# Sustainable Water Management in the University of Sonora, Mexico

N. Munguía[a], M. Ojeda[b], L. Velázquez

a. *Universidad de Sonora, Mexico, nmunguia@industrial.uson.mx*

b. *Universidad de Sonora, Mexico, Monica.Ojeda@industrial.uson.mx*

c. *Universidad de Sonora, Mexico, Luis_Velazquez@industrial.uson.mx*

## Abstract

Although water is an abundant resource in the planet, its quality has declined dramatically all over the world. Water pollution has affected oceans, rivers, lakes, and ponds, but mainly drinking water sources. Water scarcity is not only exacerbated by pollution but also by droughts. As a consequence, many countries around the world are experiencing water shortages and/or water crisis. Mexico is not the exception to this; neither does the state of Sonora which has been one of the most affected since its residents have suffered 12 years of drought and the effects of a growing urbanization. Therefore, water management has become a major challenge to sustain the economic growth in the region.

The majority of water pollutants are originated from human activities; consequently, it is possible to avoid them by implementing cleaner production and pollution prevention principles. With the purpose to take responsibility for conserving this resource, the University of Sonora, has implemented a Sustainability Management System (SMS) on campus which was third-party certified in July 2008. Thank to this, the University of Sonora has become the first public higher education institution to get the ISO14001:2004 certification not only in Mexico but also in Latin America. This higher education institution is the biggest, most important and most prestigious university in both the capital city of Hermosillo and the state of Sonora, at the northwestern region of Mexico. It is a public university with 31,830 students in five campuses in the state.

The purpose of the SMS is the protection of natural resources and the prevention, reduction and/or elimination of environmental and occupational risks generated by the members of the university community when using resources in order to fulfil its substantive functions of teaching, research, outreach & partnership, and stewardship.

Although this article focuses on the sustainable management of water at the Industrial and Systems Department, the reader must be aware that this effort is part of a wider strategy for transforming the University of Sonora in a sustainable university. Water consumption is one of the significative environmental aspects a long with energy consumption, hazardous materials and non-hazardous materials use. The aim of this presentation will be at describing a case study constructed through direct participation in the design, operation and maintenance of the University of Sonora's Sustainability Management System during the last eighteen months. Findings of this presentation will provide more insights for enriching the actual debate about how to prevent, eliminated and reduce water use inefficiencies on campus, and in that way, contributing to the actual stock of knowledge towards achieving sustainability in universities.

*Keywords: Water quality, Sustainability Management System, ISO 14001.*

## 1 Introducción

La crisis mundial de agua tiene su origen principalmente en dos factores: el aumento en la demanda del recurso y la disminución de la disponibilidad del mismo. De acuerdo a Rosegrant (2002) para el año 2025 la población mundial será de 8 billones incrementando la demanda per cápita del recurso en un 50%. Por otro lado, existen estimaciones que predicen que la disponibilidad promedio de agua dulce a nivel mundial disminuirá aproximadamente en un 35% de los niveles actuales; siempre y cuando no se agrave la contaminación actual del líquido (Ben 2005).

La disponibilidad del agua dulce ha disminuido principalmente por la intervención del ser humano en el ciclo hidrológico que lo convierte en un recurso contaminado y por ende no renovable. De acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas (2003), el uso del agua a nivel mundial se agrupa en 3 sectores: el agrícola, 70%; el industrial, 22%; y el doméstico, 8%; los cuales arrojan 2 millones de toneladas de desechos diariamente en un cuerpo de agua. Tan sólo en México a finales del año 2001 más del 70% de los cuerpos de agua presentaban algún nivel de contaminación (CONAGUA 2003, citado en Carabias et al. 2005).

Las instituciones de educación superior no son ajenas a estos patrones de insustentabilidad del recurso agua. Las universidades son grandes consumidores de agua ya que de acuerdo a Alshuwaikhat y Abubakar (2007 p.1) pueden ser consideradas como pequeñas ciudades puesto que cuentan con una gran población, son de un tamaño considerable y en su interior se desarrollan múltiples actividades que generan impactos directos e indirectos en el medio ambiente. Una herramienta que puede emplearse para reconocer y reducir los impactos ambientales es la implementación de un sistema de gestión ambiental, el cual proporciona la estructura para la evaluación y mejora de la sustentabilidad en las distintas operaciones de la institución (Keniry 2003, p.62) además de que si se utiliza como guía la norma ISO 14000 pueden obtenerse beneficios financieros, ambientales y sociales (Price 2005, p.164). La certificación bajo la norma es voluntaria así que las organizaciones pueden optar por certificarse o no pero cabe aclarar que la certificación no garantiza que dichos beneficios se obtengan sino que se requiere la participación de todos los empleados para que la sustentabilidad se "*viva en la organización*" (Noeke 2000 p.249).

A nivel mundial las Universidades están cada vez más interesadas en adoptar estrategias que les permitan contribuir al uso sustentable del agua, como ejemplo está la Universidad de Massachusetts que en un período de 3 años logró ahorrar 22 millones de $m^3$, aproximadamente $400,000 dólares (Grabbe 2007) o la Universidad de Nevada, Las Vegas que ha estimado ahorros de más de 9 millones de galones y de $20,000 dólares anuales (UNLV 2008). Como podemos observar con los casos anteriores los beneficios que obtienen las instituciones que utilizan estrategias ambientales para optimizar el uso del agua es que además de cuidar el recurso también ahorran dinero aunque los impactos ambientales deberían tener prioridad al momento de tomar decisiones.

Los diversos problemas ambientales generados en los sectores económicos del estado de Sonora han hecho evidente la necesidad de formar profesionistas que actúen y respondan ante la sociedad que reclama un crecimiento económico e industrial sin tener que pagar el costo de la contaminación de los recursos naturales principalmente el agua sonorense ni tampoco poner el riesgo las salud de los miembros de la comunidad. Por tal motivo, la sustentabilidad es un tema que ha estado presente en la Universidad de Sonora (UNISON) por lo menos en los últimos diez y siete años. La misma es una institución líder que cuenta con gran prestigio nacional e internacional en este campo del conocimiento. La estrategia para

convertirse en una universidad sustentable ha evolucionado a través de los años de una estructura simple compuesta de proyectos individuales y poco integrados a una estructura compleja implementada a través de un Sistema de Gestión de la Sustentabilidad (SGS) que tiene por objetivo proteger los recursos naturales y prevenir, reducir y/o eliminar los riesgos ambientales y ocupacionales generados por la comunidad universitaria cuando utilizan dichos recursos para cumplir con las funciones sustantivas de la institución de docencia, investigación, extensión y administración. Dicho SGS fue certificado en Julio del 2008 por un instituto externo, siendo la UNISON la primera institución de educación superior publica no sólo en México sino en Latinoamérica en obtener la certificación bajo la norma ISO14001:2004.

Aunque el SGS ha sido implementado y operado en la División de Ingeniería en sus cuatro aspectos ambientales: agua, energía, residuos peligrosos y residuos no peligrosos, el presente artículo tiene como objetivo mostrar el caso de estudio correspondiente a la detección y eliminación de desperdicios del recurso Agua en el Departamento de Ingeniería Industrial. Entendiendo por desperdicio cualquier uso inadecuado del agua.

## 2 Metodología

*Sujeto de estudio*

El sujeto de estudio es la aplicación del Sistema de Gestión de Sustentabilidad (SGS) en el Departamento de Ingeniería Industrial, específicamente en lo relativo al aspecto ambiental del recurso AGUA.

*Alcance*

Los datos presentados fueron recolectados en los edificios 5K, 5M, 5O, 5J, 5G y 5F durante 3 períodos académicos: semestre 2008-1 (Enero-Junio 2008), semestre 2008-2 (Agosto-Diciembre 2008) y semestre 2009-1 (Enero-Marzo 2009).

*Instrumentos de recolección de datos*

El instrumento base a usar en este estudio es un instrumento de política ambiental institucional: el Sistema de Gestión de la Sustentabilidad; el cual se encuentra certificado bajo la norma ISO 14001: 1996 NMX-SAA-14001-IMNC-2002. El mismo contempla varios requisitos; sin embargo, los aplicables al sujeto de estudio en cuestión son:

4.5. Revisión y Acciones correctivas.

4.5.1. Monitoreo y mediciones.

En la Universidad de Sonora los principales usos del agua se da el riego de áreas verdes, baños, bebederos y otros como laboratorios y es por eso que los formatos operativos que contiene el Programa de Gestión Sustentable del Recurso Agua están diseñados en base a eso y permiten registrar los desperdicios e intervenciones correspondientes y finalmente determinar si la comunidad universitaria hace un uso eficiente y racional de este recurso.

a) Agenda de Monitoreos.- Sirve para establecer cuando se llevarán a cabo los monitoreos sobre el uso del agua en las instalaciones hidráulicas. En esta agenda se especifica por semana que días y horas se harán las visitas por

parte del auditor interno con la finalidad de detectar las prácticas de desperdicio que pudieran existir las cuales serán registradas en el formato FITAG-6B. Ver Fig. 1.

| Monitoreo 9 (9-13 Marzo) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | L | M | M | J | V |
| 7:00 AM | | | | 9 | |
| 8:00 AM | 1 | | 6 | | 12 |
| 9:00 AM | | | | | |
| 10:00 AM | 2 | 4 | | 10 | |
| 11:00 AM | | | 7 | | 13 |
| 12:00 AM | 3 | | | 11 | |
| 1:05 PM | | 5 | | | |
| 2:00 PM | 1 | | 8 | | 14 |
| 3:00 PM | | | | 11 | |
| 4:00 PM | 2 | 5 | | | |
| 5:00 PM | | | 8 | 12 | 14 |
| 6:00 PM | 3 | 6 | | | |
| 7:00 PM | | | 9 | | |
| 8:00 PM | 4 | 7 | | 13 | |
| 9:05 PM | | | 10 | | |

Monitoreos de agua por la mañana
Monitoreos de agua por la tarde

Fig. 1. Agenda de monitoreos

b) FITAG-3 Consumos y Desperdicios Estimados en Áreas Verdes.- El objetivo de este formato es calcular el volumen de agua en $m^3$ y en dólares desperdiciados en un periodo de tiempo y área verde específica. En la primera columna se especifica el área verde estudiada; posteriormente el tipo de riego, ya sea por aspersores o con manguera; el número de aspersores en uso; las medidas y cálculo del área; el gasto por accesorio especificado en litros por minuto (puede ser obtenido de las siguientes maneras: a) llenar un litro de agua y cronometrar el tiempo en que se llene el litro, b) revisar los manuales del equipo de riego o investigar por algún otro medio su gasto estándar); el consumo en litros por hora de riego; el consumo del total de aspersores expresado en litros por hora, el consumo diario por $m^2$; el consumo en 4 días debido a que se utiliza un estándar alemán DIN 18035 que considera un consumo diario de 25 $l/m^2$ en un periodo de cuatro días; el consumo mensual que se obtiene multiplicando el consumo total por 5 ya que se consideran 20 días de riego; la diferencia entre el consumo y el estándar mensual con lo que finalmente se determinan los $m^3$ y el dinero desperdiciados por mes. Ver Fig.2.

| | UNIVERSIDAD DE SONORA<br>SISTEMA DE GESTION DE LA SUSTENTABILIDAD | Formato Operativo<br>FITAG-3 |
|---|---|---|
| Elaborado Por | Fecha: | |
| Titulo del Documento: Consumos y Desperdicio Estimados en Areas Verdes | Aprovado por: Comité Opertativo | |

| Area verde | Tipo de Riego | No. De aspersores | Dimensiones | | | Gasto por accesorio (l/min) | Consumo litros/h | Consumo total asp lts/hr | Consumo diario l/m2 | Consumo 4 dias l/m2 | Est (4dias) l/m2 | Consmen l/m2 | Estmen l/m2 | diferencia mens l/m2 | m3desp/mes | $ d/mes |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | L | A | Area m2 | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fig. 2. Consumos y desperdicios estimados en áreas verdes.

c) FITAG 6-A Auditoria de Riego de Áreas Verdes.- El objetivo de este formato es conocer el tiempo de riego en determinada área verde. Para lo anterior se verifica el área durante las primeras semanas del semestre de acuerdo a los horarios brindados por el personal de jardinería y se registra la hora de inicio y de término de riego; la diferencia entre ambas horas representa la duración de riego y además se anotan las observaciones que surjan. Ver Fig. 3.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | UNIVERSIDAD DE SONORA<br>SISTEMA DE GESTION DE LA SUSTENTABILIDAD | | | | Reporte Operativo<br>FITAG-6A |
| Elaborado por: | | | Fecha: | | |
| Titulo del Documento: Auditoría de Riego de Areas Verdes | | | Aprobado por: Comité Operativo | | |
| Area | Fecha | Hora de inicio | Hora de término | Duracion | Observaciones |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

Fig. 3. Auditoria de Riego de áreas verdes.

d) FITAG-7 Estimación del desperdicio en instalaciones.- El objetivo de este formato es determinar la cantidad de agua en $m^3$ y en dólares desperdiciados en un periodo y área verde específica. Para esto, se registra el consumo estimado en litros por días del accesorio o equipo que está presentando la falla; se indica en días la duración del desperdicio detectado y los litros desperdiciados que son convertidos posteriormente a metros cúbicos; el costo por metro cúbico y el gasto que representa dicho desperdicio. Ver Fig. 4.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | UNIVERSIDAD DE SONORA<br>SISTEMA DE GESTION DE LA SUSTENTABILIDAD | | | | | FORMATO OPERATIVO FITAG-7 |
| Elaborado por | | | | Fecha: | | |
| Titulo del documento: Estimacion del desperdicio en las instalaciones | | | | Aprobado por el Comité Operativo | | |
| Instalacion (area) | Consumo Est Lit/tiempo | Duracion desperdicio | litrosdesperdiciados (lts/t) | M3 desperdiciados | $/M$^3$ | $ desperdiciados |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

Fig. 4. Estimación del desperdicio en las instalaciones.

e) FITAG 6-B Auditoría de Instalaciones, Edificio.- El objetivo de este formato es detectar los desperdicios en las instalaciones y realizar las intervenciones oportunas para eliminarlos o disminuirlos. Para lo anterior se registra el tipo de desperdicio detectado (si es en baños, bebederos, otros); el origen de la falla que puede ser tecnológico o cultural; el gasto estimado de la falla; si hubo o no intervención y los comentarios que surjan. Ver Fig. 5.

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | UNIVERSIDAD DE SONORA<br>SISTEMA DE GESTION DE LA SUSTENTABILIDAD | | | | | | | | | | | | Formato Operativo FITAG-6B |
| Elaborado por: | | | | | | | Fecha: | | | | | | |
| Titulo del Documento: Auditoría de Instalaciones, Edificio. | | | | | | | Aprobado por el Comité Operativo | | | | | | |
| AREA | Fecha de deteccio | Fecha de areglo | HORA | TIPO DE DESPERDICIO | | | T | C | Dias de fuga Actuales | Dias que duro la fuga | Gasto Total Estimado/dia | Intervencion | COMENTARIOS |
| | | | | Baños | Bebederos | Otros | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| Estadística de Eventos | | | | | | | Total = A + B | | | Porcentajes | | | |
| Semana del ___ al ___ | A. Total de Eventos sin Desperdicios | | | | | | | | | % Eventos sin Desperdicio (A x 100) / (A+B | | | |
| | B. Total de Eventos con Desperdicios | | | | | | | | | % Eventos con Desperdicio (B x 100) / (A+B | | | |
| | C. Total de Eventos con Intervenciones | | | | | | | | | % Eventos con Intervenciones (C x 100 / B) | | | |

Fig. 5. Auditoria de instalaciones (baños, bebederos, etc.)

f) Tabla de indicadores.- El objetivo de esta tabla es mostrar de manera resumida los desperdicios de agua en $m^3$ y en dólares al trimestre. Además se especifica el concepto de la falla; el área donde ésta fue detectada y la duración de la misma. Ver Fig. 6.

g)

| Reporte de desperdicio de $m^3$ de agua y $ semestre 2008-1 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Departamento | Concepto | Área | Duración(T) | $m^3$ | $ |
| IIS | Riego | | | | |
| | Fugas | | | | |
| Total | | | | | |

Fig. 6. Indicadores de desperdicio en $m^3$ y en dólares

## 3 Resultados

En la tabla 1 se muestra que el total de desperdicios detectados fue de 36.21$m^3$ de agua con un costo de $56.13 dólares en los rubros de riego de áreas verdes y de instalaciones hidráulicas. El precio que la Universidad de Sonora debe pagar por $m^3$ de agua es de $1.55 dólares considerando un tipo de cambio 14.90 pesos mexicanos por dólar (SEGOB, 2009).

Tabla 1. Total de desperdicios detectados por rubro

| Uso del agua | $m^3$ | Dólares |
|---|---|---|
| **Áreas verdes** | 32.57 | 50.48 |
| **Instalaciones** | 3.64 | 5.64 |
| **Total** | **36.21** | **56.13** |

***Riego de áreas verdes***

Los desperdicios de agua detectados en el riego de áreas verdes fueron 32.57$m^3$. En la tabla 2 se especifica el desperdicio por período.

Tabla 2. Total de desperdicios detectados en m3 y en dólares en áreas verdes

| Período | $m^3$ | Dólares |
|---|---|---|
| **Semestre 2008-1** | 35.34 | 54.78 |
| **Semestre 2008-2** | 44.58 | 69.10 |
| **Semestre 2009-1** | -47.35 | -73.39 |
| **Total** | **32.57** | **50.48** |

***Instalaciones Hidráulicas (Baños, Bebederos, etc.)***

Los desperdicios de agua en las instalaciones hidráulicas fueron de 3.64 $m^3$ que en términos monetarios equivale a $5.64 dólares. Ver tabla 3.

Tabla 3. Total de desperdicios detectados en $m^3$ y en dólares en instalaciones hidráulicas

| Período | $m^3$ | Dólares |
|---|---|---|
| **Semestre 2008-1** | 1.19 | 1.84 |
| **Semestre 2008-2** | 1.03 | 1.60 |
| **Semestre 2009-1** | 1.42 | 2.20 |
| **Total** | 3.64 | 5.64 |

En la tabla 4 se encuentran registrados el total de monitoreos en donde se identifico un desperdicio en las instalaciones hidráulicas de cada edificio:

Tabla 4. Desperdicios detectados en instalaciones hidráulicas por edificio

| Área | 2008-1 | 2008-2 | 2009-1 | Total por edificio |
|---|---|---|---|---|
| **Edif. 5-K** | 2 | 5 | 20 | **27** |
| **Edif. 5-M** | 71 | 0 | 20 | **91** |
| **Edif. 5-O** | 7 | 15 | 22 | **44** |
| **Edif. 5-J** | 0 | 18 | 0 | **18** |
| **Edif. 5-G** | 0 | 72 | 0 | **72** |
| **Edif. 5-F** | 1 | 0 | 0 | **1** |
| **Total desperdicios** | **81** | **110** | **62** | **253** |
| **Total eventos** | **400** | **400** | **84** | **884** |
| **% detecciones** | **20%** | **28%** | **74%** | **29%** |

De estos desperdicios el 70% se origino debido a fallas tecnológicas (equipo que requiere arreglarse o cambiarse) y el 30% al comportamiento de la comunidad universitaria. Ver Fig. 7.

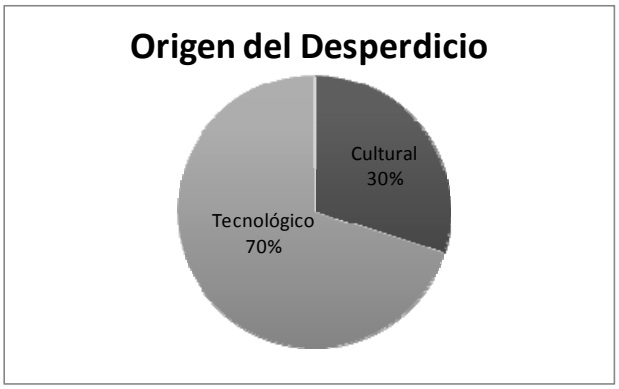


Fig. 7. Origen del desperdicio

En el SGS se tiene establecido que el tiempo permitido para dar respuesta a los desperdicios que se originen por fallas tecnológicas es de 5 días hábiles (SGS, 2008). De acuerdo a la tabla 5, en los tres períodos, de 10 fallas detectadas 4 fueron arregladas en ese plazo.

Tabla 5. Tiempos promedio de respuesta en las fallas tecnológicas detectadas

| Área | 2008-1 | 2008-2 | 2009-1 |
|---|---|---|---|
| **Edif. 5-K** | 2 días | 5 días | 6 días |
| **Edif. 5-M** | 3 días | N/A | 16 días |
| **Edif. 5-O** | 4 días | 15 días | 22 días |
| **Edif. 5-J** | N/A | 6 días | N/A |
| **Edif. 5-G** | N/A | 72 días | N/A |
| **Edif. 5-F** | N/A | N/A | N/A |

## 4 Discusión

De los datos anteriores se generan varias discusiones. En primer lugar la referente al desperdicio monetario que se está obteniendo debido a desperdicios de agua. Las cantidades de desperdicio en tres años son muy bajas comparadas con los costos de adquirir un nuevo equipo hidráulico o la inversión necesaria para inducir cambios de conducta en la comunidad universitaria. Por lo tanto, desde un punto de vista financiero, para la institución no es rentable hacer cambios en el equipo ya que el tiempo de recuperación de la inversión es considerable. Por ejemplo, teniendo en cuenta que el 70% de los desperdicios en el equipo hidráulico se originaron por una falla tecnológica, suponiendo que todos los desperdicios detectados se originaron a que los mingitorios tienen fuga; entonces podría pensarse en adquirir un mingitorio nuevo ahorrador de agua. Dichos mingitorios tienen un precio promedio de $190 dólares y en los 3 períodos académicos lo desperdiciado en términos monetarios fue $5.64 dólares por lo que si esa cantidad se mantuviera constante se necesitarían casi 34 períodos académicos similares (3 semestres por período) es decir, 51 años para recuperar la inversión por lo que los administradores de la Universidad pudieran optar en base a este análisis que es mejor que se siga desperdiciando el líquido. Esta discusión nos enseña la necesidad de tomar decisiones sobre una relación eficiencia-beneficio más que costo-beneficio. Además, para promover proyectos de sustentabilidad es necesario analizar factores conocidos como externalidades ya que al tomar esa clase de decisiones de inversión se debe considerar la situación de abastecimiento de agua potable a nivel mundial y local puesto que en el estado de Sonora hay escasez de agua y se recurre a la extracción de acuíferos los cuales ya están sobreexplotados (CNA 2001), por lo tanto las decisiones respecto a las acciones correctivas para eliminar o disminuir desperdicios de agua no deben basarse solo en el aspecto económico.

Otra lección interesante aprendida en este caso de estudio es lo relacionado a los indicadores cuantitativos. En general, dichos indicadores son la base para la toma de decisiones; sin embargo, la implementación del SGS ha dejado evidente la necesidad de asistirse también de indicadores cualitativos. Como observamos en la tabla 2, en el presente año no se presentaron desperdicios en el riego de las áreas verdes. Cuantitativamente esto nos indica que no se uso más agua para riego que la que se debería usar de acuerdo al estándar; sin embargo, la experiencia obtenida en años anteriores llevó a poner mucho cuidado en las horas que se iniciaba el riego y no solo en la cantidad de agua a usar ya que anteriormente se regaba después de las 7 de la mañana ocasionando que la mayor cantidad de agua utilizada se evaporara desperdiciando el recurso.

Por otro lado se debe considerar que la tabla 2 muestra el total de agua utilizada en las diversas áreas del Departamento de Ingeniería Industrial y dicho total se obtiene del volumen en $m^3$ de agua desperdiciados menos el volumen en $m^3$ de agua ahorrados. Por tanto, el ser eficiente en un área compensa el desperdicio en

otra pero estas compensaciones deben ser ignoradas cuando se requiere hacer un análisis que permita detectar áreas con desperdicios. En la tabla 6 se muestran los desperdicios compensados por los ahorros y sin compensación apreciándose grandes diferencias en el desperdicio. De hecho, en el semestre 2009-1 en lugar de tener un ahorro de 47.35m$^3$ de agua se genera un desperdicio de 16.87m$^3$ y de manera global el desperdicio detectado cambia radicalmente de 32.57m$^3$ a 246.07m$^3$.

Tabla 6. Total de agua utilizada para riego.

| Área | 2008-1 | | 2008-2 | | 2009-1 | | Total Periodo (2008-1 al 2009-1) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | m$^3$ | | m$^3$ | | m$^3$ | | m$^3$ | |
| | Tabla 2 | Sin Ahorro | Tabla 2 | Sin Ahorro | Tabla 2 | Sin Ahorro | Tabla 2 | Sin Ahorro |
| **5J** | 25.47 | 25.47 | 25.47 | 25.47 | -52.19 | 0 | **-1.25** | **50.94** |
| **5G** | -22.44 | 0 | -22.44 | 0 | -12.03 | 0 | **-56.91** | **0** |
| **5K** | 89.13 | 89.13 | 89.13 | 89.13 | 13.09 | 13.09 | **191.35** | **191.35** |
| **5º** | -56.82 | 0 | -47.58 | 0 | 3.78 | 3.78 | **-100.62** | **3.78** |
| **Total m$^3$** | **35.34** | **114.6** | **44.58** | **114.6** | **-47.35** | **16.87** | **32.57** | **246.07** |
| **Dólares** | **54.78** | **177.63** | **69.10** | **177.63** | **-73.39** | **26.15** | **50.48** | **381.41** |

Los resultados presentados en la tabla 4 indican un aumento en la detección de desperdicios durante los 3 períodos. Aunque este indicador pudiera parecer negativo, en realidad es un indicador positivo. La norma ISO14001:2004 no mide el desempeño ambiental sino que define un esquema que debe seguirse para mejorar el proceso. El detectar oportunamente los desperdicios ha permitido hacer las intervenciones que sean necesarias para disminuir los volúmenes de agua desperdiciados. Por último, se observa que el SGS ha tenido influencia en el aspecto cultural ya que solo 30% de los desperdicios se origina por una actitud negativa a la conservación de los recursos naturales.

## 5 Conclusiones

En base a los resultados y al análisis anterior se concluye que definitivamente el SGS institucional es efectivo en la detección y eliminación de desperdicios del recurso agua en el Departamento de Ingeniería Industrial ya que a medida que se ha ido fortaleciendo de manera proporcional se ha incrementado el número de detecciones. Esto no significa que en períodos anteriores los desperdicios hayan sido menos sino que simplemente no todos eran detectados y las posibilidades de que se hayan eliminado o reducido era menor o cuando menos probablemente y por lo tanto se requería más tiempo intervenir puesto que al no ser registrados no había un seguimiento formal de los mismos. Por lo tanto, este aumento en los desperdicios detectados nos indica que los monitoreos se están realizando eficientemente y que es más difícil que se genere un desperdicio sin que éste sea percibido y se tomen las medidas respectivas para solucionarlo.

Por otra parte aunque el SGS sea más efectivo hay acciones de mejora que pueden implementarse, por ejemplo se tiene establecido que el período para arreglar las fallas tecnológicas que originen desperdicios es de 5 días hábiles pero en los resultados se muestra que este plazo fue superado en 6 ocasiones en las cuales las fallas se atendieron en promedio en casi 23 días. La acción de mejora para esta situación es un acuerdo formal entre las partes involucradas que solucionan las fallas tecnológicas de modo que se comprometan a cumplir con el período establecido. Finalmente, para seguir disminuyendo el desperdicio se necesita seguir

promoviendo acciones que puedan crear más conciencia entre la comunidad universitaria sobre la importancia del cuidado del agua y las externalidades en las que debe pensarse para que se vaya asumiendo una actitud y una cultura más sustentable del uso del agua.

## 6 Referencias


1. Rosegrant, M, Cai, X & Cline S 2002, Global Water Outlook to 2025 Averting an Impeding Crisis, visto 5 de Diciembre del 2008, http://www.ifpri.org/pubs/fpr/fprwater2025.pdf
2. Ben, C 2005 'Recursos naturales. El ciclo de la vida: El ciclo del agua', Futuro Sustentable, mayo-junio 2005, p.16.
3. ONU 2003, *Agua para todos, Agua para la vida. Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo,* visto 29 de diciembre del 2008, http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001295/129556s.pdf
4. Carabias, J, Landa, R, Collado, J & Martínez, P 2005, *Agua, medio ambiente y sociedad: Hacia la gestión integral de los recursos hídricos en México*, UNAM, p. 33.
5. Alshuwaikhat, H. & Abubakar, I 2007, 'An integrated approach to achieving campus sustainability: assesment of the current campus environmental management practices', *Journal of Cleaner Production,* 4 Diciembre, p.1.
6. Keniry, J 2003, 'Environmental Management Systems A Framework for Planning Green Campuses', *Planning for Higher Education,* vol.31, no.3, p.62.
7. Price, T (2005), 'Preaching what we practice: experiencies from implementing ISO 14001 at the University of Glamorgan', *International Journal of Sustainability in Higher Education,* vol.6, no.2, p.164.
8. Noeke, J (2000), 'Environmental management systems for universities', *International Journal of Sustainability in Higher Education,* vol.1, no.3, p.249.
9. Grabbe, N (2007) 'Campus water use reduced: Town wants to drink up savings', *American,* 6 de Abril, p.1, visto el 4 de enero del 2009, http://www.amherstbulletin.com/story/id/927204540022/
10. UNLV 2008, 'Campus Sustainability Efforts', visto el 4 de enero del 2009, http://urban21.unlv.edu/about/efforts.html
11. Secretaría de Gobernación 2009, *Tipo de cambio y tasa*, visto el 13 de marzo del 2009, http://dof.gob.mx/indicadores_detalle.php?cod_tipo_indicador=158&dfecha=13%2F03%2F2009&hfecha=13%2F03%2F2009
12. CNA 2001, *Volúmenes de Recarga y Extracción de Acuíferos Sobreexplotados por Región Administrativa*, visto el 31 de diciembre del 2008, http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/estadisticas_2000/estadisticas_ambientales_2000/03_Dimension_Ambiental/03_02_Agua/III.2.1/CuadroIII.2.1.11.pdf