

Caracterización del consumo de agua de la planta de lácteos, Zamorano

Andrea Stefany Pua Carpio

Zamorano, Honduras

Diciembre, 2010

ZAMORANO
CARRERA DE DESARROLLO SOCIOECONOMICO Y AMBIENTE

Caracterización del consumo de agua de la planta de lácteos, Zamorano

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero en Desarrollo Socioeconómico y Ambiente en el Grado
Académico de Licenciatura

Presentado por

Andrea Stefany Pua Carpio

Zamorano, Honduras

Diciembre, 2010

Caracterización del consumo de agua de la Planta de Lácteos, Zamorano

Presentado por:

Andrea Stefany Pua Carpio

Aprobado:

Mily Cortés Posas, Ph.D.
Asesora principal

Arie Sanders, M.Sc.
Director
Carrera de Desarrollo Socioeconómico
y Ambiente

Miguel Alvarez, Ing.
Asesor

Raúl Espinal, Ph.D.
Decano Académico

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.
Rector

RESUMEN

Pua Carpio, AS. 2010. Caracterización del consumo de agua de la Planta de Lácteos Zamorano. Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniera en Desarrollo Socioeconómico y Ambiente. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Honduras. 32p.

La Planta de Lácteos de la EAP, es una instalación con fines educativos, en la cual los estudiantes deben aprender en ella una forma eficiente y efectiva de producir, esto incluye hacerlo de manera amigable con el ambiente. La planta de lácteos demanda en promedio 17,885.64 m³ de agua al año, según datos tomados en el 2002. Debido a su alto consumo de agua y al hecho de ser una planta educativa resulta imperioso mejorar el manejo de agua de la planta. Para la realización del presente proyecto, se estableció como objetivo principal: caracterizar el consumo de agua de la planta de lácteos de la EAP, con el fin de generar una base para reducir el consumo de agua de la planta y contribuir así a su desarrollo sostenible. A la planta ingresan aproximadamente 6,524 litros de leche al día con un consumo promedio de agua de 49,002 litros diarios por lo que el consumo normalizado es de 7.5 litros de agua/litro leche procesada. En la literatura se establece que este debe de ser no más de 2 litros de agua/litro leche. El agua para enfriamiento constituye el 57% del total del agua desperdiciada, los grifos con manguera representa el 17% de dicha agua. Se considera que las causas de esta última se debe a los hábitos de estudiantes, directivos y operadores. No se han establecido acciones efectivas para disminuir el uso ineficiente de agua. Dos propuestas arrojadas con este estudio son reutilizar por lo menos el 50% del agua de enfriamiento empleando un sistema circuito cerrado y reducir al menos en 10% el desperdicio en grifos, usando un sistema de lavado en seco (limpieza CIP), uso de limpiadores de hoja de hule e implementación de pistolas con aislante térmico. Si se logran implementar estas medidas el consumo de agua de la planta puede reducirse de 7.5 litros de agua/litro leche a 3.3 litros de agua/litro leche.

Palabras clave: agua enfriamiento, consumo de agua, litros agua/litro leche.

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de cuadros, figuras y anexos.....	v
1. INTRODUCCIÓN.....	2
2. METODOLOGÍA.....	7
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	11
4. CONCLUSIONES	16
5. RECOMENDACIONES	18
6. LITERATURA CITADA.....	20
7. ANEXOS	23

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadro	Página
1. Lista de actividades y materiales utilizados para la toma de datos	7
Figura	Página
1. Grifo con manguera	8
2. Lavamanos	8
3. Grifo sin manguera	8
4. Empacadora de bolsa 2	9
5. Enfriador de placas	9
6. Homogenizador de línea	9
7. Consumo Histórico de Agua	11
8. Consumo de agua de la Planta de Lácteos vs agua/litros leche procesada	13
9. Consumo de Agua de la Planta de Lácteos 2010	14
10. Mapa mental realizado con estudiantes y trabajadores.	15
Anexo	Página
1. Diagrama de la Planta de Lácteos	23
2. Formato de Grifos y Lavamanos	24
3. Formato Salida de Agua de las Máquinas de Enfriamiento	25
4. Ubicación de toma de datos	26
5. Datos históricos en Litro agua/litro leche de la planta de lácteos de la EAP	31
6. Tabla de consumo de diario de agua en la Planta de Lácteos (22-Junio al 24 Julio 2010)	31
7. Reducción de la relación litro agua/litro leche, realizando una reutilización del agua de enfriamiento en un 50%	32
8. Reducción de la relación litro agua/litro leche, realizando una reutilización del agua de un 60%	32

1. INTRODUCCIÓN

Desde el 2003 al 2007, el comercio mundial de leche y productos lácteos tuvo un crecimiento anual de 15.2% (UTEPI 2009). Según la UNESCO (2003), el sector industrial forma parte importante del crecimiento económico en los países. Además las industrias son un segmento del mercado que utiliza una gran cantidad de agua. El uso anual de este recurso en dichas entidades de todo el globo se cree que aumentará en $4.45 \times 10^{11} \text{m}^3$ para el 2025. El uso de agua en la industria simboliza el 24% de consumo total de agua a nivel mundial.

Dentro de este escenario este proyecto tiene diversos motivos que lo justifican. Primero, la planta de lácteos ha consumido en promedio los primeros seis meses del presente año $1,511.89 \text{m}^3$ de agua. Esta cantidad es muy elevada comparándola con el consumo de agua de la Planta de Cárnicos, el Centro Kellogg y la Residencia Estudiantil Rubén Darío que en promedio consumieron las tres los mismos meses la cifra de 1633.37m^3 de agua. Segundo, en el 2005 se hizo un análisis del consumo de agua en la planta y aparentemente pocas de las medidas que se propusieron se implementaron. Por esto se requiere dar continuidad al trabajo realizado por Paz y Estévez en el 2005, en donde se realizó un mapeo de puntos húmedos para conocer de esta manera los puntos más críticos en donde se usa ineficientemente los recursos. Es especialmente importante eliminar la pérdida del agua de enfriamiento ya que esta, sino que está limpia y según Alvarez (2010), constituye un 68.4% del consumo de la planta.

La situación del alto consumo de la planta resulta contraproducente para Zamorano que ya cuenta con un abastecimiento estrecho en época seca. La situación del alto consumo resulta más preocupante al hacer un ejercicio de Benchmarking. Según la Comisión Nacional de Medio Ambiente – Región Metropolitana de Santiago de Chile (1998), una planta de lácteos consume en promedio 1-2 litros de agua por litro de leche procesada. El Centro Nacional de Producción Más Limpia de Medellín-Colombia, indica que “la cantidad que se necesita de agua incluyendo para proceso, limpieza y sistemas de refrigeración en dichas plantas es de 0.5 a 2.0 litros por Kg. de leche” (RITL 2004). Cabe recalcar que la densidad de la leche es 1.030 kg/litro, esto quiere decir que se necesitan de 0.48 a 1.94 litros de agua por cada litro de leche procesada. Según Estévez y Paz (2005) la planta de lácteos de Zamorano consume 9 litros de agua/ litro de leche.

Debido a su alto consumo de agua y al hecho de ser una planta educativa resulta imperioso mejorar el manejo de agua de la planta. Por la experiencia de la tesis del 2005, esto va más allá de solo realizar propuestas de cambio. Se deben definir propuestas y buscar cómo lograr su implementación.

Para la realización del presente proyecto, se estableció como objetivo principal: Caracterizar el consumo de agua de la planta de lácteos de la EAP, como base en la búsqueda de alternativas para disminuir tal consumo. Como mecanismo de alcanzar este propósito, se diseñaron los siguientes objetivos específicos que abarquen punto por punto los aspectos más concretos a tratar:

- Determinar los cambios en el consumo de agua en la planta de lácteos de Zamorano desde el 2005.
- Actualizar las acciones para disminución de uso del recurso.
- Plantear opciones para la recirculación del agua de enfriamiento de la planta.

Este estudio se realizó en la Planta de Lácteos de Zamorano, enfocándose en el consumo de agua de la misma en todas sus formas, teniendo en cuenta desde el agua que se ocupa para las máquinas hasta el agua de limpieza. Como limitante del proyecto, se tiene el tiempo de recolección de datos. Se tomaron 2 semanas como periodo representativo al trabajo que se realiza en la Planta.

1.1 ANTECEDENTES

Ante los problemas ocasionados por un mal manejo de los recursos hídricos, es elemental comprender cuál es el estado actual del agua, para de esta manera buscar alternativas y colaborar a una reducción en el consumo del mismo. A continuación se explica un poco sobre el contexto que tiene el recurso hídrico tanto en el mundo, Latinoamérica, EAP Zamorano y sobre todo el sector industrial.

1.2 EL AGUA EN EL MUNDO

Desde el año 1950 hasta el 2006, el consumo de agua se ha triplicado en todo el mundo superando los $4.3 \times 10^{12} \text{ m}^3$ por año y para el siglo XX se incrementó seis veces entre 1900 y 1995. Este cambio es el doble de la tasa de crecimiento de la población global (INE 2008). A medida que la tasa de crecimiento poblacional incrementa, las habitantes de un país se verán afectados por una escasez del líquido vital. Esto dará como resultado dificultades para el desarrollo económico del país, producción de alimentos y problemas en los ecosistemas. Hoy en día la mayor cantidad de agua se utiliza para obtener alimentos (PNUMA 2007).

Como una manera de disminuir el consumo excesivo de agua en las industrias, en la Cumbre de las Naciones Unidas del año 2000, la Declaración Ministerial de La Haya de marzo del mismo año aprobó cuatro desafíos adicionales que formaron parte del Informe “World Water Development Report” (WWDR) para ampliar el alcance del análisis. Uno de estos dice así: “El agua y la industria –promover una industria más limpia y respetuosa de la calidad del agua y de las necesidades de otros usuarios” (UNESCO 2003). El uso eficiente del agua poco a poco se ha vuelto un tópico muy relevante dentro de las sociedades, ya que es un recurso no renovable e indispensable.

La Escuela Agrícola Panamericana Zamorano cuenta con una planta procesadora de lácteos que demanda año tras año grandes volúmenes de agua para su normal y correcto funcionamiento. Según Paz y Estévez en el 2005 la planta utilizó un volumen de 26,518 m³ de agua para procesar la leche que ingreso, siendo este año en donde se gasto la mayor cantidad de agua desde el 2002. Según un estudio realizado por alumnos del Zamorano, se determinó que, dentro de los procesos que se llevan a cabo en la planta, el uso de agua de enfriamiento constituye el punto de mayor consumo.

Además del agua que se desperdicia por enfriamiento, el pasteurizador de la leche demanda también altos volúmenes de agua para su limpieza. La diferencia está en que el agua de enfriamiento una vez que se utiliza se desecha, sin tomar en cuenta que el agua no recibe ningún tipo de contaminación y sale casi tal como entro al sistema, es decir limpia, por lo que es factible diseñar un sistema de recirculación para reutilizar este recurso que es de mucha importancia, permitiendo ser más eficientes y aportando a la sostenibilidad de la planta

Según Chavez (2010), el consumo de la Planta de Lácteos ha sido de: 2,209.87 m³ en el 2005, 1,817.01 m³ el 2006, 1,908.87 m³ en el 2007, 1,521.45 m³ en el 2008, 1,651.76 m³ en el 2009. El consumo de agua del 2005 al 2006 disminuyó y se asume que ocurrió debido a que se implementaron recomendaciones proporcionadas por Estévez y Paz (2005) como el uso de pistolas en las mangueras que se encuentran en las instalaciones de la planta. El uso de pistolas redujo el consumo de agua, ya que evitaba que esta se desperdiciara cuando el operario o estudiante se desplazaban con la manguera para realizar la limpieza del área de trabajo. Además las pistolas reducen entre 30 y 50%, es agua usada porque imprimen más presión a la misma. En los años posteriores el consumo de agua aumento y se desconoce las razones de dicho incremento.

1.3 EL AGUA EN LA INDUSTRIA DEL ALIMENTO

Muchas veces las industrias no le dan al agua el grado de importancia que esta merece hasta cuando se escasea, está contaminada, es demasiado cara o, en cierta forma, se administra mal. Todos los procesos dependen de la disponibilidad, costo y calidad de este recurso (WBCSD 2006). Según CEGESTI (1998), del consumo total de agua de las empresas productoras de alimentos, una gran cantidad de esta es utilizada en las operaciones de enfriamiento y es vertida al drenaje estando aún 99% limpia.

El Instituto Nacional de Estadística de España (2008), afirma que el uso del agua por el sector industrial representa un 10%. Para el 2010 muchos países exigen a las empresas que informen sobre la huella que dejan sobre el agua, es decir, el volumen total de agua utilizado directa o indirectamente para producir bienes y servicios (WBCSD 2006).

La industria alimentaria, con su diversidad de segmentos, genera una gran cantidad de residuos y consume una gran cantidad de agua (CIGET 2009). Su uso eficiente se origina en el criterio económico de productividad, la cual mide la cantidad que se requiere de un

recurso determinado para producir una unidad de un bien o servicio. Entonces, la eficiencia en la producción y conducción del agua puede medirse por el volumen de agua que se requiere para producir una unidad de bienes o servicios (IMTA 2003).

Teniendo en cuenta el criterio económico de productividad, y aplicándolo en la planta de lácteos, con respecto al consumo de litros agua/litro de leche procesada, se tiene que:

- Estudios realizados en Chile por CONAMA (1998), demuestran que: “Las pérdidas de leche en una industria sin una automatización elevada son del orden de un 10 a un 20%, mientras que en una industria completamente automática puede reducirse al 2%. La generación de efluente en industria láctea obedece a 1-2 L de agua/L de leche procesada. Sin embargo, la práctica observada y medida en Chile demuestra que los consumos en la Región Metropolitana fluctúan entre 5 y 20 L de agua/ L de leche”.
- En Europa se ha informado que la relación es de 0.2 a 11 litros de agua/litro de leche (PNUMA 2004).
- En Australia la producción de cualquier producto lácteo, ya sea: leche, queso y yogures es de 0.07 a 2.90 litros de agua/litro de leche (PNUMA 2004).

Aunque en la realidad las industrias consumen mucho más que eso y desperdician de manera indiscriminada este importante recurso. Los gobiernos trabajan por el uso eficiente del agua en las industrias, estableciendo rangos que deben seguirse. Tal como el Gobierno de Chile o los Programas de las Naciones Unidas en Australia, los cuales fijan niveles de consumo para optimizar de esta manera el uso del agua.

1.4 PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA Y USO EFICIENTE DEL AGUA

Normalmente las tecnologías ambientales convencionales se enfocan al final del proceso de producción, es decir, el tratamiento de desechos y emisiones existentes o tecnologías al final-del-tubo (UNIDO s f). La Producción Más Limpia (PML) o Prevención de la Contaminación, se orienta a la aplicación continua de una estrategia ambiental, preventiva e integrada, a los procesos productivos, para incrementar la eficiencia y a reducir riesgos para los seres humanos y el ambiente (CPTS 2005). La PML se constituye entonces como una práctica pertinente que permite a una empresa local competir, con ciertas ventajas o en similares condiciones, con otras empresas de la región centroamericana y fuera de ella (USAID 2009).

El uso de Producción Más Limpia se ha tornado una temática muy relevante para las industrias. Hoy en día se realizan muchos estudios sobre cómo ser más eficientes con los recursos y producir más con menos. Dentro de estos recursos y siendo uno de los más indispensables, se encuentra el agua, elemento muy importante para llevar a cabo los procesos industriales.

Según el Sistema Estatal de Información del Agua (2007), durante una gran parte de la historia, el agua se ha visto como un requisito, y no como un elemento cuya demanda se puede modificar. El agua también se la ha denominada como recurso de propiedad común,

incidiendo en que el precio y el uso eficiente estén directamente relacionados (mientras el uno baja el otro también). Además, se ha enfocado en cubrir la demanda, pero no en vigilar el uso eficiente del mismo.

El reto del uso eficiente del agua en el mundo reclama dar más valor por cada gota de este líquido, obtener más agua con menos impacto sobre el medio ambiente. Esto conduce al desafío empresarial de la innovación, en especial evitar los comportamientos y normas que fueron los adecuados en épocas pasadas. En la actualidad se debe trabajar pensando más en una urbanización creciente y economías postindustriales (WBCSD 2006)

HISTORIA DE LA PLANTA DE LÁCTEOS, ESTUDIOS ANTERIORES Y ZAMORANO VERDE

En un estudio realizado en el 2005, se establecieron tres recomendaciones para reducir el consumo de agua de la planta de Lácteos. De las cuales sólo se llevo a cabo una parte de la primera, que fue la instalación de pistolas en las mangueras. Actualmente han retirado las pistolas, porque se sobrecalentaban y no se podían manipular al utilizar vapor para calentar el agua y poder limpiar las maquinas.

La Planta de Lácteos es una instalación con fines educativos, esto se refiere a que los estudiantes deben aprender en ella una forma de producir de manera amigable con el ambiente. Actualmente las pequeñas y grandes empresas están trabajando bajo un sistema de producción más limpia, logrando así, producir más con menos.

Como se indica en un artículo la revista Estrategias & Negocios (2010), Zamorano Verde es una iniciativa que busca dar respuesta a unas series de amenazas que enfrenta la institución a corto y largo plazo, entre ellas la escasez de agua en el campus. Una vez establecido este concepto en la EAP, la Planta de Lácteos no puede quedarse excluida del mismo.

2. METODOLOGÍA

Los materiales utilizados para el desarrollo de la toma de datos de este estudio, fueron los siguientes:

Cuadro 1. Lista de actividades y materiales utilizados para la toma de datos

Actividad	Materiales
Diagrama de la planta Medición de caudal	“Power Point” Diagrama de planta, Formatos de registro, Balde de 5 galones, Probeta 500 y 1000 ml, Cronómetro
Medición de salida de agua de enfriamiento	Diagrama de planta, Formatos de registro, Bolsas plásticas, Balde, Probetas 500 y 1000 ml
Mapa Mental	Fichas de cartulina o Pizarra y marcador

El presente proyecto se llevó a cabo en la Planta de Lácteos de la EAP Zamorano; como primer paso se realizó un listado de las mediciones tomadas en la tesis de Paz y Estévez (2005), para poder utilizarlas como base. También se hizo una visita previa a la Planta, en donde se actualizó el diagrama de la planta y el mapeo de puntos húmedos que fue realizado en el estudio anteriormente mencionado. De esta manera se corroboró si los puntos dónde se hicieron mediciones en ese entonces aun seguían vigentes o en su defecto modificarlas. (Ver Anexo 1.)

Para la toma de datos se crearon dos formatos de registro: 1) grifos y lavamanos, 2) salida de agua de las máquinas de enfriamiento. En estos formatos se anotó el responsable del llenado de la hoja, la fecha de la toma de datos y el turno (mañana o tarde). Esto facilitó el proceso de seguimiento de la información. En la recolección de datos, se recibió apoyo de los alumnos de segundo año del módulo de Manejo Ambiental, debido a que una sola persona no podía llevar el control del uso del agua en toda la planta.

En el primer formato Grifos y Lavamanos (Ver Anexo 2.) se encontraban:

- Actividad: en este caso se anotaron los grifos, los cuales se dividieron para su mejor estudio en: grifos con manguera y sin manguera, también se incluyeron los

lavamanos. Cada grupo se identificó de distintas maneras, como sigue: números romanos (I, II, III, etc.) para los grifos con manguera (Figura 1), los lavamanos con números arábigos (1, 2, 3, etc.) (Figura 2) y letras mayúsculas (A, B, C, etc.) los grifos sin manguera (Figura 3). Al terminar esta clasificación, el número de grifos a medir fueron: 7 grifos con manguera, 3 grifos sin manguera y 3 lavamanos.

- El uso del agua: Esta sección se destinó para anotar que uso se le daba al agua de dicha manguera o lavamanos, para conocer que funciones desempeña el recurso en el proceso de producción.
- Caudal: Para poder conocer la cantidad de agua que se usaba, se utilizó la fórmula de caudal (Volumen/Tiempo) por tiempo de uso/desperdicio. Por consiguiente el caudal era una variable clave para medir. La metodología usada para medirlo fue abrir el grifo en su totalidad, poner un balde y mediante el uso de cronómetro contabilizar el tiempo en que se llenaba el balde (no tenía que ser exactamente todo el balde), luego se medía la cantidad de agua del balde con una probeta de 500 ml; para todo este proceso se necesitaban de 2 personas. Se realizaron 5 tomas, de las cuales se sacaba un promedio y se anotaba en el formato. La unidad utilizada fue litros/minutos.
- Tiempo de uso: Se registro el tiempo total de uso de cada grifo o lavamanos, se designó 1 o 2 estudiantes para que vigilaran cierto número de grifos o lavamanos y llevaran control de los mismos. Los estudiantes cronometraban el tiempo cada vez que usaban agua, y lo anotaban en una libreta. Al final de la jornada la suma total de los tiempos anotados se colocaban en el formato. La unidad utilizada fue minutos.
- Tiempo de desperdicio: En esta sección, se anotaba el tiempo que se consideraba que el agua no estaba siendo bien utilizada. La unidad utilizada fue en minutos. El criterio para considerarla utilizada o no era si el agua se empleaba en la actividad para la cual se había abierto el grifo o no.
- Observaciones: Aquí se anotaba por qué el tiempo anotado anteriormente bajo desperdicio se consideraba flujo de agua desperdiciada.



Figura 1. Grifo con manguera



Figura 2. Lavamanos



Figura 3. Grifo sin manguera

El segundo formato se destinó para la salida de agua de enfriamiento (Ver Anexo 3). En este se llevó control del agua que se ocupaba para el enfriamiento de las máquinas. Estas

máquinas fueron: homogenizador de tanda, empacadora de bolsas (Figura 4), placas de enfriamiento (Figura 5), homogenizador de línea (Figura 6) y máquina de helados.

Las mediciones a tomar fueron:

- Caudal: medido en la manguera de salida ubicada en la parte inferior de la máquina. En algunos casos no se pudo hacer la toma de datos de dichas mangueras debido a que se encontraban al ras del piso.
- Volumen: para verificar la calidad de los datos medidos manualmente se instalaron también medidores de marca LATYN, código DS90 TAR E/S-DS78 TBR E/S-Clase B. Con los mismos se medía directamente el volumen de agua de entrada. Se colocaron tres medidores, los cuales se revisaban al final del día. Se instalaron solo tres medidores, ya que el presupuesto de tesis solo cubría el costo de la mitad de los medidores a ocuparse. Las máquinas con medidores fueron: homogenizador de tanda, maquina de helado y 1 empacadora de bolsa. La unidad utilizada fue litros/minutos.
- Tiempo de uso: Consistió en calcular el tiempo que estuvo en uso la máquina, esto se calculó con la ayuda de un cronómetro. La unidad utilizada fue minutos.
- Se hizo uso de esta agua: En esta sección se indica si es utilizada el agua que sale de estas máquinas, y si es así en que se ocupó.



Figura 4. Empacadora de bolsa 2



Figura 5. Enfriador de placas



Figura 6. Homogenizador de línea

Una vez que se elaboro los formatos a usarse y también la clasificación de los grifos, se realizó una segunda visita a la planta para colocar letreros que ayude a identificar los grifos según su clasificación (Ver Anexo 4). Además se señalaron los homogenizadores y las empacadoras de bolsa, ya que existen en la planta dos homogenizadores (Tanda y de Línea) y dos empacadoras, pero una de estas no estaba en funcionamiento.

La primera semana de toma de datos fue el 22-26 de Junio del 2010 y la segunda semana fue el 18-24 de Julio del mismo año. Los datos fueron tomados durante todo el día, desde el momento que entraban los estudiantes de tercer año a la planta (6:30 a.m.) hasta que los trabajadores se retiraban (5:00 - 6:00 pm.). Esto permitía conocer lo que se hacía en la hora de almuerzo cuando los estudiantes no estaban, ya que los trabajadores tenían su hora

de almuerzo a las 11:30 a.m. A veces hasta entonces empezaban a funcionar ciertas máquinas que forman parte del estudio.

Para el estudio de los datos, cada día se determinó la cantidad de agua que se consideraba desperdicios y usada. Una vez conocida dichas cantidades, se calculo los litros de agua por hora de trabajo y los litros de agua necesarios para procesar cada litro de leche, tanto desperdiciados y los usados, así:

$$A = \frac{V}{T} \quad [1]$$

donde:

A = litros de agua utilizado por hora trabajada

V = volumen de agua utilizada o desperdiciada

T = # de horas trabajadas

$$R \text{ agua/leche} = \frac{V}{B} \quad [2]$$

donde:

R agua/leche = litros de agua/litro de leche procesada

V = volumen de agua utilizada o desperdiciada

B = volumen de leche procesado

Debido a que la muestra de datos es pequeña, se realizó un análisis de significancia mediante una distribución t de Student. Donde se determinó si los datos recolectados eran o no significativos, es decir, si siguen un patrón o simplemente se deben al azar. Para conocer el volumen de agua que consume la planta se agruparon los datos recolectados en: grifos con manguera (GCM), grifos sin manguera (GSM) y lavamanos en el caso del agua utilizada y para la desperdiciada se hizo de la misma manera agregándole las Máquinas de agua de enfriamiento.

Además de lo dicho anteriormente, se procedió a realizar un mapa mental, tanto con los empleados de la planta como con los estudiantes, el cual consiste en un diagrama para representar conceptos ligados alrededor de una idea central. Para esto se organizaron pequeñas reuniones, de 5 empleados y 5 estudiantes por separado. El punto a discutir o idea principal fue: ¿Por qué se gasta mucha agua con los grifos con manguera?, cada persona dio su opinión, las cuales se iban ligando una a otra, de tal manera que se pudieran obtener: causas y posibles soluciones al problema planteado. Con estas respuestas se formularon preguntas para entrevistar al encargado de la planta para conocer su opinión.

La entrevista consistió en hacer un par de preguntas al encargado de la planta, las cuales fueron:

1. ¿Qué opina sobre que la conciencia de ahorrar agua depende de los incentivos que les pueda brindar la planta, tanto a estudiantes como a trabajadores?
2. ¿Por qué no se ha utilizado un programa de lavado en seco?

Mediante las respuestas y argumentos que se obtuvieron de dicha entrevista, se pudo conocer la disposición que hay por parte del encargado para posibles recomendaciones.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la industria Láctea, el agua es muy empleada para los procedimientos de limpieza tanto del equipo, los materiales utilizados y el área de trabajo. El agua actualmente se está agotando y en otros casos está contaminada, razón por la cual debemos prestar atención a su consumo (CPM 1994).

La Planta de Lácteos de la EAP, históricamente tiene el mayor consumo de agua, comparándolo con la Planta de Cárnicos, Centro Kellogg y la Residencia Estudiantil Rubén Darío. Desde el año 2002 hasta el 2010 dicha planta ha presentado un alto consumo del recurso hídrico. Estos datos fueron recolectados mediante el uso de medidores de agua que fueron instalados en las entradas de estas unidades desde el año 2002 por Planta Física. (Figura 7)

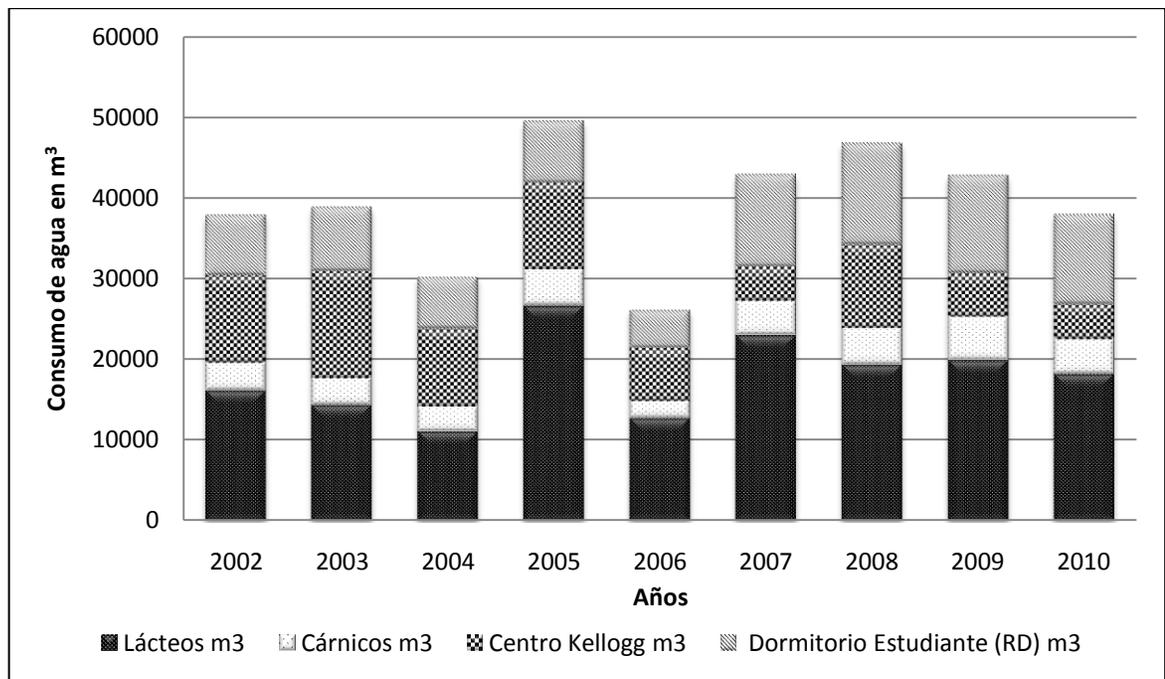


Figura 7. Consumo Histórico de Agua

Fuente: D, Chávez (Jefe de Mantenimiento de Planta Física, EAP)

Según un estudio comparativo del consumo de agua entre dos plantas de lácteos realizado por el Departamento de Ingeniería Biológica y Agricultura de la Universidad de Kansas (1997), la planta A (como la nombran en el artículo), consume 1 Litro de agua por litro de

leche procesada, en cambio la planta B ocupa 4 Litros para procesar cada litro de leche. Ambas plantas procesan 75,000 litros de leche por día y además estas industrias pagan por el agua utilizada (K. Raush; G. Morfan 1997). Por el contrario la Planta de Lácteos de Zamorano aproximadamente ingresa 6,523 litros de leche al día con un consumo promedio de agua de 49,001 litros diarios desde el año 2002 hasta el 2010 y gasta en promedio 7.5 litros de agua/litro leche procesada.

Dicho establecimiento ha tenido cambios con respecto a su consumo de agua y su relación litros de agua/litro leche procesada que ha utilizado desde el año 2002 hasta el mes de julio del 2010 (Figura 8). En el año 2002 y 2003 en promedio se utilizaron 12.6 litros de agua/litro leche procesada, siendo una relación muy elevada comparada a los otros años. Para el año 2004, dicha proporción de litro agua/litro leche procesada fue de 7.0, mostrando una mayor eficiencia en la utilización de agua. En el año 2005, el consumo de agua de la planta fue mucho mayor compararlo con el 2004 (8 litros agua/litro leche). Si se ve el dato normalizado se puede notar la diferencia en la eficiencia del consumo con el 2004.

Para el 2006 la relación de litros agua/litros leche procesada fue de 5.0. En el 2007 el consumo de agua se incremento nuevamente, provocando en consecuencia que la cantidad de litros agua/litros leche procesada sea de 9. En el 2008, la planta necesitó 3'625,059 litros de agua menos que en el 2007 y también tuvo un aumento de 1'488,913 litros de leche que ingresó a la planta. Esto hizo que el monto de litro agua/litro leche fuera de 5.0 un monto parecido al del año 2006. Para el 2009, se mantuvo el consumo de agua del 2008, pero la cantidad de leche bajo y provocó un aumento a 7 litros agua/litro leche procesada.

Hoy por hoy la planta necesita 8.0 litros agua/litros leche procesada. Por razones de tiempo solo se obtuvieron datos de consumo de agua y leche ingresada a la planta hasta el mes de julio del 2010. Para obtener la relación litro agua/litro leche, fue necesario extrapolar los volúmenes de los 5 últimos meses del año para tener una cantidad aproximada de cuál sería el consumo de agua de la planta y cuanta leche el establo llevaría a la misma.

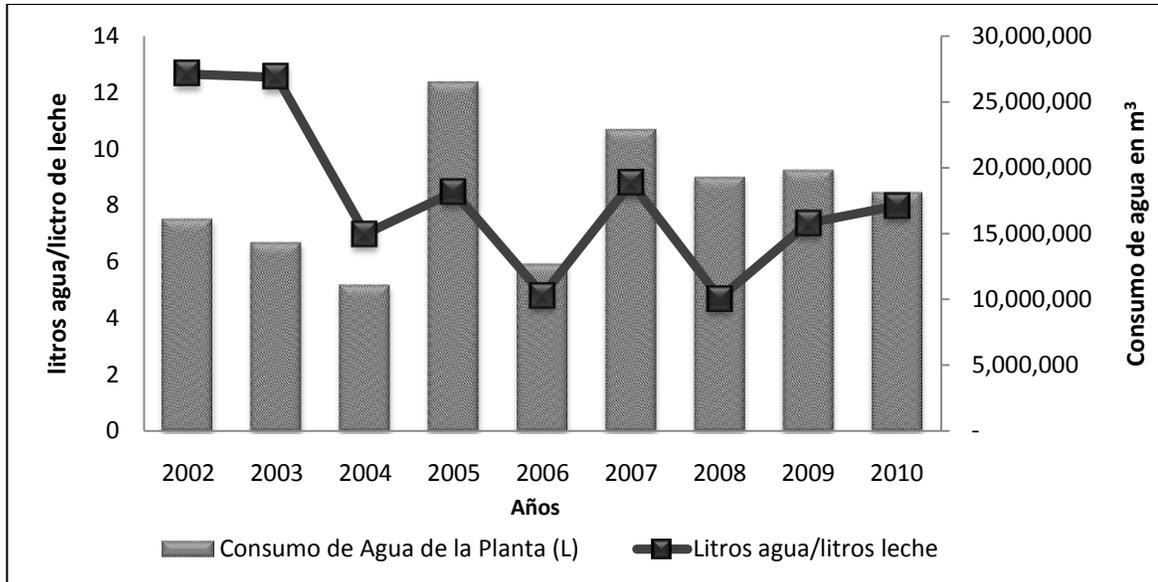


Figura 8. Consumo de agua de la Planta de Lácteos vs agua/litros leche procesada
Fuente: Chávez, Donaldo (Jefe de Mantenimiento de Planta Física, EAP); Trejo, Celia (Jefe de la Unidad de Ganado Lechero)

Una vez conocido el historial de la cantidad consumida de agua por la cantidad de leche ingresada a la planta, es primordial saber, qué es lo que provoca que la planta tenga un alto consumo de agua en relación con otros edificios e industrias que se encuentran en la institución. Actualmente el consumo de agua de la planta es de 18'129,590 litros anualmente, de los cuales 4'302,314 litros son del agua que se desperdicia: antes, durante y después de los procesos (Figura 9). Dentro de esta cifra está el agua que ingresa a la planta (AIP), el agua que se desperdicia (AD), teniendo dentro de esta última categoría el agua que se desperdicia en grifos con manguera (AD GCM) y las máquinas que usan agua de enfriamiento (AD Máquinas).

Del agua que se pierde, el mayor volumen pertenece al agua de enfriamiento, este “es un proceso mediante el cual se necesita agua para retirar el calor de las máquinas” (RITL 2004). A este procedimiento se le atribuyen el 57% del total del agua desperdiciada, debido a que esta agua una vez que entro a la máquina y la enfrió, es descartada. Asimismo los grifos con manguera representa el 17% de dicha agua, para los grifos sin manguera y los lavamanos su gasto es casi insignificante comparados con los antes mencionados (Figura 9).

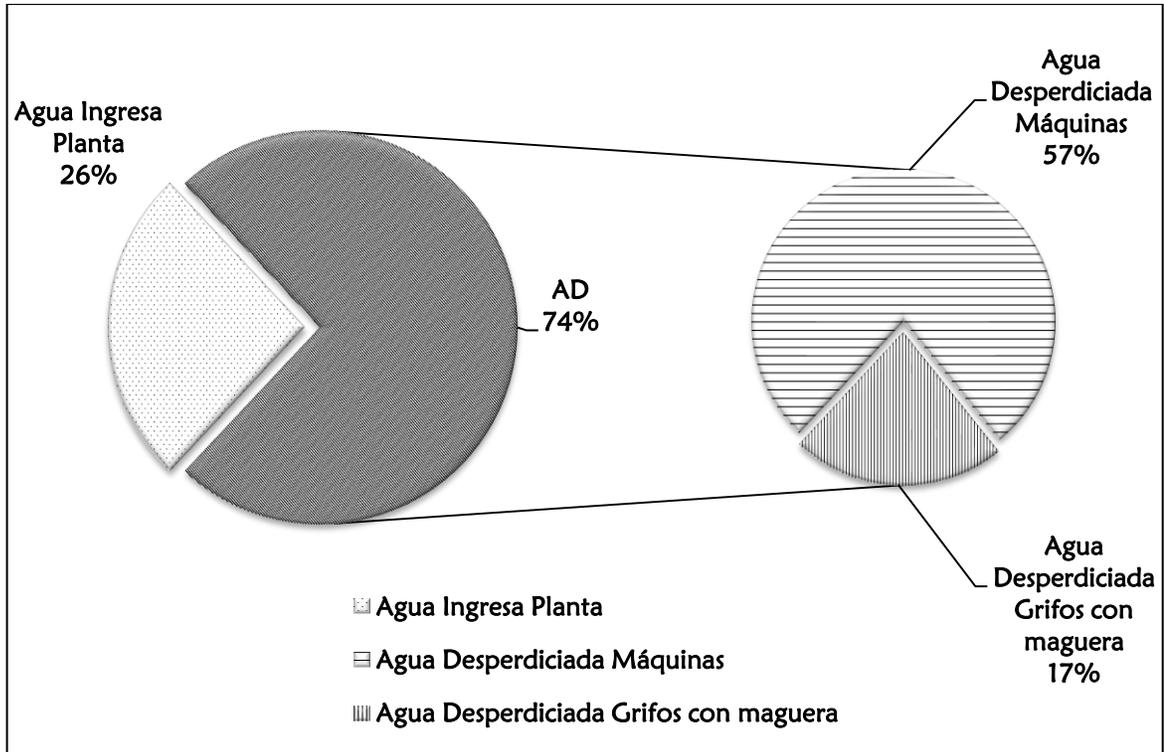


Figura 9. Consumo de Agua de la Planta de Lácteos 2010

Para saber a qué se debe este 17%, se realizó con la ayuda de los estudiantes y trabajadores un mapa mental. En el mismo se determinaron las causas que influyen a este desperdicio y según los trabajadores de la planta es: el uso indebido del agua, ya que la emplean como escoba para retirar todos los desperdicios que se encuentran en el suelo. Además no se ponen en prácticas las charlas que se imparten, ya sea por falta de actitud o por el modo de manejo de la planta ya que están regidos a cumplir órdenes. Por otro lado, surgieron propuestas de posibles soluciones para este problema de desperdicio del líquido vital, como: dar algún tipo de incentivo para el ahorro de agua, puede ser este por persona o a toda la planta, también el establecer un rango de consumo de agua para la planta y si se pasan de este, proceder a pagar una multa a la escuela.

Los estudiantes dedujeron que las causas de desperdiciar el agua de los grifos con mangueras, se debe a que tienen mucha área que limpiar y usan el agua para lavar todo porque les parece más cómodo. Al igual que los trabajadores, los alumnos aportaron con ideas para no desperdiciar agua, estas fueron: realizar dotaciones de agua (o limpieza en seco), también coinciden que mediante incentivos se puede lograr una disminución en el consumo de agua. Realizada esta labor, y con los datos anteriores se consideró pertinente entrevistar al encargado actual de la planta con el objetivo de conocer que piensa sobre los puntos discutidos tanto con los alumnos como los trabajadores. (Figura 10)

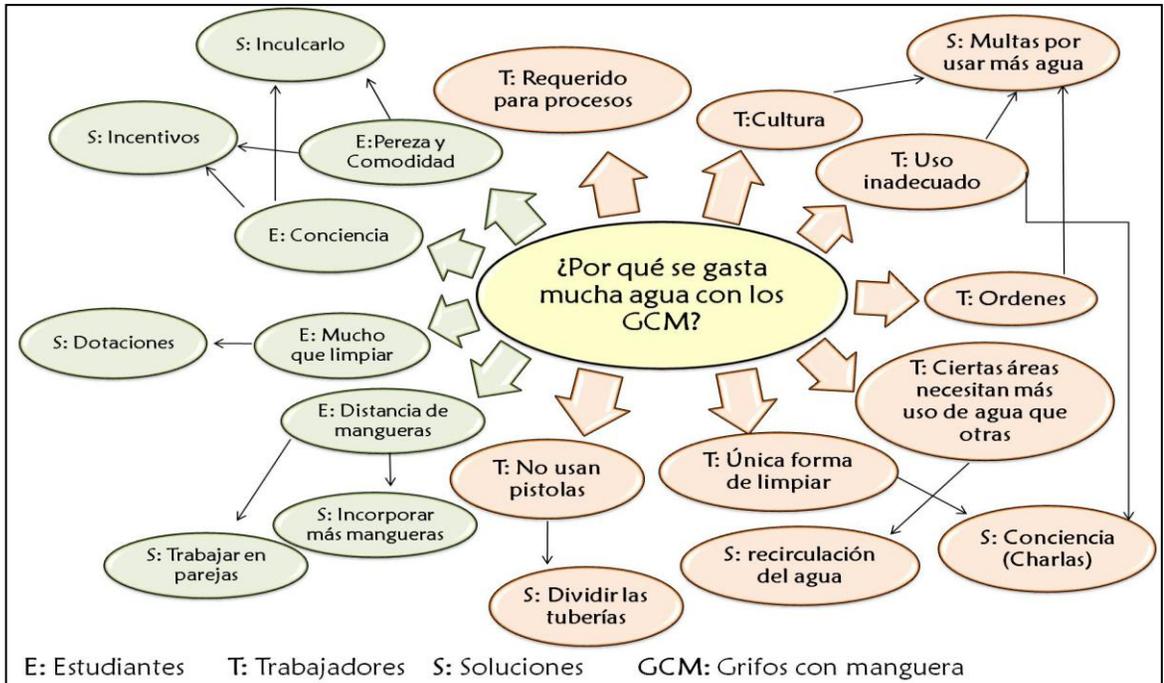


Figura 10. Mapa mental realizado con estudiantes y trabajadores.

Para conocer la opinión del encargado de la planta, se formuló 2 preguntas que fueron el resultado del mapa mental realizado a los estudiantes y trabajadores. El encargado de la planta, contestó por su parte que le parecía buena la idea de brindar incentivos, además que era un tema que se debía discutir con los involucrados (alumnos y trabajadores) y ver posibilidades de cuáles podrían ser dichos estímulos. También con respecto a un programa de lavado en seco, él se refirió que debía primero saber qué cosas pueden lavarse de esta manera. Aún así señaló que se debe probar dicha metodología para conocer si funciona o no, ya que esto puede ocasionar un mal lavado del equipo e incluso que se dejen residuos en la superficie ya sea de producto o detergente al momento del lavado. Igualmente mencionó sobre el uso de pistolas que se está pensando en la implementación de una ordenación de las tuberías para poder utilizar nuevamente las pistolas.

4. CONCLUSIONES

- El consumo de agua en la planta de Lácteos ha fluctuado desde el 2002 hasta el presente año. En promedio la planta consume 17,885 m³ de agua por año que resulta en 7.5 litros de agua/litro de leche procesada. Este consumo se encuentra fuera de los rangos establecidos internacionalmente, que son de hasta 2 litros agua/litro leche procesada.
- La falta de información respecto a la producción diaria, no permite relacionar el alto consumo de agua de la planta con un proceso en particular. Si se pueden identificar dos puntos críticos de desperdicio de agua que son independientes de la producción diaria. Estos puntos son: los consumos en grifos cuyo desperdicio se debe a los malos hábitos de los alumnos y operarios, y el consumo en agua de enfriamiento que se tira al drenaje a pesar de no estar contaminada. Los desperdicios en grifos son de 32,446 litros de agua/día (17%), distribuidos en grifos con manguera (32,272 litros), grifos sin manguera (85 litros) y lavamanos (88 litros), mientras que por enfriamiento se desperdicia 109,000 litros de agua/día (57%).
- La planta no cuenta con un registro de litro de agua/litro de leche procesada por lo que se le dificulta dar seguimiento a su consumo.
- Históricamente Lácteos ha tenido los picos más altos en la relación litros agua/litro leche en el año 2002 y en el 2003 con 13. Los valores más bajos han sido en los años 2006 y en el 2008 con 5. A pesar de que justo después del trabajo de Estévez y Paz (2005) es cuando se registra uno de los consumos menores, la falta de registros específicos no permite establecer una relación entre la reducción y el trabajo de los alumnos.
- En el año 2005 se reportó un consumo de 8 litros de agua por cada litro de leche procesada (Estévez y Paz, 2005). En lo que va de este año está el consumo promedio ha sido el mismo, lo que refleja que no hay implementadas acciones efectivas para la reducción del consumo de agua.
- Desde de la instalación de pistolas en las mangueras a finales del 2005, no se han establecido acciones efectivas para disminuir el uso ineficiente de agua. Además las pistolas fueron retiradas en los primeros meses del 2010 porque se calentaban por el uso de vapor.

- Según la percepción de los alumnos y empleados entrevistados; el alto consumo de agua en grifos se debe a la comodidad, mala actitud, y al considerar que usar menos agua retrasaría su trabajo y tendrían problemas con sus supervisores.
- La diferencia de temperatura en el agua usada para enfriamiento es de 0.6°C entre el agua de entrada y salida. Esta baja diferencia hace que usar una torre de enfriamiento para reusar el agua sea una opción costosa, debido que en la literatura se establece que para reutilizar el agua de enfriamiento se debe implementar un sistema de torres de enfriamiento, siempre y cuando el cambio de temperatura supere los 3°C . Otras opciones son: una recirculación simple renovando una baja porción del agua para renovar la temperatura, y usar un banco de hielo para enfriar el agua en lugar de una torre de enfriamiento.

5. RECOMENDACIONES

- Establecer un sistema de seguimiento al agua consumida por día, leche procesada por día, leche empleada en cada línea por día y productos preparados por día; para poder así controlar su consumo y localizar otros puntos críticos.
- Considerar la instalación de un sistema de recirculación del agua de enfriamiento, que sólo involucre reusar esta agua renovando un porcentaje bajo de la misma. La renovación de una porción de agua es para asegurar que se elimina el calor ganado en los procesos de enfriamiento y que reingresa al sistema a la misma temperatura que lo hace ahora. Esta opción no reducirá a cero el desperdicio por enfriamiento pero puede llegar a reducirlo en un 85% a un muy bajo costo comparado con comprar un banco de hielo o una torre de enfriamiento. Se recomienda además reusar el porcentaje que se saca del sistema en procesos de limpieza.
- Promover un sistema de lavado en seco para reducir el exceso de agua usada. Esto puede llevarse a cabo usando un sistema CIP (“Cleaning in Place”), lo cual consiste en una circulación de los líquidos de limpieza que pasarían a través de las tuberías y máquinas, todo dentro de un circuito cerrado de lavado. Para que este sistema se lleve a cabo sin problemas, se debe realizar una mezcla de detergente y desinfectantes que quite todos los residuos que estén en la tubería. Además, toda la tubería debe encontrarse libre y el conjunto de maquinaria tiene que lavarse al mismo tiempo.
- El sistema CIP se puede complementar con la utilización de limpiadores de hoja de hule en lugar de que se use el agua para empujar los desechos. Esta práctica se implementa para retirar los desechos del piso antes de lavar las áreas con la manguera.
- Revisar la distribución de los grifos de manera que se facilite su manipulación para asegurar un uso efectivo del agua.
- Reutilizar el agua caliente que se usa para limpieza de las máquinas en procesos y áreas que lo permitan.
- Realizar charlas en donde se brinde una explicación de los motivos a economizar el agua, llevando un control y monitoreo de la ejecución de lo enseñado en las mismas. Asegurarse además que lo transmitido en las charlas es consistente con lo exigido al ejecutar las tareas en la planta.

- Reanudar el uso de pistolas en las mangueras, revisando la distribución de mangueras para agua y vapor. En casos necesarios se pueden emplear pistolas con aislamiento térmico por cuestiones de seguridad. Es importante que se tenga en mente que las pistolas ahorran porque permite cerrar la salida de agua *in situ* y por la presión con que sale la misma.
- Establecer indicadores para cada medida tomada de manera que se pueda monitorear su nivel de implementación y su efectividad; modificándolas en caso sea necesario.

6. LITERATURA CITADA

Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, Honduras. 2009. La Producción Más Limpia, una estrategia para la competitividad. (En línea). Pdf. Consultado el 28 de Agosto del 2010. Disponible en: [http://www.mirahonduras.org/publicaciones/Suplemento_P+L_Diario_La_Prensa\(3_nov_2009\).pdf](http://www.mirahonduras.org/publicaciones/Suplemento_P+L_Diario_La_Prensa(3_nov_2009).pdf)

Alvarez, M. 2010. Consumo de Agua de la Planta de Lácteos, Zamorano. (Entrevista). Francisco Morazán, HN, EAP Zamorano

Centro de Gestión Tecnológica e Informática Industrial; Cámara Costarricense de la Industria Alimentaria, CR. 1998. 50 Sugerencias para una mayor eficiencia ambiental en la industria de alimentos. (En línea). San Jose, CR. Consultado el 15 de Agosto del 2010. Pdf. Disponible en: <http://www.p2pays.org/ref/20/19287.pdf>

Centro de Información y Gestión Tecnológica, Cuba. 2006. Producción más Limpia en la Industria Alimentaria. (En línea). Pdf. Consultado el 28 de Agosto del 2010. Disponible en: <http://biblioteca.idict.villaclara.cu/UserFiles/File/producciones%20mas%20limpias%20en%20la%20carnica/1.pdf>

Centro Nacional de Producción mas Limpia, Co. 2004. Consumo de Recursos Naturales y Energia (en linea). Medellin, Colombia. Consultado el 15 de Agosto del 2010. Disponible en: http://www.tecnologiaslimpias.org/html/central/311207/311207_rn.htm

Centro de Producción Más Limpia, Nicaragua. 1994. Manual de Buenas Prácticas Operativas de Producción Más Limpia para la Industria Láctea. (En línea). Pdf. Consultado el 24 de septiembre del 2010. Disponible en: http://www.mific.gob.ni/LinkClick.aspx?fileticket=3RyPsLecS_o%3D&tabid=92

Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles, Bolivia. 2005. Guia Técnica General de Producción Mas Limpia. (En línea). Consultado el 28 de Agosto del 2010. Disponible en : http://www.bolivia-industry.com/sia/novedades/GUIA_PML.pdf

Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles, Bolivia. S.f. Desarrollo de un Programa de Producción más limpia. (En línea). Consultado el 28 de Agosto del 2010. Disponible en: <http://www.cpts.org/pdf/DESARRPROGPML.pdf>

Comisión Nacional del Medio Ambiente, Chile. 1998. Guía para el Control y Prevención de la Contaminación Ambiental. (En línea). Consultado el 23 de Agosto del 2010. Pdf. Disponible en: http://www.conama.cl/rm/568/articles-1016_LacteosGuia.pdf

Chavez, J. 2010. Historial de Consumo de Agua de la Planta de Lácteos, Zamorano (entrevista). Zamorano. HN. Dirección de Planta Física, Zamorano.

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, México. 2003. Manual para el uso eficiente y racional del agua. (En línea). Pdf. Consultado el 2 de Septiembre del 2010. Disponible en:

<http://www.waterymex.org/contenidos/rtecnicos/Reduccion%20de%20la%20Demanda/Manual%20Uso%20eficiente%20y%20racional%20del%20agua.pdf>

Instituto Nacional de Estadística, España. 2008. Estadísticas e indicadores del agua. (En línea). Consultado el 17 de Agosto del 2010. Pdf. Disponible en: <http://www.ine.es/revistas/cifraine/0108.pdf>

Ministerio de Fomento, Industria y Comercio, Nicaragua.. s.f. Manual de Buenas Prácticas Operativas de Producción Más Limpia para la Industria Láctea. (En línea). Pdf. Consultado el 28 de Agosto del 2010. Disponible en:

http://www.mific.gob.ni/LinkClick.aspx?fileticket=3RyPsLecS_o%3D&tabid=92

Montes, M. (2010). Zamorano, un laboratorio vivo en Centroamérica. Estrategias & Negocios. Jun. 2010

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, Paris. 2003. Water for people, water for life. (En línea). Paris, Francia. Consultado el 16 de Agosto del 2010. pdf. Disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001295/129556s.pdf>

Paz, A; Estévez E. 2005. Mapeo de Puntos Húmedos, Energía y Procesos de la Planta de Lácteos, Zamorano, Honduras. Tesis de Ingenieros en Desarrollo Socioeconómico y Ambiente Grado Académico de Licenciatura. Francisco Morazán, HN. EAP Zamorano. 89 p

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, C.A. 2007. Problemática del agua en el Mundo. (En línea). Consultado el 17 de Agosto del 2010. Pdf. Disponible en: <http://www.pnuma.org/reconat/esp/documentos/cap1.pdf>

Sistema Estatal de Información del Agua, Mexico. 2007. Uso Eficiente del Agua. (En línea). Pdf. Consultado el 28 de Agosto del 2010. Disponible en: <http://seia.guanajuato.gob.mx/document/AquaForum/AF45/AquaForum45.pdf>

United Nations Industrial Development Organization, Austria.. s.f. Introducción a la Producción más Limpia. (En línea). Pdf. Consultado el 28 de Agosto del 2010. Disponible en:

http://www.unido.org/fileadmin/user_media/Services/Environmental_Management/CP_ToolKit_spanish/PR-Volume_01/1-Textbook.pdf

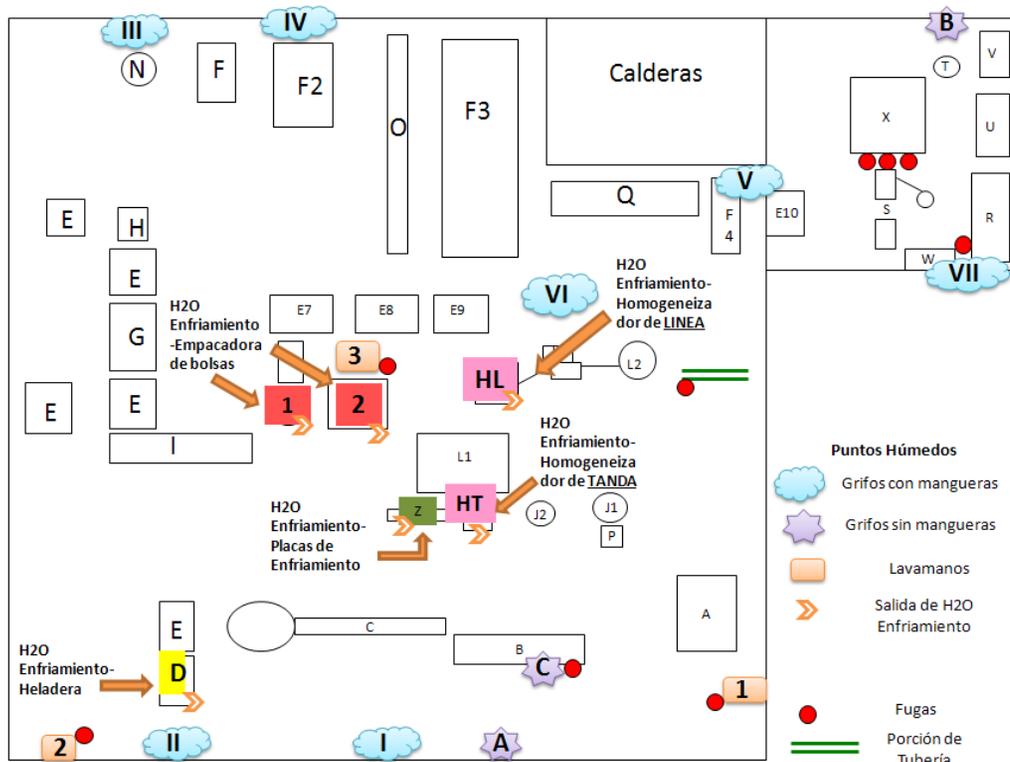
Unidad Técnica de Estudios para la Industria, Paraguay. 2009. Industria Láctea. (En línea). Consultado el 16 de Agosto del 2010. Pdf. Disponible en: http://www.funcex.com.br/material/REDEMERCOSUL_BIBLIOGRAFIA/biblioteca/ESTUDOS_PARAGUAY/PRY_26.pdf

United Nations Environment Programmers. Australia. 2004. Eco-efficiency for the Dairy Processing Industry. (En línea). Pdf. Consultado el 28 de Agosto del 2010. Disponible en: http://www.ecoefficiency.com.au/Portals/56/factsheets/foodprocess/dairy/ecodairy_manual.pdf

World Business Council for Sustainable Development, Washington. 2006. La empresa en el mundo del agua. (En línea). Consultado el 18 de Agosto del 2010. Pdf. Disponible en: <http://www.wbcsd.org/web/publications/water-scenarios-spanish.pdf>

7. ANEXOS

Anexo 1. Diagrama de la Planta de Lácteos



Simbología

A: mantequillera

B: lava tubos

C: envasadora

D: heladera

E: mesones

F: queseras

G: prensadora de queso

H: cortadora de queso

I: Fechadora

J: Pasteurizador

K: Homogenizador

L: Tanque de almacenamiento de leche

M: empaadora de leche en bolsa

N: marmita

O: prensadora de queso

P: mescladora

Q: estante para moldes

R: estante para yogos

S: descremada

T: gas para lavar yogos

U: Tanque de enjuagar

V: lava yogos

W: lavadero de recibo

Z: enfriador de placa

Anexo 2. Formato de Grifos y Lavamanos

Grifos y Lavamanos					
Responsable					
Fecha:					
Turno:					
Actividades	Uso del Agua	Caudal (litros/min)	Tiempo Uso (min)	Tiempo de desperdicio (min)	Observaciones: Por que se considera desperdicio
Grifo I con manguera					
Grifo II con manguera					
Grifo III con manguera					
Grifo IV con manguera					
Grifo V con manguera					
Grifo VI con manguera					
Grifo VII con manguera					
Grifos sin manguera A					
Grifos sin manguera B					
Grifo sin manguera C					
Lavamanos 1					
Lavamanos 2					
Lavamanos 3					

Anexo 3. Formato Salida de Agua de las Máquinas de Enfriamiento

Salida de Agua de las Maquinas de Enfriamiento			
Responsable			
Fecha:			
Turno:			
Agua de enfriamiento (maquinas)	Caudal (litros/min)	Tiempo de Salida	Se hizo uso de esta agua?
Homogenizador Tanda HT			
Homogenizador Línea HL			
Envasadora de bolsa 1			
Envasadora de bolsa 2			
Maquinas de helados			
Placas de enfriamiento			

Anexo 4. Ubicación de toma de datos



Grifo con manguera II



Grifo con manguera II



Grifo con manguera III



Grifo con manguera IV



Grifo con manguera V



Grifo con manguera VI



Grifo con manguera VII



Grifo sin manguera A



Grifo sin manguera B



Grifo sin manguera C



Lavamanos 1



Lavamanos 2



Lavamanos 3



Homogenizador de Línea



Homogenizador de tanda



Máquina de helados



Empacadora de bolsa



Enfriador de placas

Anexo 5. Datos históricos en Litro agua/litro leche de la planta de lácteos de la EAP

Año	Consumo de Agua de la Planta (L)	Cantidad de Leche Ingresada a la Planta (L)	L agua/ L leche
2002	16'135,149	1'275,174	13
2003	14'335,645	1'143,208	13
2004	11'123,914	1'592,579	7
2005	26'518,544	3'128,576	8
2006	12'719,039	2'635,474	5
2007	22'906,417	2'603,070	9
2008	19'281,358	4'091,984	5
2009	19'821,105	2'689,332	7
2010	18'129,590	2'270,387	8

Anexo 6. Tabla de consumo de diario de agua en la Planta de Lácteos (22-Junio al 24 Julio 2010)

Fecha	Agua Utilizada			Agua Desperdiciada		
	L/día	L/hora	L Agua/L Leche	L/día	L/hora	L Agua/Li Leche
22-Jun-10	14,717	1,635	3	22,940	2,548	4
23-Jun-10	24,308	2,700	4	9,481	1,053	2
24-Jun-10	34,323	3,813	6	17,782	1,975	3
25-Jun-10	11,733	1,303	2	9,177	1,019	2
26-Jun-10	7,993	888	1	10,680	1,186	2
18-Jul-10	9,537	1,059	2	3,061	340	0.3
19-Jul-10	17,629	1,958	3	14,166	1,574	3
20-Jul-10	16,843	1,871	3	14,518	1,613	3
21-Jul-10	18,219	2,024	3	19,918	2,213	4
22-Jul-10	12,634	1,403	2	6,707	745	1
23-Jul-10	0	0	0.	0	0	0
24-Jul-10	11,435	1,270	2	13,009	1,445	3
Sumatoria (L)	179,375	19,930	32	141,445	15,716	27
Promedio (L)	27,596	1,660	3	11,787	1,309	2

Anexo 7. Reducción de la relación litro agua/litro leche, realizando una reutilización del agua de enfriamiento en un 50%.

Año	Consumo de Agua de la Planta (L)	50% Se Reutiliza	En total se usa	Cantidad de Leche Ingres a la Planta (L)	L agua/ L leche
2002	16'135,149	8'067,574	8'067,574	1'275,174	6
2003	14'335,645	7'167,822	7'167,822	1'143,208	6
2004	11'123,914	5'561,957	5'561,957	1'592,579	3
2005	26'518,544	13'259,272	13'259,272	3'128,576	4
2006	12'719,039	6'359,519	6'359,519	2'635,474	2
2007	22'906,417	11'453,208	11'453,208	2'603,070	4
2008	19'281,358	9'640,679	9'640,679	4'091,984	2
2009	19'821,105	9'910,552	9'910,552	2'689,332	4
2010	18'129,590	9'064,795	9'064,795	2'270,387	4
				promedio	4

Anexo 8. Reducción de la relación litro agua/litro leche, realizando una reutilización del agua de un 60%

Año	Consumo de Agua de la Planta (L)	Ahorrando 60% del agua desperdiciada	En total se usa	Cantidad de Leche Ingres a la Planta (L)	Litros agua/litros leche
2002	16'135,149	9'681,089	6'454,059	1'275,174	5
2003	14'335,645	8'601,387	5'734,258	1'143,208	5
2004	11'123,914	6'674,348	4'449,565	1'592,579	3
2005	26'518,544	1'591,126	1'607,417	3'128,576	3
2006	12'719,039	7'631,423	5'087,615	2'635,474	2
2007	22'906,417	13'743,850	9'162,567	2'603,070	3
2008	19'281,358	11'568,814	7'712,543	4'091,984	2
2009	19'821,105	11'892,663	7'928,442	2'689,332	3
2010	18'129,590	10'877,754	7'251,836	2'270,387	3
				promedio	3