

ISSN 2070-836X

APORTE SANTIAGUINO

Revista de Investigación

Volumen 6 n.º 2, julio – diciembre 2013



*Ciencia,
cultura,
tecnología
e innovación*

Huaraz, Perú



Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal.

ARTÍCULOS ORIGINALES

Diseño y construcción de un equipo para seguimiento solar automático e implementación de un software de supervisión para un sistema móvil fotovoltaico [Design and construction of a solar tracking automatic equipment, and implementation of a monitoring software for mobile photovoltaic system]

Javier Almeida B., Roberto Gutiérrez G., Paul Ayala T. 9_24

Modelo estadístico para predecir la calidad del agua de consumo humano en el ámbito rural del Callejón de Huaylas [Statistical model for predicting the water quality human consumption in rural area of Callejón de Huaylas]

Fidel Aparicio R., Francisco Espinoza M., César Milla V., Esteban Reyes R. 25-34

Niveles de fertilización, mezclas de fertilizantes y métodos de aplicación en el cultivo de ajos *Allium sativum* L. cv. Barranquino, en distrito de Puerto Supe, Provincia de Barranca. [Fertilization levels, mixtures of fertilizers and application methods in the cultivation of garlic. *Allium sativum* L. Cv. Barranquino, Puerto Supe district, Barranca Province]

Carlos Laos O., Luis Laos T., Dalmira Roman Q., Miguel Román Q., Carlos Laos T. ...35-46

Elaboración de una bebida fermentada a partir del fruto del Aguaymanto (*Physalis Peruviana* Linnaeus) producido en el Callejón de Huaylas, utilizando técnicas prefermentativas a baja temperatura [Elaboration of a fermented drink from the fruit of the aguaymanto (*Physalis Peruviana* Linnaeus) occurred in the Callejón de Huaylas, using techniques prefermentativas to low temperatura]

Paula Falcón R., Daniel Reeves L., Rosario Tarazona M., Jackeline Mejía B. ..47-55

Efecto del acondicionamiento de humedad y tiempo de moronado en la calidad físico-química del morón de trigo (*Triticum vulgare*) analizado por la Metodología de Superficie de Respuesta (RSM) [Effect of moisture conditioning and moronado time in the physico-chemical quality morón wheat (*Triticum vulgare*) analyzed by Response Surface Methodology (RSM)]

Norma Gama R., Ydania Espinoza B., Rosario Tarazona M. 56_64

La crítica sociológica y la comprensión lectora de textos narrativos de la literatura oral en los estudiantes de la especialidad de comunicación, lingüística y literatura de la FCSEC de la UNASAM. [The sociological review and reading comprehension of narrative texts of oral literature in students of the specialty communication, linguistics and literature FCSEC of UNASAM]

Vida Guerrero T., Macedonio Vilafán B. 65_73

Modelo estadístico para predecir la calidad del agua de consumo humano en el ámbito rural del Callejón de Huaylas

Statistical model for predicting the water quality human consumption in rural area the Callejón de Huaylas

'Fidel Aparicio R.', 'Francisco Espinoza Mb.', 'César Milla V.', 'Esteban Reyes Rd.

RESUMEN

Objetivo: desarrollar un modelo estadístico para predecir la calidad del agua de consumo humano en el ámbito rural del Perú, con el fm de disminuir las tasas de morbilidad y mortalidad producidas por enfermedades de transmisión hídrica. **Materiales y Métodos:** el estudio es aplicado de nivel predictivo, prospectivo, de corte longitudinal, cuasi experimental. El área de estudio fue en el Centro Poblado de Paria- Willcawain- Ancash, la muestra seleccionada fueron 35 hogares, la obtención de las variables cuantitativas (parámetros físico, químicos y microbiológicos) se realizó siguiendo las Normas Internacionales (APHA-AWWA-WPCF, 1962), en el Laboratorio de Calidad Ambiental- UNASAM; para cuantificar el índice de la calidad del agua (ICA) se aplicó los siete métodos desarrollados en USA, Inglaterra, India y Canadá. Para desarrollar los modelos predictivos se procesó el programa Econometric Views 7.0 que utiliza los errores de Newey- West (HAC) que selecciona las variables regresoras significativas según el tamaño de la muestra y el grado de libertad, teniendo el criterio de parsimonia, que genera la corrección automática. **Resultados:** Los modelos que tienen mejor bondad de ajuste son: periodo estiaje: $ICA_1 = 80.99 - 0.048(\text{Morbi}) - 0.269(\text{TD}) - 0.066(\text{Condu}) - 0.060(\text{EC})$, periodo lluvia: $ICA_4 = 84.54 - 0.042(\text{Morbi}) - 0.478(\text{TD}) - 0.0817(\text{Condu}) - 0.0135(\text{BH})$. **Conclusión:** en los periodos de estiaje y lluvia la calidad del agua se encuentra poco contaminada.

Palabras clave: Agua de consumo humano, calidad del agua, Econometric Views 7.0

ABSTRACT

Objective: To develop a statistical model to predict the quality of drinking water in rural areas of Peru, in order to decrease the morbidity and mortality caused by waterborne diseases. **Materials and Methods:** The study is applied predictive level, prospective, longitudinal, quasi-experimental. The study area was in the Town Center of Paria- Willcawain- Ancash, the selected sample were 35 homes, obtaining quantitative variables (physical parameters, chemical and microbiological) was performed according to International Standards (APHA - AWWA - WPCF, 1962), in the Environmental Quality Laboratory - UNASAM, to quantify the rate of water quality (ICA) was applied seven methods developed in USA, England, India and Canada. To develop predictive models are processed Econometric Views 7.0 program using Newey errors - West (HAC) that selects significant regressors according to the sample size and the degree of freedom, with the parsimony criterion, which generates the automatic correction. **Results:** The models have better goodness of fit are: drought period: $ICA_1 = 80.99 - 0.048(\text{Morbi}) - 0.269(\text{TD}) - 0.066(\text{Condu}) - 0.060(\text{EC})$, rain period: $ICA_4 = 84.54 - 0.042(\text{Morbi}) - 0.478(\text{TD}) - 0.0817(\text{Condu}) - 0.0135(\text{BH})$. **Conclusion:** in periods of drought and rain water quality is among polluted.

Key words: drinking water, water quality, software Econometric Views 7.0

¹ Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Huaraz, Ancash- Peril
 • Doctor en Ingeniería Civil
² Ingeniero Agrícola/Civil
³ Ingeniero Agrícola
⁴ Ingeniero Agrícola

INTRODUCCIÓN

El agua es un elemento indispensable para la vida y para la salud, el ser humano lo usa y lo consume diariamente, estas aguas pueden estar contaminadas y se convierten en un peligro potencial para la salud humana, puesto que es un vehículo idóneo para transmitir enfermedades.

El abastecimiento de agua para uso y consumo humano con calidad adecuada es fundamental para prevenir y evitar la transmisión de enfermedades gastrointestinales y otras, para lo cual se requiere establecer límites permisibles en cuanto a sus características.

Boletín Agrario (2012) indica que el agua cubre el 75% de la superficie de la corteza terrestre. Se localiza principalmente en los océanos donde se concentra el 96,5% del agua total, los glaciares y casquetes polares poseen el 74%, los depósitos subterráneos (acuíferos) y los glaciares continentales suponen el 1,72% y el restante 0,04% se reparte en orden decreciente entre lagos, humedad del suelo, atmósfera, embalses, ríos y seres vivos, pero sólo el 0,08% es apta para el consumo humano.

Organización Mundial de la Salud (2012), refiere que actualmente, unos 1,100 millones de habitantes de países en desarrollo carecen de un acceso adecuado al agua y 2,600 millones no disponen de servicios básicos de saneamiento. El origen de estos dos déficit paralelos está en las instituciones en las opciones políticas, no en la disponibilidad del agua.

Universidad Científica del Sur (2012), indica que más de 2 200 millones de habitantes de los países en desarrollo, la mayoría niños, mueren todos los años de enfermedades asociadas con falta de agua potable. Además, casi la mitad de los habitantes de los países en desarrollo sufren enfermedades provocadas, directa o indirectamente, por el consumo de agua o alimentos contaminados o por los organismos causantes de enfermedades que se desarrollan

en el agua.

La organización Mundial de la Salud (2012), señala que 1,8 millones de personas mueren cada año debido a enfermedades diarreicas; un 90% de esas personas son niños menores de cinco años, principalmente procedentes de países en desarrollo. La Organización Mundial de la Salud (2012), piensa que un 88% de las enfermedades diarreicas son producto de un abastecimiento de agua insalubre y de un saneamiento y una higiene deficientes. La mejora del abastecimiento de agua reduce entre un 6% y un 21% la morbilidad por diarrea, si se contabilizan las consecuencias graves.

El gobierno peruano ha enfatizado estrategias de intervención articulada y políticas nacionales, que conllevan a la reducción de la morbilidad por consumo de agua contaminada, en coherencia con las políticas internacionales como los Objetivos de Desarrollo del Milenio, que incluyen *Reducir a la mitad*, para el año 2015, el porcentaje de personas que carezcan de acceso sostenible a agua potable.

Rosario Santa María (2008), indica que el acceso de la población al agua de calidad es un derecho. La mejora del saneamiento básico de la vivienda reduce la incidencia de enfermedades infecciosas entre 20 y 80%.

Miranda Marianella (2011), señala que para el año 2009, el abastecimiento por red pública dentro de la vivienda en el Perú, aumentó en 5,9% con relación a lo registrado en el año 2000. La disponibilidad de desagüe por red pública dentro de la vivienda en el 2009 solo alcanzó al 51,6% de la población, siendo 3,5% más que el 2000.

Los países de América Latina no han podido llegar a una cobertura total en abastecimiento y saneamiento de agua. El problema es aún más serio en calidad del agua y protección del recurso hídrico.

La mala calidad del abastecimiento de agua es un problema que afecta al mundo entero, principalmente a la población en situación de pobreza y extrema pobreza de los países en desarrollo. Debido a éste problema verdaderamente serio y que nos afecta a todos, se plantea como tema desarrollar un modelo estadístico para predecir la calidad del agua para consumo humano con el fin de disminuir las tasas de morbilidad y mortalidad producida por enfermedades de transmisión hídrica en el Centro Poblado Paria - *Willkawain* -Ancash. 2012-2013.

MATERIALES Y MÉTODOS

TIPO DE ESTUDIO

El presente estudio de acuerdo al fin es aplicada de nivel predictivo, el periodo en que se capta la información es prospectivo, a la evolución del fenómeno en estudio es de corte longitudinal, la comparación de poblaciones es explicativo y la interferencia del investigador es cuasi experimental.

Método de la investigación: cuali cuantitativo

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL AREA DE ESTUDIO

El presente trabajo de investigación se realizó en el centro poblado de Paria- Willkawain, las muestras se tomaron de la Soledad, Willkawain, San Miguel de Recresh, Matcor, SanMartín y Ocopampa.

UNIVERSO

El universo de los datos de la presente investigación comprende los componentes del sistema de abastecimiento de agua del Centro Poblado de Willkawain.

UNIDADES DE MUESTREO

La unidad de muestreo está constituida por la vivienda familiar (grifo de agua de consumo, jefe de familia y tipo de sistema de abastecimiento de agua).

VARIABLES

Variables cualitativas:

- Ingreso económico
- Hábitos de higiene
- Educación sanitaria
- Tiempo de hervido del agua
- Morosidad de pago de servicio
- Cloración
- Servicio de saneamiento
- Abastecimiento de agua

Tabla 1. Tamaño de muestra, puntos de muestreo y número de muestras.

| | | N° FAMILIAS | PUNTOS DE MUESTREO | N° DE MUESTRAS |
|---------------------|-----------------------|-------------|--|----------------|
| BARRIOS MAS POBRES | SOLEDAD | 17 | 1,2 | 2 |
| | OCOPAMPA | 19 | 3,4 | 2 |
| CASERIOS MAS POBRES | WILLKAWAIN | 108 | 5,6,7,8,9,10,11, 12,13 y 14 | 10 |
| | SAN MIGUEL DE RECRESH | 160 | 15,16,17,18,19, 20,21,22,23,24, 25,26,27,28 y 29 | 15 |
| | MATCOR | 28 | 30,31 y 32 | 3 |
| | SAN MARTIN | 28 | 33,34 y 35 | 3 |
| TOTAL | | 360 | 35 | 35 |

Variables cuantitativas:

- Indicadores de contaminación microbiológica e identificación de patógenos.
- Análisis parasitológico.
- Análisis fisicoquímico
- Análisis de nutrientes
- Metales disueltos
- Metales totales.

HIPÓTESIS

$H_{0,1} = 0$ todos los coeficientes de las variables X_i no son significativos, es decir las variables independientes no influyen sobre la variable dependiente.

$H_{1,2} \neq 0$ (al menos un coeficiente de las variables X_i son significativos por lo tanto las variables independientes si influyen en la variable dependiente.

ESTRATEGIA DE PRUEBA DE HIPÓTESIS Y CONTRASTACIÓN

Modelo lineal de probabilidad

$$ICA = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4$$

Hipótesis individual

$H_0: \beta_i = 0$; X_i no es significativa

$H_1: \beta_i \neq 0$; X_i es significativa

Para contrastar la hipótesis estadística (P-value) la probabilidad de obtener el resultado con un error de $\alpha\%$.

$B > 0.05$: no rechazo H_0

$B < 0.05$: rechazo H_0

Hipótesis grupal

$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = 0$, todas las variables regresaras no son significativas.

$H_1: \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4 \neq 0$, todas las variables regresaras son significativas.

Para contrastar la hipótesis la prueba

F-statistic:

$F > 0.05$: no rechazo H_0 ,

$F < 0.05$: rechazo H_0 ,

Supuestos del modelo

- Correlación
 $Cor(X_i, X_j) = 0$, No existe
 Multicolinealidad
 $Cor(X_i, X_j) \neq 0$, existe
 Multicolinealidad
- Varianza del error
 $Var(u_i) = \sigma_i^2$, No existe
 Homocedasticidad
 Varianza del error
 $Var(u_j) \propto \sigma_i^2$, existe
 Heterocedasticidad
- Varianza del error
 $Var(u_i) = \sigma_i^2$, No existe
 Homocedasticidad
 Varianza del error
 $Var(u_j) \propto \sigma_i^2$, existe
 Heterocedasticidad
- Correlación serial
 $Cor(u_i, u_j) = 0$, No existe
 Autocorrelación
 $Cor(u_i, u_j) \neq 0$, existe
 Autocorrelación
 (i " " j)

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Para la obtención de las variables cuantitativas (parámetros físico, químicos y microbiológicos) se realizó siguiendo "Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales". Normas internacionales para la caracterización de la calidad del agua (APHA- AWWA- WPCF, 1962), en el laboratorio de CALIDAD AMBIENTAL- UNASAM.

Para las variables cualitativas se obtuvo la información mediante encuestas a los jefes de familia.

PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

El modelo de regresión incluye una variable dependiente o de respuesta (*Y*) numérica y un conjunto de variables explicativas o regresoras (*X_i*) que pueden ser numéricas o discretas (variables Dummy o cualitativas), dado que el modelo elegido, realizan los efectos impacto. Es decir, evaluar cuánto influye cada variable explicativa (en probabilidades) en que exista una buena calidad de agua de consumo humano en el ámbito rural.

Para determinar los modelos de predicción de la calidad del agua de consumo se estimó a través del Método de Mínimos Cuadrados Ordinarios, usando ECOMETRIC VIEWS 7.0.

El modelo utilizó los errores estándar robustos de Newey – West (HAC) que selecciona las variables regresoras significativas según el tamaño de muestra y el grado de libertad, teniendo en cuenta el criterio de parsimonia, corrige la heteroscedasticidad y autocorrelación. Se genera la corrección automática, por lo tanto es indiferente el resultado que arroja la prueba de Durbin – Watson.

Asimismo, se seleccionaron los modelos, considerando los test del análisis de varianza ($p < 0.05$), la probabilidad F-statistic ($F < 0.05$), el coeficiente de determinación (R^2) que determina la bondad de ajuste del modelo, entre otros parámetros estadísticos.

Tabla 2. Rangos de calificación del índice de la calidad del agua (ICA), según criterio general

| ICA | CRITERIO GENERAL |
|----------|-----------------------|
| 85 - 100 | No contaminado |
| 70 – 84 | Aceptable |
| 50 – 69 | Poco contaminada |
| 30 – 49 | Contaminado |
| 0 – 29 | Altamente contaminado |

Fuente: Programa de Formación Iberoamericano en Materia de Agua – Índice de Calidad del Agua – Ing. Luis Reolon

Tabla 3. Métodos para calcular el Índice de la Calidad del Agua (ICA)

| CCJCO) | •OCE | PM.WnP.OS | TOTAL DE |
|--------|-----------------------|---|--------------|
| | &o.! | SDHIOJ I | PAPJ.UETHIOS |
| 2 | TiIO")' | 56idoaT... | 7 |
| | j)USA•TiD) | Cllltnw F«:*.i. | |
| | [NUTE!AA-11119) | COLlot<ltiΓ.-, | 1 |
| J | (LISA-ñle | ICA(ANI')-3 | 1 |
| 4 | USA-t7e | ICA(III)*-(| 7 |
| 5 | (USA- tiret | ICA(JII')•J | 1 |
| 6 | s.....tTrq | DMnooaIIItT | 1 |
| 7 | CCUE: C.O.C'+2XIII | FÓibo"FGIII PH, Conductividad, Nitratos, Turbiedad, Mercurio, Hierro, Coliformes Totales, Escherichia Coli | :M |

Fuente: Patricia Torres et al. Índices de Calidad de Agua en Fuentes Superficiales utilizadas en la Producción de Agua para Consumo Humano. Una revisión crítica

RESULTADOS

ÍNDICE DE LA CALIDAD DEL AGUA PERIODODEESTIAJE-SETIEMBRE2012

-ICA₁ = 74.25
 -ICA₂ = 55.42
 -!CA_p = 66.89

ÍNDICE DE LA CALIDAD DEL AGUA PERIODODELLUVIA-FEBRER02013

-ICA₂ = 56.90

-ICA₄ = 79.46
 -ICA₅ = 63.56

MODELOS PROCESADOS EN EL PROGRAMAECONOMETRICVIEWS7.0

Los modelos que tienen mejor bondad de ajuste son:

Periodo de Estiaje: Setiembre 2012

ICA₁ = 80.99 - 0.048{Morbi} - 0.269{TD} - 0.066{Condu} - 0.060{EC}

Tabla 4. Periodo de Estiaje: Setiembre 2012 -ICA 1

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|---------------|-------------|-------------|-------------|------------------------|
| UORST(AJ) | 1)481-87 | 1101.31 | -2.421101 | 1021 |
| TD | .e 259635 | lt &tO | ••••• | DOOOO |
| COHDU | .e 06G0lt | umu | .Jim55 | DOClOiii |
| 811 | - | DQOjim | -11U!!! | DOOOO |
| At ... | O)allli | .htdtesjdft | | 142 t&J |
| SE of...u- | 2112U1 | | | Po 1 F llJbC) 0 000000 |
| S-lq.lnd.-lid | 1201120 | | | |
| log 'lfoMo<l | .tln. &83 | | | |
| F-l.IIIU: | 2751t'il | | | |

Ai&•t illfOCfIttfiOjl
ScInnr.t CllllIDll
Cftttf

\$\$05111
HUnt
S 117112
50&2120

i Watson 488

Periodo de Lluvia: Febrero 2013

$$ICA_4 = 84.54 - 0.042(\text{Morbi}) - 0.478(\text{TD}) - 0.0817(\text{Condu}) - 0.0135(\text{BH}).$$

Tabla 5. Periodo de lluvia: Febrero 2013 – ICA 4

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob |
|----------------------------|-------------|------------|-------------|--------|
| MORBILIDAD | -.042 | .0023838 | -17.7 | .00000 |
| TD | -.478 | .0822512 | -5.81 | .00011 |
| CONDU | -.0817 | .0211 | -3.87 | .00031 |
| BH | -.0135 | .0008111 | -16.57 | .00011 |
| R-squared | .7857 | | | |
| Adjusted R-squared | .7717 | | | |
| F-Statistic | 211.213 | | | |
| Probability (F-Statistic) | .530528 | | | |
| Intercept | 84.54 | | | |
| Standard Error of Estimate | .735201 | | | |
| F-Statistic | 7155658 | | | |
| Probability (F-Statistic) | .000000 | | | |

DISCUSIÓN

PERIODO DE ESTIAJE, como se observa en la tabla 1.

El modelo ICA, explicado por las variables MORBILIDAD, TD (TURBIEDAD), CONDU (CONDUCTIVIDAD) y EC (ESCHERICHIA COLI). Si bien existen otras variables que podrían ingresar como variables regresoras, es importante mencionar que dado que la muestra solo es de 35 observaciones, no es recomendable usar demasiadas variables para no reducir los grados de libertad y seguir con el criterio econométrico de parsimonia.

$R^2 = 0.7857 = 78.57\%$. Lo anterior indica que el 78.57% de las variaciones de la variable dependiente es explicado por las variables regresoras. Dado que la bondad de ajuste está por encima del 70%, se concluye que las variables regresoras explican bien el modelo.

Las probabilidades individuales indican que todas las variables explicativas son significativas al 5%. Lo anterior se reafirma, ya que a nivel grupal todas son también significativas (probabilidad F menor a 0.05). Así mismo la estimación fue corregida por heteroscedasticidad y autocorrelación utilizando los errores estándar robustos de Newey-West (HAC) y por lo tanto es indiferente el resultado que arroja Durbin -

Watsonsta.

Interpretación de coeficientes:

C=INTERCEPTO= Manteniendo el resto de variables constantes, el índice de calidad de agua promedio es 80.985.

MORBILIDAD: Ante un incremento de 1% de la tasa de morbilidad, el índice de calidad de agua se reduce en 0.048.

TD: Ante un incremento de 1 unidad Nefelométrica de turbidez, el índice de calidad de agua se reduce en 0.270.

CONDU: Ante un incremento de 1 unidad de conductividad, el índice de calidad de agua se reduce en 0.066.

EC: Ante un incremento de 1 bacteria Escherichia Coli, el índice de calidad de agua se reduce en 0.060.

PERIODO DE LLUVIA, como se observa en la tabla 5.

El modelo ICA₄ explicado por las variables MORBILIDAD, TD (TURBIEDAD), CONDU (CONDUCTIVIDAD) y BH (BACTERIA HETEROTRÓFICA). Si bien existen otras variables que podrían ingresar como variables regresoras, es importante mencionar que dado que la muestra solo es de 35 observaciones, no es recomendable usar demasiadas variables para no reducir los grados de libertad y seguir con el criterio econométrico de parsimonia.

$R^2 = 0.786 = 78.6\%$. Lo anterior indica que el 78.6% de las variaciones de la variable dependiente es explicado por las variables regresoras. Dado que la bondad de ajuste está por encima del 70%, se concluye que las variables regresoras explican bien el modelo.

Las probabilidades individuales indican que todas las variables explicativas son significativas al 5%. Lo anterior se reafirma, ya que a nivel grupal todas son también significativas (probabilidad F menor a 0.05). Así mismo la estimación fue corregida por heteroscedasticidad y autocorrelación utilizando los errores estándar robustos de Newey-West (HAC) y por lo tanto es indiferente el resultado que arroja Durbin-Watson.

Interpretación de coeficientes:

C=INTERCEPTO= Manteniendo el resto de variables constantes, el índice de calidad de agua promedio es 84.537.

MORBILIDAD: Ante un incremento de 1% de la tasa de morbilidad, el índice de calidad de agua se reduce en 0.042.

TD: Ante un incremento de 1 unidad Nefelométrica de turbidez, el índice de calidad de agua se reduce en 0.478.

CONDU: Ante un incremento de 1 unidad de conductividad, el índice de calidad de agua se reduce en 0.082.

BH: Ante un incremento de 1 bacteria Heterotrófica, el índice de calidad de agua se reduce en 0.0135.

CONCLUSIONES

1. Se cuantificó los índices de calidad del agua (ICA) de las muestras seleccionadas, resultando:

Periodo de Estiaje setiembre 2012

- ICA_i : 74.25, según la tabla 2 "Rangos de Calificación del Índice de la Calidad del Agua" se concluye que esta *acceptable*.
- ICA_j : 55.42, según la tabla 2 "Rangos de Calificación del Índice de la Calidad del Agua", se concluye que esta *poco*

contaminada.

- $ICAP$: 66.89, según la tabla 2 "Rangos de Calificación del Índice de la Calidad del Agua", se concluye que está *poco* *contaminada*.

Periodo de lluvia Febrero 2013

- ICA_i : 56.90, según la tabla 2 "Rangos de Calificación del Índice de la Calidad del Agua", se concluye que esta *poco* *contaminada*.
- ICA_j : 79.46, según la tabla 2 "Rangos de Calificación del Índice de la Calidad del Agua", se concluye que esta *acceptable*.
- ICA_k : 63.56, según la tabla 2 "Rangos de Calificación del Índice de la Calidad del Agua", se concluye que esta *poco* *contaminada*.

2. Se procesó el programa Econometric Views 7.0, hallándose los test del análisis de varianza, aceptándose la hipótesis alterna en forma individual para los valores de probabilidad $p < 0.05$, y para la probabilidad F-statistic $F < 0.05$, en forma grupal; el t-statistic tienen mejor ajuste y es como se esperaba.

3. Se determinó la bondad de ajuste del modelo, a través del coeficiente de determinación ($R^2 = 0.7857$), indica que el 78.57% es explicado por las variables regresoras y el 21.43% restante pertenece al residuo, correspondiente al periodo de estiaje.

4. Se determinó la bondad de ajuste del modelo, a través del coeficiente de determinación ($R^2 = 0.786$), indica que el 78.6% es explicado por las variables regresoras y el 21.4% restante pertenece al residuo, correspondiente al periodo de lluvia.

RECOMENDACIONES

Replicar el trabajo (toma de muestra) en cualquier ámbito rural de nuestro país, considerando que la toma de muestra debe realizarse la toma de muestra por sector y ser medido en el tiempo, es decir, en los 4 periodos del ciclo hidrológico en las 24 horas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agüero Pittman, Roger. 2009. Agua Potable y Saneamiento en Localidades Rurales del Perú, Asociación Servicios Educativos Rurales **(SER)**, disponible en: http://www.ser.org.pe/index.php?option=com_content&task=view&id=1106&Itemid=112 accesado el 07-01-2013

Boletín Agrario. 2012. Agua, disponible en: <http://www.boletinagrario.com/ap-6,glosario,3,agua.html>, accesado el 18-07-2012

Díaz de Santos. 1992. Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales (1era ed.). Madrid. Pág. 20-40

Calderón Cockburn Julio. 2004. Agua y Saneamiento: el caso del Perú Rural., disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacdlcd27/agua-peru.pdf> accesado el 13-01-2013

Nolazco José Cama. 2012. Herramientas de Econometría Aplicada: Aplicaciones con EViews. Universidad Agraria La Molina. Pág. 2-5

Mendoza Valdez José, Vladimir. 2011. Sistema de abastecimiento de agua potable y saneamiento en la comunidad campesina de Condormilla Bajo- 2011. Pág. 8-21

Castillo G. Jorge. 2007. Modelos de Calidad de Aguas. Disponible en: <https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cach> e:ol7YitYZXIYJ: <https://www.u->

[cursos.cl/ingenieria/2007/2/CISID/1/material_docente/objeto/199644+MODELOS+DE+CALIDAD+DE+AGUAS+Por+Jorge+Castillo+G.&hl=es&gl=pe&pid=bl&srcid=ADGEESHTyAiAEzhJSKs2EOyQZXpLfVo05Hbp5yURiJILGTHDgN7q8tOdstn4mAECdJcG_f7x9jmmUzZo49tqvPgMUwHTdvJyvGKZxs_-dyq6sOY7U477hM5GA63LyEwxffihxp_I7MIOG&sig=AHIEtbSUMFOLzOqC5VmMBFG4IDz3xrsGA](https://www.u-cursos.cl/ingenieria/2007/2/CISID/1/material_docente/objeto/199644+MODELOS+DE+CALIDAD+DE+AGUAS+Por+Jorge+Castillo+G.&hl=es&gl=pe&pid=bl&srcid=ADGEESHTyAiAEzhJSKs2EOyQZXpLfVo05Hbp5yURiJILGTHDgN7q8tOdstn4mAECdJcG_f7x9jmmUzZo49tqvPgMUwHTdvJyvGKZxs_-dyq6sOY7U477hM5GA63LyEwxffihxp_I7MIOG&sig=AHIEtbSUMFOLzOqC5VmMBFG4IDz3xrsGA) accesado el 27-01-2013

Miranda Marianella, Aramburú Adolfo, Junco Jorge, Campos Miguel. 2011. Situación de la calidad de agua para consumo en hogares de niños menores de cinco años en Perú, 2007-2010. *Revista peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*. Pág. 1-5

Torres Patricia et al. 2012. Índices de Calidad de Agua en Fuentes Superficiales utilizadas en la Producción de Agua para Consumo Humano. *Unarevisión crítica*. Pág. 1-14

Programa de Formación Iberoamericano en Materia de Agua- Índice de Calidad del Agua- Ing. Luis Reolon. 2012. Pág. 25-30

Organización Mundial de la Salud 2012. Relación del agua, el saneamiento y la higiene con la salud, disponible en: http://revistavirtual.redesma.org/voll0/pdf/informacionrel_saneamiento_agua_oms.pdf accesado el 02-07-2012

Organización Mundial de la Salud. 2012. Agua potable salubre y saneamiento básico en pro de la salud., disponible en: http://www.who.int/water_sanitation_health/mdgl/es/index.html, accesado el 04-07-2012

Organización Mundial de la Salud. 2012. Relación del agua, el saneamiento y la higiene con la salud., disponible en: http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/facts2004/es/index.html accesado el 15-07-2012

Organización Panamericana de la Salud/Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente 2004. Manual para análisis básicos de calidad del agua de bebida. Disponible en: http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/fulltextlm_anual.pdf accesado el 07-01-2013

Organización Panamericana de la Salud 2007. Guía para mejorar la calidad del agua, ámbito rural y pequeñas ciudades. Pág. 4-6

Organización Panamericana de la Salud 2008. Guía de orientación en saneamiento básico para alcaldías de municipios rurales y pequeñas comunidades. Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/1salud/1-lsalud.htm> accesado el: 03-01-2013

Red Iberoamericana de Potabilización y Depuración del Agua 2006. Riesgo de enfermedades transmitidas por el agua en zonas rurales. Pág.16-21

Santa María Rosario 2008. La iniciativa de vivienda saludable en el Perú. Revista peruana de Medicina Experimental y Salud Pública. ISSN 1726-4634. Pág. 1-11

Universidad Científica del Sur 2012. Ecoeficiencia empresarial. Disponible en: <http://www.ucsur.edu.pe/ecoeficiencia-empresarial/ecoeficiencia-empresarial-noticias.html> accesado el 27-06-2012

Correspondencia:

Fidel Gregorio Aparicio Roque
fgar_58@hotmail.com