

ANÁLISIS DEL IMPACTO SOCIOECONÓMICO A PARTIR DE LA IMPLEMENTACIÓN DE ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL APROVECHAMIENTO DE LAS AGUAS LLUVIAS EN LAS UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER.

Serrano S. – Mayra Alejandra¹

Hernández G. - Diego²

RESUMEN

En el presente documento se exhibirán los resultados de la investigación que se ejecutó en las Unidades Tecnológicas de Santander - UTS, Institución pública de educación superior del orden departamental. La investigación se realizó con el fin de evaluar en términos sociales y económicos el impacto que causaría la captación de agua lluvia como alternativa institucional para el uso eficiente, ahorro y prevención de la escasez del agua sin incluir el consumo humano en las instalaciones de la Universidad. La investigación es de enfoque cuantitativo, donde se realizó revisión bibliográfica en lo referente a Producción más Limpia, así como un inventario de dispositivos de agua para poder determinar la necesidad de agua de las UTS, de igual se caracterización las aguas lluvias mediante un análisis fisicoquímico y otro microbiológico con el fin de conocer la calidad del agua de la zona, también se evaluó desde el punto de vista técnico, si el agua lluvia que se va a captar es suficiente para abastecer las necesidades de agua de la institución, y finalmente evaluar el impacto de la implementación del sistema, permitiendo

¹ Tecnóloga Ambiental, Ingeniera Ambiental, Especialista Gerencia de Riesgos Laborales Seguridad y Salud en el trabajo, Candidata a Magister en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, Auditora Fiscal de la Contraloría Municipal de Bucaramanga, adscrita a la Oficina de Participación Ciudadana. mayra.serrano24@gmail.com

² Técnico Profesional en Saneamiento Ambiental, Licenciado en Educación Ambiental, Especialista en Gestión de Proyectos de Desarrollo con Enfoque Socio-Humanístico, Magister en Educación Docencia, Magister en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, Candidato a Doctor Desarrollo Sostenible. Docente-Investigador Universidad de Manizales. diegoh@umanizales.edu.co

concluir que las aguas lluvias solo suplirían el 6% del agua requerida para el funcionamiento de las UTS, implementación que requiere una inversión muy alta que no refleja un impacto socioeconómico significativo para la institución.

PALABRAS CLAVE

Agua lluvia, Producción Más Limpia, Impacto socioeconómico, gestión del recurso hídrico.

ABSTRACT

In this document, I will show the results of the investigation which had been doing in the Unidades Tecnológicas de Santander - UTS, public institution of high education. The investigation was executed with the objective of evaluating by social and economical means the impact that would cause the catchment of rainwater as an institutional alternative to the right use, save and prevention of water shortage without including human consumption in the university facilities. The study has a quantitative approach where was need a bibliography check in relation to cleaner production, an inventory of water devices to figure out the necessity of water in the UTS. At the same time, the rainwaters were checked through the physical, chemical and microbiological analysis in order to know the quality of the water in the zone, also, was evaluated with the objective of knowing if the water would be enough to supply the water needs of the university, and finally, review the impact of the implementation of the system, concluding that the rainwater only will supply 6% of the water required to running the UTS, project that needs a high investment which does not reflect a socio-economic impact on the institution.

KEYWORDS

Rainwater, Cleaner Production, Socioeconomic Impact, water management resource

INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso inagotable, cubre dos tercios de la superficie terrestre, solo el 0,025% del agua es dulce y está disponible para el consumo de la fauna, flora y seres humanos del planeta. (Greenpeace Colombia, s.f.)

La población mundial a 2018 supera los 7.633 millones de personas (Fondo de Poblacion de las las Naciones Unidas (UNFP), 2019) que requieren el agua para el desarrollo de la vida (consumo y saneamiento básico). Con el paso de los años no solo la población ha crecido, sino la demanda de agua se ha triplicado en los últimos 50 años. (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), 2003).

Al existir una gran diferencia en la disponibilidad del agua, falta de acceso al recurso, precios inequitativos, problemas para prestar los servicios de consumo y saneamiento, y el gran contenido de contaminantes que presta a nivel mundial, se hace necesario hablar de seguridad del agua, ya que con el manejo que se le está dando en la actualidad puede afectar todo el espectro de usos humanos y ambientales de este recurso. (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), 2012).

Debido a la importancia del agua, la gestión sostenible del recurso hídrico es una acción indispensable para el futuro del planeta. Colombia ha venido trabajando estos temas, lo cual se ve reflejado en el desarrollo de políticas y programas, donde el agua juega un papel importante como un recurso estratégico para el desarrollo

social, cultural y económico del país, (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015) además de las políticas, desde el año 1997 Colombia cuenta con el Programa para el Uso Eficiente y Ahorro del Agua el cual se incluye en el principio 6 de la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico (2010 – 2022) la cual busca la conservación y aprovechamiento sostenible del recurso hídrico.

Con el fin de dar cumplimiento a las políticas y programas establecidos por el gobierno nacional sobre la gestión integral del recurso hídrico, las universidades como actores que pueden influir en el cambio de comportamientos sobre la población deben considerar la necesidad de implementar técnicas que ayuden a dar un manejo adecuado al recurso, por tal razón, la Alta dirección de las Unidades Tecnológicas de Santander (UTS) consideran que con la implementación de estrategias de Producción Más Limpia (PML) se puede lograr el cumplimiento normativo y además generar un cambio cultural sobre los directivos, docentes, personal administrativo, estudiantes y ciudadanos que frecuentan la institución en lo referente a una correcta gestión del recurso hídrico y regular el consumo.

A demás de los beneficios ambientales que tendría la implementación de las estrategias de PML, la institución generaría un valor agregado a la prestación del servicio educativo, ya que sería una entidad que disminuye la contaminación que genera y aporta al desarrollo de la población, a la conservación del recurso hídrico y al uso eficiente de los recursos económicos. Al contar con este factor diferenciador, la Institución podría ser reconocida a nivel nacional como una de las pocas instituciones interesadas en optimizar sus procesos logrando ser más verdes, controlando uno de los impactos más significativos en el sector educación como es el desperdicio del agua.

Para llegar a la sostenibilidad en lo referente al consumo de agua, se hace necesario identificar las necesidades y puntos donde se podrían implementar las estrategias de PML dentro de las UTS, una de estas estrategias es el aprovechamiento de las

aguas lluvias, para lo cual es necesario conocer la calidad de la lluvia de la ciudad de Bucaramanga, específicamente en el área de la ciudadela real de minas y definir si son o no aptas para usar dentro de las actividades que se desarrollan en la Institución y finalmente hay que evaluar desde el punto socio-económico el impacto que se genera al implementar esta estrategia de PML en las instalaciones de la UTS. Esta aplicación depende del conocimiento técnico, económico y ambiental sobre prácticas, procesos y tecnologías limpias disponibles que puedan ser aplicadas en las Universidades.

El 62% de la lluvia en Colombia se convierte en oferta hídrica superficial equivalente a un volumen de 2.012 Km³, (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, 2015) la cual representa un potencial de aprovechamiento; en el caso de las instituciones educativas, es una posible práctica de fácil implementación, que permite disminuir los consumos de agua potable, logrando así, una reducción en los gastos por dichos consumos, dando un uso eficiente al recurso agua evitando así un detrimento patrimonial, de manera que aquellos sistemas en los cuales el agua potable no es necesaria, puedan ser abastecidos por el agua lluvia, como lo propone Natalia Palacio Castañeda, en la propuesta de un sistema de aprovechamiento de agua lluvia, como alternativa para el ahorro de agua potable, en la institución educativa María Auxiliadora De Caldas, Antioquia.

Diversos estudios de investigación sobre el aprovechamiento de aguas lluvia fueron revisados como marco de referencia para el desarrollo de esta tesis, para lo cual se resalta a nivel global, específicamente a nivel de Suramérica, la tesis titulada “Aprovechamiento de agua lluvia, para optimizar el uso de agua potable residencial” por Penny Grandez Rodríguez, la cual se desarrolló en Lima – Perú, (Grandez Rodriguez, 2015), en segundo lugar, se tiene que en junio del 2006 fue presentado en el VI SERA - Seminario Iberoamericano sobre Sistemas de Abastecimiento Urbano de Agua en Joao Pessoa, Brasil, el trabajo de investigación titulado “Sistemas de Aprovechamiento de agua lluvia para vivienda urbana” por José Ballén

Suarez, Miguel Galarza García, y Rafael Ortiz Mosquera (Ballen Suarez, Galarza Garcia, & Ortiz Mosquera, 2006).

A nivel Nacional, la tesis titulada “Requerimientos de Infraestructura para el aprovechamiento sostenible del agua lluvia en el Campus de la Pontificia Universidad Javeriana, sede Bogotá.” por Jorge Estupiñán Perdomo, y Héctor Zapata García la cual fue presentada en el año 2010 (Estupiñán Perdomo & Zapata Garcia, 2010) y por último, a nivel regional en el 2014 fue presentado en la Facultad de Ciencias Contables, Económicas y Administrativas de la Universidad de Manizales, Colombia, Unidad de Postgrados la tesis titulada “Captación de agua lluvia como alternativa comunitaria ante la escasez y la contaminación para el consumo humano y actividades agropecuarias en las veredas El Salado y La Aguada del municipio de Lebrija Santander, Colombia.” por Nelsy Gualdrón Becerra (Gualdrón Becerra, 2014).

Con la investigación se busca dar una solución a la problemática que se ha venido presentando en Santander con el desabastecimiento de agua, ya que al realizar el estudio en la UTS y conocer el impacto socio económico que representa esta estrategia de PML en la comunidad, de ser positivo el impacto se podrían aplicar las técnicas a otras instituciones educativas de básica primaria, secundaria, educación superior y entidades como lo son la alcaldía y gobernación, ya que el uso planificado del agua lluvia contribuye a la construcción de sostenibilidad urbana, además el agua lluvia es la encargada de recargar acuíferos, garantiza la soberanía alimentaria, facilita la reducción de desastres y la supervivencia de ecosistemas estratégicos. También tiene una dimensión cultural que contribuye a preservar valores y símbolos locales y afianza la responsabilidad en la gestión del recurso hídrico (Pacheco Montes, 2008).

El objetivo del estudio se enfocó en realizar una aproximación metodológica para evaluar la viabilidad socioeconómica del aprovechamiento de las aguas lluvias

como estrategia de PML en las UTS, para lo cual fue necesario desarrollar los siguientes objetivos específicos: Identificar estrategias de Producción Más Limpia para el aprovechamiento de aguas lluvias, Determinar las necesidades y puntos de uso de aguas lluvias en las UTS, Caracterizar la calidad Fisicoquímica y microbiológica de las Aguas Lluvias y Determinar los impactos socioeconómicos generados en la implementación de estrategias de PML para el aprovechamiento de aguas lluvias.

METODOLOGIA

La investigación es de enfoque cuantitativo, debido a que a partir de información de características cuantificables se busca describir y explicar los fenómenos objetos de estudio, para la investigación, se conocerá como unidad de análisis el impacto socio económico del aprovechamiento de aguas lluvia y la unidad de trabajo son las Unidades Tecnológicas de Santander (UTS), Institución pública de educación superior, descentralizada del orden departamental, creada por Ordenanza de la Asamblea de Santander No. 090 de 1963 con patrimonio y presupuesto independiente (Unidades Tecnológicas de Santander (UTS), 2015), la cual está conformada por estudiantes, docentes, personal administrativo e infraestructura; donde su sede principal cuenta con un total de 17.178 personas y 3 edificios. (Serrano Acevedo, 2017).

Con el fin de recopilar la mayor cantidad de información se van a usar fuentes primarias de las cuales se obtiene información directamente de la realidad, esta es suministrada por parte de las personas, organizaciones y hechos; fuentes secundarias que es el material referido al objeto de estudio que otros produjeron es decir que ha sufrido algún tipo de medición, también se relaciona como todo el material impreso (Bernal Torres, 2010).

Se comenzó con la revisión bibliográfica en lo referente a PML, para esto se usó como fuente de información las revistas especializadas y libros de alta rigurosidad académica en temas de PML, así como revisión de la legislación vigente; permitiendo la identificación de las estrategias de PML, en especial las relacionadas con el aprovechamiento de aguas lluvias.

Así mismo, con el fin de conocer cuál de las actividades ejecutadas en las UTS para su funcionamiento genera un mayor impacto al medio ambiente, se procedió a realizar una Evaluación de Impacto Ambiental utilizando el Método de Leopold, el cual es planteado por Arboleda (2008) en su obra *Manual para la Evaluación de Impacto Ambiental de Proyectos, obras o Actividades*, esta evaluación se realizó para justificar la necesidad de buscar una alternativa de uso eficiente y productivo a los recursos naturales usados dentro de las UTS.

Una vez reconocido el Factor Ambiental que más se impacta en el funcionamiento de las UTS y con el resultado obtenido de la revisión bibliográfica, se procedió a identificar los dispositivos de agua de las UTS mediante el desarrollo de un inventarió a las instalaciones, permitiendo así determinar en qué puntos se puede hacer uso de aguas lluvias en las UTS.

Teniendo identificados los dispositivos y puntos de agua, se evaluó la calidad del agua lluvia a usar, para lo cual se hizo necesario realizar la captación de aguas lluvias en las instalaciones de la universidad en dos recipientes, uno plástico para los análisis físico químico y otro de vidrio para análisis microbiológico, es importante aclarar que a la fecha no hay legislación referente a los valores máximos aceptables que regule los análisis físicos, químicos y microbiológicos para pruebas en agua lluvia destinada para el consumo humano; por lo cual se toma como referente a los límites definidos en la resolución 2115 del 2007 para la calidad del agua para el consumo humano. Es importante aclarar que estos análisis se hicieron con el laboratorio Quimiproyectos S.A.S, el cual se encuentra acreditado por el IDEAM.

Finalmente, se procedió a determinar los posibles impactos socioeconómicos tras la implementación de estrategias de PML para el aprovechamiento de aguas lluvias, el cual se desarrolló en dos etapas:

En la primera etapa, se realizaron 376 entrevistas, donde los entrevistados fueron estudiantes, docentes, personal administrativo (celadores, personal de oficios varios, secretarias, auxiliares, CPS, asesores, entre otros) y directivos, con el fin de conocer el uso que los miembros de la comunidad uteista le dan al recurso agua y la importancia que tendría la implementación de estrategias de PML específicamente el aprovechamiento de aguas lluvias.

El conjunto de la población de este estudio fue finita porque se enfoca en los estudiantes y trabajadores que forman parte de las UTS, para definir la muestra se utilizó una plantilla en Excel propuesta por INDEMER – Investigación de mercados, la cual es una empresa dedicada a diseñar procesos de Investigación de Mercados y consultoría en Mercadeo. (Investigación de Mercados - INDEMER, 2016).

La segunda etapa, corresponde a realizar la factibilidad del sistema de captación de agua pluvial de techos en las UTS, para esto se siguió con los parámetros de diseño establecido por la Organización Panamericana de la Salud (2004) en la *Guía de diseño para captación del agua de lluvia*.

RESULTADOS

Como fundamento teórico, las estrategias de PML se tomaron del Libro Producción Más Limpia, Paradigma de la gestión ambiental del año 2008 publicado por la Universidad de los Andes, el cual tiene por autores a Bart van Hoof, Néstor Monroy y Alex Saer. A continuación, relaciona la información relevante a esta investigación.

El concepto de la Producción más Limpia, como tal, nace de uno de los documentos fundamentales de la cumbre de Río sobre medio ambiente y sostenibilidad, la denominada Agenda 21. La Agenda 21 contiene un conjunto de programas destinados a alcanzar una guía para lograr el desarrollo sostenible. Se trata de dirigirse hacia un desarrollo que sea ambientalmente sostenible en el acceso y uso de los recursos naturales y que contribuya a contribuir las amenazas ambientales globales; que sea socialmente sostenible mediante la erradicación de la pobreza y la inequidad; que sea culturalmente sostenible mediante el respeto y la revaloración de la diversidad cultural, y que sea políticamente sostenible mediante la construcción de una democracia más participativa. La agenda contiene 34 capítulos que se ocupan de las diversas dimensiones del desarrollo, incluyendo los referentes a los patrones de producción y consumo, y en ella se da prioridad a la implementación de Producción más Limpia y a las tecnologías de prevención y reciclaje.

Adicionalmente, la UNEP promueve la *Declaración Internacional en Producción más Limpia*, la cual es una afirmación pública y voluntaria del compromiso en la práctica y la promoción de la PML. Este instrumento, que nace después del Quinto Seminario de Alto Nivel en PML – en Corea, 1998-, provee la oportunidad de obtener compromisos de alto nivel por parte de líderes políticos, sociales y económicos, para asegurar el reconocimiento y apoyo general para una adopción más amplia e intensa de la PML a nivel internacional, nacional y local.

El concepto de la Producción más Limpia es diferente al concepto de “fin de tubo”. Este último incluye el uso de una variedad de tecnologías y productos para el tratamiento de los desechos sólidos, los vertimientos líquidos, las emisiones gaseosas y, en general, todo tipo de contaminación una vez producida. Estas tecnologías, en general, no reducen la contaminación, sino que disminuyen su toxicidad trasladándola de un medio a otro (Muys, 1997).

La PML (o prevención de la contaminación), por el contrario, es una estrategia que busca prevenir la generación de la contaminación en la fuente, en vez de controlarla al final del proceso.

De acuerdo con la UNEP, la Producción más Limpia es una aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva integrada, en los procesos productivos, los productos y los servicios para reducir los riesgos relevantes a los seres humanos y el medio ambiente.

La mayor eficiencia ambiental que se logra implementando una estrategia de PML está asociada a la prevención de la contaminación, producto de un uso eficiente de los recursos. Así mismo, la mayor eficiencia económica también está asociada a (Uniandes, CDI, 2001):

- Un menor uso de materias primas y energía,
- Una recuperación de materiales y subproductos,
- Menores pagos por impuestos y multas ambientales.

Según el Banco Mundial, puede alcanzarse una reducción de 20 a 30% de la contaminación sin necesidad de hacer inversiones de capital; y puede lograrse una reducción adicional de 20% o más con inversiones cuya tasa de retorno es de meses, si se implementan mecanismos de PML.

La importancia de esta estrategia radica a su aporte en su aporte a la competitividad basada en la conservación del medio ambiente y la responsabilidad social, contribuyendo de esta manera al equilibrio entre los tres elementos principales del desarrollo sostenible como objetivo universal.

La PML, además de generar beneficios para el sector productivo, también produce resultados positivos en otras partes interesadas. Por ejemplo, a la comunidad,

porque ésta obtiene una mejor calidad de vida; a los inversionistas, porque ante un mejor desempeño ambiental las empresas se puede generar valor, y a la administración pública, porque reduce sus costos de operación.

La implementación de la PML puede darse a nivel de las empresas o a nivel gubernamental. En primera instancia, la Producción más Limpia como estrategia preventiva simplemente a nivel empresarial, en el cambio de procedimientos de operación, en tecnología y estrategias administrativas. La asimilación del concepto de Producción más Limpia por parte de las empresas depende de la voluntad de estas y no es un proceso automático. Especialmente, las variables del entorno de las empresas son determinantes para la creación de la concepción en el interior de ellas.

Por otro lado, la adopción de medidas preventivas por parte de las empresas representa igualmente beneficios para los diferentes actores de su entorno, como son la disminución de la contaminación ambiental y el desarrollo económico, con sus beneficios sociales relacionados.

De esta manera, la Producción más Limpia integra distintos intereses de diferentes actores del entorno empresarial como son: Las autoridades ambientales, los gremios, las universidades, los entes territoriales, los consultores especializados, entre otros.

Las universidades y centros de educación desempeñan un papel importante en la creación de sensibilidad y capacidades profesionales en las empresas, tanto a nivel general como a nivel profesional y operacional. El beneficio de la implementación de la Producción más Limpia por parte de estos actores se refleja en la oportunidad de innovación del desarrollo y comercialización de servicios que estos ofrezcan, como son cursos de capacitación y proyectos de investigación.

La Producción más Limpia, como mecanismo de política, es actualmente una de las alternativas de vanguardia para el manejo de estos problemas de contaminación. Su importancia radica en que es una estrategia productiva que utiliza un enfoque más proactivo que reactivo en la solución de los problemas. Podemos afirmar que los principios de la Producción más Limpia están acordes con los principios del desarrollo sostenible, ya que ésta no está encaminada a la reducción de la actividad industrial y comercial de una economía, sino que, dentro de la actividad productiva, aplica herramientas que tienden a su optimización y a la reducción de la contaminación.

La Producción más Limpia invita a una nueva forma de pensar y analizar el desarrollo actual de las sociedades en función de la problemática ambiental, social y económica.

Por otro lado, la Producción más Limpia puede considerarse como una estrategia empresarial enfocada hacia procesos productivos, productos y servicios, a fin de reducir costos, incentivar innovaciones y reducir los riesgos relevantes al ser humano y al medio ambiente. Sus alcances abarcan aspectos internos de la industria, como la calidad del producto, el acceso a tecnología alternativa, la disponibilidad de capital y la resistencia cultural; y externos, como las políticas macroeconómicas y ambientales, aspectos ambientales, la presión de la comunidad, la demanda en el mercado por productos sostenibles y el acceso a tecnología alternativa. De esta manera la Producción más Limpia une la gestión ambiental y la competitividad empresarial.

El propósito de la estrategia de Producción más Limpia es la implementación de acciones y alternativas concretas que contribuyan a la competitividad de la empresa. Estas alternativas de acciones concretas dependen de las particularidades de cada empresa. Para identificar y desarrollar las acciones y alternativas preventivas apropiadas y prioritarias para la empresa existe una gama de herramientas, que se

definen como técnicas concretas para obtener y combinar información que nos permita tomar decisiones sobre cambios en la operación de una organización. Para el caso de la Producción más Limpia, las herramientas son instrumentos que permiten definir el estado ambiental y económico de un producto o proceso, ya sea administrativo o productivo, y con base en su aplicación establecer los objetivos de las alternativas preventivas a implementar.

Las herramientas pueden clasificarse en tres grupos principales, dependiendo de su función, de la parte del proceso productivo que analiza, o del tipo de resultado que proporcionan. En algunos casos una misma herramienta puede ser clasificada en distintas categorías.

Como herramientas más importantes dentro de la Producción más Limpia se encuentran los ecomapas, ecobalances y la matriz MED dichas herramientas permiten identificar de manera simple los puntos críticos de una empresa o sector productivo. No obstante, la herramienta más importante de Producción más Limpia son los costos de ineficiencia, debido a que el poder de la estrategia de Producción más Limpia se muestra en la identificación de alternativas preventivas que llevan a obtener beneficios económicos para la empresa, y al mismo tiempo beneficios para el medio ambiente.

Solo en la medida en que se puedan reducir los impactos al medio ambiente y la vez las ineficiencias que producen dichos impactos, las alternativas de Producción más Limpia diseñadas van a ser congruentes con los principios de desarrollo sostenible.

La fuerza de la estrategia de Producción más Limpia costo de ineficiencia se muestra en la identificación de alternativas preventivas, que llevan a obtener beneficios económicos para la empresa y beneficios para el medio ambiente. Como herramienta básica para identificar estas alternativas que contribuyan a la

competitividad empresarial, se define el análisis de los costos de ineficiencia, los cuales involucra principalmente los costos ambientales.

Una manera de definir la eficiencia es el grado de aprovechamiento de los recursos para producir un producto o servicio. Así, los costos de ineficiencia se definen como los gastos que no fueron estrictamente necesarios para obtener los mismos beneficios. Ahora, como la ineficiencia está directamente relacionada con la eficiencia, su sumatoria era siempre del 100%. En el caso de que la eficiencia de un proceso de transformación es 60%, su ineficiencia es 40%, o cuando la eficiencia es 85%, la ineficiencia será 15%.

El cálculo de los costos de ineficiencia es una herramienta que se basa en los conceptos fundamentales de la contabilidad empresarial, como la categorización de los diferentes tipos de costos involucrados en la realización de las distintas actividades empresariales, y la asignación de estos costos a los productos y/o procesos que lo causan. Por otro lado, la contabilidad ambiental brinda conceptos para identificar los diferentes costos ambientales, cuyo origen se desprende del hecho de que la contaminación proveniente de procesos productivos es resultado del manejo ineficiente de la producción.

Dentro de los mecanismos, estrategias, sistemas y herramientas de PML también se destacan las buenas prácticas de manufactura (BPM), que se definen como un conjunto de medidas enfocadas a la adecuada gestión y organización de la empresa, y a la optimización tanto de recursos humanos como materiales, con el fin de disminuir residuos y emisiones.

Estas acciones, similares para la generalidad de los procesos productivos, son de fácil aplicación y permiten un mejor desempeño en las actividades de la empresa, lo que se verá reflejado en una mayor productividad, una disminución de costos, la

disminución de riesgos ocupacionales, y un mejor desempeño ambiental, entre otros.

La importancia de las Buenas prácticas radica en que son medidas de carácter preventivo que buscan atacar las causas de los problemas a través de medidas sencillas y económicas, sin recurrir a mecanismos tecnológicos que no pueden ser costeados, en su mayoría, por pequeñas o medianas empresas. Las BPM se ajustan muy bien a los principios de la Producción más Limpia, ya que buscan que el empresario haga uso eficiente de sus recursos y ayude a la minimización de los residuos sin recurrir a medidas de “fin de tubo”.

Las buenas Prácticas Preventivas pueden ser diseñadas para un amplio campo de aplicaciones, ya sea para el uso eficiente de recursos (agua, materia prima, energía) o para la optimización de diversos procesos.

Para que la aplicación de la PML sea exitosa deben perseguirse soluciones integrales y rentables que ofrezcan en forma simultánea beneficios económicos y ambientales. Esto puede lograrse mediante acciones preventivas que redundan en un mayor valor agregado a las partes interesadas de las empresas.

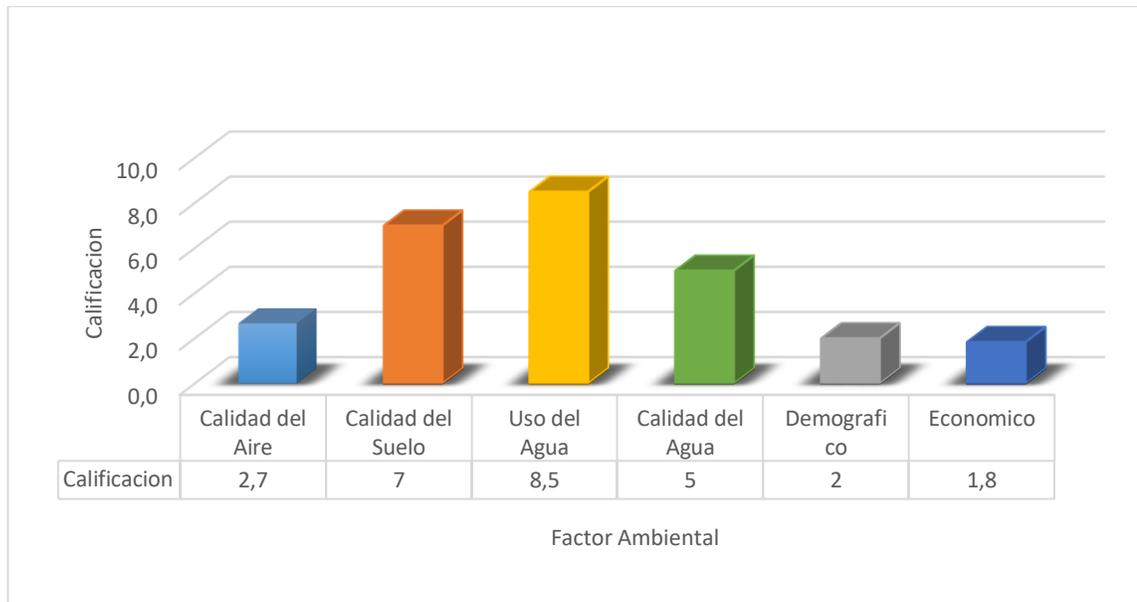
Dentro de las acciones preventivas, se encuentra la identificación de aspectos y evaluación de impactos ambientales, donde se conoció cuál de las actividades ejecutadas en las UTS genera un mayor impacto al medio ambiente, para esto se utilizó la metodología de Leopold, donde se tomaron las actividades diarias que se realizan en las UTS para su funcionamiento, las cuales fueron clasificadas como las acciones susceptibles de causar impactos y seis (6) características y/o condiciones ambientales, lo cual generó 46 interacciones, arrojando la evaluación de los impactos ambientales que se muestra en la Tabla 1 Evaluación de los Impactos Ambientales de las UTS utilizando Método Leopold y en el Figura 1 Priorización y calificación de Impactos

Tabla 1 Evaluación de los Impactos Ambientales de las UTS utilizando Método Leopold

FACTORES AMBIENTALES ACCIONES		FACTORES AMBIENTALES	AIRE	SUELO	AGUA		SOCIAL		SÍNTESIS				
			CALIDAD DEL AIRE	CALIDAD DEL SUELO	USO DEL AGUA	CALIDAD DEL AGUA	DEMOGRÁFICO	ECONÓMICO	NUMERO DE INTERACCIONES		Σ		
									+	-	+	-	
OPERACIÓN	Uso de oficinas edificio A			- 1/3							1		
	Uso de salones edificio A			- 1/3							1		
	Uso de laboratorios		- 5/6	- 2/3	- 7/8	- 2/6					4		
	cafeterías			- 1/3	- 5/8						2		
	Uso de baños edificio A			- 1/3	- 8/8	- 4/6					3		
	Uso bibliotecas			- 1/3							1		
	Uso auditorio			- 1/3							1		
	Uso de oficinas edificio B			- 1/3							1		
	Uso de salones edificio B			- 1/3							1		
	Uso de baños edificio B			- 1/3	- 8/8	- 4/6					3		
	usos de oficinas edificio C			- 1/3							1		
	Uso de baños edificio C			- 1/3	- 8/8	- 4/6					3		
	Parqueaderos		- 6/6	- 1/3							2		
	Consultorio medico			- 2/3	- 4/8	- 4/6					3		
	Consultorio odontológico			- 2/3	- 7/8	- 6/6					3		
	Gimnasio			- 1/3	- 6/8	- 2/6					3		
	Mantenimiento instalaciones		- 2/6	- 1/3	- 7/8	- 2/6					4		
	Actividades aseo y limpieza		- 3/6	- 1/3	- 8/8	- 2/6					4		
	Contratación de personal						3/3	5/6	2				
	Matriculas estudiantes						3/3	6/6	2				
SÍNTESIS	Numero de interacciones	+					2	2	4				
		-	4	18	10	9				41			
	Σ	+					6/3	11/6			69/18		
		-	16/6	21/3	68/8	30/6						139/6	
PROMEDIO DEL PROYECTO	+									2			
	-									6			

Fuente: El Autor (2018)

Figura 1 Priorización y calificación de Impactos



Fuente: El Autor (2018)

La evaluación realizada con el Método de Leopold arrojó que el uso del agua es la condición ambiental que más se impacta, es decir, de las actividades realizadas diariamente para el funcionamiento de las UTS el consumo de agua es la que mayor impacto genera, razón por la cual es necesario implementar las estrategias de PML para realizar de forma eficiente y sostenible el uso del recurso agua.

Teniendo claridad en los conceptos, se procedió a realizar el inventario de las instalaciones sanitarias y elementos que consumen agua en la institución, para eso se tomó como guía lo propuesto por la Universidad Distrital Francisco José de Caldas en su documento instructivo para la elaboración de Inventarios de dispositivos de agua de tipo convencional y de bajo consumo para la universidad distrital Francisco José De Caldas el cual forma parte del Programa de Uso y Eficiente de Agua, lo cual arrojó el resultado que se muestra en la Tabla 2 Inventario de instalaciones Hidrosanitarias y el Figura 2 Instalaciones Hidrosanitarias.

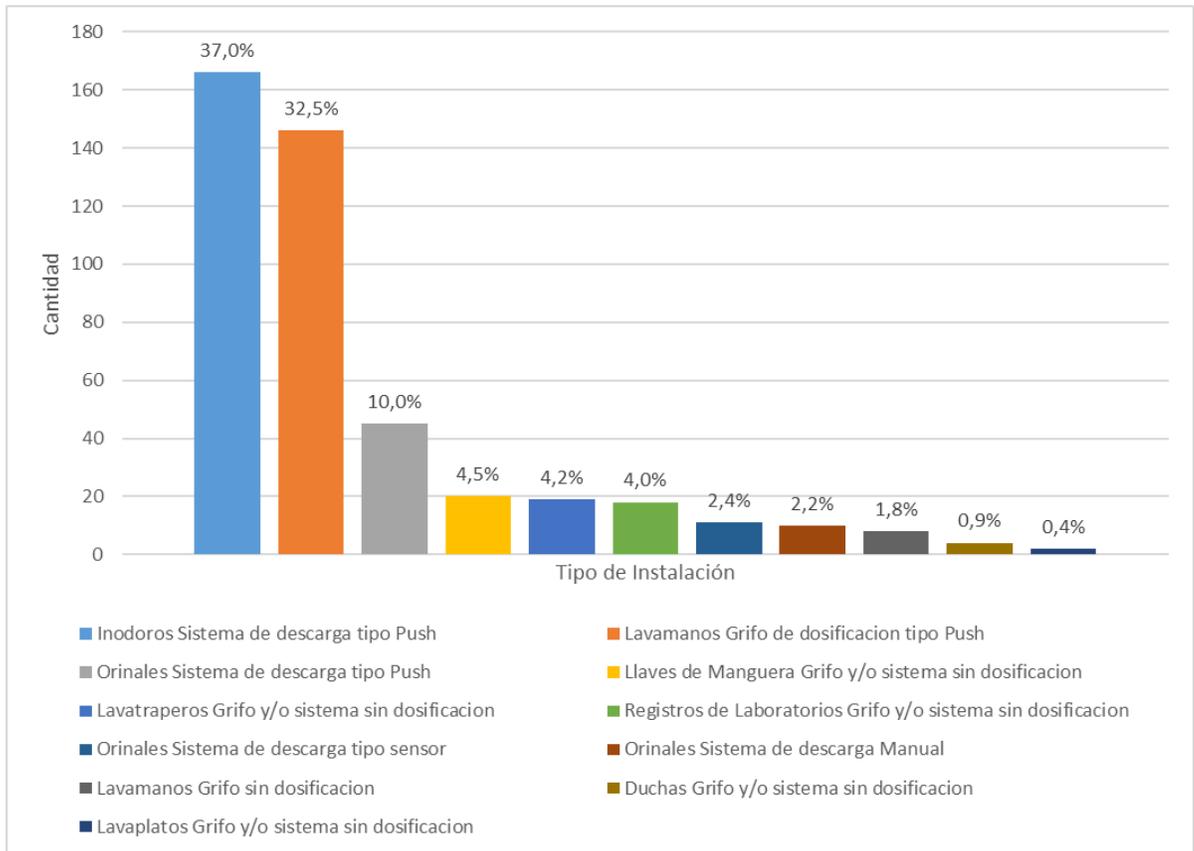
Las UTS cuenta con 499 instalaciones hidrosanitarias, de las cuales el 37% corresponde a inodoros, el 34.3% a grifos de los lavamanos y 14.7% a orinales, es decir el 86% de las instalaciones hidrosanitarias corresponden a las instaladas en los baños y el 14% restante se distribuye en las llaves utilizadas en los lavaplatos, las duchas, los lava traperos, los registros de Laboratorios y las llaves de Manguera incluidas las de la red de atención a incendios. Es de resaltar que las instalaciones hidrosanitarias se encuentran en excelente estado, durante la inspección ninguna presento fugas ni goteos.

Tabla 2 Inventario de instalaciones Hidrosanitarias

CLASE DE INSTALACIÓN	CANTIDAD	PORCENTAJE	OBSERVACIONES
Inodoros Sistema de descarga tipo Push	166	37,0%	Buen estado, sin fugas
Lavamanos Grifo de dosificación tipo Push	146	32,5%	Buen estado, sin fugas
Orinales Sistema de descarga tipo Push	45	10,0%	Buen estado, sin fugas
Llaves de Manguera Grifo y/o sistema sin dosificación	20	4,5%	Incluye las llaves de las mangueras contra incendio
Lava traperos Grifo y/o sistema sin dosificación	19	4,2%	Buen estado, sin fugas
Registros de Laboratorios Grifo y/o sistema sin dosificación	18	4,0%	Buen estado, sin fugas
Orinales Sistema de descarga tipo sensor	11	2,4%	Buen estado, sin fugas
Orinales Sistema de descarga Manual	10	2,2%	Son los orinales y lavamanos que se han descompuesto y para evitar el desperdicio de agua le instalan la llave manual mientras se gestionan los recursos para instalar el sistema de bajo consumo
Lavamanos Grifo sin dosificación	8	1,8%	
Duchas Grifo y/o sistema sin dosificación	4	0,9%	Buen estado, sin fugas
Lavaplatos Grifo y/o sistema sin dosificación	2	0,4%	Buen estado, sin fugas

Fuente: El Autor (2018)

Figura 2 Instalaciones Hidrosanitarias



Fuente: El Autor (2018)

Con el fin de conocer, la cantidad de agua que se consume en los baños de la institución se procedió a realizar una prueba piloto en uno de los baños de mujeres durante las horas más concurridas, las cuales son, en las que se realiza cambio de clases, esto con el fin de conocer la cantidad de agua requerida para abastecer estos baños durante un día de funcionamiento.

La prueba piloto dio por resultado, que el baño en un día común es usado 191 veces y el lavamanos 226, lo cual, genera un consumo diaria de 1,542 (tomando como datos de consumo los estipulados en las fichas técnicas de los inodoros y grifos de los lavamanos), si se proyecta a la cantidad de baños de la institución, y los días en

que hay población de estudiantes, el uso de los baños de hombres y mujeres genera el 77% del consumo de recurso hídrico, el cual es de 1.867 m³/mes.

Para el periodo de estudio, las UTS presentaba una población fija de 17.178 personas, es de aclarar que los estudiantes y docentes de la jornada de la noche reciben clases en los colegios aledaños, esto debido a que la capacidad instalada de las UTS no es lo suficientemente grande para que los alumnos que estudian bajo la modalidad nocturna reciban clase en las instalaciones de la universidad, suponiendo que un 30% de la población fija recibe clases fuera de las instalaciones, se calcula que el consumo de agua para ese periodo lo realizan 12.025 personas, teniendo un consumo de 0.16 m³/persona/mes. Según la Resolución CRA 750 del año 2016, el consumo para ciudades y municipios con altitud promedio por debajo de 1000 msnm el consumo básico para el año 2017 debía ser de 17 m³/persona/mes y las UTS estando ubicadas en el municipio de Bucaramanga, la cual se encuentra a una altura de 959 msnm, es decir el consumo es menor al establecido por la CRA, aclarando que los valores establecidos en la CRA generaliza consumo humano, mas no consumo institucional, es decir incluye las actividades de saneamiento básico como duchas, aseo y cocción de alimentos.

Conocedores del proceso en el que se requiere mayor cantidad del recurso hídrico, el cual es el uso de los baños, se hace necesario evaluar si el agua lluvia que se va a recolectar el área de las UTS es apta para abastecimiento de baños, para lo cual se procedió a realizar una caracterización de aguas lluvias la cual arrojó los siguientes resultados:

Tabla 3 Análisis Físicoquímico de aguas lluvias Unidades Tecnológicas de Santander

ANÁLISIS	RESULTADO OBTENIDO	UNIDADES	VALORES MÁXIMOS DE REFERENCIA Res 2115/07	CUMPLIMIENTO
pH	8.60	Und pH	6.5 – 9.0	SI
Turbiedad	1.5	NTU	2	SI
Color Aparente	27	Unidades Pt-Co	15	NO
Conductividad	2.61	µs/cm	1000	SI
Alcalinidad total	0	mg CaCO ₃ /L	200	SI
Dureza Total	12	mg CaCO ₃ /L	300	SI
Dureza Cálcica	<3.0	mg CaCO ₃ /L	*	NA
Dureza Magnésica	<3.0	mg CaCO ₃ /L	*	NA
Cloruros	<4.0	mg Cl/L	250	SI
Calcio	<1.5	mg Ca/L	60	SI
Hierro	<0.01	mg Fe/L	0.3	SI
Nitritos	0.025	mg NO ₂ /L	0.1	SI
Nitratos	<0.40	mg NO ₂ /L	10.0	SI
Aluminio	<0.01	mg Al/L	0.2	SI
Sulfatos	<10	mg SO ₄ ⁻² /L	250	SI

Fuente: Quimi Proyectos S.A.S. Informe No. 18726-0412-1F

Tabla 4 Análisis Microbiológico de aguas lluvias Unidades Tecnológicas de Santander

ANÁLISIS	RESULTADO OBTENIDO	UNIDADES	VALORES MÁXIMOS DE REFERENCIA Res 2115/07	CUMPLIMIENTO
Recuento de Mesófilos	33	UFC/1 ml	*	NA
Coliformes totales	570	UFC/100 ml	0 UFC/100 cm ³	NO
E. coli	0	UFC/100 ml	0 UFC/100 cm ³	SI

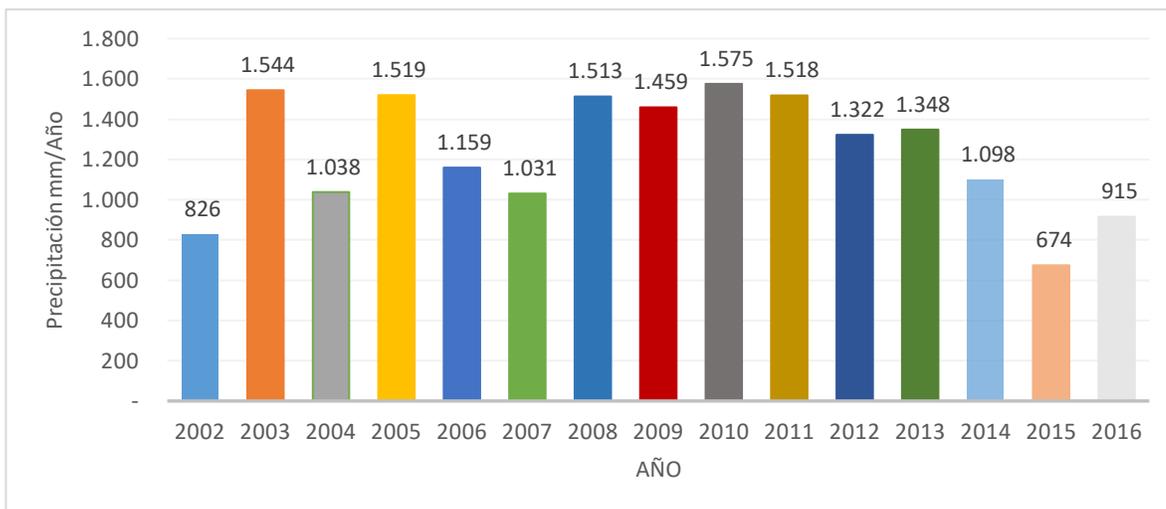
Fuente: Quimi Proyectos S.A.S. Informe No. 18726-0412-1M

Los parámetros de Cloro Residual Libre, Fosfatos, Manganeso, Molibdeno, Magnesio, Zinc, Fluoruros y COT, no se analizaron debido a que según revisión bibliográfica se puede concluir que las condiciones que generan la presencia de estos elementos en el agua no son frecuentes en el agua lluvia, además, donde se encuentra ubicada las UTS no es una zona industrial ni hay presencia de aguas residuales, es una zona residencial y escolar.

Con los resultados obtenidos del análisis de laboratorio, se procedió a realizar el índice de riesgo de la calidad del agua para consumo humano – IRCA, el cual dio un resultado de 27,63%, con calificación Nivel de Riesgo Medio, por lo cual se propone realizar un pre tratamiento al agua (Uso de un filtro de Carbón Activado) con el fin de remover las partículas contaminantes, y así poder usar el agua lluvia como respaldo al proceso de abastecimiento de agua del sistema sanitario de la institución.

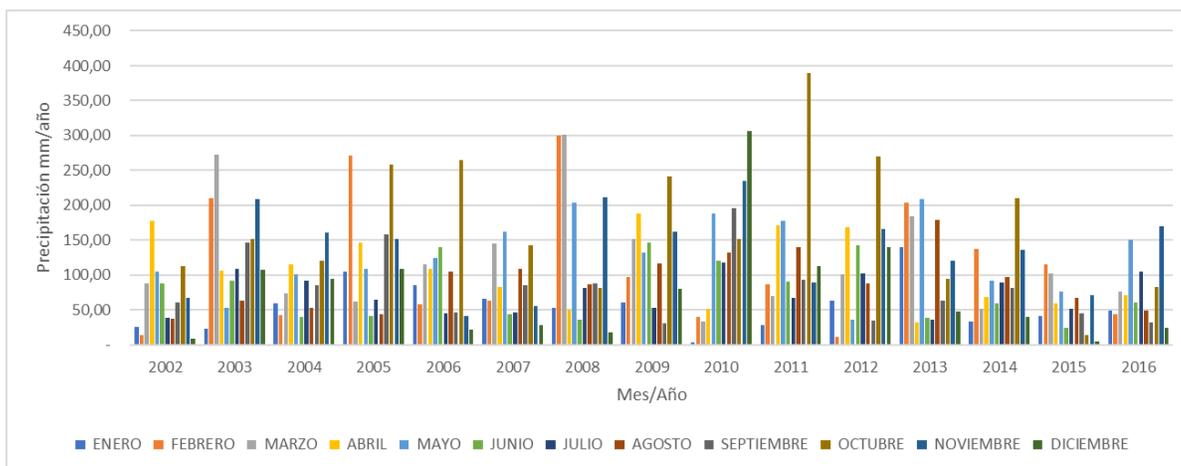
Al ser el agua lluvia, un agua segura, que puede ser usada para el funcionamiento de los inodoros y orinales de las UTS, es necesario saber si la cantidad de agua lluvia que se podría captar en la universidad es suficiente para abastecer estos dispositivos de agua, para lo cual es necesario conocer las precipitaciones de los últimos años, para esto se tomaron los datos de la estación más cercana a la universidad que es la estación meteorológica del IDEAM ubicada en el Aeropuerto Internacional Palonegro, en el Figura 3 y Figura 4 se muestra el histórico de las lluvias del municipio de los últimos 15 años.

Figura 3 Histórico Precipitación Estación Palonegro 2002 - 2016



Fuente: El Autor (2018)

Figura 4 Histórico de la Precipitación Mensual de los últimos 15 años



Fuente: El Autor (2018)

Como se observa en la Figura 4 Histórico de la Precipitación Mensual de los últimos 15 años, los periodos de lluvia y sequía en Bucaramanga no son constantes, por ejemplo, en el 2015 las lluvias durante el mes de febrero estuvieron por encima de los 150 mm/año y en el año 2016 durante el mismo periodo fueron menores a 50 mm/año.

Con esta información, se procede a realizar los cálculos para el diseño del sistema de captación de aguas lluvia, esto según la metodología establecida por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, en su documento Guía de Diseño para captación del Agua de Lluvia 2001.

El Edificio A de las Unidades Tecnológicas de Santander tiene un área de 1.899 m², el techo se encuentra cubierto por calamina metálica, la cual tiene un coeficiente de escorrentía de 0.9, el edificio tiene una capacidad instalada de 8.200 personas, distribuidas en 5 pisos, en la

Tabla 5 se muestran los datos arrojados al implementar la metodología de la Guía de Diseño para captación del Agua de Lluvia 2001.

Tabla 5 Calculo de la cantidad de agua requerida para abastecer el sistema

Mes	Precipitación (mm)	Abastecimiento m ³		Demanda m ³		Diferencia m ³
		Parcial	Acumulado	Parcial	Acumulado	
Julio	74	125.624	125.624	4.321.400	4.321.400	-4.195.776
Agosto	91	155.795	281.419	4.321.400	8.642.800	-8.361.381
Septiembre	83	142.316	423.735	4.182.000	12.824.800	-12.401.065
Octubre	172	294.669	718.404	4.321.400	17.146.200	-16.427.796
Noviembre	136	233.224	951.628	4.182.000	21.328.200	-20.376.572
Diciembre	76	130.432	1.082.060	4.321.400	25.649.600	-24.567.540
Enero	56	95.284	1.177.344	4.321.400	29.971.000	-28.793.656
Febrero	113	193.062	1.370.406	3.903.200	33.874.200	-32.503.794
Marzo	122	208.264	1.578.671	4.321.400	38.195.600	-36.616.929
Abril	107	182.033	1.760.704	4.182.000	42.377.600	-40.616.896
Mayo	128	218.743	1.979.447	4.321.400	46.699.000	-44.719.553
Junio	78	132.791	2.112.238	4.182.000	50.881.000	-48.768.762

Fuente: El Autor (2018)

Analizando los resultados, la lluvia que se podría captar no sería suficiente para abastecer el edificio A, solo podría suplir el 4% de la necesidad de agua mensual, de igual forma el área del techo del edificio B y C es de 2.985 m², edificios que se

encuentran en proceso de construcción tendrán una capacidad instalada de 8.978 personas, en estos edificios solo se podría suplir el 6% del agua con agua lluvia, por lo cual se considera que en estos edificios tampoco es viable la implementación del sistema de captación de aguas lluvias.

Es necesario aclarar, que mientras finaliza el proceso de adecuación y construcción del edificio B y C, para prestar el servicio de educación superior, las UTS se apoyan en colegios aledaños para que los alumnos matriculados bajo la modalidad nocturna puedan recibir clases en sus instalaciones.

Adicional a esto, se realizaron unas entrevistas con el fin de conocer la percepción de la comunidad uteista frente al uso del agua, así como la aceptación que tendría la implementación de un sistema de aprovechamiento de aguas lluvias, los entrevistados fueron estudiantes, docentes, directivos, CPS y personal administrativo, los cuales tienen un rango de edad de 17 a 60 años.

En promedio, los entrevistados están en las instalaciones de la universidad de 4 a 5 días a la semana, y permanecen dentro de la institución hasta 4 horas, es de aclarar que la jornada académica por alumno es de 3 horas por día aproximadamente, durante este tiempo el 84% de las personas hacen uso de las instalaciones sanitarias y el 16% restante, específicamente estudiantes manifiestan que no hacen uso de los baños, esto debido a que las jornadas académicas son cortas y prefieren esperar hasta llegar a sus casas y/o lugares de trabajo; así mismo, de las personas que manifestaron hacer uso de los baños, el 98% lo usan de una a dos veces al día y el 95% hace uso de los lavamanos 2 veces al día.

Aparte del uso de los baños, el 83% de los entrevistados no hacen uso de ningún otro tipo de dispositivo, el 6.3% manifestó que hace uso de los lavatraperos, el 4.8% de las duchas, el 3.4% las llaves externas y el 2.2% hace uso de los lavados

(Lavaplatos y lavado de material de laboratorio). La frecuencia con la que usan estos dispositivos varia de 1 a 6 veces a la semana.

Afortunadamente, el 96% de la población entrevistada demuestra su compromiso con el cuidado del agua, ellos manifiestan que cuando terminan de hacer uso de los dispositivos de agua verifica que las llaves queden bien cerradas, que no haya presencia de goteo o en el caso de los inodoros que el agua no siga corriendo; pero lamentablemente solo el 9.8% de las personas buscan la forma de hacer el reporte de algún daño en los dispositivos de agua para su pronto arreglo y tan solo el 72% restante simplemente optan por hacer uso de un dispositivo que no se encuentra en mal estado.

Por otro lado, solo el 32% de la comunidad uteista tiene conocimiento de las actividades de ahorro y uso eficiente del agua que se realizan en la institución y de estas solo el 19% participa en ellas, demostrando una falta de participación en las jornadas de sensibilización, las cuales sirven para dar un mejor uso al recurso hídrico y así disminuir consumos y costos en la universidad.

Por otra parte, el 95% de los entrevistados realizan en sus hogares actividades de uso y ahorro eficiente del agua, dentro de las actividades realizadas está la de verificar el estado de las llaves, cerrarlas sin que queden goteando, reutilizar el agua de la lavadora, captación de aguas lluvias para limpieza de vehículos y lavado de patios, incluir una botella de arena y/o agua en la cisterna de los inodoros que no cuentan con sistema ahorrador, ente otros. Al indagar con los entrevistados, con el fin de conocer quienes en específico realizan aprovechamiento de aguas lluvias, solo el 9.3% manifestaron realizar este tipo de aprovechamiento, estas aguas son usadas por lo general para lavado y riego de plantas, y la recolección, por lo general la realiza por medio de recipientes como baldes que son puestos en los patios y/o puertas de las casas, ninguno realiza la captación de forma técnica (sistema de captación de agua pluvial en techos).

Finalmente, al 98% de la comunidad uteista que forma parte de la muestra le gustaría que la universidad realizará el aprovechamiento de las aguas lluvias, esto debido a que ven la necesidad de implementar estrategias de ahorro y uso eficiente del agua con el fin de reducir el impacto que causa el uso desmesurado de este recurso, dejando claridad que no están dispuestos a pagar más en las matriculas para la implementación de este sistema, así mismo el 59% considera que al implementar estas estrategias se van a ver beneficiados, no solo por el aporte que se realizaría a la conservación y preservación del recurso hídrico, sino debido a que se va a sustituir la manera de realizar el abastecimiento de agua, esperando a que los costos de operación disminuyan (pago del recibo de agua) y que este ahorro se vea reflejado en actividades de bienestar para los miembros de las UTS.

DISCUSIÓN

El aprovechamiento de Aguas Lluvias como estrategia de Producción más Limpia en las Unidades Tecnológicas de Santander es una alternativa de ahorro y eso eficiente de agua que desde el punto de vista social, va a generar un impacto positivo a la comunidad uteista; actualmente los seres humanos y en especial los bumangueses, son conscientes de la importancia que tiene el agua para el desarrollo de la vida y del municipio, es por esto que surge la necesidad de identificar y adoptar nuevas formas de captación y abastecimiento de agua, lamentablemente, la implementación de esta alternativa en las UTS desde el ámbito económico no va a generar gran impacto, el sustituir el sistema de abastecimiento de agua actual dentro de la institución por un sistema de aprovechamiento de agua lluvia no es técnicamente viable, además, se requiere de grandes adecuaciones constructivas para que el sistema funcione de manera intermitente y pueda abastecer el 5% del agua aproximadamente, aumentando el tiempo de recuperación de la inversión inicial así como el mantenimiento del sistema.

En la institución educativa María Auxiliadora, es viable hacer un uso eficiente del agua dentro de la institución, pues con la precipitación de la zona y el espacio disponible, se logra abastecer completamente los sanitarios y lava-escobas durante nueve meses del año, y los tres meses restantes se abarca más del 90% de la demanda, la institución tiene una población de 1.300 personas y cuenta con un área de captación útil de techos de 1.667 m², es decir casi la misma área que el edificio A de las UTS y suple las necesidades de una menor cantidad de personas (84% menos), a pesar de que técnicamente el sistema cumple con su objetivo, desde el punto de vista económico el sistema no es viable debido a los altos costos que debería asumir la institución María Auxiliadora para implementar el sistema, se podría implementar con donaciones y/o financiamiento por parte del estado. (Palacio Castañeda, 2010)

Los costos de ineficiencia, son una herramienta dentro de las estrategias de Producción más Limpia que permite la obtención de beneficios económicos para las empresas y de forma indirecta para el medio ambiente, por lo cual, tras realizar la revisión bibliográfica en lo referente a producción más Limpia, se recomienda a las directivas de la institución y/o a futuros investigadores realizar el análisis de costos de ineficiencia, esto con el fin de identificar el costo real de las actividades que se realizan en la institución, en este caso el uso de los recursos naturales como servicios públicos y así poder contribuir a la competitividad de la universidad.

Así mismo, es necesario intensificar la implementación de buenas prácticas de manufactura (BPM) en las Unidades Tecnológicas de Santander, dentro de los dispositivos de agua que hay en la institución el 86% corresponden a baños (inodoros, lavamanos y orinales), de los cuales, el 4% no cuentan con sistema ahorrador de agua, esto se debe al mal uso por parte de algunos usuarios, los entrevistados manifiestan que el sistema ahorrador ha sido dañado y por cuestiones de presupuesto no ha sido posible sustituirlos inmediatamente, sino que se hace un arreglo o se reemplaza por sistemas tradicionales que para su funcionamiento en

malas condiciones no generen un mayor consumo de agua, adicionalmente, el 14% de los dispositivos restantes no cuentan con algún sistema de ahorro de agua, por lo cual se hace necesario que en las UTS se continúe realizando BPM y sustituyendo los dispositivos de agua tradicionales por sistemas ahorradores, reemplazos que son necesarios para contribuir al buen uso de este importante recurso.

El Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS, en el título b sistemas de acueducto, define la dotación para uso escolar, específicamente en la educación media y superior un consumo de agua de 20 L/alumno/jornada, es decir 0.6 m³/persona/mes aproximadamente, las UTS tienen un consumo aproximado de 0.16 m³/persona/mes, por lo cual, el consumo actual de agua dentro de las UTS es de un 27% menor a las dotaciones definidas por las diferentes normas ambientales. Así mismo, se puede evidenciar que la inversión realizada en sistemas ahorradores en las UTS ha surgido efecto y que en la institución existe conciencia sobre la importancia del ahorro y uso eficiente del recurso agua.

En la evaluación de alternativas para ahorro y uso eficiente de agua propuesto en la tesis " Estrategias de uso eficiente y ahorro de agua en centros educativos, caso de estudio, edificio facultad de ciencias ambientales – Universidad Tecnológica de Pereira", concluyen que la mejor estrategia para su institución es la de reparación de fugas, actividad que requiere una inversión inicial de \$212.000 y permitiendo un ahorro del 48% del consumo lo que para la institución representa un ahorro anual de \$4.187.261, así mismo, exponen la necesidad de implementar en sus sistemas dispositivos ahorradores para empezar a ver un ahorro significativo, tesis que apoya la implementación de la herramienta de costos de ineficiencia, herramienta que como se menciono anteriormente le permitirá a las UTS seguir disminuyendo los consumos de agua, sin olvidar las jornadas de capacitación y sensibilización sobre

la importancia del uso eficiente de este recurso. (Sarmiento Ocampo & Trujillo Cardona, 2012)

Erróneamente, se tiene el concepto de que el agua lluvia es apta para consumo humano, que es posible consumirla sin ningún tipo de tratamiento, en Colombia, no existe legislación que regule el uso de las aguas lluvias ni normas que evalúen su calidad, al realizar en esta investigación un monitoreo de aguas lluvias y analizar los resultados de la caracterización fisicoquímica y microbiológica de estas aguas, se evidencia que en ellas hay presencia de microorganismos, específicamente coliformes, que son bacterias indicadoras de agua contaminada por materia fecal, por lo cual, al querer hacer uso de estas aguas, se hace indispensable realizar un proceso de desinfección para poder hacer uso de estas aguas, o si no, dejar claridad que estas aguas solo se pueden usar en los inodoros y orinales, en el resto de dispositivos de agua sería riesgoso, debido a que se estaría exponiendo a la comunidad uteista a aguas contaminadas y se aportaría a la proliferación de diversas enfermedades.

En la caracterización de aguas lluvias realizada en la tesis “Captación de agua lluvia como alternativa comunitaria ante la escasez y la contaminación para el consumo humano y actividades agropecuarias en las veredas El Salado y La Aguada del municipio de Lebrija Santander, Colombia”, los resultados del análisis microbiológico arrojaron resultados similares a los expuestos anteriormente, limitando el consumo del agua en la comunidad sin tratamiento previo, con el fin de prevenir los problemas de salud pública que esta condición en el agua pudiese generar. (Gualdron Becerra, 2014)

Así mismo, para futuras investigaciones, se considera necesario realizar varias réplicas de la caracterización de aguas lluvias, así como la de realizar almacenamiento de aguas lluvias con el fin de diseñar y aplicar un tratamiento de aguas y transformar el agua lluvia en agua apta para consumo humano, en el

análisis de resultados se propone hacer uso de un filtro de carbón activado, pero es necesario realizar un tratamiento para cada parámetro que este fuera del valor límite máximo permisible establecido por la resolución 2115 de 2007, que es la norma que regula el agua para consumo humano en Colombia.

Durante los últimos años, algunos municipios de Santander se han visto afectados por la disminución de los periodos lluvia así como los mm de agua necesarios para realizar el proceso de recarga de sus fuentes hídricas, un ejemplo de esto es el municipio de Lebrija, el cual se encuentra a 20 Km de distancia del municipio de Bucaramanga, donde cada vez que se presenta el fenómeno del niño o escases de lluvia, los habitantes de Lebrija son sometidos a racionamientos de agua o en algunos casos, deben abastecerse por medio de carro tanque, afortunadamente el agua que abastece al municipio de Bucaramanga viene del páramo de Santurbán, el cual se encuentra ubicado en una zona de alta pluviosidad, pero, lastimosamente los gobernantes de este país quieren darle otro uso al paramo, siendo necesario tener un plan b para lograr el abastecimiento de agua.

Actualmente, las UTS se encuentra en un proceso de ampliación, donde va a poder abrir sus puertas a una mayor cantidad de alumnos, sin necesidad de hacer uso de las instalaciones de los colegios aledaños, pero esta ampliación es vertical, es decir se van a construir más pisos y habilitar más salones, pero el área de techo es la misma, incrementando las necesidades de suministro de agua y para este caso de estudio el área de captación seria la misma.

Una jornada académica promedio en las UTS es de 3 horas diarias, situación que permite que gran parte de los entrevistados, específicamente estudiantes y docentes hora cátedra no hagan uso de los baños, o en su defecto lo usen una vez al día, esto debido a su corta permanencia en las instalaciones de la institución. Las personas que perduran más tiempo y hacen un mayor uso de baños son el personal administrativo que trabaja durante 8 horas al día, situación que se ve reflejada, en

los datos de consumo de consumo de agua facturados por el Acueducto metropolitano de Bucaramanga.

Por lo anterior, si la institución y/u otros investigadores desean continuar con la idea de utilizar el agua lluvia como estrategia de Producción más Limpia para disminuir y/o sustituir el uso del agua suministrada por la empresa de acueducto municipal, se hace necesario diseñar y/o implementar otro sistema de captación, esto en vista de que el sistema de captación de agua pluvial en techos no tiene la suficiente cobertura para satisfacer las necesidades de agua de la institución, con este sistema solo se suple el 6% del agua requerida para el funcionamiento de las UTS.

Actualmente, se está pagando \$ 8.000.000 de recibo de agua aproximadamente, si se implementa el sistema de captación de agua lluvia pluvial en techos y se empieza a suplir el consumo de agua en un 6%, las UTS lograría ahorrar \$ 480.000 mensuales, siendo las UTS una institución pública, donde el presupuesto para la adecuación de instalaciones físicas es limitado, para la ejecución de este proyecto, probablemente la universidad tendría que solicitar un préstamo a un banco, situación que incrementaría los costos del sistema de aprovechamiento, y con un ahorro de \$ 480.000, el sistema tardaría en conseguir el punto de equilibrio.

Sería interesante, complementar esta investigación desde el punto de vista civil, concretamente desde la especialidad hidráulica, donde se logre realizar un diseño y un presupuesto de obra, con el fin de realizar un balance financiero real del proyecto, de igual forma, se considera importante evaluar que la intermitencia del sistema de agua lluvia debería ser para algunos sanitarios mas no para toda la institución, lo cual podría disminuir los costos de las adecuaciones a realizar.

Finalmente, como resultado de las entrevistas se pudo observar que la comunidad uteista se encuentra interesada en aprender sobre sistemas de aprovechamiento de aguas lluvias, así como el de implementar estrategias de ahorro y uso eficiente

de este recurso, por lo cual se considera necesario intensificar las jornadas de formación, capacitación y/o sensibilización en el tema, así se podría lograr un menor consumo del recurso en la institución como en los hogares de la comunidad uteista, siendo la educación la base del desarrollo de la sociedad y en este caso la forma en cómo se podría lograr la preservación del recurso hídrico.

CONCLUSIONES

Para generar un ahorro significativo y uso eficiente del recurso hídrico dentro de las Unidades Tecnológicas de Santander, es necesario que se implementen estrategias de Producción más Limpia como la de Costos de Ineficiencia y Buenas Prácticas de Manufactura, que son estrategias acordes a la razón de ser de la institución, es decir, son estrategias que se adaptan al proceso de formación de estudiantes a nivel técnico, tecnológico y profesional.

Las aguas lluvias de la Calle de los estudiantes, zona donde se encuentra ubicada las Unidades Tecnológicas de Santander, según el índice de riesgo de la calidad del agua para consumo humano – IRCA tiene una calificación de 27,63%, clasificándolas con un Nivel de Riesgo Medio, siendo necesario realizarles un tratamiento para que la institución y/o comunidades ubicadas dentro del área de influencia, puedan hacer uso de las aguas lluvias para reemplazar el sistema actual de abastecimiento de agua potable exceptuando consumo humano.

A pesar de la diferencia que existe entre los programas académicos ofertados por las UTS y la diversa población existente dentro de la institución (jóvenes, adultos, mujeres, hombres, docentes, estudiantes, directos, personal administrativos, entre otros), se puede concluir que la comunidad uteista, se encuentra interesada y presta a adquirir conocimientos y posteriormente ponerlos en práctica en lo referente al ahorro y uso eficiente del recurso agua, específicamente al aprovechamiento de las aguas lluvias.

El aprovechamiento de las aguas lluvias, es una alternativa de Producción más Limpia que puede realizarse en cualquier lugar de Colombia, para que esta actividad sea eficiente, es necesario contar con un alto volumen de agua lluvia generado por las precipitaciones que se presentan en la zona, extensas áreas de captación, así como una demanda acorde a la oferta de aguas lluvias.

Para las Unidades Tecnológicas de Santander, el aprovechamiento de las Aguas Lluvias es una alternativa que es viable técnicamente pero no eficiente, esto debido a que la demanda de agua lluvia solo cubriría el 6% de la oferta requerida, porcentaje de agua que se podría recuperar implementando otras estrategias de Producción Más Limpia de menor costo y con mejores resultados.

Las instituciones antes de titularse como verdes, o que son amigables con el medio ambiente por hacer aprovechamiento de aguas lluvias, deben realizar estudios de factibilidad, esto con el fin de evitar que se ejecuten proyectos que no suplan las necesidades de agua o sustituyan de manera significativa el uso de agua suministrada por el acueducto municipal, causando que las acciones sean insostenibles y no generen soluciones reales a la problemática ambiental, sino un aumento significativo en los costos operacionales.

La implementación de estrategias de Producción más Limpia debe realizarse para prevenir la contaminación a través del uso eficiente de los recursos naturales e impactar de forma positiva a la sociedad cumpliendo con los principios del desarrollo sostenible.

REFERENCIAS

Arboleda González, J. A. (2008). *Manual para la Evaluación de Impacto Ambiental de Proyectos, obras o Actividades*. Medellín.

Ballen Suarez, J. A., Galarza Garcia, M. A., & Ortiz Mosquera, R. O. (7 de Junio de 2006). *Laboratorio de Eficiencia Energetica e Hidraulica em Saneamento - ENHS UFPB*. Obtenido de Sistemas de Aprovechamiento de agua lluvia para vivienda urbana: [http://www.lenhs.ct.ufpb.br/html/downloads/serea/6serea/TRABALHOS/trabalhoS%20\(1\).pdf](http://www.lenhs.ct.ufpb.br/html/downloads/serea/6serea/TRABALHOS/trabalhoS%20(1).pdf)

Estupiñan Perdomo, J. L., & Zapata Garcia, H. O. (Diciembre de 2010). *Requerimientos de Infraestructura para el aprovechamiento sostenible del agua lluvia en el Campus de la Pontificia Universidad Javeriana, sede Bogotá*. Obtenido de Repositorio Institucional - Pontificia Universidad Javeriana: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/1265/ing05.pdf?sequence=2>

Fondo de Poblacion de las las Naciones Unidas (UNFP). (2019). *Población Mundial*. Obtenido de <https://www.unfpa.org/es/data/world-population-dashboard>

Grandez Rodriguez, P. (2015). *Aprovechamiento de agua lluvia, para optimizar el uso de agua potable residencial*. Obtenido de Repositorio Institucional Universidad Nacional de Ingenieria: http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/2515/1/grandez_rp.pdf

Greenpeace Colombia. (s.f.). *GREENPEACE*. Recuperado el 03 de Febrero de 2017, de <http://www.greenpeace.org/colombia/es/campanas/contaminacion/agua/>

Gualdron Becerra, N. (2014). *Captación de agua lluvia como alternativa comunitaria ante la escasez y la contaminación para el consumo humano y actividades*

agropecuarias en las veredas El Salado y La Aguada del municipio de Lebrija Santander, Colombia. Obtenido de Biblioteca Universidad de Manizales: http://ridum.umanizales.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/6789/1714/Gualdron_Becerra_Nelsy_2014.pdf?sequence=1

Instituto de Hidrologia, Meteorologia y Estudios Ambientales - IDEAM. (2015). *Estudio Nacional del Agua - ENA 2014.* Recuperado el 2018, de http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023080/ENA_2014.pdf

Investigacion de Mercados - INDEMER. (2016). *Colombia Mercadeo.* Obtenido de <http://www.colombiamercadeo.com/documentos-de-aprendizaje/4-documentos-para-aprendizaje/50-calculen-su-muestra-gratuitamente.html>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (23 de Septiembre de 2015). *Minambiente recoge experiencias internacionales en el uso eficiente y ahorro del agua.* Obtenido de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/122-noticias-minambiente/2048-minambiente-recoge-experiencias-internacionales-en-el-uso-eficiente-y-ahorro-del-agua>

Palacio Castañeda, N. (2010). *Propuesta de un sistema de aprovechamiento de agua lluvia, como alternativa para el ahorro de agua potable.* Obtenido de <http://tesis.udea.edu.co/dspace/bitstream/10495/1325/1/PropuestaSistemaAprovechamientoAguaLluvia.pdf>

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). (Octubre de 2003). *GEO America Latina y el Caribe Perspectiva del Medio Ambiente 2003.* Costa Rica. Obtenido de <file:///F:/GEO%20ALC%202003-espanol.pdf>

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). (2012). *Perspectivas del Medio Ambiente Mundial (GEO-5)*. Panamericana.

Sarmiento Ocampo, J. F., & Trujillo Cardona, C. D. (2012). *Estrategias de uso eficiente y ahorro de agua en centros educativos, caso de estudio, edificio facultad de ciencias ambientales – Universidad Tecnológica de Pereira*.
Obtenido de <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/2769/333912T866.pdf;jsessionid=C4E6059002A5459EFC900C1B7B56DA8E?sequence=1>

Serrano Acevedo, A. (23 de Febrero de 2017). Información Unidades Tecnológicas de Santander. (M. A. Serrano Serrano, Entrevistador)

Unidades Tecnológicas de Santander (UTS). (Julio de 2015). *Manual de Calidad*.
Obtenido de [http://uts.edu.co/portal/app/ckfinder/userfiles/files/Manual%20de%20Calidad%20\(1\).pdf](http://uts.edu.co/portal/app/ckfinder/userfiles/files/Manual%20de%20Calidad%20(1).pdf)