuántos periodos atrás se va a predecir los años futuros.

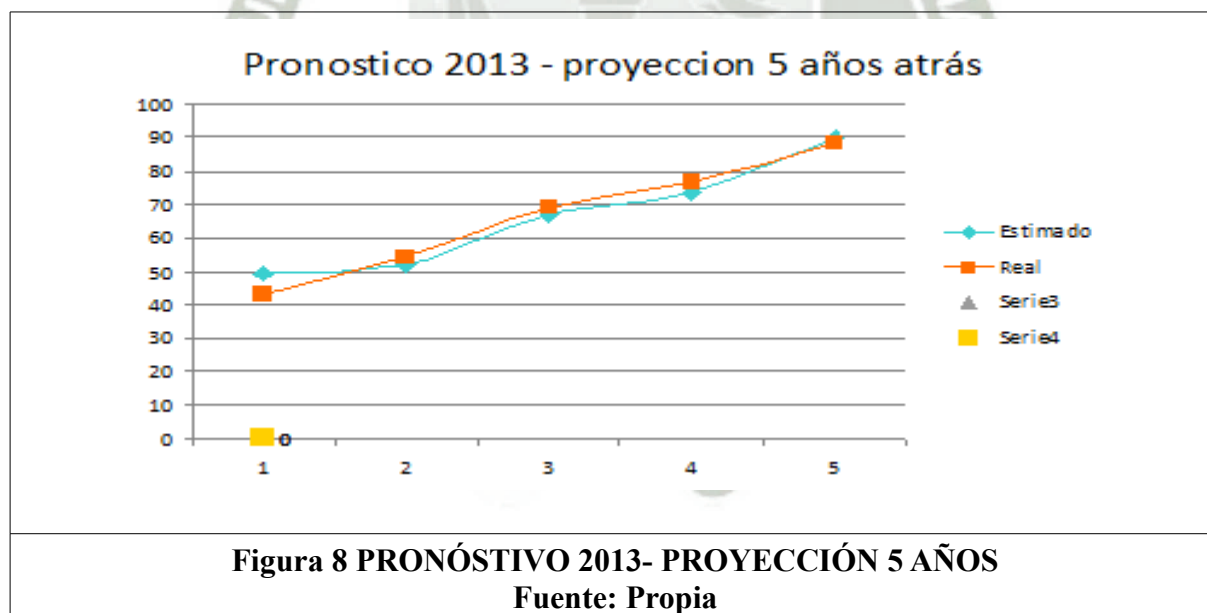
De similar manera como se trabajo el pronóstico del 2013 con 12 valores, del año 2001 al año 2012, en este caso se va a definir una ecuación de mínimos cuadrados pero sólo tomando los últimos 5 años, esperando que así el pronóstico mejore respecto a los anteriores valores encontrados.

AÑO	x	y	z
2008	-2	42.8703	82.636

2009	-1	54.3090	87.033
2010	0	68.9915	111.959
2011	1	76.7386	122.611
2012	2	88.1337	149.873
Σ	0	331.0432	554.112

En este caso hemos convertido los valores de los años de manera que la suma sea cero y se aligeren los cálculos y operaciones. También el valor de las colocaciones ha sido dividido entre cien mil.

En la siguiente figura podemos observar la tendencia de los datos de las colocaciones comparados con los datos estimados por la ecuación de mínimos cuadrados obtenida. De igual manera se puede ver que el ajuste o acercamiento de los datos estimados es bastante fuerte, situación que debe ser validada por el coeficiente de correlación.



Las columnas adicionales para el cálculo de los coeficientes de la ecuación de mínimos cuadrados son los siguientes:

xy	zy	x^2	xz	z^2
128.6110	3,542.6334	9	247.9080	6,828.7085
271.5452	4,726.6787	25	435.1650	7,574.7431
482.9404	7,724.2171	49	783.7130	12,534.8177
690.6478	9,409.0018	81	1,103.4990	15,033.4573
969.4711	13,208.8676	121	1,648.6030	22,461.9161
2,543.2155	38,611.3986	285	4,218.8880	64,433.6427

De acuerdo al sistema de ecuaciones normales definido:

$$\begin{aligned} \sum y &= aN + b \sum x + c \sum z \\ \sum xy &= a \sum x + b \sum x^2 + c \sum xz \\ \sum zy &= a \sum z + b \sum xz + c \sum z^2 \end{aligned}$$

Entonces el sistema de ecuaciones normales es:

$$5a + 0b + 554.112c = 331.0432$$

$$0a + 285b + 4218.8883c = 2543.2155$$

$$554.112a + 4218.888c + 64433.6427 = 38611.3986$$

Aplicando Gauss-Jordan:

5	0	554.112	331.043
0	285	4218.888	2543.215
554.112	4218.888	64433.643	38611.399
1	0	110.822	66.209
0	285	4218.888	2543.215
0	4218.888	3025.621	1924.392
1	0	110.822	66.209
0	1	14.803	8.924
0	0	-59427.067	-35723.121

1	0	0	-0.410
0	1	0	0.025
0	0	1	0.601

De donde la ecuación resultante es:

$$y = -0.4095 + 0.0250x + 0.6011z$$

Coefficiente de Correlación

Se halla el coeficiente de correlación para determinar el grado de acercamiento entre las variables de colocaciones e índice del PBI y el monto de las colocaciones en los periodos determinados:

<i>Año</i>	<i>x</i>	<i>y</i>	<i>z</i>	<i>y_e</i>	$(y_e - y_m)^2$	$(y - y_e)^2$
2008	-2	42.8703	82.636	49.2150	288.7834	40.2549
2009	-1	54.3090	87.033	51.8832	205.2184	5.8847
2010	0	68.9915	111.959	66.8919	0.4668	4.4083
2011	1	76.7386	122.611	73.3201	50.5729	11.6864
2012	2	88.1337	149.873	89.7330	553.3963	2.5577
Σ		331.0432			1098.4378	64.7920

El valor de la media de las colocaciones:

$$y_m = 66.2086$$

Calculamos el coeficiente de correlación:

$$r = \sqrt{\frac{1098.4378}{1098.4378 + 64.7920}} = 0.9718$$

$$r = 97.18\%$$

El coeficiente de correlación termina siendo un valor alto y significativo de 97.18% lo cual corresponde con la figura donde se muestran los datos reales de las colocaciones y los datos estimados.

Los datos de las colocaciones mensuales son:

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2008	2,695	2,683	2,788	2,960	3,137	3,302	3,452	3,565	3,695	3,945	4,192	4,287
2009	4,385	4,486	4,538	4,607	4,644	4,702	4,714	4,769	5,126	5,242	5,294	5,431
2010	5,492	5,604	5,721	5,875	6,075	6,268	6,316	6,421	6,498	6,532	6,791	6,899
2011	7,014	7,075	7,162	7,330	7,356	7,433	6,972	7,021	7,218	7,253	7,431	7,674
2012	7,689	7,752	7,853	8,023	8,048	8,064	8,209	8,369	8,398	8,455	8,605	8,813

De donde obtenemos los índices mensuales de los 5 años últimos antes del 2013.

INDICES MENSUALES												
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2008	0.629	0.626	0.650	0.691	0.732	0.770	0.805	0.832	0.862	0.920	0.978	1.000
2009	0.808	0.826	0.836	0.848	0.855	0.866	0.868	0.878	0.944	0.965	0.975	1.000
2010	0.796	0.812	0.829	0.852	0.881	0.909	0.916	0.931	0.942	0.947	0.984	1.000
2011	0.914	0.922	0.933	0.955	0.959	0.96	0.907	0.915	0.941	0.945	0.968	1.000
2012	0.872	0.880	0.891	0.910	0.913	0.915	0.931	0.950	0.953	0.959	0.976	1.000
Σ	4.018	4.066	4.140	4.256	4.339	4.428	4.429	4.505	4.641	4.737	4.882	5.000
x_m	0.804	0.813	0.828	0.851	0.868	0.886	0.886	0.901	0.928	0.947	0.976	1.000

Procedemos a evaluar los pronósticos del año 2013 con la ecuación de mínimos cuadrados y con los índices mensuales hallados.

Con la ecuación obtenida de mínimos cuadrados:

$$y = -0.4095 + 0.0250x + 0.6011z$$

Reemplazamos los valores del 2013:

$$x = 2013 = 3$$

$$y = 152.404$$

Obtenemos el siguiente resultado:

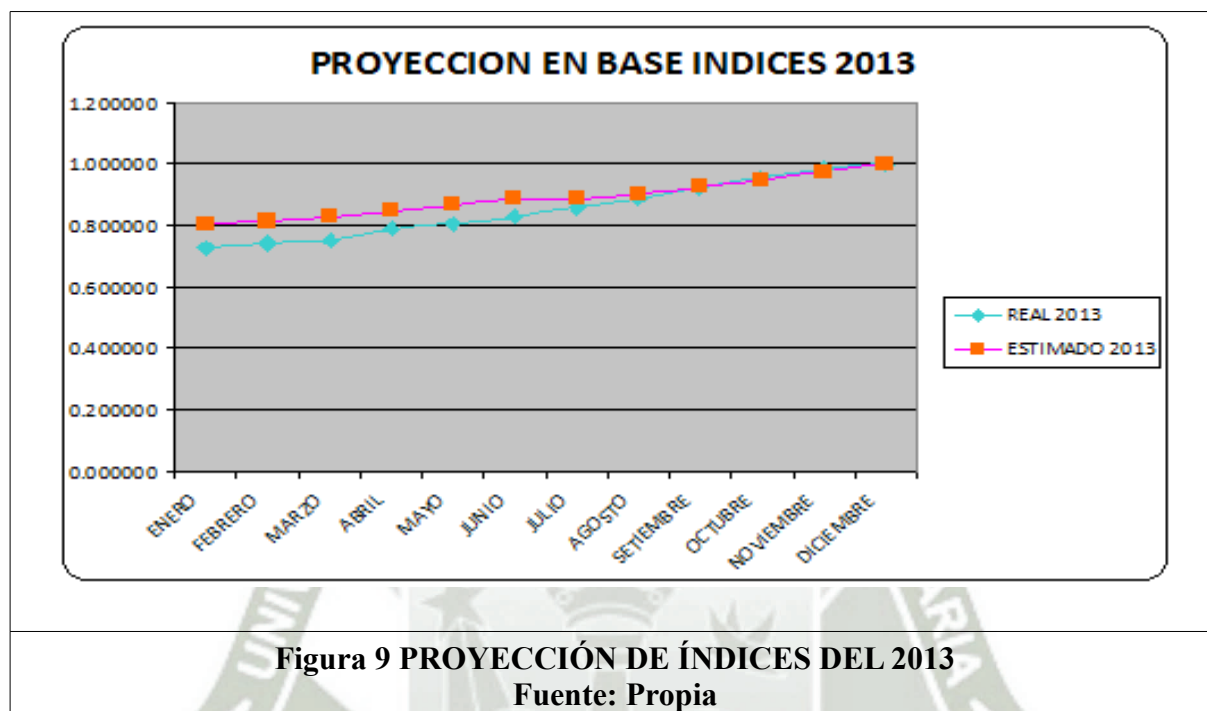
$$y(3, 152.404) = 9,127,951$$

Con este valor hacemos uso de los promedios de los índices mensuales hallados anteriormente y calculamos los valores para cada uno de los meses del 2013 y los contrastamos con los valores reales, de igual manera que con el pronóstico con 12 periodos obtenemos un coeficiente que también denominamos coeficiente 1 que nos da el grado de correlación o acercamiento entre el pronóstico y el valor real.

MES	VALOR REAL	VALOR ESTIMADO	COEF ₁
ENERO	8,640,465	7,336,017	84.90%
FEBRERO	8,809,596	7,422,410	84.25%
MARZO	8,946,249	7,557,185	84.47%
ABRIL	9,406,847	7,769,274	82.59%
MAYO	9,564,351	7,921,383	82.82%
JUNIO	9,823,350	8,083,921	82.29%
JULIO	10,199,217	8,084,823	79.27%
AGOSTO	10,544,631	8,224,293	78.00%
SETIEMBRE	10,980,983	8,472,816	77.16%
OCTUBRE	11,361,042	8,647,264	76.11%
NOVIEMBRE	11,708,743	8,911,758	76.11%
DICIEMBRE	11,879,826	9,127,951	76.84%
PROMEDIO %			80.40%

Obtenemos los valores observados de los cuales podemos analizar en primer lugar el promedio final que es de 80.40%. Lo que significa que el pronóstico realizado se ha ajustado

o tiene una exactitud del 80.40% respecto a los montos reales obtenidos. Este valor no tiene una correlación alta pero aún así es significativa. Con otros modelos posteriores se mejora esta correlación.



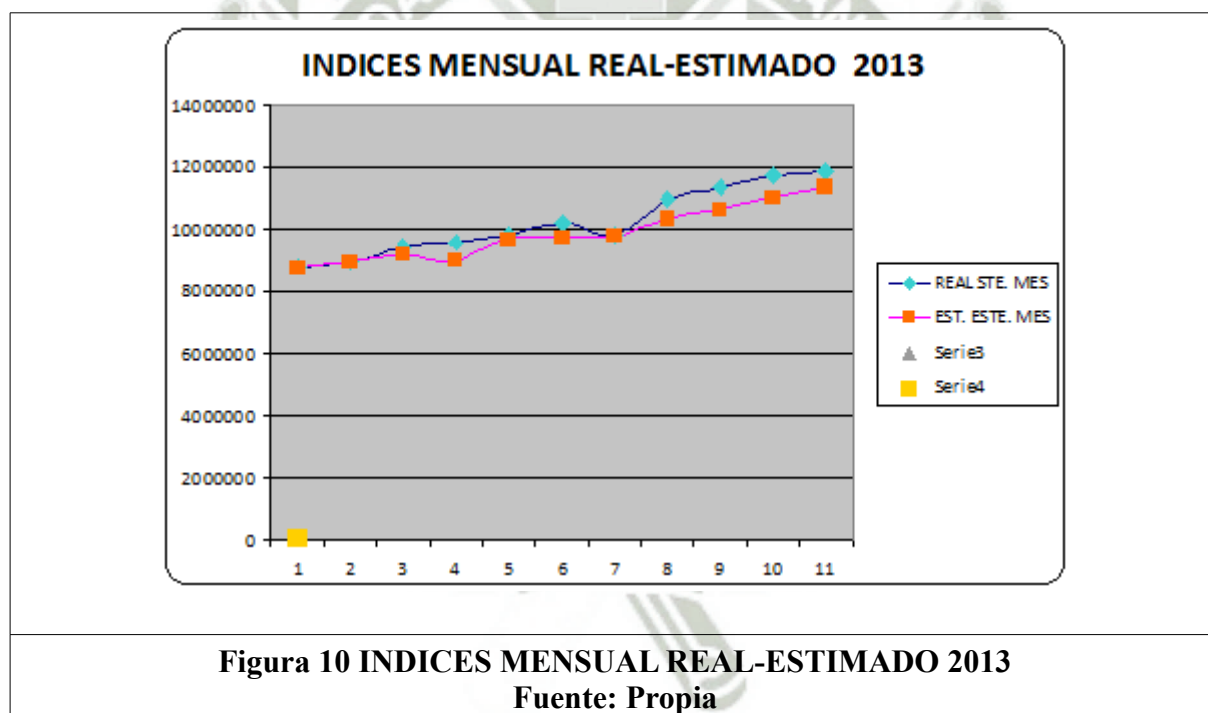
3.2.6. ANÁLISIS Y PRONÓSTICO MES POR MES

En este punto se va a trabajar con los índices mensuales obtenidos con los cinco periodos anteriores y verificamos los coeficientes 1; que es el promedio del estimado anual comparado con el real valor de la cartera en el mes de diciembre, y el coeficiente 2 que estima las colocaciones del siguiente mes.

AÑO	ESTIMADO ANUAL	COEF ₁	INDICE	REAL STE. MES	ESTIMADO STE. MES	COEF ₂
ENERO	8,640,465	90.50%	0.803687	8,809,596	8,742,220	99.24%
FEBRERO	10,792,701	90.85%	0.808420	8,946,249	8,935,460	99.88%
MARZO	10,797,114	90.89%	0.814919	9,406,847	9,189,986	97.69%
ABRIL	10,862,911	91.44%	0.823977	9,564,351	8,996,875	94.07%
MAYO	10,895,896	91.72%	0.832745	9,823,350	9,649,654	98.23%

JUNIO	10,930,296	92.01%	0.841558	10,199,217	9,681,199	94.92%
JULIO	11,017,577	92.74%	0.847867	9,823,350	9,758,505	99.34%
AGOSTO	11,107,948	93.50%	0.854509	10,980,983	10,310,704	93.90%
SETIEMBRE	11,194,276	94.23%	0.862700	10,604,776	10,604,776	93.34%
OCTUBRE	11,281,087	94.96%	0.871164	11,708,743	11,013,898	94.07%
NOVIEMBRE	11,352,810	95.56%	0.880723	11,879,826	11,352,810	95.56%
DICIEMBRE	11,402,119	95.98%	0.890663			
PROMEDIO		96.39%				92.86%

En la siguiente figura se muestra la comparación de los índices mensual real y estimado de acuerdo a los resultados obtenidos:



En este caso los resultados, a pesar que son relativamente altos por estar por encima del 90 por ciento, son más bajos que los pronósticos obtenidos con 12 periodos, por lo que seguiremos con el siguiente paso con la ecuación de mínimos cuadrados y con los índices obtenidos con los 12 periodos anteriores.

3.2.7. PRONÓSTICO DEL 2014

En este punto se va a calcular los pronósticos para el año 2014. Además se va a poder contrastar con los valores de los meses de enero a agosto y verificar su exactitud contrastándolos con los valores reales.

Como se indicó en el punto anterior se va a definir la ecuación de mínimos cuadrados con los 13 periodos anteriores, de acuerdo a los datos siguientes:

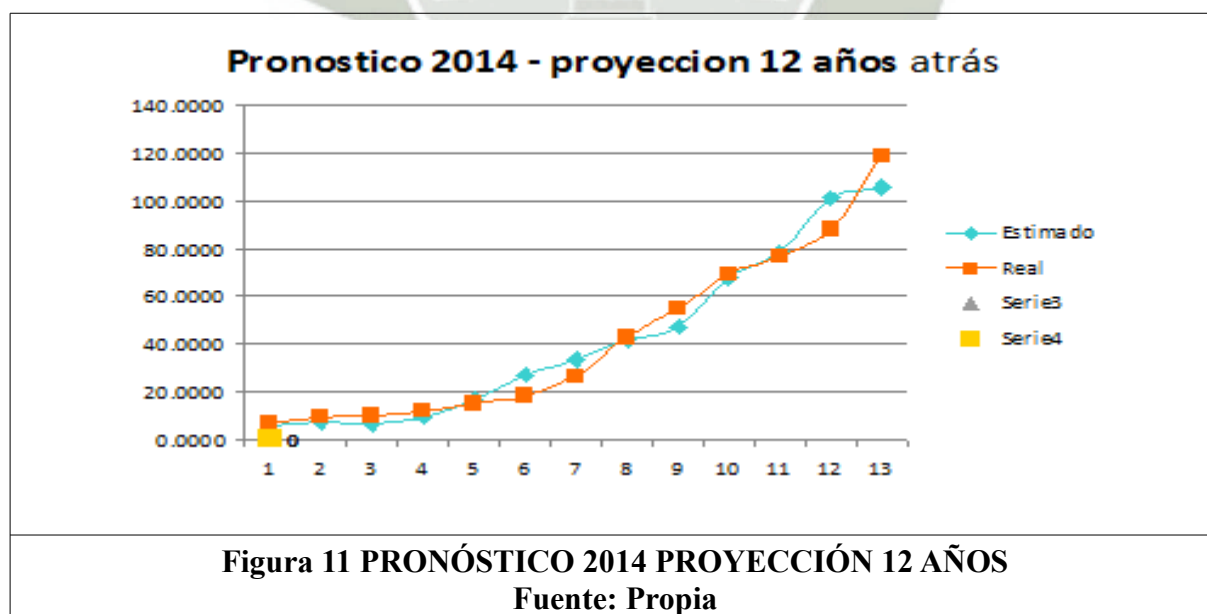
AÑO	COLOCACIONES	PBI
2001	704,118	57.415
2002	913,102	57.272
2003	1,023,954	51.424
2004	1,166,917	52.956
2005	1,514,405	59.714
2006	1,829,031	69.742
2007	2,615,124	74.557
2008	4,287,034	82.636
2009	5,430,904	87.033
2010	6,899,148	111.959
2011	7,673,864	122.611
2012	8,813,374	149.873
2013	11,879,826	152.404

Con estos datos construimos la siguiente tabla con datos arreglados o tipificados de manera que la suma de los años (eje x) sea 0 y las colocaciones (eje y) se han dividido entre cien mil, de forma que las operaciones y cálculos sean más sencillos. Cabe indicar que las condiciones para generar la columna x (de colocaciones) depende si son pares o impares el total de datos, si son pares se toman valores incrementados de uno en uno empezando en valor negativo, y de dos en dos en caso contrario.

La matriz de datos es la siguiente:

<i>x</i>	<i>y</i>	<i>z</i>
-6	7.0412	57.415
-5	9.1310	57.272
-4	10.2395	51.424
-3	11.6692	52.956
-2	15.1441	59.714
-1	18.2903	69.742
0	26.1512	74.557
1	42.8703	82.636
2	54.3090	87.033
3	68.9915	111.959
4	76.7386	122.611
5	88.1337	149.873
6	118.7983	152.404
0	547.5080	1129.596

La siguiente figura muestra los datos con la proyección de 12 años atrás y sus valores estimados. Asimismo, en forma subjetiva y visual, se puede dar cuenta del grado de acercamiento entre los valores estimados y reales.



Las columnas adicionales necesarias para hallar la ecuación de mínimos cuadrados son las siguientes:

xy	zy	x^2	xz	z^2
-42.2471	404.2693	36	-344.4900	3,296.4822
-45.6551	522.9518	25	-286.3600	3,280.0820
-40.9582	526.5581	16	-205.6960	2,644.4278
-35.0075	617.9526	9	-158.8680	2,804.3379
-30.2881	904.3118	4	-119.4280	3,565.7618
-18.2903	1,275.6028	1	-69.7420	4,863.9466
0.0000	1,949.7580	0	0.0000	5,558.7462
42.8703	3,542.6334	1	82.6360	6,828.7085
108.6181	4,726.6787	4	174.0660	7,574.7431
206.9744	7,724.2171	9	335.8770	12,534.8177
306.9546	9,409.0018	16	490.4440	15,033.4573
440.6687	13,208.8676	25	749.3650	22,461.9161
712.7896	18,105.3300	36	914.4240	23,226.9792
1,606.4294	62,918.1330	182	1,562.2280	113,674.4065

Las sumatorias de cada columna se indican en la última fila.

Con estos valores construimos el sistema de ecuaciones normales:

$$13a + 0b + 1129.5960c = 547.5080$$

$$0a + 182b + 1562.2280c = 1606.4294$$

$$1129.5960a + 1562.2280b + 113674.4065c = 62918.1330$$

y por medio de Gauss-Jordan calculamos los coeficientes de la ecuación de mínimos cuadrados:

13	0	1129.5960	547.5080
0	182	1562.2280	1606.4294

1129.5960	1562.2280	113674.4065	62918.1330
1	0	86.8920	42.1160
0	182	1562.2280	1606.4294
0	1562.2280	15521.5508	15344.0670
1	0	86.8920	42.1160
0	1	8.5837	8.8265
0	0	2111.9007	1555.0064
1	0	0	-21.8632
0	1	0	2.5063
0	0	1	0.7363

La ecuación resultante es:

$$y = -218632 + 2.5063x + 0.7363z$$

Luego hallamos el coeficiente de correlación en base a las variaciones explicada y no explicada. Para ello construimos la siguiente matriz con las columna necesarias para realizar los cálculos.

x	y	z	ye	$(ye - y_m)^2$	$(y - ye)^2$
-6	7.0412	57.415	5.3740	1349.9777	2.7796
-5	9.1310	57.272	7.7750	1179.3051	1.8388
-4	10.2395	51.424	5.9754	1306.1438	18.1830
-3	11.6692	52.956	9.6097	1056.6574	4.2413
-2	15.1441	59.714	17.0920	626.1998	3.7946
-1	18.2903	69.742	26.9820	229.0374	75.5458
0	26.1512	74.557	33.0337	82.4889	47.3677
1	42.8703	82.636	41.4886	0.3936	1.9092
2	54.3090	87.033	47.2325	26.1782	50.0779
3	68.9915	111.959	68.0920	674.7507	0.8091
4	76.7386	122.611	78.4414	1319.5364	2.8995
5	88.1337	149.873	101.0209	3469.7916	166.0799

6	118.7983	152.404	105.3909	4003.7068	179.7586
				1178.7821	42.7142

De igual manera las sumatorias se indican en la última fila.

El promedio del valor de las colocaciones:

$$y_m = 42.1160$$

$$r = \sqrt{\frac{1178.7821}{1178.7821 + 42.7142}} = 0.9824$$

$$r = 98.24\%$$

El coeficiente de correlación obtenido es significativo, de manera que se puede estar seguro en más del 98% de la exactitud del pronóstico.

Cálculo del pronóstico del año 2014

Con la anterior ecuación:

$$y = -218632 + 2.5063x + 0.7363z$$

Calculamos el valor del pronóstico para el 2014.

$$y = -218632 + 2.5063(7) + 0.7363(152.404 \times 1.05)$$

Se ha asumido un incremento del 5% del PBI de acuerdo a los estimados del gobierno peruano (de acuerdo al diario el comercio del 17 de julio del 2014 donde dice “*En línea con lo estimado por otras instituciones, incluido el Ministerio de Economía y Finanzas que ahora se inclina –según el propio Luis Miguel Castilla– por una expansión de entre 4% y 5%...*”).

El pronóstico para el año 2014 es:

11,350,798

Índices mensuales

Luego trabajamos los índices mensuales para evaluar el comportamiento de las colocaciones mes por mes del 2014. Por consideraciones subjetivas de los expertos no se ha considerado el año 2001 por haber sido un periodo en el cual la institución financiera (de donde se han obtenido los datos) sufrió cambios internos significativos así como una fuerte influencia de los mercados financieros externos (en parte por el atentando contra las torres gemelas en los Estados Unidos en setiembre del 2001) que significó que el mercado de colocaciones no se comportará de manera común.

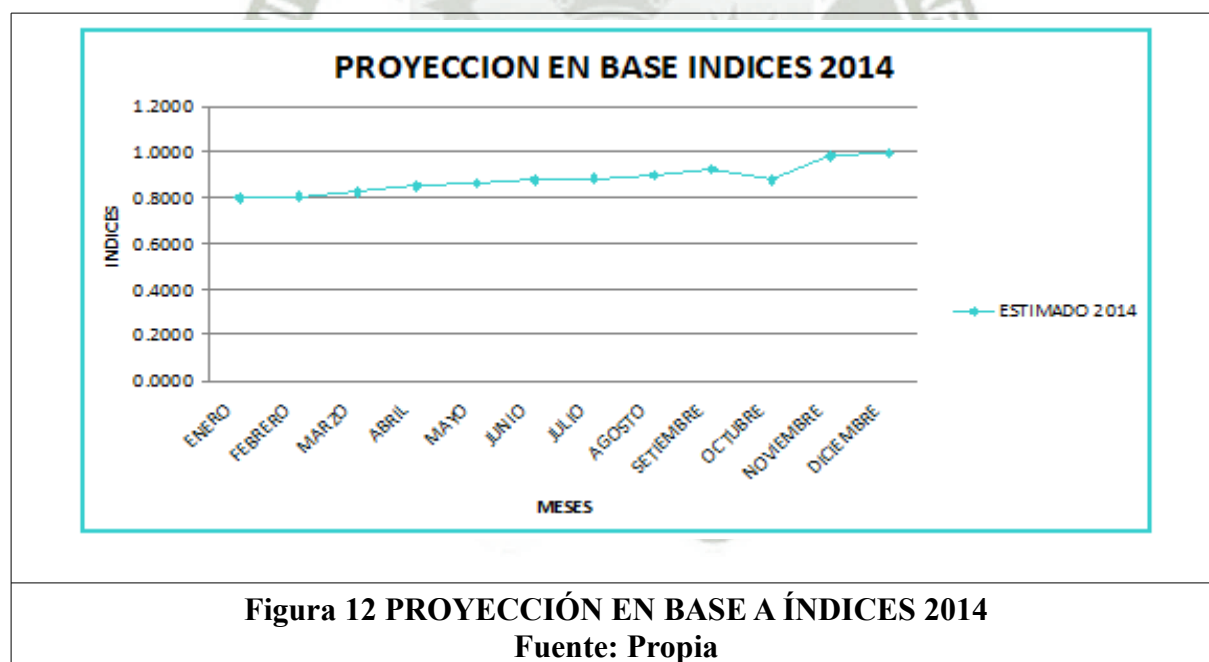
INDICES MENSUALES												
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2002	0.802	0.807	0.784	0.828	0.830	0.840	0.850	0.870	0.908	0.935	0.956	1
2003	0.880	0.888	0.919	0.918	0.949	0.977	0.973	0.967	0.959	0.144	1.050	1
2004	0.876	0.875	0.880	0.910	0.919	0.912	0.916	0.919	0.925	0.963	0.988	1
2005	0.779	0.785	0.814	0.833	0.834	0.863	0.858	0.885	0.927	0.957	0.991	1
2006	0.802	0.834	0.873	0.884	0.900	0.912	0.902	0.881	0.903	0.929	0.955	1
2007	0.698	0.709	0.728	0.775	0.787	0.804	0.866	0.857	0.890	0.914	0.962	1
2008	0.629	0.626	0.650	0.691	0.732	0.770	0.805	0.832	0.862	0.920	0.978	1
2009	0.808	0.826	0.836	0.848	0.855	0.866	0.868	0.878	0.944	0.965	0.975	1
2010	0.796	0.812	0.829	0.852	0.881	0.909	0.916	0.931	0.942	0.947	0.984	1
2011	0.914	0.922	0.933	0.955	0.959	0.969	0.909	0.915	0.941	0.945	0.968	1
2012	0.872	0.880	0.891	0.910	0.913	0.915	0.931	0.950	0.953	0.959	0.976	1
2013	0.727	0.742	0.753	0.792	0.805	0.827	0.859	0.888	0.924	0.956	0.986	1
x_m	0.798	0.809	0.824	0.850	0.863	0.880	0.888	0.898	0.923	0.878	0.981	1

Con estos índices calculamos las proyección anuales y el estimado de agosto, éste se ha comparado con el valor real de las colocaciones del mes de agosto y se ha hallado el

coeficiente de relación entre estos dos valores.

MES	REAL	ESTIMADO ANUAL	INDICE	ESTIMADO AGOSTO	REAL AGOSTO	COEF ₁
ENERO	12,046,674	15,085,888	1.1241	13,541,126	12,890,699	95.20%
FEBRERO	12,159,316	15,033,740	1.1098	13,494,319	12,890,699	95.53%
MARZO	12,467,640	15,414,950	1.0890	13,577,362	12,890,699	94.94%
ABRIL	12,581,715	15,555,993	1.0564	13,290,881	12,890,699	96.99%
MAYO	12,640,365	15,628,507	1.0395	13,139,554	12,890,699	98.11%
JUNIO	12,822,071	15,853,168	1.0199	13,077,854	12,890,699	98.57%
JULIO	12,813,201	15,842,201	1.0111	12,955,935	12,890,699	99.50%
AGOSTO	12,890,699	15,938,019				
						96.98%

La siguiente figura muestra los datos proyectados mensuales en base a los índices calculados para el año 2014:



Se ha obtenido un coeficiente de relación del 96.98% que resulta ser significativo para los requerimientos de pronósticos de las empresas financieras, significa que se tiene una seguridad de más del 96% que el método propuesto cumple con los valores reales y,

consecuentemente, se tiene una alta probabilidad de que los datos de pronóstico se acerquen a los datos de los últimos meses del 2014 y, de igual manera, la predicción sea buena para el 2015.

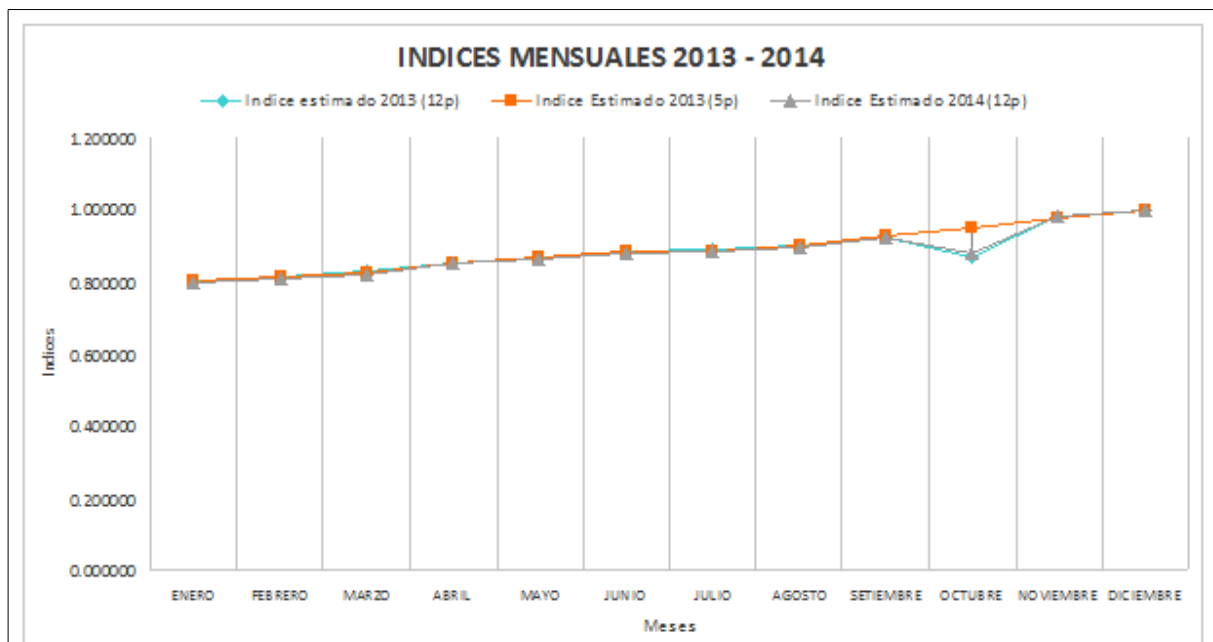
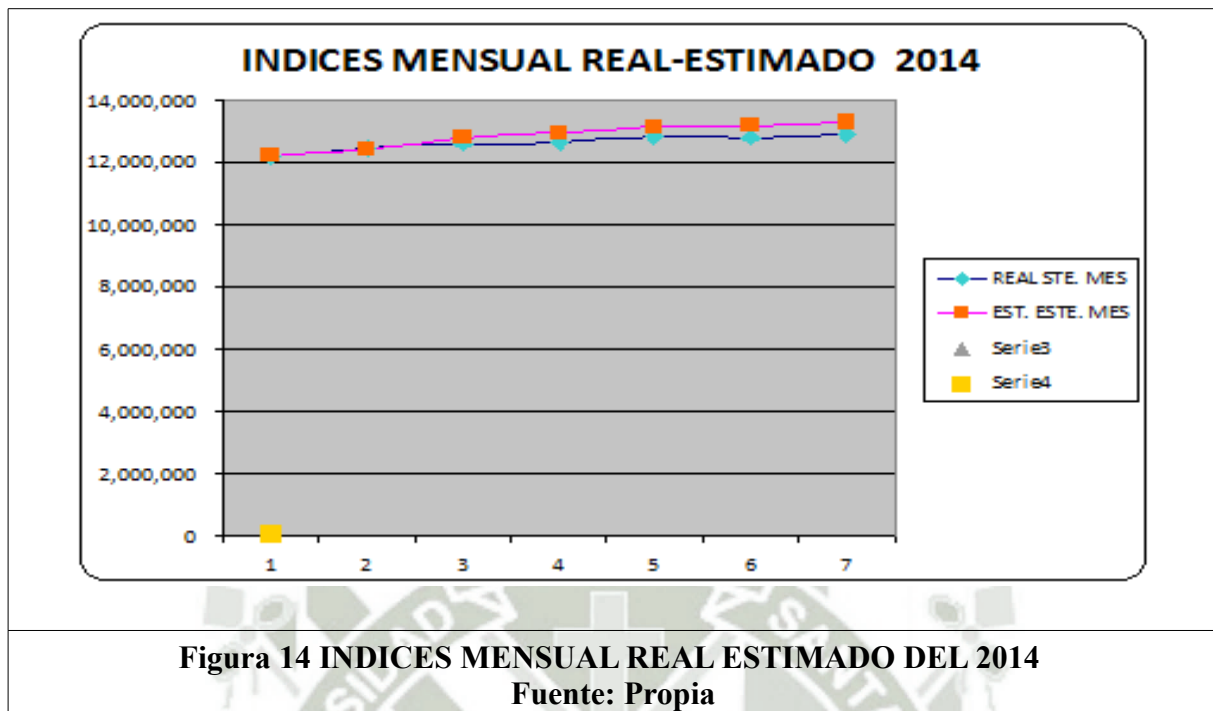


Figura 13 INDICES MENSUALES 2013 - 2014
Fuente: Propia

En la siguiente figura se puede observar los datos de las colocaciones estimadas en comparación o contraste con los datos reales. De similar manera a la anterior figura se puede ver que la aproximación de los datos es buena, apreciación subjetiva que debe ser cuantificada más adelante por el dato del coeficiente de correlación.

Si bien es cierto existe una diferencia entre los datos de pronóstico respecto a los reales, esta diferencia puede ser explicada de diferentes maneras respecto a las otras variables que no han sido consideradas en el modelo pero que, de alguna u otra manera, tienen influencia en los resultados finales y, en algunos casos, son significativos (recordemos la teoría del caos que se encuentra en el capítulo 2).



3.3. PREDICCIÓN COLOCACIONES EN MONEDA EXTRANJERA

La predicción de colocaciones en moneda extranjera se analizó con los responsables del área de colocaciones en dólares (en nuestro país no existe préstamos en otra moneda extranjera que no sean los dólares de los Estados Unidos o dólares americanos cuyas siglas son US\$ que viene de *United States Dollar*). Como se especificó en el numeral 3.1 hay pequeñas diferencias entre los modelos.

De igual manera; por una cuestión de intuición de los analistas financieros se estableció que la ecuación de mínimos cuadrados en moneda extranjera esté relacionado con el paso del tiempo, obviamente, y el valor del tipo de cambio final. Los valores de las colocaciones y del tipo de cambio han sido obtenidos del sitio web www.sbs.gob.pe y www.bcr.gob.pe. El análisis de los datos pueden realizarse con n periodos atrás, de igual manera que en moneda nacional se han realizado dos análisis para validar los datos: del 2001 al 2012 (12 periodos o años) y del 2008 al 2012 (5 periodos o años) para validar el 2013, del 2001 al 2013 (13

periodos o años) y del 2008 al 2013 (6 periodos o años) para validar el 2014.

3.3.1. CONJUNTO DE VALORES

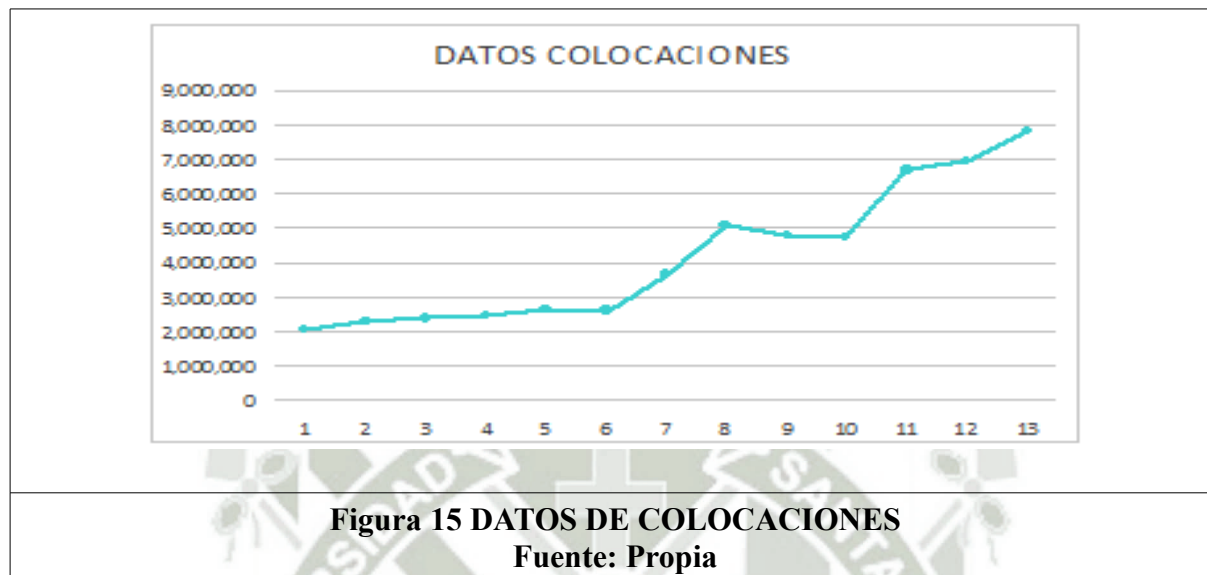
El conjunto de valores de las colocaciones en moneda extranjera y del tipo de cambio son los siguientes:

AÑO	COLOCACIONES	TIPO DE CAMBIO
2001	2,041,361	3.435
2002	2,308,517	3.514
2003	2,409,872	3.471
2004	2,468,860	3.281
2005	2,639,435	3.424
2006	2,590,290	3.205
2007	3,637,211	2.981
2008	5,100,285	3.114
2009	4,765,907	2.878
2010	4,734,053	2.815
2011	6,696,601	2.696
2012	6,960,029	2.567
2013	7,845,846	2.786

El comportamiento y la tendencia de los datos de la matriz anterior se puede observar en la siguiente figura. En ella se puede observar la tendencia de las colocaciones en moneda extranjera, pudiendo notarse los picos del 2008 y del 2011 en los cuales ha sucedido un fuerte incremento en los valores totales de las colocaciones. Se puede intentar una explicación macro-financiera que está relacionada con el posible precio del dólar en ese momento y el valor de la tasa de interés de la FED de los Estados Unidos (se sabe que si esta última sube entonces suben las tasa de interés del dólar en la mayoría de los países del mundo), así como los problemas que hubieron respecto a la burbuja inmobiliaria que hubo en los Estados

Unidos y su consecuente problema financiero.

La figura es la siguiente:



Los datos de la matriz anterior los procesamos para los cual son tipificados a los siguientes valores para aplicar los mínimos cuadrados:

x	y	z
-11	20.4136	3.4350
-9	23.0852	3.5140
-7	24.0987	3.4710
-5	24.6886	3.2810
-3	26.3944	3.4240
-1	25.9029	3.2050
1	36.3721	2.9810
3	51.0029	3.1140
5	47.6591	2.8780
7	47.3405	2.8150
9	66.9660	2.6960
11	69.6003	2.5670
0	463.5242	37.3810

Donde:

- x : Año (convertido para que la suma dé cero)
- y : Colocaciones (los valores han sido divididos entre cien mil)
- z : Tipo de cambio

3.3.2. ECUACIONES NORMALES

Las columnas adicionales para hallar la ecuación de mínimos cuadrados son las siguientes:

xy	zy	x^2	xz	z^2
-224.5497	70.1208	121.0000	-37.7850	11.7992
-207.7665	81.1213	81.0000	-31.6260	12.3482
-168.6910	83.6467	49.0000	-24.2970	12.0478
-123.4430	81.0033	25.0000	-16.4050	10.7650
-79.1831	90.3743	9.0000	-10.2720	11.7238
-25.9029	83.0188	1.0000	-3.2050	10.2720
36.3721	108.4253	1.0000	2.9810	8.8864
153.0086	158.8229	9.0000	9.3420	9.6970
238.2954	137.1628	25.0000	14.3900	8.2829
331.3837	133.2636	49.0000	19.7050	7.9242
602.6941	180.5404	81.0000	24.2640	7.2684
765.6032	178.6639	121.0000	28.2370	6.5895
1,297.8208	1,386.1639	572.0000	-24.6710	117.6044

Obtenemos el siguiente sistema de ecuaciones:

$$12a + 0b + 37.3810c = 463.5242$$

$$0a + 572b - 24.6710c = 1297.8208$$

$$37.3810a - 24.6710b + 117.6044c = 1386.1639$$

Resolviendo por el método de Gauss-Jordan:

12.0000	0.0000	37.3810	463.5242
---------	--------	---------	----------

0.0000	572.0000	-24.6710	1,297.8208
37.3810	-24.6710	117.6044	1,386.1639
1.0000	0.0000	3.1151	38.6270
0.0000	572.0000	-24.6710	1,297.8208
0.0000	-24.6710	1.1595	-57.7527
1.0000	0.0000	3.1151	38.6270
0.0000	1.0000	-0.0431	2.2689
0.0000	0.0000	0.0954	-1.7762
1.0000	0.0000	0.0000	96.6390
0.0000	1.0000	0.0000	1.4657
0.0000	0.0000	1.0000	-18.6229

De donde la ecuación queda:

$$y = 96.6390 + 1.4657x - 18.6229z$$

3.3.3. COEFICIENTE DE CORRELACIÓN

Como se ha indicado anteriormente es importante obtener el valor del coeficiente de correlación que nos va a dar la medida en que se ajustan los datos que se han elegido para predecir las colocaciones. Como se explica en el capítulo II, el coeficiente de correlación se va a calcular a partir de la variación explícita y no explicada. Para ello se construye la siguiente matriz de datos:

x	y	z	y_e	$(y_e - y_m)^2$	$(y - y_e)^2$
-11	20.4136	3.4350	16.5466	487.5428	14.9534
-9	23.0852	3.5140	18.0068	425.1928	25.7897
-7	24.0987	3.4710	21.7390	285.2059	5.5684
-5	24.6886	3.2810	28.2087	108.5410	12.3912
-3	26.3944	3.4240	28.4770	103.0226	4.3375
-1	25.9029	3.2050	35.4868	9.8609	91.8514
1	36.3721	2.9810	42.5897	15.7031	38.6588

3	51.0029	3.1140	43.0443	19.5120	63.3391
5	47.6591	2.8780	50.3707	137.9130	7.3527
7	47.3405	2.8150	54.4753	251.1673	50.9046
9	66.9660	2.6960	59.6228	440.8222	53.9230
11	69.6003	2.5670	64.9565	693.2428	21.5646
				1,386.1639	572.0000

Donde las sumatorias están en la última fila.

El promedio de las colocaciones es:

$$y_m = 38.6270$$

El coeficiente de correlación de las colocaciones en moneda nacional se halla en base a la variación explicada y no explicada. El resultado es el siguiente:

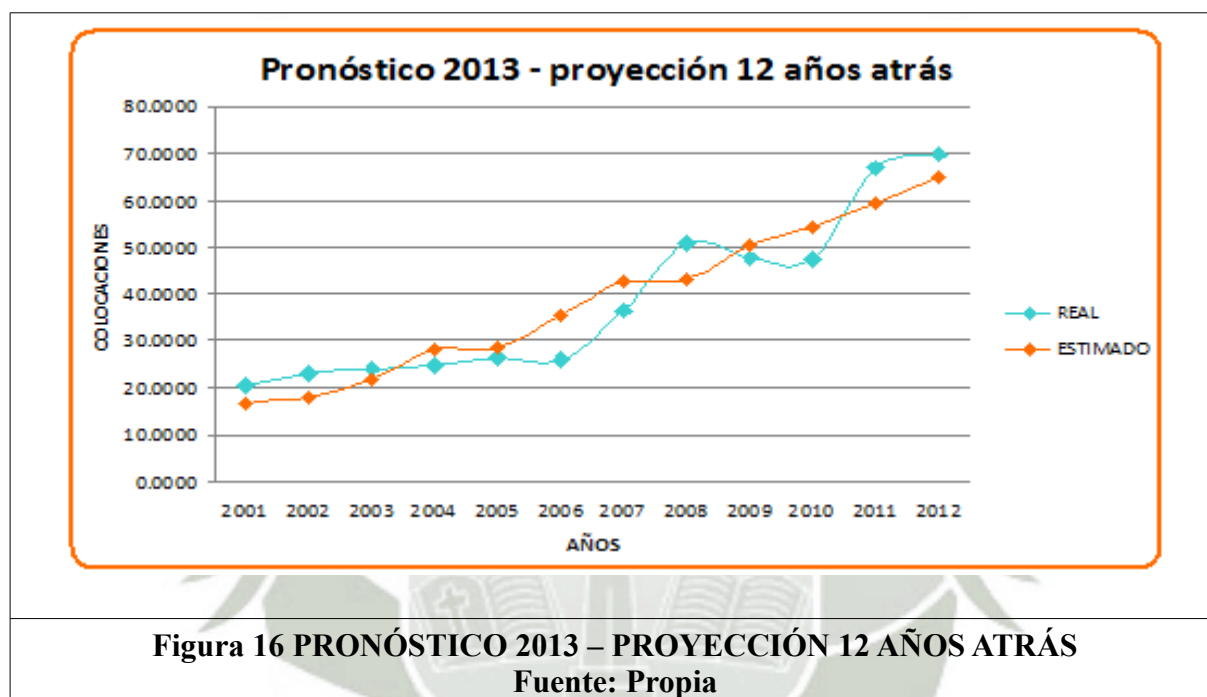
$$r = \sqrt{\frac{1386.1639}{1386.1639 + 572}} = 0.8414$$

$$r = 84.14\%$$

El resultado de la correlación en un dato alto, se puede entender como que el 84% de los datos están explicados por la ecuación de mínimos cuadrados.

En la siguiente figura se puede observar los datos reales comparados con los datos estimados o pronósticos. Podemos observar que los picos en los cuales las colocaciones en moneda extranjera han crecido no ha significado lo mismo con el modelo lo cual nos indica que el precio del dólar no es significativo para el incremento de las colocaciones, debe de haber otra variable o variables que influyan en el incremento (o decremento) de los créditos en moneda extranjera, estas variables son difíciles de evaluar debido a que son múltiples los factores que influyen (la actitud de la gerencia, situación política de país, situación política de los países

vecinos, expectativas financieras de países que compran fuerte a Perú [como China que nos compra grandes cantidades de cobre y si, en algún momento, deja de hacerlo o baja sus compras implica una distorsión en el aspecto financiero del país], o de situaciones de la política contra el narcotráfico que implica en ingreso de grandes cantidades de dólares americanos a bajo precio lo que significa una baja del precio del dólar).



3.3.4. PROMEDIOS MÓVILES

Trabajamos con el método de los promedios móviles, para ello se requieren las colocaciones mes por mes de enero a diciembre por el tiempo en años que se ha decidido analizar, para poder realizar el pronóstico en base a los índices de los promedios móviles.

Los datos obtenidos de la SBS son los siguientes:

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2001	2,172	2,125	2,122	2,195	2,227	2,159	2,137	2,127	2,122	1,976	1,967	2,041
2002	1,958	1,978	1,949	2,435	2,311	2,424	2,358	2,378	2,510	2,504	2,361	2,309
2003	2,279	2,242	2,259	2,252	2,227	2,233	2,281	2,337	2,319	2,313	2,401	2,410

2004	2,431	2,399	2,533	2,523	2,604	2,628	2,630	2,536	2,461	2,517	2,449	2,469
2005	2,454	2,426	2,447	2,453	2,525	2,560	2,612	2,654	2,562	2,601	2,670	2,639
2006	2,426	2,473	2,548	2,549	2,510	2,544	2,435	2,515	2,533	2,527	2,627	2,590
2007	2,660	2,531	2,672	2,660	2,863	3,021	3,081	3,157	3,360	3,342	3,414	3,637
2008	3,622	3,630	3,450	3,657	3,716	4,105	4,144	4,324	4,445	4,676	4,865	5,100
2009	5,240	5,323	5,297	4,926	4,814	4,863	4,928	4,862	4,591	4,625	4,594	4,766
2010	4,478	4,541	4,540	4,571	4,655	4,682	4,644	4,599	4,652	4,654	4,797	4,734
2011	5,064	5,121	5,352	5,476	5,646	5,761	5,882	6,015	6,187	6,032	5,976	6,697
2012	6,238	6,094	6,358	6,484	6,596	6,754	6,909	6,994	6,873	7,003	6,976	6,960
2013	6,588	6,773	7,062	6,860	7,289	7,366	7,452	7,726	7,567	7,417	7,564	7,846
2014	7,807	7,719	7,935	8,137	8,167	8,431	8,462	8,507				

Estos valores están expresados en miles de dólares americanos.

Calculamos los índices mensuales, esto es la relación entre la colocación mensual respecto a la cartera final de diciembre del mismo año, tenemos los siguientes resultados:

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2001	1.064	1.041	1.040	1.075	1.091	1.057	1.047	1.042	1.039	0.968	0.963	1
2002	0.848	0.857	0.844	1.055	1.001	1.050	1.022	1.030	1.087	1.085	1.022	1
2003	0.946	0.930	0.937	0.934	0.920	0.927	0.947	0.970	0.962	0.960	0.996	1
2004	0.985	0.972	1.026	1.022	1.055	1.064	1.065	1.027	0.997	1.019	0.992	1
2005	0.930	0.919	0.927	0.929	0.956	0.970	0.990	1.005	0.971	0.985	1.011	1
2006	0.936	0.955	0.984	0.984	0.969	0.982	0.940	0.971	0.978	0.975	1.014	1
2007	0.731	0.696	0.735	0.731	0.787	0.830	0.847	0.868	0.924	0.919	0.939	1
2008	0.710	0.712	0.676	0.717	0.729	0.805	0.812	0.848	0.871	0.917	0.954	1
2009	1.099	1.117	1.111	1.033	1.010	1.020	1.034	1.020	0.963	0.970	0.964	1
2010	0.946	0.959	0.959	0.965	0.983	0.989	0.981	0.971	0.983	0.983	1.013	1
2011	0.756	0.765	0.799	0.818	0.843	0.860	0.878	0.898	0.924	0.901	0.892	1
2012	0.896	0.876	0.913	0.932	0.948	0.970	0.993	1.005	0.987	1.006	1.002	1
2013	0.840	0.863	0.900	0.874	0.929	0.939	0.950	0.985	0.964	0.945	0.964	1
x_m	0.889	0.887	0.901	0.920	0.928	0.952	0.955	0.965	0.968	0.975	0.982	1

Donde el promedio o índice promedio mensual del comportamiento de las colocaciones se

muestra en la última fila.

3.3.5. VALIDACIÓN COLOCACIONES

Tal como se hizo en moneda nacional se va a validar el modelo hallado anteriormente trabajando con los periodos anteriores del 2001 al 2012 y comparar los resultados con los valores reales del 2013. La relación entre los valores reales y los valores estimados nos dará una razón que denominamos coeficiente de acercamiento el cual nos va a dar la medida porcentual de cuánto se acerca el modelo propuesto con los valores reales.

Con la ecuación obtenida de mínimos cuadrados:

$$y = 96.6390 + 1.4657x - 18.6229z$$

Calculamos las colocaciones del 2013

$$x = 2013 = 13$$

$$z = 2.786$$

$$y = 96.6390 + 1.4657(13) - 18.6229(2.786)$$

Obtenemos un pronóstico de:

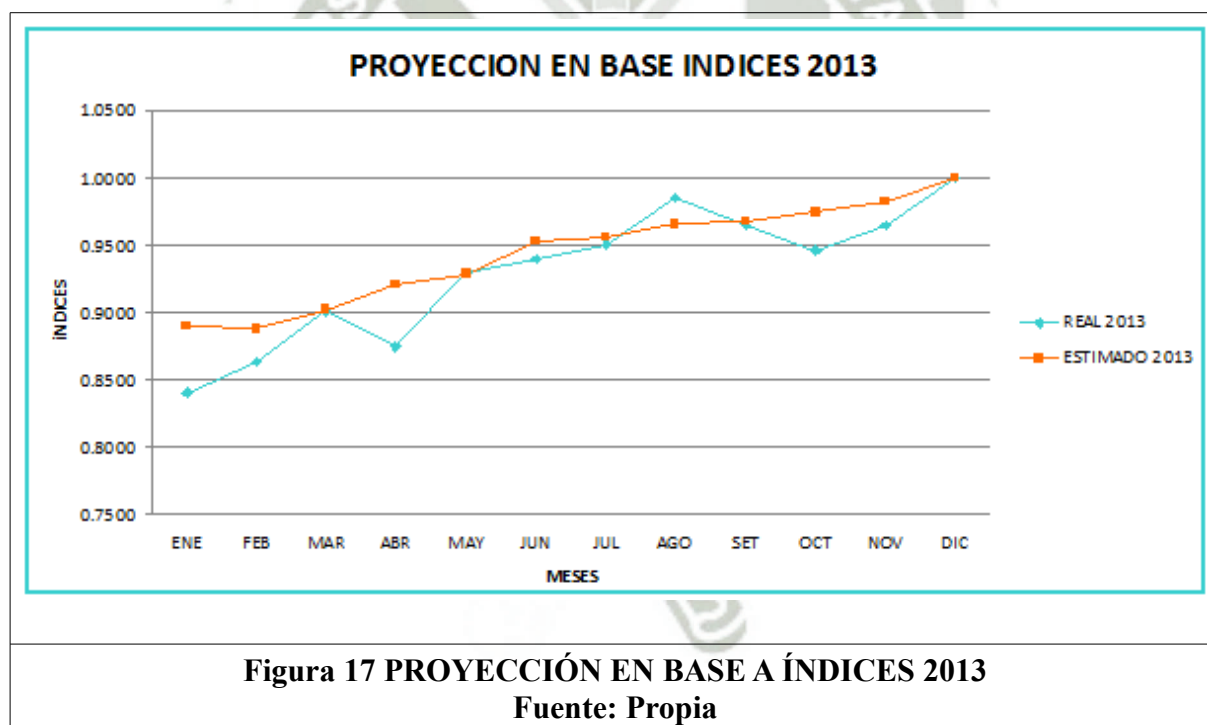
6,380,948

Evaluamos mes por mes de acuerdo a los índices obtenidos:

MES	REAL	ESTIMADO	COEF ₁
ENERO	6,588,140	5,675,136	86.14%
FEBRERO	6,773,145	5,660,000	83.57%
MARZO	7,061,920	5,750,229	81.43%

ABRIL	6,859,910	5,871,246	85.59%
MAYO	7,289,215	5,919,971	81.22%
JUNIO	7,366,432	6,072,920	82.44%
JULIO	7,452,053	6,095,891	81.80%
AGOSTO	7,725,841	6,156,879	79.69%
SETIEMBRE	7,566,843	6,176,447	81.63%
OCTUBRE	7,417,011	6,219,178	83.85%
NOVIEMBRE	7,564,410	6,265,374	82.83%
DICIEMBRE	7,845,846	6,380,948	81.33%
			82.63%

Tenemos un promedio de seguridad de predicción del 82.63%, que como se ha indicado anteriormente, significa que los datos están ajustados en más del 82%.



La anterior figura muestra los datos reales y estimados en base a la proyección de los índices para el 2013. Esta proyección se hace uniendo el dato proyectado con el método de mínimos cuadrados y aplicando los índices obtenidos. Como se puede ver más adelante a pesar de que

el coeficiente de correlación que se obtiene es alto, éste es bajo comparado con el pronóstico basado en los índices evaluándolos mes a mes.

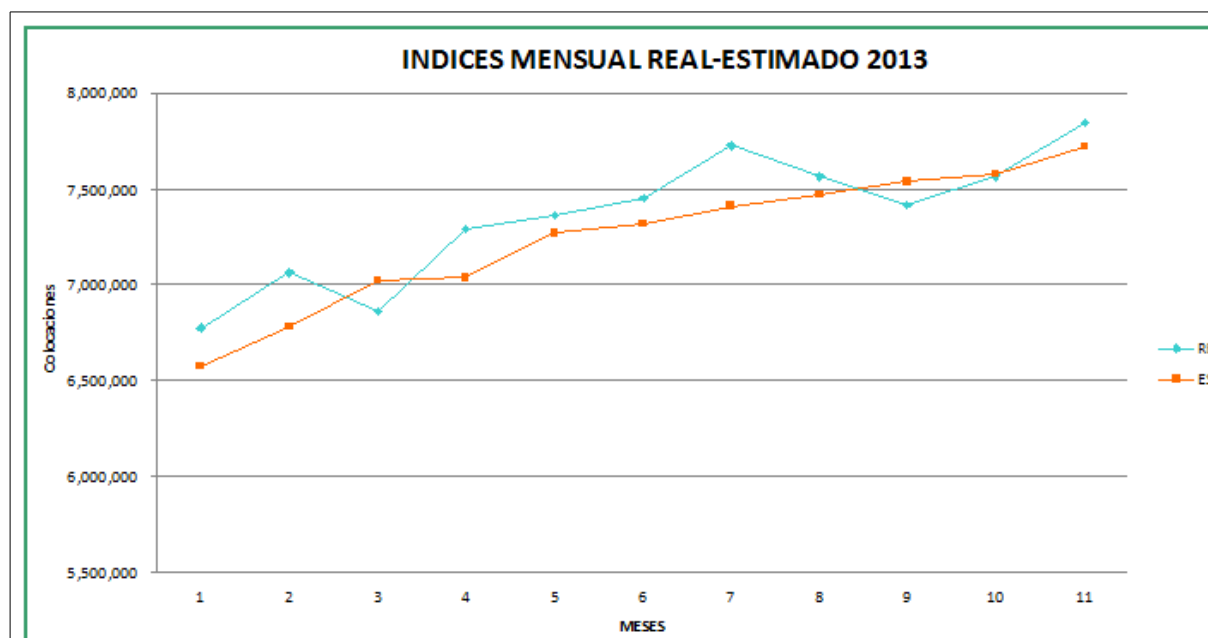


Figura 18 INDICES MENSUALES REAL-ESTIMADO 2013
Fuente: Propia

3.3.4. PRONÓSTICO CON 5 PERIODOS

De similar manera como se trabajo el pronóstico del 2013 con 12 valores, del año 2001 al año 2012, en este caso se va a definir una ecuación de mínimos cuadrados pero sólo tomando los últimos 5 años, esperando que así el pronóstico mejore respecto a los anteriores valores encontrados.

AÑO	COLOCACIONES	TIPO DE CAMBIO
2008	5,100,285	3.114
2009	4,765,907	2.878
2010	4,734,053	2.815
2011	6,696,601	2.696
2012	6,960,029	2.567
2013	7,845,846	2.786

También en este caso hemos convertido los valores de los años de manera que la suma sea cero y se los cálculos y operaciones sean más sencillos. Además el valor de las colocaciones ha sido dividido entre cien mil.

Las columnas adicionales para el cálculo de los coeficientes de la ecuación de mínimos cuadrados son los siguientes:

x	y	z
-2	51.003	3.114
-1	47.659	2.878
0	47.341	2.815
1	66.966	2.696
2	69.600	2.567
0	282.569	14.07

Trabajando las columnas adicionales requeridas para calcular la ecuación de mínimos cuadrados:

xy	zy	x^2	xz	z^2
153.009	158.823	9	9.342	9.697
238.295	137.163	25	14.390	8.283
331.384	133.264	49	19.705	7.924
602.694	180.540	81	24.264	7.268
765.603	178.664	121	28.237	6.589
2090.985	788.454	285	95.938	39.762

El sistema de ecuaciones normales queda así:

$$5a + 0b + 14.07c = 282.569$$

$$0a + 285b + 95.938c = 2090.985$$

$$14.07a + 95.938b + 39.762c = 788.454$$

Por Gauss-Jordan:

5	0	14.07	282.56875
0	285	95.938	2090.98489
14.07	95.938	39.76201	788.4535777
1	0	2.814	56.51375
0	285	95.938	2090.98489
0	95.938	0.16903	-6.6948848
1	0	2.814	56.51375
0	1	0.3366245614	7.3367890877
0	0	-32.1260571719	-710.5717562976
0	0	0	-5.7269697846
0	0	0	-0.1087528451
0	0	1	22.118237308

De donde la ecuación resultante es:

$$y = -5.7270 - 01088x + 22.1182z$$

Coefficiente de Correlación

Nuevamente tenemos que hallar el coeficiente de correlación para determinar el grado de acercamiento entre las variables de colocaciones y el tipo de cambio y el monto de las colocaciones en los periodos determinados:

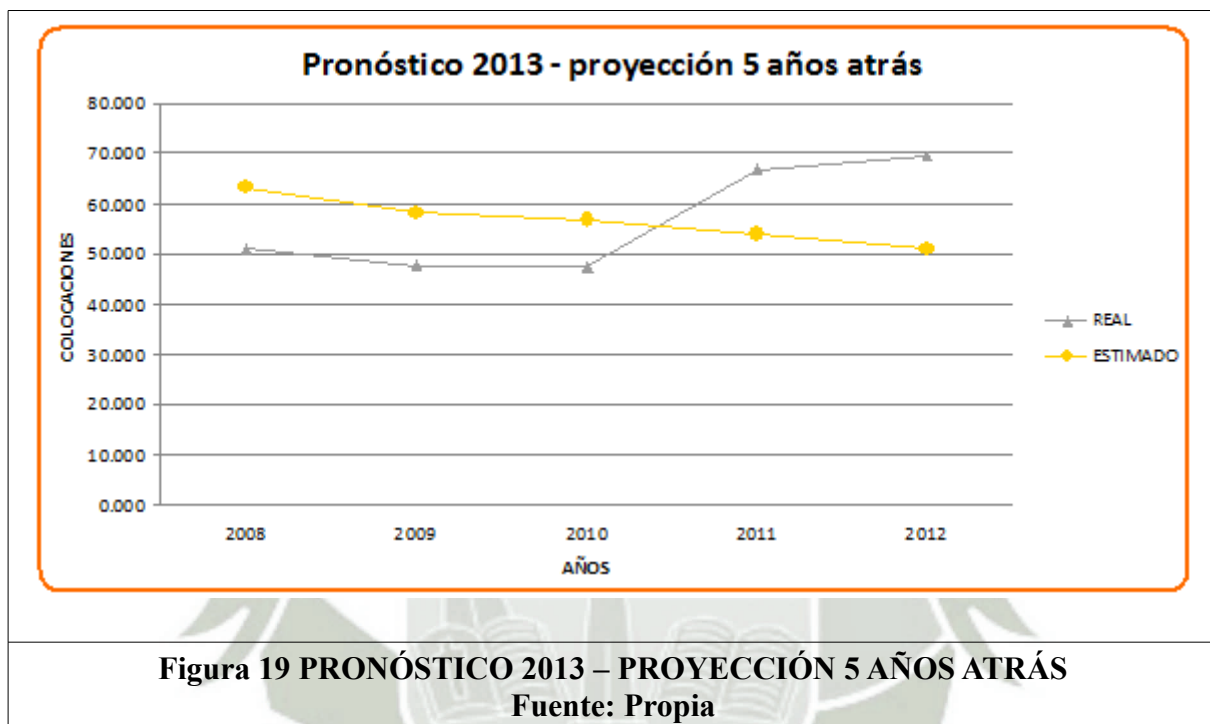
x	y	z	y_e	$(y_e - y_m)^2$	$(y - y_e)^2$
-2	51.003	3.114	63.3667	46.9633	152.8655
-1	47.659	2.878	58.0381	2.3236	107.7236
0	47.341	2.815	56.5359	0.0005	84.5542
1	66.966	2.696	53.7950	7.3914	173.4743
2	69.600	2.567	50.8330	32.2705	352.2097
				88.9492	870.8273

$$y_m = 56.514$$

$$r = \sqrt{\frac{870.7273}{870.7273 + 88.9492}} = 0.9525$$

$$r = 95.25\%$$

El coeficiente de correlación termina siendo un valor alto de 95.25%.



En la figura anterior se puede observar el valor de los datos reales y estimados de acuerdo a la ecuación de mínimos cuadrados obtenido. Se puede observar que la aproximación no resulta muy buena, mientras que el valor estimado tiene una tendencia a la baja el real se ve incrementado. Esto nos indica, como veremos más adelante, que hacer un pronóstico evaluando 5 periodos no es lo más aconsejable.

Los datos de las colocaciones mensuales se muestran en la siguiente matriz:

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2008	3,622	3,630	3,450	3,657	3,716	4,105	4,144	4,324	4,445	4,676	4,865	5,100

2009	5,240	5,323	5,297	4,926	4,814	4,863	4,928	4,862	4,591	4,625	4,594	4,766
2010	4,478	4,541	4,540	4,571	4,655	4,682	4,644	4,599	4,652	4,654	4,797	4,734
2011	5,064	5,121	5,352	5,476	5,646	5,761	5,882	6,015	6,187	6,032	5,976	6,697
2012	6,238	6,094	6,358	6,484	6,596	6,754	6,909	6,994	6,873	7,003	6,976	6,960

De donde obtenemos los índices mensuales de los 5 años últimos antes del 2013.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2008	0.710	0.712	0.676	0.717	0.729	0.805	0.812	0.848	0.871	0.917	0.954	1
2009	1.099	1.117	1.111	1.034	1.010	1.020	1.034	1.020	0.963	0.970	0.964	1
2010	0.946	0.959	0.959	0.965	0.983	0.989	0.981	0.971	0.983	0.983	1.013	1
2011	0.756	0.765	0.799	0.818	0.843	0.860	0.878	0.898	0.924	0.901	0.892	1
2012	0.896	0.876	0.913	0.932	0.948	0.970	0.993	1.005	0.987	1.006	1.002	1
x_m	0.881	0.88	0.892	0.893	0.903	0.929	0.940	0.948	0.946	0.955	0.965	1

Con la ecuación obtenida de mínimos cuadrados:

$$y = -5.7270 - 01088x + 22.1182z$$

Reemplazamos los valores del 2013:

$$x = 2013 = 3$$

$$y = 2.786$$

Tenemos el siguiente resultado:

$$y(3, 2.786) = 5,556,818$$

Con este valor hacemos uso de los promedios de los índices mensuales hallados anteriormente

MES	REAL	ESTIMADO	COEF ₁
ENERO	6,588,140	4,898,578	74.35%

FEBRERO	6,773,145	4,921,348	72.66%
MARZO	7,061,920	4,956,108	70.18%
ABRIL	6,859,910	4,962,794	72.34%
MAYO	7,289,215	5,015,315	68.80%
JUNIO	7,366,432	5,162,297	70.08%
JULIO	7,452,053	5,221,607	70.07%
AGOSTO	7,725,841	5,270,559	68.22%
SETIEMBRE	7,566,843	5,255,318	69.45%
OCTUBRE	7,417,011	5,309,282	71.58%
NOVIEMBRE	7,564,410	5,362,941	70.90%
DICIEMBRE	7,845,846	5,556,818	70.82%
			70.79%

El promedio del coeficiente es:

70.79%

Lo que nos indica un grado bajo, casi inaceptable, de correlación entre los valores reales y los estimados.

Análisis y Pronóstico Mes por Mes

En este punto se va a trabajar con los índices mensuales obtenidos con los cinco periodos anteriores y verificamos los coeficientes 1; que es el promedio del estimado anual comparado con el real valor de la cartera en el mes de diciembre, y el coeficiente 2 que estima las colocaciones del siguiente mes.

MES	REAL	ESTIMADO ANUAL	COEF ₁	INDICE	ESTIMADO STE. MES	REAL STE. MES	COEF ₂
ENERO	6,588,140	7,407,502	94.41%	0.9973	6,570,570	6,588,140	99.73%
FEBRERO	6,773,145	7,635,880	97.32%	1.0159	6,881,118	6,773,145	98.43%

MARZO	7,061,920	7,836,513	99.88%	1.0210	7,210,543	7,061,920	97.94%
ABRIL	6,859,910	7,455,440	95.02%	1.0083	6,916,839	6,859,910	99.18%
MAYO	7,289,215	7,856,812	99.86%	1.0258	7,477,540	7,289,215	97.48%
JUNIO	7,366,432	7,740,069	98.65%	1.0038	7,394,296	7,366,432	99.62%
JULIO	7,452,053	7,800,527	99.42%	1.0100	7,526,610	7,452,053	99.01%
AGOSTO	7,725,841	8,007,009	97.99%	1.0032	7,750,395	7,725,841	99.68%
SETIEMBRE	7,566,843	7,817,379	99.64%	1.0069	7,619,194	7,566,843	99.31%
OCTUBRE	7,417,011	7,609,937	96.99%	1.0074	7,472,104	7,417,011	99.26%
NOVIEMBRE	7,564,410	7,703,946	98.19%	1.0184	7,703,946	7,564,410	98.19%
DICIEMBRE	7,845,846	7,845,846		1.0000	7,845,846	7,845,846	
			97.94%				98.89%

En este caso tenemos un coeficiente del 98.89% que indica una adecuada correlación de los pronósticos de los meses con los indicadores mensuales obtenidos.

En la siguiente matriz se muestra un resumen de los valores reales versus los estimados y el coeficiente de correlación que se ha calculado entre estos dos valores.

MES	REAL	ESTIMADO	COEF ₁
ENERO	6,588,140	5,675,135.56	86.14%
FEBRERO	6,773,145	5,660,000.41	83.57%
MARZO	7,061,920	5,750,228.81	81.43%
ABRIL	6,859,910	5,871,246.43	85.59%
MAYO	7,289,215	5,919,970.72	81.22%
JUNIO	7,366,432	6,072,919.54	82.44%
JULIO	7,452,053	6,095,890.66	81.80%
AGOSTO	7,725,841	6,156,879.19	79.69%
SETIEMBRE	7,566,843	6,176,447.16	81.63%
OCTUBRE	7,417,011	6,219,178.47	83.85%
NOVIEMBRE	7,564,410	6,265,374.03	82.83%
DICIEMBRE	7,845,846	6,380,947.71	81.33%

En la figura siguiente se muestran los datos estimados y reales de la proyección en base a los

índices de cada uno de los meses del año 2013.

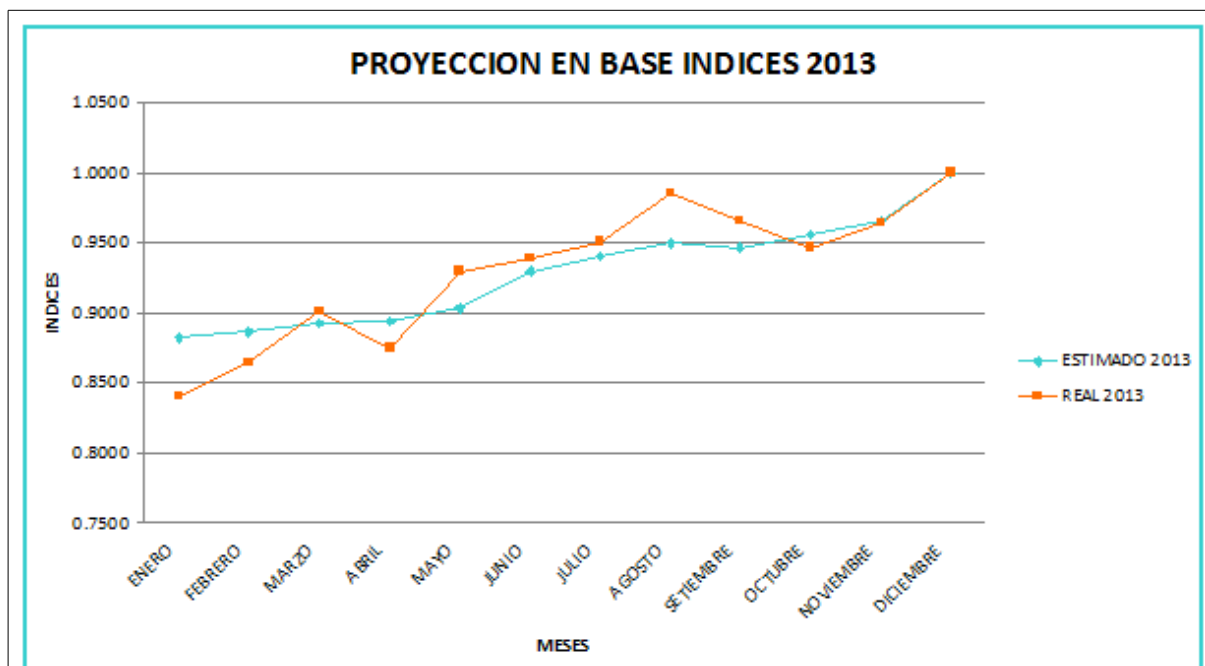


Figura 20 PROYECCIÓN EN BASE A INDICES 2013
Fuente: Propia

Los datos en base a los índices:

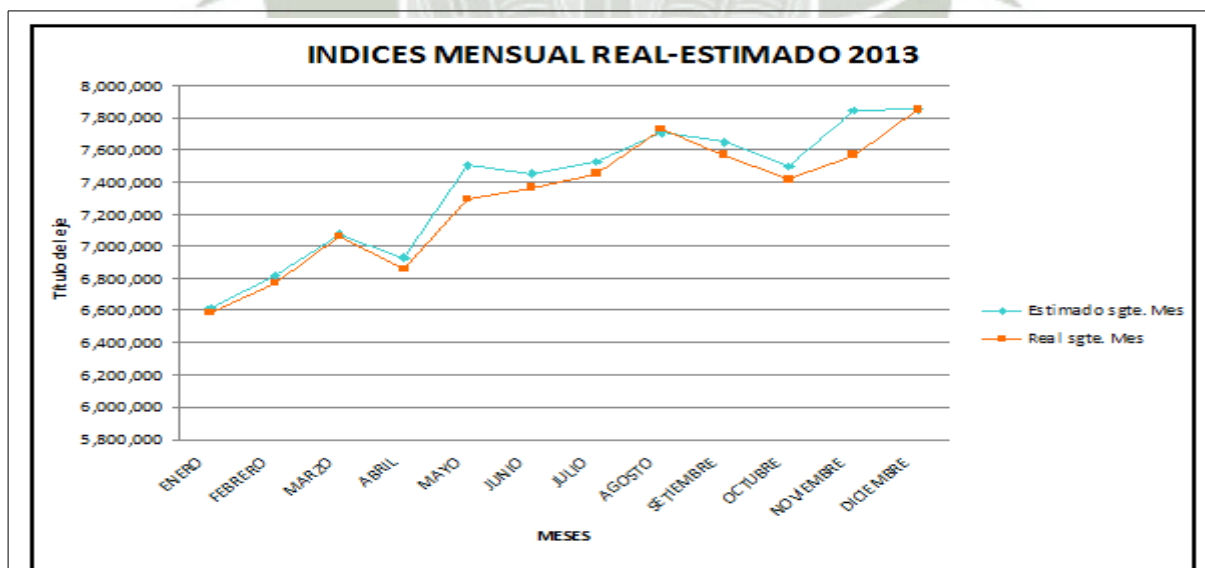


Figura 21 INDICES MENSUAL REAL – ESTIMADO 2013
Fuente: Propia

3.3.7. PREDICCIÓN COLOCACIONES

De acuerdo a la ecuación obtenida el pronóstico para el año 2014 es:

7,573,366

Con estos datos podemos desarrollar el análisis mes por mes, obteniendo los siguientes resultados:

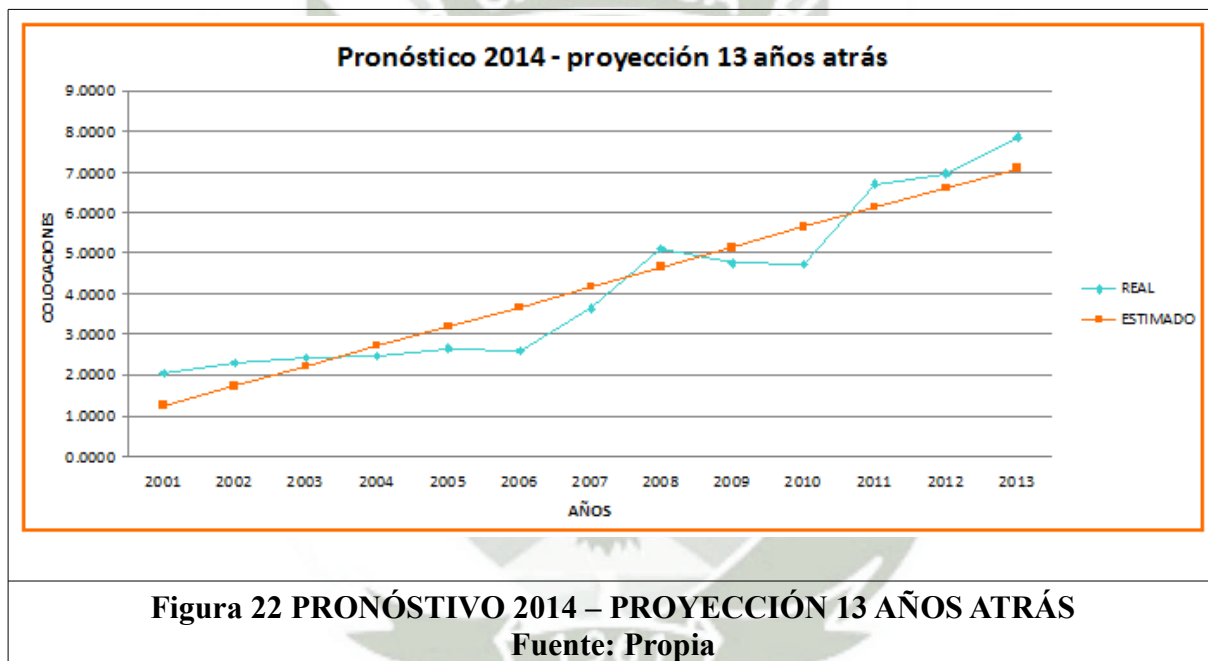
MES	REAL	ESTIMADO	COEF ₁
ENERO	7,807,342	6,808,488	87.21%
FEBRERO	7,718,552	6,793,444	88.01%
MARZO	7,934,586	6,904,804	87.02%
ABRIL	8,136,842	7,032,047	86.42%
MAYO	8,167,290	7,122,087	87.20%
JUNIO	8,430,535	7,261,888	86.14%
JULIO	8,461,848	7,285,247	86.10%
AGOSTO	8,507,105	7,363,946	86.56%
			86.83%

En este caso, con la ecuación de los mínimos cuadrados tenemos un coeficiente de correlación promedio del 86.83%, que permite asegurar a la institución financiera, con ese nivel de certeza, que las colocaciones de los meses del año o periodo en evaluación van a comportarse de la manera indicada.

En la siguiente figura se puede observar los datos de la matriz comparando los datos reales y estimados para el año o periodo 2014. Se puede notar u observar una cierta linealidad en los datos pronosticados lo que se explica mediante una constante de crecimiento en el coeficiente de la ecuación de mínimos cuadrados que se refiere al incremento del tiempo, el cual tiene un valor alto, y el coeficiente que se refiere al tipo de cambio no influye significativamente (tiene

un valor pequeño) en el resultado del pronóstico.

A pesar de ello la tendencia de los valores va por el lado correcto, las proyecciones o pronósticos de los años por venir van a tener un grado de acercamiento importante (confirmado con el grado del coeficiente de correlación que se ha venido hallando) que va a dar a la institución financiera un dato con una alta probabilidad de acierto, para poder desarrollar sus políticas financieras (flujo de caja, *spread* financiero, personal, tasas de interés, etc.) a futuro.



3.4. PREDICCIÓN INDICES

3.4.1. CONJUNTO DE VALORES

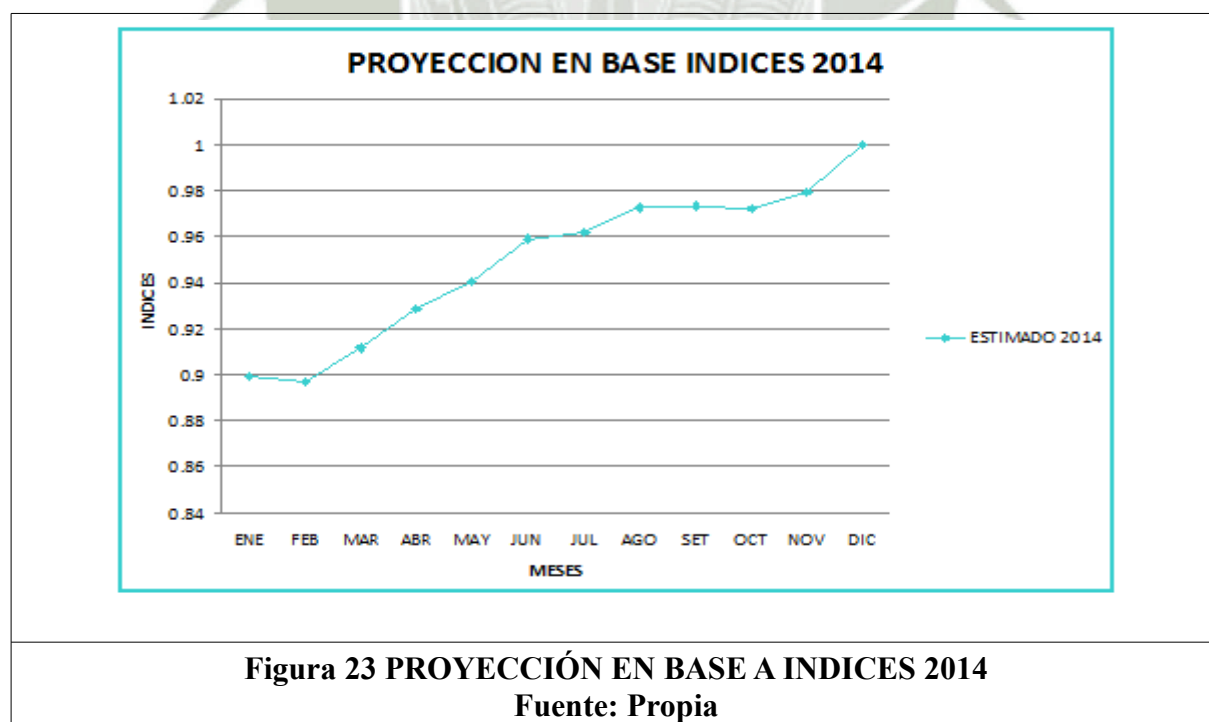
Análisis Mes por Mes con Indicadores

Como se ha venido observando la aproximación de las colocaciones mensuales con los indicadores tiene un grado de correlación alto. Entonces realizamos el análisis de los pronósticos mes por mes con el método que se ha venido utilizando, se obtiene los siguientes

resultados:

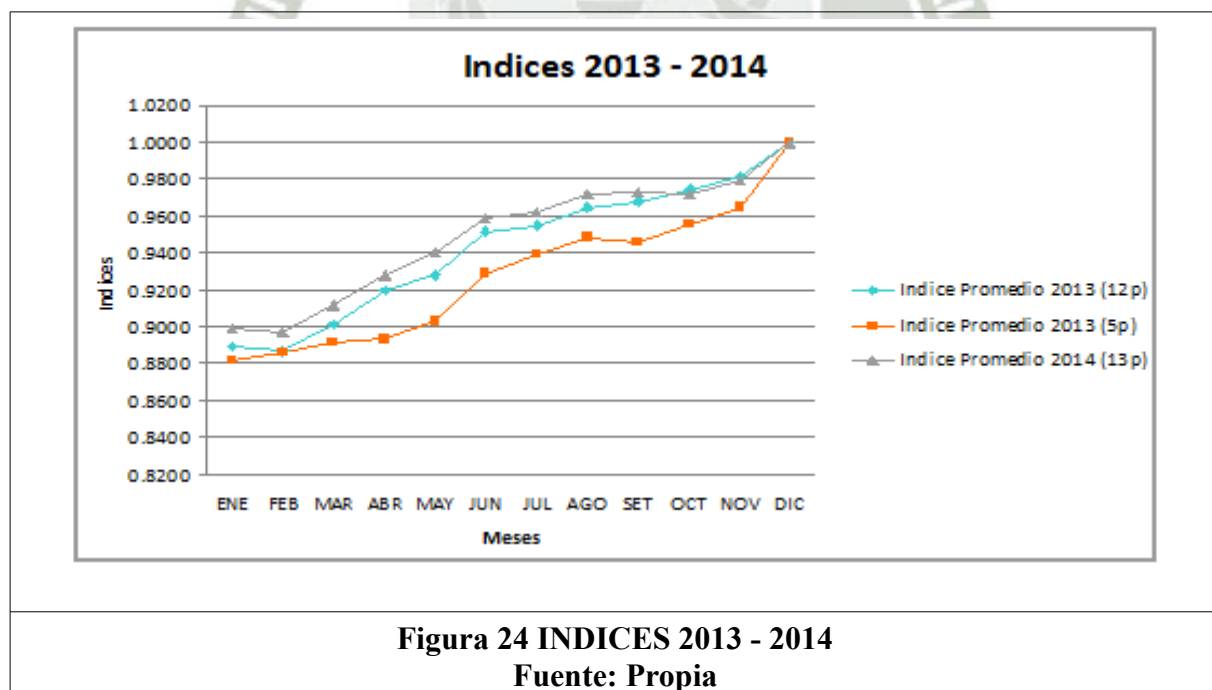
MES	REAL	ESTIMADO AGOSTO	COEF ₁	INDICE	ESTIMADO SIGUIENTE MES	REAL STE. MES	COEF ₂
ENERO	7,807,342	8,444,289	99.26%	0.9978	7,790,091	7,718,552	99.08%
FEBRERO	7,718,552	8,366,742	98.35%	1.0328	7,971,993	7,934,586	99.53%
MARZO	7,934,586	8,462,204	99.47%	1.0461	8,300,053	8,136,842	98.03%
ABRIL	8,136,842	8,520,885	99.84%	1.0666	8,678,702	8,167,290	94.11%
MAYO	8,167,290	8,444,643	99.27%	1.0700	8,739,197	8,430,535	96.47%
JUNIO	8,430,535	8,549,016	99.51%	1.0816	9,118,324	8,461,848	92.80%
JULIO	8,461,848	8,553,257	99.46%	1.0825	9,160,100	8,507,105	92.87%
AGOSTO	8,507,105	8,507,105					
SETIEMBRE							
OCTUBRE							
NOVIEMBRE							
DICIEMBRE							
			99.31%				96.13%

Los datos graficados son los siguientes:



De la anterior figura se puede notar que los datos estimados se comportan creciendo continuamente todos los meses excepto el mes de febrero que puede ser explicado por tener menos días para colocar préstamos, además que se sabe que este mes es bajo en colocaciones debido a que la mayoría de personas están gozando de sus vacaciones.

El análisis se realiza sólo hasta el mes de agosto que es hasta donde se tiene (a la fecha de la redacción de este trabajo de investigación) en el sitio web de la SUNAT. Se puede ver que el coeficiente de correlación 1, que expresa la relación entre el monto del pronóstico y el real, tiene un valor de 99.31% siendo bastante alto lo que genera satisfacción al usuario. De igual manera el coeficiente 2 que expresa la correlación entre el monto real del mes siguiente a evaluar y el monto del pronóstico realizado, tiene un valor del 96.13% que de igual manera le genera tranquilidad en los pronósticos realizados.



En la siguiente figura se puede observar el dato de los valores reales y los proyectados para el año 2014 hasta el mes de agosto:

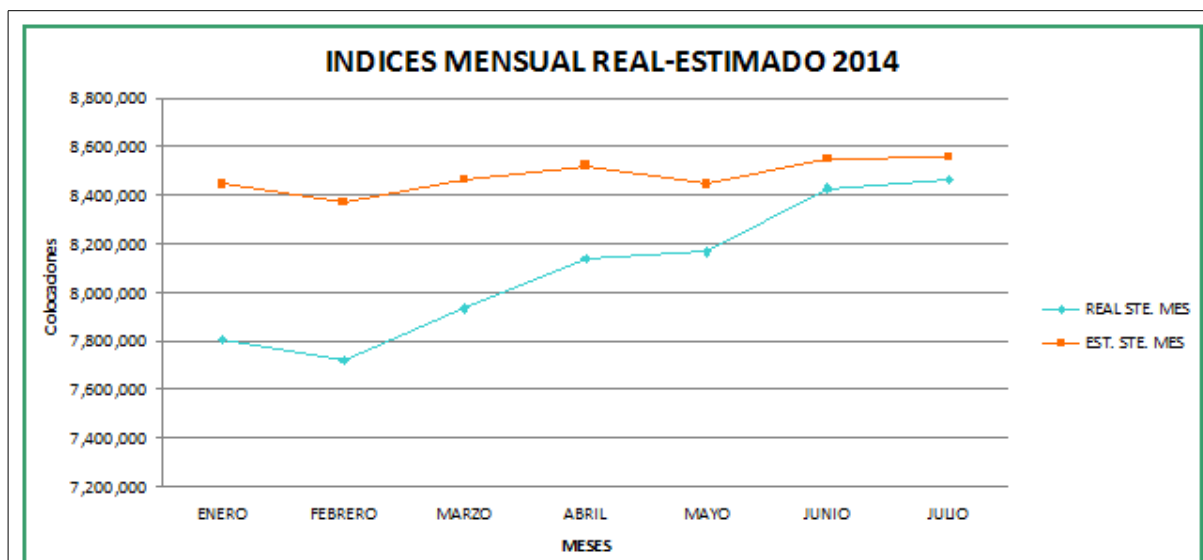
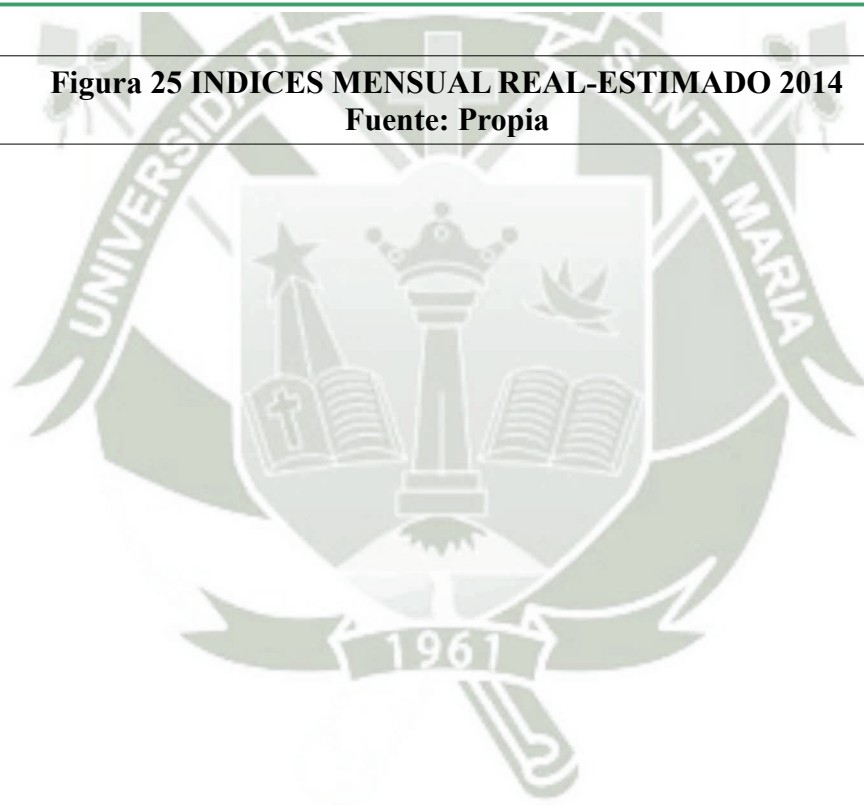


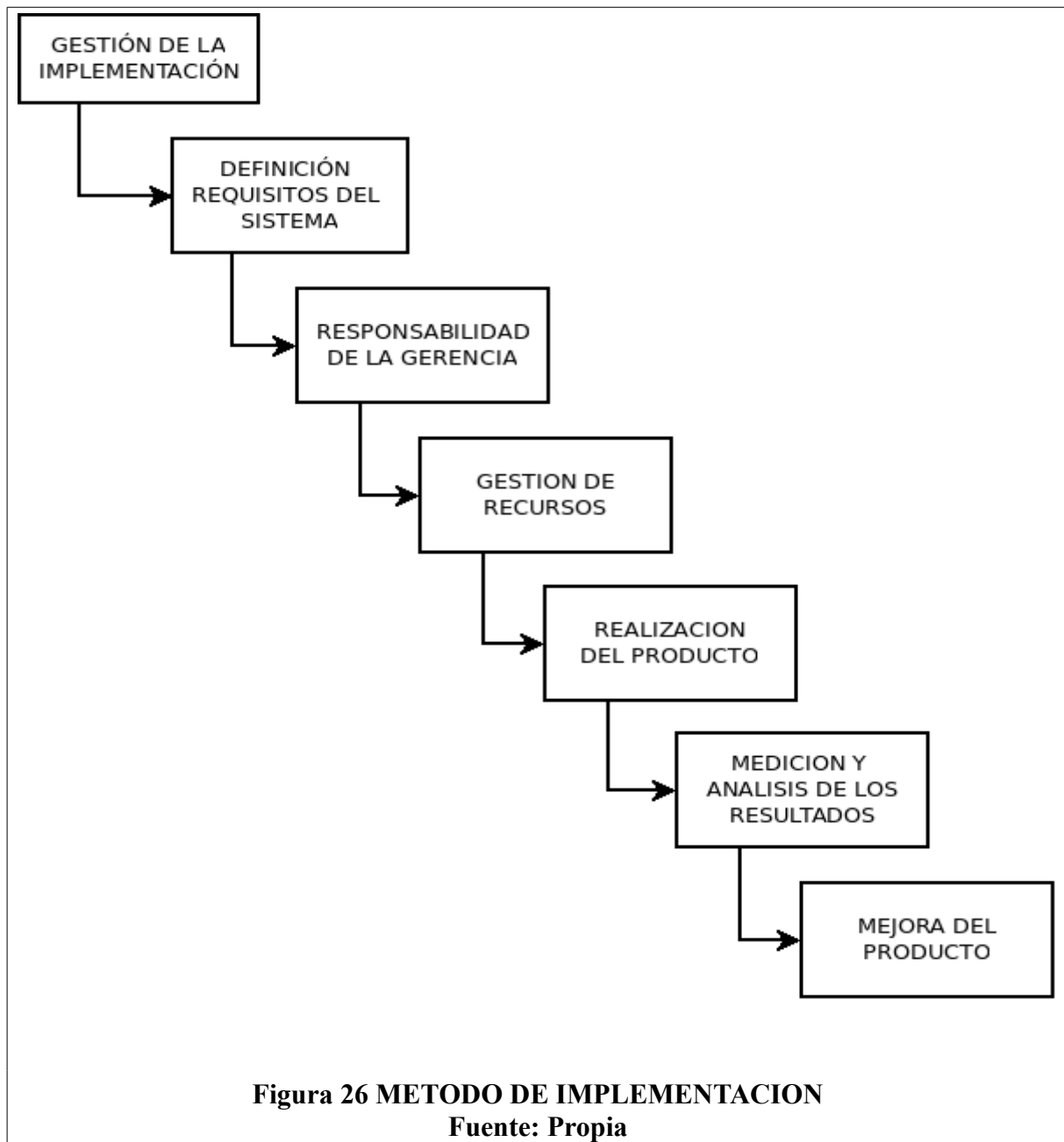
Figura 25 INDICES MENSUAL REAL-ESTIMADO 2014
Fuente: Propia



CAPÍTULO IV

IMPLEMENTACIÓN DEL MÉTODO

4.1 RESUMEN DEL METODO DE IMPLEMENTACION



4.2. ESQUEMA DE LA GESTIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN

El esquema de implementación es el siguiente:

4.2.1. ALCANCES Y REFERENCIAS NORMATIVAS

Esta implementación alcanza a la institución financiera de acuerdo a su normativa interna que señala que deben desarrollarse modelos matemáticos que permitan tomar mejores decisiones para poder otorgar créditos a los clientes. Bajo este concepto el poder predecir expectativas correctas, que impidan un crecimiento anormal, de acuerdo a los parámetros del mercado. La implementación debe tener adjunto un documento normativo que establezca los lineamientos para su uso, aplicación y control.

4.2.2. ALCANCE DEL SERVICIO

El servicio deberá predecir las colocaciones en moneda nacional y moneda extranjera, y los índices de mora y cartera en riesgo para el siguiente año. Los parámetros para las colocaciones e índices son pre-definidas de acuerdo a lo indicado en el capítulo anterior.

4.2.3. PLAN DE GESTION DEL SERVICIO

En el plan de gestión del servicio se indica:

- a) Objetivos
- b) Entregables
- c) Desarrollo y Control del Cronograma
- d) Desarrollo y Control de los Costos
- e) Asignación de Recursos Humanos y Físicos
- f) Desarrollo del Equipo
- g) Gestión de Riesgos
- h) Adquisiciones

4.3. DEFINICIÓN DE REQUISITOS DEL SERVICIO

Los requisitos del Sistema se dividen en datos, procedimientos, salidas e infraestructura.

4.3.1. DATOS

- a) Cartera mensual desde enero del 2001 en moneda nacional y extranjera.
- b) Índice PBI per capita desde enero del 2001
- c) Tipo de cambio del dólar oficial desde enero del 2001

4.3.2. PROCEDIMIENTOS

- a) Generación en tabla temporal de los saldos mensuales de cartera en moneda nacional y moneda extranjera.
- b) Registro de los valores del tipo de cambio por mes.
- c) Registro de los valores del PBI per capita por mes.
- d) Validación de los datos registrados.
- e) Pronóstico de las colocaciones e índices para el periodo indicado.

4.3.3. SALIDAS

- a) Tabla de los pronósticos de las colocaciones e índices para el periodo indicado y por mes.
- b) Porcentaje de confiabilidad de los pronósticos

4.3.4. INFRAESTRUCTURA

- a) Espacio en disco para los datos requeridos. Se estima que se requiere no más de 1 MB de espacio.
- b) El servidor donde se ejecutarán los pronósticos. La entidad financiera cuenta con los servidores.
- c) Líneas de comunicación. La entidad financiera cuenta con los servidores.

- d) Sistemas Operativos. La entidad financiera cuenta con los servidores.
- e) Gestor de Base de Datos. La entidad financiera cuenta con los servidores.

4.4. RESPONSABILIDAD DE LA GERENCIA

La responsabilidad de la gerencia se basa en:

4.4.1. COMPROMISO DE LA GERENCIA

La gerencia general debe entregar la evidencia necesaria que evidencia su compromiso en la implementación del servicio de pronóstico de colocaciones e índices mediante los siguientes mecanismos:

- a) Comunicación a la Entidad Financiera acerca de la importancia del desarrollo, implementación y uso del servicio.
- b) El establecimiento de la política de uso del servicio.
- c) La revisión periódica de los resultados por la gerencia general.
- d) El aseguramiento de la disponibilidad de los recursos necesarios.

4.4.2. ENFOQUE EN LOS RESULTADOS

- a) Aseguramiento de que los datos del tipo de cambio, PBI per capita y saldos mensuales en moneda nacional y moneda extranjera sean ingresados y sean los exactos.
- b) Aseguramiento de que los resultados obtenidos sean los conformes de acuerdo a la confiabilidad determinada.
- c) Aseguramiento de que el servicio se vea contrastado con los datos reales y mejorado continuamente.

4.4.3. POLITICA DE CALIDAD

- a) Aseguramiento de que el servicio tenga los niveles de confiabilidad adecuados para

la entidad financiera.

- b) Proporcionar un marco de referencia para el crecimiento de colocaciones de la entidad.
- c) Proporcionar un marco de referencia para los valores futuros de los índices de la entidad.
- d) Aseguramiento de que la información es comunicada, entendida y usada dentro de la entidad.
- e) El servicio es revisado y mejorado continuamente.

4.4.4. PLANIFICACIÓN DE LA CALIDAD

- a) Mantener un nivel de alto de confiabilidad en los pronósticos para la entidad.
- b) Procurar esfuerzos para mejorar el desempeño del servicio

4.5. GESTIÓN DE RECURSOS

4.5.1. PROVISIÓN DE LOS RECURSOS

La entidad financiera provee los recursos humanos, físicos y de servicios necesarios para el exitoso desarrollo e implementación del servicio, mediante la elaboración del presupuesto anual.

4.5.2. RECURSOS HUMANOS

- a) Capacitación del personal para las nuevas tareas
- b) Contratación de nuevo personal.
- c) Definir los perfiles adecuados que debe tener el personal para cada puesto de trabajo
- d) Evaluación del Personal con el objetivo de determinar qué tipo de capacitación requiere.

- e) Mantiene los registros de escalafón necesarios.
- f) Evalúa la efectividad de las capacitaciones
- g) Mantiene un alto nivel de ánimo en el personal.

4.5.3. INFRAESTRUCTURA

Ver punto 4.3.4.

4.5.5. AMBIENTE DE TRABAJO

El ambiente de trabajo trata sobre los siguientes puntos:

- EL personal debe tener un adecuado lugar de trabajo, con un área en la cual pueda realizar sus tareas sin molestia alguna.
- Además deberá contar con una computadora, acceso a internet e impresora con características adecuadas que le signifiquen una herramienta de trabajo que permita mejorar su rendimiento laboral.
- También es importante contar con una atmósfera agradable de trabajo en la cual no haya maledicencias ni otras conductas que generen una disminución en su productividad laboral.

4.6. REALIZACIÓN DEL PRODUCTO

4.6.1. PLANIFICACIÓN DE LA REALIZACIÓN DEL PRODUCTO

La planificación debe contar con los siguientes elementos:

- a) Definición clara del objetivo y alcances del servicio.
- b) Definición de los costos para desarrollar, implementar mantener vigente y dar mantenimiento del servicio.
- c) Definición del perfil y del personal encargado del desarrollo e implementación del servicio.

- d) Definición de la lista de chequeo para las pruebas que el servicio tenga que pasar para ponerse en producción.
- e) Definición del cronograma del desarrollo e implementación del servicio, además de los hitos de control.
- f) Definición de los entregables.

4.6.2. PROCESOS

Los procesos son los siguientes:

- a) Generación de saldos mensuales.

Parámetros:

- a.1) Moneda
- a.2) Periodo o año inicial (en formato aaaa-mm, donde aaaa es el año y mm es el mes)

- b) Registro de los valores del tipo de cambio por mes.

Parámetros:

- b.1) Periodo (en formato aaaa-mm, donde aaaa es el año y mm es el mes)
- b.2) Moneda (en lista desplegable)
- b.3) Tipo de cambio

- c) Registro de los valores del PBI per capita por mes.

Parámetros:

- c.1) Periodo (en formato aaaa-mm, donde aaaa es el año y mm es el mes)
- c.3) Índice del PBI

- d) Pronóstico de las colocaciones e índices para el periodo indicado. Parámetros:

- d.1) Periodo o año inicial (en formato aaaa-mm, donde aaaa es el año y mm es el

mes)

d.2) Periodo o año final (en formato aaaa-mm, donde aaaa es el año y mm es el mes)

d.3) Número de periodos a tomar como base

d.4) Impresión de resultados:

- Periodo
- Moneda nacional
- Monto
- Índice de Confiabilidad
- Moneda nacional
- Monto
- Índice de Confiabilidad
- Índice de mora
- Índice de cartera en riesgo

4.6.3. DISEÑO Y DESARROLLO

Se diseñan los siguientes elementos:

- a) El diagrama de entidad relación
- b) El diccionario de datos
- c) El diagrama de flujo de proceso
- d) Los procedimientos almacenados
- e) Las clases
- f) El diagrama de clases

Se desarrollan lo siguiente:

- a) El script para crear la base de datos
- b) Los scripts de la base de datos
- c) Los programas

4.6.4. COMPRAS

Se definen las compras tomando en cuenta los siguientes elementos:

- a) Definir todo el hardware necesario
- b) Verificar qué hardware puede ser re-utilizado de anteriores proyectos
- c) Verificar qué hardware puede ser compartido de otros proyectos
- d) Definir qué servicios son necesarios
- e) Verificar cuáles servicios pueden ser compartidos de otros proyectos

4.6.5. PRODUCCIÓN DEL SERVICIO

Para poner en producción el servicio se debe realizar los siguientes pasos:

- a) Realizar las pruebas indicadas en la lista de chequeo
- b) Dar conformidad a los resultados obtenidos

4.6.6. PRESERVACIÓN DEL SERVICIO

Constantemente el servicio debe preservarse y mejorarse continuamente. Esto se realiza mediante los siguientes pasos:

- a) El documento del planeamiento estratégico donde se indica el objetivo de las colocaciones para el siguiente año debe ir acompañado del pronóstico que se desarrolla en este trabajo.
- b) Mensualmente la dirección o gerencia de negocios o préstamos deberá hacer un informe a la gerencia y al directorio indicando el grado de cumplimiento de las colocaciones adjuntando la información de este pronóstico.

4.7. MEDICIÓN Y ANÁLISIS DEL PRODUCTO

4.7.1. MONITOREO Y MEDICIÓN

El segundo punto del anterior ítem es uno de los elementos que ayuda a que se pueda medir y analizar el rendimiento, mejor dicho el grado de correlación, del servicio. Esto debe hacerse periódicamente. Además se debe contemplar la idea de que el usuario podrá buscar la mejor base de periodos para poder pronosticar las colocaciones del siguiente periodo. Esto se hace de la siguiente manera:

- a) El usuario elige el número de periodos atrás que tomará como base. El servicio evaluará $n - 1$ periodos desde el inicio, es decir no contemplará el último periodo. El servicio pronostica el periodo n (es decir el último periodo) y halla su índice de correlación. Si el usuario quiere mejorar el índice podrá variar el número de periodos hasta encontrar aquel que tenga el más alto valor.
- b) El anterior proceso debe realizarse continuamente de manera que se pueda monitorear y mejorarse eventualmente.

4.7.2. CONTROL DEL SERVICIO NO CONFORME

En el registro mensual en el cual se informa sobre las colocaciones logradas y el pronóstico en el cual se basó la meta, debe también, establecerse qué observaciones da el responsable. Ellas se basan en los siguientes puntos:

- a) Si las colocaciones fueron mayores que el pronóstico.
Entonces deben evaluarse los motivos por los cuales la colocación fue mayor enfocándose positivamente en el servicio. Lo más probable es que se deba a elementos fortuitos del mercado.
- b) Si las colocaciones fueron similares que el pronóstico.

En este caso es una confirmación a la calidad del servicio de pronóstico.

- c) Si las colocaciones fueron menores que el pronóstico.

Igual que en el caso (a) deben de evaluarse las circunstancias que motivaron la caída del pronóstico. En este caso, que de existir debe ser el más usual, la retroalimentación es importante debido a que se descubre nuevos ítems que podrían incluirse en el modelo de predicción.

4.7.3. AUDITORIA INTERNA

La auditoría externa controla dos elementos:

- a) Los informes mensuales de la meta lograda en colocaciones
- b) Las observaciones de los responsables respecto a las diferencias entre las colocaciones y el pronóstico.

4.8. MEDICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

4.8.1. ANÁLISIS DE DATOS

Los datos deben analizarse bajo un criterio que divide el control de resultados en tres niveles:

- a) Rango porcentual en el cual la colocación verdadera puede estar respecto al pronóstico. Por ejemplo se puede establecer que el rango aceptable sea 5%, entonces si el pronóstico fue de 100 unidades monetarias las colocaciones podrían variar entre 95 y 105 sin que esto signifique un error del modelo propuesto.
- b) Rango porcentual que significa una alerta para revisar los parámetros del modelo, si este alarma se repite frecuentemente entonces significa que debe evaluarse todos los parámetros para establecer un mejor pronóstico del modelo. De igual manera que el ítem anterior: si se establece que este rango sea del 10% y si el pronóstico

fue de 100 unidades monetarias y las colocaciones están en un rango entre 90 a 95 o entre 105 y 110, nos encontramos en esta situación.

- c) Rango porcentual que significa una desviación importante del modelo. En este caso obligatoriamente deben evaluarse todos los parámetros para establecer un mejor pronóstico del modelo. Este rango es complemento de los dos anteriores: si se definió un 5% y 10% para los anteriores niveles entonces todo valor que esté fuera de estos rango define que se encuentra en esta situación.

4.9. MEJORA DEL PRODUCTO

La mejora del producto se da de acuerdo a los siguientes puntos:

4.9.1. MEJORA

La mejora se da en la retroalimentación que se establece en los numerales anteriores.

Para ello se estructura los siguientes pasos:

- a) La gerencia de colocaciones deberá retro-alimentar mensualmente las colocaciones y los pronósticos indicando sus observaciones.
- b) En el plan anual deberá establecerse las metas de colocaciones mensuales indicando los pronósticos obtenidos con el modelo de este trabajo.
- c) Auditoría Interna debe velar por el cumplimiento de los dos anteriores ítems de manera que se obligue a la institución a tener presente los valores de los pronósticos.

4.9.2. ACCIÓN PREVENTIVA

La acción preventiva se da en dos partes:

- a) En la validación del modelo al generar el modelo con los $n - 1$ periodos y validarlo con el último periodo n . Esto nos da un coeficiente de correlación.

- b) El proceso en el cual la gerencia de colocaciones compara mensualmente las colocaciones reales mensuales con el pronóstico es una acción preventiva que va a permitir ajustar el modelo para que dé valores más ajustados.

4.9.3. ACCIÓN CORRECTIVA

Se da por los siguientes puntos:

- a) Al dar cualquiera de las dos alertas en las cuales se deba revisar el modelo para ajustar o modificar los parámetros.
- b) El área de Auditoría Interna debe revisar e indicar qué tipos de correcciones debe hacerse al modelo.



CAPÍTULO V

EVALUACIÓN

5.1. EVALUACIÓN POR EXPERTOS

Para resolver este problema podemos utilizar el Criterio de Expertos. Este método nos permite consultar un conjunto de expertos para validar nuestra propuesta sustentada en sus conocimientos, investigaciones, experiencia, estudios bibliográficos, etc. Da la posibilidad a los expertos de analizar el tema con tiempo sobre todo si no hay posibilidades de que lo hagan de manera conjunta. Casi siempre sus ocupaciones lo impiden por los niveles de responsabilidad de cada uno y la dispersión de los lugares de ubicación de los mismos. Esta vía se caracteriza por permitir el análisis de un problema complejo dando independencia y tranquilidad a los participantes, es decir, a los expertos. Siempre se comenzaría este proceso enviando un modelo a los posibles expertos con una explicación breve sobre los objetivos del trabajo y los resultados que se desean obtener.

La secuencia establecida es la siguiente:

1. Se establece contacto con los expertos conoedores y se les pide que participen en panel.
2. Se manda un cuestionario a los miembros del panel y se les pide que den su opinión en los temas de interés.
3. Se analizan las respuestas y se identifican las áreas en que están de acuerdo y en las que difieren.
4. Se manda al análisis resumido de todas las respuestas a los miembros del panel, se les

pide que llenen de nuevo el cuestionario y den sus razones respecto a las opiniones en que difieren.

5. Se repite el proceso hasta que se estabilizan las respuestas. ¿A quiénes considerar expertos? Uno de los problemas principales es decidir quiénes son los expertos o conocedores del tema a analizar.

5.2. PERFIL DE LOS EXPERTOS

Los expertos deberán tener los siguientes conocimientos sobre las colocaciones o el otorgamiento de crédito:

Tener un buen crédito incluso puede hacer la diferencia en obtener o no un empleo, ya que en Estados Unidos se ha convertido en una práctica bastante común, revisar tu crédito cuando solicitas un empleo. Esta es una medida controversial que tiene muchas críticas, pero la realidad es que se hace especialmente en empleos relacionados con la banca o finanzas en general.

a) Historial de pagos

Estar al día con las deudas tiene sus recompensas. Es básico y fundamental para mantener un buen historial de créditos. Los atrasos aunque sean en cuentas en las que tienes que pagar poca cantidad mensual, se reflejan en el historial y pueden hacer que se consideren moroso.

Si se tiene en cuenta los atrasos se deberá tenerla al día al solicitar un préstamo hipotecario. Al banco le será difícil entender que si te atrasas en un pago de un auto, puedas cumplir a tiempo con el pago del préstamo de tu casa.

b) Cantidad de deudas

Cuánto debes, cuánto pagas y cuentas como las de tarjeta de crédito están en su tope. Si

coges demasiado prestado, y gastas todo lo que tienes disponible en tu crédito podría reflejar un descontrol en tus finanzas.

Tomar prestado no es negativo, pero saber manejar tu economía demuestra prudencia y control.

c) El plazo del crédito

Un crédito nuevo de solo un par de meses pagándose a tiempo no permite proyectar cómo pagarás en el futuro. Al banco le interesa saber que tienes un tiempo razonable, usualmente de entre uno y dos años cumpliendo bien con tus pagos.

Si estás comprando una casa a través de un préstamo no es conveniente solicitar nuevas tarjetas de crédito, comprar autos o hacer ningún otro tipo de préstamo.

d) Bancarrota

Los tiempos difíciles que se viven han subido dramáticamente el número de bancarrotas. Ese no es el final de tus sueños de ser propietario pero debes recuperarte y demostrarlo al banco. Para evaluar tu solicitud se tomará en cuenta además el tipo de bancarrota a la que te acogiste.

Además de un período de tiempo de espera, tienes que haber mejorado la situación que te llevó a una quiebra. Es decir, si no tenías empleo, debes contar con él y tener un tiempo trabajando antes de volver a solicitar un préstamo hipotecario.

e) Hipoteca o “short sale”.

Aunque estas dos situaciones no implican que nunca más podrás comprar tu casa con un préstamo, el banco evaluará con detenimiento tu caso y querrá conocer las circunstancias en que se dieron.

No podrás comprar una casa si no ha pasado un tiempo reglamentario luego de la

ejecución o el “short sale”.

f) Cuentas a pérdida

Esta es una situación muy dañina. Si las tienes, trata de negociar con los prestamistas un plan de pago y de no ser aceptado, es probable que tengas que pagarlas antes de solicitar el préstamo hipotecario.

Aun después de pagadas seguirán impactando negativamente tu crédito. Oriéntate con el banco donde solicitas el préstamo sobre tus alternativas.

g) Si no hay crédito

Es prácticamente imposible que te aprueben un préstamo hipotecario sin contar con historial de crédito. Para el banco que te presta sería un riesgo grande pues la cantidad de hipoteca siempre es alta y ellos quieren saber primero que eres responsable pagando a tiempo tus cuentas pequeñas.

Si nunca has tenido tarjetas de crédito o ningún tipo de deuda que se reporte y cuente para tu historial de crédito, debes empezar a construir tu historial. Guarda evidencia de tú pago de renta, de pago de utilidades como electricidad y agua, así como de celulares.

h) Evaluación de errores

Sí, hay vuelta atrás cuando en tu historial de crédito aparecen errores. Por suerte, tienes no solo posibilidad de que se hagan los arreglos necesarios, sino el derecho de que sea corregido. Sin embargo si te das cuenta de errores solo cuando estás solicitando un préstamo puedes arriesgarte a perder la casa que quieres.

El proceso de corregir información incorrecta en tu informe de crédito puede ser lento, por eso la recomendación es que anualmente revises tu historial de crédito, que es gratuito a través de *Annual Credit Report*.

En base a los puntos anteriores se establece el perfil de los usuarios. En la ciudad de Arequipa tenemos pocas instituciones financieras. Por facilidad en el aspecto laboral se ha podido evaluar en el banco donde trabajaba uno de los tesistas. Además se ha buscado personas que tengan el perfil y se ha encontrado que sólo 4 personas han aceptado probar la propuesta de la presente tesis.

5.3. DESARROLLO DE CUESTIONARIO

Los cuestionarios tendrán dos partes: la primera está referida a los modelos matemáticos desarrollados y la segunda a la parte de la implementación del método:

a) Modelos Matemáticos

Qué calificación le daría

- P1. Los parámetros de la ecuación de mínimos cuadrados para moneda nacional (colocaciones, años e índice del PBI)
- P2. Los parámetros de la ecuación de mínimos cuadrados para moneda extranjera (colocaciones, años y tipo de cambio)
- P3. El resultado del coeficiente de correlación de los mínimos cuadrados para la moneda nacional.
- P4. El resultado del coeficiente de correlación de los mínimos cuadrados para la moneda extranjera.
- P5. El modelo de los índices promedio para moneda nacional.
- P6. El modelo de los índices promedio para moneda extranjera.
- P7. El método de proceso propuesto para utilizar los mínimos cuadrados y los índices.

El rango de las posibles respuestas es el siguiente:

A : Muy bueno

B : Bueno

C : Regular

D : Malo

E : Muy malo

De estas preguntas y rango de respuestas se obtiene la siguiente matriz que será llenada por cada uno de los expertos:

EXPERTO <i>n</i>							
MÉTODOS MATEMÁTICOS							
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
A							
B							
C							
D							
E							

Los expertos responderán las preguntas del cuestionario y se llena la siguiente matriz con valores porcentuales:

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
A	%11	%12	%13	%14	%15	%16	%17
B	%21	%22	%23	%24	%25	%26	%27
C	%31	%32	%33	%34	%35	%36	%37
D	%41	%42	%43	%44	%45	%46	%47
E	%51	%52	%53	%54	%55	%56	%57
	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

b) Implementación

Qué calificación le daría

P1. La implementación de la propuesta.

P2. Cómo califica la entendibilidad del método para implementar la propuesta.

P3. La implementación es ergonómica.

P4. La implementación es fácil de aplicar.

P5. La implementación es escalable.

P6. La implementación tendrá éxito en los escenarios que conoce.

P7. La implementación es fácil de modificar.

De igual manera el rango de las posibles respuestas es el siguiente:

A : Muy bueno

B : Bueno

C : Regular

D : Malo

E : Muy malo

Asimismo; de estas preguntas y rango de respuestas se obtiene la siguiente matriz que será llenada por cada uno de los expertos:

EXPERTO <i>n</i> IMPLEMENTACIÓN							
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
A							
B							
C							
D							
E							

Los expertos responderán las preguntas del cuestionario y se llena la siguiente matriz con valores porcentuales:

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
--	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

A	%11	%12	%13	%14	%15	%16	%17
B	%21	%22	%23	%24	%25	%26	%27
C	%31	%32	%33	%34	%35	%36	%37
D	%41	%42	%43	%44	%45	%46	%47
E	%51	%52	%53	%54	%55	%56	%57
	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

5.4. RESULTADOS

De la evaluación a los expertos se obtuvieron los siguientes resultados:

a) Respecto al modelo matemático

Del resultado de las encuestas a los expertos se obtuvo la siguiente matriz:

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
A							
B							
C							
D							
E							
	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Expresado porcentualmente se tiene:

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
A	60%	40%	100%	80%	60%	80%	60%
B	40%	60%		20%	40%	20%	40%
C							
D							
E							
	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Se tiene la siguiente explicación sobre cada una de las preguntas:

P1. Los parámetros de la ecuación de mínimos cuadrados para moneda nacional

(colocaciones, años e índice del PBI)

El 60% de los expertos consideran que los parámetros son muy buenos, mientras que el 40% de los mismos califican a los parámetros como buenos.

- P2. Los parámetros de la ecuación de mínimos cuadrados para moneda extranjera (colocaciones, años y tipo de cambio)

El 40% de los expertos consideran que los parámetros son muy buenos, mientras que el 60% de los mismos califican a los parámetros como buenos.

- P3. El resultado del coeficiente de correlación de los mínimos cuadrados para la moneda nacional.

El 100% de los expertos consideran que los parámetros son muy buenos.

- P4. El resultado del coeficiente de correlación de los mínimos cuadrados para la moneda extranjera.

El 80% de los expertos consideran que los parámetros son muy buenos, mientras que el 20% de los mismos califican a los parámetros como buenos.

- P5. El modelo de los índices promedio para moneda nacional.

El 60% de los expertos consideran que los parámetros son muy buenos, mientras que el 40% de los mismos califican a los parámetros como buenos.

- P6. El modelo de los índices promedio para moneda extranjera.

El 80% de los expertos consideran que los parámetros son muy buenos, mientras que el 20% de los mismos califican a los parámetros como buenos.

- P7. El método de proceso propuesto para utilizar los mínimos cuadrados y los índices.

El 60% de los expertos consideran que los parámetros son muy buenos, mientras que el 40% de los mismos califican a los parámetros como buenos.

b) Respecto al método de la implementación

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
A							
B							
C							
D							
E							
	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Expresado porcentualmente se tiene:

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
A	60%	80%	60%	40%	40%	40%	60%
B	40%	20%	40%	60%	60%	60%	40%
C							
D							
E							
	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Se tiene la siguiente explicación sobre cada una de las preguntas:

P1. La implementación de la propuesta.

El 60% de los expertos consideran que los parámetros son muy buenos, mientras que el 40% de los mismos califican a los parámetros como buenos.

P2. Cómo califica la entendibilidad del método para implementar la propuesta.

El 80% de los expertos consideran que los parámetros son muy buenos, mientras que el 20% de los mismos califican a los parámetros como buenos.

P3. La implementación es ergonómica.

El 60% de los expertos consideran que los parámetros son muy buenos, mientras que el 40% de los mismos califican a los parámetros como buenos.

P4. La implementación es fácil de aplicar.

El 40% de los expertos consideran que los parámetros son muy buenos, mientras que el 60% de los mismos califican a los parámetros como buenos.

P5. La implementación es escalable.

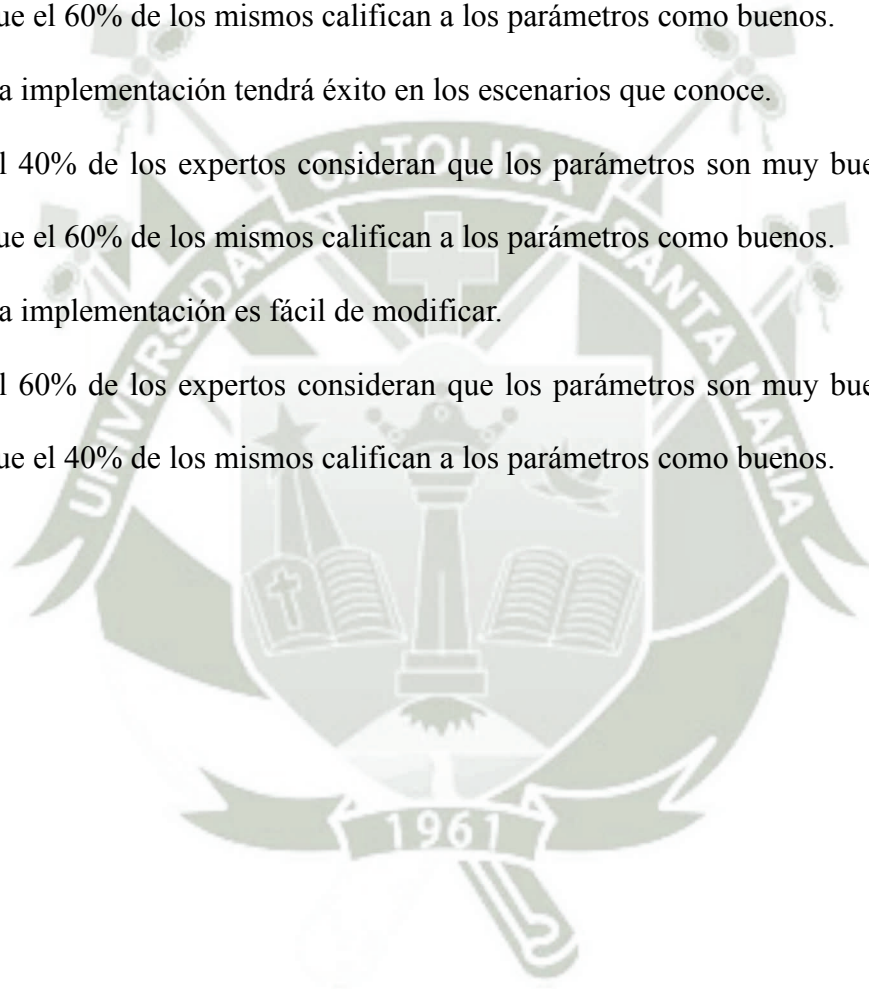
El 40% de los expertos consideran que los parámetros son muy buenos, mientras que el 60% de los mismos califican a los parámetros como buenos.

P6. La implementación tendrá éxito en los escenarios que conoce.

El 40% de los expertos consideran que los parámetros son muy buenos, mientras que el 60% de los mismos califican a los parámetros como buenos.

P7. La implementación es fácil de modificar.

El 60% de los expertos consideran que los parámetros son muy buenos, mientras que el 40% de los mismos califican a los parámetros como buenos.



CONCLUSIONES

Se concluye que:

- De acuerdo a la opinión de los expertos los parámetros que se han definido para las ecuaciones de mínimos cuadrados por moneda son los adecuados. En el caso de moneda nacional se tomó como parámetros a las colocaciones, los años o periodos y al índice del Producto Bruto Interno (PBI). Para la moneda extranjera los tres parámetros tomados fueron las colocaciones y el periodo, y además, el tipo de cambio debido a que se estimó (por los expertos) que esa variable o parámetro era el que más influía en las colocaciones.
- Los resultados obtenidos de los coeficientes de correlación de las ecuaciones de mínimos cuadrados han estado por encima del 80% lo que ha significado que los expertos consideren que estos valores son ventajosos y que permiten tener una buen nivel de confianza respecto a los resultados.
- El modelo utilizado para los índices promedio ha sido bueno. Esto se deduce de los coeficientes de correlación obtenidos comparando los valores reales con los valores estimados obtenidos a partir de la función de mínimos cuadrados y los números índices de los promedios móviles. Esto ha sido así a pesar de que el periodo usado para la comparación de resultados (el año 2013) ha tenido un incremento importante en las colocaciones.
- El método de proceso propuesto para predecir las colocaciones mensuales utilizando la extrapolación del mes anterior respecto con los índices de promedios

móviles es muy bueno. Esto se ha podido verificar en base a los valores obtenidos de los coeficientes de correlación que superan el 90% en promedio.

- El método propuesto para la implementación en base al ISO 9001 es el adecuado de acuerdo a la opinión de los expertos. En detalle se puede indicar que la calidad de un producto, que el caso de la propuesta de esta tesis es su aplicación y utilización, se basa inicialmente en el compromiso de la gerencia y termina en un acuerdo de mejora continua que permitirá enriquecer la propuesta y incrementar su utilidad.
- De acuerdo a las preguntas (de la 1ra hasta la 6ta) del segundo cuestionario se infiere que el método tiene el suficiente grado de usabilidad que requiere la institución financiera para su aplicabilidad y su continuo uso en la predicción de las colocaciones.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda desarrollar el software para la aplicación del método propuesto. Este software deberá tener la posibilidad de iterar hasta hallar el mejor coeficiente de correlación dependiendo del número de periodos de evaluación hacia atrás, esto dará la mejor función de mínimos cuadrados para poder realizar la predicción del siguiente periodo.
- Se recomienda investigar el método de mínimos cuadrados utilizando cuatro variables. Estas variables dependerán del consejo de los expertos del tema, tanto para moneda nacional como para moneda extranjera. Una variable que podría usarse es el número de analistas de crédito o evaluadores de créditos que tiene la IFI. La regla de decisión para saber con qué variable adicional trabajar estaría basada en el resultado del coeficiente de correlación.
- Aplicar el método propuesto para las predicción de las captaciones de la IFI, tanto en moneda nacional como en moneda extranjera y en sus diferentes modalidades como son ahorros a la vista, CTS y plazo fijo.
- Extender la aplicación del método a otro tipo de predicciones como puede ser, por ejemplo, la cantidad de postulantes a los diferentes programas profesionales de la universidad, las ventas y gastos de una institución.

BIBLIOGRAFÍA Y SITIOS WEB

[1] El Análisis Multivariante en la Investigación Científica

Martinez Arias Rosario.

La Muralla, 2008

ISBN 9788471337788

[2] Estadística para la Investigación Social, 2da. Edición.

VV.AA.

Garceta Grupo Editorial

ISBN 9788415452768

[3] Estadística

Murray R. Spiegel

Serie Schaum

McGraw-Hill

[4] NORMA INTERNACIONAL ISO-9001.2008. 4ta Edición.

Traducción oficial

Official translation

Publicado por la Secretaría Central de ISO en Ginebra, Suiza. 2008

[5] www.sbs.gob.pe

Sitio Web de la Superintendencia de Banca y Seguros del Perú.

[6] <http://estadisticas.bcrp.gob.pe/index.asp?sFrecuencia=M>

Sitio Web de las Estadísticas del Banco Central de Reservas del Perú.

[7] <http://estadisticas.bcrp.gob.pe/index.asp?sFrecuencia=M>

Sitio Web de las Estadísticas del Banco Central de Reservas del Perú.

[8] <http://www.bcrp.gob.pe/>

Sitio Web del Banco Central de Reservas del Perú.

[9] <http://www.datosmacro.com/pib/peru>

Sitio Web de estadísticas del índice del PBI.

