

PLAN DE ECOEFICIENCIA EN EL USO DEL AGUA POTABLE Y ANÁLISIS DE SU CALIDAD EN LAS ÁREAS ACADÉMICAS Y ADMINISTRATIVAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

ECO-EFFICIENCY PLAN AND HUMAN WATER QUALITY ANALYSIS IN ACADEMIC AND ADMINISTRATIVE AREAS AT LA MOLINA NATIONAL AGRARIAN UNIVERSITY

Orlando Advíncula Zeballos¹, Samantha García Junco², Juvenal García Armas³, Karin Toribio Tamayo⁴ y Víctor Meza Contreras⁵

Resumen

Se realizó un estudio de línea base para establecer un plan de Ecoeficiencia para el uso del Agua potable en las instalaciones de las áreas académicas y administrativas de la Universidad Nacional Agraria la Molina (UNALM), entre Setiembre del 2011 y Agosto del año 2012, de acuerdo a la metodología propuesta por el Ministerio del Ambiente (MINAM) en el 2009, como consecuencia de la promulgación de la Ley N° 29289 que determina que todas las instituciones del Estado deben adoptar medidas de ecoeficiencia. En este sentido, el presente estudio se elaboró con el objetivo de que la UNALM esté a la par con otras instituciones que ya cuentan con una línea base, la cual incluye un inventario de los equipos sanitarios, la identificación de prácticas inadecuadas y la evaluación del consumo de agua en las áreas administrativas y académicas. Durante la etapa de formulación del plan de ecoeficiencia se tomó las conclusiones de la línea base para identificar las medidas a adoptar en la minimización del consumo del agua. Se encontró que la UNALM posee equipos sanitarios antiguos con elevados consumos de agua y en mal estado; siendo el sector de los estudiantes el más crítico, con un 21% de equipos (inodoros y urinarios) en mal estado. Mediante la división del consumo de agua y el promedio de personas en las instalaciones se obtuvo el consumo diario de agua promedio per cápita para los profesores fue de 14.38 litros/persona y para el personal administrativo de la Biblioteca Agrícola Nacional (BAN) de 9.89 litros/persona, valores que estuvieron por debajo del valor establecido por el MINAM para instituciones públicas (82.1 litros/persona). Los análisis físico-químicos y microbiológicos realizados al agua utilizada en los servicios higiénicos de los alumnos, facultades y el Rectorado, han determinando que no cumplen con los parámetros exigidos en la Ley de Aguas para Consumo Humano. En base al diagnóstico realizado con la información disponible se han propuesto mejoras que fueron evaluadas obteniéndose potencialmente un ahorro de agua de 88'012 550.4 litros que equivale a un costo de S/ 213 166.40 nuevos soles (\$76 678.56).

Palabras clave: Ecoeficiencia, UNALM, agua, MINAM.

Abstract

A baseline was made in order to establish a plan for an Eco-efficiency use of human water in the academic and administrative areas at La Molina National Agrarian University (UNALM) from September 2011 to August 2012 according to the methodology established by MINAM (2009), as a consequence of the law 29289 which indicates that all governmental institutions must adopt eco-efficiency alternatives. In this sense, this study was focused, as similar institutions have already done, in developing a baseline that includes an inventory of equipment, an identification of inappropriate practices and an evaluation of water consumption in administrative and teaching areas. During the formulation stage of the eco-efficiency plan it was necessary to evaluate the baseline in order to propose actions that could minimize water consumption. It has been found out that UNALM facilities are old, with a high water consumption which clearly affects the efficiency of water management. The area that resulted as most critical was the students' buildings, with 21% of equipment (toilets and urinals) in need of repair. Water consumption divided by average people on site resulted in daily average per capita water consumption. For the teachers it was 14.38 liters / person and for administrative staff (BAN) it was 9.89 liters / person, values that are well below the value set by MINAM during an evaluation for public institutions (82.1 liters/person). Physical-chemical and microbiological tests were made in water samples taken from student's bathrooms,

faculty and chancellor's buildings and it was found out that the samples do not comply with the required parameters in the Law of Water for human consumption. Based on the diagnosis, this study proposed improvements that have been technically and economically evaluated, which would save 88'012 550.4 liters of water and a sum of 76 678.56 dollars.

Key words: Eco-efficiency, UNALM, water, MINAM.

Introducción.

La ecoeficiencia es el uso eficiente y racional de la energía y los recursos naturales con beneficios ecológicos y económicos, con menos desechos y residuos, logrando disminuir la contaminación ambiental. Para fines de este estudio es considerada como una estrategia administrativa que permite mejorar el desempeño ambiental y al mismo tiempo generar ahorros económicos significativos (WBCSD, 2000a; MINAM, 2009b).

En 1991, cuando el WBCSD (World Business Council for Sustainable Development) usó por primera vez el término ecoeficiencia, era difícil prever qué tan importante se volvería, administrativamente, se había generado la estrategia para unir los logros ambientales y el éxito empresarial (Fussler & James, 1999). Los gobiernos pueden implementar una política que fomente el crecimiento económico, que favorezca la reducción del uso de recursos y que evite la contaminación, con incentivos para la eco-innovación (WBCSD, 2000 b).

La ecoeficiencia en el sector público es un paso significativo hacia la modernidad y crea asimismo, la oportunidad para asumir el liderazgo de esta importante estrategia. Las medidas de ecoeficiencia son acciones que permiten la mejora continua del servicio público, mediante el uso de menos recursos así como la generación de menos impactos negativos en el ambiente (MINAM, 2010).

El Perú también promueve la ecoeficiencia. Así como parte de las estrategias a aplicarse en el sector público, se promulgó la Ley N° 29289 "Ley de Presupuesto del sector público para el año fiscal 2009", donde se determinó que todas las entidades del estado debían adoptar medidas de ecoeficiencia en: energía, agua y papel (Diario Oficial El Peruano, 2008 a). Asimismo, en el 2009 mediante el Decreto Supremo N° 009-2009 el MINAM estableció las Medidas de Ecoeficiencia para el Sector Público, considerando estas medidas como una mejora continua del servicio público, usando menos recursos y generando menos impactos al ambiente, lo cual se traducirá en un ahorro económico para el Estado.

Según el Decreto Supremo N° 009-2009-MINAM, Medidas de Ecoeficiencia para el Sector Público, en sus Artículos 3° y 4° indican que se debe realizar un control de fugas, disponer de avisos sobre el buen uso de los servicios, observar las averías sanitarias, criterios para el riego de los jardines y la implementación progresiva de dispositivos ahorradores de agua en los servicios higiénicos (Diario

oficial El Peruano, 2009). Una experiencia en ecoeficiencia del consumo de agua potable desarrollada por el MINAM en el 2008, en catorce entidades del sector público determinó un consumo promedio de 29.97 m³/año/trabajador, donde el consumo mínimo promedio fue registrado en el Ministerio de Economía y Finanzas con 12.8 m³/año/trabajador y el máximo fue para el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones con 69.80 m³/año/trabajador (MINAM, 2009 a).

Por otra parte, estudios de ecoeficiencia del agua no se han evidenciado en las treinta y cinco universidades públicas que existen a nivel nacional (Asamblea Nacional de Rectores, 2010), a pesar de estar comprometidas por la normatividad vigente. No obstante, en otros países se ha demostrado su aplicabilidad. Por ejemplo, en el 2007, el Ente Público del Agua de la ciudad de Murcia en España, a través de la campaña Campus Sostenible, llevada a cabo en la Universidad de Murcia, donde se adoptaron las medidas de ecoeficiencia que establece la Ley 6/2006 de la región autónoma de Murcia la cual implica el cambio a equipos ahorradores, cambios en prácticas de riego, reuso de agua, campañas de concientización, entre otros; logrando un ahorro del 12.5% del consumo (25 000 m³ de agua/año), que significó un ahorro aproximado de 41.250 Euros (EPA, 2009). En el Perú, la empresa "Mercurio Industria y Comercio S.A.C", dedicada a la fabricación de productos a partir de la fundición de productos reciclados (polvo de aluminio, celulosa de periódicos, etc.), tomó medidas para disminuir el caudal de grifos e inodoros, reparación de fugas, entre otros. Los resultados fueron los siguientes: 13% de ahorro en la facturación de energía eléctrica, un ahorro de 4 800 galones de petróleo diesel y un ahorro de \$12 000 anuales. En el caso del agua, hubo una reducción del 30% del consumo (CET, 2003).

La presente investigación tiene como objetivo proponer un plan de Ecoeficiencia en el uso del agua potable en las áreas académicas y administrativas de la UNALM, así como el análisis de su calidad; formulando finalmente propuestas para un mejor manejo. Además se escogió trabajar con el manejo de dicho recurso teniendo en cuenta las propiedades únicas del agua, como elemento esencial para la vida, el cual llega a tener numerosos valores tanto sociales como culturales, medioambientales y económicos. Todos estos valores deben ser considerados a la hora de elaborar políticas y programas relacionados con el agua, si se pretende conseguir una gestión de los

recursos hídricos que sea equitativa, eficiente y sostenible. Sin embargo, las tarifas que se cobran por el agua han estado siempre por debajo de los costes (UN-WATER, 2006), lo cual no refleja su vital importancia. En el Perú, la tarifa del agua potable es baja, por ejemplo, en el Proyecto agroindustrial Chavimochic llevado a cabo en La Libertad en el 2010 se pagaba por el uso de agua US\$ 0.02/m³ mientras que el precio a nivel internacional es 35 veces más: US\$ 0.70/ m³ (Infoandina, 2010).

Materiales y métodos.

La metodología usada fue la propuesta por el MINAM (2009) y se describe a continuación:

Línea Base

Para la elaboración de la línea base, se recolectó la información del consumo de agua en las áreas académicas y administrativas de la UNALM; luego se realizó la identificación de los hábitos de consumo, posteriormente, el inventario de equipos sanitarios y finalmente los análisis físico-químicos y microbiológicos.

1.1 Consumo de agua

Se analizaron los consumos de la Facultad de Ciencias, Agronomía, Pesquería, Economía y Planificación, Ciencias Forestales, así como de la Biblioteca Agrícola Nacional; lugares que fueron seleccionados debido a que contaban con tanques elevados en funcionamiento y que eran accesibles, lo cual permitió hacer las mediciones. Se evaluó durante una semana, tomando 3 medidas en cada punto de muestreo, para poder hallar el consumo de agua durante las 8:00 am a 4:00 pm (tiempo de mayor actividad académica). La primera medición del día se realizó a las 8 am, la segunda a las 12 m y la tercera entre las 3:30 a 4:00 pm. Las mediciones se hicieron introduciendo en los tanques, una varilla de madera en la cual se marcaba la altura del agua. Con el conocimiento previo de las dimensiones de cada tanque se determinó el volumen de agua consumido. También se analizó el consumo después de las cuatro de la tarde (tiempo de menor actividad académica) hasta las 8:00 de la mañana del día siguiente, para esto se tomó la última medida cerca de las 4 pm y se dejaba bloqueado el sistema de las boyas del tanque. Así al día siguiente se analizaba nuevamente el nivel del agua del tanque. Además, se trabajó con el supuesto que después de las 4 pm hasta las 8 am del día siguiente, el consumo de agua es mínimo o nulo, por lo que si en ese lapso de tiempo se detectaba consumo, los valores obtenidos se relacionaron con posibles fugas de agua en los edificios.

1.2 Encuestas para analizar hábitos de consumo

Se realizaron encuestas a alumnos, profesores y personal administrativo, con el fin de descubrir cuáles son los hábitos de consumo del agua potable y a la vez determinar la opinión de estos actores que están a diario en la universidad, acerca de las instalaciones

sanitarias y del manejo del recurso hídrico por parte de la institución. Para aplicar la encuesta se determinó el tamaño de muestra adecuado, para esto se utilizó la siguiente fórmula (Daniel, 2004):

$$n = \frac{z^2 (p) (1-p) N}{z^2 (p) (1-p) + N(E)^2}$$

Figura 1. Fórmula para determinación del tamaño de muestra.

Donde:

n: tamaño de la muestra

N: tamaño de la población

E: error

1-p: Proporción de la Población.

Z: Distribución Normal, con un valor de 1.96 al 95% de confianza

La información del número total de alumnos y profesores fue proporcionada por la Oficina Académica de Estudios, para el semestre 2011-II y la de los administrativos por la Oficina de Personal administrativo. Para obtener los tamaños de muestras que se muestran en la Tabla 1, se trabajó con un error del 10%.

Tabla 1. Tamaño de muestra para realizar las encuestas a los alumnos.

Facultad	Número de alumnos (N)	Tamaño de la muestra, considerando E= 10%
Agronomía	942	17
Ciencias	767	14
Ciencias Forestales	451	8
Economía y Planificación	1 119	20
Industrias Alimentarias	522	10
Ingeniería Agrícola	541	10
Pesquería	410	7
Zootecnia	468	9
Total	5 220	89

1.3 Inventario de Equipos sanitarios

El inventario de equipos sanitarios se llevó a cabo por observación directa, con asistencia del personal de la Oficina de Servicios Generales en la facultad de Ciencias, Agronomía, Pesquería, Economía y Planificación, Ciencias Forestales, Ingeniería Agrícola, Industrias Alimentarias y Zootecnia. Así también, en las siguientes áreas administrativas: Oficina Académica de Estudios, Biblioteca Agrícola Nacional, Escuela de Post Grado, Oficina de Investigación, Rectorado, Vicerrectorado, Centro de Idiomas, Oficina de Servicios Informáticos, Oficina de Proyección Social, Oficina de Personal, Oficina de Relaciones Públicas y los servicios higiénicos de los módulos estudiantiles. Cabe recalcar que, para esta etapa del estudio se trabajó en más áreas que las

consideradas para la medición del consumo de agua (apartado 1.1), ya que se contaba con las facilidades de acceso para su ejecución.

1.4 Análisis fisicoquímicos y microbiológicos

Los análisis fisicoquímicos y microbiológicos se realizaron en el Laboratorio de Control de Calidad, Cervecería ANPAY PERU. En una primera etapa se evaluó el pozo principal de la UNALM (Chino II), pozo que abastece a gran parte de la Universidad (áreas Académica y Administrativa); pero luego se hizo una exploración en diversos puntos del campus universitario. Se escogió de manera aleatoria los caños de los lavaderos de los servicios higiénicos en las siguientes áreas: módulos de las aulas estudiantiles, Facultades y zona administrativa. Para la evaluación de los análisis fisicoquímicos se usó el Reglamento de la calidad del agua para consumo humano DS N°031-2010-SA – DIGESA: ANEXO II Límites Máximos permisibles de parámetros de calidad organoléptica. ANEXO III Límites Máximos permisibles de parámetros químicos inorgánicos y orgánicos. Para los análisis microbiológicos se usó la norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para alimentos y bebidas de consumo humano RM N° 591-2008/MINSA NTS N° 071-MINSA/DIGESA ítem XVI.4 Agua y hielos para consumo humano. Reglamento de la calidad del agua para consumo humano DS N°031-2010-SA – DIGESA.

Para la toma de muestra se usó las indicaciones del Manual para Análisis Básicos de Agua de Bebida, de la Organización Panamericana de la Salud (Aurazo, 2004). Se siguieron los pasos recomendados del capítulo 4, sección 1.3. También se consideró las disposiciones específicas del acápite 6 de la RM N° 156-2010/MINSA (Diario Oficial El Peruano, 2010 b). En los puntos de muestreo ya señalados se procedió a desinfectar los caños con hisopos, y alcohol, luego se desinfectó durante dos minutos con un mechero, después se abrió el caño para dejar pasar el agua durante 4 minutos, que es el tiempo recomendado. Se tomó la muestra, dejando un pequeño espacio en los frascos estériles, para luego de la toma, cerrar inmediatamente estos frascos. Finalmente cada frasco fue sellado con parafilm, y colocado en un recipiente con congeladores para preservar en frío la muestra.

1.4.1 Análisis Fisicoquímicos

Todos los métodos presentados en la Tabla 2, son los descritos por las instituciones: American Public Health Association; American Water Works

Tabla 2. Métodos utilizados en la evaluación del agua de pozo de la UNALM.

Parámetros	Unidad De Medida	Límite Máximo permisible	Metodología
pH	Valor De pH	6.50 a 8.50	pH, Conductividad, Solidos Totales – Método Instrumental Potenciométrico. Equipo multiparámetro portátil, Modelo HANNA 9128.
Conductividad (25°C)	µS/cm	1 500.00	APHA-AWWA-WEF 2340 Dureza-Ca-D Calcio: Método Titulométrico de EDTA. APHA, 1989 17 ava Ed.
Solidos Totales Disueltos	mgL ⁻¹	1 000.00	APHA-AWWA-WEF 4500-Cloruro: Método Argentométrico. APHA, 1989 17 ava Ed.
Dureza Total	mg CaCO ₃ L ⁻¹	500.00	APHA-AWWA-WEF 4500-CL-E, WEF 4500-Cloro: Método colorimétrico DPD. APHA, 1989 17 ava Ed.
Cloruros	mg Cl ⁻¹ L ⁻¹	250.00	
Cloro	mg L ⁻¹	5.00	

Association; Water Environment Federation (APHA-AWWA-WEF, 1989).

1.4.2 Análisis Microbiológicos

Todos los métodos presentados en la Tabla 3 son los descritos por las instituciones: American Public Health Association; American Water Works Association; Water Environment Federation (APHA-AWWA-WEF, 1989).

Diagnóstico

A partir de la aplicación de encuestas se identificó en qué medida hay una preocupación o involucramiento, de parte de los profesores, alumnos y administrativos; por tener un manejo adecuado del agua. A partir del inventario se identificaron las áreas con mayor porcentaje de instalaciones en mal estado.

Identificación de oportunidades

Tabla 3. Parámetros microbiológicos evaluados.

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible	Metodología
Bacterias Coliformes Totales	UFC/100 ml a 35°C	0	APHA-AWWA-WEF, 1989 17 avaEd. APHA AWWA-WEF Standard Total Coliform Membrane Filter Procedure.
<i>E. coli</i>	UFC/100 ml a 45°C	0	APHA-AWWA-WEF, 1989 17 ava Ed. APHA AWWA-WEF Standard Total Coliform Membrane Filter Procedure.
Bacterias Coliformes Fecales Termotolerantes	UFC/100 ml a 45°C	0	APHA AWWA-WEF Fecal Coliform Membrane Filter Procedure.
Bacterias Heterotróficas	UFC/ml a 35°C	500	APHA-AWWA-WEF Approved By Standard Methods Committee – Recuento De Heterótrofos.
<i>Pseudomona aeruginosa</i>	UFC/100 ml a 35°C	Ausencia /100 ml	APHA AWWA-WEF Pseudomona sp. Membrane Filter Procedure.

De acuerdo a lo obtenido en la línea base, se determinaron los ámbitos que más podrían estar afectando el consumo ecoeficiente del agua, ya sea con respecto a los equipos de agua o, a los hábitos o prácticas inadecuadas para los cuales se deben hacer planes de mejora.

Evaluación técnica económica.

De acuerdo a las acciones clave planteadas en la identificación de oportunidades de mejora, se ha tomado la que puede ser más inmediata y se hizo una evaluación técnica económica para conocer la inversión necesaria para llevarla a cabo y el probable ahorro económico si se aplicara la propuesta de mejora.

Resultados y discusión.

1. Para la línea base

1.1 Información del consumo del agua

La tasa más elevada de consumo de agua estuvo en la Facultad de Ciencias con 14.38 (L/persona/día), seguida de la Facultad de Ciencias Forestales con 12.25 (L/persona/día). Esto se podría deber a que la Facultad de Ciencias posee la mayor cantidad de profesores de la UNALM con 102 profesores y la Facultad de Ciencias Forestales tiene en la misma Facultad sus laboratorios de carrera en los que se consume agua para sus procesos, a diferencia de otras facultades cuyos laboratorios están fuera de la Facultad (Figura 2). En cuanto al consumo después de las cuatro de la tarde estos oscilan entre el 20% y el 30% del total del consumo del día,

aproximadamente. No obstante, las facultades de Ciencias y Agronomía presentaron consumos más elevados. En el caso de Ciencias, este consumo era muy parecido al consumo por las mañanas, y en el caso de Agronomía este era más del doble. Esto lleva a pensar que estas facultades presentan fugas de agua en sus instalaciones. Ver Anexo 1

Para todos los casos el consumo *per cápita* hallado ha sido mucho menor al promedio de consumo de agua para catorce instituciones estatales, calculado por el MINAM en la Línea Base realizada en el 2008 (82.1 L/persona/día). Además, los consumos hallados son incluso menores que el del

Ministerio de Economía y Finanzas, que en la mencionada Línea Base obtuvo el mínimo de consumo con 35.07 L/persona/día. Este resultado puede deberse a que en la UNALM algunas veces después del medio día se corta el agua o debido a que no se usa el agua para consumo directo debido a las características organolépticas del agua de la universidad.

1.3 Elaboración de Encuestas para analizar hábitos de consumo

De las encuestas realizadas a los alumnos y docentes de la UNALM en la identificación de hábitos en el uso de agua y sus instalaciones, se obtuvieron los siguientes resultados: Para el alumnado de todas las facultades, por lo menos el 80% (llegando hasta 100% en algunas facultades), indica que no reportan las

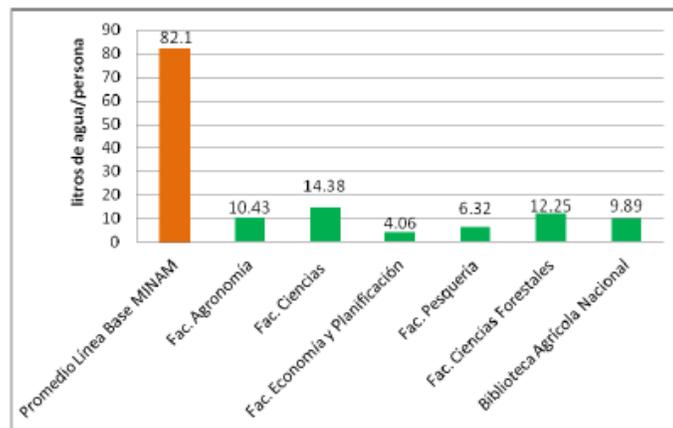


Figura 2. Consumo promedio per cápita al día en las áreas evaluadas de la UNALM.

Tabla 4. Resultados de los análisis microbiológicos.

LUGARES	PARÁMETROS					
	Bacterias Coliformes Totales. (UFC/100 ml a 35°C)	<i>E. coli</i> (UFC/100 ml a 45°C)	Bacterias Coliformes Fecales Termotolerantes (UFC/100 ml a 45°C)	Bacterias Heterotróficas (UFC/ml a 35°C)	<i>Pseudomona sp.</i> (UFC/100 ml a 35°C)	<i>Pseudomona aeruginosa</i> (UFC/100 ml a 35°C)
Pozo CHINO II (29/03/2012)	7	3	1	278	<1	>100
Pozo CHINO II (04/04/2012)	54	<1	3	31	68	1
Pozo CHINO II (17/05/2012)	33	1	8	25	53	<1
Pozo CHINO II (01/06/2012)	63	2	<1	8	4	<1
Baños Azules (04/04/2012)	15	<1	2	11	25	1
Baños Amarillos (17/05/2012)	34	2	13	49	68	<1
Baños Rojos (17/05/2012)	28	2	11	44	33	3
Baño del Decanato de la Facultad de Ciencias (25/05/2012)	15	1	12	98	<1	7
Baño del Decanato de la Facultad de Economía y Planificación (25/05/2012)	11	3	3	17	<1	4
Baño del Rectorado (01/06/2012)	60	4	2	34	<1	6
Límite Máximo permisible	0	0	0	500	Ausencia/100 ml	Ausencia/100 ml

averías en grifos o inodoros, lo cual puede deberse en parte, a que no se ha difundido quién es el personal encargado de ello. En todos los casos, por lo menos el 85% del alumnado de cada Facultad considera que no hay un buen manejo del agua en la UNALM, lo cual hace pensar que sí se identifica el problema pero lamentablemente no siempre se aplican las prácticas adecuadas. Los alumnos que más han afirmado que siempre se aseguran de cerrar bien los caños después de lavarse las manos, son de la Facultad de Industrias Alimentarias (90%) y de Economía y Planificación (90%).

En cuanto a los profesores, el 64% de ellos indicó que sólo cuenta con agua durante la mañana. Asimismo, poco más de la mitad utiliza los servicios higiénicos de tres a más veces. Además, hay gran incidencia de inodoros y grifos que se encuentran malogrados. La mayoría de ellos realiza buenas prácticas en el uso de agua, al no desperdiciar el recurso asegurándose de cerrar bien los caños. El 90% de ellos indica que tiene la iniciativa de reportar las averías en las instalaciones y el 100% opina que no hay un buen manejo del agua en la UNALM.

En relación al personal administrativo, el 100% de ellos indican que hacen uso de los servicios higiénicos de tres a más veces. En cuanto a los inodoros, no se encuentran frecuentemente con fugas, contrariamente a lo que se observa con los grifos. El 67.7% personal afirma dejar correr el agua mientras se asea, sin embargo, la totalidad de los encuestados afirma que ante cualquier interrupción o distracción prefiere cerrar el caño momentáneamente y siempre se aseguran de cerrar bien el caño. Asimismo, 66.7% de los administrativos tiene la iniciativa de reportar averías en las instalaciones de los servicios higiénicos, lo cual es bueno para evitar pérdidas de agua.

Finalmente, todos coinciden en opinar que en la UNALM no hay un buen manejo del agua. Dentro de las opiniones brindadas por el personal administrativo se tiene que muchos de ellos sólo tienen abastecimiento de agua 2 a 3 horas al día, durante la mañana. Esto definitivamente es una situación crítica, ya que nos lleva a pensar que esto incluso conlleva a problemas de higiene. Además, algunos opinan que los gasfiteros no están bien capacitados para cumplir sus funciones.

1.4 Inventario de Equipos

Con la asistencia del personal de la Oficina de Servicios Generales de la UNALM, se evaluaron en total 76 inodoros, 15 urinarios y 72 lavamanos. Del total de inodoros, se encontraron 60 en buen estado. Los inodoros malogrados fueron 16 y se encontraban en los baños de los módulos: rojo, amarillo, verde y turquesa. Se encontraron 4 inodoros con problemas de goteo: todos estos en el baño de varones en el módulo rojo. Un inodoro presentó problemas de fuga en el baño de damas en el módulo amarillo. De todos los inodoros, 54 poseen 4 galones por descarga y 22 inodoros poseen 5 galones por descarga (Oficina de Servicios Generales). Además, se ha observado que 22 inodoros usan fluxómetro (baños nuevos: módulo celeste, guinda y marrón).

Se encontró 15 urinarios, todos con una tubería de abasto de 0,5 pulgadas cada uno. De ellos en el módulo amarillo el urinario se encontraba atorado, y en el baño plomo la válvula se encontraba malograda. Además, se registraron 72 lavamanos, de los cuales 10 usan fluxómetro. Todos con una tubería de abasto de 0.5 pulgadas cada uno. De ellos 69 están en buen estado y 3 presentaban problemas de goteo (uno en el baño de damas del módulo amarillo; uno en el baño de

Tabla 5. Resultados de los análisis fisicoquímicos.

LUGARES	PARÁMETROS					
	pH	Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$, a 25 ° C)	Sólidos Totales Disueltos (mgL^{-1})	Dureza Total ($\text{mg CaCO}_3 \text{L}^{-1}$)	Cloruros (mg Cl.L^{-1})	Cloro (mg L^{-1})
Pozo CHINO II (29/03/2012)	7.63	3 062.00	1 532.00	1 010.00	248.00	0
Pozo CHINO II (04/04/2012)	7.91	3 634.00	1 816.00	1 012.00	248.00	0
Pozo CHINO II (17/05/2012)	7.66	4 554.00	2 211.00	950.00	248.00	0
Pozo CHINO II (01/06/2012)	7.60	4 364.00	2 181.00	1 175.00	240.00	0
Baños Azul (04/04/2012)	8.31	3 307.00	1 653.00	962.00	248.00	0
Baños Amarillos (17/05/2012)	7.63	4 127.00	2 064.00	1 012.00	252.00	0
Baños Rojos (17/05/2012)	7.42	4 845.00	2 924.00	975.00	260.00	0
Baño del Decanato de la Facultad de Ciencias (25/05/2012)	7.92	3 896.00	1 937.00	1 025.00	248.00	0
Baño del Decanato de la Facultad de Economía Y Planificación (25/05/2012)	8.3	3 892.00	1 943.00	875.00	232.00	0
Baño del Rectorado (01/06/2012)	7.56	3 848.00	1 925.00	1 125.00	232.00	0
Límite Máximo Permisible	6.50 a 8.50	1 500.00	1 000.00	500.00	250.00	5.00

damas del módulo azul; 1 uno en el baño de varones del módulo verde).

En base a los resultados del inventario de inodoros, se observa que estos presentan las siguientes capacidades de descarga de agua. En este caso se presenta el valor en galones y su equivalente en litros:

- 4 galones / descarga = 18.18 L / descarga
- 5 galones/ descarga = 22.73 L / descarga

Se observó que los inodoros que se tiene actualmente en los servicios higiénicos tienen una descarga de 18.18 a 22.73 L de agua, lo cual es una gran cantidad de agua usada en un inodoro ya que actualmente se pueden encontrar equipos con 4.8 litros de descarga.

Se encontró que los equipos sanitarios de los baños de los estudiantes presentan inodoros malogrados, con otros problemas de goteo, fugas y urinarios defectuosos (atorados o con la válvula malograda).

1.5 Análisis fisicoquímico y microbiológico

Los resultados de los análisis microbiológicos realizados muestran en la Tabla 4 que en relación al número de Bacterias Coliformes Totales (UFC/100 ml a 35°C), en todos los casos (agua del pozo y de los servicios higiénicos) exceden el LMP que es cero. El mínimo recuento fue de 7 UFC/100 ml para el pozo Chino II durante el mes de marzo, sin embargo, según análisis realizados en el 2009 en dicho pozo el valor obtenido fue de <1 UFC/100 ml. Además, el máximo recuento de Coliformes Totales fue de 63 UFC/100 ml

a 35 °C, también para el pozo Chino II pero durante el mes de junio.

Para *E. coli* (UFC/100 ml a 45°C) cuyo LMP es cero, en el pozo Chino II (en el mes de abril) y servicios higiénicos del módulo azul no se excedió dicho límite, en los demás casos se obtuvo un recuento mínimo de 1 UFC/100 ml a 45°C en el pozo Chino II en el mes de mayo y un máximo de 4 UFC/100 ml a 45 °C, en el baño del Rectorado.

En cuanto a Bacterias Coliformes Fecales Termotolerantes (UFC/100 ml a 45°C) cuyo LMP es cero, de los 10 análisis sólo uno cumplía dicho LMP, para el pozo Chino II en el mes de junio. Para el resto de resultados, el mínimo recuento fue 1 UFC/100 ml a 45°C para el pozo Chino II en el mes de marzo y el máximo de 13 UFC/100 ml a 45°C en los servicios higiénicos del módulo amarillo. No obstante, el análisis realizado en el 2009 en el mismo pozo, se encontró que sí se cumplía con el LMP, con un valor de <1 UFC/100 ml.

En el parámetro de Bacterias Heterotróficas (UFC/ml a 35°C) cuyo LMP es 500 UFC/ml a 35°C, en todos los análisis se cumplió dicho LMP. En el caso de *Pseudomona sp.*, el LMP es Ausencia/100ml de agua. No obstante, en el pozo Chino II durante el mes de junio se obtuvo como mínimo 4 UFC/100 ml de agua a 35°C y como máximo 68 UFC/100 ml de agua a 35°C, este último valor también se presentó en el módulo amarillo.

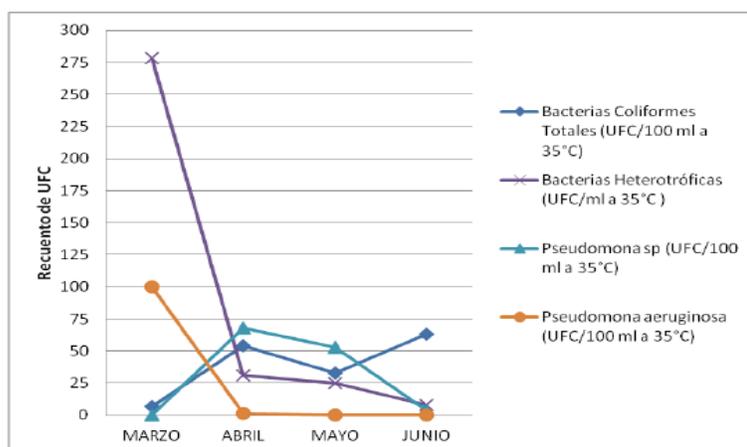


Figura 3. Análisis microbiológico del agua del pozo Chino II (parte 1).

Para *Pseudomona aeruginosa* cuyo LMP es Ausencia/100 ml se encontró que en 3 oportunidades se cumplió este LMP. Para el resto de evaluaciones se obtuvo un recuento mínimo de 1 UFC/100 ml a 35°C para el pozo Chino II en el mes de abril así como en los servicios higiénicos del módulo azul, por otro lado el máximo recuento fue mayor que 100 UFC/100 ml a 35°C en el pozo Chino II en el mes de marzo.

En la Figura 3 se observa que tanto para Bacterias heterotróficas como para *Pseudomona aeruginosa*, los mayores recuentos se dieron en el mes de marzo, disminuyendo hacia el mes de junio. Por el contrario, para Bacterias Coliformes Totales y *Pseudomona sp.*, en el mes de marzo se dieron los menores recuentos. En el caso de Bacterias Coliformes Totales los valores aumentaron hacia el mes de junio y para *Pseudomona sp.* se presenta un aumento en abril pero luego disminuye hacia el mes de junio.

En la Figura 4 se observa que para el pozo Chino II, el mayor recuento de *E. coli* se presentó en el mes de marzo (3 UFC/100 ml) y el menor en el mes de abril (<1 UFC/100 ml). Asimismo, el mayor recuento de Bacterias Coliformes Fecales Termotolerantes se dio en el mes de mayo (8 UFC/100 ml), para luego llegar al mínimo en el mes de junio (<1 UFC/100 ml).

Por otro lado, los resultados de los análisis fisicoquímicos se muestran en la Tabla 5.

En los diversos exámenes fisico-químicos realizados en la UNALM, se demostró que el agua tiene un elevado nivel de dureza (altas concentraciones de Carbonato de Calcio). De los 10 análisis realizados, en todos se pasó el Límite Máximo Permisible (LMP) de 500.00 mg CaCO₃/L, con un mínimo de

875.00 mg CaCO₃/L para el Decanato de la Facultad de Economía y Planificación y un máximo de 1,175.00 mg CaCO₃/L para el pozo Chino II en el mes de junio.

En cuanto a la Conductividad (25°C) que posee como LMP de 1,500.00 µS/cm, en los diez análisis se pasó este límite, con un mínimo de 3,062.00 µS/cm para el pozo Chino II en el mes de marzo y un máximo de 4,845.00 µS/cm en los servicios higiénicos del módulo rojo.

En cuanto a los Sólidos Totales Disueltos, con un LMP de 1,000.00 mg/L, al igual que

los casos anteriores en todos los casos se pasó el LMP, así se obtuvo como mínimo 1,532.00 mg/L para el pozo Chino II en el mes de marzo y como máximo 2,924.00 mg/L en los servicios higiénicos del módulo rojo.

En cuanto al parámetro Cloro con LMP de 5 mg/L, en ningún caso se registró su presencia en el agua. En cuanto al parámetro Cloruro con LMP de 250.00 mg Cl/L, sólo en 2 casos no se cumplió con dicho LMP, con valores de 252.00 mg Cl/L en los servicios higiénicos del módulo amarillo y 260.00 mg Cl/L en los servicios higiénicos del módulo rojo. Para el parámetro pH en todos los análisis se cumplió con el LMP, cuyos valores oscilan entre 6.50 a 8.50.

Para el caso específico del Pozo Chino II se tienen resultados de parámetros fisicoquímicos durante los meses de marzo, abril, mayo y junio del presente año, cuya variación temporal fue de la siguiente manera: en cuanto a la presencia de cloruros no hubo variación, a excepción del mes de junio en el que disminuyó ligeramente. En el caso de Cloro, siempre mantuvo el valor de cero. Asimismo, el pH varió ligeramente

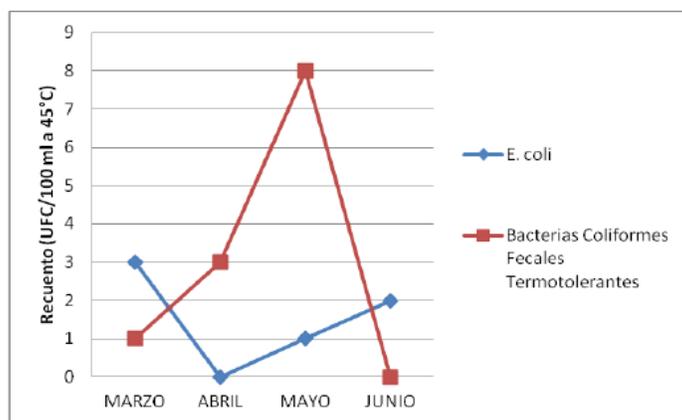


Figura 4. Análisis microbiológico del agua del pozo Chino II (parte 2).

entre 7.60 en el mes de junio y 7.92 en el mes de abril, sin embargo, en un análisis realizado en el 2009 se obtuvo un pH menor, con un valor de 7.54.

Los menores valores de conductividad y Sólidos Totales Disueltos se presentaron en el mes de marzo y los mayores en el mes de mayo. Para el segundo, el máximo valor fue de 2,211.00 mg/L, sin embargo, según evaluaciones realizadas en el

2009 (Oficina de Servicios Generales) se obtuvo un valor de 2 438.00 mg/L, que es mucho más elevado.

En cuanto a la Dureza total, no hubo variación entre marzo-abril, luego en mayo se presentó el menor valor (950 mg CaCO₃/L) y en junio el mayor valor (1 175.00 mg CaCO₃/L).

Estos resultados se encuentran alrededor del valor obtenido en los análisis llevados a cabo en el 2009, en el que se obtuvo el valor de 1 006.00 mg CaCO₃/L.

En cuanto a los valores elevados de sólidos totales, dureza y cloruros, no se ha demostrado que estos tengan efectos que vayan en contra de la salud humana, pero estos altos valores hacen que el agua sea desagradable para los consumidores (OMS, 2006). Por otro lado, la alta dureza hace que en las tuberías se acumulen minerales, produciendo la obstrucción de estas, lo cual genera un alto costo de mantenimiento de las instalaciones, aparatos electrodomésticos y sanitarios (Espigares & Pérez, 2012).

2. Diagnóstico

En base a la observación de las instalaciones durante el inventario y las encuestas realizadas a los alumnos, profesores y personal administrativo, asimismo la información obtenida del personal de la Oficina de Servicios Generales, se han identificado las siguientes características y prácticas que van en contra del uso ecoeficiente del agua:

- Uso de caños convencionales, lo cual no permite controlar o disminuir el flujo abundante.
- Uso de inodoros con descargas excesivas de agua, ya que se presentan descargas de hasta 22 L.
- Presencia de inodoros y caños en mal estado, en

Tabla 6. Costos de equipos ahorradores para las facultades.

Unidades	Instalación	Ubicación	estado	precio/unidad (soles)	Costo Total
2	Inodoro	Ind. Alimentarias y Agronomía	y con fugas	90	180
3	Inodoro	Zootecnia, Agronomía y Pesquería	y malogrado	90	270
1	Caño	Fac. Pesquería	malogrado	152	152
TOTAL					602 soles

Fuente: Elaboración propia

los servicios higiénicos de los alumnos, en las Facultades y en las áreas administrativas.

- Instalaciones sin mantenimiento periódico.
- Los usuarios dejan el caño abierto mientras se asean, lo cual ocurre con el alumnado, en mayor medida con los de Industrias Alimentarias (50%), profesores (16%) y personal administrativo (66.67%).
- No asegurarse de cerrar bien los caños después de haberlo usado, lo cual aparentemente ocurre sólo en el alumnado, en mayor medida con los alumnos pertenecientes a la Facultad de Agronomía (17.65%) y con los docentes (8%).
- No siempre se reportan las averías en las instalaciones de los servicios higiénicos, lo cual ocurre en gran medida con el alumnado (entre 80%-100% por Facultad), pero en menor medida con los docentes (28%) y personal administrativo (33.33%).
- Instalación de tuberías de agua sin un plano general de las mismas.
- No existe una programación para el mantenimiento de las instalaciones de agua.

3. Identificación de oportunidades de mejora: Insumos para el Plan de Ecoeficiencia en el consumo del agua en la UNALM

En base a la evaluación previa que se ha realizado, se proponen las acciones que deben considerarse para revertir la situación actual, de manera que a futuro se pueda lograr un uso ecoeficiente del agua en la UNALM:

- Cambiar los inodoros, caños y duchas gradualmente, por unos que sean ahorradores, se recomienda comenzar por las instalaciones

Tabla 7. Costo de equipos ahorradores para las áreas administrativas.

Unidades	Instalación	Ubicación	Estado	precio/unidad (soles)	Costo Total
2	Urinario	BAN, Post Grado	Sin perilla	280	560
1	Inodoro	Post Grado	Malogrado	90	90
2	Caño	Post Grado	Sin perilla	152	304
TOTAL					954 soles

Fuente: Elaboración propia

- que ya se encuentran en mal estado. Esto debido a que la mayoría de instalaciones en la UNALM son antiguas, caracterizándose por consumir abundante agua, lo cual puede reducirse con los ahorradores. A pesar que, en los baños de los módulos estudiantiles nuevos sí se cuenta con equipos con temporizador, estos no están bien regulados ya que permiten el paso de agua por demasiado tiempo.
- Colocar medidores de agua en los tanques de las Facultades, lo cual servirá para detectar épocas y lugares de mayor consumo y poder tomar medidas de control en los lugares en cuestión.
 - Identificar puntos de fuga de agua en las instalaciones, para que sean reparados inmediatamente, ya que según la información brindada por la Oficina de Servicios Generales, no se realizan evaluaciones periódicas.
 - Delegar personal capacitado y con todas las herramientas necesarias para que se encarguen de reparar las averías en las instalaciones de agua, ya que el personal administrativo ha señalado en las encuestas que muchas veces las instalaciones no se reparan correctamente.
 - Llevar un registro de las averías reportadas y verificar que todas sean atendidas con éxito.
 - Hacer de conocimiento de todos los usuarios, quiénes son las personas a las cuales pueden acudir para reportar una avería en alguna instalación de agua.
 - Establecer un cronograma de mantenimiento de las instalaciones como son los caños, inodoros, duchas, así como tanques y tuberías, ya que a la fecha no existe uno en la UNALM.
- Realizar campañas de concientización para el ahorro del agua, dirigido a todas las personas que hacen uso de las instalaciones de la UNALM, colocando afiches en lugares estratégicos, repartiendo folletos, haciendo concursos para elaborar frases y símbolos alusivos al ahorro o buen uso del agua, lo cual pueda colocarse en los servicios higiénicos tanto de alumnos como profesores.
 - Involucrar a las autoridades, de manera que puedan tomarse decisiones y se disponga de los recursos necesarios a fin de implementar un plan para lograr el uso ecoeficiente del agua.
 - Debido a que en los análisis fisicoquímicos realizados al agua de la UNALM, reflejan su alta dureza, se deben realizar tratamientos al agua que permitan la mejor conservación de las instalaciones, de esa manera se evitará su rápido deterioro y en consecuencia se podrán evitar fugas de agua.
 - En cada área de la universidad, ya sean laboratorios, granja, centros de producción, Facultades, oficinas administrativas, restaurantes y otros identificar las prácticas en las que se consume más agua y plantear medidas para un uso más eficiente.

4. Evaluación técnica-económica

4.1 Inversión

Se presenta un presupuesto inicial considerando que en una primera etapa se van a cambiar las instalaciones que se encuentran averiadas, por unas que sean ahorradoras (Tablas 6, 7 y 8). En este caso son equipos que cuentan además con el sello de "Producto ahorrador de Agua" de SEDAPAL. Este sello identifica a los productos que presentan un ahorro de por lo menos un 30 % de agua. En este caso para la instalación de caños se está considerando el siguiente modelo: Llave temporizada NEOPLUS pico

Tabla 8. Costos de equipos ahorradores para los baños de los estudiantes.

Unidades	Instalación	Ubicación	Estado	precio/unidad (soles)	Costo Total
7	inodoro	Módulos Rojo, amarillo, verde y turquesa	malogrado	90	630
4	inodoro	Módulo rojo	gotea	90	360
1	inodoro	Módulo amarillo	con fuga	90	90
1	urinario	Módulo plomo	válvula malograda	280	280
1	caño	Módulo turquesa	malogrado	152	152
3	caño	Módulo amarillo, verde y azul	gotea	152	456
TOTAL					1 968.00 soles

Fuente: Elaboración propia

largo de bronce de $\frac{1}{2}$ "; además para los inodoros se está considerando el siguiente modelo: RAPID JET PLUS, con descarga de 4.8 litros, ambos equipos son productos ahorradores de la marca TREBOL. Para el caso de urinarios cuya válvula se encuentra malograda, se ha considerado la compra de un nuevo fluxómetro ahorrador de la marca VAINSA cuya descarga máxima es de 2.5 litros.

La suma total para adquirir nuevos equipos ahorradores, que reemplacen a los que actualmente están en mal estado es de 3 524.00 nuevos soles y si agregamos 1 500.00 soles de materiales y mano de obra, nos da un total de 5 024.00 soles.

4.2 Ahorro Potencial

Consumo teórico de agua es 520 632.00. Se ha considerado el total de personas en la universidad (áreas académicas y administrativas) y la información de la descarga de los servicios, tanto para inodoros, urinarios y lavaderos.

Para el cálculo del ahorro de agua realizando un cambio de los grifos por unos ahorradores, se va a considerar los resultados de las encuestas que reflejan que la mayoría de los alumnos, administrativos y profesores utilizan los servicios higiénicos de tres veces a más, además que estos tres grupos de personas son en total 6 154. Asimismo, se va a considerar el consumo actual de los inodoros en un promedio de 18.18 L/descarga.

De esta manera, para el uso de inodoros se obtendría el siguiente ahorro potencial de agua por día:

Ahorro inodoros = 6 154 personas x 3 descargas diarias x (18.18 L - 4.8 L) = 247 021.56 litros.

Los caños que se utilizan actualmente en la UNALM, en promedio tienen un consumo actual de 12 L/min y considerando que las personas utilizan los caños durante 2 min al día (MINAM, 2009b) y que un caño del modelo propuesto consume 4.2 L/min, se obtendría el siguiente ahorro de agua por día:

Ahorro caños = 6 154 personas x 2 min/día x (12 L/día - 4.2 L/día) = 96 002.4 litros.

Para el caso del uso de urinarios en promedio se tiene que consumen un promedio de 6 L/descarga, sin embargo, el modelo que se propone implementar tendría un consumo de 2.5 L/descarga. Además, se debe considerar que los urinarios sólo son utilizados por los varones, quienes componen el 54% (3 385 varones) de la población de la UNALM. De esta manera se obtendría un ahorro diario de agua de:

Ahorro urinarios = 3 385 personas x 2 descargas diarias x (6 L/descarga - 2.5 L/descarga) = 23 695 litros.

Entonces, el ahorro total de agua para un día sería de 366 718.96 litros y si se considera únicamente 8 meses en los que se tienen clases de pregrado, entonces se obtiene en promedio un ahorro de agua de: 366 718.96 L x 8 meses x 30 días = 88'012 550.4 litros de agua.

Si se trabaja bajo el supuesto de que la UNALM paga por el consumo de agua y se desea hallar el ahorro económico potencial, se multiplica el ahorro de agua por la tarifa que cobra la empresa prestadora de servicios SEDAPAL a instituciones del estado, que es de 2.422 soles/m³ de agua (SUNASS, 2012), se obtiene un ahorro igual a: 88'012 550 m³ x 2.422 soles/m³ = 213'166 397 soles de ahorro potencial al año.

Asimismo, se debe tomar en cuenta que la UNALM actualmente no paga una tarifa por suministro de agua potable, sino, un monto por el servicio de desagüe. En algunos meses de este año se ha pagado a SEDAPAL (Oficina de Economía - Área de Abastecimientos) por el uso de alcantarillado lo siguiente:

Mes de Julio: S/ 36 504.00

Mes de Agosto: S/ 40 399.00

Mes de Setiembre: S/ 37 769.00

Con dichos datos se puede aproximar un costo promedio mensual S/. 38 224.00 de nuevos soles y un monto total anual de S/. 458 688.00 de nuevos soles.

Conclusiones.

- La situación del agua en la UNALM es bastante crítica. Los problemas se aprecian en toda la ciudad universitaria. Desde la escasez de agua en los módulos y facultades, hasta equipos en estado no adecuado, además la universidad no posee un programa de mantenimiento de todo su sistema hidráulico (tuberías y equipos sanitarios).
- Respecto a los parámetros físico-químicos realizados, el agua analizada sólo cumple con el pH en todos los casos, con el parámetro cloruro en 8 de los 10 análisis, en los demás parámetros no cumple en ningún caso. Esto es porque el agua del Pozo Chino II es distribuida de manera directa, sin ningún tipo de proceso de filtración u otro. En el caso de Dureza, el máximo valor de 1 175.00mg CaCO₃/L duplica al LMP de 500.00 mg CaCO₃/L. Para la Conductividad (25°C) que posee como LMP de 1 500.00 µS/cm, la mínima obtenida fue de 3 062.00 µS/cm, duplicó al valor del LMP y la máxima fue de 4 845.00 µS/cm, más del triple del LMP. En cuanto a los Sólidos Totales Disueltos, con un LMP de 1 000.00 mg/L, en todos los casos se pasó el LMP, para el caso del máximo valor obtenido 2 924.00 mg/L, fue más del doble del LMP.
- Respecto a los parámetros microbiológicos, de los exámenes realizados a la Universidad Nacional Agraria La Molina, sólo el parámetro de Bacterias Heterotróficas con LMP de 500 UFC/ml a 35°C se cumple en

todos los análisis, su máximo es de 278 UFC/ml a 35°C en el Pozo Principal de la UNALM. De ahí los demás parámetros se cumplen de forma parcial. Esto se debe en parte a que el agua de la UNALM no pasa por ningún proceso de purificación recomendado, como por ejemplo cloración. La presencia de Bacterias Coliformes Totales, *E. coli*, Bacterias Coliformes Fecales Termotolerantes, indican cierto grado de contaminación fecal. En el caso de *Pseudomona sp.* y *Pseudomona aeruginosa* son patógenos oportunistas, que puede provocar infecciones a las membranas de los ojos y nariz.

- En cuanto a los consumos, la facultad que presentó un mayor consumo de agua (litros/persona/día) fue la facultad de Ciencias. Su tasa máxima fue de 14,38 litros/persona/día.
- En cuanto a las pérdidas de agua, la mayor fue registrada en la facultad de Agronomía, donde la cantidad de agua que se consume entre las 16:00 horas y 08:00 horas supera al consumo en más del doble. Otra facultad que tiene pérdidas considerables es la de Ciencias, donde el consumo entre las horas ya señaladas son muy similares al consumo de la mañana, superando en más del cincuenta por ciento el consumo total del día. En los demás lugares donde se hizo la medición las pérdidas oscilaron entre el 20% y el 30%.

A partir de las encuestas, el inventario realizado e indagación de información se identificaron las prácticas inadecuadas, así como las oportunidades de mejora a través de buenas prácticas y concientización de todos los usuarios de la UNALM.

Recomendaciones.

- Para lograr el uso ecoeficiente del recurso hídrico en la Universidad Nacional Agraria La Molina, debería formarse un Comité para el Uso Eficiente del Agua. Está debería estar precedida por un miembro de la alta dirección y debe contar con representantes de las áreas: Oficina de Servicios Generales, la Oficina de Economía, la Oficina de Planificación. Esto debido a que el problema hídrico requiere una especial atención de las autoridades de la universidad.
- La Universidad Agraria La Molina como institución educativa de prestigio debe tomar las acciones necesarias para contar con un buen manejo del recurso hídrico, siendo este un recurso vital que cada vez escasea más. En este sentido, el elaborar y aplicar un plan para el uso ecoeficiente del agua, coadyuvará a

que la comunidad y otras instituciones tengan una mejor percepción de la UNALM y además habrá un impacto ambiental positivo.

- Con el fin de disminuir la dureza del agua se sugiere como alternativa utilizar un método de “ablandamiento” que utiliza hidróxido de Calcio o también llamado Lechada de Cal, el cual reacciona con los iones de calcio y magnesio, transformándolos en carbonato cálcico e hidróxido de magnesio respectivamente, ambos insolubles en agua, lo cual permitirá que puedan separarse del agua mediante procedimientos físicos como son la decantación y posterior filtración.

Respecto a los análisis microbiológico resalta que se ha detectado la presencia de microorganismos como *Pseudomonas*, *Escherichia coli* y otros coliformes fecales, es por ello que se sugiere incorporar un proceso de ozonización del agua, ya que es muy efectivo contra bacterias, incluso protozoarios y virus. Este método se puede usar como un método primario de desinfección en el sentido que preferiblemente debe acompañarse de otro método de desinfección como la cloración, ya que la ozonización no mantiene un residual en el sistema de distribución (EPA, 1999). Asimismo el ozono es muy efectivo en el tratamiento de materiales orgánicos, a través de su oxidación, lo cual muchas veces genera materiales insolubles, que pueden separarse físicamente del agua.

Literatura citada.

- American Public Health Association; American Water Works Association; Water Environment Federation (APHA-AWWA-WEF). 1989. Standard Methods for examination of water and wastewater. 17ava Ed.
- Asamblea Nacional de Rectores (ANR). 2010. Censo Nacional Universitario. Consultado el 25 de julio del 2011. Disponible en: http://www.anr.edu.pe/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=140&Itemid=90
- Aurazo M. 2004. Manual para Análisis Básicos de Agua de Bebida, Organización Panamericana de la Salud. Capítulo 4, Toma de Muestras.
- Centro de Eficiencia Tecnológica (CET). 2003. Producción más Limpia en el sector Minero- metalúrgico: Mercurio Industria y Comercio S.A.C. Lima. Consultado el 28 de noviembre del 2011. Disponible en: http://www.cer.org.pe/facipub/upload/publicaciones/1/102/microsoft%20word%20-%2011%20sa101-r11_ficha%20mercurio.pdf
- Daniel W. 2004. Bioestadística, Base para el análisis de las ciencias de la Salud. Editorial Limusa. México.
- Diario oficial El Peruano. 2008a .Ley N° 29289 Ley de presupuesto del sector público para el año fiscal 2009. Perú.
- Diario Oficial El Peruano. 2008 b. Resolución Ministerial N° 591-2008/MINSA. Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para alimentos y bebidas de consumo humano ítem XVI.4 Agua y hielos para consumo humano. Perú.

- Diario oficial El Peruano. 2009. Decreto Supremo N° 009-2009- MINAM. Medidas de Ecoeficiencia para el Sector Público. Perú.
- Diario Oficial El Peruano. 2010 a. Decreto Supremo N° 031-2010-SA. Reglamento de la calidad del agua para consumo humano. ANEXO II y ANEXO III. Perú.
- Diario Oficial El Peruano. 2010 b. Resolución Ministerial N° 156-2010/MINSA. Procedimiento para la Recepción de Muestras de Alimentos y Bebidas de Consumo Humano en el Laboratorio de Control Ambiental de la Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud. Perú.
- Ente Público del Agua de Murcia (EPA). 2009. Ecoeficiencia en la gestión del agua. Consultado el 28 de junio del 2011. Disponible en: http://www.epamurcia.org/imagenes/noticias/200921884351Ecoeficiencia_V14_ACADEMIA_AIRE.pdf
- Environmental Protection Agency (EPA). 1999. Alternative disinfectants and oxidants Guidance Manual. United States.
- Espigares M. & Pérez J. 2012. Precipitación química, ablandamiento del agua. Universidad de Salamanca. España. Consultado el 05 de junio del 2012. Disponible en: http://cidta.usal.es/residuales/libros/logo/pdf/Precipitacion_quimica_ablandamiento.pdf
- Fussler C. & James P. 1999. Eco-innovación. Ediciones Mundi Prensa. España.
- Infoandina. 2010. Nueva Ley de Agua peruana genera controversia. Consultado el 21 de noviembre del 2011. Disponible en: <http://www.infoandina.org/node/54397>
- Marchand O. 2002. Microorganismos indicadores de la Calidad del agua de consumo humano en Lima Metropolitana. Tesis para optar al título de Biólogo con Microbiología y Parasitología. UNMSM. Perú.
- Ministerio de Economía y Finanzas (MEF). Directiva para la implementación de medidas de ecoeficiencia. Revisado el 25 de mayo del 2011. Disponible en: <http://www.osce.gob.pe/userfiles/archivos/directiva%20005.pdf>
- Ministerio del Ambiente (MINAM). 2009 a. Medidas de Ecoeficiencia para el Sector Público: Línea Base. Consultado el 20 de mayo del 2011. Disponible en: http://www.minam.gob.pe/index.php?option=com_content&view=article&id=593
- Ministerio del Ambiente (MINAM). 2009 b. Análisis de los indicadores de ecoeficiencia en el sector público. Consultado el 11 de mayo del 2011. Disponible en: http://www.minam.gob.pe/index.php?option=com_content&view=article&id=593
- Ministerio del Ambiente (MINAM). 2010. Guía de ecoeficiencia educacional. Consultado el 11 de junio del 2011. Disponible en: <http://www.regionica.gob.pe/pdf/transparencia%202010/otros/eficiencia/Guia%20de%20Ecoeficiencia%20Educacional.pdf>
- Organización Mundial de la Salud (OMS). 2006. Guías para la calidad del agua potable. Vol 1: Recomendaciones. 3ª edición.
- UNWATER. 2006. El agua, una responsabilidad compartida: Resumen ejecutivo del 2º informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo.
- World Business Council for Sustainable Development (WBCSD). 2000 a. Ecoeficiencia, Creando más valor con menos impacto. Consultado el 20 de junio del 2011. Disponible en: http://www.wbcsd.org/web/publications/eco_efficiency_creating_more_value-spanish.pdf
- World Business Council for Sustainable Development (WBCSD). 2000 b. Eco-efficiency: Learning module. Consultado el 20 de junio del 2011. Disponible en: http://www.wbcsd.org/web/publications/ee_module.pdf

¹ Green Time Perú. E-mail: oadvincula@greentimeperu.org.

² Universidad Nacional Agraria La Molina. E-mail: sgarciajunco@gmail.com.

³ Universidad Nacional Agraria La Molina. E-mail: juvenal@lamolina.edu.pe.

⁴ Anypsa Perú S.A. E-mail: kamigui@hotmail.com.

⁵ Universidad Nacional Agraria La Molina. E-mail: vmeza@lamolina.edu.pe.